الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد خيضر – بسكرة –
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير
قسم علوم التسيير

الموضوع

استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز

رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير
تخصص: الأساليب الكمية في التسيير

إعداد الطالب:
- **بن قسمي طارق**

الأستاذ المشرف:
- **أ.د/ شيخي محمد**

لجنة المناقشة

أعضاء اللجنة	الصفة	الجامعة
أ.د/ خنشور جمال	رئيسا	بسكرة
أ.د/ شيخي محمد	مشرفا	ورقلة
أ.د/ دادن عبد الغني	ممتحنا	ورقلة
د/ بن الزاوي عبد الرزاق	ممتحنا	بسكرة

المـوسم الجـامعي:2013-2014

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد خيضر – بسكرة –
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير
قسم علوم التسيير

الموضوع

استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز

رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير
تخصص: الأساليب الكمية في التسيير

إعداد الطالب:
- **بن قسمي طارق**

الأستاذ المشرف:
- **أ.د/ شيخي محمد**

لجنة المناقشة

أعضاء اللجنة	الصفة	الجامعة
أ.د/ خنشور جمال	رئيسا	بسكرة
أ.د/ شيخي محمد	مشرفا	ورقلة
أ.د/ دادن عبد الغني	ممتحنا	ورقلة
د/ بن الزاوي عبد الرزاق	ممتحنا	بسكرة

المـوسم الجـامعي:2013-2014

إهـــــــــــــــــداء

الى والدي العزيزين الذين غرسا فيا حب العلم

الى اخوتي وأخواتي تقديرا واحتراما

الى أصدقائي الأوفياء

الى كل من وقف بجانبي وشجعني

الى جميع طلبة الماجستير تخصص الأساليب الكمية في التسيير

الطالب

كلمة شكر وتقديـــر

الحمد لله الذي ينتهي اليه حمد الحامدين ولديه يزداد شكر الشاكرين

والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد وآله وصحبه أجمعين.

وإننا بعد شكر الله عز وجل وما أولانا من نعمه، نتقدم بالشكر والامتنان والاعتراف بالفضل الى أوليائه الأعزاء أطال الله في عمرهم

ومتعهم بالصحة والعافية.

ونخص بالشكر سعادة الأستاذ شيخي محمد المشرف على هذه المذكرة و الذي أكرمنا بتواضعه وحسن تعامله وخلقه وسعة صبره وتوجيهاته التي كان لها أبلغ الأثر في تخطي الصعاب.

كما اتقدم بخالص الشكر وأسمى آيات التقدير الى كافة الاساتذة على توجيهاتهم القيمة وآرائهم السديدة ومشاعرهم النبيلة وأخص بالذكر:الدكتور محمود فوزي شعوبي، الأستاذ الدكتور خنشور جمال، الدكتورة وسيلة بن ساهل، الأستاذ سامي زيادي، الأستاذ بلخير قسوم، الأستاذ جمال الدين يخلف، الأستاذ بحشاشي رابح.

ولا يفوتنا أن نشكر كل موظفي مديرية توزيع الكهرباء والغاز بباتنة، وموظفي الوكالة التجارية لسونلغاز ببريكة وعلى رأسها مدير الوكالة علي بالحفيظ.

الطالب

الملخص :

تم في هذا البحث استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية لدراسة وتحليل البيانات الشهرية لمبيعات الطاقة الكهربائية الموجهة للقطاع الاداري وقطاع العائلات في مدينة بريكة للفترة من ديسمبر 2005 الى فيفري 2013، لما تمتاز به هذه النماذج من دقة ومرونة عاليتين في تحليل السلاسل الزمنية.

وأظهرت النتائج أن نموذج SARIMA أفضل من نموذج السير العشوائي في التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية، حيث كان النموذج الملائم والكفء لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية لمبيعات الطاقة الكهربائية الموجهة لقطاع العائلات هو نموذج SARIMA(1,1,4)(0,1,0)، أما قطاع الاداري فقد كان النموذج هو SARIMA(0,1,1)(0,1,1) .

ووفقا لنتائج تقدير هذه النماذج تم التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية للقطاعين من مارس 2013 الى غاية فيفري 2014، حيث أظهرت القيم المتنبأ بها تناسقا مع مثيلاتها في السلسلة الأصلية، وقدمت لنا صورة مستقبلية عن مبيعات الكهرباء.

الكلمات المفتاحية : نموذج SARIMA، مبيعات الكهرباء، نموذج السير العشوائي، معامل الذاكرة الطويلة.

Abstract :

In this research we use the seasonal time series models, due to its accuracy and flexibility in analyzing the time series, to study and analyse the monthly electricity sales oriented to public sector and household sector in the city of Barika for the period from December 2005 to February 2013.

The results showed that SARIMA model is better than random walk model in predicting electricity sales. Moreover, the model SARIMA (1,1,4) (0,1,0) was appropriate and efficient to represent the time series data of electricity sales destined to household sector and SARIMA (0,1,1) (0,1,1) is appropriate to public sector.

According to the estimation results of these models, we predict the electricity sales to the two sectors from March 2013 until February 2014, where the predicted values showed a consistency with those in the original series and gave us a futuristic image about electricity sales.

Keywords : SARIMA Model, Sale of electricity, random walk model, coefficient of long memory.

الفهرس

الإهداء.....III

الشكر.....IV

ملخص.....V

الفهرس.....VI

قائمة الجداول.....XII

قائمة الأشكال البيانية.....XIV

قائمة الملاحق.....XVI

مقدمة .....أ

الفصل الأول : أهمية التنبؤ بالمبيعات في قطاع الطاقة الكهربائية.....01

تمهيد.....02

المبحث الأول : الطاقة الكهربائية في الجزائر.....03

المطلب الأول : الهيكل التنظيمي.....03

المطلب الثاني : خصائص النظام الكهربائي في الجزائر.....07

1- توليد الطاقة الكهربائية.....07

2- شبكة النقل والتوزيع.....09

المطلب الثالث : تطور الطاقات المتجددة.....11

1- استغلال طاقة الرياح.....12

2- الطاقة الشمسية.....41

المبحث الثاني : ادارة الطلب على الكهرباء.....16

المطلب الأول : الضوابط الحكومية.....17

المطلب الثاني : تسعير االكهرباء.....17

المطلب الثالث : تعريفة الكهرباء.....19

المبحث الثالث : جودة الطاقة الكهربائية.....21

المطلب الأول : مفهوم جودة الطاقة الكهربائية.....21

المطلب الثاني : أهمية قياس ومراقبة جودة الطاقة الكهربائية.....24

المبحث الرابع : التنبؤ بالمبيعات.....25

المطلب الأول : مفهوم التنبؤ بالمبيعات والعوامل المؤثرة في دقة التنبؤ.....25

1- مفهوم التنبؤ بالمبيعات.....25

2- العوامل المؤثرة في دقة التنبؤ بالمبيعات.....26

2-1 العوامل الخارجية.....26

2-2 العوامل الداخلية.....27

المطلب الثاني : أساليب التنبؤ وخصائصها.....28

1- أساليب التنؤ.....28

2- خصائص أسلوب التنبؤ.....30

2-1 الأفق الزمني.....30

2-2 نمط البيانات.....30

2-2-1 النمط الأفقي.....30

2-2-2 النمط الموسمي.....31

2-2-3 نمط الدورة الاقتصادية.....31

2-2-4 نمط الاتجاه.....31

2-3 نوع نموذج التنبؤ.....32

2-4 التكاليف.....32

2-5 الدقة.....32

2-6 سهولة الاستخدام 32

المطلب الثالث:أهمية التنبؤ بالمبيعات وعلاقته بتخطيط المبيعات.....33

1- أهمية التنبؤ بالمبيعات.....33

2- علاقة التنبؤ بالمبيعات بتخطيط المبيعات.....34

خلاصة الفصل.....35

الفصل الثاني : تحليل السلاسل الزمنية العشوائية.....37

تمهيد.....38

المبحث الأول : الخصائص الإحصائية للسلاسل الزمنية.....39

المطلب الأول : اختبارات استقرارية السلسلة الزمنية.....39

1- اختبار معنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي.....40

2- اختبارات الجذر الوحدوي.....42

2-1 اختبار فيليبس وبيرون.....43

2-1 اختبار KPSS.....43

المطلب الثاني : اختبارات التوزيع الطبيعي.....43

1- اختبار Skewness للتناظر واختبار Kurtosis للتفلطح.....43

2- اختبار Bera-Jarque 44

المبحث الثاني : اختبار قابلية السلسلة الزمنية للتنبؤ.....45

المطلب الأول : اختبار الذاكرة الطويلة.....45

المطلب الثاني : اختبار قابلية السلسلة الزمنية للتنبؤ على المدى القصير(Test BDS).....48

المبحث الثالث : أنواع نماذج بوكس-جنكينز.....50

المطلب الأول : النماذج اللاموسمية.....50

1- نموذج المتوسطات المتحركة.....50
2- نموذج النحدار الذاتي.....51
3- نموذج الأنحدار الذاتي والمتوسط المتحرك.....53
4- نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية.....54

المطلب الثاني : النماذج الموسمية.....55

1- نموذج الانحدار الذاتي الموسمي.....55
2- نموذج الأوساط المتحركة الموسمية.....56
3- نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة الموسمي.....56
4- نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة الموسمي التكاملية.....57

المبحث الرابع : منهجية بوكس-جنكينز للتنبؤ.....58

المطلب الأول : التعرف على النموذج.....58

المطلب الثاني : تقدير النموذج.....60

1- طرق تقدير معالم نموذج الانحدار الذاتي.....60
1-1 طريقة معادلات يول-ولكر.....60
2-1 الطريقة الانحدارية.....61
2- طريقة تقدير معالم المتوسطات المتحركة والمختلطة.....61
2-1 طريقة أعظم احتمال (المعقولية العظمى).....61
2-2 طريقة البحث التشابكي.....62
2-3 طريقة غوس- نيوتن التكرارية.....63

المطلب الثالث : تشخيص النموذج.....64

1- معيار Akaike(1969) 64
2- معيار Schwarz(1979) 65
3- معيار Hannan-Quinn (1979).....65
4- طريقة Goldfrey (1979) لتشخيص النماذج.....65
5- اختبار Granger-Newbold.....67

المطلب الرابع : التنبؤ.....68

ملخص الفصل 70

الفصل الثالث : دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز.....71

تمهيد.....72

المبحث الأول : نظرة عامة على مديرية التوزيع باتنة.....73

المطلب الأول : الهيكل التنظيمي لمديرية التوزيع باتنة.....73

المطلب الثاني : مشاريع المديرية على مستوى الولاية.....75

1- بالنسبة لقطاع الكهرباء.....75
2- بالنسبة لقطاع الغاز.....75

المطلب الثالث : آفاق وتحديات مديرية التوزيع باتنة.....76

1- آفاق مديرية التوزيع باتنة.....76
1-1 ترقية الخدمات وتقريب المديرية من زبائنها.....76
1-2 تقوية الشبكات.....76
1-3 إنشاء خدمة المعالجة الإعلامية للمكالمات T.I.A.....76
2- تحديات مديرية التوزيع باتنة.....77
2-1 المديونية.....77
2-2 القطع الأرضية.....77
2-3 ترخيصات المرور.....77
2-4 سرقة الكهرباء.....77
2-5 سرقة الكوابل والأجهزة الكهربائية.....77

المبحث الثاني : نمذجة مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي.....78

المطلب الأول : الخصائص الاحصائية لمبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات.....78

المطلب الثاني : دراسة قابلية السلسلة الزمنية sdao للتنبؤ.....84

المطلب الثالث : اقتراح نموذج SARIMA للتنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي.....85

المبحث الثالث : نمذجة مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع الاداري.....93

المطلب الأول : الخصائص الاحصائية للمبيعات الشهرية من الكهرباء الموجه للقطاع الاداري.....93

المطلب الثاني : دراسة قابلية السلسلة الزمنية sdfsm للتنبؤ.....99

المطلب الثالث : اقتراح نموذج SARIMA للتنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع الاداري.....100

ملخص الفصل.....108

الخاتمة.....110

المصادر والمراجع.....114

الملاحق.....119

قـائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1-1	القدرة المركبة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال سنة 2011	7
2-1	توزيع الانتاج حسب الوقود المستعمل	8
3-1	شبكات الربط بالدول المجاورة	11
1-2	خصائص نماذج بوكس –جنكينز	54
2-2	خصائص دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي	59
1-3	المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات ao	78
2-3	نتائج اختبارات الجذر الوحدوي لسلسلة المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات (ao)	80
3-3	اختبار الجذر الوحدوي الموسمي بطريقة HEGY للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى للمبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات (dao)	82
4-3	الخصائص الإحصائية للسلسلة المستقرة (sdao)	83
5-3	نتائج اختبار الذاكرة الطويلة للسلسلة المستقرة (sdao) – تقدير معامل التكامل الكسري *ARFIMA(0,d,0)* –	84
6-3	نتائج اختبار الاستقلالية BDS على السلسلة المستقرة للمبيعات	85
7-3	المقارنة بين النماذج المختارة – المفاضلة بين النماذج المرشحة –	86
8-3	تقدير النموذج الملائم للسلسلة محل الدراسة $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$	86
9-3	اختبارات بواقي تقدير نموذج $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$	89
10-3	التنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي باستعمال نموذج $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$	90
11-3	المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع الاداري fsm	93
12-3	نتائج اختبارات الجذر الوحدوي للسلسلة fsm	95
13-3	اختبار الجذر الوحدوي الموسمي بطريقة HEGY للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى dfsm	97
14-3	الخصائص الإحصائية للسلسلة المستقرة sdfsm	98
15-3	نتائج اختبار الذاكرة الطويلة للسلسلة المستقرة (sdfsm)	99
16-3	نتائج اختبار الاستقلالية BDS على السلسلة المستقرة sdfsm	100

17-3	المقارنة بين النماذج المختارة – المفاضلة بين النماذج المرشحة –	101
18-3	تقدير النموذج الملائم للسلسلة محل الدراسة $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$	101
19-3	اختبارات بواقي تقدير نموذج $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$	104
20-3	التنبؤ بالسلسلة fsm باستعمال نموذج $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$	105

قـائمة الأشكال البيانية

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1-1	منظومة مجمع سونلغاز	6
2-1	القدرة المركبة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال سنة 2011	8
3-1	توزيع الانتاج حسب الوقود المستعمل	9
4-1	تطور شبكة النقل في الجزائر من 2000-2011	10
5-1	خريطة أولية للرياح في الجزائر	13
6-1	نمط البيانات الأفقي	31
7-1	نمط الدورة الاقتصادية للبيانات	31
8-1	نمط الاتجاه للبيانات	32
9-1	العلاقة التبادلية بين التنبؤ بالمبيعات وتخطيط المبيعات	34
1-3	الهيكل التنظيمي لمديرية التوزيع	74
2-3	التمثيل البياني لسلسلة المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات (الأصلية ao، المصححة من المركبة الموسمية، ذات الفروقات من الدرجة الأولى dao)	79
3-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة الأصلية (ao)	80
4-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى (dao)	81
5-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى والفروقات من الدرجة 12 (sdao)	83
6-3	التمثيل البياني للدالة الطيفية للسلسلة المستقرة (sdao)	84
7-3	التمثل البياني للسلسلة الأصلية (ao) والسلسلة المقدرة (aohat)	87
8-3	التمثيل البياني لسلسلة بواقي النموذج المقدر $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$	88
9-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلتي البواقي ومربعات البواقي	88
10-3	التقدير غير المعلمي لدالة الكثافة بطريقة النواة الطبيعية ومقارنتها بدالة كثافة التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي	89
11-3	دوال الاستجابة للصدمات	91
12-3	بناء مجالات الثقة لمبيعات الكهرباء المتوقعة	91

13-3	التنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي	92
14-3	التمثيل البياني للسلسلة (الأصلية fsm، المصححة من المركبة الموسمية، ذات الفروقات من الدرجة الأولى dfsm)	94
15-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة الأصلية (fsm)	95
16-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى (dfsm)	96
17-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى والفروقات من الدرجة 12 (sdfsm)	98
18-3	التمثيل البياني للدالة الطيفية للسلسلة المستقرة (sdfsm)	99
19-3	التمثيل البياني للسلسلة الأصلية (fsm) والسلسلة المقدرة (fsmhat)	102
20-3	التمثيل البياني لسلسلة بواقي النموذج المقدر $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$	103
21-3	التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلتي البواقي ومربعات البواقي	103
22-3	التقدير غير المعلمي لدالة الكثافة بطريقة النواة الطبيعية ومقارنتها بدالة كثافة التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي	105
23-3	دوال الاستجابة للصدمات	106
24-3	بناء مجالات الثقة للسلسلة fsm المتوقعة	106
25-3	التنبؤ بـ fsm	107

قـائمة الملاحق

رقم الملحق	عنوان الملحق	الصفحة
1	جداول احصائية	119

مقدمـــــــــة

مقدمـــــة

تعتبر الطاقة الكهربائية هي الركيزة الرئيسة للتطور الاجتماعي والعلمي والصناعي فضلاً عن أنها المحرك الأساسي للتقدم والرقي في مختلف مجالات الحياة إضافة إلى أنها من أنظف أنواع الطاقة عموماً، وقد تطور معدل استهلاك الطاقة في الجزائر تطوراً كبيراً، ونتيجة لهذا التطور فقد زاد الاهتمام بصناعتها ولمواجهة هذا النمو المتسارع كان لابد من إنشاء محطات التوليد، ومن المعروف أن إنشاء مثل هذه المحطات يحتاج إلى استثمارات كبيرة، لذلك أصبح من الضروري اللجوء إلى وسائل ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وتحسين كفاءة استخدامها.

ومن المتوقع أن يستمر تنامي الطلب على الكهرباء بشكل كبير خلال الأعوام القادمة مما يعني الحاجة إلى استثمارات مالية كبيرة لمواكبة الطلب على هذه الخدمة الأساسية. هذا النمو المطرد في الطلب على الكهرباء يؤدي إلى استثمارات مالية طائلة وعوائق فنية مزمنة، وليس هناك حل ناجح لمثل هذه المعضلة سوى الاستثمار في السبل الكفيلة لتقنين النمو في الطلب على الكهرباء وترشيد استهلاكها ورفع كفاءة استخدامها.

هذا وقد سعت الدولة في السنوات الأخيرة الى إيلاء قطاع الكهرباء والطاقة الأهمية المناسبة لتحقيق الهدف الاسمي نحو توفير الطاقة الكهربائية لجميع السكان وفقاً للمعايير العالمية للمساهمة في تحقيق خطط التنمية الشاملة.

ولمواجهة الطلب على الطاقة الكهربائية في ضوء توقعات تطور الحمل الأقصى، قام قطاع الطاقة والمناجم بوضع إستراتيجية متكاملة للطاقة الكهربائية حتى عام 2027 من خلال خطط خماسية تعتمد على عدة محاور من أهمها الاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة المتاحة وتنويع مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية مع تعظيم الاستفادة من مصادر الطاقات المتجددة، وترشيد الطاقة وتحسين كفاءتها، وتوسيع دائرة الربط الكهربائي على كافة المحاور، بما يحقق التنمية المستدامة والمساهمة في حماية البيئة من التلوث والحفاظ على حق الأجيال القادمة في الحصول على الطاقة مع تشجيع التصنيع المحلي للمعدات الكهربائية.

وتقوم وزارة الطاقة والمناجم بمراجعة هذه الإستراتيجية بصفة مستمرة لمواكبة تطور متطلبات الأسواق المحلية والعالمية في هذا المجال. تشمل الإستراتيجية الوصول بالطاقات المتجددة إلى 20% من إجمالي الطاقة المولدة عام 2020، من خلال إقامة مزارع رياح يساهم القطاع الخاص بحوالي 63% منها، كما تعمل حالياً أول محطة شمسية حرارية بقدرة 140م.و، كما تم البدء في اتخاذ الخطوات التمهيدية لإنشاء المحطة النووية لتوليد الكهرباء.

وفى ظل التوقعات بنضوب مصادر الطاقة التقليدية فقد أصبح ترشيد الطاقة وتحسين كفاءة استخدمها من أولويات الدول المتقدمة. لذلك قامت وزارة الطاقة والمناجم بتنفيذ العديد من الإجراءات من خلال تبني إستراتيجية

طموحة لترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة للحفاظ على مصادر الوقود الأخرى وذلك دون المساس بتوفير الكهرباء لجميع المستخدمين.

يتحمل قطاع الكهرباء مبالغ طائلة سنويا لتغطية أحمال الذروة والتى تستغرق فقط عددا محدوداً من الساعات خلال فصل الصيف، ولذلك فمن الضرورى تعريف المواطنين على أهمية الترشيد وفوائده لترحيل الاحمال غير الضرورية خارج وقت الذروة، بالإضافة إلى اتباع ارشادات الترشيد فى استخدام الانارة والأجهزة الكهربائية مما يعود بالنفع على المواطن والدولة.

في الوقت الراهن أصبحت المعلومات المتعلقة بالسوق على جانب عظيم من الأهمية في إدارة المنشات المختلفة ويوجه المسيرون عناية بالغة في الوقت الحاضر إلى إتباع الوسائل العلمية في حل المشكلات التسويقية. و بالتالي لم يعد هناك مكان للتخمين و التقدير الشخصي البحث في ميدان اتخاذ القرا، بل أصبحت الإدارة الرشيدة تعمل دائما على دراسة مشاكلها و تحليلها تحليلا علميا قبل أن تصل إلى قرار معين أو ترسم سياسة معينة، و لذلك تعمل جاهدة على جمع المعلومات الخاصة و الحقائق و البيانات المتعلقة بالمشكلة موضع الدراسة و التحليل حتى تسترشد بها عند تقرير سياستها.

التنبؤ بالمبيعات هو نقطة الانطلاق نحو تقرير نشاط المشروع من إنتاج وتسويق وتمويل فعلى أساس ذلك التنبؤ تعد الميزانية التقديرية للمؤسسة. وتعد مختلف برامج الإنتاج والمخزون ومستلزمات الإنتاج والعمالة والتمويل وتحديد حجم الإيرادات المتوقعة بدرجة دقيقة إلى حد ما.

ومن أساليب التنبؤ بمبيعات الكهرباء تقديرات مندوبى المبيعات الذين يعيشون الميدان وبخاصة فيما يتعلق بالمناطق التى يعملون بها ويحسون بالتغيرات الحاصلة في الاستهلاك واتجاهات الطلب على الكهرباء. وأيضا من الأساليب الهامة هو تقدير الاتجاه العام لحجم مبيعات الكهرباء فى فترة سابقة ثم التنبؤ باتجاه وحجم المبيعات فى الفترة المقبلة.

لقد أصبح من نافل القول تأكيد العلاقة ما بين القرار الإداري الناجح واستخدام أساليب وتقنيات التحليل الكمي وتطبيقاتها في الإدارة والأعمال. إذ تلعب أساليب التحليل الكمي في الإدارة دوراً أساسياً في عملية اتخاذ القرار الإداري، وقد ازدادت أهمية تلك الأساليب مع التغيرات السريعة والتعقيد الشديد في بيئة الأعمال وندرة الموارد إذ أصبح من غير المعقول أن تتخذ القرارات بشكل عشوائي، بل لا بد من دراسة مستوفية لكل قرار واعتماد وسائل كمية للوصول إلى القرار الأفضل الذي يحقق أعلى الأرباح في الظروف المواتية أو أدنى الخسائر في الظروف المعاكسة.

إن مبيعات الكهرباء في الجزائر لها خصائص إحصائية مهمة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في مشكل النمذجة، تتعلق بوجود التقلبات الموسمية التي لها تأثير مباشر على الخصائص الإحصائية للتنبؤ، ومدى قدرة النموذج الذي يفسر الظاهرة على التنبؤ، ومن هنا اقتضت الضرورة استعمال نماذج تمكننا من دراسة مدى قابلية مبيعات الكهرباء على التنبؤ. من بين أهم النماذج المستخدمة في عملية التنبؤ نموذج الانحدار الذاتي–المتوسط

المتحرك الموسمي الذي يدرس السلوك الدوري لهذه المتغيرات بالأخذ بعين الاعتبار الاتجاه العام العشوائي وحركيتي قسم الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك ومعامل التكامل الموسمي.

وعليه نحاول من خلال هذه الدراسة تحليل السلوك الدوري لمبيعات الكهرباء الموجه للقطاع العائلي و القطاع الاداري في ظل وجود التقلبات الشهرية ومحاولة تحليل مدى قدرة نموذج (Sesonal Autoregressive SARIMA(Integrated Moving Average على التنبؤ واتخاذ القرار.

بناء على ما تقدم فإن مشكلة الدراسة تتبلور في بناء نموذج قياسي يمكن من خلاله التنبؤ المبكر بمبيعات الطاقة الكهربائية عبر طرح السؤال الرئيسي التالي :

ما مدى قدرة نماذج sarima على التنبؤ واتخاذ القرار بمبيعات الطاقة الكهربائية في ظل وجود التقلبات الشهرية؟

ويتفرع منه الأسئلة التالية:

1. ما أهمية التنبؤ والتخطيط في المؤسسة الوطنية للكهرباء والغاز؟
2. ماهو الأسلوب الأفضل لتقدير المبيعات الشهرية للكهرباء؟
3. -هل المبيعات الشهرية من الكهرباء قابلة للتنبؤ على المدى البعيد؟

<u>الفرضيات:</u>

1- يعد التنبؤ ذو أهمية قصوى في العمليات التخطيطية واتخاذ القرارات.
2- يعد أسلوب السلاسل الزمنية الأسلوب الملائم لتقدير مبيعات الكهرباء كما تعد المبيعات الشهرية لسنوات سابقة هي أفضل ما يمكن اعتماده لتقدير المبيعات المستقبلية.
3- تعد المبيعات الشهرية من الكهرباء غير قابلة للتنبؤ على المدى البعيد وحركة المبيعات تضهر كنتيجة لصدمة خارجية .

<u>أسباب اختيار البحث:</u>

1. مدى قناعتنا بالأهمية القصوى للتنبؤ في عملية التخطيط.
2. السعي للتحكم في اكبر عدد ممكن من الطرق والتقنيات في مجال الاقتصاد القياسي.
3. تحسيس المؤسسات بضرورة استخدام الأدوات العلمية الحديثة في التنبؤ.

الهدف من البحث:

نهدف من خلال هذا البحث إلى تحليل السلوك الدوري لمبيعات الكهرباء بالبحث عن المركبة الموسمية عبر نماذج SARIMA. نختبر إذن الجودة التنبؤية لهذا النموذج بالمقارنة مع نموذج السير العشوائي وقابلية السلسلة للتنبؤ.

أهمية البحث :

جاءت أهمية هذا البحث في استخدام النماذج الخطية للسلاسل الزمنية (SARIMA) للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية على المدى القصير، مما يسهل تقدير المبيعات، مما يسهل لدى المخطط مؤشرات دقيقة تجعله قادرا على وضع الخطط المستقبلية المناسبة لهذا القطاع.

حدود الدراسة :

تم ضبط مجالات البحث المكانية والزمنية على النحو التالي :

الإطار المكاني : من أجل نمذجة مبيعات الكهرباء في القطاع الاداري وكذا قطاع العائلات والتنبؤ به، تم اختيار الشركة الوطنية للكهرباء والغاز(مديرية التوزيع باتنة).

الاطار الزماني : يعتبر تحديد المجال الزمني للدراسة ضروريا من أجل الوصول الى نتائج يمكن تقييمها وتأكيدها، ولذلك تم اختيار مدة الدراسة للفترة من ديسمبر 2005 الى غاية فيفري 2013 حسب المعطيات المتاحة، ومن ثم التنبؤ بمستقبل مبيعات (الطلب) الكهرباء في القطاع محل الدراسة من مارس 2013 الى غاية فيفري 2014.

منهج البحث والأدوات المستخدمة:

للإجابة على التساؤلات المطروحة واختبار الفرضيات المتبناة، اعتمدنا المنهج الوصفي في الفصلين الأول والثاني، ومنهج دراسة الحالة في الفصل الثالث، حيث تم تحليل ما تم جمعه من بيانات وذلك باستخدام أدوات تحليلية تناسب ومضمون الحالة وخصائصها.

أما الأدوات المستخدمة في التحليل فقد تم الاعتماد على بعض العلاقات الرياضية والمعايير القياسية مزودة بتحاليل بيانية وهذا ما تطلبه مثل هذه الموضوعات، ومن أجل التأكد من معنوية النماذج القياسية المقترحة، نحاول استخدام أكبر عدد من الاختبارات الاحصائية ،وذلك بالاستعانة ببعض البرامج المعلوماتية المتخصصة في ذلك منها:Eviwes,Rats,JMulTi,gretl.

مرجعية الدراسة :

لقد حضى موضوع الطاقة الكهربائية بأهمية بالغة لدى الباحثين و المتخصصين، فتناول هؤلاء الباحثون موضوع الكهرباء من جوانب عدة بالدراسة، وسنستعرض أهم تلك الدراسات :

في عام 1970 قدم محمد عبد العال أمين دراسة احصائية تحليلية لنماذج استهلاك الطاقة الكهربائية في العراق، لإيجاد أفضل نموذج يمكن التنبؤ به للإستهلاك اليومي والشهري للطاقة الكهربائية.

وفي نفس العام قام (Jenkins) بدراسة العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية كمتغير استجابة ودرجة الحرارة كمتغير توضيحي معتمد على نموذج ARIMA الموسمي المضاعف ونموذج دالة التحويل العشوائي، وقد أوضح الباحث المذكور أن درجة الحرارة هي سلسلة موسمية.

وفي عام 1982 قامت افتخار النقاش بدراسة العلاقة بين استهلاك الكهرباء وتغير درجة الحرارة لغرض التوصل الى نموذج دالة التحويل العشوائي، وتوصلت الى أن العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الطاقة علاقة طردية، مخالفة بذلك ما توصل اليه الباحث (Jenkins) والذي يشير الى أن العلاقة بين المتغيرين السابقين هي علاقة عكسية، وقد بررت الباحثة هذه المخالفة الى اختلاف طبيعة المجتمعين واستخدام مصادر أخرى للتدفئة عدا مصدر الطاقة الكهربائية.

وفي عام 1988 قدم صادق الساعدي دراسة نموذج (Harission) الموسمي وقياس مدى ملاءمته للتنبؤ بالحمل الكهربائي، وذلك من خلال مقارنة النتائج المتوصل إليها عن طريق استخدام النموذج المشار اليه ونماذج (Box–Jenkins)، حيث أثبت أن نتائج النموذج المنوه عنه بعد معالجة البواقي الأولى أفضل من استخدام (Box–Jenkins) للتنبؤ بالطاقة الكهربائية والحمل الكهربائي في العراق.

وفي عام 1991 قامت زينب الزيوري بدراسة حول العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة الكهربائية خلال 24 ساعة في القطر العراقي، مستخدمة أسلوب التحليل العاملي، وطريقة الخطوات المتسلسلة وطريقة (Box–Jenkins) لغرض تحديد النموذج الملائم لسلسلة الخطأ ومن ثم بناء نموذج للتنبؤ.

وفي دراسة لعبد القادر محمد عبد القادر عطية عام 1998 حول تقدير دالة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بجمهورية مصر العربية استخدم نموذج الانحدار المتعدد اللوغارتمي لبيانات سلسلة زمنية للفترة 1980–1996، وقد أظهرت النتائج أن الطلب على الكهرباء غير مرن في الأجلين الطويل والقصير ولكنه أكثر تجاوبا للتغير في الأجل الطويل، كما أن الطلب على الكهرباء بالنسبة للدخل في الأجل القصير أكثر ضرورة منه في الأجل الطويل.

وفي عام 2011 قام كل من ناظم عبد الله المحمدي وسعدية عبد الكريم طعمة بدراسة وتحليل البيانات الشهرية عن استهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة للفترة (2005-2010) باستخدام السلاسل الزمنية الموسمية، وأظهرت النتائج أن النموذج الملائم والكفوء لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية هو النموذج الموسمي. حيث أظهرت القيم المتنبأ بها تناسقا مع مثييلاتها في السلسلة الاصلية.

وفي عام 2012 قام كل من خلود موسى عمران و ريسان عبد الامام زعلان بدراسة أهم المتغيرات الاقتصادية المؤثرة في دالة استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، وقد تم التوصل الى أن أهم المتغيرات التي تؤثر على استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة هي متغيرات الناتج المحلي وعدد السكان ومتغير استهلاك الطاقة الكهربائية في الفترات السابقة، كما توصلت الدراسة الى أن أفضل نموذج للتنبؤ هو نموذج (Box-Jenkins).

وفي نفس السنة قام ابراهيم رحيم بنمذجة الطلب على الكهرباء بالقطاع العائلي في الجزائر في الفترة 1969-2008. حيث تم التوصل الى أن المتغيرات المستقلة المحددة للطلب على الكهرباء في القطاع العائلي هي : متوسط السعر الحقيقي للطن المتري من الغاز والتي تعتمد على سعر الطن المتري من الغاز الطبيعي، وعدد المشتركين، ومتوسط الدخل السنوي الحقيقي للفرد، وكمية الكهرباء المستهلكة في الفترة السابقة.

<u>تقسيمات البحث</u> :

حتى يتم التطرق الى البحث بشكل مفصل فقد تم تقسيمه الى ثلاثة فصول، فصلين نظريين وفصل تطبيقي، حيث يهتم الفصل الأول بأهمية الطاقة الكهربائية وبعض الاساليب العلمية التي يمكن استخدامها في التنب، و ندرس في الفصل الثاني الأسس النظرية الخاصة بنماذج السلاسل الزمنية من حيث الخصائص الإحصائية وقابلية السلاسل الزمنية للتنبؤ وأنواع النماذج ومراحل بناء النماذج وطرق التطبيق والتنبؤ. أما الجانب التطبيقي فقد تم فيه اجراء دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز-مديرية التوزيع باتنة- على بيانات واقعية عن مبيعات (استهلاك) الطاقة الكهربائية في مدينة بريكة للوصول الى نموذج رياضي للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية لفترات لاحقة، لينتهي البحث بخاتمة تضم مجموعة من النتائج والتوصيات.

الفصل الأول

أهمية التنبؤ بالمبيعات في قطاع الطاقة الكهربائية

تمهيـــد :

يعتمد إنتاج الطاقة الكهربائية في اقتصادياته على المقدرة التكنولوجية لتحويل صور الطاقة، وهو الأمر الذي يجعل إنتاج الطاقة الكهربائية أكثر اقتصادية في أماكن دون أخرى. ومن ناحية أخرى ؛ لا يعد إنتاج الطاقة الكهربائية إنتاجا مرنا بسبب عدم القدرة على تخزين الطاقة الكهربائية أو للتكلفة العالية جدا لعمليات التخزين لهذا النوع من الطاقة لذلك تصمم وحدات إنتاج الطاقة الكهربائية على أساس الأحمال القصوى، حتى يمكن تأمين احتياجات الاستهلاك في وقت الذروة. هذا القيد التكنولوجي يجعل تكاليف بناء محطات توليد الكهرباء باهظة. ويمكن تصور قيمة الوفر الذي يتحقق اذا كانت هناك التكنولوجيا القادرة على تخزين الكهرباء، حيث تنتج كميات الاستهلاك المطلوبة وتخزن لزمن الحاجة.

إن حجم الفقد في الإنتاج الكهربائي خلال عمليات التوصيل محدود جدا ولا يمثل مشكلة بالنسبة للإنتاج. لكن المشكلة تكمن في الاضطرار لإنتاج كميات من الكهرباء أكبر من الاستهلاك المتوقع لأنه من الصعوبة بمكان إنتاج كميات من الكهرباء تفي بالاستهلاك بالضبط. هذا الفارق بين المنتج والمستهلك، يمثل فاقد في الإنتاج الكهربائي.

لذلك تعتبر القراءة المضبوطة لكميات الاستهلاك ومواعيد حدوثها خلال اليوم الواحد ولكل أيام السنة بالغة الأهمية في تقدير حجم الأحمال المنتجة، بما لا يترتب عليه خسائر كبيرة نتيجة لفاقد الكهرباء.

يعتبر التنبؤ بالمبيعات بالنسبة للمؤسسات والشركات هو نافذة على المستقبل، ولا سيما بالنسبة للأنشطة الاقتصادية التي تعتمد على تخصيص المصادر المتاحة على الأنشطة المختلفة. والتنبؤ هو توقع ما قد يحدث في المستقبل من أحداث. وعادة ما يهتم المديرون بنتائج هذه التنبؤات التي قد تؤثر على عملياتهم وقدراتهم، ولذلك فالهدف الرئيسي للتنبؤ هو الاستخدام الأفضل للمعلومات المتاحة حاليا، والمطلوب استثمارها في الأنشطة المستقبلية التي تخدم الأهداف الخاصة للمؤسسة. وبصفة عامة فإن التنبؤ التام للمستقبل غير ممكن، ولكن الدراسات تعطينا اتجاهات عامة.

المبحث الأول : الطاقة الكهربائية في الجزائر

المطلب الأول : الهيكل التنظيمي

تأسست الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز(سونلغاز) سنة 1969 لتحل محل الهيئة السابقة كهرباء وغاز الجزائر (EGA) التي أنشئت سنة 1947 م، وتتمثل مهامها الرئيسية في نقل وتوزيع الكهرباء وكذا نقل وتوزيع الغاز الطبيعي عن طريق خطوط وأنابيب في السوق الوطنية.

وطبقا للمرسوم الرئاسي رقم 02-195 والمؤرخ في 01 جوان 2002 تم تحويل سونلغاز من مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري الى مؤسسة ذات أسهم SPA دون انشاء شخصية معنوية جديدة، ويقدر رأس مالها بمائة وخمسين مليار دينار جزائري(150.000.000.000دج) كامل وقابل للتنفيذ وموقع ومحرر من طرف الدولة، موزعة على مائة وخمسين ألف (150.000) سهم، قيمة كل سهم مليون دينار جزائري (1000.000دج)، وحسب المادة 165 من القانون 02-01 المؤرخ في 05 فيفري 2002 فإن الدولة لها حق امتلاك أغلبية الأسهم.

وتماشيا مع التطور الذي عرفته سونلغاز، وبمقتضى القانون رقم 02-01 المؤرخ في 05 فيفري 2002 المتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات الذي ينص على عدم احتكار انتاج الكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات، أصبح إنتاج وتوزيع الغاز مفتوحا على المنافسة باستثناء ما يتعلق بأنشطة النقل التي تتسم بطابع الاحتكار الطبيعي، وأنشطة التوزيع الخاضعة لنظام الامتياز. وبذلك وجب على شركة سونلغاز أن تكيف نفسها للتلاؤم مع القواعد الجديدة التي تسير القطاع التي أوجبها القانون لاسيما إنفتاح الأعمال والأنشطة ودخول باب المنافسة، ومن ناحية أخرى يخول هذا القانون لمؤسسة سونلغاز استقلالية أكبر ويسمح لها بأن تمارس مسؤوليتها كاملة. كما أن تحديد هدفها الاجتماعي فتح لها آفاقا فزيادة على أنشطتها المعتادة توفرت لسونلغاز امكانية العمل والاتجاه نحو قطاع المحروقات والقيام بأعمال خارج الجزائر.

بدأت عملية تحويل سونلغاز في جانفي 2004 مع إنشاء ثلاث شركات "مهن قاعدية". وهكذا فإن الوحدات المسئولة عن إنتاج الكهرباء ونقلها وعن نقل الغاز قد شيدت كفروع تضمن إنجاز هذه النشاطات. ويتعلق الأمر بما يلي:

- الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء SPE؛
- الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الكهرباء GRTE؛
- الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الغاز GRTG.

في سنة 2005، تم إنشاء فرعين جديدين (المهن المحيطة)، أي:

- الشركة المدنية لطب العملSMT ؛
- مركز البحث وتطوير الكهرباء والغازCREDE.

كما تم انشاء هيئة ضبط الكهرباء والغاز في سنة 2005 وهي لجنة مستقلة عن المتعاملين وعن السلطة العمومية وتضطلع بمهمة ضبط نظام الكهرباء والغاز في مجموعة، وتتمثل مهمتها في :

- انجاز ومراقبة الخدمة العمومية؛
- تقديم النصيحة للمصالح العمومية ذات الصلة بسوق الكهرباء والغاز؛
- معاينة ومراقبة تطبيق قوانين السوق؛
- التحكيم وإيجاد حلول للنزاعات أو المشاكل بين المتعاملين؛

كما تسهر لجنة ضبط الكهرباء والغاز على السير التنافسي والشفاف لأسواق الكهرباء والغاز سيرا يكفل مصلحة المستهلكين والمتعاملين على حد سواء.

في 2006، تم إنشاء خمس شركات "مهن قاعدية" أخرى فرع أول:

- مسير منظومة الكهرباء OS ؛ مكلف بإدارة نظام إنتاج ونقل الكهرباء.

كما تم إنشاء أربعة فروع تضمن مهنة توزيع الكهرباء والغاز، هي:

- الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الجزائرSDA؛
- الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الوسط SDC؛
- الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الشرق SDE؛
- الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الغربSDO.

–تضاف هذه الشركات الخمس لكل من الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباءSPE، والشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الكهرباءGRTE، والشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الغازGRTG، لتكون قطب (المهن القاعدية) يتضمن هذا القطب الأخير كذلك :

- شركة كهرباء ترقة SKT؛
- شركة كهرباء كدية الدروشSKD؛
- شركة كهرباء البروقية SKB؛
- شركة كهرباء سكيكدة SKS.

هذه الشركات الأربع هي محطات إنتاج الكهرباء أنشئت بمساهمة سوناطراك.

وفي سياق دعم تنظيم سونلغاز على شكل مجمع وإنجاز برنامج تطوير هام للمجمع، عادت مؤسسات الأشغال الخمس الى أحضان مجمع سونلغاز بقرار من السلطات العمومية، بعد أن كانت عبارة عن هياكل إنجاز مندمجة في المؤسسة ثم رقيت الى مؤسسات مستقلة على ضوء اعادة الهيكلة التي تمت في سنة 1983، وهي :

- شركة أشغال الكهربة KAHRIF؛
- شركة الأشغال والتركيب الكهربائي KAHRAKIB؛
- شركة إنجاز القنوات KANAGHAZ؛
- شركة إنجاز المنشآت الأساسية INERGA؛
- شركة التركيب الصناعي ETTERKIB.

في جانفي 2007، جاء دور مراكز الانتقاء والتكوين التابعة لسونلغاز لترقى إلى فرع هو : معهد التكوين في الكهرباء والغازIFEG. وتم توقيع إنهاء عملية إعادة هيكلة مجمع سونلغاز مع إنشاء شركة هندسة الكهرباء والغاز CEEG في شهر جانفي 2009، الأمر الذي جعل عدد فروع قطب "الأشغال" يبلغ ستة فروع. في هذا التاريخ ذاته، تم إنشاء شركتين أخريين، هما : الجزائرية لتكنولوجيا الإعلام ELIT وشركة الممتلكات العقارية للصناعات الكهربائية والغازية SOPIEG.

الشكل(1-1) : منظومة مجمع سونلغاز

المصدر: الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز، 2013/07/15،
http://www.sonelgaz.dz/Ar/article.php3?id_article=207

المطلب الثاني : خصائص النظام الكهربائي الجزائري

1- توليد الطاقة الكهربائية :

يتم انتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر عن طريق أسلوبي انتاج رئيسيين هما :[1]

أ- الإنتاج عن طريق شبكات الربط فيما بين المراكز، (إما عن طريق التوربينات الغازية أو البخارية أو عن طريق الطاقة المائية او بنظام توليد مركب).

ب-إنتاج المراكز المعزولة في الجنوب : والتي تتمركز أساسا في كل من أدرار، اليزي، عين صالح، وتستعمل الديزل كوقود أساسي في عملية الإنتاج، أما في كل من بشار و أدرار فيتم الإنتاج عن طريق التوربينات الغازية.

على اعتبار أن الجزائر بلد منتج للغاز الطبيعي، فإن جل القدرات الكهربائية المركبة تعمل على الغاز الطبيعي وذلك في شكل تربينات بخارية أو غازية أو مركبة، حيث بلغت قدرات توليد الطاقة في عام2011م بـ 11389.8 ميغاواط مقارنة بسنة 2001 والتي قدر بها الانتاج بـ 5600 ميغاوات وهو ما يمثل معدل نمو بـ51% في 10 سنوات. ويظهر الجدول الموالي استطاعة ونسبة كل محطة من محطات توليد الطاقة الكهربائية[2] :

الجدول(1-1) : القدرة المركبة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال سنة 2011

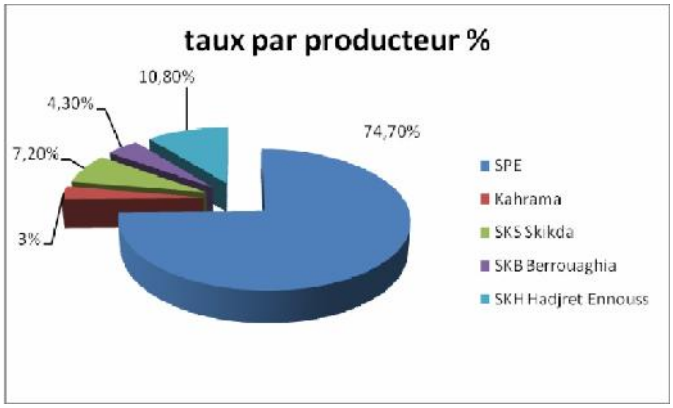
شركة توليد الكهرباء	الانتاج	المعدل
Spe	8503.8	%74.7
Kahrama	345.0	%3
Sks skikda	825.0	%7.2
Skb berrouaghia	489.0	%4.3
Skh hadjret Ennouse	1227.0	%10.8
المجموع	11389.8	%100

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم،2013/07/15، http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=la-production-d-electricite-2

[1] Djamila AIT AKIL, "Etude de developpement de l'infrastructure electrique en algerie, Contribution a la resorption des desquilibres regionaux,analyse retrospective(1970-1995) et perspectives", thèse de magister, alger,institute des sciences economiques, 1999,p17.

[2] وزارة الطاقة والمناجم،25 /2013/07، http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=reseau-electrique-national

الشكل(1-2) : القدرة المركبة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال سنة 2011



المصدر: وزارة الطاقة والمناجم،2013/07/15، http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=la-production-d-electricite-2

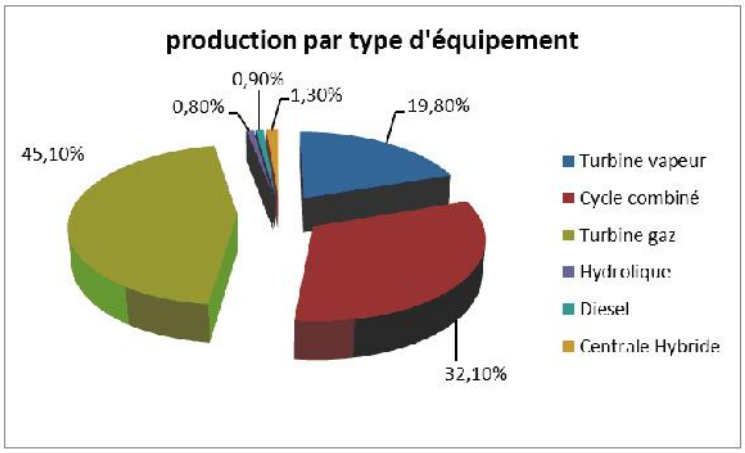
وبلغ الانتاج الوطني للكهرباء سنة 2011 بـ 48871.2 جيغاوات ساعي وهي موزعة حسب نوع الإنتاج كما يلي :

الجدول(1-2) : توزيع الانتاج حسب الوقود المستعمل

نوع الوقود	الانتاج (جيغاوات)	النسبة
التوربينات البخارية	9653.7	%19.8
الدورة المركب	15701.3	%32.1
التوربينات الغازية	22055.3	%45.1
الطاقة المائية	378.3	%0.8
الديزل	463.9	%0.9
التهجين المركزي	618.7	%1.3
المجموع	48871.2	%100

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم،2013/07/15، http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=la-production-d-electricite-2

الشكل(1-3) : توزيع الانتاج حسب الوقود المستعمل



المصدر: وزارة الطاقة والمناجم،2013/07/15، http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=la-production-d-electricite-2

نلاحظ من الشكل السابق أن الغاز هو المساهم بشكل رئيسي في انتاج الكهرباء بنسبة تقدر بـ45.10%، يليه الانتاج عن طريق نظام التوليد المركب بنسبة 32.10%، ثم الانتاج عن طريق التوربينات البخارية بنسبة 19.80%، ثم الانتاج عن طريق التهجين بـ 1.30%، ثم الديزل بـ 0.9%، لتحتل الطاقة المائية المرتبة الأخيرة بـ 0.80%.

وتعتمد الجزائر بشكل كبير على الغاز ومشتقاته لتلبية احتياجاتها من الطاقة الكهربائية وذلك لانخفاض أسعار هذه الموارد، وتوفرها بكميات كبيرة، ولكن من أجل مواكبة التطور من جهة، وتلبية الطلب المتزايد على الكهرباء من جهة أخرى فإنه يجب على الجزائر الاستثمار في الطاقات المتجددة لأنها تمثل الحل الأمثل لمشكلة الطاقة في المستقبل نتيجة محدودية عمر الطاقة التقليدية من جهة، وتلويثها للبيئة من جهة ثانية. وعموما فإن توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة لا يزال قيد البحث والتطوير، كما أن البحث مستمر فيما يخص ايجاد طرق كفيلة بإنتاج الكهرباء بواسطة أنظمة هجينة تجمع بين الرياح والطاقة الشمسية الفوتوفولطية.

2- شبكة النقل والتوزيع:

بلغ طول الشبكة الوطنية لنقل الكهرباء بجميع مستويات الجهد (60-400 كيلو فولت) خلال سنة 2011 بـ 37022 كلم بزيادة قدرها 21.3% مقارنة بعام 2007. ويتكون هيكل الشبكة الوطنية من ثلاث أنظمة هي[3] :

[3] المرجع السابق.

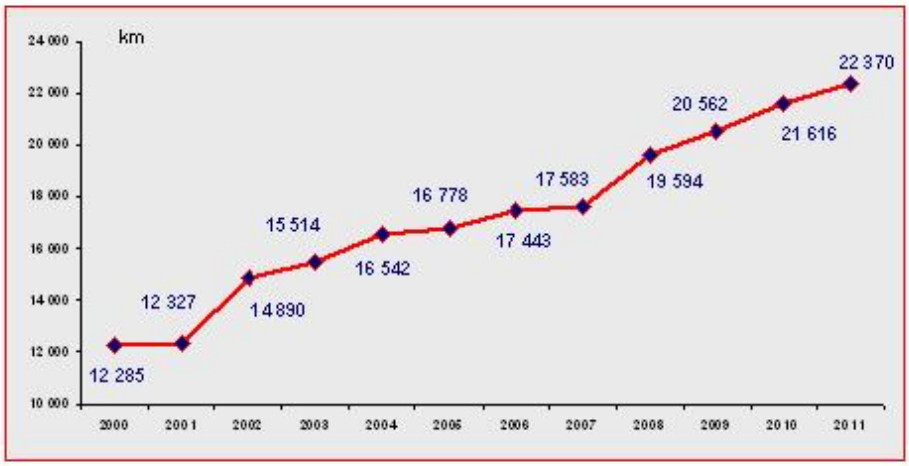
أ- **الشبكة الوطنية المترابطة** : والتي تمد من الشمال وتغطي بشار، حاسي مسعود،غرداية، حاسي الرمل، ويتم نقل الطاقة الكهربائية من مراكز الانتاج الى مراكز الاستهلاك من خلال شبكة نقل 220 و 400 كيلو فولط.

ب-**القطب عين صالح –أدرار–تيميمون** : ويتم توليد الطاقة الكهربائية عن طريق توربينات غازية بأدرار وعين صالح، وهي مترابطة من خلال شبكة 220 كيلو فولت بدءا من عين صالح الى تيميمون ثم أدرار.

ت-**الشبكات المعزولة بالجنوب** : يوجد 26 محطة في عمق الجنوب، وتغذيها شبكات محلية من خلال مولدات الديزل أو من خلال الطاقة الشمسية، وذلك لطول المسافة بالإضافة الي مستويات الاستهلاك المنخفضة نسبيا.

ويوضح الشكل التالي تطور شبكة نقل الكهرباء من سنة 2000 الى سنة 2011 :

الشكل(1-4) : تطور شبكة النقل في الجزائر من 2000-2011



المصدر: و : وزارة الطاقة والمناجم،2013/07/15، http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=la-production-d-electricite-2

أما في ما يخص محطات التحويل فقد سجلت حتى عام 2011 حوالي 233 محطة بطاقة تحويل اجمالية 35700 ميغا فولت.

كما عرفت شبكة توزيع الكهرباء هي ايضا تطورا هاما وسريعا، فأصبح طولها حاليا 256000 كلم مقارنة بسنة 1970 حيث كان طولها 22135 كلم.

أما فيما يخص الربط مع الدول المجاورة فقد تم ربط الشبكة الوطنية لنقل الطاقة الكهربائية مع الشبكات المغاربية حيث أن هذا الترابط وضع في سياق تعزيز التكامل الاقليمي في المغرب العربي، إضافة الى إنشاء

سوق مشتركة للكهرباء في المغرب عام 2007 كجزء من الشراكة الاوربية المتوسطية وكانت تهدف الى دمج أسواق الكهرباء من الجزائر والمغرب وتونس في السوق الداخلية للإتحاد الأوربي. ويتم هذا الربط من خلال شبكة الجهد العالي جدا 400 كيلو فوت.

ويوضح الجدول التالي شبكات الربط الموجودة حاليا :

الجدول(1-3) : شبكات الربط بالدول المجاورة

	الخط	سنة التشغيل	التوتر (كيلوفولت)
الربط الجزائري –التونسي	العوينات– تاجورين	1952	90
	القالة– فرنانة	1954	90
	العوينات –تاجورين	1980	220
	جبل العنق – متلوي	1984	150
الربط الجزائري–المغربي	الغزوات – وجدة	1988	220
	تلمسان – وجدة	1992	220
	سيدي علي بوسيدي –بورديم (1)	2011	400
	سيدي علي بوسيدي –بورديم (2)	2011	400

المصدر: ريم بوعروج، "الطاقة الكهربائية في الجزائر"، كهرباء العرب، (العدد18،2012)، ص63.

المطلب الثالث : تطوير الطاقات المتجددة

تبقى الجزائر من بين ابرز الدول المرشّحة من قبل خبراء الطاقة في العالم للعب دور رئيسي ومهّم في معادلة الطاقة نظرا لامتلاكها مصادر طبيعية هائلة في مجال إنتاج الطاقات البديلة لمصادر الطاقة الأحفورية السائرة في طريق الانقراض.

وتتوفّر الجزائر على إمكانيات طبيعية هائلة في هذا المجال، بامتلاكها لأحد أكبر مصادر الطاقة الشمسية في العالم، وتعتزم الاستثمار بكثافة في محطات الطاقة الشمسية، خاصة و أنّها تتمتع بإمكانيات هائلة لإنتاج و تصدير الطاقة الشّمسية باعتبار تلقيها نور الشمس الساطعة لأكثر من 3000 ساعة سنويا.

هذا وتمت دراسة حقول الرياح التي تنتشر في الجزائر من اجل تحديد معدلات السرعة فيها وتقدير أهلية هذه الأماكن لاستقبال محطات توليد للطاقة المستمدة من الرياح عوضا عن تلك التي تعمل بالديزل، إلا أن الحصة الكبرى من الاهتمام موجهة للطاقة الشمسية في الوقت الراهن.

وقد أظهرت الجزائر اهتمامها في استعمال الطاقة المتجددة في أولى سنوات الاستقلال وقد تجسدت تلك الرغبة في إنشاء عدد من الهيئات والمؤسسات المتخصصة في تشجيع البحث والتطوير، وقد تأكدت هذه الرغبة عبر القرارات الأخيرة القاضية بضرورة تنويع مصادر الطاقة من خلال تنفيذ البرنامج الوطني للطاقات المتجددة كحتمية لضمان التنمية الاقتصادية المستدامة.

ويتضمن البرنامج الوطني للطاقات المتجددة الذي صادق عليه مجلس الوزراء في فيفري 2011 الإدخال التدريجي للطاقات البديلة لاسيما الشمسية بفرعيها(الحرارية و الضوئية الفولطية) في إنتاج الكهرباء خلال العشرين سنة المقبلة. و ينتظر أن يبلغ إنتاج الكهرباء انطلاقا من مختلف الطاقات المتجددة التي تنوي الجزائر تطويرها خلال الفترة 2011-2030 نحو 22.000 ميغاوات في أفق 2030 أي ما يعادل 40 بالمائة من إنتاج الكهرباء الإجمالي، كما تتطلع الجزائر إلى تصدير 10.000 ميغاوات من 22.000 ميغاوات تم برمجتها خلال العقدين المقبلين، في حين توجه 12.000 ميغاوات لتلبية الطلب الوطني على الكهرباء.[4]

وبالنظر إلى أهمية السوق الجزائرية وخصوبتها تتسابق بلدان أوروبية عديدة لنيل فرص شراكة مع الجزائر في مجال تطوير واستثمار الطاقات المتجددة، حيث أبرمت الجزائر العديد من عقود الشراكة مع الجانب الأوروبي، من بينها مذكّرة تفاهم مع الجانب الألماني حول الطاقة المتجدّدة وحماية البيئة في 2009، بالإضافة إلى مشروع بناء محطّة الطاقة الهجينة مع شركة "أبينير الإسبانية"، إضافة الى عقد الشراكة الجزائري الألماني الأخير القاضي بإنشاء وحدة انتاجية برويبة لإنتاج الصفائح الشمسية وكذا مذكرة التفاهم الاخيرة الممضية بين سونلغاز ومفوضية الاتحاد الاوروبي التي تهدف إلى تعزيز مبادلات الخبرات التقنية و دراسة سبل و وسائل اقتحام الأسواق الخارجية و الترقية المشتركة لتطوير الطاقات المتجددة في الجزائر و في الخارج.[5]

1-استغلال طاقة الرياح :

شرعت الجزائر في استغلال طاقتها من الرياح، وهو استثمار يصفه الخبراء بالمضمون، حيث يتوقعون أن يدر أرباحا تربو عن الثلاث مليارات يورو سنويا، فضلا عن قدرة هذا القطاع الواعد على استحداث مناصب شغل وتوفير طاقة نظيفة.

سطرت الجزائر برنامجا طموحا لتطوير الطاقات المتجددة برسم مخطط خماسي(2010-2014)،لإستغلال هذا المصدر من الطاقة الذي لا ينفذ، ويكون وفقا لثلاث مراحل هي :[6]

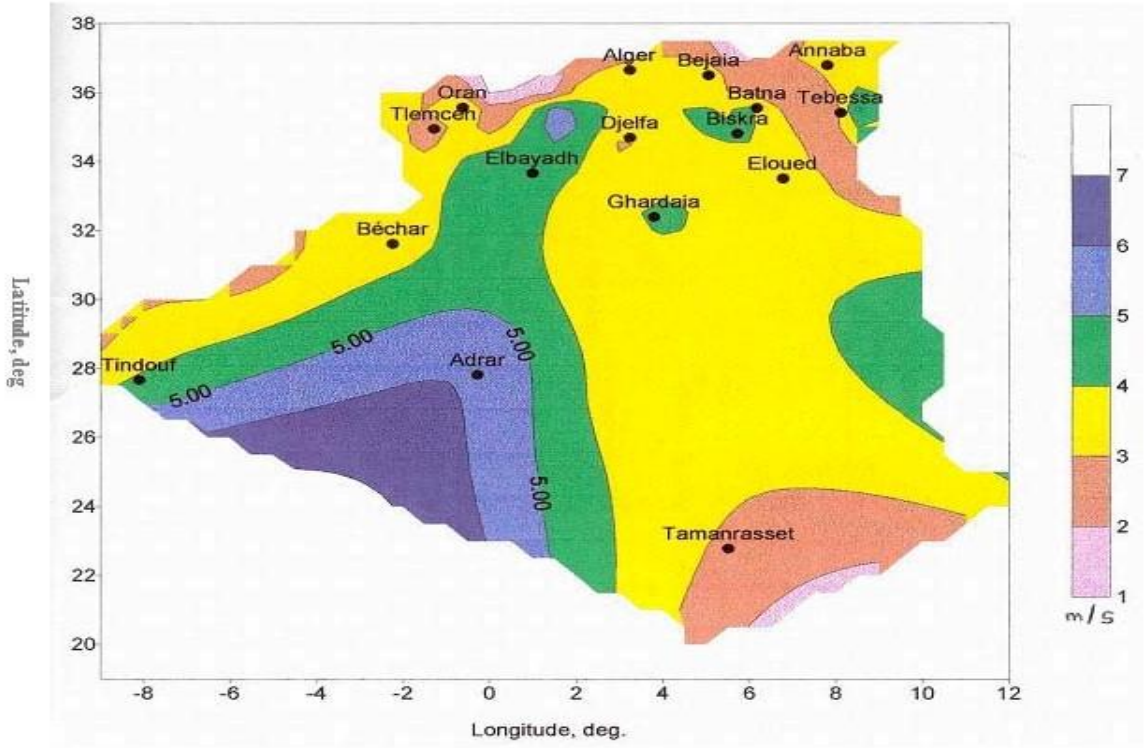
[4] الاذاعة الجزائرية، "مستقبل الطاقات المتجددة في الجزائر وتحديات استغلالها"، 2013/05/20،
http://www.radioalgerie.dz/ar/2010-04-29-13-30-51/2010-10-12-13-57-34/12485-2011-12-25-11-29-36

[5] المرجع السابق.

[6] الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمار، "قطاع الطاقات المتجددة"، 2013/07/25،
http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables

- ✓ خلال الفترة الممتدة ما بين 2011 م و 2013 م، إنشاء أول مزرعة هوائية بقدرة تبلغ بـ 10 ميغا وات بأدرار ؛
- ✓ ما بين فترة 2014 م و 2015 م، إنجاز مزرعتين هوائيتين تقدر طاقة كل واحدة منهما 20 ميغا وات؛
- ✓ مشاريع أخرى طور الدراسة للفترة ما بين 2016 م و 203 م بقدرة إنتاجية ستبلغ حوالي 1700 ميغا وات.

الشكل(1-5) : خريطة أولية للرياح في الجزائر



المصدر: الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمار، "قطاع الطاقات المتجددة"، 2013/07/25، http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables

ويقوم هذا المخطط في أساسياته على دعم أنشطة الوحدات المحلية، حيث سيتم دعم مختلف هذه الوحدات بالوسائل الضرورية لإنتاج ديناميكي ينشط القطاع، ولإنجاح المسعى سيتم تجنيد 20 باحثا، علاوة على 360 أستاذا ينشطون في 30 مخبرا محليا. كما أن هناك خطة للبحث عن مواقع يكثر فيها نشاط الرياح، وقد جرى تحديد مواقع مؤهلة لاحتضان مزارع لتوليد الطاقة الكهربائية بمناطق "رأس الوادي" "بجاية" "سطيف" "برج بوعريريج" "تيارت"، ناهيك عن إمكانية إستغلال طاقة الرياح في المناطق الجنوبية مثل "تيندوف" "تيميمون" و "بشار"، وذلك قصد التوصل إلى إنتاج 3% من الطاقة الكهربائية في آفاق سنة 2015.

2- الطاقة الشمسية :

أظهرت الجزائر اهتماما كبيرا في مجال توليد الطاقة الكهربائية عن طريق استغلال الطاقة الشمسية، وقد بدأت الجهود الأولى مع انشاء محافظة الطاقات الجديدة في الثمانينيات واعتماد مخطط الجنوب سنة 1988، وإنجاز برنامج من الانارة الريفية بواسطة الطاقة الشمسية والتيار المنتج تحت تأثير الضوء (الفوطو فولطائية) ممولا من مخصصات الدولة لصالح 1000 أسرة موزعة عبر أربع ولايات في أقصى الجنوب هي : تمنراست، أدرار، إليزي، تيندوف. كما تم توسيع نطاق نشاط مركز بوزريعة وإنشاء وحدة لإنتاج الخلايا الشمسية و وحدة لتطوير تقنية السيليسيوم بهذا المركز الذي كان يحوي أحد اكبر أفران الطاقة الشمسية. ورغم الترسانة القانونية المعتمدة بين 1999 و 2001 لا يزال نصيب الطاقة الشمسية محدودا جدا بالجزائر وغير مستخدمة بالشكل المطلوب، وإن كانت الجزائر اعتمدت قانونا خاصا بالطاقات المتجددة مع تحديد هدف الوصول الى نسبة 5% خلال سنة 2012 و 10% بحلول سنة 2020.

ويهدف تطوير الطاقات المتجددة في الجزائر الى تقديم الخدمات الطاقوية للمناطق المعزولة والبعيدة عن شبكات توزيع الطاقة، و يتمثل الهدف الآخر في المساهمة بإبقاء احتياط المحروقات واستغلال حقول موارد طاقوية مجددة سيما الشمسية منها. وحسب الدراسات المتخصصة تتلقى الجزائر مابين 2000 الى 3900 ساعة من الشمس ومتوسط 5 كيلو وات في الساعة من الطاقة على مساحة 1 م^2 على كامل التراب الوطني، أي أن القوة تصل الى 1700 كيلووات/ م^2 في السنة في الشمال و 2263 كيلووات/ م^2 سنويا في الجنوب[7]. لكن هذه الطاقة غير مستغلة بالشكل المطلوب باستثناء مشاريع انجاز حديقة هوائية في فيفري 2002 بطاقة 10 ميغاوات في منطقة تيندوف بالتعاون بين شركة NEAL وبين سونطراك وسونلغاز ومجموعة سيم (السميد الصناعي لمتيجة)، واستعمال الانارة الريفية بمنطقة اسكرام تمنراست الجنوبية، بما يكفل توصيل الكهرباء الى 1500 حتى 2000 منزل ريفي سنويا، بالإضافة الى انجاز أول محطة هجينة لتوليد الكهرباء العاملة بالغاز والطاقة الشمسية بمنطقة تيلغمت على بعد 25 كلم شمال حاسي الرمل، في تجربة رائدة لفرع NEAL (الجزائر للطاقة الجديدة) وهي الأولى من نوعها في العالم، وتسجل بذلك معلما هاما في تجسيد سياسة ترويج الطاقات المتجددة واقتصاد الطاقة المبنية على تنويع المصادر وتنضيدها، وعلى الاقتصاد في أنواع الوقود الأحفوري، وتطوير نظام طاقوي مستديم تدعمه الطاقة الشمسية المتوافرة بكثرة في الجزائر. وقد كلف الاستثمار الذي ساهمت في تصميمه وانجازه إحدى الشركات الاسبانية 315.8 مليون أورو وينتظر أن ينتج نحو 15 ميغاوات. ويتربع على مساحة 64 هكتارا حيث يوجد بها 224 جامع للطاقة الشمسية يبلغ طول كل واحد منها 150 مترا. كما تمت برمجة محطتين أخريين لسنة 2013 ويتعلق الأمر بمحطة المغير بولاية الوادي بشرق البلاد ومحطة النعامة بولاية البيض بغرب البلاد. وفي الفترة الممتدة بين 2016 و 2020 سيتم انجاز 4 محطات

[7] الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز، مرجع سبق ذكره.

أخرى بطاقة 400 ميغاوات لكل واحدة منها مع طاقة اضافية تقدر بـ1200 ميغاوات. وهناك برنامج يمتد الى غاية 2030 بطاقة 600 ميغاوات/سنويا ابتداءا من 2013.

وقد أعلنت الوكالة الفضائية الألمانية بعد دراسة حديثة قامت بها أن الصحراء الجزائرية هي أكبر خزان للطاقة الشمسية في العالم ، حيث تدوم الاشعاعات الشمسية في الصحراء الجزائرية 3000 ساعة اشعاع في السنة، وهو أعلى مستوى لإشراق الشمس على المستوى العالمي، وهو ما دفع الوكالة الى تقديم اقتراح للحكومة الألمانية حول اقامت مشاريع استثمار في الجنوب الجزائري، وبناءا عليه تم تقديم الاتفاق بين الحكومتين في ديسمبر 2007 لإنتاج حوالي 5% من الكهرباء بفعل الطاقة الشمسية ونقلها الى ألمانيا من خلال ناقل كهربائي بحري عبر اسبانيا. بالإضافة الى المشروع المتعلق بصنع الألواح الشمسية في منطقة الرويبة ومن المفروض أن هذا المشروع قد دخل حيز الانتاج سنة 2012 بطاقة سنوية تتراوح مابين 50 و 120 ميغاوات. ويسير هذا الاتجاه نحو التصدير مع مخطط آخر محلي لانتاج 20% بحلول العام 2020.[8]

إن إنتاج الطاقة الشمسية للاستهلاك الوطني سيغطي حاجة الجزائر التي ترتفع سنة بعد سنة ؛ كما يمكن تصديرها نظرا إلى أن عدة بلدان أوروبية لا تتوفر على كم هائل من أشعة الشمس بسبب مناخها الرطب و قد حددت طلباتها في مجال استيراد الطاقة المتجددة. فالجزائر يمكن أن تستفيد من هذا التصدير إذا قامت بتوفير جميع الأجهزة اللازمة للتصنيع ؛ فلهذا يجب الاهتمام بهذا النوع من الطاقة وذلك بتسخير جميع الوسائل اللازمة لتتمكن البلاد من الاستفادة و السيطرة على الاستغلال والإنتاج، و بالتالي الحصول على كم كبير من الطاقة لسد حاجاتها وتصدير الفائض.

[8] فروحات حدة، "الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر –دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر–"، مجلة الباحث، (العدد11،2012)، ص 153.

المبحث الثاني : ادارة الطلب على الكهرباء

يقصد بإدارة الطلب على الكهرباء المبادرات التي تتخذ مباشرة من جانب المستهلكين أو بطريق غير مباشرة من جانب الحكومة لتغيير أنماط الطلب على استهلاك الكهرباء وصولا الى تحقيق عدد من الأهداف التي ليس بالضرورة أن تتكامل مع بعضها البعض. فأهداف المستهلكين تتمثل في خفض التكاليف ؛ تحسين مستوى أسباب الراحة والمتعة والعيش الكريم في بيئة نظيفة. في المقابل نجد أن مؤسسات أو هيئات الطاقة تهدف الى: تحسين كفاءة عمليات توليد الطاقة ؛ إرجاء الحاجة الى إضافة وحدات جديدة للتوليد وتأجيل الحاجة الى توسيع الشبكة الكهربائية بالإضافة الى تجنب أو تحييد المخاطر في سوق الكهرباء على المستوى المحلي ؛ تحسين الخدمات للمستهلكين ؛ تحسين الأداء المالي ؛ والاختلاف عن الآخرين في السوق المحلي في حالة وجود منافسين. من ناحية أخرى ترغب الحكومات في تحقيق أهداف الحكومة في مجال توليد الطاقة الكهربائية بأسعار مناسبة وبالعرض الكافي ؛ تحقيق الكفاءة في تخصيص الموارد وتحسين الظروف البيئية من خلال –على سبيل المثال– تقليل انبعاث الغازات الضارة.

ويختلف كل طرف في كيفية تحقيق هذه الاهداف فالمستهلكين من خلال تعديل انماط استخداماتهم من خلال تغيير سلوكهم الاستهلاكي أو من خلال أدوات التحكم الالكترونية أو من خلال تركيب أجهزة أكثر كفاءة، أو بإحلال مصادر أخرى للطاقة كالغاز والطاقة الشمسية والأشكال الأخرى للإحلال محل الكهرباء. بالنسبة للمؤسسات أو المرافق العامة فهي تسعى للتأثير على أنماط طلب المستهلكين، من خلال تقديم الخدمات الارشادية لإدارة وتدبير إستهلاك الكهرباء، أو بمبادرات السوق(Marketing Initiatives) من خلال حوافز مالية كوضع تعريفة سعرية مختلفة حسب الوقت فترتفع الاسعار مع اوقات الذروة وتقل مع انخفاضها، تسعير حسب الإستخدام، أو تقليص الدعم المقدم. وقد يلجا المرفق العام الى تحقيق اهدافه من خلال التحكم المباشر في جانب الطلب.

وتسعى الحكومة الى التأثير على خطط وبرامج المرفق العام أو على أنماط طلب المستهلكين من خلال تقديم الخدمات الاستشارية لإدارة الكهرباء والحوافز المالية، وتعديل اهداف المرافق العامة، وتعديل معايير الكفاءة، ووضع مبادرات ضريبية – على سبيل المثال–كفرض ضريبة على الكربون.

المطلب الأول: الضوابط الحكومية [9]

يمكن ادارة الطلب من خلال وضع ضوابط حكومية ففي بعض الحالات قد يعمل السوق في الأجل الطويل من خلال تفاعلاته على التحرك نحو تحقيق كفاءة أعلى في استخدام الطاقة. ولكن قد يكون معدل التغير في استجابات المستهلكين غير مناسب وبالسرعة المطلوبة لتفادي حدوث مشاكل أو اختلال. في هذه الأحوال يمكن رفع معدلات الضريبة على الإستهلاك من بعض موارد الطاقة بالرغم مما قد ينجم عن هذا الأسلوب من آثار وضغوط تضخمية بالإضافة إلى إثارة الأمور المتعلقة بالعدالة باعتبار أن معظم هذه الضرائب تطال جميع المستهلكين.

أيضا من الاجراءات الحكومية التي يمكن اتخاذها هو التأكيد على توافر المعلومات الكافية للمستهلكين حتى يمكنهم اتخاذ قرارات رشيدة. من شأن هذه الاجراءات أن تكون ملائمة بشكل خاص عندما يكون هناك قيود مؤسسية أو غيرها من القيود التي تحد من عمل الأسواق، أو عندما لا تكون هناك منافع أو ميزات واضحة لأي فرد للقيام بما يجب أن يكون لتحقيق المصلحة العامة. فمثلا : عند وضع شروط البناء قد تكون حوافز السوق غير مباشرة للمقاولين لضمان زيادة استخدام مواد العزل التي تحقق توفير الطاقة.

مع وجود قيود مؤسسية أو هيكلية تحول دون تحقيق الإستخدام الأمثل والكفء للطاقة كالقيود الهيكلية المرتبطة بنمط التخطيط العمراني، مناطق التركيز الصناعي، نوعية المعدات المستخدمة في عملية التصنيع وغيرها من الأمور التي تطورت في ظل التكاليف المنخفضة لمصادر الطاقة ونقص الإدراك بأهمية كفاءة استخدام الطاقة والتي أصبح العديد منها غير ملائم في الوقت الحاضر في ظل أوضاع وظروف الطاقة الحالية. والتغير الهيكلي لمثل هذه القيود يأخذ فترة زمنية طويلة لإحلال الرصيد الرأس مالي القديم وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه التجارب في التخطيط لمجتمعات جديدة تأخذ في اعتبارها التطورات المتلاحقة بما يضمن كفاءة إستخدام الطاقة.

المطلب الثاني : تسعير الكهرباء

أصبح مفهوم التسعير لا يقتصر على الاطار النظري فحسب، بل يتعداه الى رسم السياسات التسويقية، مما جعل صناع القرار يسعون لإدراك التغيرات الواجب مراعاتها عند ارساء السياسة التسعيرية بما يتفق ويتناسب مع السمات الخاصة بالقطاع[10]. وتسعى السياسة التسعيرية لخدمات الكهرباء الى تحقيق أهداف اقتصادية واجتماعية هي :[11]

[9] الأمانة العامة للمجلس الأعلى للتخطيط والتنمية،" دراسة استشارية لمستقبل استهلاك الطاقة والمياه في ظل المتغيرات السكانية والتنموية المتوقعة في دولة الكويت"، 2007، ص.ص 25-26.

[10] سعيد عبد العزيز عثمان، **اقتصاديات الخدمات والمشروعات العامة**، (القاهرة،الدار الجامعية، 1997)، ص 117.

[11] Desment Pierre et Zolliger Monique**, le prix de l'analyse conceptuelle aux méthodes de fixation**,(Paris,Economica, 1999), p74.

- التأثير على الكميات الاستهلاكية ، وهو مايعرف بترشيد استخدام المنتجات وكذا ترشيد المرافق الاقتصادية؛
- دفع عجلة النمو الاقتصادي بالتأثير على تخصيص الموارد واعادة توزيع الدخل الوطني على مختلف فئات المجتمع من خلال تخفيض الأسعار أو التمييز في السعر بين القطاعات أو المناطق بغية تحقيق إعانة ذاتية بين المنتفعين.

و يستخدم التسعير في ادارة الطلب على الكهرباء كأحد الوسائل المثالية نظرا لقدرته على أن يعكس التكلفة الخارجية المرتبطة بإنتاجها واستخدمها، بالإضافة الى أخذه في الاعتبار الأضرار البيئية التي قد تنتج عن استخدامها أو المخاطر المختلفة الممكنة ولتأمين المعروض منها. وفي ظل هذه الظروف يمكن للسوق ان يحدد المستويات المناسبة للاستهلاك من الكهرباء ومن بدائلها بأكثر الطرق الاقتصادية كفاءة. وينطبق هذا على مختلف اشكال الطاقة المستخدمة. إلا أن هذا قد لا يتحقق نتيجة أن هناك العديد من تكاليف إنتاج الطاقة واستخدامها غير معروفة وفي حالات كثيرة قد لا يمكن حسابها. فعلى سبيل المثال ؛ نجد أن انبعاث غازات الكربون وتأثيره على حرارة ومناخ العالم وتأثير الأمطار الحمضية ؛ مخاطر التسربات النووية وإن كانت بسيطة ؛ والمشاكل المرتبطة بإمدادات النفط أو تغيرات في أسعاره كلها آثار جانبية لاستخدام الطاقة قد لا يمكن أخذها في الاعتبار بشكل مرضي عند تحديد السعر.

وجود ضوابط أو تحكم في أسعار الطاقة والتي تأخذ أكثر من صورة مثل إعانات للمستهلكين أو تخفيض ضريبة للمنتجين وتمويل الحكومة لأنشطة البحوث والتطوير، وضع سقف سعري لا يجوز تعديه أو تسعير لا يراعي فرصة التكلفة البديلة. ويترتب على ذلك ليس فقط مستوى سعري غير مناسب للمعروض من الطاقة ولكن أسعار نسبية غير ملائمة للأشكال الأخرى من مصادر الطاقة. وبالتالي فإن الإحلال التام بين هذه المصادر غير متحقق بما يضمن تحقق أكثر الطرق الإقتصادية كفاءة في الإستهلاك .

وبفرض أنه قد تم تحديد الأسعار النسبية بناء على قوى السوق الحر سيضل هناك دور للحكومة لتقوم به، لضمان عدم تجاهل التكاليف الخارجية عند إدارة الطلب على خدمات الطاقة وللمساعدة في العديد من فشل السوق كالعوائق و القيود المؤسسية والهيكلية ونقص المعلومات والمخاطر وظروف عدم التأكد، وبالتالي السعي لتحقيق التخصيص الكفء للموارد بقدر الامكان .

إن أهم مبادئ إدارة الطلب على الطاقة هو التوصل الى التسعير المناسب بمعنى مستوى سعر لكل مصدر للطاقة يعكس فرصته البديلة (The Opportunity Cost) . فبالنسبة لمصادر الطاقة التي يوجد لها أسواق عالمية معروفة فإن السعر المناسب سيكون هو سعر السوق العالمي (World Market Price) وبالنسبة لمصادر الطاقة الأخرى فإن تكلفة الفرصة البديلة يجب أن تعتمد على تكلفة الانتاج الحدية (The Marginal Cost Of Production) . وكلما حافظت الحكومة على الاسعار عند مستوى أقل مما يجب ولم تتبع

الإجراءات الخاصة بالكفاءة في الإستخدام التي تراعي أثر التكلفة، فإن إستخدام البدائل المناسبة لن يتحقق وسيكون الإستهلاك أعلى مما يجب أن يكون عليه وفقا لمعيار الكفاءة الإقتصادية .

المطلب الثالث : تعريفة الكهرباء

في قطاع الكهرباء كبعض القطاعات الأخرى لا نتحدث عن السعر فقط ولكن عن تعريفة للكهرباء تتكون من العديد من العناصر التي تشكل المبلغ الاجمالي. فعلى سبيل المثال يوجد عنصر ثابت (The Fixed Element) وهو عنصر محايد بمعنى أنه مستقل عن استهلاك الأفراد للكهرباء وبالتالي ليس له أثر على أنماط الاستهلاك. تكلفة مقابل طاقة(The Energy Charges) وهي تدفع مرة واحدة مقابل توصيل خدمات الطاقة من الشبكة العامة للمستهلك. وتعمل الدولة على إستخدام تعريفة الكهرباء كأداة لسياستها، إذ لا بد أن يؤخذ الجانب السياسي والاجتماعي في الحسبان عند بناء هذه التعريفة ثم تجري تسويات وتعديلات على التعريفات النظرية المقترحة. وعادة نجد أن التعريفة مستقرة لفترة طويلة من الزمن إلا أن مكونات هذه التعريفة يمكن أن تتغير عبر الزمن. لذا قد نجد استخدام لما يعرف بالتعريفة الديناميكية المتغيرة في بعض الدول كما هو الحال في ألمانيا وفرنسا.[12]

عادة ما تبنى تعريفة الكهرباء على الأسلوب الاقتصادي المعروف بالتكلفة الحدية الذي يتمثل في تحليل تكلفة الإنتاج من واقع البرنامج التنموي لمقابلة الإحتياجات المتوقعة لسوق الطاقة والذي يتطلب توفر المعلومات عن توقعات الزيادة في الطلب وأنماط الاستهلاك بمختلف أوقاتها وأحجامها، وتفاصيل الخطة التنموية اللازمة لمقابلة التوقعات، والتكاليف والمصاريف اللازمة لتنفيذ الخطة.[13]

وكما هو معروف يقوم مبدأ التسعير الحدي على تساوي السعر لتكلفة توفير وحدة إضافية من السلعة أو الخدمة وبالتالي يواجه المستهلك بالتكلفة الاقتصادية الحقيقة للوحدة الحدية وعندها يمكن مقارنة هذه التكلفة بالرغبة الحدية لدى المستهلك للدفع مقابلها. وبالتالي الوصول الى الوضع أو الحل الأكفأ. ويتم التفرقة عادة بين التكلفة الحدية في الأجل الطويل والتكلفة الحدية في الأجل القصير. الأولى تعني وجود وقت كافي للقيام باستثمارات جديدة في حين أن الأخيرة تعبر عن الزيادة في التكلفة لزيادة الإنتاج بوحدة واحدة بدون إجراء أي تعديل في الاستثمارات القائمة. ولكن نظرا للطبيعة الخاصة للكهرباء يمكن التفرقة بين أشكال مختلفة للتكلفة الحدية في الأجل القصير حسب طبيعة الأحمال. فالتكلفة الحدية العادية هي وحدة تكلفة توفير وحدة كيلوواط ساعة واحدة في لحظة معينة وهو تعريف مناسب اذا تحدثنا على التسعير اللحظي أو القائم (Spot Pricing) .

[12] الأمانة العامة للمجلس الأعلى للتخطيط والتنمية،مرجع سبق ذكره، ص.ص27-28.

[13] ابراهيم رحيم ،"دراسة قياسية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر للفترة 1969-2008"،مذكرة ماجستير غير منشورة، جامعة ورقلة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية و علوم التسيير، 2012، ص 81 .

كذلك يمكن تعريف التكلفة الحدية في الأجل القصير عند زيادة الأحمال خلال فترة زمنية معينة، كالتكلفة الحدية للمستهلك المعياري في ظل حمل معين. أي تكلفة كيلووات ساعة إضافية موزعة على العام لهذا الحمل المحدد. وبالطبع يكون هناك اختلاف في التكلفة الحدية في الأجل القصير بين الفترات ذات الحمل المنخفض والحمل المرتفع. على سبيل المثال،كالفرق بين الأحمال في فترة الصباح وفترة المساء ويرى (Wangensteen) أن هناك قاعدتين عامتين : الأولى خاصة بالتسعير والأخرى خاصة بالاستثمارات. قاعدة التسعير تقتضي أن يتساوى سعر الخدمة مع تكلفتها الحدية في الأجل القصير. القاعدة الثانية تقتضي أنه للحصول على الطاقة الاستيعابية المثلى فإن التكلفة الحدية المتوقعة في الأجل القصير يجب أن تتساوى مع التكلفة الحدية في الأجل الطويل. وبناء على ذلك فإنه في ظل التسعير الصحيح والاستثمارات الصحيحة فان الأسعار في الأجل الطويل يجب أن تتساوى في المتوسط مع التكلفة الحدية بالأجل الطويل.

المبحث الثالث: جودة الطاقة الكهربائية

تعتبر الطاقة الكهربائية مادة خام أولية وأساسية وتتميز بخاصية الاستهلاك الفوري عند الاستخدام ولا يمكن إعادتها للتصنيع وأي إخلال في الجودة تتأثر بها المعدات المستهلكة لها. ونظرا للآثار السلبية الناتجة عن عدم توفر طاقة كهربائية بمعايير جودة متفق عليها والتي تؤثر على السواء على منتجي ومستهلكي هذه الطاقة وخاصة ذوي الأجهزة الحساسة مثل أجهزة الحاسب الآلي والأنظمة الالكترونية الدقيقة وأجهزة ونظم التحكم في عملية التصنيع والتي أصبحت شائعة الانتشار، برز إهتمام عالمي واسع للمهتمين في مجال الطاقة الكهربائية بمسألة جودة الطاقة الكهربائية والآثار الناتجة عن حالات التذبذب والاختلال لقيم التشغيل وتأثر المستهلكين من إنحراف جودة القدرة الكهربائية عن المعايير التصميمية للمعدات والأنظمة الكهربائية.

المطلب الأول : مفهوم جودة الطاقة الكهربائية[14]

إن أسواق الكهرباء الحديثة المنافسة تتطلب أن يكون أداء شبكات الكهرباء بأقصى جودة وكفاءة فنية وإقتصادية ممكنة. وتتجه شركات الكهرباء الى الوصول الى القيم العالمية لمؤشرات جودة الطاقة الكهربائية وهذا هو الحال في معظم الدول حتى ولو كانت الظروف بها مختلفة. مثل أي سلعة، فإن الكهرباء أيضا يجب أن يتم تقديمها للمستهلك بجودة عالية خلال جميع مراحلها إبتداء من التصميم ؛ التشغيل والاستخدام.

وتعرف جودة القدرة الكهربائية بأنها عبارة عن حدود فاصلة للقيم الكهربائية التشغيلية، تمكن المعدات الكهربائية من العمل وبدون فقد في الكفاءة أو تدهور سريع لعمر التشغيل ويعرف إخلال وجودة القدرة الكهربائية بأنه أي اخلال للقيم التشغيلية والمتمثلة في التيار والجهد والتردد. و تتأثر جودة القدرة الكهربائية بانحراف القيم التشغيلية التصميمية للشبكات الكهربائية وكذلك القيم التشغيلية للمعدات الكهربائية بعدة عوامل من أهمها [15]:

- التوافقيات؛
- حالات عدم التوازن للأطوار؛
- انحراف وارتفاع لقيم الجهد؛
- التيارات والحالات العابرة؛
- انقطاع الجهد.

[14] شركة الاسكندرية لتوزيع الكهرباء، "جودة الطاقة الكهربائية"، 2013/05/05،
http://www.alex-elect.net/index.php?option=com_content&view=article&id=211&Itemid=999

[15] المكتب الإستشاري للكهرباء والإتصالات، "جودة القدرة الكهربائية"، 2013/06/20،
http://www.ecco.com.ly/index.php?option=com_content&view=article&id=66&lang=ar

وتعد جودة التغذية الكهربائية هي نتاج سلسلة من الاجراءات التقنية والتنظيمية والتي تؤثر فيها بدرجات مختلفة، وتنتهج شركات الكهرباء الخطط الاستراتيجية لتصنيف أولويات الأعمال التي تحقق القيم المستهدفة لمؤشرات جودة التغذية الكهربائية.

ومع تزايد استخدام المعدات والأجهزة في الشبكات الكهربائية، ومع تعدد واختلاف المستهلكين والذين يتم تغذيتهم من شبكة توزيع كهرباء معقدة تحتوي على كابلات وخطوط هوائية و محولات و خلافه، يتسبب ذلك كله فى حدوث إضطرابات فى الطاقة الكهربائية، وتكون النتيجة فى النهاية اختلال عمليات التشغيل للمعدات أو انقطاع الكهرباء أو انهيار بعض المعدات، و من ذلك كله نشأ التفكير فى جودة الطاقة الكهربائية لتحقيق أحسن أداء للمعدات و الأجهزة لدى المستهلكين.

تحتاج كل من شركات الكهرباء و مستهلكي الكهرباء أن يكون جهد الشبكة مستقراً، و لكن نتيجة وجود أحمال ذات خصائص معينة (مثل المعدات المحتوية على الكترونيات القوى) تظهر بالشبكة الكهربائية بعض الاضطرابات و تعرف هذه المعدات بالأجهزة الباعثة للاضطرابات، و تقلل هذه الاضطرابات من كفاءة و عمل بعض أنواع المعدات و الأجهزة الكهربائية.

و من الأهمية أن تتدارس شركات الكهرباء خصائص التغذية الكهربائية لمختلف المستهلكين، و ذلك عن طريق عمل قياسات و جمع البيانات و المعلومات عن المستهلكين باعثى الاضطرابات و تحديد قيمة الانبعاث ثم تقارن بالمستويات العالمية المسموحة. ومن أمثلة الاضطرابات : إنقطاع التيار الكهربائي ؛ الإرتفاع أو الإنخفاض فى الجهد ؛ تداخل موجات كهربائية ذات ترددات عالية تتسبب فى تشوه الموجة الكهربائية. و يمكن تلخيص التأثيرات السلبية لاضطرابات الطاقة الكهربائية فى حدوث سخونة أو إنهيار للآلات و المعدات ؛ حدوث تداخل و شوشرة على نظم الاتصالات ؛ التأثير على كفاءة عمل الحاسبات الآلية و الأجهزة الالكترونية الحساسية و التشغيل الخاطئ لأجهزة التحكم ؛ تغير الصورة و الإضاءة بأجهزة التليفزيون.

يلزم بصفة مستمرة مراقبة العناصر المؤثرة فى جودة الطاقة الكهربائية عند المستهلكين بعمل مسح للشبكة باستخدام أجهزة مراقبة الجودة، و ذلك لمعرفة خصائص دورة الطاقة الكهربائية، تشخيص الاضطرابات وإيجاد الحل الأمثل لضمان الجودة، و أيضا مراقبة التطور فى هذه الجودة و ربط هذه البيانات مع نمو الأحمال و استنتاج العلاقة بينهم، و معرفة خصائص و طبيعة الأحمال الموجودة فى المنطقة التى يتم مسحها، و أيضا الكشف عن تأثير الاضطرابات و أنواعها و مقارنتها بالمسموح فى المواصفات القياسية ثم تحديد ما إذا احتاجت الشبكة لإضافة معدات لعلاج الاضطرابات من عدمه.

يجب أن يحصل كل مستهلك للطاقة الكهربائية على جهد نقى و ثابت بقدر الإمكان، يناظر الجهد المصمم على أساسه الأجهزة و المعدات الكهربائية لدى المستهلك و المسجل على لوحة بيان الجهاز ،و لكن من المستحيل عمليا الحصول على قيمة ثابتة و موجة نقية للجهد عند كل مستهلك. لذا يسمح بحدود مقبولة لمستويات الاضطرابات الحادثة فى الشبكات الكهربائية طبقا للمواصفات القياسية العالمية.

و يفضل لعلاج الاضطرابات عند مستهلك معين أن يبدأ بمراجعة شاملة لجميع مهمات و معدات الشبكة الداخلية لديه متبعا استرشادات و توصيات معينة، و إن لم تأتى بنتيجة ايجابية فيجب التفكير فى تركيب معدة لتحسين أداء الشبكة و علاج الاضطرابات.

ومن المؤكد أنه لا يمكن ضمان نظام التغذية الكهربائية بشكل مستمر دون حدوث انقطاعات. فالنظم الكهربائية معرضة لظروف كثيرة فنية و ربما قهرية و لعوامل بيئية بعضها قد لا يمكن التنبؤ به مما يستحيل معه ضمان استمرارية التغذية دون إنقطاعات، غير أن الانقطاعات قد تحدث بمعدلات و أزمنة مختلفة فقد تستمر لأجزاء من الثانية أو حتى عدة ساعات، و يعتمد ذلك على سبب الانقطاع و الإجراءات التى تتخذ لإعادة التغذيـة.

يمكن تحديد العوامل المؤثرة فى الظروف الجوية و البيئية التى تتعرض لها الشبكة الكهربائية، شاملة التلوث و التغير فى درجات الحرارة و الرطوبة و أيضا خصائص الشبكة الكهربائية و الخبرات التشغيلية و نظم التحكم و كفاءة نظم و أساليب الصيانة المتبعة لمعدات و مهمات النظام الكهربائى.

و من الأهداف الرئيسية لتقييم استمرارية التغذية الكهربائية تحسين مستوى استمرارية التغذية للمشتركين، وذلك بتخفيض متوسط عدد مرات و زمن الانقطاع على مستوى الشبكة الكهربائية. و تحديد المناطق التى تتدنى فيها مستويات الاستمرارية، و العمل على تحسينها و تحقيق المتطلبات و الاحتياجات الخاصة ببعض المستهلكين و إيجاد علاقة عادلة بين مرفق الكهرباء و المستهلكين.

وهناك العديد من المؤشرات التى تستخدم لتقييم استمرارية التغذية غير أنها جميعا ترتبط بعدد مرات الانقطاع (التى تمثل تكرارية حدوث الانقطاعات)، و الفترة الزمنية للانقطاعات (و التى تمثل الفترة الزمنية الغير متاح خلالها التغذية الكهربائية). كما أن هناك مقاييس استرشادية لتقييم هذه المؤشرات و تكون بمثابة أهداف مستقبلية تلزم مرفق الكهرباء بالعمل على تحقيقها.

إن وجود إستراتيجيات و تقنيات حديثة لمراقبة جودة التغذية الكهربائية و تقييمها و علاج الاضطرابات و الإنقطاعات، أصبح ضرورة حتمية فى ظل الزيادة فى الاستهلاك و التوسع فى الصناعات المختلفة و المشروعات التنموية و الأنشطة المتنوعة، و التى يترتب عليها زيادة الأحمال و حدوث مشاكل و إضطرابات و إنقطاعات الشبكات. و من الأهمية تشجيع و نشر مفهوم جودة التغذية الكهربائية، و إدماج أنشطة البحث العلمى بالمؤسسات البيئية و التنموية، و من الأهمية إنشاء بنوك معلومات عن كل ما يتعلق بقضايا الطاقة الكهربائية.

المطلب الثاني: أهمية قياس ومراقبة جودة الطاقة الكهربائية

نظرا للحاجة للطاقة الكهربائية لجميع العمليات الانتاجية والصناعية والبحثية والخدمية ومن الضروري توفير طاقة كهربائية ذات مواصفات معتمدة حتى تحقق الاستفادة المطلوبة لهذه الطاقة حفاظا على المعدات المستهلكة لها. وعليه فان الاستفادة ستكون عامة لمنتجي ومستهلكي الطاقة الكهربائية حيث أن جودة القدرة الكهربائية هو عبارة عن حل لمعظم المشاكل الفنية وأن مراقبة الجودة الكهربائية والتنبؤ بالمواقع المحتملة لضعف الجودة أو انعدامها أصبحت من التقنيات السائدة حاليا من أجل ضمان جودة القدرة الكهربائية من أجل تحقيق الآتي [16]:

- تفادي التوقفات والانقطاعات المفاجئة للطاقة الكهربائية؛
- تحقيق معدلات عالية من الكفاءة للعمليات الانتاجية والصناعي؛
- تخفيض تكاليف الصيانة والتمكن من برمجتها؛
- المحافظة على العمر التشغيلي لشبكات الكهرباء والمعدلات المستهلكة للطاقة الكهربائية؛
- خفض تكاليف استهلاك الطاقة الكهربائية؛
- تشغيل المعدات ضمن القيم التصميمية التشغيلية والمحافظة على العمر التشغيلي لها؛
- زيادة ونشر الوعي من أجل مفهوم العمل بجودة القدرة الكهربائية من أجل تحقيق الجودة الشاملة.

[16] المرجع السابق.

المبحث الرابع : التنبؤ بالمبيعات

إن عملية التنبؤ ما هي إلا تقدير لمستوى المتطلبات المتوقعة في المستقبل. فهي عبارة عن تقدير جزئي لما هو متوقع حدوثه، وتعتبر مقياسا للتنفيذ الذي بدوره بكون دليلا لما هو مرغوب فيه. فهي تعد حلقة اتصال بين البيئة الخارجية غير المتحكم فيها، وبين الشؤون الداخلية المتحكم فيها للمنظمات، ويمكن أن تستخدم خطوات التنبؤ المتكافئة لحل بعض مشكلات هذه المؤسسات.[17]

وفي كثير من المؤسسات يستخدم التنبؤ بالمبيعات في تحديد مستويات الإنتاج، وفي التسعير هذا علاوة على مساعدته في التخطيط المالي والتدفقات النقدية ورأس المال المطلوب.

المطلب الأول : مفهوم التنبؤ بالمبيعات والعوامل المؤثرة في دقة التنبؤ

1-مفهوم التنبؤ بالمبيعات :

هناك العديد من التعاريف نذكر منها :

-التنبؤ بالمبيعات هو محاولة لتقدير مستوى المبيعات المستقبلية وذلك باستخدام المعلومات المتوافرة عن الماضي و الحاضر، و بالتالي فإن التنبؤ هو محاولة من المؤسسة لمعرفة المستقبل بعيون الماضي والحاضر. و التنبؤ ليس حساب دقيق للمستقبل بقدر ما هو تقدير مبني على أسس فنية وعلمية، و بالتالي فهو ليس نوع من التخمين الذي لا يرتبط بنظام مرتب أو مقاييس موضوعية تحدد صورة المستقبل.[18]

-التنبؤ بالمبيعات هو تقدير لكمية أو قيمة المبيعات المتوقعة في المستقبل، والتي يمكن أن تتم في الظروف الاقتصادية والاجتماعية المحتملة[19].وهو بذلك نقطة الانطلاق نحو تقرير نشاط المشروع، من إنتاج وتسويق وتمويل وإعداد الميزانية التقديرية، ومختلف برامج الإنتاج والمخزون[20].

والتنبؤ بذلك ليس مجرد إجراء مجموعة من الحسابات والتقديرات عن صورة المستقبل بمعزل عن الخبرة، وإنما هو مزيج متكامل للعلم والفن والحكم الشخصي المطلوب لدراسة ووضع الافتراضات التي يتم وضع التنبؤ على أساسها، خاصة وأن عملية التنبؤ هي مرشد رئيسي في سلوك إدارات وأقسام المنشأة عند تخطيطها للمستقبل.

---

[17] سيد كاسب ، محمد فهمي علي ،**أساسيات الاقتصاد الاداري**، (الطبعة الأولى، القاهرة : مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث كلية الهندسة، 2009)، ص.ص 43-44 (بتصرف).

[18] طلعت أسعد عبد الحميد، **مدير المبيعات الفعال**، (القاهرة : مكتبة عين شمس،1997)، ص 143.

[19] غانم فنجان موسى، محمد صالح عبد العباس، **إدارة المبيعات والإعلان**،(بغداد: دار الحكمة، 1990)، ص320.

[20] Pierre Duchesne , **Méthode de prévision,** (Paris: université de Montréal, 2007), p 05.

من التعاريف السابقة يمكن القول أن : التنبؤ بالمبيعات هو التقدير الكمي (بالقيمة) للمبيعات المستقبلية بناءا على المعطيات المتاحة في الماضي والحاضر، مع الأخذ بعين الاعتبار العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة في المؤسسة.

2- العوامل المؤثرة في دقة التنبؤ بالمبيعات :

تسعى ادارة المبيعات في كل المنشآت لأن تصل الى تنبؤ دقيق عن المبيعات ذلك أن أي خطأ في المبيعات له تأثير على كل النشاطات الأخرى في المنشأة، وليس على ادارة المبيعات فقط، لهذا نجدها لا توفر جهدا في استخدام كل الأساليب الكمية وغير الكمية، و توظف كل الخبرات والمؤهلات التي تجعلها قادرة تحقيق هذا الهدف.

إن عملية التنبؤ بأرقام دقيقة عن المبيعات تبدو صعبة ومعقدة، ذلك أن المبيعات تتأثر بعوامل عديدة غير ثابتة ويصعب معرفة تأثيرها بشكل دقيق وواضح ويمكن حصر هذه العوامل في العوامل الخارجية والعوامل الداخلية.

2-1 العوامل الخارجية :

تشمل جميع العوامل التي تؤثر في الطلب على السلعة (فالسلع ذات الطلب الثابت تكون عملية التنبؤ بمبيعاتها أكثر دقة من السلع التي يكون الطلب عليها غير ثابت) والتي ليس للمنشأة القدرة على السيطرة أو التحكم أو التأثير عليها وهي :

أ- العوامل الإقتصادية : إن الدورات الاقتصادية، التي يشهدها اقتصاد أي دولة من الرواج، كساد يؤثر بشكل جلي في حجم نشاط المؤسسة، وبدوره يؤثر بشكل سلبي أو ايجابي على عملية التنبؤ بالمبيعات ؛ من جهة أخرى فإن خطط وقرارات الدولة الممارسة من طرف منظماتها تؤثر في الطلب على السلع ومنه التأثير على التنبؤ بحجم المبيعات.[21]

ب-العوامل الديموغرافية : إن عملية التنبؤ بالمبيعات تتأثر بعدد السكان، جنسيتهم،توزيعهم كذلك سلوكهم وعاداتهم.[22]

ت-العوامل الاجتماعية : ويقصد بها كل العوامل الاجتماعية التي تؤثر في التنبؤ بالمبيعات، من العادات الاجتماعية، العادات والتقاليد والأعرف الدينية.

ث-العوامل الثقافية والعلمية: تتضمن جميع العوامل التي لها علاقة بالمستوى الثقافي العلمي والتقني السائد في المجتمع،حيث يساعد هذا في تحديد نوعية السلع المطلوبة من أفراد المجتمع، فكلما زاد وعي

[21] عبد الكريم محسن، صباح مجيد النجار، **إدارة الإنتاج والعمليات**، (الطبعة الثانية،الأردن : دار وائل للنشر، 2006)، ص 85.

[22] غانم فنجان موسى، محمد صالح عبد العباس، مرجع سبق ذكره، ص.ص 326-327.

المجتمع وارتقى مستواه التعليمي أثر ذلك في نوعية السلع المطلوبة وكذلك في عملية التنبؤ بها وارتقت نوعية السلع والخدمات المطلوبة.[23]

ج- العوامل الطبيعية : والمتثلة في المناخ السائد والتضاريس الأرضية.

2-2 العوامل الداخلية :

وتشمل جميع التي تتعلق بالإمكانيات المادية والبشرية والمالية المتاحة للمنشأة، والتي تؤثر في تحديد قدرتها في مواجهة العوامل الخارجية وطرح السلع المطلوبة من الأفراد، وهذه العوامل هي :

- الامكانيات المالية للمنشأة؛
- كفاية العاملين في المنشأة بصفة عامة ،وكفاية القوى البيعية وكفاية الأجهزة التي تتولى التنبؤ بالمبيعات وتخطيط المبيعات وبحوث التسويق؛
- قدرة المنشأة على طرح سلعة جديدة أو تطوير السلع الحالية بهدف مواجهة المنافسة؛
- سياسة المنشأة المتعلقة بالأرباح التي تمنحها للوكلاء والموزعين؛
- طرق ومنافذ التوزيع التي تعتمد عليها المنشأة في توصيل البضائع الى المستهلكين والعملاء حاليا وفي المستقبل؛
- تكاليف التسويق.

إن عدم الدقة في نتائج التنبؤ تنجم عن سوء تحديد العلاقات بين المتغيرات الاقتصادية أو عن عدم كفاية المعطيات المجمعة عن الظاهرة المدروسة، وقد تنجم أيضا عن طول مدة التنبؤ، فكلما كانت فترة التنبؤ طويلة كلما زاد الخطأ في التنبؤ، ولهذا يجب ان يكون السقف الزمني محددا حسب طبيعة نشاط المنشأة والظروف المحيطة بها، وتجدر الاشارة الى أن التنبؤ قصير المدى لا يمكن ان يتعدى سنة واحدة على الأكثر، والتنبؤ متوسط المدى يتراوح بين سنة وثلاث سنوات، في حين أن التنبؤ طويل المدى يتجاوز ثلاث سنوات ؛ وما يلاحظ هنا أن هناك علاقة طردية بين قصر المدة ودقة النتائج المحصل عليها، وعلاقة عكسية بين طول المدة ودقة النتائج المحصل عليها، ولذلك تميل المنشأة الى استخدام التنبؤات قصيرة المدى لتمكينها من اعداد موازنة التشغيل لمدة سنة مالية واحدة وتحديد الأسعار والتكاليف ويمكنها التقليل في الخطأ والذي لا يؤثر فقط في أنشطة وفعاليات إدارة المبيعات بل يمتد الى الأجهزة و الوظائف الأخرى خاصة وظيفة الانتاج ووظيفة التخزين.

ويعتبر التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية عملية معقدة، كون أن الكهرباء لا يمكن تخزينها، ففي حالة كون النتائج المحصل عليها أكبر من المبيعات المحققة فعلا، فإن هذا يؤدي الى ضياع الطاقة الكهربائية، الأمر

[23] خليدة دلهوم، "أساليب التنبؤ بالمبيعات-دراسة حالة-"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الحاج لخضر باتنة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير،2009،ص 8.

الذي يكلف المنشأة والدولة خسائر كبيرة، أما في حالة كون النتائج المحصل عليها أقل من المبيعات فعلا فهذا يؤدي الى فجوات واختناقات في الانتاج واضطراب المنظومة الكهربائية، مما يلزم المنشأة بتشغيل العاملين أوقات إضافية لتغطية الطلب على الكهرباء، وقد يؤدي ذلك الى فقدان قسط من الأرباح المتوقعة من المبيعات بسبب زيادة تكاليف الإنتاج، ولهذا يتطلب نجاح عملية التنبؤ بالمبيعات ما لي :[24]

- الخبرة والمهارة الكافية في القائمين بعملية التنبؤ؛
- توفر المعطيات عن ماضي الظاهرة المدروسة؛
- تحديد وتحليل العوامل والمتغيرات الداخلية والخارجية التي تؤثر في الطلب على المبيعات؛
- مراقبة المبيعات باستمرار بهدف معرفة الانحرافات واتخاذ الإجراءات اللازمة لذلك.

المطلب الثاني :أساليب التنبؤ وخصائصها

1-أساليب التنبؤ :

يعتبر اختيار وتطبيق أساليب التنبؤ أمرا هاما في التخطيط للمسائل التجارية والتحكم بها، فقد تعتمد القدرة المالية للمؤسسة على دقة التوقع، حيث أن معلومات التنبؤ ستستخدم في إعداد الميزانية واتخاذ القرارات الهامة، فقد يؤدي خطأ الزيادة أو النقصان في توقع المبيعات بالمؤسسة الى تحمل أعباء كبيرة ناتجة عن الزيادة او النقص في ريع المبيعات، وعندما يكون الطلب ثابتا نوعا ما (لا يتغير أو ينمو أو يتناقص بمعدل ثابت معروف)، فإن تبني توقع أو تنبؤ دقيق يكون سهل نسبيا، على أنه إذا قامت المؤسسة بدراسة المعطيات التاريخية للمبيعات ووجدتها أنها غير مستقرة، فإن عملية التوقع تصبح أكثر تعقيدا.

هذا ويعتمد اختيار نماذج التنبؤ بشكل أساسي على القيود المفروضة على المؤسسة بواسطة سياسة الادارة، والمصادر المتاحة، وظروف التسويق، والتقنيات المستخدمة، والغرض المستهدف، وكمية ودقة البيانات المتاحة.

وبناء على هذا توجد عدة طرق للتنبؤ بالمبيعات ؛ وتتفاوت هذه الطرق من حيث سهولة تطبيقها ودرجة دقة نتائجها، فهناك طرق كيفية سهلة وبسيطة لا تحتاج الى مهارات وخبرة عالية و إنما تعتمد بالدرجة الأولى على الادراك الحدسي والاستقراء التصوري للمستقبل بالاعتماد جزئيا على المعطيات الاحصائية. كما يقوم بعضها على افتراض المستقبل هو امتداد للماضي والحاضر وأن الظروف والعوامل التي أثرت في المبيعات تبقى سارية المفعول بنفس الكم والحجم، والبعض الآخر منها يعتمد على المسح الميداني باستعمال التحري (sondage) على عينة من المستهلكين، ثم تحليل المعطيات المجمعة بهدف تحليل الطلب المتوقع عن طريق الخبرة في الميدان، لكن ما يؤخذ على هذه الطرق أنها مبنية على أساس الحدس والتخمين مما قد يؤدي الى توقعات سلبية

[24] بختي ابراهيم، "نمذجة التنبؤ بالمبيعات"، ص 13، 26/10/2013 :

http://bbekhti.e-ptaalim.info/trv_pdf/prevision%20de%20vente.pdf

حسب درجة التفاؤل والتشاؤم للأشخاص المكلفين بالعملية. كما أن هناك طرقا كمية تقوم على استخدام الأساليب الاحصائية والطرق الرياضية في تحليل المتغيرات وقياسها انطلاقا من المعطيات العددية والبيانات المتاحة لدى المنشأة، وتعرف هذه الطرق بـ"التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنة "فالسلسلة الزمنية هي عبارة عن سلسلة من المبيعات المحققة في الماضي والمتميزة بالخصائص التالية :[25]

- تتكون من قيم معلومة ومحسوبة و محققة فعلا؛
- أن تكون القيم متجانسة في وحدة الزمن؛
- أن تكون القيم ذات دلالة احصائية، أي أن تكون المعطيات العددية كافية لتحليل الظاهرة المدروسة فكلما كانت السلسلة طويلة نسبيا، كلما كان التنبؤ أكثر دقة وذلك حسب المعطيات شهرية ؛ فصلية أو سداسية. ولكن عموما في الدراسة المهتمة بتحليل المبيعات تكون المعطيات ذات طبيعة شهرية.

وبوجه عام فإن التنبؤ لا بد و أن يشمل درجة من عدم الدقة، ومعرفة المخرجات المطلوبة، و المدخلات ذات القيمة التي تؤثر على الطلب. يمكن أن نحلل نماذج التنبؤ المختلفة. فنموذج التنبؤ يجب اختياره بمراعات احتياجات المستخدم والمصادر والبيانات المتاحة. كما يجب أن يكون التنبؤ متوافقا مع المعلومات والبيانات السابقة و المتوفرة لدى مستخدم النموذج، والتي يمكن الحصول عليها من المصادر الداخلية للمنشأة (مستندات ادارة المبيعات) أو من المصادر الخارجية كالنشرات و الاحصائيات التي تقوم بإعدادها الدوائر المختصة في الدولة، أو تلك الدوائر البحثية والطلابية في المعاهد والجامعات. فقد تتطلب بعض النماذج مستخدما لديه القدرة على التحليل والقياس الاحصائي. كما أن بعض المديرين لا يحبون استخدام نتائج أنظمة لا يفهمونها، ولذلك فإن استخدام أنظمة متعارف عليها ومشهورة يكون أكثر راحة لمن يستخدمها. وعلى هذا، فإن طريقة التنبؤ يجب أن تناسب الجو العام للمؤسسة وسياسة الادارة، فالكثير من النماذج تتطلب بيانات مسبقة، وإذا لم يتوفر مثل هذه البيانات فإنه سيكون من الطبيعي إستبعاد الكثير من التقنيات.

وتعتمد التقنيات المختصة للتنبؤ بالعنصر الكمي على وجود بيانات مسبقة دقيقة، كما أن تقنيات التنبؤ التي تعتمد على تقنيات غير كافية لا تعطي تنبؤات صحيحة، فاختيار التقنيات تتحدد أساسا على مقدار المعلومات المتاحة ،وعادة ما يشمل التنبؤ على الاعتبارات التالية [26]:

- عناصر التنبؤ (المنتجات)؛
- الحد الأدنى والحد الأقصى للتنبؤ؛
- تقنيات التنبؤ(العنصر الكمي والعنصر الكيفي)؛
- وحدة القياس (بالقيمة، و الأوزان)؛

[25] المرجع السابق، ص13.

[26] سيد كاسب ، محمد فهمي علي، مرجع سبق ذكره، ص45.

- الفاصل الزمني (أسابيع ،أو شهور،أو ربع سنوي)؛
- مكونات التنبؤ (المستويات، و الميول، والموسمية، ودورة المنتج، والتنوع)؛
- دقة التنبؤ (أخطاء القياس)؛
- المواقف الخاصة والتقارير الاستثنائية؛
- مراجعة شاملة لمقاييس ومعايير التنبؤ.

وتجدر الإشارة هنا الى أن التنبؤ بالأرقام للمستقبل،لا يجب أن يبنى على البيانات التاريخية السابقة والقواعد الكمية. إذ يمكن بأخذ مجموعة مختلفة من السنوات التوصل الى اكثر من معادلة تختلف كل منها على الأخرى اختلافا بينيا، وعلى هذا فإن بيانات السلسلة يجب التأكد منها من الناحية الموضوعية قبل إخضاعها لهذه العمليات البحتة. وعلى كُلٍ يمكن القول أن الطرق الكمية هي عوامل مساعدة للإدارة العليا لبناء التنبؤات على أسس سليمة، ولا بد أن تقرن بالإلمام بظروف المؤسسة والصناعة والعوامل الاقتصادية والتجارية المحيطة بالمشروع .

2- خصائص أسلوب التنبؤ:

يتميز أسلوب التنبؤ بالخصائص التالية :[27]

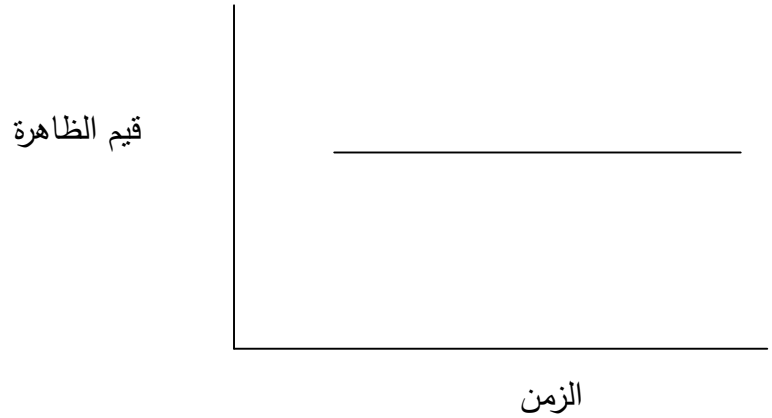
2-1 الأفق الزمني : يتعلق الأفق الزمني لأسلوب التنبؤ بعنصرين أساسيين، العنصر الأول : يختص بالمدى الزمني المناسب للتنبؤ، فهناك أساليب أفضل في التنبؤ لفترت قصيرة الأجل في المستقبل، بينما هناك أساليب تتناسب مع الأجل المتوسط والأجل الطويل. وبوجه عام تستخدم الأساليب غير الكمية في حالة ما يكون أفق التنبؤ الزمني طويلا .أما العنصر الثاني : فيختص بعدد فترات التنبؤ في المستقبل. فهناك أساليب تنبؤ بفترة واحدة أو فترتين فقط، بينما هناك اساليب تنبؤ بعدد أكبر من الفترات.

2-2 نمط البيانات : تفترض أساليب التنبؤ الكمية نمطا معينا للبيانات يستخدم في التنبؤ بسلوك الظاهرة في المستقبل، أما الأساليب غير الكمية فإنها تتقبل أي نمط يمكن تحديده، وعادة ما تأخذ البيانات أحد الأنماط التالية :

2-2-1 **النمط الأفقي** : يتواجد النمط الأفقي حينما لا يكون هناك اتجاه مؤثر في البيانات، وفي هذه الحالة تعرف سلسلة البيانات بكونها "ثابتة"، بمعنى أنها لا ترتفع أو تنخفض بناء على نمط معين. وبالتالي هناك احتمال أن تكون إحدى قيم السلسلة أكبر أو أقل من النمط العام متساوية، كما يتضح من الشكل:

[27] المرجع السابق، ص.ص47-49.

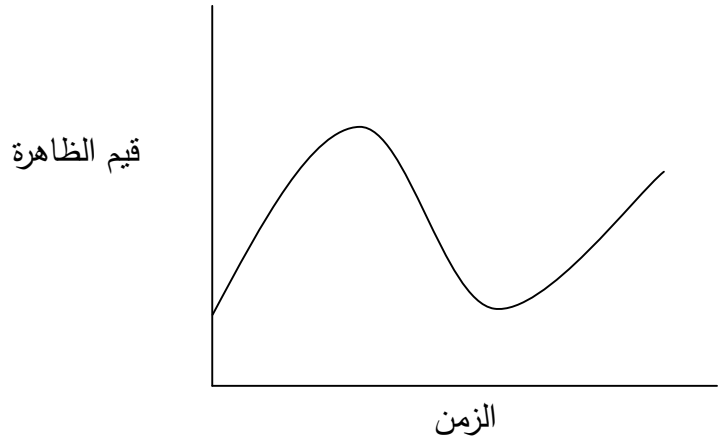
الشكل(1-6) : نمط البيانات الأفقي



2-2-2 **النمط الموسمي** : تأخذ البيانات صفة النمط الموسمي عندما تتذبذب قيم الظاهرة مع عامل موسمي معين. ولا يقصد بالضرورة المواسم المناخية وهي الصيف والخريف والشتاء والربيع، ولكن أيضا الأعياد والاحتفالات وبداية أول شهر وأيام الأسبوع وساعات اليوم وهكذا. ومن أمثلة المنتجات التي تتأثر بنمط موسمي المشروبات الغازية، ووسائل التدفئة المنزلية، وغيرها.

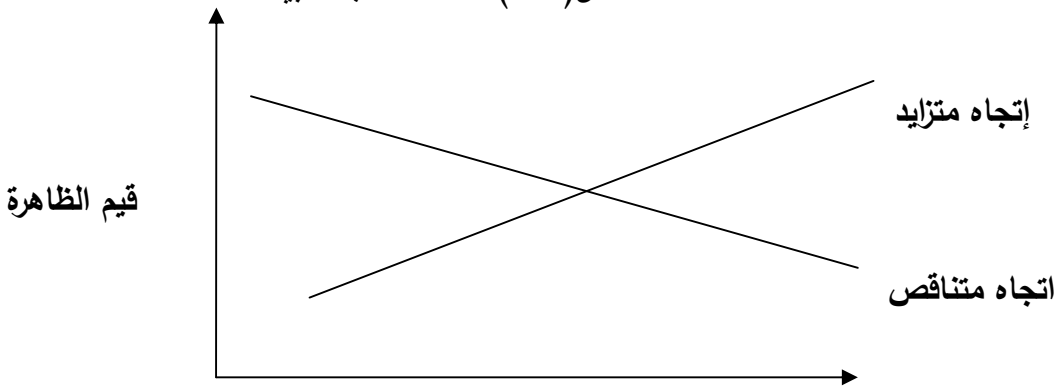
2-2-3 **نمط الدورة الاقتصادية** : هناك تشابه كبير بين النمط الموسمي ونمط الدورة الاقتصادية مع اختلاف هام، وهو أن طول الفترة الزمنية للدورة الاقتصادية تكون أكثر من عام. ويبين الشكل (1-7) هذا النوع من نمط البيانات.

الشكل(1-7) : نمط الدورة الاقتصادية للبيانات



2-2-4 **نمط الاتجاه** : تأخذ البيانات نمط الاتجاه عندما تتزايد أو تتناقص قيم الظاهرة خلال فترة زمنية معينة، مثل سلسلة الدخل القومي، وأسعار العديد من السلع، وحجم مبيعات الشركة وغيرها. ويوضح الشكل(1-8) نمط الاتجاه، حيث عادة ما يستنبط الاتجاه العام للبيانات مع تواجد بعض القيم التي تكون أكبر أو أصغر من قيم الاتجاه.

شكل(8.1) : نمط الاتجاه للبيانات



2-3 نوع نموذج التنبؤ: يمكن تقسيم نماذج التنبؤ الى أربعة أنواع أساسية وهي :

- النماذج التي تربط سلوك الظاهرة بعامل الزمن ،مثل السلاسل الزمنية؛
- النماذج السببية والتي تربط الظاهرة وسلوكها بمسببات أو عوامل مؤثرة مستقلة، مثل أسلوب الانحدار؛
- النماذج الاحصائية التي تتطلب إجراء اختبارات ثقة ومستوى رفيع من أساليب التحليل باستخدام الاحتمالات؛
- الأساليب غير الاحصائية والتي لا تستخدم بالضرورة اختبارات الفروض وفترات التنبؤ ودرجات الثقة وغيرها.

2-4 التكاليف : تتكون عناصر تكاليف أسلوب التنبؤ من تكاليف تطوير الأسلوب ،وتكاليف تجهيز البيانات المطلوبة وتخزينها، وتكاليف اجراء التنبؤ ذاته.وبالطبع تختلف تكاليف الأساليب عن بعضها البعض طبقا لطبيعة وشروط استخدام كل منها.

2-5 الدقة : يعتبر عنصر دقة التوقعات الممكن الحصول عليها نتيجة استخدام أسلوب تنبؤ معين، أحد العوامل الهامة فى اختيار الأسلوب المناسب. ولا شك أنه كلما زادت دقة التنبؤات كلما ارتفعت تكاليف التنبؤ بوجه عام. ومن أجل هذا يحتاج الأمر أن يحدد صانع القرار مستوى الدقة المناسب للتنبؤات الخاصة بالظاهرة موضع الدراسة، وبالتالى اختيار الأسلوب المناسب.

2-6 سهولة الاستخدام : تشير الأدلة إلى أن استخدام الإدارة للأساليب العلمية، يتوقف على مدى فهمها للأسلوب وسهولة استخدامه. ولذلك فإنه بالإضافة إلى توافق خصائص أسلوب التنبؤ مع خصائص عملية اتخاذ أو صنع القرار،فإن سهولة الاستخدام تعتبر عاملا أساسيا فى اختيار الأسلوب المناسب.

المطلب الثالث:أهمية التنبؤ بالمبيعات وعلاقته بتخطيط المبيعات

1-أهمية التنبؤ بالمبيعات:

يتيح التنبؤ معلومات ومؤشرات تسترشد بها الإدارة-عموما -وإدارة المبيعات وإدارة الإنتاج والعمليات بشكل خاص في تصميم الأهداف والاستراتيجيات الإنتاجية كما تفيد تلك المعلومات والمؤشرات في عملية صنع قرارات الإنتاج والعمليات.

ومن المزايا أيضا أن التنبؤات تعمل على ترابط أجزاء المنشأة وتكاملها والتنسيق بينها ،فالتنبؤات كجزء من عمليات التخطيط تشمل جميع المستويات التنظيمية وتغطي جميع وظائف المنشأة ،فهناك تنبؤات تزود أساسا للخطط العامة والرئيسية والفرعية والفرعية المساعدة ، وهناك تنبؤات تعتمد عليها الخطط التسويقية والانتاجية والمالية والشرائية وخطط العلاقات العامة.[28]

تسعى المؤسسة من خلال عمليات التنبؤ الى الوصول الى رقم تقديري للمبيعات، وتعتبر هذه العملية في غاية الأهمية للأسباب التالية :[29]

- يعتبر التنبؤ بالمبيعات الأساس الذي يعتمد عليه في عمليات التخطيط في كافة الأنشطة التي تمارسها أقسام وإدارات المنشأة، حيث على ضوء هذا التنبؤ يتم صياغة خطط الانتاج، المشتريات، التسويق، والتمويل...

- تستطيع المنشأة من خلال عملية التنبؤ بالمبيعات تقدير تكاليف الأنشطة التي ستقوم بتنفيذها، وبالتالي تتمكن من تحديد مصادر الحصول على الأموال، ويتم إعداد الموازنة المالية.

-تستطيع المنشأة من خلال عملية التنبؤ تحديد الأرباح المتوقعة من المبيعات في نهاية الفترة الزمنية التي تغطيها عملية التنبؤ ،وذلك بطرح تكاليف المبيعات المتوقعة من الايرادات المتوقعة من المبيعات.

-يساعد التنبؤ بالمبيعات الإدارة في مراقبة نشاط إدارة المبيعات، ورجال البيع، وتحديد مدى كفايتهم في تنفيذ المهام المسندة اليهم، وذلك لأن التنبؤ يوفر الأساس الذي يستخدم في مقارنة المبيعات المحققة من المبيعات المتوقعة.

- يسهم التنبؤ في توجيه جهود الأفراد العاملين وتوظيفها لخدمة تحقيق الأهداف وترشيد قرارات الادارة المتعلقة بالإنفاق على مختلف الأنشطة.

[28] صلاح الشنواني، **التنظيم والإدارة في قطاع الأعمال**، (مصر، مركز الاسكندرية للكتاب ،1999)، ص 392.

[29] عبلة محرمش، "تقدير نموذج للتنبؤ بالمبيعات باستخدام السلاسل الزمنية (نماذج بوكس و جنكينز)-دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز(منطقة ورقلة)"،مذكرة ماجستير غير منشورة،جامعة ورقلة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير،2006، ص 12.

2- علاقة التنبؤ بالمبيعات بتخطيط المبيعات[30]:

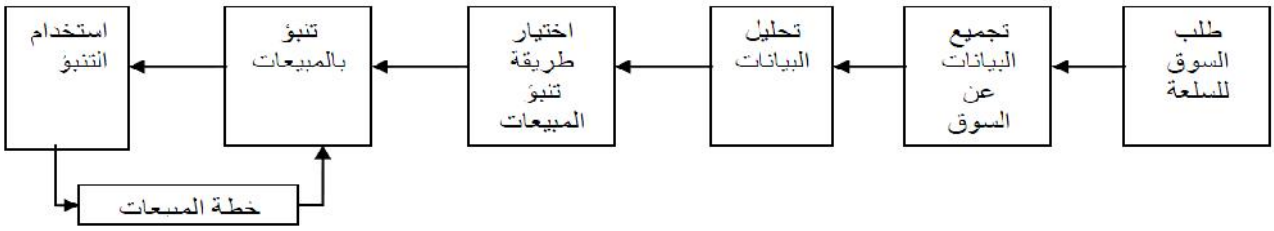
تبدأ عملية التنبؤ بالمبيعات بدراسة طبيعة السوق لمعرفة مستوى الطلب على السلع والخدمات ويتطلب هذا تجميع البيانات عن السوق وعن المتغيرات المؤثرة في طلب المبيعات وبعد هذا يتم تحليل تلك البيانات بهدف الحصول على مؤشرات تستخدم في عملية التنبؤ،وعند الانتهاء من إعداد التنبؤ بالمبيعات يتم إعداد خطط المبيعات وفقا لأهداف المنشأة.

ويعد التنبؤ بالمبيعات عملية أساسية ولها أولوية على جميع أنواع التنبؤات الأخرى. فالتنبؤ بالمبيعات طويلة الأجل يساعد على تخطيط النفقات الاستثمارية (الاستثمار الرأسمالي)، ويساعد على تخطيط المبيعات قصيرة الأجل. والتنبؤ بالمبيعات في الأجل القصير يساعد على تحديد الكميات المطلوب إنتاجها، ومن ثم تحديد المستلزمات السلعية المطلوب توافرها، والقوى العاملة المطلوب وجودها.

إذا نستطيع القول أن هناك علاقة بين التنبؤ بالمبيعات وتخطيط المبيعات، إذ يعتمد تخطيط المبيعات –كما سبق ذكره– على النتائج المتحصل عليها من عملية التنبؤ بالمبيعات، والتنبؤ بالمبيعات يعتمد هو أيضا على خطط المبيعات التي تم إعدادها في السابق، باعتبار أن تلك الخطط تمثل أحد مصادر المعلومات التي تقوم الجهات الموكل لها مسؤولية التنبؤ بدراستها وتحليلها، واعتمادها كمؤشر هاما في التنبؤ بالمبيعات في المستقبل.

ويعرض الشكل (1-9) العلاقة المتبادلة بين التنبؤ بالمبيعات وتخطيط المبيعات. وتظهر منه أن نقطة البداية في عمليات التنبؤ بالمبيعات وتخطيطها تكون بدراسة السوق لمعرفة مستوى الطلب على السلع والخدمات. ويتطلب هذا تجميع البيانات عن السوق وعن المتغيرات المؤثرة في الطلب على المبيعات، وبعدها يتم تحليل البيانات بهدف الحصول على مؤشرات تستخدم في عملية التنبؤ، وتقوم الجهة المكلفة بالتنبؤ باختيار إحدى طرق التنبؤ انطلاقا من المؤشرات المتحصل عليها، وبعد الانتهاء من اعداد التنبؤ بالمبيعات يتم اعداد خطط المبيعات على ضوء نتائج عملية التنبؤ.

الشكل (1-9) : العلاقة التبادلية بين التنبؤ بالمبيعات وتخطيط المبيعات



المصدر: عبلة مخرمش، مرجع سبق ذكره، ص20.

[30] المرجع السابق، ص.ص19-20.

خلاصة الفصل:

أدى الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية في الجزائر الى تغير الإطار التشريعي للقطاع، وذلك من قطاع محتكر من طرف الدولة الى قطاع تنافسي. وقد فرض هذا التشريع الجديد على شركة سونلغاز التغيير في بنيتها(الهيكل التنظيمي) عن طريق انشاء فروع قاعدية للإنتاج وأربعة مديريات جهوية للتوزيع.

وتسعى سونلغاز الى الرفع من قدراتها الانتاجية لتلبية الطلب المتزايد على الكهرباء، وذلك بالاعتماد على الغاز الطبيعي كوقود أساسي ومحاولة تطوير الطاقات المتجددة التي تعد مستقبل انتاج الطاقة في ظل استمرار نضوب واستنزاف للطاقة التقليدية، بالإضافة الى تكثيف وتطوير شبكتها الناقلة للكهرباء والعمل على تحسين خدماتها الموجهة الى زبائنها، كما سعت سونلغاز الى ربط شبكتها بالدول المجاورة قصد التعاون وتقاسم احتياط الطاقة الكهربائية.

واستنادا الى التقدم العلمي والتقني لمعدات ونظم الطاقة، فهناك أهمية لرفع كفاءة العمليات المرتبطة بإنتاج واستخدام الطاقة الكهربائية، ودمج قضايا تحسين كفاءتها وترشيد استهلاكها وتشجيع نقل التقنيات الأعلى كفاءة في استخدام الطاقة ودعم تصنيعها، بالإضافة لنشر الوعي العام حول امكانيات ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة الاستخدام.

ويمكن ادارة الطلب على الطاقة الكهربائية من خلال تقليل أوقات الذروة في الاستهلاك وخاصة عندما يصل استهلاك الطاقة الى حدوده القصوى، وتحميل الأحمال بين الأوقات المختلفة خلال اليوم وبين فصول السنة، وتخفيض الطلب الاجمالي على الطاقة بشكل عام (توفير استراتيجي للطاقة) في إطار توفير خدمات امدادات الطاقة باستخدام أقل ما يمكن للطاقة. ويمكن تحقيق نمو استراتيجي من خلال التحول بين نوع من الطاقة الى نوع آخر باستخدام طرق أكثر ملائمة كأحد وسائل ادارة الطلب.

وللتنبؤ بالمبيعات أهمية بالغة، حيث يعد الأساس في تحديد مستقبل الأنشطة الانتاجية، وعلى ضوء ذلك يتم ضبط الانتاج وكذا اعداد الموازنات الخاصة بالمبيعات والإنتاج والمشتريات من الطاقة الكهربائية، كما يمكن التنبؤ بالمبيعات من تقليل الفاقد في الطاقة في معامل انتاج الطاقة الكهربائية، ومن خلال اعداد التنبؤات التي توضح الطلب المحتمل على الطاقة، تستطيع المؤسسات تحديد كفاية المناطق المختلفة من الطاقة وذلك قصد استمرارية التغذية للمشتركين وتقليل عدد مرات الانقطاع.

ولا بد من التأكيد على أن التنبؤ يستند الى تحليل أرقام البيانات الماضية أو الخبرة الماضية بشكل دقيق وواضح ؛ لهذا فإنه ليس عملا عشوائيا أو عملا من أعمال الرجم بالغيب، أو التخمينات غير الواقعية، أو الأماني التي لا تستند إلى الواقع وخبرته. ولكن التنبؤ بالمقابل لا يعني ولا يفترض أيضا المطابقة بين النتائج والأحداث المتوقعة والأحداث الفعلية، وأن قدرا معينا من الخطأ (انحراف التنبؤ عن الطلب الفعلي) يمكن أن يحدث، وأن الدقة المطلقة لا يمكن أن تتحقق في التنبؤ، وإذا ما أصبحت مثل هذه الدقة هدفا كحالة افتراضية ؛

فإنها لا بد أن تعني جهدا فائقا وكلفة عالية جدا لا يمكن تبريرها من الناحية الاقتصادية. ويمكن تقسيم عملية التقدير هذه تبعا لمعيار المنهجية المعتمدة الى قسمين رئيسيين : الأول يعتمد على الخبرة والتجربة والتقدير الذاتي باستخدام أساليب التناظر وأراء ذوي الشأن والخبرة، أما القسم الثاني فيعتمد على طرق علمية تتسم بالموضوعية وضآلة تأثير العوامل الذاتية، بحيث تعطي نفس المعلومات المستخدمة لتفسير أية ظاهرة من قبل أشخاص مختلفين نتائج متماثلة تماما، وتتضمن هذه الأخيرة النماذج السببية والنماذج غير السببية أو ما يسمى بنماذج السلاسل الزمنية والذي يعتبر أحد أكثر الأساليب دقة وشيوعا في الاستخدام.

الفصل الثاني

تحليل السلاسل الزمنية العشوائية

تمهيـــد :

يعد أسلوب تحليل السلاسل الزمنية Time Series Analysis من الأساليب الإحصائية الجديرة بالاهتمام، والتي تطورت كثيراً، وأصبح بالإمكان استخدامها لغرض التوقع لمستقبل العرض والطلب على خدمة أو سلعة ما. ويعتمد أسلوب تحليل السلاسل الزمنية على تتبع الظاهرة (أو المتغير) على مدى زمني معين (عدة سنوات مثلاً)، ثم يتوقع للمستقبل بناءً على القيم المختلفة التي ظهرت في السلسلة الزمنية وعلى نمط النمو في القيم ؛ وبهذا فهو يتفوّق على الأسلوب التقليدي، إذ أن الأسلوب التقليدي يحسب فرق القيمة بين زمنين اثنين فقط من السلسلة الزمنية ويبني التوقع المستقبلي على أساسهما، بدون مراعاة للنمط العام للسلسلة أو للارتفاع والانخفاض الذي يحدث لقيم السلسلة الزمنية المتصلة.

إن التنبؤ باستخدام نماذج بوكس–جنكينز يقتضي المرور بخطوات عديدة بما فيها التعرف والتقدير واختبارات التشخيص وصولا الى التنبؤ. ويحتاج المرور من خطوة الى أخرى الى التأكد من بعض الخصائص الاحصائية للسلاسل الزمنية، وذلك باختبار سكون السلسلة الزمنية من عدمه وهو الأمر الهام في تصميم النماذج الاقتصادية، إضافة الى دراسة التوزيع الاحتمالي الذي تخضع له الظاهرة قيد الدراسة وقابلية السلسلة الزمنية للتنبؤ على المدى القصير أم الطويل. سنحاول نحن في هذا الفصل الإلمام بأساليب وأدوات التحليل الاحصائي المعروفة في اختبار رفض أو قبول الفروض التصورية التي بنيت عليها هذه الاختبارات.

المبحث الأول : الخصائص الإحصائية للسلاسل الزمنية

المطلب الأول : اختبارات استقرارية السلسلة الزمنية

قبل الشروع في دراسة تقلبات أي ظاهرة اقتصادية لا بد من التأكد أولا من وجود اتجاه في السلسلة الزمنية، وحسب طبيعة نمو السلسلة يمكننا أن نميز بين سلاسل زمنية مستقرة وسلاسل زمنية غير مستقرة أي ذات اتجاه. فالسلسلة الزمنية المستقرة هي تلك التي تتغير مستوياتها مع الزمن دون أن يتغير المتوسط فيها، وذلك خلال فترة زمنية طويلة نسبيا، أي أن السلسلة لا يوجد فيها اتجاه لا نحو الزيادة ولا نحو النقصان، أما السلسلة الزمنية غير المستقرة فإن مستوى المتوسط فيها يتغير باستمرار سواء نحو الزيادة أو النقصان.[31]

حتى يمكن تطبيق منهجية بوكس–جنكيز للتنبؤ لا بد أن تكون السلاسل الزمنية المختارة مستقرة، ويقصد بالإستقرارية من الناحية الاحصائية أن يكون الوسط الحسابي والتباين ثابتين، أي أن السلسلة تكون مستقرة إذا تمتعت بالخصائص التالية[32]:

- ثبات متوسط قيمها عبر الزمن أي $E(Y_t) = E(Y_{t+k}) = «$
- ثبات تباين قيمها عبر الزمن أي

$$\text{var}(Y_t) = E[Y_t - E(Y_t)]^2 = \text{var}(Y_{t+k}) = E[Y_{t+k} - E(Y_{t+k})]^2 = ¥(0) = \pm^2$$

- التباين المشترك (التغاير) بين قيمتين لنفس المتغير يعتمد على الفجوة الزمنية بين القيمتين وليس على القيمة الفعلية للزمن، أي:

$$\text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - «)(Y_{t+k} - «)] = \text{cov}(Y_{t+k}, Y_{t+k+s}) = ¥(k)$$

فإذا كانت السلسلة الزمنية تحمل بين طياتها مركبة الاتجاه العام ومركبة موسمية فيجب استبعاد ذلك (نظرا لتأثيره على استقرار السلسلة الزمنية) بواسطة استخدام مرشح الفروق، ويمكن الإستدلال باستقرارية السلسلة الزمنية بيانيا عن طريق رسم السلسلة مع الزمن فإذا وجد فيها نمو أو هبوط في البيانات فإنها غير مستقرة، أي أنها تكون مستقرة اذا تذبذبت حول وسط حسابي ثابت مع تباين ليس له علاقة بالزمن[33].

---

[31] محمد شيخي، **طرق الاقتصاد القياسي : محاضرات وتطبيقات**، (الطبعة الأولى، الأردن : دار الحامد للنشر والتوزيع، 2012)، ص 200.

[32] خلود موسى عمران، ريسان عبد الإمام زعلان،"استخدام بعض الاساليب الاحصائية للتنبؤ باستهلاك اطاقة الكهربائية في امملكة العربية السعودية"،العلوم الإقتصادية،(المجلد 8، العدد 29،2012)،ص 280.

[33] Guy Mélard,Méthod de prévision a court terme ,(Bruxelles : Editions de l'Université de Bruxelles,1990),p282.

1- اختبار معنوية معاملات دالة الإرتباط الذاتي :

توضح دالة الارتباط الذاتي لسلسلة زمنية الارتباط الموجود بين المشاهدات لفترات مختلفة وهي ذات أهمية بالغة في إبراز بعض الخصائص الهامة للسلسلة الزمنية، ومن الناحية العملية نقوم بحساب دالة الارتباط الذاتي للمجتمع بواسطة دالة الارتباط الذاتي للعينة، حيث تتمثل دالة الارتباط الذاتي عند الفجوة k كما يلي[34]:

$$\rho(k)_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{T}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k}\bar{Y})}{\sum_{t=1}^{T}(Y_t - \bar{Y})^2} \qquad ,t = 1,2,3,...,T$$

ويمكن حساب الصيغة من بيانات عينة على النحو التالي : $\rho(k) = \frac{\gamma(k)}{\gamma(0)}$

حيث:

$$\gamma(k) = \frac{\sum(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{T-k}$$

و

$$\gamma(0) = \frac{\sum(Y_t - \bar{Y})^2}{T}$$

T : حجم العينة

k:طول الفجوة الزمنية.

كما يمكن رصد $\rho(k)$ على شكل انتشار عند الفجوات المختلفة[35]، وتتراوح قيمة معامل الارتباط الذاتي بين $(-1 \le p(k) \le +1)$

ويتطلب استقرار السلسلة أن يكون $\rho(k)$ مساويا للصفر، أو أن لايختلف جوهريا عن الصفر بالنسبة لأي فجوة $(k \ge 0)$، وبعبارة أخرى يجب أن تقع معاملات الارتباط الذاتي داخل حدود فترة الثقة (95%) فإذا وقع خارج حدود فترة الثقة لفترة طويلة فان معاملات ACF تختلف معنويا عن الصفر لعدد كبير نسبيا من الفجوات الزمنية لذا يقال أن السلسلة غير مستقرة.

في حالة ما إذا كانت السلسلة الزمنية مستقرة فإن معاملات الارتباط الذاتي غالبا ما يكون لها توزيع طبيعي وسطه الحسابي صفر وتباينه $(\frac{1}{T})$ [36]، ومن ثم فإن حدود فترة الثقة عند مستوى معنوية 5% لعينة كبيرة الحجم هي : $\pm 1.96\sqrt{1/T}$

[34] مولود حشمان، **نماذج وتقنيات التنبؤ قصير المدى**، (الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، 2002)، ص 13.

[35] حمد بن عبد الله الغنام،" تحليل السلسلة الزمنية لمؤشر اسعار الأسهم في المملكة العربية السعودية:باستخدام منهجية بوكس-جنكينز (Box-Jenkins Method)"، مجلة جامعة الملك عبد العزيز:الاقتصاد والادارة، (المجلد 17، العدد 2، 2003)، ص 10.

فإذا كانت $\hat{\rho}(k)$ يقع داخل هذه الحدود يتم قبول فرض العدم :

$$H_0 : \rho(k) = 0$$

وإذا كان $\hat{\rho}(k)$ خارج هذه الحدود فإننا نقبل الفرض البديل :

$$H_1 : \rho(k) \neq 0$$

ولإجراء اختبار مشترك لمعنوية معاملات الارتباط الذاتي كمجموعة نستخدم إحصائية Box–Pierce [37]:

$$Q = T\sum_{k=1}^{K} \hat{\rho}^2(k)$$

التي تتوزع توزيع χ^2 بدرجة حرية K و نسبة معنوية α.

- ✓ إذا كان $Q \geq \chi^2_{\alpha}(K)$ نرفض فرضية العدم القائلة بأن كل معاملات الارتباط الذاتي مساوية للصفر وهذا يعني أن السلسلة غير مستقرة.
- ✓ إذا كان $Q \leq \chi^2_{\alpha}(K)$ نرفض الفرضية البديلة ونقبل فرضية العدم وهذا يعني أن السلسلة مستقرة (ساكنة).

كما أنه توجد إحصائية أخرى بديلة تستخدم في إجراء نفس الاختبار السابق تسمى بـ Ljung–Box statistic وهي إحصائية Box–Pierce المعدلة و التي تعطى بالعلاقة التالية[38] :

$$LB = T(T+2)\sum_{k=1}^{K} \frac{\hat{\rho}^2(k)}{T-k}$$

التي تتوزع توزيع χ^2 بدرجة حرية K و نسبة معنوية α. ويمكن استخدامها في حالة العينات الصغيرة الحجم لأنهما تعطي نتائج أفضل من Q، مع كونها تصلح للعينات كبيرة الحجم[39].

وفي حالة كون السلسلة الزمنية غير مستقرة فان ذلك يتطلب إجراء الفرق الأول حيث نعتبر W_t كأنها سلسلة مفرقة حيث $t = 2,3.....,T$ ، $W_t = \nabla Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ ، ثم يطبق نفس التحليل السابق حتى تصبح مستقرة، ومن ثم تحدد قيمة d كعدد الفروق للحصول على سلسلة مستقرة :

---

[36] M. Brtellet,"On the Theoretical Specification of Sampling Properties of Autocorrelated Time Series",Journal of the Royal Statistical Society,(Vol 8,No 1,1946),PP 27-41.

[37] G.E.P.Box,David A.Pierce,"Distribution of Autocorrolation in autoregressive moving average time series models ",journal of the American Statistical Assosiation,(Vol 65,NO32,December 1970),p 1517.

[38] G.Ljung,G.Box,"On a Measure of Lack of Fit in Time Series Model",Biometrica,(Vol 65,No 2,1978), p 298.

[39] عبد القادر محمد عبد القادر عطية،**الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق**،(الطبعة الثانية، الاسكندرية : الدار الجامعية،2005)، ص 620.

$$W_t = \Delta^d Y_t \quad ,t = d+1, d+2, ..., T$$

ويمكن الإعتماد على دالة الإرتباط الذاتي في الكشف عن وجود مركبة فصلية حيث تظهر في شكل قمم وانخفاضات في فترات زمنية تعادل p ، أي أنه تظهر قمة في دورة تعادل p ونفس الشيء بالنسبة للإنخفاضات[40]. ففي حالة ثبوت وجود مركبة موسمية في السلسلة الزمنية يتم أخذ الفروق الموسمية مثل الفرق الثاني عشر للبيانات الشهرية أو الفرق الرابع للبيانات الفصلية لجعلها مستقرة.

2- اختبارات الجذر الوحدوي :

2-1 اختبار فيليبس و بيرون (1988) Phillips and Perron test :

يعتبر هذا الاختبار غير المعلمي فعالا، حيث يأخذ بعين الاعتبار التباين الشرطي للأخطاء، فهو يسمح بإلغاء التحيزات الناتجة عن المميزات الخاصة للتذبذبات العشوائية، حيث اعتمد Philips and Perron (1988) نفس التوزيعات المحدودة لاختباري DF و ADF[41]. ويجرى هذا الاختبار في أربعة مراحل[42] :

- ✓ تقدير بواسطة OLS النماذج الثلاثة القاعدية لاختبار Dickey-Fuller، مع حساب الإحصائيات المرافقة.
- ✓ تقدير التباين قصير المدى : $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\hat{\varepsilon}_t^2$ ، حيث $\hat{\varepsilon}_t$ تمثل البواقي.
- ✓ تقدير المعامل المصحح s_1^2 ، المُسمَّى التباين طويل المدى، والمستخرج من خلال التباينات المشتركة لبواقي النماذج السابقة، حيث :

$$s_1^2 = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\hat{\varepsilon}_t^2 + 2\sum_{i=1}^{l}\left(1-\frac{i}{l+1}\right)\frac{1}{T}\sum_{t=i+1}^{T}\hat{\varepsilon}_t\hat{\varepsilon}_{t-i}$$

من أجل تقدير هذا التباين يجب من الضروري إيجاد عدد التباطؤات l Newey-West، المقدر بدلالة عدد المشاهدات الكلية T، على النحو التالي : $l \approx 4\left(\frac{T}{100}\right)^{2/9}$

- ✓ حساب إحصائية فيليبس وبيرون : $t_{\hat{\rho}}^* = \sqrt{k}\times\frac{(\hat{\rho}-1)}{\hat{\sigma}_{\hat{\rho}}} + \frac{T(k-1)\hat{\sigma}_{\hat{\rho}}}{\sqrt{k}}$ مع $k = \frac{\hat{\sigma}^2}{s_1^2}$ ، والذي يساوي(-1) في الحالة التقاربية (asymptotic) عندما تكون $\hat{\varepsilon}_t$ تشويشا أبيض. هذه الإحصائية تقارن مع القيمة الحرجة لجدول ماك كينون MacKinnon.

[40] مولود حشمان، مرجع سبق ذكره، ص 38.

[41] قبلي زهير، " تحديد سعر النفط الخام في الأجلين القصير والطويل باستعمال تقنيات التكامل المتزامن ونماذج تصحيح الخطأ"،مذكرة لنيل شهادة الماجستير غير منشورة، جامعة الجزائر، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، 1999، ص 50.

[42] REGIS BOURBONNAIS, **Econométrie**, (5 édition ,Paris:Dunod,2003), P234.

2-2 اختبار KPSS (KPSS Test, 1992)[43] :

اقترح Kwiatkowski; Phillips; Schmidt; Shin (1992) استخدام اختبار مضاعف لاغرانج، لاختبار فرضية العدم التي تقرر الاستقرارية للسلسلة. ويكون اختبار KPSS على المراحل التالية :

- ✓ فبعد تقدير النماذج (2) أو (3)، نحسب المجموع الجزئي للبواقي : $S_t = \sum_{i=1}^{t} £_i$.
- ✓ نقدر التباين الطويل الأجل s_1^2 بنفس طريقة اختبار فليبس وبيرون.
- ✓ نحسب إحصائية اختبار KPSS من العلاقة : $LM = \frac{1}{s_1^2} \frac{\sum_{t=1}^{T} S_t^2}{T^2}$

- نرفض فرضية العدم (فرضية الاستقرار) : إذا كانت الإحصائية المحسوبة LM أكبر من القيمة الحرجة المستخرجة من الجدول المعد من طرف Kwiatkowski, Phillips, Schmidt.and Shin (1992).
- نقبل بفرضية الاستقرار : إذا كانت الإحصائية LM أصغر من القيمة الحرجة.

المطلب الثاني : اختبارات التوزيع الطبيعي[44]

للبدء بدراسة السلوك الدوري لأي سلسلة زمنية مستقرة فلا بد أولا من دراسة التوزيع الاحتمالي الذي تخضع له أي ظاهرة من أجل اعطاء نظرة أولية حول طبيعة هذه السلسلة.

1-اختبار Skewness للتناظر واختبار Kurtosis للتفلطح :

إذا كان العزم الممركز من الدرجة k للسلسلة Y_t من الشكل $«_k = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^k$ فإن معامل Skewness يكتب كما يلي :

$$S = \frac{\left[\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(Y_t - m)^3\right]^2}{\left[\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(Y_t - m)^2\right]^3} = \frac{«_3^2}{«_2^3} = \quad 1$$

[43] Denis Kwiatkowski et al,"Testing the null hepothesis of stationarity against the alternative of a unit root",Journal of Econometrics,(No 54, 1992) ,pp 162-177.

[44] السعيد هتهات، "دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر"، مذكرة لنيل شهادة الماجستير غير منشورة، جامعة ورقلة، كلية الحقوق والعلوم الاقتصادية،2006، ص 141.

أما معامل Kurtosis فهو : $K = \frac{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(Y_t - m)^4}{\left[\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(Y_t - m)^2\right]^2} = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} = \beta_2$

حيث m المتوسط الحسابي للسلسلة الزمنية المستقرة. إذا كان التوزيع طبيعيا وعدد المشاهدات كبيرا $n > 30$، فإن :

$$\sqrt{\beta_1} \sim N\left(0, \sqrt{\frac{6}{T}}\right)$$
$$\beta_2 \sim N\left(3, \sqrt{\frac{24}{T}}\right)$$

وتكون الاحصاءات التي نقارن بها بالقيمة 1.96 بمعنوية 5% هي : $v_1 = \frac{B_1^{1/2} - 0}{\sqrt{\frac{6}{n}}}$ ، $v_2 = \frac{B_2 - 0}{\sqrt{\frac{24}{n}}}$

فإذا كانت الفرضيات $H_0 : \beta_1 = 0$ (التناظر) و $H_0 : \beta_2 = 0$ (التفلطح) محققة من أجل $v_1 \leq 1.96$ و $v_2 \leq 1.96$ فإننا نقبل بفرضية التوزيع الطبيعي للسلسلة Y_t.

2-اختبار Bera-Jarque :

يجمع اختبار جارك و بيرا (Bera-Jarque) بين معامل Skewness و معامل Kurtosis، فإذا كانت $\sqrt{\beta_1}, \beta_2$ تتبعان التوزيع الطبيعي، فإن القيمة S تتبع توزيع χ^2 بدرجات حرية 2 حيث : $JB = \frac{T}{6}\sqrt{\beta_1} + \frac{T}{24}(\beta_2 - 3)^2 \sim \chi^2(2)$. يتم إذن اختبار الفرضية التالية :

$$H_0 : \sqrt{\beta_1} = \beta_2 - 3 = 0$$

إذا كانت $JB > \chi^2(2)$ فإننا نرفض فرضية التوزيع الطبيعي للسلسلة بنسبة معنوية α.

هناك اختبارات أخرى كثيرة تمكننا من دراسة طبيعة التوزيع الاحتمالي للسلسلة الزمنية المستقرة، نذكر منها على سبيل المثال طريقة النواة لتقدير دالة الكثافة التي تعتمد على معلم التمهيد الذي يتمثل في النافذة، فيتم في هذه الحالة مقارنة دالة الكثافة المقدرة بطريقة النواة بدالة كثافة التوزيع الطبيعي، فإذا كان هناك تقارب بينهما فإن التوزيع طبيعي[45].

[45] محمد شيخي، مرجع سبق ذكره، ص 220.

المبحث الثاني : اختبار قابلية السلسلة الزمنية للتنبؤ

المطلب الأول : اختبار الذاكرة الطويلة Long Memory Process [46]

لقد بينت دراسات Hurst (1951) أن بعض السلاسل الزمنية تتميز ببنية ارتباط خاصة قريبة من عدم الاستقرارية. طور كل من Mandelbrot and Van Ness (1968) و Mandelbrot and Wallis (1969) نظرة Hurst ببناء حركة Brown الكسرية "Fractional Brownian Movements" ثم بعد ذلك التشويش ذات التوزيع الطبيعي الكسري "Fractional Gaussian Noise". تسمح هذه السيرورات بإحداث مركبات طويلة المدى لسلسلة زمنية. قد تتضمن سلسلة مستقرة مركبة الذاكرة الطويلة باعتبار أن تأثير القيمة الماضية على تلك الحالية تتناقص بوتيرة ضعيفة جدا. يسمى هذا السلوك بالارتباط طويل المدى أو "الصمود" وهذا يعني أن الاستجابة لصدمة عشوائية تعتبر كعودة نحو القيمة المتوسطة ولكن بسرعة جد ضعيفة.

النماذج الأساسية التي تسمح بتحديد الذاكرة الطويلة هي نماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك ذات التكامل الكسري ARFIMA "Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average" التي اقترحها كل من Granger and Joyeux (1980) و Hosking (1981).

تعتبر هذه النماذج ترجمة في الزمن المتقطع لحركة Brown الكسرية. درجة التكامل ليست من الأعداد الصحيحة بل حقيقية. نقول أن السلسلة $\{Y_t, t=1,2,...,T\}$ تخضع للسيرورة ARFIMA(p,d,q) إذا كان :

$$¤_p(L)(1-L)^d Y_t = ¯_q(L)£_t$$

حيث L معامل التأخير (أو التباطؤ)، $¤_p(L)$ و $¯_q(L)$ كثيرات الحدود المميزة من الدرجة p و q على الترتيب :

$$¤_p(L) = 1 - \sum_{i=1}^{p} ¤_i L^i$$

$$¯_q(L) = 1 - \sum_{j=1}^{q} ¯_j L^j$$

و $£_t$ تشويش أبيض ذو توقع رياضي معدوم وتباين ثابت $\pm^2$.

يسمى $(1-L)^d$ بمعامل التكامل الكسري الذي يتفكك وفق صيغة النشر التالية :

$$(1-L)^d = 1 - dL + \frac{d(d-1)}{2!}L^2 + ... + (-1)^n \frac{d(d-1)...(d-n+1)}{n!}L^n + -(L^{n+1})$$

[46] المرجع السابق،ص.ص 367-376.

نقوم بإعطاء خصائص هذه السيرورة وذلك تبعا للقيم المختلفة لـ d :

- إذا كان $d > -1/2$ و كل جذور كثير الحدود المميز $\theta_q(L)$ تقع خارج جذر الوحدة، فإن السيرورة $\{Y_t\}$ قابلة للقلب invertible.
- إذا كان $d < -1/2$ و كل جذور كثير الحدود المميز $\phi_p(L)$ تقع خارج جذر الوحدة، فإن السيرورة $\{Y_t\}$ مستقرة.
- إذا كان $-1/2 \le d \le 0$، فإن السيرورة $\{Y_t\}$ ضد الصمود anti-persistent.
- إذا كان $0 < d < 1/2$، فإن $\{Y_t\}$ سيرورة مستقرة بذاكرة طويلة (الاستقرارية طويلة المدى) يمكن استخدامها لنمذجة الصمود طويل المدى. في هذه الحالة، تتناقص دالة الارتباط الذاتي التي تعتبر موجبة بوتيرة بطيئة نحو الصفر (على شكل قطع زائد) عندما تكبر عدد الفجوات k.

تتضمن هذه السيرورة جزء ARMA التي تدرس بنية الارتباط قصير المدى و معامل التكامل الكسري الذي يشرح الحركة طويلة المدى. ترتبط الخصائص الأصلية للسيرورة ARFIMA(p,d,q) بشكل المركبة طويلة المدى. يمكن دراسة هذه الخصائص بافتراض حالة السيرورة الكسرية ARFIMA(0,d,0). دالة الارتباط الذاتي $\rho(k) = \gamma(k)/\gamma(0)$ لهذه السيرورة تعرف كما يلي :

$$\rho(k) = \frac{\Gamma(k+d)\Gamma(1-d)}{\Gamma(k-d+1)\Gamma(d)}$$

والتي تكتب بالصيغة التقاربية التالية :

$$\rho(k) \sim \frac{\Gamma(1-d)}{\Gamma(d)} k^{2d-1}$$

دالة الكثافة الطيفية Spectral Density لهذه السيرورة هي :

$$f(\mu) = [2\sin(\mu/2)]^{-2d} \quad \text{من أجل } \mu \in [0,\pi]$$

والتي تكتب أيضا بالصيغة التقاربية كما يلي :

$$f(\mu) \equiv \mu^{-2d}, \ |\mu| \to 0$$

في الحالة العامة، تُظهر دالة الكثافة الطيفية حالة شاذة (pick) عند الذبذبة Frequency 0 وتتناقص على شكل قطع زائد.

يتم تقدير معلم الذاكرة الطويلة عن طريق الاختبار المقترح من قبل كل من Geweke and Porter-Hudak. (1983) وهي طريقة تقدير شبه معلمية ترتكز على انحدار طيفي "Spectral Regression". بين هذان الباحثان أن معلم المعاينة لانحدار لوغاريتم الدالة الدورية periodogram على متغير مستقل تحديدي من

أجل الذبذبات الأولى لـ Fourrier $\mu_j = 2\pi j/T$ بطريقة المربعات الصغرى العادية يعتبر مقدرا متقاربا للمعامل d. ترتكز طريقة GPH على دالة الكثافة الطيفية المعطاة بالعلاقة التالية :

$$f(\mu_j) = \left|1 - e^{-i\mu_j}\right|^{-2d} f_\varepsilon(\mu_j),\ \mu \in [0,\pi]$$

حيث $f_\varepsilon(\mu_j) = \frac{\sigma^2 \left|\theta.e^{-\mu_j}\right|^2}{2\pi \left|\phi.e^{-iw_j}\right|^2}$ هي الكثافة الطيفية للسيرورة ARMA $(1-L)^d Y_t = \varepsilon_t$.

بإدخال اللوغاريتم على دالة الكثافة الطيفية، نحصل على :

$$\log f(\mu_j) = \log f_\varepsilon(0) - d\log\left|1 - e^{-i\mu_j}\right|^2 + \log\frac{f_\varepsilon(\mu_j)}{f_\varepsilon(0)}$$

لتكن $I_T(\mu_j)$ الدالة الدورية "periodogram" : $I_T(\mu_j) = \frac{1}{2\pi}\sum_{h=-T+1}^{T-1} a(h\,|\,r)\gamma_h e^{-i\mu_j h}$، مع $a(.)$ النافذة الطيفية و r معلم النافذة المختار بحيث يكون $0 < r(T) < T$. إذا اعتبرنا أن الذبذبات قريبة من الصفر، فالعبارة $\log\left(f_\varepsilon(\mu_j)/f_\varepsilon(0)\right)$ يمكن إهمالها. لدينا إذن :

$$Y_j = \omega + \beta X_j + \eta_j$$

حيث :

$$Y_j = \log I_T(\mu_j)$$

$$X_j = \log\left|1 - e^{-i\mu_j}\right|^2$$

$$\eta_j = \log\frac{I_T(\mu_j)}{f(\mu_j)} - E(\eta)$$

$$\omega = \log f_\varepsilon(0) + E(\eta)$$

$$= -d$$

$g(T)$ دالة لـ T متزايدة بحيث $m(T)/T \to 0$ لما : $T \to \infty$ مع $g(T) = T^m$ $0 < m < 1$. الأخطاء العشوائية η_j مستقلة ذاتيا و تخضع بصفة تقاربية لقانون χ^2 بدرجة حرية ν ترتبط بمعلم النافذة الطيفية.

مقدر معامل التكامل الكسري بطريقة المربعات الصغرى معطى بالصيغة التالية :

$$\hat{d}^{GPH} = \frac{\sum_{i=1}^{I}\left(X_i - \bar{X}\right)\left(Y_i - \bar{Y}\right)}{\sum_{i=1}^{I}\left(X_i - \bar{X}\right)^2}$$

إذا كان $-1/2 < d < 1/2$ و إذا وجدت متتالية m بحيث $(\log T)^2 / m \to 0$ لما $T \to \infty$، فإن مقدر OLS يتبع بصفة تقاربية التوزيع الطبيعي :

$$T \to \infty \text{ من أجل } \hat{d}^{GPH} \to N\left(d, \frac{\text{var}(\text{¦})}{\sum_{i=1}^{m}(X_i - \bar{X})^2}\right)$$

بين كل من Porter–Hudak (1990) و Crato et Lima (1994) أن الذبذبات T^m ينبغي اختيارها بحيث $I = T^m$ مع $m = 0.5,0.6,0.7,0.8$.

المطلب الثاني : اختبار قابلية السلسلة الزمنية للتنبؤ على المدى القصير(Test de BDS)[47]

اقترح Brock, Dechert and Scheinkman (1987) اختبارا غير معلمي يعتمد على تكامل الارتباط لـ Grassbege et Procaccia. يعتبر هذا أكثر قوة من اختبار Mizrach عندما يكون حجم العينة يفوق 1000 مشاهدة. نختبر الفرضية القائلة بأن السلسلة مستقلة ومتماثلة التوزيع independently and identically distributed (iid) ضد فرضية الارتباط الخطي أو غير الخطي.

نذكر أن تكامل الارتباط يعرف كما يلي :

$$C(£,k) = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i,j=1}^{n} H\left(£ - \left\|Y_i^k - Y_j^k\right\|\right)$$

حيث $n = T - k + 1$ و $\left\|Y_i^k\right\| = \max|Y_i|$ و H هي دالة Heaviside :

$$H(y) = \begin{cases} 1, & si : y > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

بين Brock, Dechert and Scheinkman (1987) تحت فرضية iid أنه إذا كان $\pm_k^2 > 0$، فإن :

$$T \to \infty \text{ مع } T^{1/2}\left[C(£,m,T) - (C(£,m,T))^m\right] \to N(0, \pm_m^2)$$

حيث :

$$\pm_m^2 = 4\left[K^m + 2\sum_{i=1}^{m-1} K^{m-i}C^{2i} + (k-1)^2 C^{2m} - k^2 K C^{2m-2}\right]$$

مع :

$$C = C(£) = E\left(I(Y_i, Y_j; £)\right)$$
$$K = K(£) = E\left(I(Y_i, Y_j; £) I(Y_j, Y_m; £)\right)$$

[47] المرجع السابق، ص.ص 223–224.

و $I(a,b;£)$ دالة Heaviside. أما $C(£)$ مقدرة بـ $\hat{C}(£,T)$ و $K(£)$ بالمعادلة :

$$\hat{K}(£,T)=\frac{6}{n(n-1)(n-2)}\sum_{i<j<k} I(Y_i^m,Y_j^m,Y_k^m)$$

و :
$$I(a,b,c)=\frac{1}{3}\left[I(a,b;£)i(b,c;£)+I(a,c;£)I(c,b;£)+I(b,a;£)I(a,c;£)\right]$$

إحصائية BDS معطاة بالعلاقة :

$$W(£,m,T)=T^{1/2}D(£,m,T)/±_m(£,T)$$

حيث :
$$D(£,m,T)=C(£,m,T)-(C(£,m,T))^m$$

تنعدم هذه الإحصائية من أجل حجم عينة يؤول إلى ما لا نهاية إذا كانت السلسلة iid وغير معدومة إذا كانت السيرورة تتميز بارتباط قوي. بالأخذ بعين الاعتبار أن $C(£,1)\xrightarrow[T\to\infty]{}[C(£,1)]^m$، يمكن كتابة المعادلة الأخيرة كما يلي :

$$W(£,m)=T^{1/2}\frac{\left[C(£,m)-(C(£,1))^m\right]}{±_m(£)}$$

تحت ظل قبول فرضية السير العشوائي، تتوزع هذه الإحصائية توزيعا طبيعيا مركزا مختزلا. يتبين لنا أن W هي دالة لمجهولين : البعد Embedding Dimension m و النواة $£$. يوجد علاقة مهمة تربط بين اختيار m و $£$ و خصائص العينة الصغيرة لإحصائية BDS. من أجل كل قيمة m، لا يجب أن يكون $£$ لا كبيرا و لا صغيرا. يتم إذن اختيار $£$ بحيث $\frac{1}{2}<\frac{£}{±}<2$ حيث ± هي الانحراف المعياري للسلسلة المدروسة. يرتبط اختيار البعد m بعدد المعطيات المتوفرة لدينا. التوزيع صحيح على عينة محدودة إذا كان $\frac{T}{m}>200$. بصفة عامة، تختبر إحصائية BDS فرضية العدم لسلسلة iid، فرفض هذه الفرضية يمكن أن يكون ناجما عن وجود بنية ارتباط في سيرورة عشوائية خطية أو بنية ارتباط غير خطي (عشوائي بحت أو ما يسمى Chaos). يمكن القول أن هذا الاختبار يختبر أيضا قابلية السلسلة الزمنية للتنبؤ على المدى القصير.

المبحث الثالث : أنواع نماذج بوكس–جنكينز

المطلب الأول : النماذج اللاموسمية

1–نموذج المتوسطات المتحركة Moving Average Models (MA) :

تكون كل ملاحظة من السلسلة الزمنية Y_t، في سيرورة المتوسط المتحرك من الدرجة $q \geq 1$ مفسرة بواسطة مرجح للأخطاء العشوائية التي نرمز لها بالرمز MA(q) . وتكتب معادلتها على الشكل التالي :

$$Y_t = \bar{}_0 + £_t + \bar{}_1 £_{t-1} + \bar{}_2 £_{t-2} + \ldots\ldots\ldots + \bar{}_q £_{t-q}$$

حيث أن :

$\bar{}_0, \bar{}_1, \bar{}_2, \ldots\ldots\ldots \bar{}_q$ هي معالم النموذج التي يمكن أن تكون موجبة أو سالبة.

$£_t, £_{-1}, £_{t-2}, \ldots\ldots, £_{t-q}$ متوسطات متحركة لقيم الحد العشوائي في الفترة t والفترات السابقة

نفرض أن الأخطاء مفسرة بواسطة سيرورة الاضطراب (التشويش الأبيض)، وكحالة خاصة هذه الأخطاء لها توزيع طبيعي ومتماثلة التوزيع $i.i.d$. اذا كانت $E(£_t) = 0$، $\text{var}(£_t) = \pm^2$، $E(£_t £_{t-k}) = 0$ من أجل $k \neq 0$ ، فإن وسط السيرورة MA(q) يكون مستقلا عن الزمن t ما دام $E(Y_t) = \bar{}_0$، اما التباين ¥(0) لسيرورة المتوسط المتحرك $(k = 0)$، ذي الدرجة q فهو على الشكل :

$$\begin{aligned}
\text{var}(Y_t) &= ¥(0) = E\left[(Y_t - \bar{}_0)^2\right] \\
&= E\left[(£_t + \bar{}_1 £_{t-1} + \bar{}_2 £_{t-2} + \ldots.. + \bar{}_q £_{t-q})(£_t + \bar{}_1 £_{t-1} + \bar{}_2 £_{t-2} + \ldots.. + \bar{}_q £_{t-q})\right] \\
&= E\left[£_t^2 + \bar{}_1^2 £_{t-1}^2 + \bar{}_2^2 £_{t-2}^2 + \ldots.. + \bar{}_q^2 £_{t-q}^2 + 2\bar{}_1 £_t £_{t-1} + \ldots.\right] \\
&= \pm_£^2 + \bar{}_1^2 \pm_£^2 + \bar{}_2^2 \pm_£^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \bar{}_q^2 \pm_£^2 \\
&= \pm_£^2 \left[1 + \bar{}_1^2 + \bar{}_2^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \bar{}_q^2\right] \\
\text{var}(Y_t) = ¥(0) &= \pm_£^2 \left[1 + \sum_{j=1}^{q} \bar{}_j^2\right]
\end{aligned}$$

ليصبح التباين المشترك لهذه السيرورة :

$$E(Y_t Y_{t-k}) = E(Y_{t-k}(\bar{}_0 + £_t + \bar{}_1 £_{t-1} + \bar{}_2 £_{t-2} + \ldots.. + \bar{}_q £_{t-q}$$

أي : $¥(k) = E(£_t £_{t-k}) = 0, \quad k \neq 0$

إن الذاكرة المحدودة لسيرورة المتوسط المتحرك MA(q) توفر معلومة محدودة من أجل التنبؤ بنموذج المتوسط المتحرك في المستقبل .تكون هذه المعلومات مساوية لعدد فترات التأخير q . ودالة ارتباطها $p(k)$ هي :

$$p(k)=\begin{cases}\dfrac{-_k+-_1\,-_{k-1}+\ldots\ldots\ldots\ldots-_{q-k}\,-_q}{1+\sum_{j=1}^{q}-_j^2} & :k=1,2,\ldots\ldots,q\\ 0 & :k\rangle q\end{cases}$$

يمكن القول أن لدالة الارتباط الذاتي $p(k)$ للسيرورة MA(q) قيمة q تختلف عن الصفر، وتساوي الصفر فقط لما يكون $k\rangle q$ ، لذلك يتم الاعتماد على دالة الارتباط الذاتي في تحديد درجة السيرورة MA(q).

2-نموذج الانحدار الذاتي Autoregressive Models (AR) :

في نموذج الانحدار الذاتي AR تعتمد قيمة المتغير الحالي على قيم المتغير نفسه في فترات سابقة بفترة تأخير من المرتبة p مع الأخذ بعين الاعتبار حد الخطأ العشوائي في الفترة الحالية. ويرمز له بالرمز AR(p) .

وبالتالي يمكن كتابته بالشكل الآتي :

$$Y_t=¤_0+¤_1Y_{t-1}+¤_2Y_{t-2}+\ldots\ldots\ldots+¤_pY_{t-p}+£_t$$

بمعنى:

$$Y_t=¤_0+\sum_{i=1}^{p}-_iY_{t-i}+£_t$$

حيث أن :

Y_t : قيمة المتغير في الفترة الحالية t

$£_t$:حد الخطأ العشوائي في الفترة الحالية t

$Y_{t-1},Y_{t-2},\ldots\ldots,Y_{t-p}$: قيم المتغير في فترات سابقة

$¤_0$: ثابت

وباستخدام معامل التأخير(التباطؤ) يمكن كتابة النموذج كما يلي :

$$Y_t = ¤_0 + ¤_1 L Y_t + ¯_2 L^2 Y_t + ... + ¤_p L^p Y_t + £_t$$
$$\Rightarrow \quad (1 - ¤_1 L - ¤_2 L^2 - ..... - ¤_p L^p) Y_t = ¤_0 + £_t$$
$$\Rightarrow \quad ¤(L) Y_t = ¤_0 + £_t$$

حيث :

$$¤(L) = 1 - ¤_1 L - ¤_2 L^2 - ..... - ¤_p L^p$$

وتكون السيرورة AR(p) مستقرة اذا كان وسطها الممثل بـ « غير متغير بالنسبة للزمن أي :

$$E(Y_t) = E(Y_{t-1}) = E(Y_{t-2}) = ... = E(Y_{t-p}) = «$$

وهذا يعني :

$$E(Y_t) = ¤_0 + ¤_1 E(Y_{t-1}) + ¤_2 E(Y_{t-2}) + ... + ¤_p E(Y_{t-p}) + E(£_t)$$
$$« = ¤_0 + ¤_1 « + ¯_2 « + ... + ¤_p «$$
$$« = \frac{¤_0}{1 - \sum_{i=1}^{p} ¤_i}$$

إن العبارة الأخيرة والخاصة بمتوسط السيرورة AR(p) تعطي لنا أيضا شرط الاستقرار، فإذا كان « منتهيا فمن الضروري أن تكون $\sum_{i=1}^{p} ¤_i < 1$ ، ويعد هذا الشرط ضروري بالإضافة الى انه يجب أن تكون جذور كثير الحدود $¤(L)$ بالقيمة المطلقة أقل من الواحد.

إن أحد المشاكل المعروفة في بناء نماذج الإنحدار الذاتي هي تحديد درجة السيرورة، فبالنسبة لنماذج المتوسط المتحرك يكون هذا المشكل بسيطا ،حيث اذا كانت السيرورة من الدرجة q فإن الإرتباطات الذاتية يجب أن تكون كلها قريبة من الصفرمن أجل تباطؤ أكبر منq، وبالرغم من أن بعض المعلومات حول درجة الانحدار الذاتي يمكن الحصول عليها من السلوك الدوري لعينة دالة الارتباط الذاتي، فإن معلومات أكثر يمكن استنتاجها من دالة الارتباط الجزئية التي تقيس الارتباط الموجود بين القيم المتتالية لمتغير ما خلال فترتين مع ثبات الفترات الأخرى ويحدد معامل الإرتباط الجزئي بالعلاقة :

$$\hat{p}_{kk} = \frac{\text{cov}[(Y_t - Y_t^*), (Y_{t+1} - Y_{t+1}^*]}{\text{var}(Y_t - Y_t^*)}$$

حيث أن Y_t^* و Y_{t+1}^* متغيرات نحصل عليها من انحدار Y_t و Y_{t+k} (كلا على حدة) على سلسلة المتغيرات التالية: $\{Y_{t+k-1}, ..., Y_{t+2}, Y_{t+1}\}$ وبالتالي فإن: $Y_t^* = \sum_{j=1}^{k-1} ~_j Y_{t+j}$ و $Y_{t+k}^* = \sum_{j=1}^{k-1} ~_j Y_{t+j+k}$

3-نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك (ARMA) Autoregressive Moving Average Model :

ان الكثير من السلاسل الزمنية المستقرة لايمكن تمثيلها كنموذج الانحدار الذاتي AR(p) فقط او نموذج الأوساط المتحركة MA(q) فقط لأن هذا النوع من السلاسل غالبا لها خواص كلا النموذجين، لذلك يمكن تمثيلها بنموذج يتضمن خواص هذين النموذجين والذي يسمى بالنموذج المختلط ويرمز له ARMA(p,q) ،حيث يمثل (p) درجة الانحدار الذاتي ويمثل (q) درجة الأوساط المتحركة. ويمكن كتابته على الشكل الآتي :

$$Y_t = ¤_1 Y_{t-1} + ¤_2 Y_{t-2} + \ldots\ldots\ldots\ldots + ¤_p Y_{t-p} + ¢ + £_t + ¯_1 £_{t-1} + ¯_2 £_{t-2} + \ldots\ldots + ¯_q £_{t-q}$$

وبإدخال معامل التأخير L فإن الصيغة تصبح :

$$\left(1 - ¤_1 L - ¤_2 L^2 - \ldots\ldots - ¤_p L^p\right) y_t = \left(1 + ¯_1 L + ¯_2 L^2 + \ldots\ldots + ¯_q L^q\right) £_t$$

أي : $\Phi(L) y_t = ¯(L) £_t \quad \Leftrightarrow \quad ARMA(p,q)$

حيث: y_t هي إنحراف Y_t عن وسطها

ويعد الشرط الأساسي لإستقرار السيرورة ARMA(p,q) هو $\sum_{i=1}^{p} ¤_i < 1$ ، بحيث يكون متوسطها ثابت عبر الزمن ، ويعطي النتيجة التالية : $« = ¢ \Big/ \left(1 - \sum_{i=1}^{p} ¤_i\right)$

أما خصائص السيرورة ARMA(p,q) فهي :

- تأخذ دالة الارتباط الذاتي للسيرورة ARMA(p,q) الشكل الإنحداري بعد الفجوة الزمنية q أي تتناقص بشكل أسي انطلاقا من $k \rangle q$.
- تأخذ دالة الارتباط الجزئي شكل دالة الارتباط الجزئي لنموذج المتوسطات المتحركة بعد الفجوات الزمنية p ، أي تتناقص بشكل أسي انطلاقا من $k \rangle p$.
- تكون السلسلة الزمنية Y_t الممثلة بالسيرورةARMA(p,q) قابلة للقلب إذا كانت جذور المعادلة المميزة
- $¯(L) = 0$ تقع خارج دائرة الواحد.

والجدول الآتي يعطي صورة ملخصة لخصائص النماذج السابقة :

الجدول (2-1) : خصائص نماذج بوكس – جنكينز

	AR	MA	ARMA
شرط الاستقرارية	جذور المعادلة $\Phi(L)=0$ تقع خارج دائرة الواحد	دائما مستقرة	جذور المعادلة $\Phi(L)=0$ تقع خارج دائرة الواحد
شرط الانعكاسية	دائما منعكسة	جذور المعادلة $\theta(L)=0$ تقع خارج دائرة الواحد	جذور المعادلة $\theta(L)=0$ تقع خارج دائرة الواحد
دالة الارتباط الذاتي ACF	غير منتهية (تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)	منتهية (تنقطع بعد الازاحة q)	غير منتهية (تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)
دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF	منتهية (تنقطع بعد الإزاحة p)	غير منتهية (تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)	غير منتهية (تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)

المصدر:عصام حسين البياتي،فؤاد عبدة إسماعيل المخلافي،"استخدام أسلوب بوكس–جنكينز للتنبؤ بانتاجية العمل في مصنع اسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني"، مجلة الادارة والاقتصاد،(العدد63،2007)، ص 31.

4-نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل (ARIMA) Autoregressive Integrated Moving Average Process:

تتميز السلاسل الزمنية في الواقع بخاصية عدم الاستقرارية، مما يجعل تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ بها أمرا في غاية الصعوبة، ولإزالة عدم الاستقرار هذا يتعين الحصول على فروقات d مرة للسلسلة الزمنية الأصلية Y_t لنحصل على سلسلة مستقرة W_t، والتي يمكن تمثيلها باستخدام عامل الفروقات كما يلي :

$$W_t = \nabla^d Y_t$$

في هذه الحالة يمكن القول أن السلسلة الأصلية Y_t هي سلسلة متجانسة وغير مستقرة متكاملة من الدرجة d أي $I(d)$ يمكن تمثيلها على أنها سيرورة ARIMA(p,d,q)، ونسمي ذلك بنموذج الإنحدار الذاتي والمتوسط

المتحرك المتكامل والذي يتصف بثلاث رتب، رتبة الانحدار الذاتي p ورتبة التكامل d ورتبة المتوسط المتحرك q ويكتب على الشكل :

$$\Phi(L)(1-L)^d Y_t = ¢ + ¯(L)£_t$$

أو :

$$\Phi(L)\nabla^d Y_t = ¢ + ¯(L)£_t$$

ويلاحظ أن وسط $W_t = (1-L)^d Y_t$ المستقر هو $«_w = ¢ \Big/ \left(1 - \sum_{i=1}^{p} ¤_i\right)$ ، وبالتالي إذا كانت $¢ = 0$ فإن السلسلة المُتكاملة w_t سوف يكون لها اتجاه عام محدّد البناء.

المطلب الثاني : السلاسل الزمنية الموسمية

النماذج الموسمية للسلاسل الزمنية هي النماذج اللاموسمية نفسها مضافا اليها S للدلالة على أن السلسلة موسمية Seasonal ويقال أن السلسلة الزمنية موسمية اذا كانت تعيد نفسها بفترة زمنية ثابتة، ويمكن تمييز السلاسل الموسمية المستقرة من خلال معاملات الارتباط الذاتي التي تكون معنوية لكل فترة زمنية ثابتة، ولكن في حالة السلاسل غير المستقرة فالتمييز يكون صعبا لأنه يختلط مع الاتجاه العام للبيانات لذلك يجب تحويلها الى سلاسل مستقرة ألا ثم البحث عن الشكل الموسمي فيها.[48]

1-نموذج الانحدار الذاتي الموسمي Seasonal auto Regressive Model (SAR) :

من الاوائل الذين قامو بدراسة نماذج السلاسل الزمنية هو Yule في عام 1926اذ قام بدراسة نموذج الانحدار لذاتي AR(p) وكمل Walker في عام 1932 طريقه الى النموذج العام لنماذج الانحدار الذاتي.

يقال للنموذج أنه نموذج انحدار ذاتي موسمي SAR(p) من الرتبةp اذا حقق الصيغة الآتية[49] :

$$Y_t = C + ¨_s Y_{t-s} + ¨_{2s} Y_{t-2s} + \ldots + ¨_{ps} Y_{t-ps} + a_t$$

ولكي تتحقق الاستقرارية يشترط أن تكون جذور المعادلة :

$$¨_s(L^s) = 1 - ¨_s L^s = 0$$

خارج دائرة الواحد. أي انه لكي يكون النموذج مستقرا يشترط أن تكون : $-1 \langle ¨ \langle 1$

حيث أن : L هو معامل التأخير ويعرف بالشكل:

[48] فاضل عباس الطائي، جبيهاني فخري صالح الكوراني،"التنبؤ بنماذج ARIMA الموسمية باستخدام طرائق التمهيد الأسي مع التطبيق"، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية،(العدد14، 2008)، ص.ص 175-176.

[49] المرجع السابق، ص176.

$$L^s y_t = y_{t-s} \qquad \forall s = 1,2,.....k$$

وأن الصيغة العامة لدالة الارتباط الذاتي(ACF) لنموذج الانحدار الذاتي الموسمي من الدرجة الأولى SAR(1) تأخذ الشكل الآتي :

$$p_k = \begin{cases} 1 & k = 0 \\ \ddot{}_s & k = s \\ 0 & k = 1,2,kk, s-k \end{cases}$$

أي أن دالة الارتباط الذاتي للنموذج الموسمي للنموذج AR(p) تتناقص أسيا ، في حين أن دالة الارتباط الذاتي الجزئي تنقطع بعد فترة التأخير p.

2-نموذج الأوساط المتحركة الموسمي (SMA) Seasonal Moving Average Model :

في عام(1937) قام الباحثStutzky بدراسة نماذج المتوسطات المتحركة MA(q) فالصيغة العامة لهذا النموذج من الرتبة q واختصارا MA(q)، ويطلق على النموذج أنه نموذج متوسطات متحركة موسمي من الرتبة q اذا حقق الصيغة التالية :

$$Y_t = C + a_t - \bar{}_s a_{t-s} - \bar{}_{2s} a_{t-2s} - \ldots - \bar{}_{qs} a_{t-qs}$$

إن دالة الارتباط الذاتي للنموذج (SMA) تنقطع بعد الفترة q_s (تؤول الى الصفر بعد الفترة q). في حين أن دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تتناقص أسيا.

3-نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة الموسمي (SARMA)

Sesonal Mixed(Autoregressive-Moving Average) :

يمثل هذا النموذج خليطا بين نموذج الانحدار الذاتي الموسمي والمتوسطات المتحركة الموسمية ويرمز له باختصار SARMA، والصيغة العامة له هي:

$$Y_t = C + \ddot{}_s Y_{t-s} + \ldots + \ddot{}_{ps} Y_{t-ps} + a_t - \bar{}_s a_{t-s} - \ldots - \bar{}_{qs} a_{t-ps}$$

4-نموذج الانحدار الذاتي والاوساط المتحركة الموسمي التكاملية(SARIMA)

: Sesonal Autoregressive Integrated Moving Average

يرمز لهذا النموذج بالرمز SARIMA من الرتبة $(p ,d,q)_s$ إذ إن السلاسل الزمنية غير المستقرة يمكن تحويلها الى سلاسل مستقرة عن طريق أخذ الفرق الموسمي الأول حسب المعادلة $W_t = Y_t - Y_{t-s}$ ويكتب النموذج بالشكل التالي :

$$¤_p(B^S)(1-B)^D_S y_t = ^-_q(B^S)a_t$$

حيث أن:

$$¤_P(B^S) = 1 - g_s B^S - g_{2_S} B^{2s} - ... - g_{ps} B^{ps}$$

$$^-_q(B^S) = 1 - ^-_s B^S - ^-_{2s} B^{2s} - ... - ^-_{ps} B^{ps}$$

وتستخدم النماذج أعلاه لتمثيل السلاسل الزمنية التي تعيد نفسها كل فترة زمنية معينة وتسمى بالموسم طولها S.

المبحث الرابع: منهجية بوكس جنكينز للتنبؤ

تعد طريقة بوكس–جنكينز طريقة جد هامة حيث أنها وضعت خصيصا لمعالجة السلاسل الزمنية المعقدة، وبصفة عامة في الحالات التي يكون فيها النموذج الابتدائي غير مطروح مسبقا. وقد أحدث هذا الأسلوب نقلة نوعية متميزة في مجال تحليل السلاسل الزمنية بحيث أصبح أكثر الطرق انتشارا واستخداما بما يتصف به من مزايا عديدة تؤدي في النهاية الى الحصول على نظام نمذجة وتنبؤ موثوقا به في معظم السلاسل التي تحدث في مجالات المعرفة المختلفة، ومن ثم فإنه يمكننا القول بأن استخدام هذا الأسلوب يعني التخلص من عيوب الأساليب التقليدية الأخرى التي تستخدم في تحليل السلاسل الزمنية.

المطلب الأول : التعرف على النموذج

تعد هذه المرحلة من أهم المراحل في بناء النموذج حيث يتم من خلالها تحديد رتب نموذج $ARIMA(p,d,q)$ وذلك كلآتي[50]:

–تحديد درجة التكامل d من خلال فحص استقرارية السلسلة الزمنية الأصلية، فاذا أظهرت السلسلة الزمنية اتجاها عاما قويا فان حساب الفروقات من الدرجة الأولى أو الثانية سوف يؤدي الى استقرار السلسلة غالبا، ويتم استخدام اختبارات الجذر الوحدوي أو دالة الارتباط الذاتي للكشف عن استقرارية السلسلة الزمنية، فإذا كان شكل الارتباط يقع داخل حدود فترة الثقة 95%منذ البداية، فإن معامل الارتباط الذاتي (ACF) لايختلف جوهريا عن الصفر لأي فجوة زمنية $(k\rangle 0)$ فهذا يعني أن السلسلة مستقرة ومتكاملة من الدرجة 0، في هذه الحالة نجري تحليلاتنا على القيم الأصلية للمتغير Y_t، دون إجراء تعديلات عليها، أما اذا إتضح أن شكل الارتباط الذاتي يقع خارج مجال الثقة 95% لفترة طويلة فان معاملات الارتباط الذاتي تختلف معنويا عن الصفر لعدد كبير نسبيا من الفجوات الزمنية، فإن السلسلة Y_t تكون غير مستقرة، في هذه الحالة يجب إجراء الفروقات من الدرجة الأولى ثم نجري عليها نفس التحليل مرة أخرى حتى نصل الى سلسلة مستقرة، ومن ثم تحدد قيمة (d)كعدد الفروق للحصول على سلسلة مستقرة.

–يتم تحديد درجات الإنحدار الذاتي (p)والمتوسط المتحرك (q) في الوقت ذاته عن طريق اختيار أقل p و q بحث يكون بواقي النموذج المقدر خال من الارتباط الذاتي والمتوسط المتحرك، وتعتبر هذه الخطوة الأهم في بناء النموذج حيث تعتمد على خبرة المحلل، وعادة يستخدم كلا من دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي(PACF) والتي تمثل معامل الارتباط الذاتي الجزئي بين قيم متتالية لمتغير ما خلال فترتين مع ثبات الفترات الأخرى، فمعامل الارتباط الجزئي بين Y_t و Y_{t-1} يشير الى الارتباط بين قائمتين Y_t و Y_{t-1} مع استبعاد أثر قيم Y الأخرى التي تقع بين الفترتين t و $t-k$.

[50] حمد بن عبد الله الغنام، مرجع سبق ذكره، ص.ص 10–11.

ويعد تحديد نموذج ذا رتب منخفضة للانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك أقل صعوبة، وتزداد الصعوبة للنماذج ذات الرتب المرتفعة، فوجود نتؤ(spikes) في دالة الارتباط الذاتي مؤشر على درجة المتوسط المتحرك بينما تستخدم دالة الارتباط الذاتي الجزئي كدليل لتحديد رتبة نموذج الانحدار الذاتي. ويتم تحديد طبيعة نموذج التنبؤ باستعمال بيان دالة الارتباط الذاتي البسيط والجزئي حسب الجدول التالي :

الجدول (2-2) : خصائص دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي

النموذج	ACF	PACF
$AR(1)$	تناقص أسي	تساوي 0 بالنسبة لكل $k\rangle 1$
$AR(2)$	تناقص أسي	تساوي 0 بالنسبة لكل $k\rangle 2$
$AR(p)$	تناقص أسي	تساوي 0 بالنسبة لكل $k\rangle p$
$MA(1)$	تساوي 0 بالنسبة لكل $k\rangle 1$	تناقص باستمرار
$MA(2)$	تساوي 0 بالنسبة لكل $k\rangle 2$	تناقص باستمرار
$MA(q)$	تساوي 0 بالنسبة لكل $q\rangle k$	تناقص باستمرار
$ARMA(1.1)$	تناقص هندسي ابتداء من اول تأخر	تناقص أسي
$ARMA(p.q)$	تناقص أسي بعد $q-p$ تأخر	تناقص أسي بعد $q-p$ تأخر

Source: Régis Bourbonnais, Jean-Claude Usunier, **Prévision des ventes-Théore et Pratique**, (3eme édition, Paris : Economica. 2004), p242.

ولاختيار النموذج نقترح المعايير التالية :

معيار **Akaike** (**1969**):

$$AIC = \log \pounds_{\hat{\varepsilon}}^{2} + \frac{2(p+q)}{T}$$

معيار**Shewarez** (**1978**):

$$SIC = \log \pounds_{\hat{\varepsilon}}^{2} + (p+q)\frac{\log T}{T}$$

Hannan and Rissanen:

$$HQ(p.q) = \log \pounds_{\hat{\varepsilon}}^{2} + (p+q)c\frac{\log T}{T} \quad , \; C > 2$$

حيث $\pounds^{2}$ تباين البواقي المحسوب بطريقة المعقولية العظمى أي بقسمة مربعات البواقي على عدد المشاهدات فقط كما أن المقدار $(p+q)$ هنا يشير إلى عدد معالم النموذج المقدر وليس مجموع درجتي النموذج.

وهنا يكون الاختبار على أساس أصغر قيمة للمعيار، أي نفضل النموذج الذي يحقق أصغر قيمة لـ AIC، HQ، SIC.

المطلب الثاني : تقدير النموذج

بعد الإنتهاء من مرحلة التعرف على نموذج السلسلة الزمنية وذلك بتحديد الرتب (p,d,q)، يمكننا الانتقال الى المرحلة التقنية الموالية والمتمثلة في مرحلة التقدير لمعالم النموذج.

1-طرق تقدير معالم نموذج الانحدار الذاتي AR :

بعد تحديد الدرجة p ، يصبح من السهل تقدير معالم النموذج وذلك باستعمال إحدى الطرق التالية :

1-1 طريقة معادلات يول -ولكر :

اذا كان لدينا نموذج انحدار ذاتي من الدرجة p حيث :

$$Y_t = ¤_1 Y_{t-1} + ¤_2 Y_{t-2} + ... + ¤_p Y_{t-p} + £_t$$

بضرب المعادلة (1) في Y_t و Y_{t-1}حتى Y_{t-p} ثم أخذ التوقع الرياضي لها نحصل على التباينات والتباينات المشتركة ¥$_0$,¥$_1$,¥$_2$.....¥$_p$ كما يلي :

$$¥_0 = E(Y_t.Y_t) = E(Y_t^{\,2}) = ¤_1 Y_1 + ¤_2 Y_2 + ... + ¤_p Y_p + ±_£^{\,2}$$

$$¥_1 = E(Y_t.Y_{t-1}) = ¤_1 Y_0 + ¤_2 Y_1 + ... + ¤_p Y_{p-1}$$

$$¥_2 = E(Y_t.Y_{t-2}) = ¤_1 Y_1 + ¤_2 Y_0 + ¤_3 Y_1 + ... + ¤_p Y_{p-2}$$

: :

: :

$$¥_p = E(Y_t.Y_{t-p}) = ¤_1 Y_p + ¤_2 Y_{p-2} + ... + ¤_p Y_0$$

بقسمة المعادلات المختلفة على المعادلة(2) (أي التباين) نحصل على معاملات دالة الارتباط الذاتي :

$$°(1) = ¤_1 + ¤_2 °(1) + ... + ¤_p °(p-1)$$

$$°(2) = ¤_1 °(1) + ¤_2 + ... + ¤_p °(p-2)$$

: :

$$°(p) = ¤_1 °(p-1) + ¤_2 °(p-2) + ... + ¤_p$$

فبتقدير معالم الارتباط الذاتي $°(k)$ يمكننا تقدير معالم نموذج الانحدار الذاتي : ¤$_1$,¤$_2$.....¤$_p$من هذه المعادلات.

2-1 الطريقة الانحدارية[51]:

ليكن نموذج AR(p) :

$$Y_t = ¤_0 + ¤_1 Y_{t-1} + ¤_2 Y_{t-2} + ... + ¤_p Y_{t-p} + £_t$$

وبكتابتها على الشكل المصفوفي :

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_T \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & Y_1 & 0 & \cdots & \vdots \\ 1 & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & Y_{T-1} & Y_{T-2} & \cdots & Y_{T-p} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} ¤_0 \\ ¤_1 \\ \vdots \\ ¤_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} £_1 \\ £_2 \\ \vdots \\ £_T \end{pmatrix}$$

فنحصل على الكتابة المختصرة :

$$Y = X \times \Phi + £$$

حيث $X(T, p+1)$ مصفوفة المتغيرات المستقلة، $Y(T,1)$ المتغير التابع، $\Phi(p+1,1)$ شعاع المعالم الواجب تقديرها، $£(T,1)$ شعاع الأخطاء. نذكر فقط أننا سنفقد p مشاهدة، فقمنا بتعويض تلك القيم المفقودة بـ 0 وتحت فرضيات معينة معروفة يمكن تقدير شعاع المقدرات بطريقة المربعات الصغرى العادية كما يلي :

$$\hat{\Phi} = (X'X)^{-1} X'Y$$

2-طرق تقدير معالم المتوسطات المتحركة والمختلطة :

تقدير معالم هذه النماذج معقدة لأنها غير خطية والحد العشوائي غير منظور وبالتالي فهي تتطلب طرق تقدير تكرارية، وعليه يكون أسلوب التقدير غير خطي. ومن بين هذه الطرق :

2-1 طريقة أعظم احتمال (المعقولية العظمى) :

يتم في هذه الحالة اختيار مقدرات لشعاعي المعالم الخاصة بالقسمين الانحداري أو المتوسطات المتحركة $\Phi = (¤_1, ¤_2, ..., ¤_p)$ و $\Theta = (¯_1, ¯_2, ..., ¤_q)$ على الترتيب،ويتم في هذه الحالة تصغير مجموع مربعات البواقي:

$$MinS(\hat{¤}, \hat{¯}) = \sum £_t^2$$

حيث :

$$£_t = \hat{\Theta}^{-1}(L)\hat{\Phi}(L)Y_t$$

[51] محمد شيخي، مرجع سبق ذكره، ص245.

نشير الى أن الطريقة تحتاج الى توفير قيم ابتدائية خاص بالمتغير Y_t مثل $Y_0, Y_{-1}, \ldots Y_{-P}$ حيث دالة المعقولية العظمى في هذه الحالة تكون شرطية لهذا السبب.ويمكن فهم هذه الظاهرة بسهولة عند تعويض t بـ $(p,\ldots\ldots,2,1)$ في دالة المعقولية العظمى أو في علاقة البواقي أعلاه.

2-2 طريقة البحث التشابكي :

تصلح هذه الطريقة في النماذج التي تكون فيها رتبة قسم المتوسطات المتحركة $q \leq 2$، حيث يتم افتراض قيم تقديرية لمعالم جزء الانحدار الذاتي وباجراء عدة مراحل يتم اختيار قيم مقدرة لمعالم جزء المتوسطات المتحركة التي تعطي أقل مجموع من مربعات البواقي.

لتوضيحها ندرج النموذج المختلط البسيط التالي ARMA(1,1)[52] :

$$Y_t - \alpha_1 Y_{t-1} = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

إذن :

$$(1-\alpha_1 L) Y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

ومنه :

$$Y_t = \frac{1}{(1-\alpha_1 L)} (1+\theta_1 L) \varepsilon_t$$

نضع :

$$\eta_t = \frac{1}{(1-\alpha_1 L)} \varepsilon_t$$

يصبح :

$$v_t = \alpha_1 v_{t-1} + \varepsilon_t$$

نلاحظ عند هذه العلاقة الأخيرة، أنه لو توفرت قيم الشعاع η_t، فإننا نستطيع تقدير المعلمة α بطريقة المربعات الصغرى العادية، ولكن بسبب عدم مشاهدتها نلجأ إلى العملية التالية حيث نستطيع كتابة :

$$Y_t = \frac{1}{(1-\alpha_1 L)} \varepsilon_t + \frac{\theta_1}{(1-\alpha_1 L)} \varepsilon_{t-1}$$

أي أن :

$$Y_t = v_t + \theta_1 v_{t-1}$$

ومن هذه المعادلة وبتعويض θ_1 بقيمها، والتي تقع ضمن المجال $|\theta_1| < 1$ من أجل شرط إمكانية قلب النموذج، وبتوفير القيم البدائية لـ v_t أو جعلها مساوية للصفر، (في هذا المثال $v_0 = 0$) نحصل على : $v_t = Y_t + \theta_1 v_{t-1}$، إذن تبدأ العملية بالتكرار الأول[53] 1st iteration وذلك باختيار مثلا $\theta_1 = -0.9$ ونسميها $\theta_1^{(1)}$ وكما يلي :

[52] مولود حشمان، مرجع سبق ذكره، ص.ص 156-159.

[53] الرقم الذي بين قوسين يمثل دليل التكرار.

$$
\begin{aligned}
t=1 \quad & : v_1^{(1)} = Y_1 \\
t=2 \quad & : v_2^{(1)} = Y_2 - {}^{-}{}_1^{(1)} v_1^{(1)} \\
t=3 \quad & : v_3^{(1)} = Y_3 - {}^{-}{}_1^{(1)} v_2^{(1)} \\
& \vdots \\
t=T \quad & : v_n^{(1)} = Y_n - {}^{-}{}_1^{(1)} v_{n-1}^{(1)}
\end{aligned}
$$

حيث: $V'^{(1)} = \left[v_1^{(1)}, v_2^{(1)}, ..., v_n^{(1)}\right]$ وبتعويض هذا الشعاع الناتج، نستطيع تقدير المعلمة $¤_1$ باستعمال طريقة OLS :

$$\hat{¤}_1^{(1)} = \frac{\sum_t v_t^{(1)} v_{t-1}^{(1)}}{\sum_t \left[v_{t-1}^{(1)}\right]^2}$$

ثم نقوم بحساب مجموع مربعات البواقي المقابلة للمعلمين $\left({}^{-}{}_1^{(1)}, \hat{¤}_1^{(1)}\right)$كالآتي :

$$\sum_t \hat{£}_t^2 = \sum_t \left[v_t^{(1)} - \hat{¤}^{(1)} v_{t-1}^{(1)}\right]^2$$

ونسمي مجموع المربعات هذه بالرمز المتعارف عليه والموافق للتكرار الأول $RSS^{(1)}$ و نعيد العملية للمرة الثانية (التكرار الثاني) وفق المراحل السابقة والتي نختصرها فيما يلي :

- ❖ حساب الشعاع $v^{(2)}$ باستعمال قيمة ${}^{-}{}_1$ الموالية ${}^{-}{}_1 = -0.8$ مثلا (إذا كان مقدار الخطوة يعادل 0.1)
- ❖ تقدير المعلمة : $\hat{¤}_1^{(2)} = \frac{\sum_t v_t^{(2)} v_{t-1}^{(21)}}{\sum_t \left[v_{t-1}^{(2)}\right]^2}$
- ❖ حساب مجموع مربعات البواقي : $RSS^{(2)} = \sum_t \hat{£}_t^2 = \sum_t \left[v_t^{(2)} - \hat{¤}^{(1)} v_{t-1}^{(2)}\right]^2$

ونعيد هذه العملية حتى نغطي كاملا مجال التعويض لـ ${}^{-}{}_1$، وحتى نتحصل على المعالم التي تدني RSS.

3-2 طريقة غوس_نيوتن التكرارية :

تعتمد هذه الطريقة كذلك على تدنية مجموع مربعات البواقي، حيث :

$$MinS(¤, {}^{-}) = \sum \hat{£}_t^2 = \sum (£_t / ¤, {}^{-}, y_t)$$
$$\hat{£}_t = {}^{-}{}^{-1}(L)\Phi(L)Y_t$$

وللحصول على ${}^{-}$و ¤ والتي تدني الدالة S (Ø , θ) يجب اللجوء الى منشور تايلور ، حيث تعتمد في الحل على القيم الابتدائية المستعملة.

المطلب الثالث : تشخيص النموذج

بعد تقدير النموذج لا بد من اختبار مدى ملائمة أو صلاحية النموذج لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية وتوجد لذلك عدة طرق منها :

- مقارنة دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الاصلية مع تلك المتولدة عن النموذج المقدر، فإذا لوحظ اختلاف جوهري بينهما، فإنه يكون دليلا قطعيا على فشل عملية التحديد،وهذا يستدعي اعادة عملية بناء النموذج وتقديره من جديد.
- معاملات النموذج لا بد أن تكون ذات دلالة احصائية أي تختلف معنويا عن الصفر، ويستخدم لذلك اختبار ستيودنت فإذا كانت غير معنوية لا بد من استبعاد أحد رتب AR أو MA.
- تحليل البواقي: يتم التحقق من عشوائية البواقي من خلال اختبار دالة الارتباط الذاتي لبواقي النموذج المشخص ويتم ذلك باستخدام اختبار Box-Pierce.
- اختبار التوزيع الطبيعي لبواقي النموذج المقدر وذلك من خلال اختبار فرضيتي التناظر والتفلطح ويتم ذلك من خلال اختبار Skewness و Kurtosis أو اختبار Jarque-Berra.

يمكن لبعض النماذج أن تتجاوز كل الاختبارات السابقة بنجاح وبالتالي فنحن مجبرون على اختيار نموذج واحد فقط بغرض استعماله للتنبؤ وحتى يتم ذلك يمكننا استعمال بعض المعايير الأخرى مثل :

1- معيار Akaike(1969) « akaike Information Criterion » :

يعد الأكثر استعمالا ويعطى بالعلاقة التالية:

$$AIC(p,q) = \pounds^2 . \exp\left\{2\left(\frac{p+q}{T}\right)\right\}$$

حيث محسوبة بطريقة المعقولية العظمى (أي بقسمة مجموع مربعات البواقي على عدد المشاهدات فقط أي:

$$\pounds^2 = \frac{RSS}{T}$$

حيث : $p+q$ عدد معالم النموذج المقدر

كما يمكن كتابة هذا المعيار في شكل لوغارتمي كما يلي :

$$AIC(p,q) = Ln\left(\pounds^2\right) + 2\left(\frac{p+q}{T}\right)$$

وبسبب اعطائه وزن أكبر للنماذج المستعملة لاكبر عدد من المشاهدات عدل بما يلي:

$$NAIC(p,q) = \frac{AIC(p,q)}{T}$$

ويتم اختيار النموذج الأفضل على أساس أصغر قيمة للمعيار AIC أو NAIC .

2-معيار Schwarz(1979) « Biyezian Information Criterion » :

أقترح الباحث Schwarz معيارا مشابها لمعيار Akaike رغبة في تحقيق خصائص تقاربية وصيغته كالتالي:

$$BIC = Ln(\pounds^2) + \left(\frac{p+q}{T}\right) LnT$$

ويتبع نفس الحكم حيث يتم اختيار النموذج الأفضل على اساس أصغر قيمة للمعيار BIC .

3- معيار Hannan-Quinn(1979)[54]:

ويعطى بالعلاقة :

$$HQ(p,q) = Ln(\pounds^2) + (p+q)C^{\frac{Ln\ LnT}{T}} \quad , \quad C > 2$$

حيث $\pounds^2$ تباين البواقي المحسوب بطريقة المعقولية العظمى. ويكون النموذج الأفضل حسب هذا المعيار ذلك الذي يعطي أقل قيمة $Min\ HQ(p,q)$.

هناك ملاحظة أخرى تتعلق بإمكانية إضافة متغيرات الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك للنموذج في مرحلة التأكد من التشخيص، ومن ثم ندرس ونختبر معنوياتها الإحصائية، ويمكن أن نستعين في اتخاذ هذا القرار معيار Akaike، كما يمكن اختبار البواقي والنظر ما إذا كانت عشوائية أم لا. إن دوال الارتباط الذاتي للبواقي و مربعاتها يمكن أن تبين ما إذا كان من السهل شرحها بواسطة السيرورة ARMA. فإذا كانت البواقي ممثلة جيدا بواسطة السيرورة AR(p)، يمكن زيادة الدرجة p للسيرورة الأصلية ARMA، وإذا كانت ممثلة جيدا بواسطة السيرورة MA(q)، يمكن زيادة الدرجة q، وبعد إعادة تحديد النموذج، نعيد تقديره، ونطبق فكرة التأكد من التشخيص مرة أخرى حتى تصبح المعالم $\hat{\alpha}_j, \hat{\beta}_i$ ذات معنوية إحصائية والبواقي ذات اضطراب أبيض (White Noise).

4- طريقة Goldfrey (1979م) لتشخيص النماذج :

يقترح Godfrey (1979) النموذج التالي[55]:

$$\Phi(L)W_t = \Psi(L)\pounds_t$$

[54] محمد شيخي،مرجع سبق ذكره، ص.ص 254-255.

[55] تومي صالح، مرجع سبق ذكره، ص.ص 199-201.

مع :

$$\Phi(L)= \left(1-¤_1L-¤_2L^2-.....-¤_pL^p-¤_{p+1}L^{p+1}-¤_{p+2}L^{p+2}-.....-¤_{p+p^*}L^{p+p^*}\right)$$
$$^-(L)= \left(1-^-_1L-^-_2L^2-.....-^-_qL^q-^-_{q+1}L^{q+1}-^-_{q+2}L^{q+2}-.....-^-_{q+q^*}L^{q+q^*}\right)$$

حيث W_t السلسلة المستقرة بعد إجراء الفروقات من الدرجة d على السلسلة Y_t).

وتكون المعالم $¤_{p+i}, ^-_{q+j}$ في البداية مساوية للصفر، حيث $i=1,2,....p^*; j=1,2,...q^*$، ثم نقدر النموذج المقترح بالطرق التي تطرقنا إليها سابقا، ومن تم فإن الانحرافات المعيارية للمقدرات المضافة سوف تبين ما إذا كانت هذه المعالم المضافة تختلف عن الصفر أم لا، كما يمكن استعمال اختبار LM المقترح من طرف Godfrey و الذي يعتمد على مشتقات لوغاريتم دالة المعقولية بالنسبة للمعالم المضافة، والمقيمة عند المعالم المقدرة في ظل الفرضية H_0 والقائلة بأن النموذج الأصلي هو الصحيح.

نبين في ظل صحة H_0 بأن لهذه المشتقات توزيعات طبيعية تقاربية، ومن أجل ARMA(p,q) التي تشرح الظاهرة، يمكن كتابة العلاقة :

$$Log\ L\left(¤,^-,±^2_£\right)=\frac{-T}{2}Log\,2® -\frac{T}{2}Log±^2_£-\sum_{t=1}^{T}£^2_t \Big/ 2±^2_£$$

حيث أن:

$$£_t=^{-1}(L)\Phi(L)W_t= \left(1+^-_1L+^-_2L^2+.....+^-_qL^q\right)^{-1}\left(1+¤_1L+¤_2L^2+.....+¤_pL^p\right)W_t$$

وتكون المشتقات الجزئية لهذه الدالة بالنسبة لمعالم الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك هي على الترتيب :

$$\frac{\partial Log\,L}{\partial ¤_i}=\sum_{t=1}^{T}\left(1+^-_1L+^-_2L^2+.....+^-_qL^q\right)^{-1}W_{t-i}£_t \Big/ ±^2_£$$
$$\frac{\partial Log\,L}{\partial ^-_j}=\sum_{t=1}^{T}\left(1+^-_1L+^-_2L^2+.....+^-_qL^q\right)^{-2}\left(1+¤_1L+¤_2L^2+.....+¤_pL^p\right)W_{t-i}£_t \Big/ ±^2_£$$
$$=\sum_{t=1}^{T}\left(1+^-_1L+^-_2L^2+.....+^-_qL^q\right)^{-1}£_{t-i}£_t \Big/ ±^2_£$$

ويعتمد اختبار LM على هذه المشتقات حيث نعتبر النموذج الخاص بالسلسلة ذات الفروقات W_t مع عينة حجمها T.

$$W_t-¤_1W_{t-1}-.....-¤_pW_{t-p}=£_t-^-_1£_{t-1}-.....-^-_1£_{t-1}$$
$$\Phi(L)W_t=^-(L)£_t$$

ونمثل مقدرات المعقولية العظمى بواسطة $\hat{¤}_j$ و $\hat{^-}_i$ والبواقي بواسطة : $£_t=\hat{^-}^{-1}(L).\hat{\Phi}(L)\tilde{W}_t$

حيث أن $\tilde{W}_t$ هي القيم الملاحظة فقط للسيرورة W_t، وتكون السلسلتان X_t وZ_t من الشكل :

$$\hat{-}(L)X_t = \tilde{W}_t \Rightarrow X_t = \tilde{W}_t - \hat{-}_1 X_{t-1} - ..... - \hat{-}_q X_{t-q}$$
$$\hat{-}(L)Z_t = £_t \Rightarrow Z_t = £_t - \hat{-}_1 Z_{t-1} - ..... - \hat{-}_q Z_{t-q}$$

ونبدأ الحسابات عمليا في المعادلتين السابقتين، بواسطة وضع X_t وZ_t مساوية للصفر من أجل $t = 1-q,.....,-1,0$، ولنعتبر الآن مشكلة اختبار نموذجنا بأنه مخصص بطريقة صحيحة ضد الفرضية البديلة والقائلة بأنه يجب إضافة m معلم في الجزء MA، وبالتالي يجب اختبار الفرضية :

$$H_0 : \quad ARMA(p,q)$$
$$H_A : \quad ARMA(p,q+m)$$

ويقترح Godfrey (1979) استعمال اختبار LM عن طريق تقدير نموذج الانحدار التالي بطريقة المربعات الصغرى :

$$£_t = \sim_1 X_{t-1} + ...+ \sim_p X_{t-p} + \ _1 Z_{t-1} + ...+ \ _{q+m} Z_{t-q-m} + «_t$$

حيث أن $\sim_i$ و $_j$ هي معالم، و $«_t$ هو حد الخطأ، ثم تحت H_0 صحيحة نجري الاختبار :

$$Q = T\left[1 - \frac{\sum \hat{\mu}_t^2}{\sum \hat{\varepsilon}_t^2}\right] \ \sim \ \chi_\alpha^2(m)$$

ومن أجل قيم كبيرة لهذه الإحصائية Qنرفض H0 ، وطوَّر Godfrey كذلك إحصائية LM ضد الفرضية البديلة والقائلة بأن النموذج الصحيح هو $ARMA(p+m,q)$ ، حيث نتبع في هذه الحالة نفس الخطوات السابقة.

5- اختبار Granger-Newbold[56]:

يرى Granger and Newbold (1986) أنه بإمكان تطوير اختبار LM لـ Goldfrey إلى أي شكل من نوع $ARMA(p+k_1, q+k_2)$ ، حيث أن m هنا تساوي أكبر قيمة بين k_1و k_2 أي : $m = \max(k_1 k_2)$.

وعلى العموم يجب النظر إلى النموذج الذي يتضمن أصغر عدد من المعالم المتناسقة مع الفرضية القائلة بأن لحدود الأخطاء اضطراب (تشويش) أبيض. كما يمكن في هذا الإطار استعمال المقاييس السابقة الذكر .. $NAIC$ ، AIC

[56] المرجع السابق، ص.ص 201-202.

المطلب الرابع :التنـــــبؤ:

في هذه الحالة يتم ايجاد القيم المستقبلية للسلسلة الزمنية من خلال استخدام النموذج الحالي والمقدر في فترة زمنية معطاة زذلك تبعا لأصغر خطأ ممكن ،لذا نعبر التنبؤ ذا أصغر متوسط لمربع خطأ التنبؤ تنبؤا أمثلا، ومادام خطأ التنبؤ متغيرا عشوائيا، نقوم بتصغير قيمته المتوقعة. والتنبؤ للقيم المستقبلية لمشاهدات السلسلة الزمنية هو عبارة عن التوقع الشرطي في الفترة $(T+h)$ عند الزمن (T). إن هذا التنبؤ يتم بعد تقدير معالم النموذج $ARIMA(p,d,q)$ ، والذي يكون قد تجاوز مختلف مراحل الاختبارات السابقة، ومن ثم استخدامه للتنبؤ وذلك عن طريق احلال القيم الحالية والماضية للمتغير التابع Y_t والبواقي كقيم تقديرية لحد الخطأ في يمين الدالة ،وذلك للحصول على القيم الأولى المتنبأ بها (Y_{T+1}) وهو يسمى التنبؤ لفترة واحدة للأمام، ويمكن الحصول على القيمة الثانية (Y_{t+2}) باحلال القيمة الأولى (Y_{T+1}) التي تم التوصل اليها في الخطوة الأولى للتوقع في الطرف الأيمن من المعادلة، وهكذا حتى الفترة المطلوبة، مع ملاحظة افتراض حد الخطأ خارج العينة للدالة يساوي صفر مما يعني أن حدود MA في النموذج ستختفي بعد q فترة. ويمكن تلخيص عملية التنبؤ في المراحل التالية [57]:

- ✓ كتابة النموذج المقدر $\hat{Y}_t = f\left(\hat{\alpha}, \hat{\beta}, Y_t, \hat{\varepsilon}_t\right)$
- ✓ تعويض t بـ $T+h$ حيث $h = 1,2,...,H$
- ✓ تعويض كل القيم المستقبلية للمتغير الخاص بالظاهرة المدروسة بتنبؤاتها، بينما يتم تعويض الأخطاء المستقبلية بالأصفار والماضية (داخل العينة) بالبواقي.

وأخيرا يجب الأخذ في الحسبان الموسمية(Seasonality) في السلسلة الزمنية حيث تتبع كثير من المتغيرات الاقتصادية مثل المحاصيل الزراعية والسفر والانفاق.....الخ، لنمط الموسمية، حيث تخضع السلسلة لتغيرات نمطية خلال فترات معينة ومتكررة، ويؤدي تجاهل هذا النوع من التغيرات في التنبؤ الى زيادة تباين السلسلة. ويتم اكتشاف التغيرات الموسمية بتفحص الشكل البياني للسلسلة عبر الزمن وكذلك بتفحص قيم (ACF) و(PACF) عند التباطؤات ..... 12,24,36 للبيانات الشهرية والتباطؤات ....4,8,12, للبيانات الربع سنوية بدلا من التباطؤات ...1,2,3,4, وفي هذه الحالة يتم اضافة عنصر انحدار ذاتي موسمي أو عنصر متوسط متحرك موسمي عند الفترة الثانية عشر للبيانات الشهرية أي اضافة AR(12) أو MA(12) في النموذج.

لدراسة دقة التنبؤ الذي يعتبر من أهم المراحل في تقييم النموذج للأغراض المستقبلية، نستخدم في هذا المجال متوسط الخطأ الذي يعبر على متوسط الفرق بين المشاهدة والتنبؤ لنفس الفترة الزمنية، ويُعطى رياضيا في الشكل التالي[58]:

[57] محمد شيخي ، مرجع سبق ذكره، ص 258.

[58] المرجع السابق، ص.ص259-260.

$$MRAE = H^{-1}\sum_{h=1}^{H}\frac{\left|\hat{Y}_{T+h} - Y_{T+h}\right|}{\left|Y_{T+h}\right|}\times 100$$

حيث Y_{T+h} و $\hat{Y}_{T+h}$ تعبران عن السلسلة المدروسة المتنبأ بها نظريا و تلك المتنبأ بها تقديريا على الترتيب. ويمكن أن يؤخذ هذا المقياس في شكل نسبي وكما يلي :

$$PME = H^{-1}\sum_{h=1}^{H}\left(\frac{Y_{T+h} - \hat{Y}_{t+h}}{Y_{T+h}}\right)$$

يمكن أيضا استخدام متوسط مربع الخطأ الذي يعتبر أكثر فعالية من المعيار السابق، لدينا :

$$QME = H^{-1}\sum_{h=1}^{H}(\hat{Y}_{T+h} - Y_{T+h})^2$$

حيث H هي عدد القيم المتوقعة مع $h = 1,2,...H$.

يستخدم بعض الإحصائيين معيارا آخر يسمى بمعيار ثايل Theil's U statistic وهو معطى بالعلاقة التالية :

$$U = \frac{\sqrt{H^{-1}\sum_{h=1}^{H}(\hat{Y}_{T+h} - Y_{T+h})^2}}{\sqrt{H^{-1}\sum_{h=1}^{H}Y_{T+h}^2} + \sqrt{H^{-1}\sum_{h=1}^{H}\hat{Y}_{T+h}^2}}$$

ويكون التنبؤ جيدا عندما يكون $U = 0$، وتكون العملية فاشلة عندما $U = 1$، وعمليا يتذبذب هذا المقياس بين هاتين القيمتين.

يمكن أيضا قياس دقة التنبؤ من خلال مدى قدرة التنبؤ في اقتفاء أثر السلسلة الأصلية والقدرة على تتبع نقاط انعطافها برشاقة كما ذكرنا سابقا، ولتوضيح هذه العملية نستعين دائما بالرسومات البيانية للسلسلتين الأصلية والتنبؤية.

ملخص الفصل :

تناولنا في هذا الفصل أسلوب تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ، التي تعد إحدى الطرائق الرياضية والإحصائية التي تفسر طبيعة المتغيرات التي تحدث لظاهرة معينة خلال فترة زمنية محددة ، وأهم ما يميزها عن غيرها من الطرائق الاحصائية هو السلوكية التطبيقية وبناء النماذج ثم التحليل التنبؤ المستقبلي .

تم عرض الاساليب الاحصائية المتعلقة بالسلاسل الزمنية، والمتمثلة في اختبار استقرارية السلسلة الزمنية وذلك باستخدام دالة الارتباط الذاتي بالإضافة الى اختبارات الجذر الوحدوي (pp,kpss)، وفحص التوزيع الاحتمالي عن طريق اختبار جارك–بيرا. ولاختبار قابلية السلسلة الزمنية للتنبؤ تم التطرق الى اختبار الذاكرة الطويلة و اختبار BDS. ولتطبيق منهجية بوكس–جنكينز تم عرض النماذج الخطية للسلاسل الزمنية والمتمثلة في :

- ✓ النماذج اللاموسمية : تستخدم لتمثيل نوعين من السلاسل : الساكنة وغير الساكنة. ومن هذه النماذج (AR,MA,ARMA,ARIMA)
- ✓ النماذج الموسمية : تستخدم لتمثيل السلاسل الزمنية الموسمية ومن هذه النماذج (SAR,SMA,SARMA,SARIMA)

وتستخدم هذه النماذج في تحليل السلسلة الزمنية التي تمثل ظاهرة معينة وفي التنبؤ بقيم الظاهرة في المستقبل.

وتتلخص منهجية بوكس –جنكينز في أربعة مراحل متسلسلة تبدأ بمرحلة التشخيص للنموذج والتي تعد المرحلة الأهم. وتليها مرحلة تقدير المعلمات للنموذج، ومن ثم مرحلة فحص مدى الملاءمة للنموذج. وتأتي المرحلة الأخيرة وهي مرحلة التكهن أو التنبؤ.

الفصل الثالث

دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز

تمهيـــد:

من أجل تغطية جوانب الموضوع المدروس ومحاولة الإجابة على التساؤل الرئيسي وكذا مجموعة الأسئلة الفرعية المطروحة، ارتأينا تقديم دراسة تطبيقية تتعلق بشكل أساسي بدراسة سلوك مبيعات الكهرباء في الجزائر عن طريق تحليل المبيعات الشهرية للكهرباء الموجهة للقطاع الاداري والعائلي الخاصة بمدينة بريكة باستخدام أسلوب السلاسل الزمنية.

سيتم عرض هذه الدراسة من خلال ثلاث مباحث أساسية، يخصص المبحث الأول لتقديم نظرة عامة حول مديرية توزيع الكهرباء والغاز باتنة، أما المبحث الثاني فسيتناول نمذجة المبيعات الشهرية للكهرباء الموجهة لقطاع العائلات، في حين سيخصص المبحث الثالث لنمذجة المبيعات الشهرية للكهرباء الموجهة للقطاع الاداري.

المبحث الاول : نظرة عامة على مديرية التوزيع باتنة

إنبثقت مديرية التوزيع على إثر إعادة هيكلة الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز – سونلغاز – بموجب القانون رقم : 01-02 الصادر بتاريخ 05 فبراير 2002 المتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات، وجاءت المراسيم التنفيذية الملحقة والقرارات التنظيمية لإعطاء مزيد من المسؤولية والبحث عن الفعالية، وآخرها تخصيص رمز جديد لشركة توزيع الكهرباء والغاز للشرق S.D.E والمدون على وكالاتنا التجارية، سيارات الشركة والوثائق المختلفة ، وهذا على غرار كل شركات وفروع مجمع سونلغاز الذي احتفظ لنفسه بالرمز السابق المعروف، وهذا تأكيدا للطبيعة القانونية والاجتماعية للمؤسسة الجديدة.

المطلب الأول : الهيكل التنظيمي لمديرية التوزيع باتنة

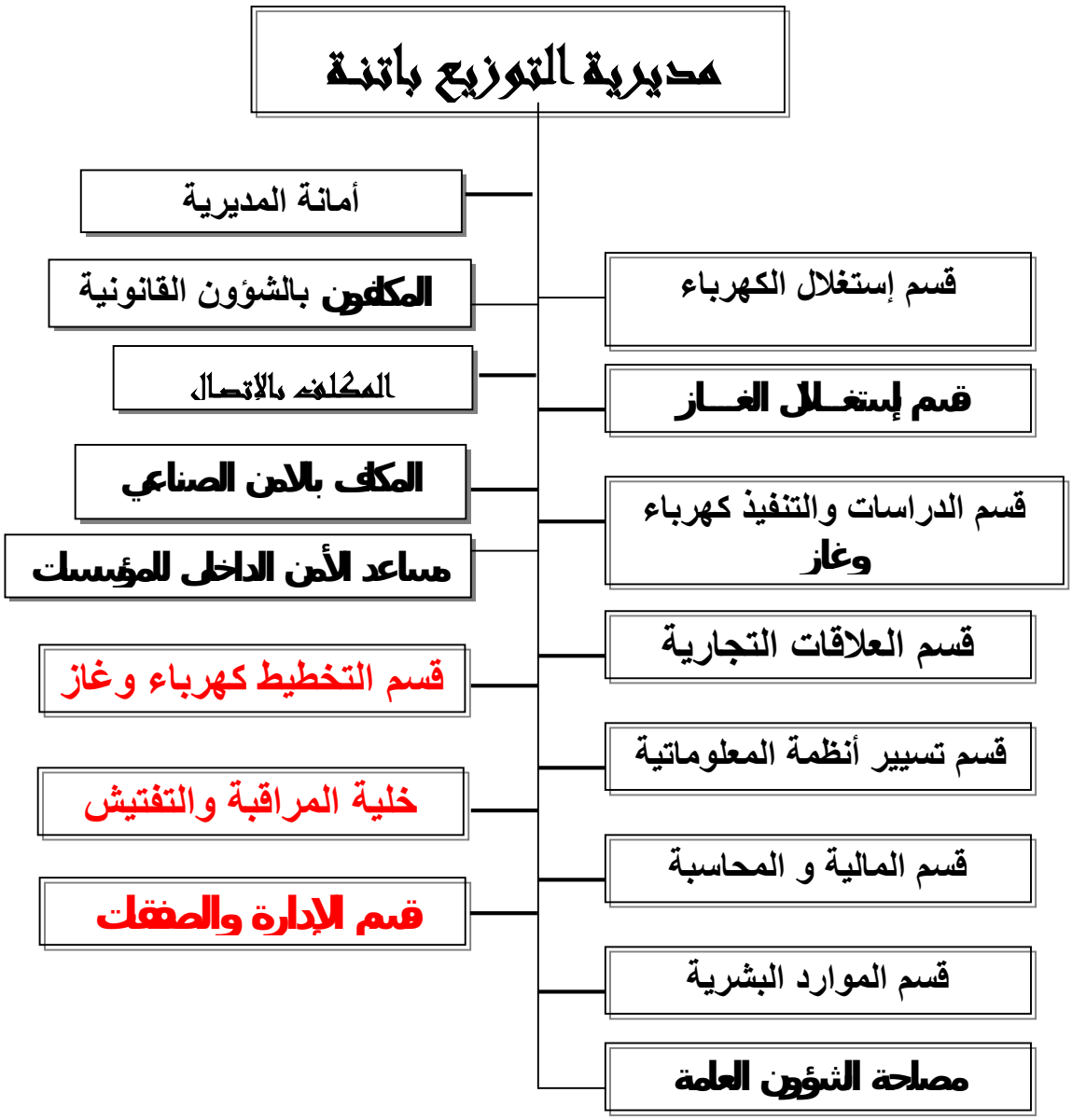
يعتبر الهيكل التنظيمي تمثيل شكلي يجسد بيانيا هيكل المنظمة وهو عبارة عن جدول للوحدات المحددة التي تشكل المنظمة وشبكة العلاقات الرسمية، والتي تعني الطرق التي من خلالها تنزل القرارات والأوامر نحو المنفذين، والتي من خلالها تصعد كذلك من القاعدة نحو القمة بمعلومات حول العمل والصعوبات والاحتياجات لمختلف الرواتب.

وفيما يتعلق بمديرية التوزيع باتنة فإن هيكلها التنظيمي يضم كلا من الإدارة العامة وأقسام مديرية التوزيع ونوردها كما يلي :

- ✓ قسم استغلال الغاز؛
- ✓ قسم استغلال الكهرباء؛
- ✓ قسم تخطيط الكهرباء والغاز؛
- ✓ قسم الادارة والصفقات؛
- ✓ قسم للعلاقات التجارية؛
- ✓ قسم لدراسات الانجاز والأشغال؛
- ✓ قسم لتسيير أنظمة المعلومات؛
- ✓ قسم للموارد البشرية؛
- ✓ قسم للمالية والمحاسبة.

بالاضافة الى شعبة للشؤون العامة، مكلف بالاتصال، مكلف بالشؤون القانونية. والشكل الموالي يمثل الهيكل التنظيمي المعياري للمديرية الجهوية.

الشكل (3-1) : الهيكل التنظيمي لمديرية التوزيع باتنة



المصدر : مصلحة المستخدمين

المطلب الثاني : مشاريع المديرية على مستوى الولاية

شرع مجمع سونلغاز بجميع فروعه في إنجاز الكثير من المشاريع المرتبطة بقطاع الكهرباء والغاز، وهذا لكي يكون في مستوى طموحات ولاية كبيرة كولايـة باتنــة، وكذا لتقديم خدمات ذات نوعية لزبائنه، وفي هذا السياق نود تقديم حوصلة عن المشاريع الكبرى الخاصة بالتموين بالكهرباء والغاز التي تم إنجازها وأخرى في طور الإنجاز.

1- بالنسبة لقطاع الكهرباء :

- الدخول في الخدمة للوحدة الرئيسية لإنتاج الكهرباء الموجودة بعين جاسر وهذا لتدعيم منظومة الإنتاج الوطنية للكهرباء.

- وحدة تحويل التيار الكهربائي 60/220 ك.ف الموجودة بمركونة والتي ستمون ولاية باتنة.

- مركز التوزيع الكهربائي بكدية المدور وهذا لتموين السد المائي بتيمقاد، وكذا تموين كل من بلديات :

* تيمقاد * الشمرة * دوفانة * تازولت * سيدي معنصر ..... إلخ.

- مشروع مركز التوزيع الكهربائي للقطب السكني حملـة (إستلام المحول الكهربائي المتنقل HT/MT).

- إعادة هيكلة الشبكة الكهربائية داخل مدينة بريكـة وهذا من أجل تحسين نوعية وخدمات التموين بالتيارالكهربائي داخل هذه المدينة الكبيرة.

- مركز التحكم عن بعد B.C.C في الشبكة الكهربائية متوسطة التوتر والتي تهدف لتحسين نوعية الخدمات المقدمة لزبائننا وأهمها تخفيض مدة إنقطاع التيار الكهربائي ، ونسبة المشروع وصلت إلى 80%.

- هذه الإنجازات جعلت نسبة التغطية بالكهرباء تصل إلى 93,7 %.

2- بالنسبة لقطاع الغاز :

- تقوية شبكة الغاز الطبيعي في حي بارك أفوراج ، وهذا لتحسين نوعية خدمة الزبائن بهذا الحي ، وهذا في انتظار إستلام مشروع مركز التوزيع العمومي للغاز الطبيعي رقم 04 .

- مركز التوزيع العمومي للغاز الطبيعي للقطب السكني حملـة.

- مركز التوزيع العمومي للغاز الطبيعي لبوزينـــة.

- مركز التوزيع العمومي للغاز الطبيعي لإيشمـــول.

– مركز التوزيع العمومي للغاز الطبيعي لإينوغيسن.

– المشروع الكبير لولاية باتنة بتموين 14 تجمع سكني بالغاز الطبيعي ، في إطار الإتفاقية (S.D.E – ولايـة).

– وبهذا وصلت نسبة التغطية بمادة الغاز الطبيعي إلى 63%.

المطلب الثالث : آفاق وتحديات مديرية التوزيع باتنة

1– آفاق مديرية التوزيع باتنة :

1–1 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 الإستهلاك أمام وكالات البريد، وذلك مما يخفف الضغط على الوكالات التجارية للمديرية بالقضاء على الطوابير الطويلة.

1–2 تقوية الشبكات :

- باشرت مديرية التوزيع العديد من المشاريع الإستثمارية بتجديد الشبكات القديمة (الكلاسيكية) بشبكات حديثة معزولة (تورصادية) مما يؤثر إيجابا على التقليل من الإنقطاعات المسجلة، وكذا إنشاء العديد من مراكز التحويل الجديدة وذلك ما سيقضي حتما على ضاهرة ضعف التيار الكهربائي خاصة في فصل الصيف حيث تزداد كمية الإستهلاك.
- تقوية شبكات الغاز بتجديد بعض الشبكات واستبدال شبكات أخرى بقنوات أكبر حجما مما سيؤدي إلى التقليل والقضاء من إنقطاع الغاز وضعفه في بعض الأحياء.

1–3 إنشاء خدمة المعالجة الإعلامية للمكالمات T.I.A :

في سبيل تحسين الخدمة المقدمة للزبون إعتمدت الشركة في السنة الماضية نظاما جديدا يسمى T.I.A ، وهي تلقي بلاغات وشكاوي المواطنين عبر رقم هاتفي خاص حول إنقطاعات التيار الكهربائي أو الغاز الطبيعي أو حالات تسرب للغاز أو حدوث إختناق ما، وفور سماع المكالمة يتم نقل المعلومة لفرق التدخل الميدانية للشركة عن طريق الراديو وذلك لكسب رهان الوقت والفعالية وقد ساهمت هذه الوسيلة بشكل كبير في تحسين الخدمة المقدمة لزبائن الشركة.

2- تحديات مديرية التوزيع باتنة :

2-1 المديونيــة :

إرتفاع نسبة مديونية زبائننا من الأفراد والمؤسسات الخاصة والإدارات وبخاصة مديونية البلديات.

2-2 القطع الأرضية :

صعوبات في الحصول على القطع الأرضية التي تستوعب المراكز الكهربائية أو الغازية الجديدة، وذلك راجع لعزوف المواطنين عن التنازل عن قطع من أراضيهم لفائدة الشركة رغم إستفادتهم من تعويضات.

2-3 ترخيصات المرور :

بالرغم من النصوص الصريحة في هذا المجال والتي تخول الشركة حق الإرتفاقات المجانية بما فيها حق المرور والإرساء والتوصيل لخدمة المنفعة العامة، إلا أن الشركة تواجه عراقيل جمة ميدانيا باعتراض المواطنين على التوصيلات وإقامة الأعمدة بالرغم من ترخيص البلدية مما يعرقل المشاريع المبرمجة ويحرم المواطنين من الإستفادة من توصيل الغاز كما الكهرباء، ونضرب مثالا حيا على ذلك المشاكل التي تعترضنا لإنشاء مركز التوزيع العمومي للغاز الطبيعي رقم 04 وتوصيله عبر القنوات لحي بارك أفوراج.

2-4 سرقة الكهرباء :

من بين المشاكل العويصة التي تواجهها الشركة هي ارتفاع نسبة ضياع الطاقة والذي يعود في أساسه إلى ضاهرة سرقة الكهرباء التي تعد عبئا ثقيلا على المديرية، ولعل عدد القضايا المسجلة عبر مختلف محاكم الولاية دليل على حجم هذه الضاهرة التي تعرقل نمو الشركة.

2-5 سرقة الكوابل والأجهزة الكهربائية :

تفشت ضاهرة سرقة الكوابل الكهربائية (النحاسية)- والتي كانت في السابق تخص الشبكات الكهربائية خارج الخدمة أو التي لم تدخل في الخدمة بعد، إلا أنه في السنوات الأخيرة امتدت هذه الضاهرة حتى إلى الشبكات تحت التوتر مما سجل عدة حوادث صعق كهربائية أودت بالكثير من الأرواح، وسجلنا أيضا ضاهرة سرقة الأجهزة الكهربائية والتي أخذت أبعادا خطيرة إذ أضحت منشآتنا الكهربائية من مراكز كهربائية وآلات قطع التيار الكهربائي .....إلخ، إلى العديد من حالات التخريب والنهب ولم تسلم من ذلك حتى الأجهزة الموجودة في المراكز المبنية وذلك بتحطيم البوابات وسرقة الأجهزة، حتى تلك الموضوعة تحت التوتر.

المبحث الثاني : نمذجة مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي

المطلب الأول : الخصائص الإحصائية للمبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات

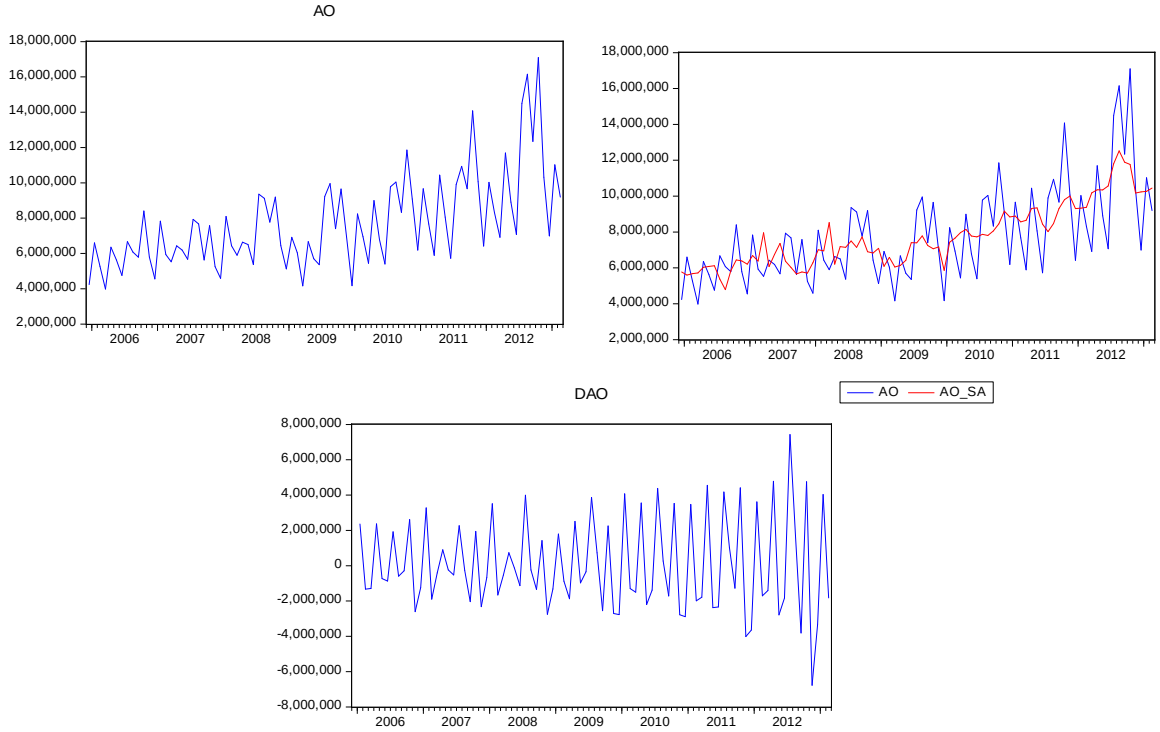
الجدول(3-1) : المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات الوحدة:كيلووات ساعي

2005M07						4236495
2006M01	6599466	5272530	3980666	6352934	5626505	4754151
2006M07	6672424	6076100	5787560	8400117	5792507	4554175
2007M01	7827912	5934558	5530274	6431623	6191146	5668185
2007M07	7933808	7673408	5632994	7575474	5253081	4588929
2008M01	8099819	6437254	5898214	6635510	6501896	5371702
2008M07	9359897	9119461	7771707	9192823	6439475	5122790
2009M01	6915636	6037783	4165006	6672938	5701472	5358826
2009M07	9224673	9955720	7403042	9652259	6943588	4171881
2010M01	8239963	6943023	5440906	8991242	6784535	5398414
2010M07	9776389	10041491	8326068	11855851	9078453	6191217
2011M01	9663674	7671345	5889420	10437708	8058887	5724221
2011M07	9900099	10936752	9667060	14075165	10059234	6417171
2012M01	10028509	8319406	6913907	11692211	8906221	7069753
2012M07	14496433	16153955	12340927	17096878	10322669	6992485
2013M01	11023494	9195889				

المصدر : الوكالة التجارية لسونلغاز بدائرة بريكة

إن البيانات التي استخدمت تشكل سلسلة زمنية شهرية تتكون من 87 مشاهدة تمثل المبيعات الشهرية للكهرباء ذات التوتر المنخفض الموجه لقطاع العائلات الخاصة بمدينة بريكة والمقدرة بالكيلووات ساعي والتي أخذت من سجلات الوكالة التجارية بدائرة بريكة. والتي تمثل الفترة من ديسمبر 2005 إلى فيفري 2012 بمتوسط قدره 7754269 وقيمة دنيا 3980666 سجلت في سنة 2006 وقيمة قصوى 17096878 في سنة 2012، وتشتت هذه السلسلة عن متوسطها بانحراف معياري قدره 2612924 وهو ما يعطينا فكرة عن عدم تجانس مستويات السلسلة. ويمكن تمثيل بيانات سلسلة المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات (الأصلية ao، المصححة من الموسمية، ذات الفروقات من الدرجة الأولى dao) كما يلي :

الشكل (3-2) : التمثيل البياني للسلسة (الأصلية AO، المصححة من المركبة الموسمية، ذات الفروقات من الدرجة الأولى DAO)



المصدر: برنامج Eviwes

نلاحظ من المنحنى البياني الأول في الشكل (3-2) وجود إتجاه عام متزايد مع الزمن فضلا عن وجود تذبذبات متمثلة في تقعرات ونتوءات، وهذه التذبذبات تتكرر بانتظام وبنفس الوتيرة كل سنة مع اختلاف الوتيرة التي تزداد بها من سنة إلى أخرى. هذه التغيرات تشير إلى وجود مركبة اتجاه عام ومركبة موسمية، ففي المنحنى البياني الثاني من نفس الشكل يتضح جليا وجود تغيرات موسمية شهرية بعد القيام بعملية التعديل الموسمي للسلسلة عن طريق تقنية CENSUS X12 يعطي الجدول (3-2) نتائج اختبارات الجدر الوحدوي لـ Philips-Perron و KPSS و Elliott-Rothenberg-Stock :

الجدول (3-2) : نتائج اختبارات الجذر الوحدوي لسلسلة المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات (ao)

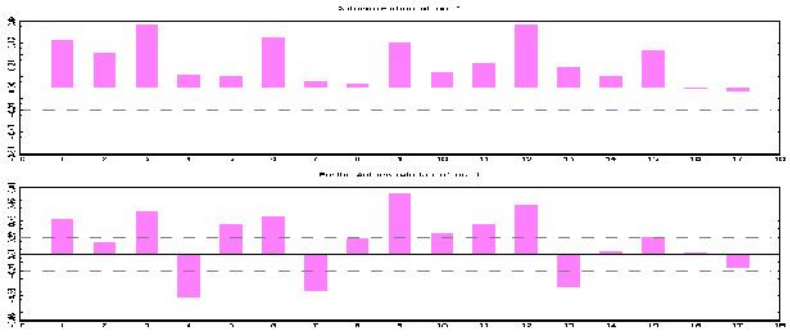
نوع الاختبار	السلسلة الأصلية		لسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى	
Philips-Perron	-0.6449 (-1.9446)	النموذج 1	-30.9343 (-1.9446)	النموذج 2
KPSS	0.8792 (0.4630)	النموذج 1	0.2606 (0.4630)	النموذج 1
Elliott-Rothenberg-Stock	1.1905 (3.0736)	النموذج 2	12.2179 (3.0708)	النموذج 1

النموذج 1 : نموذج بوجود ثابتة
النموذج 2 : نموذج بدون ثابتة ولا اتجاه عام

المصدر : من اعداد الدطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

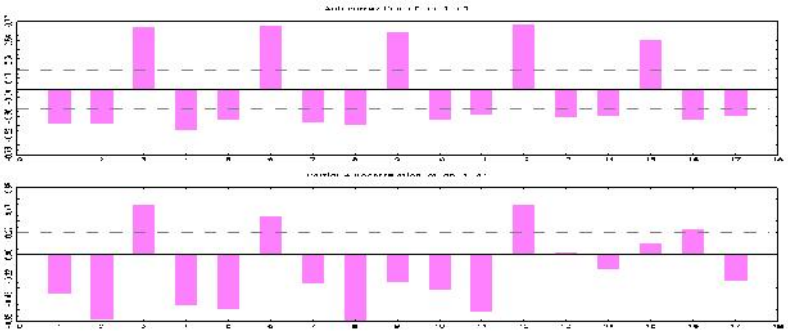
نلاحظ أن السلسلة قيد الدراسة (ao) تحتوي على جذر وحدوي فهي غير مستقرة وسبب عدم الاستقرار وجود اتجاه عام عشوائي مما يستوجب تحويل الظاهرة إلى سلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى (dao) [أنظر المنحنى الثالث من الشكل (3-2)] وتعتبر هذه الأخيرة مستقرة من حيث الاتجاه العام أي لا تحتوي على جذر وحدوي باعتبار أن القيم المحسوبة بالقيمة المطلقة أكبر من القيم الحرجة لـ Mackinnon باستثناء إحصائية KPSS التي تعتبر أصغر من القيمة الحرجة ففي هذه الحالة نقبل فرضية الاستقرارية H_0. يمكن التأكد من ذلك بالتمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي للسلسلة الأصلية (ao) والسلسلة المحولة (dao) :

الشكل (3-3) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة الأصلية (ao)



المصدر: برنامج JMulTi

الشكل (3-4) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى (dao)



المصدر: برنامج JMulTi

نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي المحسوبة للسلسلة (ao)من أجل الفجوات 1،2،3،6،9،11،12،15،18،21،24 تختلف معنويا عن الصفر خارج مجال الثقة $\frac{+1.96}{\sqrt{n}}, \frac{-1.96}{\sqrt{n}}$ وهذا دليل على عدم الاستقرارية، أما معاملات الارتباط للسلسلة ذات الفروقات (dao) تختلف أيضا معنويا عن الصفر عند مستوى معنوية 0.05 ولكن عدم الاستقرارية ليس ناجما عن وجود اتجاه عام وإنما عن وجود تقلبات موسمية شهرية. يمكن القول أن السلسلة (dao) غير مستقرة من حيث المركبة الموسمية وللتأكد من ذلك أيضا تم استعمال اختبار HEGY على السلسلة ذات الفروقات (dao) والذي تظهر نتائجه في الجدول التالي :

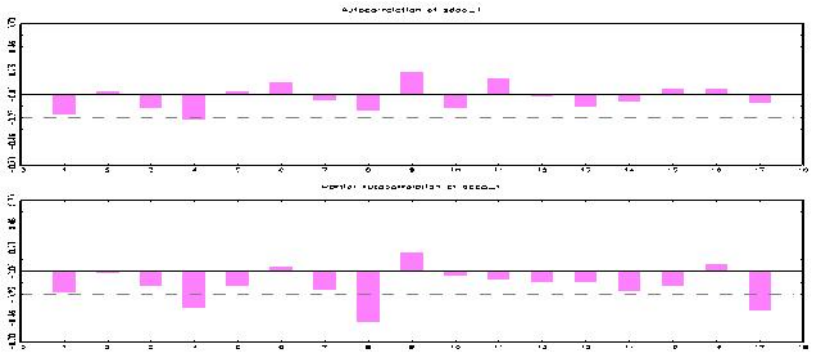
الجدول (3-3) : اختبار الجذر الوحدوي الموسمي بطريقة HEGY للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى للمبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات (dao)

النموذج مع وجود اتجاه عام تحديدي	**النموذج بوجود ثابتة**	الإحصائيات
-2.7454 (-3.37)	-2.7203 (-2.82)	
-0.8790 (-1.94)	-2.7203 (-1.94)	
0.5747 (3.05)	0.5786 (3.07)	F_{34}
4.1504 (3.05)	4.5494 (3.05)	F_{56}
1.9403 (3.08)	2.2766 (3.09)	F_{78}
0.6951 (3.08)	0.7868 (3.09)	F_{910}
3.8070 (3.09)	3.9091 (3.10)	F_{1112}
6.2793 (1.88)	6.3379 (1.89)	$F_{1\text{-}12}$
3.8831 (2.30)	4.0683 (2.07)	$F_{2\text{-}12}$

القيم التي بين قوسين هي القيم الحرجة لـ Franses and Taylor

يعطي هذا الأخير إحصائيات ستيودنت وفيشر التي تعتبر مجملها أكبر من القيم الحرجة لـ Franses and Taylor، مما يوحي بوجود تقلبات موسمية في السلسلة (dao). وكنتيجة لذلك يتم إزالة المركبة الموسمية بحساب الفروقات من الدرجة s = 12 ونتحصل على سلسلة مستقرة من حيث الاتجاه العام والمركبة الموسمية (sdao)، وهذا ما نلاحظه من خلال دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الجديدة [أنظر الشكل (3-5)] باعتبار أن معاملات الارتباط الذاتي تقع كلها داخل مجال الثقة في تساوي معنويا الصفر عند مستوى معنوية 0.05.

الشكل (3-5) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى والفروقات من الدرجة 12 (sdao)



المصدر: برنامج JMulTi

ولاختبار ما اذا كانت سلسلة مبيعات الكهرباء sdao المستقرة تحمل خصائص التوزيع الطبيعي أم لا، من أجل هذا يمكننا استعمال اختبار Jarque و Bera، كما سيتم استخدام احصائية ARCH-LM لاختبار تجانس التباين. والنتائج موضحة في الجدول التالي :

الجدول (3-4) : الخصائص الإحصائية للسلسلة المستقرة (sdao)

إحصائية ARCH-LM	Kurtosis	Skewness	إحصائية Jarque and Bera
0.5568 (0.4556)	4.2597	-0.0058	4.8932 (0.0866)

القيم التي بين قوسين هي قيم *p*-Value.

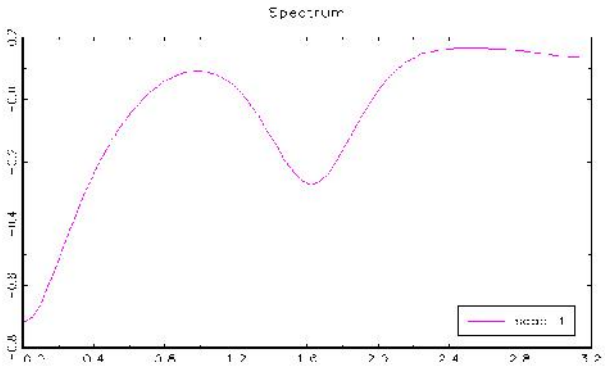
المصدر : من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

من خلال الجدول يتضح بأن هناك دليل على أن السلسلة المستقرة (sdao) ذات توزيع طبيعي حيث أن إحصائية Jarque-Bera أقل تماما من القيمة الحرجة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 2 عند مستوى معنوية 0.05 (p-Value الذي يساوي 0.0866 أكبر من 0.05) ومؤشر Skewness الذي يعبر عن مقياس التناظر تقريبا معدوم أي أن التوزيع تقريبا متناظر، فالتناظر قد يكون إشارة إلى خطية السيرورة الممثلة للمبيعات الشهرية من الكهرباء. إضافة إلى ذلك ؛ ليس هناك تأثير ARCH على الظاهرة بمعنى آخر التباين الشرطي لسلسلة المبيعات متجانس باعتبار أن إحصائية ARCH-LM والتي تساوي 0.5568 أقل تماما من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 1 عند مستوى معنوية 0.05 (Value الذي يساوي 0.4556 أكبر من 0.05).

المطلب الثاني : دراسة قابلية السلسلة الزمنية sdao للتنبؤ

يظهر الشكل (3-6) تطور الدالة الطيفية للسلسلة المستقرة the periodogram :

الشكل (3-6) : التمثيل البياني للدالة الطيفية للسلسلة المستقرة (sdao)



المصدر : برنامج JMulTI

من الواضح أن الذاكرة الطويلة غير موجودة حيث نلاحظ أن الدالة لا تتمركز حول الموجات في محور الفواصل فهي لا تؤول إلى ∞ عندما تؤول الموجة إلى 0.

من أجل التأكد من هذه النتيجة قمنا بتقدير شبه معلمي لمعامل الذاكرة الطويلة للسلسلة (sdao) باستعمال نوافذ مختلفة للدالة الطيفية GPH، تظهر النتائج في الجدول (3-5) :

الجدول (3-5) : نتائج اختبار الذاكرة الطويلة للسلسلة المستقرة (sdao)

– تقدير معامل التكامل الكسري *ARFIMA(0,d,0)* –

	Bandwidth						
Ordinates: $T^{0.8}$	GPH	*Rectangular*	*Bartlett*	*Daniell*	*Tukey*	*Parzen*	*B-priest*
	0.329 (0.6728)	0.3103 (0.4219)	0.3330 (1.0624)	0.3905 (0.4721)	0.3332 (0.8276)	0.3342 (0.7639)	0.3361 (1.1083)

القيم التي بين قوسين (.) هي إحصائيات ستيودنت

المصدر : من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Rats

يظهر من خلال الجدول أن معامل التكامل الكسري ليس له معنوية إحصائية عند مستوى دلالة 0.05 وعليه نقبل فرضية الذاكرة القصيرة H_0 ، وهذا يعني أنه لا يمكن التنبؤ بالمبيعات الشهرية للكهرباء الموجهة للقطاع العائلي على المدى الطويل وحركة المبيعات تظهر كنتيجة لصدمة خارجية عابرة Transitory Exogenous Shocks لأن إحصائيات BDS [أنظر الجدول (3-6)] أكبر تماما من القيمة المجدولة للتوزيع الطبيعي 1.96 عند مستوى معنوية 0.05 (قيم *p*–Value أصغر بكثير من 0.05) أي نرفض فرضية السير العشوائي.

ومن جهة أخرى أظهرت النتائج بنية ارتباط قوية على المدى القصير ومبيعات الكهرباء قابلة للتنبؤ على المدى القصير.

الجدول (3-6) : نتائج اختبار الاستقلالية BDS على السلسلة المستقرة للمبيعات

m	إحصائيات BDS	p-Value
2	3.000785	0.0027
3	5.358596	0.0000
4	8.805826	0.0000
5	10.61005	0.0000
6	12.89369	0.0000

Embedding Dimension : m

المصدر : من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

المطلب الثالث : اقتراح نموذج SARIMA للتنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي

على ضوء نتائج الاختبارات المتحصل عليها، تدور نمذجة مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي في فلك السيرورات الخطية العشوائية، وفي هذا الإطار نقترح نموذج SARIMA الذي يمكن التعبير عنه رياضيا كما يلي :

$$¤(L)\Phi(L^s)\nabla^d\nabla_s^D ao_t = ¯(L)\Theta(L^s)£_t$$

مع :

:

$$\Phi(L^S) = 1 - ¤_1 L^S - ¤_2 L^{2S} - \ldots\ldots\ldots\ldots - ¤_p L^{pS}$$
$$\Theta(L^S) = 1 - ¯_1 L^S - ¯_2 L^{2S} - \ldots\ldots\ldots\ldots - ¯_q L^{qS}$$

يُمثل $\nabla_s^D = (1-L^s)^D$ الفروقات الموسمية من الدرجة D و $\nabla^d = (1-L)^d$ الفروقات المتتالية من الدرجة d اللذان يستخدمان لتحقيق إستقرارية مبيعات الكهرباء (ao) و $t = 1,2,\ldots\ldots,n$.

لدينا مجموعة من نماذج SARIMA غير المرفوضة بواسطة بعض الأدوات الإحصائية، فالسؤال المطروح أي نموذج نختار في هذه الحالة؟ لتحديد درجة النموذج نقوم بعملية المفاضلة وذلك بتصغير معايير AIC، HQ، SIC كما يلي :

الجدول(3-7) : المقارنة بين النماذج المختارة – المفاضلة بين النماذج المرشحة –

النموذج	معيار المفاضلة	
	AIC	30.26*
	BIC	30.32*
	HQ	30.29*
	AIC	30.32
	BIC	30.36
	HQ	30.34
	AIC	30.39
	BIC	30.46
	HQ	30.42
	AIC	30.27
	BIC	30.34
	HQ	30.30

AIC : Akaike Information Criterion
BIC : Bayesian Information Criterion (Schawrz)
HQ: Hannan-Quinn Criterion
القيم الممثلة بالنجمة * **تعبر عن** القيم المثلى التي من خلالها تكون هذه المعايير في حدها الأدنى.

المصدر: من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

من خلال الجدول (3-7)، نلاحظ أن النموذج الأمثل الذي يعبر أكثر عن تغيرات سلسلة مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي هو نموذج $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$ لأن معايير AIC و Schwarz و HQ تشير إلى أفضلية هذا النموذج باعتبار أن المعايير تأخذ القيمة الصغرى أي في حدها الأدنى. وبتطبيق طريقة Gauss-Newtonعلى بيانات السلسلة الزمنية sdao وباستخدام البرنامج الاحصائي RATS تم الحصول على النتائج التالية:

الجدول(3-8) : تقدير النموذج الملائم للسلسلة محل الدراسة $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$

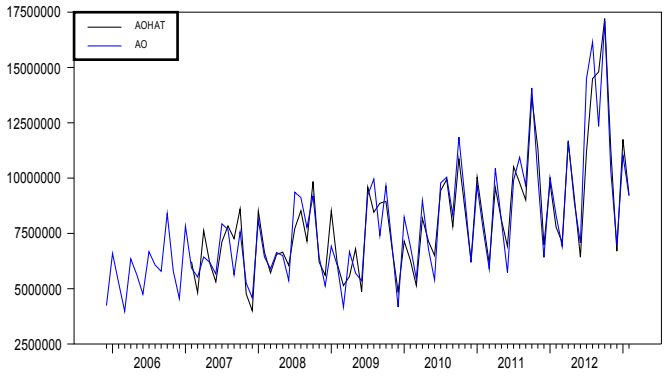
```
Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
Convergence in     8 Iterations. Final criterion was  0.0000000 <=  0.0000100
Dependent Variable AO
Monthly Data From 2007:02 To 2013:02
Usable Observations     73      Degrees of Freedom    71
Centered R**2       0.885274    R Bar **2    0.883658
Uncentered R**2     0.989094    T x R**2       72.204
Mean of Dependent Variable      8119012.0137
Std Error of Dependent Variable 2649624.0593
Standard Error of Estimate       903760.1035
Sum of Squared Residuals        5.79915e+13
Log Likelihood                  -1103.71386
Durbin-Watson Statistic            1.995101
Q(18-2)                           14.712442
Significance Level of Q           0.54579192

   Variable                    Coeff        Std Error      T-Stat      Signif
********************************************************************************
1.  AR{1}                  -0.308800767  0.116022157     -2.66157  0.00961206
2.  MA{4}                  -0.504695644  0.111212876     -4.53810  0.00002257
```

المصدر: برنامج RATS

من خلال نتائج التقدير المبينة في الجدول (3-8)، نلاحظ أن للمعالم معنوية إحصائية بنسبة معنوية (0.05) حيث أن قيم ستيودنت بالقيمة المطلقة أكبر تماما من القيمة الحرجة للتوزيع الطبيعي (1.96)، بمعنى آخر نسب الاحتمال p-Value أقل تماما من (0.05). إضافة إلى ذلك، للنموذج قدرة تفسيرية عالية جدا وإحصائية مضاعف لاغرانج $n \times R^2 = 72.204$ أكبر تماما من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 2 عند مستوى معنوية (0.05).

هذه النتائج من شأنها أن تعطينا نظرة احصائية حول نجاعة النموذج المختار في تفسير تغيرات السلسلة sdao، وهذا ما يمكن أن نراه من خلال تمثيل السلسلة المقدرة **(aohat)** ومقارنتها مع السلسلة الأصلية.

الشكل(3-7) : التمثل البياني للسلسلة الأصلية (ao) والسلسلة المقدرة (aohat)

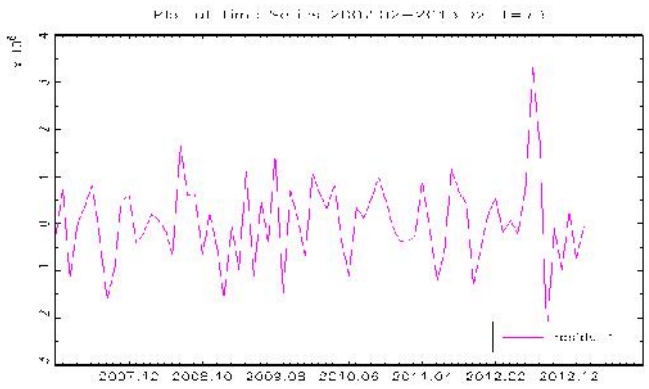


المصدر:برنامج Eviwes

من خلال الشكل (3-7) يمكننا ملاحظة شبه المطابقة بين منحنيي السلسلة الأصلية (ao) ومنحنى السلسلة المقدرة (aohat)، هذامن شأنه أن يعطينا فكرة عن مدى أهمية تعبير النموذج المقدر $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$ إلى بيانات مبيعات الكهرباء الموجهة لقطاع العائلات.

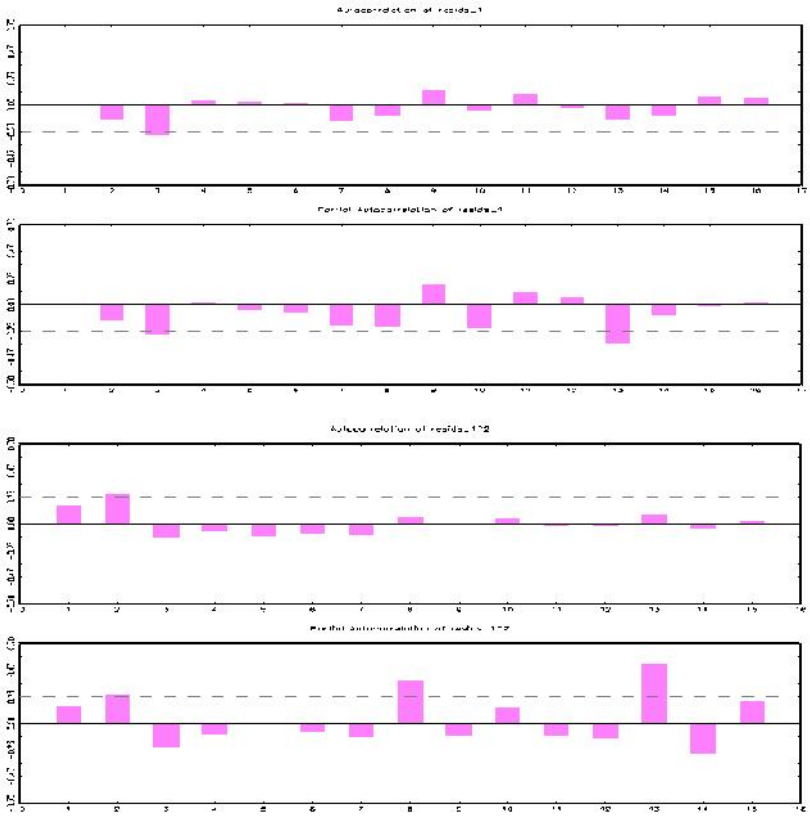
وللتأكد أكثر تم رسم المنحنى البياني لسلسلة بواقي النموذج المقدر وكذا دالة الارتباط الذاتي للبواقي.

الشكل (3-8) : التمثيل البياني لسلسلة بواقي النموذج المقدر $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$



المصدر: برنامج JMulTI

الشكل (3-9) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلتي البواقي ومربعات البواقي



المصدر : برنامج JMulTi

نلاحظ من خلال الشكل (3-9) أن سلسلة البواقي الممثلة في الشكل (3-8) مستقرة حيث أن معاملات الارتباط الذاتي تقع كلها داخل مجال الثقة $\left[\frac{-1.96}{\sqrt{n}}, \frac{+1.96}{\sqrt{n}}\right]$ و هذا يعني أن هناك استقلالية تامة بين الأخطاء

وهذا ما تؤكده إحصائية Breusch-Godfrey في الجدول (3-9) التي تساوي 4.433 أقل تماما من القيمة الحرجة لتوزيع χ^2. بدرجة حرية 2 حيث نقبل H_0 فرضية استقلالية الأخطاء.

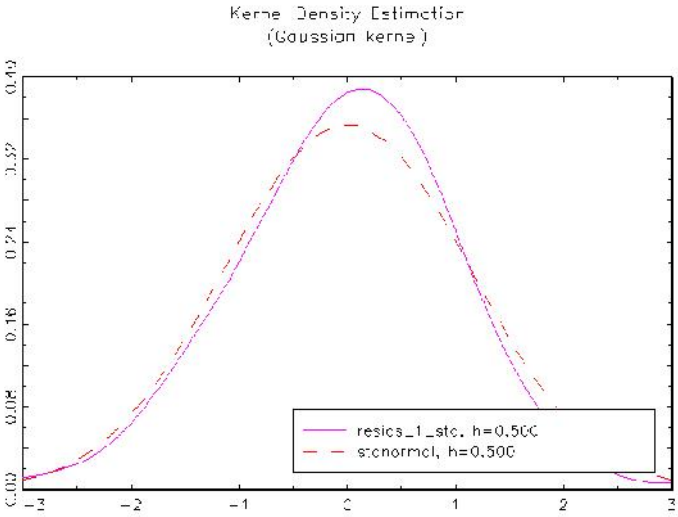
الجدول (3-9) : اختبارات بواقي تقدير نموذج $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$

Skewness	Kurtosis	إحصائية Jarque-Bera	ARCH-LM (ARCH(1))	إحصائية Box-Pierce (16 lags)	إحصائية Ljung-Box (16 lags)	إحصائية Breusch-Godfrey	إحصائية White
0.3062	4.7078	10.0120 (0.0067)	1.5459	12.5730 (0.7037)	14.2788 (0.5780)	4.4342 (0.1089)	0.3374 (0.8448)

المصدر: من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

كما أن إحصائيتي Box-Pierce و Ljung-Box الموضحتين في الجدول (3-9) تساويان على الترتيب 12.57 و 14.27 تبقيان دائما أقل من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 16. اضافة الى ذلك، نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة مربعات البواقي المبينة في الشكل (3-9) تساوي معنويا الصفر (تقع كلها داخل مجال الثقة) حيث تتميز بالاستقرار و هذا يعني أن الأخطاء العشوائية تتميز بتباين شرطي ثابت (متجانس) وهذا ما تؤكده إحصائية ARCH-LM التي تساوي 1.5459 أقل تماما من القيمة من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 1 عند مستوى معنوية 0.05. من جهة أخرى، تباين الأخطاء متجانس وفق إحصائية White في الجدول (3-9) والتي تساوي 0.3374 أقل تماما من قيمة χ^2 المجدولة بدرجة حرية 4، إلا أن البواقي لا تتوزع توزيعا طبيعيا حيث نرفض فرضية التوزيع الطبيعي H0 باستعمال Jarque-Bera التي تساوي 10.01 والتي تعتبر أكبر تماما من القيمة المجدولة 5.99 وقيمة χ^2 الحرجة وهو ما يظهر جليا في الشكل (3-10) حيث أن دالة الكثافة النظرية لا تنطبق تماما على دالة الكثافة المقدرة بطريقة النواة.

الشكل (3-10) : التقدير غير المعلمي لدالة الكثافة بطريقة النواة الطبيعية ومقارنتها بدالة كثافة التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي



المصدر : برنامج JMulTi

بناء على ما سبق، يمكن التنبؤ بمبيعات الكهرباء انطلاقا من النموذج المقترح. نتائج التنبؤ تظهر في الجدول (3-10) الذي يعطي التنبؤ النقطي، كما قمنا بعملية المفاضلة بين النموذج ونموذج السير العشوائي بتصغير معيار تباين خطأ التنبؤ المعطى بالعلاقة :

$$QME = H^{-1}\sum_{h=1}^{H}(a\hat{o}_{n-H+h} - ao_{n-H+h})^2$$

حيث H هو أفق التنبؤ الإجمالي

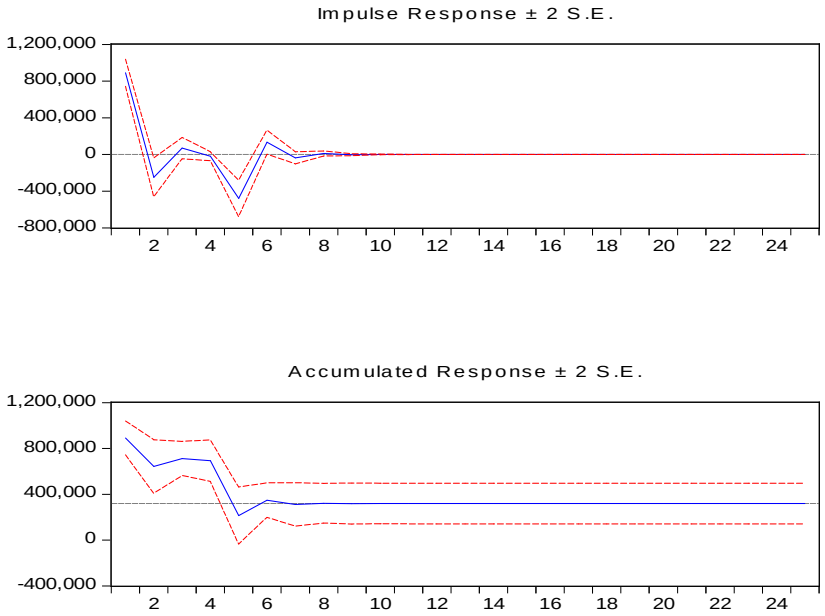
الجدول (3-10) : التنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي باستعمال نموذج $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$

السنة	الأشهر	القيم المتوقعة للمبيعات	$SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$	نموذج السير العشوائي
2013	مارس	8412542	6.1057	7.1348
	أفريل	13018837	6.1283	7.4323
	ماي	10346073	6.1902	7.2457
	جوان	8097016	6.2253	7.4275
	جويلية	15759835	7.0742	8.0249
	أوت	17282206	7.1157	8.1157
	سبتمبر	13546530	7.2007	8.6801
	أكتوبر	18258210	7.3508	8.7902
	نوفمبر	11509339	7.3803	8.8214
	ديسمبر	8164653	7.4288	8.8993
2014	جانفي	12203962	7.4593	8.9207
	فبراير	10371607	7.6328	9.0041

المصدر: من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

من الملاحظ من خلال الجدول أن نموذج $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$ أفضل من نموذج السير العشوائي باعتبار أن قيم تباين خطأ التنبؤ في النموذج المقترح أصغر من تلك الخاصة بنموذج السير العشوائي، لكن كلما زاد أفق التنبؤ كلما ارتفعت قيمة تباين خطأ التنبؤ والسبب في ذلك يعود إلى أن التنبؤ يعتبر قصير المدى وليس على المدى الطويل، إذن مبيعات الكهرباء ليست قابلة للتنبؤ إلا على المدى القصير وطبيعة الصدمة في هذه الحالة هي صدمة خارجية عابرة. وهذا ما يظهره الشكل التالي :

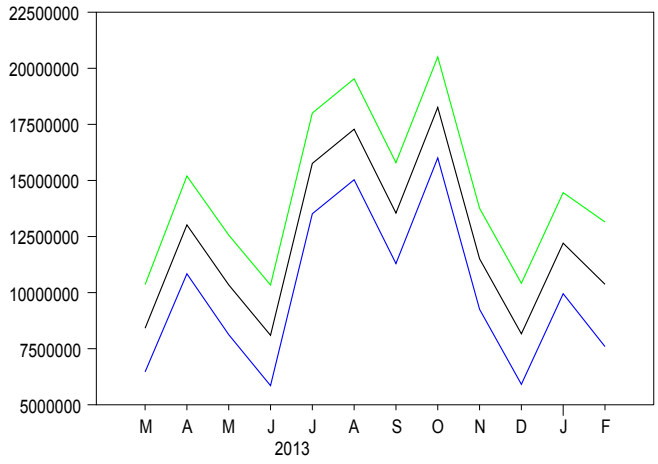
الشكل (3-11) : دوال الاستجابة للصدمات



المصدر: gretl

و بعد حساب هذا التنبؤ قمنا ببناء فترات ثقة لهذا الأخير لكي يكون التحليل دقيقا بغية اتخاذ القرارات الاقتصادية ويظهر ذلك في الشكل التالي :

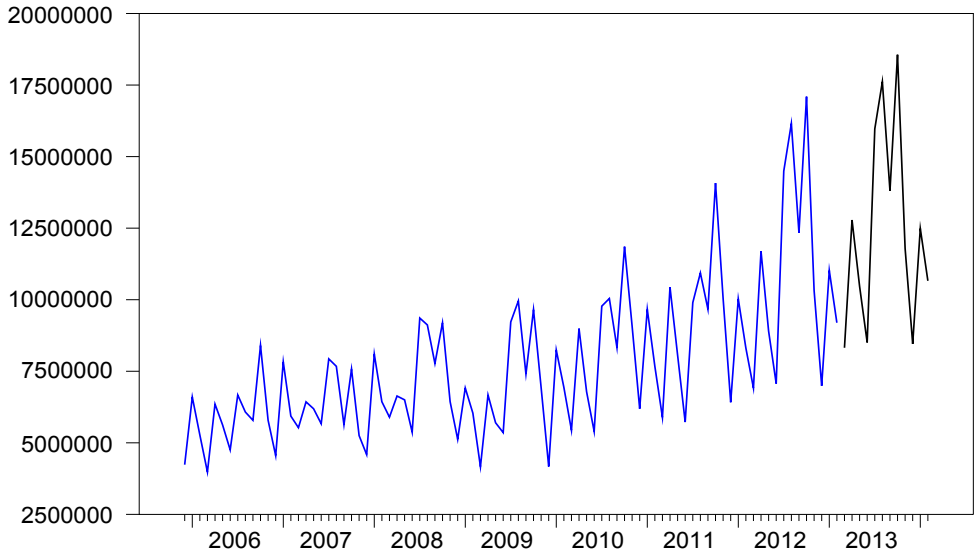
الشكل(3-12) : بناء مجالات الثقة لمبيعات الكهرباء المتوقعة



المصدر : برنامج Eviwes

ومن خلال الشكل (3-13)، يمكن القول أن التنبؤ يتبع السلسلة الأصلية مما يؤكد مرة أخرى على الجودة الإحصائية للنموذج المختار و أيضا على قوة التنبؤ.

الشكل (3-13) : التنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي



المصدر: برنامج Eviwes

المبحث الثالث : نمذجة مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع الاداري

المطلب الأول: الخصائص الإحصائية للمبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة للقطاع الاداري

الجدول(3-11) : المبيعات الشهرية من الكهرباء الموجهة لقطاع الاداري fsm الوحدة:كيلووات ساعي

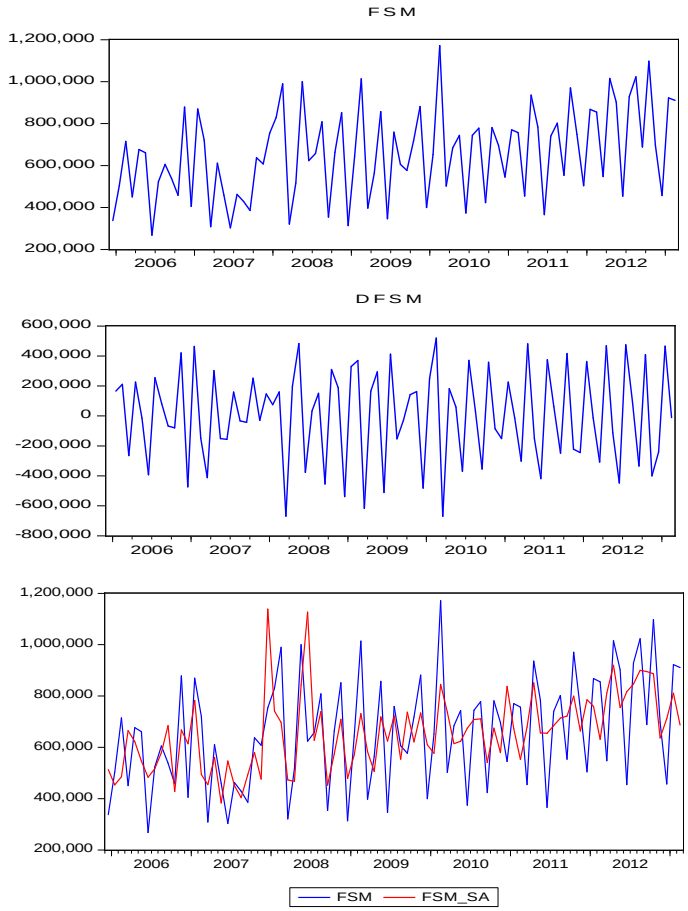
2005M07						337786
2006M01	503849	714915	450510	676654	660857	267904
2006M07	523162	605614	538132	458139	878503	405502
2007M01	869720	720283	308544	610920	459804	303303
2007M07	462259	429052	385727	637347	607738	754136
2008M01	829209	989618	320800	517322	999979	623524
2008M07	657515	808251	354002	663628	851742	313669
2009M01	643740	1013805	397236	563310	857232	346319
2009M07	758949	606015	576765	718396	881398	399904
2010M01	651869	1171667	502224	684286	743555	374125
2010M07	744464	777924	423327	781445	696392	544966
2011M01	770616	756630	454604	935835	784269	365880
2011M07	740584	802084	553676	970337	748675	504306
2012M01	867890	855121	547512	1015557	901983	454376
2012M07	928761	1023322	688631	1097686	697489	456981
2013M01	922356	911032				

المصدر : الوكالة التجارية لسونلغاز بدائرة بريكة

السلسلة الموجودة لدينا تمثل المبيعات الشهرية للكهرباء ذات التوتر المنخفض الموجه للقطاع الاداري الخاصة بمدينة بريكة والمقدرة بالكيلووات ساعي والمحددة بـ 87 مشاهدة ممتدة من ديسمبر 2005 إلى فيفري 2012 والتي أخذت من سجلات الوكالة التجارية بدائرة بريكة. بمتوسط قدره 656495.7 وقيمة دنيا 267904.0 سجلت في سنة 2006 وقيمة قصوى 1171667 في سنة 2010، وتشتت هذه السلسلة عن متوسطها بانحراف معياري قدره 214697.8 وهو ما يعطينا فكرة عن عدم تجانس مستويات السلسلة.

ويمكن تمثيل بيانات سلسلة المبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع الاداري (الأصلية fsm، ذات الفروقات من الدرجة الأولى dfsm، المصححة من المركبة الموسمية) في الشكل التالي :

الشكل(3-14) : التمثيل البياني للسلسلة (الأصلية fsm، ذات الفروقات من الدرجة الأولى dfsm، المصححة من المركبة الموسمية)



المصدر : برنامج Eviwes

من خلال مشاهدة المنحنى الأول من الشكل (3-14) نلاحظ وجود اتجاه عام متزايد مع الزمن فضلا عن وجود تذبذبات متمثلة في تقعرات ونتوءات، وهذه التذبذبات تتكرر بانتظام وبنفس الوتيرة كل سنة مع اختلاف الوتيرة التي تزداد بها من سنة إلى أخرى. هذا التذبذب في اشارة الميل العام للسلسلة fsm، بالاضافة الى التغير المتشابه والمنتظم في كل موسم، من شأنه أن يؤثر سلبا على استقرارية السلسلة محل الدراسة.

إن الملاحظات البيانية السابقة لا يمكن أن تعطينا جواب واضح حول إن كانت السلسلة محل الدراسة مستقرة ام لا، لذلك نستعين بالاختبارات الاحصائية المعدة لذلك. يعطي الجدول (3-12) نتائج اختبارات الجذر الوحدوي لـ Philips-Perron و KPSS و Elliott-Rothenberg-Stock :

الجدول (3-12) : نتائج اختبارات الجذر الوحدوي للسلسلة fsm

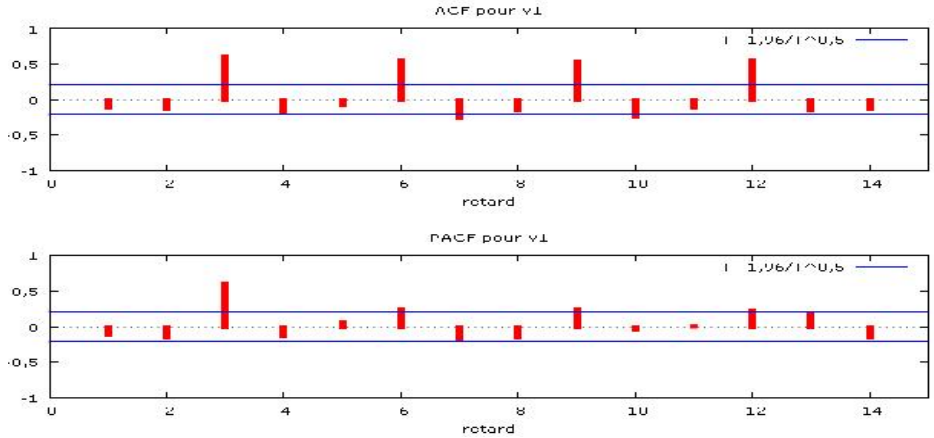
نوع الاختبار	السلسلة الأصلية		لسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى	
Philips-Perron	-1.073 (-1.944)	النموذج 2	-27.006 (-2.895)	النموذج 1
KPSS	1.385 (0.463)	النموذج 1	0.0834 (0.463)	النموذج 1
Elliott-Rothenberg-Stock	1.700 (3.073)	النموذج 2	5.571 (3.070)	النموذج 1

النموذج 1 : نموذج بوجود ثابتة
النموذج 2 : نموذج بدون ثابتة ولا اتجاه عام

المصدر: من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

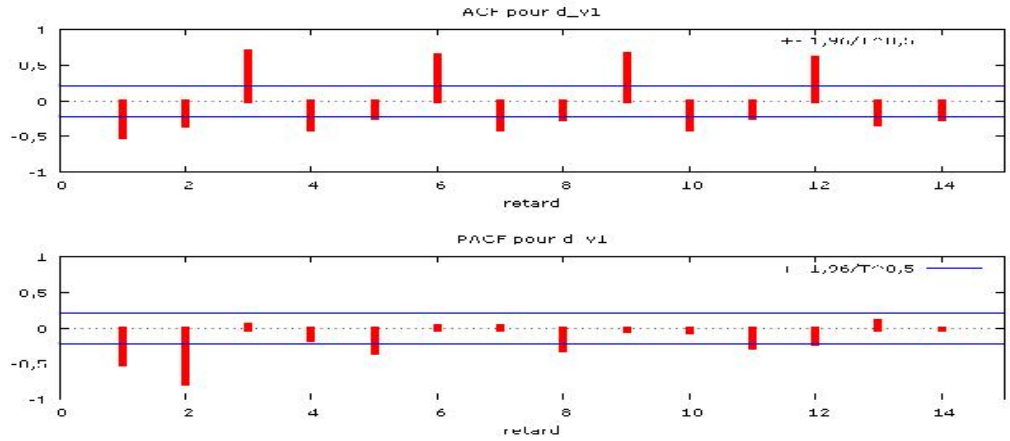
نلاحظ أن السلسلة قيد الدراسة (fsm) تحتوي على جذر وحدوي فهي غير مستقرة وسبب عدم الاستقرار وجود اتجاه عام عشوائي مما يستوجب تحويل الظاهرة إلى سلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى (dao) [أنظر المنحنى الثاني من الشكل (3-14)] وتعتبر هذه الأخيرة مستقرة من حيث الاتجاه العام أي لا تحتوي على جذر وحدوي باعتبار أن القيم المحسوبة بالقيمة المطلقة أكبر من القيم الحرجة لـ Mackinnon باستثناء إحصائية KPSS التي تعتبر أصغر من القيمة الحرجة ففي هذه الحالة نقبل فرضية الاستقرارية H_0. يمكن التأكد من ذلك بالتمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي للسلسلة الأصلية (fsm) والسلسلة المحولة (dfsm) :

الشكل(3-15) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة الأصلية (fsm)



المصدر: برنامج gretl

الشكل (3-16) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى (dfsm)



المصدر: برنامج gretl

حيث نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي المحسوبة للسلسلة (fsm) من أجل الفجوات 24،21،18،15،12،9،6،3 ، تختلف معنويا عن الصفر خارج مجال الثقة $\frac{-1.96}{\sqrt{n}}, \frac{+1.96}{\sqrt{n}}$ وهذا دليل على عدم الاستقرارية، أما معاملات الارتباط للسلسلة ذات الفروقات (dfsm) تختلف أيضا معنويا عن الصفر عند مستوى معنوية 0.05 ولكن عدم الاستقرارية ليس ناجما عن وجود اتجاه عام وإنما عن وجود تقلبات موسمية شهرية. يمكن القول أن السلسلة (dfsm) غير مستقرة من حيث المركبة الموسمية ويتضح ذلك جليا من خلال المنحنى البياني الثالث من الشكل (3-14) وذلك بعد القيام بعملية التعديل الموسمي للسلسلة (dfsm)عن طريق تقنية CENSUS X12. وللتأكد من ذلك أيضا تم استعمال اختبار HEGY على السلسلة ذات الفروقات (dfsm) والذي تظهر نتائجه في الجدول التالي :

الجدول(3-13) : اختبار الجذر الوحدوي الموسمي بطريقة HEGY للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى dfsm

النموذج مع وجود اتجاه عام تحديدي	**النموذج بوجود ثابتة**	الإحصائيات
-2.868 (-3.37)	-2.825 (-2.82)	
0.247 (-1.94)	0.268 (-1.94)	
0.270 (3.05)	0.274 (3.07)	F_{34}
7.792 (3.05)	7.959 (3.05)	F_{56}
2.640 (3.08)	2.658 (3.09)	F_{78}
1.638 (3.08)	1.684 (3.09)	F_{910}
3.041 (3.09)	3.146 (3.10)	F_{1112}
5.185 (1.88)	5.218 (1.89)	F_{1-12}
3.704 (2.30)	3.773 (2.07)	F_{2-12}

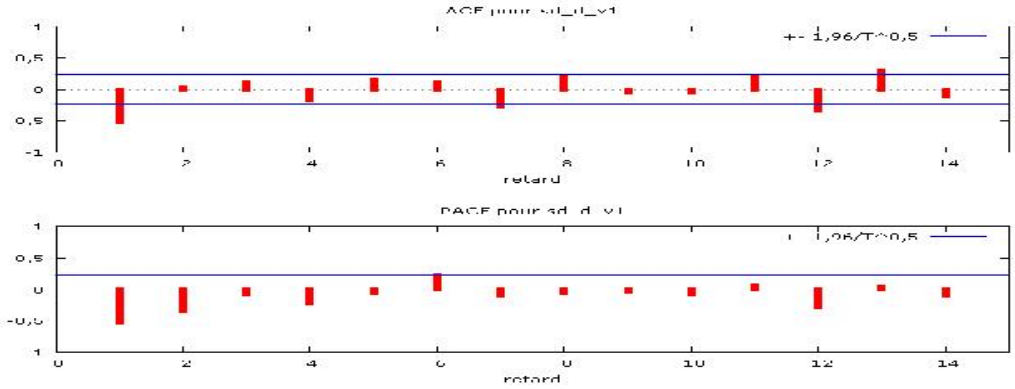
القيم التي بين قوسين هي القيم الحرجة لـ Franses and Taylor

المصدر: برنامج JMulTi

يعطي هذا الأخير إحصائيات ستيودنت وفيشر التي تعتبر مجملها أكبر من القيم الحرجة لـ Franses and Taylor مما يوحي بوجود تقلبات موسمية في السلسلة (dao).

كنتيجة لذلك يتم إزالة المركبة الموسمية بحساب الفروقات من الدرجة s = 12 ونتحصل على سلسلة مستقرة من حيث الاتجاه العام والمركبة الموسمية (sdao) وهذا ما نلاحظه من خلال دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الجديدة[أنظر الشكل(3-17)] باعتبار أن معاملات الارتباط الذاتي تقع كلها داخل مجال الثقة في تساوي معنويا الصفر عند مستوى معنوية 0.05.

الشكل(3-17) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي للسلسلة ذات الفروقات من الدرجة الأولى والفروقات من الدرجة 12 (sdfsm)



المصدر: برنامج gretl

ولمعرفة ما اذا كانت سلسلة مبيعات الكهرباء sdfsm تحمل خصائص التوزيع الطبيعي. من أجل هذا تم الاستعانة باختبار Jarque و Bera، كما سيتم استخدام احصائية ARCH-LM لاختبار تجانس التباين. والنتائج موضحة في الجدول التالي :

الجدول (3-14) : الخصائص الإحصائية للسلسلة المستقرة sdfsm

إحصائية ARCH-LM	Kurtosis	Skewness	إحصائية Jarque and Bera
0.000 (0.999)	2.056	-0.258	4.097 (0.128)

القيم التي بين قوسين هي قيم *p*-Value.

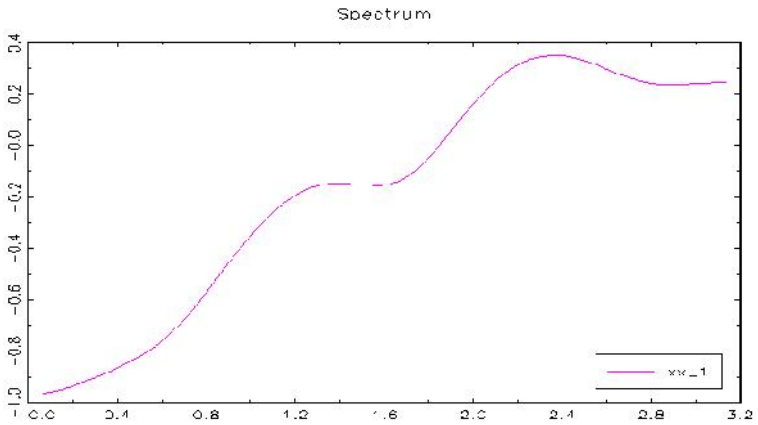
المصدر: من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

من خلال الجدول يتضح بأن هناك دليل على أن السلسلة المستقرة (sdfsm) ذات توزيع طبيعي حيث أن إحصائية Jarque-Bera أقل تماما من القيمة الحرجة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 2 عند مستوى معنوية 0.05 (p-Value الذي يساوي 0.128 أكبر من 0.05) ومؤشر Skewness الذي يعبر عن مقياس التناظر تقريبا معدوم أي أن التوزيع تقريبا متناظر، فالتناظر قد يكون إشارة إلى خطية السيرورة الممثلة للمبيعات الشهرية من الكهرباء. إضافة إلى ذلك، ليس هناك تأثير ARCH على الظاهرة بمعنى آخر التباين الشرطي لسلسلة المبيعات متجانس باعتبار أن إحصائية ARCH-LM والتي تساوي 0.00 أقل تماما من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 1 عند مستوى معنوية 0.05 (Value الذي يساوي 0.999 أكبر من 0.05).

المطلب الثاني : اختبار قابلية السلسلة (sdfsm) للتنبؤ

لدراسة قابلية السلسلة الزمنية sdfsm للتنبؤ على المدى البعيد تم رسم الدالة الطيفية للسلسلة المستقرة sdao.

الشكل(3-18) : التمثيل البياني للدالة الطيفية للسلسلة المستقرة (sdfsm)



المصدر: برنامج JMulTi

من الواضح أن الذاكرة الطويلة غير موجودة حيث نلاحظ أن الدالة لا تتمركز حول الموجات في محور الفواصل فهي لا تؤول إلى ∞ عندما تؤول الموجة إلى 0.

من أجل التأكد من هذه النتيجة قمنا بتطبيق طريقة GPH باستعمال عدة نوافذ لتقدير معلم الذاكرة الطويلة على السلسلة sdfsm. تظهر النتائج في الجدول التالي :

الجدول (3-15) : نتائج اختبار الذاكرة الطويلة للسلسلة المستقرة (sdfsm)

	Bandwidth						
Ordinates: $T^{0.8}$	GPH	*Rectangular*	*Bartlett*	*Daniell*	*Tukey*	*Parzen*	*B-priest*
	0.523 (0.715)	0.518 (0.621)	0.498 (0.859)	0.521 (0.798)	0.526 (0.795)	0.520 (0.894)	0.547 (0.905)

القيم التي بين قوسين (.) هي إحصائيات ستيودنت

المصدر: من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Rats

نلاحظ أن فرضية الذاكرة الطويلة مرفوضة باستخدام اختبار GPH لأن قيم ستيودنت أقل تماما من القيمة المجدولة للتوزيع الطبيعي 1.96 عند مستوى معنوية 0.05، أي أن معامل التكامل الكسري ليس له معنوية احصائية عند مستوى معنوية 0.05. وعليه نقبل فرضية الذاكرة القصيرة H_0 وهذا يعني أنه لا يمكن التنبؤ بالمبيعات الشهرية للكهرباء الموجهة للقطاع الاداري على المدى الطويل وحركة المبيعات تظهر كنتيجة لصدمة

خارجية عابرة Transitory Exogenous Shocks لأن إحصائيات BDS [أنظر الجدول (2-16)] أكبر تماما من القيمة المجدولة للتوزيع الطبيعي 1.96 عند مستوى معنوية 0.05 (قيم p-Value أصغر بكثير من 0.05) أي نرفض فرضية السير العشوائي. ومن جهة أخرى أظهرت النتائج بنية ارتباط قوية على المدى القصير ومبيعات الكهرباء قابلة للتنبؤ على المدى القصير.

الجدول (3-16) : نتائج اختبار الاستقلالية BDS على السلسلة المستقرة sdfsm

m	إحصائيات BDS	*p*-Value
2	3.710896	0.0002
3	5.682270	0.0000
4	9.167425	0.0000
5	10.05974	0.0000
6	11.69010	0.0000

Embedding Dimension : *m*

المصدر : من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

المطلب الثالث: اقتراح نموذج SARIMA للتنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع الاداري

بالنظر الى الشكل الذي يمثل منحنيات دوال الارتباط البسيطة والجزئية للسلسلة الزمنية بعد أخذ الفروق الأولى والموسمية لها يتضح بأن ACF و PACF للعينة تتناقص تدريجيا مع زيادة فترات الازاحة K (تسلك سلوك جيبي)، ومن خلال هذا المؤشر نستنتج بأن النموذج هو النموذج الموسمي SARIMA الذي يمكن التعبير عنه رياضيا :

$$¤(L)\Phi(L^s)\nabla^d\nabla_s^D ao_t = ¯(L)\Theta(L^s)£_t$$

مع :

$$\Phi(L^S) = 1 - ¤_1 L^S - ¤_2 L^{2S} - \ldots\ldots\ldots\ldots - ¤_p L^{pS}$$
$$\Theta(L^S) = 1 - ¯_1 L^S - ¯_2 L^{2S} - \ldots\ldots\ldots\ldots - ¯_q L^{qS}$$

يُمثل $\nabla_s^D = (1-L^s)^D$ الفروقات الموسمية من الدرجة D و $\nabla^d = (1-L)^d$ الفروقات المتتالية من الدرجة d اللذان يستخدمان لتحقيق إستقرارية مبيعات الكهرباء (ao) و $t = 1,2,\ldots\ldots,n$.

لدينا مجموعة من نماذج SARIMA غير المرفوضة بواسطة بعض الأدوات الإحصائية، فالسؤال المطروح أي نموذج نختار في هذه الحالة؟ لتحديد درجة النموذج نقوم بعملية المفاضلة وذلك بتصغير المعايير الثلاثة AIC و SIC و HQ. الصيغ الرياضية المثلى للنماذج المرشحة المعرفة للسلسلة المستقرة sdfsm ممثلة في الجدول التالي :

الجدول(3-17) : المقارنة بين النماذج المختارة – المفاضلة بين النماذج المرشحة –

النموذج	معيار المفاضلة	
$SARIMA\ 0,1,1\ (0,1,1)^{12}$	AIC	26.34*
	BIC	26.61*
	HQ	26.57*
$SARIMA\ 2,1,0\ (1,1,0)^{12}$	AIC	27.01
	BIC	27.12
	HQ	27.05
$SARIMA\ 1,1,0\ (1,1,0)^{12}$	AIC	27.20
	BIC	27.26
	HQ	27.22

AIC : Akaike Information Criterion
BIC : Bayesian Information Criterion (Schawrz)
HQ: Hannan-Quinn Criterion
القيم الممثلة بالنجمة * **تعبر عن** القيم المثلى التي من خلالها تكون هذه المعايير في حدها الأدنى.

المصدر: برنامج Eviwes

من خلال الجدول (3-17) نلاحظ أن النموذج الأمثل الذي يعبر أكثر عن تغيرات سلسلة مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي هو نموذج $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ لأن معايير AIC و SIC وHQ تشير إلى أفضلية هذا النموذج باعتبار أن المعايير تأخذ القيمة الصغرى أي في حدها الأدنى. وبتطبيق طريقة Gauss–Newton على بيانات السلسلة الزمنية sdfsm وباستخدام البرنامج الاحصائي RATS تم الحصول على النتائج التالية :

الجدول (3-18) : تقدير النموذج الملائم للسلسلة محل الدراسة $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$

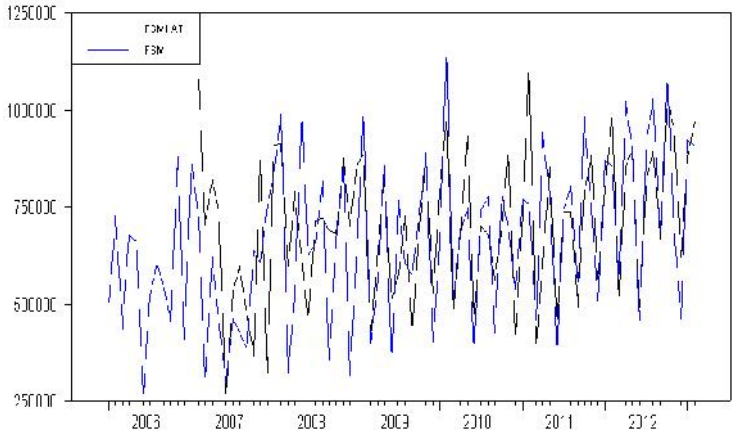
```
Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
Convergence in     11 Iterations. Final criterion was  0.0000005 <=  0.0000100
Dependent Variable Y
Monthly Data From 2007:02 To 2013:02
Usable Observations     73      Degrees of Freedom    71
Centered R**2      0.328944     R Bar **2   0.319492
Uncentered R**2    0.937857     T x R**2      68.464
Mean of Dependent Variable      674299.69863
Std Error of Dependent Variable 216904.43785
Standard Error of Estimate      178930.71835
Sum of Squared Residuals         2.27315e+12
Log Likelihood                    -985.48560
Durbin-Watson Statistic              1.994178
Q(18-2)                              9.432287
Significance Level of Q             0.89454944

   Variable                    Coeff        Std Error      T-Stat     Signif
************************************************************************************
1.  MA{1}                   -0.706293678  0.084555962     -8.35297  0.00000000
2.  SMA{12}                 -0.486844302  0.114432565     -4.25442  0.00006295
```

المصدر : برنامج RATS

من خلال نتائج التقدير المبينة في الجدول (3-18)، نلاحظ أن للمعالم معنوية إحصائية بنسبة معنوية 0.05 حيث أن قيم ستيودنت بالقيمة المطلقة أكبر تماما من القيمة الحرجة للتوزيع الطبيعي 1.96، بمعنى آخر نسب الاحتمال p-Value أقل تماما من 0.05. إضافة إلى ذلك، للنموذج قدرة تفسيرية عالية جدا وإحصائية مضاعف لاغرانج $n \times R^2 = 68.464$ أكبر تماما من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 2 عند مستوى معنوية 0.05.

من خلال الشكل أدناه يمكننا ملاحظة شبه المطابقة بين منحنى السلسلة الأصلية (fsm) ومنحنى السلسلة المقدرة (fsmhat)، هذا من شأنه أن يعطينا فكرة عن مدى أهمية تعبير النموذج المقدر. $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ الى بيانات مبيعات الكهرباء fsm.

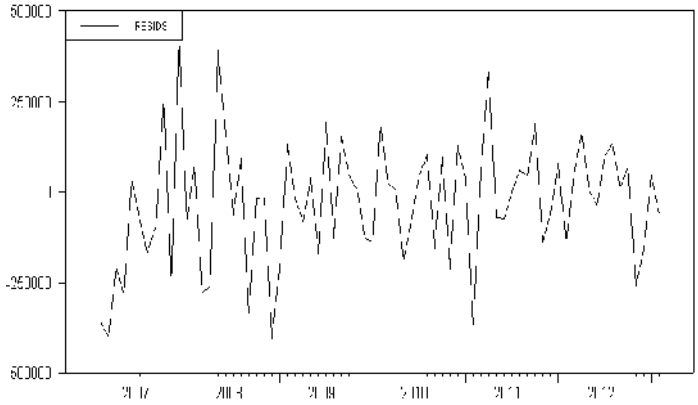
الشكل(3-19) : التمثيل البياني للسلسلة الأصلية (fsm) والسلسلة المقدرة (fsmhat)



المصدر: برنامج Eviwes

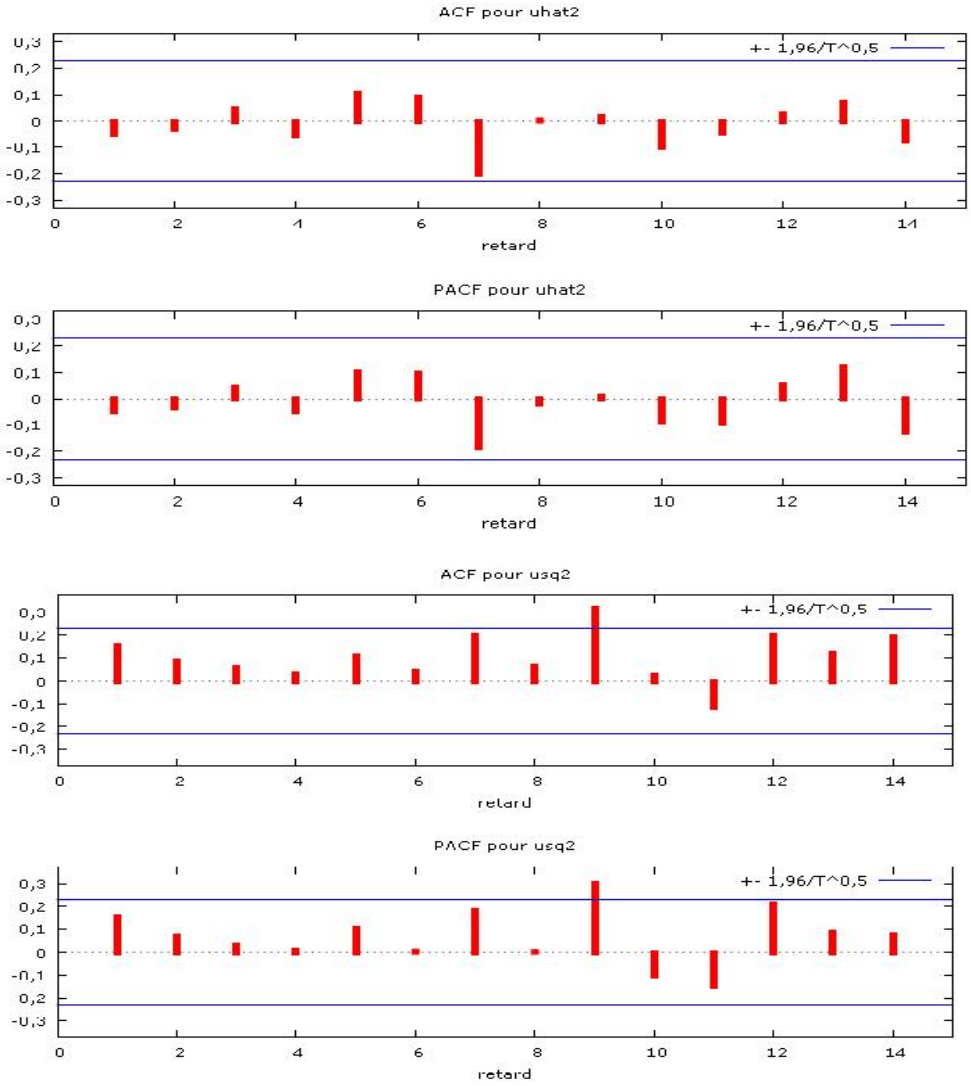
ولاختبار مدى ملائمة أو صلاحية النموذج لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية تم رسم المنحنى البياني لسلسلة البواقي ودالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلتي البواقي ومربعات البواقي.

الشكل (3-20) : التمثيل البياني لسلسلة بواقي النموذج المقدر $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$



المصدر : برنامج Eviwes

الشكل (3-21) : التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلتي البواقي ومربعات البواقي



المصدر: برنامج gretl

نلاحظ من خلال الشكل (3−21) أن سلسلة البواقي الممثلة في الشكل (3−20) مستقرة حيث أن معاملات الارتباط الذاتي تقع كلها داخل مجال الثقة $\left[\frac{-1.96}{\sqrt{n}},\frac{+1.96}{\sqrt{n}}\right]$، و هذا يعني أن هناك استقلالية تامة بين الأخطاء وهذا ما تؤكده إحصائية Breusch−Godfrey في الجدول (3−19) التي تساوي 0.122 أقل تماما من القيمة الحرجة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 2 حيث نقبل H_0 فرضية استقلالية الأخطاء.

الجدول (3−19) : اختبارات بواقي تقدير نموذج $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$

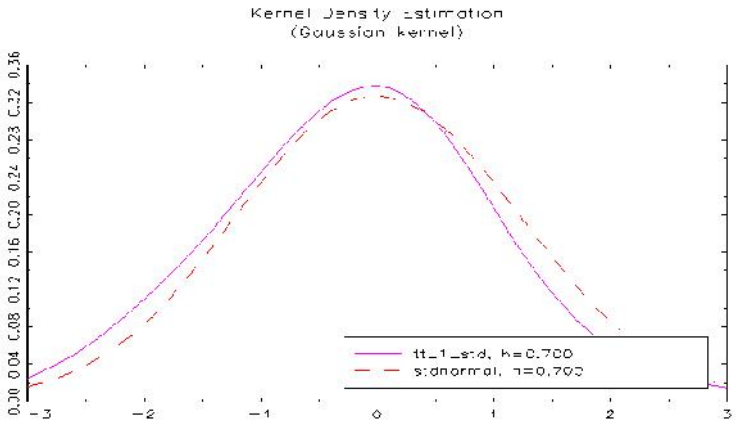
Skewness	Kurtosis	إحصائية Jarque-Bera	ARCH-LM (ARCH(1))	إحصائية Ljung-Box (14 lags)	إحصائية Breusch-Godfrey	إحصائية White
0.627	2.985	4.859 (0.793)	2.010	15.821 (0.324)	0.122 (0.940)	2.428 (0.296)

القيم التي بين قوسين (.) هي قيم *p*-Value

المصدر: برنامج Eviwes

كما أن إحصائية Ljung−Box الموضحة في الجدول (3−19) تساوي15.821 أقل من القيمة المجدولة لتوزيع ^{2} ¡ بدرجة حرية 16. اضافة الى ذلك، نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة مربعات البواقي المبينة في الشكل (3−21) تساوي معنويا الصفر (تقع كلها داخل مجال الثقة) حيث تتميز بالاستقرار و هذا يعني أن الأخطاء العشوائية تتميز بتباين شرطي ثابت (متجانس) وهذا ما تؤكده إحصائية ARCH−LM التي تساوي 2.010 أقل تماما من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 1 عند مستوى معنوية 0.05. من جهة أخرى، تباين الأخطاء متجانس وفق إحصائية White في الجدول (3−19) والتي تساوي 2.428 أقل تماما من قيمة ^{2} ¡ المجدولة بدرجة حرية 4، كما أن البواقي تتوزع توزيعا طبيعيا حيث نقبل فرضية التوزيع الطبيعي H_0 باستعمال Jarque−Bera التي تساوي 4.859 والتي تعتبر أقل تماما من القيمة المجدولة 5.99 لقيمة χ^2 الحرجة. ويمكن أن نلاحظ هذا جليا من خلال تقدير دالة الكثافة للبواقي بطريقة Kernel ومقارنتها مع دالة الكثافة للتوزيع الطبيعي :

الشكل (3-22) : التقدير غير المعلمي لدالة الكثافة بطريقة النواة الطبيعية ومقارنتها بدالة كثافة التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي



المصدر : برنامج JMulTi

باستخدام نموذج التنبؤ المتحصل عليه، قمنا بالتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية الموجهة للقطاع الاداري من مارس 2013 الى غاية فيفري 2014، كما قمنا بعملية المفاضلة بين النموذج ونموذج السير العشوائي بتصغير معيار تباين خطأ التنبؤ. والنتائج موضحة في الجدول التالي :

الجدول (3-20) : التنبؤ بالسلسلة fsm باستعمال نموذج $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$

السنة	الأشهر	القيم المتوقعة للمبيعات	$SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$	نموذج السير العشوائي
2013	مارس	573568	6.5287	7.0247
	أفريل	978870	6.5402	7.1253
	ماي	918919	6.5807	7.2017
	جوان	491235	6.6124	7.2210
	جويلية	904366	6.8290	7.2427
	أوت	968246	7.0243	7.4056
	سبتمبر	674976	7.1276	7.5567
	أكتوبر	105231	7.2408	7.7821
	نوفمبر	801484	7.3053	8.0238
	ديسمبر	550333	7.6702	8.1705
2014	جانفي	939091	7.8930	8.3507
	فبراير	972434	8.2451	8.5427

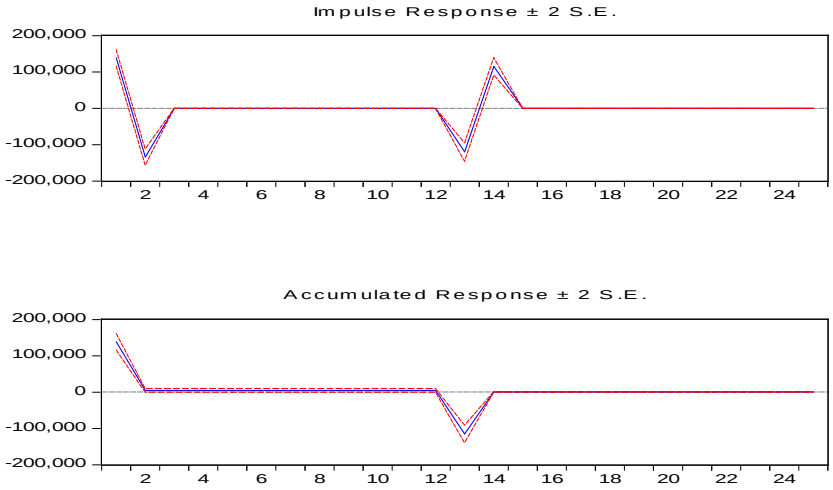
العمود 4 و5 يعطي قيم تباين خطأ التنبؤ لكل من النموذج المقترح ونموذج السير العشوائي

المصدر: من اعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eviwes

من الملاحظ من خلال الجدول أن نموذج $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ أفضل من نموذج السير العشوائي باعتبار أن قيم تباين خطأ التنبؤ في النموذج المقترح أصغر من تلك الخاصة بنموذج السير العشوائي، لكن كلما زاد أفق التنبؤ كلما ارتفعت قيمة تباين خطأ التنبؤ والسبب في ذلك يعود إلى أن التنبؤ يعتبر قصير المدى وليس

على المدى الطويل، إذن مبيعات الكهرباء ليست قابلة للتنبؤ إلا على المدى القصير وطبيعة الصدمة في هذه الحالة هي صدمة خارجية عابرة وهذا ما يظهره الشكل التالي :

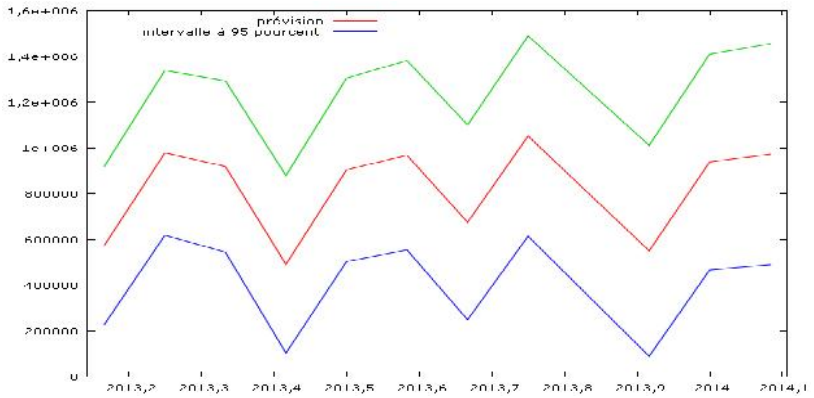
الشكل (3-23) : دوال الاستجابة للصدمات



المصدر: برنامج gretl

بعد حساب التنبؤ النقطي يجب دوما بناء فترات ثقة لهذا الأخير لكي يكون التحليل دقيقا بغية اتخاذ القرارات الاقتصادية. والشكل التالي يوضح مجالات الثقة للسلسة fsm المتوقعة :

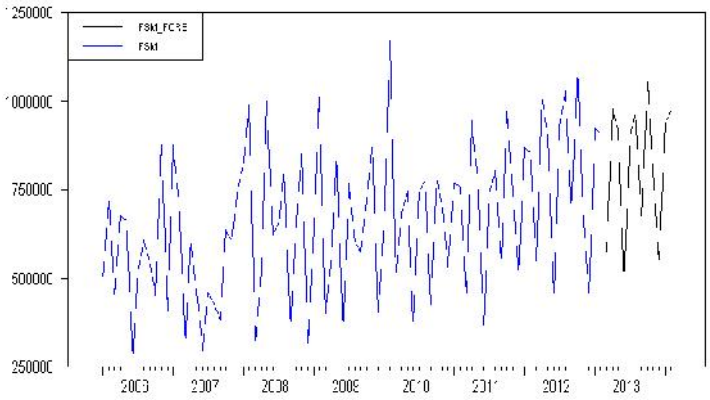
الشكل (3-24) : بناء مجالات الثقة للسلسلة fsm المتوقعة



المصدر : برنامج gretl

وبغية التأكد من الجودة الاحصائية للنموذج تم قياس دقة التنبؤ من خلال الرسم البياني للسلسلتين الأصلية والتنبؤية لمعرفة مدى اقتفاء السلسلة التنبؤية لأثر السلسلة الأصلية والقدرة على تتبع نقاط انعطافها برشاقة، ولتوضيح هذه العملية نستعين دائما بالرسم البياني للسلسلتين الأصلية والتنبؤية.

الشكل(3-25) : التنبؤ بـ fsm



المصدر: برنامج Eviwes

من خلال الشكل أعلاه يتضح بأن السلسلة المتنبأ بها تتبع نفس السلوك للسلسلة الأصلية.

ملخص الفصل :

تناولنا في هذا الفصل الخصائص الزمنية لمبيعات الطاقة الكهربائية من خلال اختبار الاستقرارية، الطبيعية ، والخطية، وهذه الصفات الثلاثة مهمة جدا في التقدير وبناء نماذج السلاسل الزمنية. وتطرقنا الى منهجية بوكس–جنكينز للتنبؤ لتحليل السلاسل الزمنية، حيث تم تحديد النموذج وذلك انطلاقا من دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي التي تعد الأداة الأساسية في تحديد رتبة النموذج، كما تم تقدير النماذج المختارة بتطبيق طريقة Gauss–Newton في المرحلة الثانية، ثم انتقلنا الى إجراء اختبارات على النماذج المختارة وذلك قصد دراسة كفاءة النماذج وتقييمها ودراسة امكانية تحسينها وتطويرها، وبعد تأكدنا من أن النماذج التي تم اختيارها قد اجتازت كافة الفحوصات والاختبارات بكفاءة عالية تم القيام بعملية التنبؤ. ويمكن تلخيص نتائج الدراسة كما يلي :

– بينت الاختبارات الاحصائية أن السلاسل الزمنية لمبيعات الطاقة الكهربائية (ao, fsm) غير مستقرة وأن هناك اتجاه عام واضح في السلسلة فضلا عن احتوائها عن مركبة موسمية ومن أجل توفير شروط الاستقرارية في السلسلة قمنا بازالة الاتجاه العام باستخدام الفروق من الدرجة الأولى ، وثانيا بازالة المركبة الموسمية عن طريق الفروقات من الدرجة 12. لنحصل في الأخير على السلسلتين sdao,sdfsm وقد أثبتت لنامختلف الاختبارات الاحصائية (Philips–Perron و Elliott–Rothenberg–Stock و KPSS) استقرارية هذه السلاسل.

– تتبع السلاسل الزمنية sdao, sdfsm التوزيع الطبيعي، إضافة الى ذلك فإن التباين الشرطي للمبيعات متجانس.

–أظهر اختبار الذاكرة الطويلة أنه لا يمكن التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية على المدى الطويل وحركة المبيعات تظهر كنتيجة لصدمة خارجية عابرة، وتم التأكد من ذلك عن طريق اختبار BDS حيث أظهرت النتائج بنية ارتباط قوي على المدى القصير و مبيعات الكهرباء قابلة للتنبؤ على المدى القصير.

– من خلال سلوك معاملات الارتباط الذاتي والجزئي تم تحديد واختيار النموذج الملائم لتمثيل السلسلتين (sdao,sdfsm) حيث كان النموذج الملائم للسلسلة sdao هو $SARIMA(1,1,4)(0,1,0)^{12}$ أما بالنسبة للسلسلة sdfsm فكان النموذج الملائم هو $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ معايير AIC و Schwarz و HQ تشير إلى أفضلية هذا النموذج باعتبار أن المعايير تأخذ القيمة الصغرى أي في حدها الأدنى.

– تم فحص النماذج المقترحة احصائيا من خلال اختبارات : معنوية المعالم المقدرة والمعنوية الكلية للنموذج ؛ تحليل دالة الارتباط الذاتي للبواقي ؛ والتوزيع الطبيعي للبواقي. وقد تجاوزت النماذج التي تم اختيارها كافة الاختبارات بكفاءة عالية.

– وفقا للنماذج المختارة تم التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية الموجهة لقطاع العائلات وكذا القطاع الاداري باستخدام نموذج SARIMA ونموذج السير العشوائي واجراء مفاضلة بينهما. حيث أظهرت النتائج أن نموذج SARIMA أفضل من نموذج السير العشوائي في التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية ، كما أظهرت القيم المتنبأ بها تناسقا مع مثيلاتها في السلسلة الأصلية، وقدمت لنا صورة مستقبلية عن مبيعات الكهرباء.

خـــــاتـمة

خـــاتمة

إنتاج الطاقة الكهربائية، يعتمد في اقتصادياته على المقدرة التكنولوجية لتحويل صور الطاقة، وهو الأمر الذي يجعل إنتاج الطاقة الكهربائية في مكان أكثر اقتصادية في مكان آخر. ومن ناحية أخرى لا يعد إنتاج الطاقة الكهربائية إنتاجا مرنا بسبب عدم القدرة على تخزين الطاقة الكهربائية أو للتكلفة العالية جدا لعمليات تخزين هذا النوع من الطاقة لذلك تصمم وحدات إنتاج الطاقة الكهربائية على أساس الأحمال القصوى، حتى يمكن تأمين احتياجات الاستهلاك في وقت الذروة. هذا القيد التكنولوجي يجعل تكاليف بناء محطات توليد الكهرباء عالية. ويمكن تصور قيمة الوفر الذي يتحقق اذا كانت هناك التكنولوجيا القادرة على تخزين الكهرباء، حيث تنتج كميات الاستهلاك المطلوبة في أوقات الاستهلاك المنخفض وتخزن لزمن الحاجة.

حجم الفقد في الانتاج الكهربائي خلال عمليات التوصيل محدود جدا ولا يمثل مشكلة بالنسبة لإنتاج. لكن المشكلة تكمن في الاضطرار لإنتاج كميات من الكهرباء أكبر من الاستهلاك المتوقع دائما لأنه من الصعوبة بمكان انتاج كميات من الكهرباء تفي بالاستهلاك بالضبط. هذا الفارق بين المنتج والمستهلك، يمثل فاقد في الإنتاج الكهربائي يحمل على تكلفة السعر.

لذلك تعتبر القراءات المضبوطة لكميات الاستهلاك ومواعيد حدوثها خلال اليوم الواحد ولكل ايام السنة بالغة الأهمية في تقدير حجم الأحمال المنتجة، بما لا يترتب عليه خسائر كبيرة نتيجة لفاقد الكهرباء.

تعد عملية التنبؤ بالطلب من النشاطات المهمة والتي تسبق عملية التخطيط للطاقة الإنتاجية وتخطيط الإنتاج والتي يتم فيها استخدام أفضل البيانات المتاحة لغرض تحليلها واتخاذ قرارات صائبة لتحقيق أهداف نظام الإنتاج، كما توجد عدة طرق تستخدم في إيجاد قيم التنبؤ بالطلبات منها الطرق الكمية والنوعية والتي تساعد الإدارة في معرفة الكم من الاحتياجات التي متوقع إنتاجها.

تعيش المؤسسة الاقتصادية في بيئة تتميز بالديناميكية هذا ما يستوجب استعمال التقنيات الكمية في اتخاذ قراراتها ومن هنا تبرز أهمية ودور التنبؤ والمتمثلة في :

- ✓ يضمن وإلى حد كبير الكفاءة والفاعلية للمؤسسة في المرونة مع البيئة الخارجية؛
- ✓ معرفة احتياجات المؤسسة في المدى القصير والمتوسط؛
- ✓ تساهم في الحد من المخاطر التي قد تواجه المؤسسة؛
- ✓ تعطي صورة للمؤسسة عن توجهها المستقبلي؛
- ✓ تساهم بقدر كبير في اتخاذ القرارات وترقب آثارها مستقبلا.

فمن خلال البناء الجيد للنموذج المستخدم في عملية التنبؤ بحجم المبيعات يمكن الحصول على تنبؤات جيدة حول حجم المبيعات وما ينجر عنه من تقديرات جيدة على مستوى الوظائف الأخرى واتخاذ قرارات كفئة ينجر

عنها الأداء الجيد لمختلف الوظائف وللمؤسسة ككل، لذا بات من الأهمية بمكان الاهتمام بالنموذج المستخدم في التنبؤ.

لذا كانت اشكالية البحث تتمحور حول افضلية نماذج SARIMA في التنبؤ بحجم المبيعات من الطاقة الكهربائية والذي يعطي افضل تنبؤات وأفضل تفسير للمبيعات، فانطلقنا من فرضية أساسية مفادها أن نموذج SARIMA أفضل من نموذج السير العشوائي للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية. ومن أجل الإجابة على تساؤلات البحث وتأكيد فرضياته تم القيام بـ :

- توضيح أهمية التنبؤ بمبيعات الكهرباء ودوره في عملية التخطيط ؛
- عرض أسلوب السلاسل الزمنية في التنؤ؛
- اجراء عدة اختبارات قصد تحليل السلوك الدوري للمبيعات في ظل وجود التقلبات الشهرية؛
- المفاضلة بين نموذج SARIMA و نموذج السير العشوائي في عملية التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية.

وفي الأخير تم التوصل الى النتائج التالية :

- تكمن أهمية التنبؤ بالمبيعات الشهرية من الطاقة الكهربائية في دوره في توجيه الخطط والبرامج والسياسات داخل المؤسسة، حيث أن التنبؤ الجيد يؤدي الى تحسين التخطيط والى سياسة رشيدة فيما يتعلق بكميات الانتاج؛
- يعد أسلوب السلاسل الزمنية الاسلوب الأفضل للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية؛
- السلاسل الزمنية لمبيعات الطاقة الكهربائية قابلة للتنبؤ على المدى القصير؛
- يعد نموذج SARIMA أفضل من نموذج السير العشوائي في عملية التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية؛
- هناك أثر التقلبات الشهرية على عملية التنبؤ من جهة وعملية اتخاذ القرار من جهة أخرى. السبب في ذلك يعود إلى احتكار مؤسسة سونلغاز على سوق الكهرباء في الجزائر وغياب الميزة التنافسية.
- إن معظم المتغيرات الاقتصادية في الجزائر تتميز ببنية ارتباط قصير المدى وغياب الصمود طويل المدى، بمعنى آخر حركة مبيعات الكهرباء تظهر كنتيجة لصدمة خارجية ليست لا دائمة ولا مستدامة وإنما عابرة طالما فرضية السير العشوائي مرفوضة في كل الحالات.

المقترحات:

1-العمل على مواجهة الاستهلاك المتزايد من الكهرباء في السنوات القادمة في ظل تزايد معدلات النمو السكاني واستخدام التقنيات المتقدمة التي تعتمد على الكهرباء باتخاذ سياسات للحد من الاسراف في استهلاك الكهرباء سواء بتفعيل مفهوم الترشيد لدى المستهلكين أو التركيز على مواصفات الأجهزة الكهربائية التي يمكن من خلالها تقليل استهلاك الكهرباء، أو البحث عن مصادر أخرى لتوليد الطاقة وتطويرها مثل الطاقة الشمسية وغيرها.

2- الاستعانة بتقنيات التوليد المشترك و مشاريع الربط الكهربائي في ادارة الطلب على الكهرباء.

3- توفير وتحديث المعلومات في قطاع الكهرباء في الجزائر من قبل الجهات المختصة بشؤون الكهرباء بهدف ابرازها لأصحاب القرارات، وتيسير الحصول عليها للباحثين المهتمين بهذا المجال لإجراء المزيد من الدراسات عليها وذلك بإنشاء أجهزة متخصصة لذلك.

4- إتباع الأساليب العلمية الحديثة للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية للحصول على نتائج قريبة للواقع .

5- إجراء دراسات لتقدير دوال الطلب على الكهرباء باستخدام متغيرات مثل عدد أفراد الأسرة والعمر وعدد غرف المنزل وعدد المكيفات في المنزل والحالة الاجتماعية والتعليمية والجنس ومستوى الدخل والأذواق وعدد الدارسين في الأسرة.

المراجـــع

قائمة المراجع

أولا : المراجع باللغة العربية :

أ- الكتب :

1- أسعد عبد الحميد طلعت، مدير المبيعات الفعال، القاهرة :مكتبة عين شمس، 1997 .

2- الشنواني صلاح، التنظيم والإدارة في قطاع الأعمال، مصر: مركز الاسكندرية للكتاب، 1999.

3- حشمان مولود ، نماذج وتقنيات التنبؤ قصير المدى، الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، 2002.

4- شيخي محمد، طرق الاقتصاد القياسي : محاضرات وتطبيقات، ط 1، الأردن : دار الحامد للنشر والتوزيع، 2012.

5- عبد العزيز عثمان سعيد، اقتصاديات الخدمات والمشروعات العامة، القاهرة : الدار الجامعية، 1997.

6- عطية عبد القادر محمد عبد القادر، الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق،ط 2، الاسكندرية : الدار الجامعية، 2005.

7- فنجان موسى غانم، محمد صالح عبد العباس، إدارة المبيعات والإعلان، بغداد : دار الحكمة، 1990.

8- كاسب سيد، محمد فهمي علي ،أساسيات الاقتصاد الاداري ، ط 1، القاهرة : مركز تطوير الدراسات، 2009.

9- محسن عبد الكريم، مجيد النجار صباح، إدارة الإنتاج والعمليات، ط 1، الأردن : دار وائل للنشر، 2006.

ب-الرسائل الجامعية:

10- دلهوم خليدة، "أساليب التنبؤ بالمبيعات-دراسة حالة-"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الحاج لخضر باتنة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، 2009.

11- رحيم ابراهيم، "دراسة قياسية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر للفترة 1969-2008"، مذكرة ماجستير غير منشورة، جامعة ورقلة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية و علوم التسيير، 2012.

12- قبلي زهير،" تحديد سعر النفط اخام في الأجلين القصير والطويل باستعمال تقنيات التكامل المتزامن ونماذج تصحيح الخطأ"، مذكرة لنيل شهادة الماجستير غير منشورة، جامعة الجزائر، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير،1999.

13- محرمش عبلة، " تقدير نموذج للتنبؤ بالمبيعات باستخدام السلاسل الزمنية (نماذج بوكس و جنكينز)- دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز(منطقة ورقلة)"، مذكرة ماجستير غير منشورة، جامعة ورقلة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، 2006.

14- هتهات السعيد،"دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر"، مذكرة لنيل شهادة الماجستير غير منشورة، جامعة ورقلة، كلية الحقوق والعلوم الاقتصادية، 2006.

ت-المجلات :

15- بن عبد الله الغنام حمد،"تحليل السلسلة الزمنية لمؤشر اسعار الأسهم في المملكة العربية السعودية:باستخدام منهجية بوكس-جنكينز (Method Box-Jenkins)"،مجلة جامعة الملك عبد العزيز :الاقتصاد والادارة، المجلد 17،العدد2، 2003.

16- بوعروج ريم، "الطاقة الكهربائية في الجزائر"،كهرباء العرب، العدد18، 2012.

17- حسين البياتي عصام، فؤاد عبدة إسماعيل المخلافي،"استخدام أسلوب بوكس-جنكينز للتنبؤ بانتاجية العمل في مصنع اسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني"، مجلة الادارة والاقتصاد، العدد63 ،2007.

18- عباس الطائي فاضل، جيهاني فخري صالح الكوراني، ،"التنبؤ بنماذج ARIMA الموسمية باستخدام طرائق التمهيد الأسي مع التطبيق"، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، العدد14، 2008.

19- فروحات حدة، ،"الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر-دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر"، مجلة الباحث،العدد 11، 2012.

20- موسى عمران خلود، عبد الإمام زعلان ريسان، "استخدام بعض الاساليب الاحصائية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية"، مجلة العلوم الإقتصادية، المجلد الثامن، العدد29، 2012.

التقارير:

21-الأمانة العامة للمجلس الأعلى للتخطيط والتنمية، دراسة استشارية لمستقبل استهلاك الطاقة والمياه في ظل المتغيرات السكانية والتنموية المتوقعة في دولة الكويت، الكويت،2007 .

ثانيا : المراجع باللغة الأجنبية :

أ- الكتب :

22- Desment Pierre et Zolliger Monique, le prix de l'analyse conceptuelle aux méthodes de fixation, Paris : Economica, 1999.

23- Guy Mélard,Méthod de prévision a court terme , Bruxelles : Editions de l'Université de Bruxelles,1990.

24- Pierre Duchesne , Méthode de prévision, Paris, université de Montréal ,2007.

25- Régis Bourbonnais,Econométrie, 5 édition ,Paris:Dunod,2003.

26- Régis Bourbonnais, Jean-Claude Usunier, Prévision des ventes-Théore et Pratique –Collection Gestion,3eme édition, Paris : Economica, 2004.

ب-الرسائل الجامعية:

27- Djamila AIT AKIL,"Etude de developpement de l'infrastructure electrique en algerie , Contribution a la resorption des desquilibres regionaux,analyse retrospective(1970-1995) et perspectives",thèse de magister, alger,institute des sciences economiques, 1999.

ت-المجلات:

28- Denis Kwiatkowski, Peter C.B Phllips, Peter Shmidt and Yongcheol Shin,"Testing the null hepothesis of stationarity against the alternative of a unit root : How Sure are we that Economic Time Series have a Unit Root?", Journal of Econometrics, No 54,1992.

29- G.E.P.Box,David A.Pierce,"Distribution of Autocorrolation in autoregressive moving average time series models ",journal of the American Statistical Assosiation, Vol 65,NO 32,December 1970.

30- G.Ljung,G.Box,"On a Measure of Lack of Fit in Time Series Model",Biometrica, Vol 65,No 2,1978.

31- M. Brtellet,"On the Theoretical Specification of Sampling Properties of Autocorrelated Time Series",Journal of the Royal Statistical Society, Vol 8, No1, 1946.

ثاثا: مواقع الأنترنت:

32- الاذاعة الجزائرية، "مستقبل الطاقات المتجددة في الجزائر وتحديات استغلالها"، 2013/05/20،

http://www.radioalgerie.dz/ar/2010-04-29-13-30-51/2010-10-12-13-57-34/12485-2011-12-25-11-29-36

33- الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز، 2013/07/15،

http://www.sonelgaz.dz/Ar/article.php3?id_article=207

34- المكتب الإستشاري للكهرباء والإتصالات، "جودة القدرة الكهربائية"، 2013/06/20،

http://www.ecco.com.ly/index.php?option=com_content&view=article&id=66&lang=ar

35- الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمار، "قطاع الطاقات المتجددة"، 2013/07/25،

http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables

36- بختي ابراهيم، "نمذجة التنبؤ بالمبيعات"، 2013/10/26،

http://bbekhti.e-ptaalim.info/trv_pdf/prevision%20de%20vente.pdf

37- شركة الاسكندرية لتوزيع الكهرباء، "جودة الطاقة الكهربائية"، 2013/05/05،

http://www.alex-elect.net/index.php?option=com_content&view=article&id=211&Itemid=999

38- وزارة الطاقة والمناجم،2013/07/15،

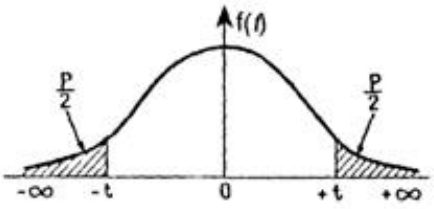
http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=la-production-d-electricite-2

الملاحق

الملاحق

ملحق (1) : جداول احصائية

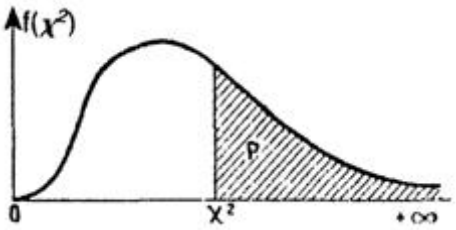
توزيع ستيودنت



¬	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1.708	2,060	2,485	2,787
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
∞	0,125	0,253	0,385	0,524	0,674	0,841	1,036	1,281	1,644	1,959	2,326	2,575

¬ : عدد درجات الحرية

توزيع كاي تربيع



¬	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	0,0158	0,0642	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635
2	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210
3	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345
4	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277
5	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086
6	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812
7	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	16,662	18,475
8	3,490	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090
9	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666
10	4,865	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209
11	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725
12	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217
13	7,042	8,634	9,926	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688
14	7,790	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141
15	8,547	10,307	11,721	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578
16	9,312	11,152	12,624	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	29,633	32,000
17	10,085	12,002	13,531	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	30,995	33,409
18	10,865	12,857	14,440	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	32,346	34,805
19	11,651	13,716	15,352	18,338	21,689	23.900	27,204	30,144	33,687	36,191
20	12,443	14,578	16,266	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	35,020	37,566
21	13,240	15,445	17,182	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	36,343	38,932
22	14,041	16,314	18,101	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	37,659	40,289
23	14,848	17,187	19,021	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	38,968	41,638
24	15,659	18,062	19,943	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	40,270	42,980
25	16,473	18,940	20,867	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	41,566	44,314
26	17,292	19,820	21,792	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	42,856	45,642
27	18,114	20,703	22,719	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	44,140	46,963
28	18,939	21,588	23,647	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	45,419	48,278
29	19,768	22,475	24,577	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	46,693	**49,588**
30	20,599	23,364	25,508	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	47,962	50,892

عندما تكون درجة الحرية ¬ أكبر تماما من 30، نعتبر أن

العبارة $\sqrt{2\,i^{\,2}} - \sqrt{2\neg - 1}$ تخضع للقانون الطبيعي المختزل،

فعلى سبيل المثال، نحسب قيمة $i^{\,2}$ الموافقة للاحتمال 0.10

عندما تكون 41 = ¬. بالاستعانة بالجدول المبين أعلاه، نحسب

من أجل احتمال 0.10 و $x = 1.2816$ ، حيث :

$$i^2 = \frac{\left[x + \sqrt{2¬ - 1}\right]^2}{2} = \frac{1}{2}\left[1.2816 + \sqrt{82 - 1}\right]^2 = \frac{1}{2}(10.2816)^2 = 52.85$$