



الأكاديمية الليبية للدراسات العليا
مدرسة العلوم الأساسية
قسم الإحصاء

أسلوب بوكس جنكنز في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ
"دراسة تطبيقية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة
للأورام في الفترة (2012-2017)"

**Box-Jenkins Method in time series analysis and
forecasting "Application study for Forecast to numbers of
patients with Cancer in Misurata Cancer Center in period
(2012-2017)"**

بحث مقدم لاستكمال متطلبات نيل الإجازة العليا (الماجستير) في الإحصاء

إعداد: امحمد ميلاد ابعوه

إشراف: أ.د. رضا محمد قاجه

2018-2017م

الآية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ لِيَعْلَمَ أَنْ قَدْ أَبْلَغُوا رَسُولَكَ رِبِّهِمْ وَأَحَاطَ بِمَا

لَدَيْهِمْ وَأَحْصَى كُلَّ شَيْءٍ عَدَدًا ﴿٢٨﴾

سورة الجن

الإهداء

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

إلى من أحمل اسمه بكل افتخار

"إلى روح والدي العزيز"

إلى ملاكي في الحياة، إلى معنى الحياة والتفاني

إلى من كان دعاؤها سر نجاحي

"أمي الحبيبة"

إلى هبة الله إلي، إلى من شاركتني رحلة الجهد والكفاح

"زوجتي"

تقديراً لصبرها واعترافاً بحقها

إلى القلب الناصع البياض، إلى النفس البريئة

ابنتي "بشرى وآمنة"

إلى من بهم أكبر وعليهم أعتمد، إلى من عرفت منهم معنى الحياة

"إخوتي وأخواتي"

إلى الإخوان الذين لم تلدهم أمي، إلى من تحلوا بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء

"أصدقائي"

إلى كل من ساندني سواء من قريب أو بعيد

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، والحمد لله أولاً وأخيراً الذي وفقني وأعانني لإنجاز وإتمام هذه الرسالة، ومن ثم شكري وتقديري لأكاديمية الدراسات العليا -مصراتة، وأتقدم بالشكر والتقدير للأستاذ الدكتور

رضا محمد قاجه

الذي أعجز عن وصف ما قدمه لي من عون ومساعدة بتتبعه لهذه الرسالة مشرفاً ومرشداً، فكانت له المساهمة الفعالة في إخراج هذه الرسالة إلى حيز الوجود.

كما أتقدم بالشكر لكل من الأساتذات الفاضلات

أ.د علي عبد السلام العماري

أ.د يوسف محمد امحمد

كما أتقدم بالشكر لكل من الأساتذة الأفاضل

أ.د عبد العالي بن صالح

أ.د. حسين غليو

م. الصديق ميلاد ابعوه

على ما قدموه لي من نصح وإرشاد فكانوا لي نعم العون

وأخيراً أشكر كل من ساعد ودعا الله ليسدد خطا طالب العلم لما فيه خير البلاد والأمة.

ملخص البحث

يعتبر موضوع السلاسل الزمنية من المواضيع المهمة التي تناولت سلوك الظواهر وتفسيرها عبر حقبة معينة من الزمن، وتكمن أهمية تحليل السلاسل الزمنية في الحصول على وصف دقيق للسلسلة الزمنية وبناء نموذج مناسب للتنبؤ واستخدام النتائج في المستقبل.

تكمن مشكلة هذا البحث في تحديد نموذج مناسب يمكن استخدامه في التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام لفترات لاحقة حتى يتمكن القائمون بأمر المركز من التعرف على العدد المستقبلي من الإصابات لوضع الخطط والتدابير وأخذ الاحتياطات اللازمة.

ويهدف هذا البحث إلى تحديد أفضل وأكفأ نموذج إحصائي بتطبيق أسلوب بوكس جنكز في تحليل السلاسل الزمنية لاستخدامه في التنبؤ مع توضيح الخطوات اللازم القيام بها لذلك؛ وقد أظهرت سلسلة المصابين بالأورام السرطانية للأعوام (2012-2017) سلسلة غير مستقرة ويوجد بها اتجاه عام موجب وأن النموذج الملائم لها هو $ARIMA(1,1,1)$ ، وأما سلسلتي المصابين حسب الجنس فكانتا غير مستقرتان كذلك والنموذجان الملائمان لسلسلة الإناث والذكور هما $ARIMA(1,1,1)$ ، $ARIMA(2,1,1)$ على التوالي، وبالاعتماد على هذه النماذج تم التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية لسنتين قادمتين، وقد كانت القيم التنبؤية متناسقة مع القيم الحقيقية في الاتجاه مما يدل على كفاءة النماذج الثلاثة المستخدمة مع الأخذ في الاعتبار المعايير الإحصائية الأخرى.

وتوصي الدراسة باستخدام النماذج المقترحة في التنبؤ بأعداد المصابين مستقبلاً، وأهمية توثيق كل البيانات الخاصة بالمرضى المصابين للاستفادة منها مستقبلاً في البحوث العلمية التي من شأنها أن تعود بالفائدة على المصلحة العامة.

Abstract

The topic of time series is one of the important topics that dealt with the behavior and interpretation of phenomena over a certain period of time. The importance of time series analysis is to obtain a precise description of the time series and to construct an appropriate model for predicting and using the results in the future.

The problem of this study is to identify an appropriate model that can be used to predict the number of patients with cancer at Misurata center for oncology for later periods, so that the center's administrators can identify the future number of patients to develop plans and measures and take the necessary precautions. The aim of this study is to identify the best and most efficient statistical model by applying the Boxes-Jenkins method in the analysis of time series for use in prediction, with the necessary steps to be taken. The series of people with malignant tumors for the years 2012-2017 showed non-stationary series, because it has a positive general trend and the appropriate model is ARIMA (1, 1, 1) while the two other series according to their gender were also non-stationary. The appropriate models for the female and male series are ARIMA (1, 1, 1), ARIMA (2, 1, 1) respectively. Based on these models, the number of people with cancer was predicted for two years ahead. We observed that the forecasted values by using the three suggested models are consists of the trend of the data which indicates the efficiency of these models, although taking in our account other statistical criteria.

The study recommends the using of the suggested models to predict future numbers of patients and the importance of documenting all patient data for future use in scientific research that would benefit the public interest.

محتويات الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
الآية.....	أ.....
الإهداء.....	ب.....
الشكر والتقدير.....	ت.....
ملخص البحث.....	ث.....
Abstract.....	ج.....
محتويات الفهرس.....	ح.....
فهرس الجداول.....	ر.....
فهرس الرسومات البيانية.....	س.....
فهرس المصطلحات.....	ض.....
الفصل الأول.....	1.....
1.1 مقدمة.....	2.....
2.1 مشكلة البحث.....	2.....
3.1 أهمية البحث.....	3.....
4.1 أهداف البحث.....	3.....
5.1 فرضيات البحث.....	3.....
6.1 حدود البحث.....	3.....
7.1 منهجية البحث.....	4.....
8.1 الدراسات السابقة.....	4.....
9.1 هيكلية البحث.....	5.....
الفصل الثاني.....	6.....
1.2 مقدمة.....	7.....
2.2 تعريف السلسلة الزمنية.....	7.....
3.2 أنواع السلاسل الزمنية.....	7.....
1.3.2 سلاسل زمنية متصلة (Continuous time series).....	7.....
2.3.2 سلاسل زمنية متقطعة (Discrete time series).....	8.....
4.2 أهداف السلسلة الزمنية.....	8.....
1.4.2 فهم ونمذجة الظاهرة:.....	8.....

8	2.4.2 تفسير وتوضيح التغيرات التي تحدث في الظاهرة:
8	3.4.2 الرقابة والتحكم:
8	4.4.2 التنبؤ:
8	5.2 مركبات السلسلة الزمنية (Time series Components)
9	1.5.2 الاتجاه العام (Secular Trend)
9	2.5.2 التغيرات الموسمية (Seasonal variations)
10	3.5.2 التغيرات الدورية (Cycled variation)
10	4.5.2 التغيرات غير المنتظمة (العشوائية) Irregular variation
10	6.2 السكون (الاستقرار) Stationarity
10	1.6.2 السكون التام (المؤكد) Strictly stationarity
11	2.6.2 السكون الضعيف (Weak stationary)
11	7.2 طرق معالجة عدم الاستقرار في السلسلة الزمنية
11	1.7.2 علاج عدم ثبات التباين:
12	2.7.2 علاج عدم ثبات المتوسط (وجود اتجاه عام)
13	8.2 دراسة استقرارية السلسلة الزمنية
13	1.8.2 الارتباط الذاتي (Autocorrelation (AC))
14	2.8.2 الارتباط الجزئي (Partial Autocorrelation (PAC))
14	9.2 اختبارات استقراريه السلسلة الزمنية
14	1.9.2 اختبار معنوية معاملات الارتباط
15	2.9.2 اختبارات جذور الوحدة (Unit Roots tests)
21	الفصل الثالث
22	1.3 مقدمة
22	2.3 مميزات أسلوب بوكس جنكنز
23	3.3 عيوب أسلوب بوكس جنكنز
23	4.3 نماذج بوكس جنكنز
23	1.4.3 نماذج الانحدار الذاتي (Autoregressive models (AR))
24	2.4.3 نماذج المتوسطات المتحركة (Moving Average Models (MA))
25	3.4.3 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة
26	4.4.3 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية

26	5.3 مراحل بناء نموذج أسلوب بوكس جنكنز
26	1.5.3 مرحلة التعرف (Identification)
29	2.5.3 مرحلة التقدير (Estimation)
29	3.5.3 مرحلة التشخيص (Diagnostic)
32	4.5.3 مرحلة التنبؤ
35	الفصل الرابع
36	1.4 مقدمة
36	2.4 نبذة مختصرة عن مركز مصراتة للأورام
37	1.2.4 أقسام المركز
38	3.4 نبذة مختصرة عن مرض السرطان
38	1.3.4 أنواع الأورام
39	2.3.4 كيفية تشخيص مرض السرطان
39	3.3.4 طرق علاج مرض السرطان
40	4.4 تحليل السلسلة الزمنية الشهرية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية
40	1.4.4 أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة حسب نوع الجنس
40	2.4.4 أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة سنوياً حسب الفئة العمرية
43	3.4.4 أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة سنوياً حسب المنطقة الجغرافية
46	5.4 سلسلة أعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية
55	1.5.4 دراسة استقرارية سلسلة الإناث $(Zf_{(t)})$
55	2.5.4 معالجة عدم استقرارية سلسلة الإناث $(Zf_{(t)})$
58	3.5.4 تحديد النموذج الملائم باستخدام أسلوب بوكس جنكنز للإناث
61	6.4 سلسلة أعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية
69	1.6.4 دراسة استقرارية سلسلة الذكور المصابين $(Zm_{(t)})$
69	2.6.4 معالجة عدم الاستقرارية لسلسلة الذكور $(Zm_{(t)})$
72	3.6.4 تحديد النموذج الملائم باستخدام أسلوب بوكس جنكنز للذكور
75	7.4 سلسلة أعداد المصابين بالأورام السرطانية للجنسين معاً
82	1.7.4 دراسة استقرارية السلسلة

85	2.7.4 معالجة عدم الاستقرار لسليلة الجنسين معاً ($ZT_{(t)}$)
88	3.7.4 تحديد النموذج الملائم باستخدام أسلوب بوكس جنكز للجنسين معاً
95	4.7.4 تقييم التنبؤات لسلسلتي الإناث والذكور مع سلسلة الجنسين معاً
98	خلاصة الفصل
100	الفصل الخامس
101	1.5 نتائج الدراسة
103	2.5 التوصيات
104	قائمة المراجع

فهرس الجداول

- جدول (1.3) خصائص دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لنماذج (ARIMA).... 28
- جدول (1.4) أعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017)..... 40
- جدول (2.4) أعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017)..... 41
- جدول (3.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017)..... 41
- جدول (4.4) وصف أعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017)..... 42
- جدول (5.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017) حسب الفئة العمرية..... 43
- جدول (6.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017) حسب المنطقة الجغرافية..... 47
- جدول (7.4) نتائج اختبار ((Box-Ljung) لسلسلة الإناث $(Z_f(t))$ 57
- جدول (8.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الإناث $(Z_{f(t)})$ 58
- جدول (9.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث $(DZ_{f(t)})$ 60
- جدول (10.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, p-p) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث $(DZ_{f(t)})$ 61
- جدول (11.4) نتائج تطبيق مجموعة من المعايير على مجموعة من النماذج لتحديد الأفضل بينها لسلسلة الإناث..... 62
- جدول (12.4) نتائج تقدير معالم النموذج $ARIMA(1,1,1)$ 63
- جدول (13.4) اختبار عشوائية البواقي لنموذج $ARIMA(1,1,1)$ لسلسلة الإناث..... 65
- جدول (14.4) نتائج التنبؤ بالعدد المتوقع للإناث المصابات بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام لسنتي (2018، 2019) وفق نموذج $ARIMA(1,1,1)$ 67
- جدول (15.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الذكور $(Z_m(t))$ 71
- جدول (16.4) نتائج اختبار جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الذكور $(Z_m(t))$ 72

- جدول (17.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور.....74
- جدول (18.4) نتائج اختبار جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور
.....(DZm_(t)).....75
- جدول (19.4) نتائج تطبيق مجموعة من المعايير على مجموعة من النماذج لتحديد الأفضل بينها
لسلسلة الذكور.....76
- جدول (20.4) نتائج تقدير معالم النموذج ARIMA(2,1,1).....77
- جدول (21.4) اختبار عشوائية بواقي النموذج ARIMA(2,1,1) لسلسلة الذكور.....79
- جدول (22.4) نتائج التنبؤ بالعدد المتوقع للذكور المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة
للأورام لسنتي (2018، 2019) وفق نموذج ARIMA(2,1,1).....80
- جدول (23.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الجنسين معاً (ZT_(t)).....84
- جدول (24.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الجنسين معاً (ZT_(t)).....85
- جدول (25.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً
.....(DZT_(t)).....87
- جدول (26.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة على سلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً
.....(DZT_(t)).....88
- جدول (27.4) نتائج تطبيق مجموعة من المعايير على مجموعة من النماذج لتحديد الأفضل بينها
لسلسلة الإجمالي.....89
- جدول (28.4) نتائج تقدير معالم النموذج ARIMA(1,1,1).....90
- جدول (29.4) اختبار عشوائية البواقي للنموذج ARIMA(1,1,1) لسلسلة الإجمالي.....92
- جدول (30.4) نتائج التنبؤ بالعدد المتوقع للمصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام
للجنسين معاً لسنتي (2018، 2019) وفق نموذج ARIMA(1,1,1).....94
- جدول (31.4) نتائج التنبؤات خارج العينة بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة
للأورام لكل جنس على حدة وللجنسين معاً لسنتي (2018، 2019).....96

فهرس الرسومات البيانية

- شكل (1-3) مراحل تطبيق منهجية بوكس جنكنز.....34
- شكل (1.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين سنوياً حسب الجنس وإجمالي الحالات في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017) بالأعمدة البيانية.....42
- شكل (2.4أ) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2012) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.....43
- شكل (2.4ب) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2013) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.....44
- شكل (2.4ج) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2014) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.....44
- شكل (2.4د) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2015) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.....45
- شكل (2.4هـ) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2016) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.....45
- شكل (2.4و) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2017) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.....46
- شكل (3.4أ) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2012) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.....49
- شكل (3.4ب) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2013) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.....50
- شكل (3.4ج) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2014) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.....51
- شكل (3.4د) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2015) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.....52
- شكل (3.4هـ) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2016) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.....53

- شكل (3.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراة للأورام خلال سنة (2017) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية. 54
- شكل (4.4) المنحنى البياني لأعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2012-2017). 55
- شكل (5.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الإناث (Zf_t) . 56
- شكل (5.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الإناث (Zf_t) . 56
- شكل (6.4) المنحنى البياني لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث (DZf_t) . 58
- شكل (7.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث (DZf_t) . 59
- شكل (7.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث (DZf_t) . 59
- شكل (8.4) انتشار البواقي لنموذج $ARIMA(1,1,1)$ لسلسلة الإناث. 63
- شكل (9.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للإناث. 64
- شكل (9.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة البواقي للإناث. 65
- شكل (10.4) المدرج التكراري لسلسلة البواقي للإناث. 66
- شكل (11.4) التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي للإناث. 66
- شكل (12.4) القيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية. 68
- شكل (13.4) يوضح القيم الأصلية لسلسلة الإناث والقيم المتنبئ بها داخل العينة المقابلة لها خلال الفترة (2012-2017). 68
- شكل (14.4) المنحنى البياني لأعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2012-2017). 69
- شكل (15.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الذكور (Zm_t) . 70
- شكل (15.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الذكور (Zm_t) . 70
- شكل (16.4) المنحنى البياني لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور (DZm_t) . 72
- شكل (17.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور (DZm) . 73
- شكل (18.4) انتشار البواقي للنموذج $ARIMA(2,1,1)$ للذكور. 77
- شكل (19.4أ) دالة الارتباط الذاتي للبواقي للذكور. 78
- شكل (19.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي للذكور. 78

- شكل (20.4) المدرج التكراري لسلسلة البواقي للذكور..... 79
- شكل (21.4) التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي للذكور..... 80
- شكل (22.4) القيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية
..... 81
- شكل (23.4) القيم الأصلية لسلسلة الذكور والقيم المتنبئ بها داخل العينة المقابلة لها خلال الفترة
(2012-2017)..... 81
- شكل (24.4) المنحنى البياني لسلسلة أعداد المصابين بالأورام السرطانية للجنسين معاً في مركز
مصرارة للأورام خلال الفترة (2012-2017)..... 82
- شكل (25.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الجنسين معاً $(ZT_{(t)})$ 83
- شكل (26.4) المنحنى البياني لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً $(DZT_{(t)})$ 85
- شكل (27.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً $(DZT_{(t)})$ 86
- شكل (27.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً
 $(DZT_{(t)})$ 86
- شكل (28.4) انتشار بواقي النموذج $ARIMA(1,1,1)$ للجنسين معاً..... 91
- شكل (29-4) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للجنسين معاً..... 91
- شكل (29.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة البواقي للجنسين معاً..... 92
- شكل (30.4) المدرج التكراري لسلسلة البواقي للجنسين معاً..... 93
- شكل (31.4) التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي للجنسين معاً..... 93
- شكل (32.4) المنحنى البياني للقيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد المصابين بالأورام
السرطانية للجنسين معاً..... 94
- شكل (33.4) القيم الأصلية لسلسلة المصابين للجنسين معاً والقيم المتنبئ بها داخل العينة المقابلة لها
خلال الفترة (2012-2017)..... 95
- شكل (34.4) مجموع القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة C_1 والقيم المتنبئ بها خارج
العينة للجنسين معاً C_2 97
- شكل (35.4) الفرق بين التنبؤات لمجموع الجنسين والجنسين معاً..... 98

فهرس المصطلحات

الرمز	المصطلح	المعنى
AC	Autocorrelation	الارتباط الذاتي
PAC	Partial Autocorrelation	الارتباط الذاتي الجزئي
ACF	Autocorrelation Function	دالة الارتباط الذاتي
PACF	Partial Autocorrelation Function	دالة الارتباط الذاتي الجزئي
DF	Dicky Fuller	ديكي فولر
ADF	Augmented Dicky Fuller	ديكي فولر الموسع
P-P	Philips Perron	فيليبس بيرون
KPSS	Kwiatkouki, Philips, Schmidt and shin	كويتكويكي، فليبس، شيمدث وتشاين
L B	Box- Ljung	اختبار بوكس لنق
AR	Autoregressive	الانحدار الذاتي
MA	Moving Average	المتوسطات المتحركة
ARMA	Autoregressive Moving Average	الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average	الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية
OLS	Ordinary Least Squares	المربعات الصغرى الاعتيادية
AIC	Akaikes Information Criterion	معيار معلومات اكيك
BIC	Bayesian Information Criterion	معيار معلومات بيزيان
MSE	Mean Squares Error	متوسط مربعات الخطأ
MAPE	Mean Absolute Percentages Error	متوسط نسب الأخطاء المطلقة
RMSE	Root Mean Squares Error	الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ
R-Squared	Coefficient of determination	معامل التحديد
ZF	Female Series	سلسلة الإناث
ZM	Male series	سلسلة الذكور
ZT	Total Series	سلسلة الإجمالي
DZF	The first Differences of Female Series	الفروقات الأولى لسلسلة الإناث
DZM	The first Differences of male Series	الفروقات الأولى لسلسلة الذكور
DZT	The first Differences of Total Series	الفروقات الأولى لسلسلة الإجمالي

الفصل الأول الإطار العام للبحث

1.1 مقدمة

لقد أصبح الاهتمام كبيراً في البحوث والدراسات الاقتصادية والاجتماعية والإدارية باستخدام طرق القياس الكمية ووسائل الإقناع الإحصائية وذلك لتحديد الخصائص وإبراز الاتجاهات العامة للظواهر الاقتصادية والاجتماعية والإدارية وتحليل العلاقات المتشابكة والمتبادلة بين الظواهر على أساس موضوعي غير متحيز.

وعلم الإحصاء يعطي العديد من الطرق والأساليب اللازمة للقيام بالدراسات والبحوث على أساس من القياس لحركة العديد من المتغيرات المحددة للظواهر موضوع الدراسة، وتعتبر السلاسل الزمنية من بين أهم الأساليب الإحصائية الحديثة التي يمكن من خلالها معرفة طبيعة التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة مع الزمن وتحديد الأسباب والنتائج وتفسير العلاقات المشاهدة بينها والتنبؤ بما سيحدث من تغير على قيم الظاهرة في المستقبل على ضوء ما حدث لها في الماضي.

لقد تعرضت بلادنا خلال الأعوام الأخيرة إلى جملة من الأحداث والتمثلة في حرب 2011 وما تبعها من كوارث طالت الموارد البشرية والمادية والبنية التحتية وولوثت الهواء والماء، الأمر الذي يقضي إجراء نهضة شاملة في كافة المجالات الصناعية والصحية ... إلخ. وهذا يحصل بتكاتف جهود العلماء والباحثين والدارسين لإجراء البحوث والدراسات التي من شأنها الحد مما أصاب البلاد.

ولقد جاءت هذه الدراسة لتتناول الجانب الصحي لكونه يُعنى بالعنصر البشري الذي يقع على عاتقه البناء والإعمار، ونظراً لازدياد عدد المصابين بالأورام السرطانية في الآونة الأخيرة فإن هذه الدراسة جاءت لكشف هذه الظاهرة، والتنبؤ بعدد الإصابات المستقبلية بالأورام السرطانية باستخدام أسلوب بوكس جنكنز لتحليل السلاسل الزمنية من خلال الاعتماد على بيانات شهرية واقعية من أعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام خلال الفترة الزمنية (2012-2017) وذلك من أجل وضع الخطط والتدابير اللازمة والكفيلة بالحد من هذه الظاهرة سيما وأن أغلب مستشفيات بلادنا تفتقر للأجهزة الحديثة للكشف المبكر لهذا المرض والمستلزمات العلاجية له، وسيتم في هذا البحث استخدام بعض البرامج الإحصائية (SPSS، EvIEWS 8، Minitab) لتحليل البيانات.

2.1 مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في تحديد نموذج مناسب للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام والتي تعتبر من الأمراض الخطيرة التي تصيب كثير من الناس في هذا العصر حيث سنقوم بتحديد أفضل وأكفأ نموذج احصائي للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية وذلك باستخدام أسلوب بوكس وجنكنز في تحليل السلاسل الزمنية، حتى يتمكن القائمون بأمر المركز من وضع الخطط والتدابير وأخذ الاحتياطات اللازمة.

3.1 أهمية البحث

يعتبر التنبؤ من الموضوعات التي لها أهمية كبيرة إذ من خلالها يتمكن المسؤولين وأصحاب القرار من اتخاذ القرارات الصحيحة في كافة المجالات، وحيث أن أعداد المصابين بالأورام السرطانية المتزايد في مركز مصراتة للأورام يعتبر مشكلة حقيقية من حيث عدم توفر الإمكانيات اللازمة والمتمثلة في السعات السريرية والأجهزة الحديثة والأدوية ... إلخ لاستيعاب هذه الأعداد. وعليه تكمن أهمية هذا البحث باستنتاج نموذج قياسي يستخدم للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام وذلك باستخدام أسلوب بوكس جنكنز في تحليل السلاسل الزمنية ومن ثم التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية ككل، وكذلك حسب جنسهم في مركز مصراتة للأورام خلال السنتين (2018-2019).

4.1 أهداف البحث

- أ- التعريف بإمكانيات أسلوب بوكس جنكنز في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ.
- ب- وضع نموذج قياسي للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام.
- ت- التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة الزمنية (2018-2019).

5.1 فرضيات البحث

- يقوم هذا البحث على الفرضيات الآتية:
- الفرضية الأولى: إن أعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام ينمو بشكل متزايد في الفترة الزمنية (2012-2017).
 - الفرضية الثانية: استخدام أسلوب (Box-Jenkins) سيحقق تنبؤاً جيداً بالنسبة للسلسلة الزمنية.

6.1 حدود البحث

- الحدود الزمنية: تم إجراء هذا البحث بالاعتماد على البيانات الشهرية لأعداد المصابين بالأورام السرطانية خلال الفترة من (2012/1/1) إلى (2017/12/31).
- الحدود المكانية: اقتصر هذا البحث على بيانات مأخوذة من مركز مصراتة للأورام.
- الحدود الموضوعية: تم استخدام نماذج (ARIMA) للتنبؤ بعدد الإصابات بالأورام السرطانية.

7.1 منهجية البحث

سيتم تقسيم هذا البحث إلى جانبين هما:

- أ- الجانب النظري: سيتناول أسلوب بوكس- جنكنز في تحليل السلاسل الزمنية.
- ب- الجانب التطبيقي: اعتمد هذا البحث على بيانات واقعية من أعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام للوصول إلى أفضل نموذج رياضي للتنبؤ بأعداد المصابين بهذا المرض لفترات لاحقة.

8.1 الدراسات السابقة

- دراسة الباحثان (Whell Wright Markedis 1978: 60-64) على نوعين من السلاسل الزمنية العشوائية وغير العشوائية: وجدا أن زيادة المعلمات في معادلة السلسلة العشوائية يقلل من (MSE) وتكون المعلمات ثابتة بتكرار العملية، بينما في حالة السلسلة غير العشوائية والتي افترضنا لها قيم (1,2,1,2,...) فقد لاحظنا زيادة عدد المعلمات بتكرار العملية وتضمن البحث مقارنة (MSE) بين السلاسل العشوائية وغير العشوائية باستخدام طريقتان للتنبؤ هما طريقة الانحدار وطريقة بوكس- جنكنز.

- رسالة ماجستير بعنوان: تطبيق بوكس جنكنز للسلاسل الزمنية على إصابات مرض السرطان بالسودان في الفترة (يناير 2002م إلى ديسمبر 2004م) إعداد الطالب أكرم عبد الدائم محمد في العام 2006م: حيث هدفت الدراسة إلى إيجاد نموذج قياسي مقترح يحدد العلاقة بين متغيرات الدراسة ومعرفة أهميتها ومدى تأثيرها على إصابات السرطان في السودان، وتشمل هذه المتغيرات نوع المصاب- عمره- القبيلة التي ينتمي إليها- وتوصلت الدراسة إلى أن:

1. ينتشر مرض السرطان وسط الإناث أكثر من الذكور.
2. تعتبر قبيلة الجعليين أكبر القبائل السودانية إصابة بمرض السرطان.
3. النموذج الملائم لإصابات مرض السرطان بالسودان خلال فترة الدراسة هو نموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة (1) MA.

- قام الباحثان (Dent and Min, 1978) بدراسة موسعة لمجموعة من النماذج المختلطة (انحدار ذاتي - متوسطات متحركة) ARMA بأسلوب المحاكاة عندما يكون حجم العينة يساوي (100) وتوصلا إلى أن مقدر الإمكان الأعظم (MLE) أفضل من المقدرات الأخرى وفق مقياس (MSE) واقترحا العينات صغيرة الحجم لملاحظة التغيرات التي تحدث في النتائج.

- قام الباحثان (النعيمة والشاروط 2000، 4-9) بتحديد أفضل نموذج للتنبؤ بعدد المرضى المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة القادسية باستخدام تحليل التدخل للسلاسل الزمنية بتأثير عامل التدخل

المتمثل بالحصار الاقتصادي مجزئاً السلسلة الزمنية إلى جزأين من (1990-1993) كفترة أولى و(1994-1997) كفترة ثانية ولاحظ من خلال سلسلة المصابين بالأورام الخبيثة أنها غير مستقرة في الوسط الحسابي والتباين وأن هناك اتجاه عام واضح في السلسلة بعد عام 1993 وهذا يدل على أن تأثير عامل الحصار الاقتصادي زاد من عدد المصابين نتيجة لنقص الأدوية والغذاء إضافة إلى تأثير الأسلحة التي استخدمت أثناء العدوان الثلاثيني على العراق.

- بحث بوقائع المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات والإحصاء والمعلوماتية -بالعراق للباحث فاضل عباس الطائي، وهدف البحث دراسة السلاسل الزمنية وإمكانية استخدام التحويلات الرياضية لتحسين التنبؤ، وتم هذا البحث وفق منهجية بوكس جنكنز، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية عدد 17، 2010.

- قدم الباحثان (Kaiser and Maravall: 2001) ملاحظات لتحليل السلاسل الزمنية لنماذج ARIMA وتطبيقها عملياً في بعض الدراسات في إسبانيا وقد توصل إلى أنه بالإمكان اعتبار نماذج ARIMA هي نماذج ARMA مستقرة مع اختلاف الرتبة فعلى سبيل المثال $ARIMA(1,1,1)$ يمكن اعتباره نموذج $ARMA(2,1)$.

9.1 هيكلية البحث

يتكون هذا البحث من خمسة فصول، ويشمل كل فصل على عدة مباحث، فالفصل الأول يضم الإطار العام للبحث من مقدمة، مشكلة البحث، أهدافه، أهميته، فروضه، منهجية البحث بالإضافة إلى حدود البحث والدراسات السابقة.

أما الفصل الثاني فيتناول تحليل السلاسل الزمنية، مفهومها، أهدافها، أنواعها، مكوناتها، استقراريتها؛ ويحتوي الفصل الثالث على منهجية بوكس جنكنز، نشأتها، النماذج المستخدمة فيها، ميزاتها، عيوبها، مراحلها، ويحتوي الفصل الرابع على الجانب التطبيقي للبحث؛ أما الفصل الخامس والأخير يحتوي على النتائج والتوصيات.

الفصل الثاني السلاسل الزمنية

1.2 مقدمة

إن تحليل السلاسل الزمنية قد عرف تطوراً سريعاً على المستوى العالمي خاصة في العقود الأخيرة، ويُعزى هذا التطور إلى الاكتشاف الذي حققه العالمان بوكس وجنكنز والمتمثل في أسلوب بوكس وجنكنز في تحليل السلاسل الزمنية في مطلع السبعينات من القرن الماضي والذي أصبح الأسلوب الأكثر انتشاراً وقبولاً في الأوساط العلمية والنظرية والتطبيقية في دول العالم المتقدم وذلك لما يمتاز به هذا الأسلوب من كفاءة عالية في فهم ونمذجة البيانات الزمنية وطرق التنبؤ بها، حيث يعتبر هذا الأسلوب نظام نمذجة وتنبؤ منظم شامل وموثوق به، وهذا يعني أنه يقدم حلولاً شاملة لجميع مراحل تحليل السلاسل الزمنية ابتداءً من اختيار النموذج ومروراً بتقدير معاملات النموذج وتشخيصه وانتهاءً بالتنبؤ بالملاحظات المستقبلية، وكذلك لا يشترط هذا الأسلوب الاستقلال بين مشاهدات السلسلة بل يستغل أنماط الارتباط الكامنة في البيانات المتاحة في نمذجة البيانات، ويعطي هذا الأسلوب فترات ثقة ملائمة للملاحظات المستقبلية للبيانات الموسمية وغير الموسمية، وقد أصبح هذا الأسلوب أساساً راسخاً للتحليل الحديث للسلاسل الزمنية والمرجعية الأساسية للخبراء والباحثين والدارسين، واكتملت ركائز هذا الأسلوب من نظريات إحصائية وطرق عددية ووسائل بيانية وحسابية بنهاية السبعينات من القرن الماضي.

2.2 تعريف السلسلة الزمنية

هي مجموعة من المشاهدات أو القياسات لقيم ظاهرة معينة (اقتصادية، اجتماعية، طبية، طبيعية،... إلخ) مأخوذة على فترات زمنية محددة (يوم، أسبوع، شهر، سنة،... إلخ) قد تكون هذه الفترات متساوية أو غير متساوية، وغالباً ما تكون متساوية، وفي هذه الحالة يعبر عنها $(Z_{t1}, Z_{t2}, \dots, Z_{tn})$ عند الفترات $(t_1, t_2, t_3, \dots, t_n)$ حيث n عدد المشاهدات. ويمكن تمثيل هذه السلسلة الإحصائية كما يلي:

$$Z_t = f(t) + a_t, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$f(t)$: تمثل الجزء المنتظم الذي يعبر عنه بدالة رياضية.

a_t : الجزء العشوائي وقد يسمى بالضجيج (التشويش).

3.2 أنواع السلاسل الزمنية

تنقسم السلاسل الزمنية إلى:

1.3.2 سلاسل زمنية متصلة (Continuous time series)

هي مجموعة من القياسات أو القراءات مأخوذة عند كل لحظة زمنية، ومن أمثلة هذه السلاسل الزمنية (درجات الحرارة، رسم تخطيطي لدقات القلب،... إلخ).

2.3.2 سلاسل زمنية متقطعة (Discrete time series)

هي مجموعة من القياسات أو القراءات مأخوذة عند فترات زمنية محددة مسبقاً، وقد تكون هذه الفترة دقائق أو ساعات أو أيام أو أسابيع أو شهور أو سنوات بغض النظر عن طبيعة الظاهرة، ومن أمثلة هذه السلاسل الزمنية (الدخل القومي السنوي، عدد الحوادث الأسبوعية في أحد الطرق، كمية الأمطار الشهرية)؛ ويمكن الحصول على السلسلة الزمنية المتقطعة برصد وتسجيل القراءات أو القياسات عند نقاط زمنية محددة ومتساوية الطول فقط، وكذلك بتراكم متغير معين خلال فترة زمنية معينة مثل كمية الأمطار التي تتراكم عادة خلال يوم أو شهر أو سنة.

4.2 أهداف السلسلة الزمنية

1.4.2 فهم ونمذجة الظاهرة:

وهذا يعني وصف وتفسير المعلومات المتاحة عن الظاهرة في فترة زمنية، أي وصف الملامح الرئيسية للسلسلة لتوضيح تطور الظاهرة المدروسة، وهذا الوصف يساعد لحد كبير في تحديد النموذج الملائم للسلسلة وكذلك معرفة مكونات السلسلة الزمنية مثل الاتجاه العام والتغيرات الموسمية.

2.4.2 تفسير وتوضيح التغيرات التي تحدث في الظاهرة:

يتم ذلك باستخدام السلاسل الزمنية الأخرى المرتبطة بها أو عوامل البيئة المحيطة بالظاهرة مثل تفسير التغيرات التي تحدث في سلسلة المبيعات لإحدى السلع باستخدام سلسلة تغيرات الأسعار لهذه السلعة.

3.4.2 الرقابة والتحكم:

تستخدم الخرائط الزمنية في مراقبة الجودة للإنتاج وذلك للتحكم في مستوى كفاءة العملية الإنتاجية وذلك باتخاذ القرارات المناسبة من وقف العملية أو تعديل مسارها أو استمرارها.

4.4.2 التنبؤ:

يقصد به التنبؤ بالمشاهدات المستقبلية وهو من أهم الأهداف في السلاسل الزمنية وتحليل السلاسل الزمنية يبدأ عادة بالتعرف على النمط المناسب لتطور السلسلة الزمنية في الماضي واستمراره في المستقبل، ولا يمكن لأي أسلوب تنبؤ أن يعطي نتائج جيدة إذا لم يستمر هذا النمط، لذلك ينصح دائماً بالتنبؤ بالقيم المستقبلية القريبة وتحديثها عند الحصول على مشاهدات جديدة.

5.2 مركبات السلسلة الزمنية (Time series Components)

إن من أهداف السلسلة الزمنية هو وصف الظاهرة محل الدراسة، وكذلك التعرف على التغيرات التي تطرأ عليها خلال الفترات الزمنية بسبب المؤثرات المختلفة التي تتعرض لها الظاهرة.

إن التغيرات التي تطرأ على الظاهرة من فترة زمنية لأخرى تحدث بسبب أربع أنواع من المؤثرات وهي الاتجاه العام، التغيرات الموسمية، التغيرات الدورية، التغيرات العرضية، وكل نوع من هذه التغيرات يؤثر على الظاهرة بشكل معين واتجاه ودرجة معينة، وقد تتأثر السلسلة ببعض هذه التغيرات أو جميعها مجتمعة، وتعرف التغيرات الثلاثة الأولى بالاتجاه العام، التغيرات الموسمية، التغيرات الدورية بالتغيرات المنتظمة وهي التي يمكن دراستها والتنبؤ بها في المستقبل، وتعرف التغيرات العرضية بالتغيرات غير المنتظمة وهي التي لا يمكن دراستها أو التنبؤ بها. وتأخذ هذه التغيرات أسماء عديده منها مؤثرات السلاسل الزمنية – عناصر السلاسل الزمنية – مركبات السلاسل الزمنية [2].

1.5.2 الاتجاه العام (Secular Trend)

هذه التغيرات تجعل الظاهرة تتبع مجرى ثابت خلال فترة طويلة من الزمن، فبالرغم من وجود تعرجات في المنحنى التاريخي للسلسلة الزمنية نجد أن هناك اتجاهًا خاصًا تتجه نحوه الظاهرة على مدى طويل من الزمن، وقد يتغير الاتجاه العام للظاهرة لكن هذا التغير يكون تدريجياً ويحتاج إلى فترة زمنية طويلة [1].

وخلاصة القول إن الاتجاه العام في السلسلة الزمنية هو التحركات الصاعدة أو الهابطة في مستوى السلسلة على المدى الطويل وتعرف بتغيرات المدى الطويل (Long time variations) [2].

2.5.2 التغيرات الموسمية (Seasonal variations)

هي التغيرات التي تطرأ على السلسلة بشكل يتكرر بانتظام، فقد تكون يومية أو أسبوعية أو شهرية أو ربع سنوية، وتسمى السلسلة من هذا النوع بالسلسلة الزمنية الموسمية، ومن أمثلة هذا النوع من السلاسل درجة الحرارة خلال اليوم حيث تبدأ منخفضة ثم ترتفع وترجع إلى الانخفاض في المساء [1].

هناك بعض الملاحظات الخاصة بالمتغيرات الموسمية منها:

أ- ليس كل السلاسل الزمنية المأخوذة على فترات زمنية أقل من سنة هي سلاسل موسمية، فقد نجد سلسلة شهرية أو ربع سنوية غير موسمية مثل سلسلة عدد المواليد وسلسلة عدد المصابين بالأورام السرطانية وغيرها.

ب- السلسلة الموسمية قد يكون لها اتجاه عام.

ج- التغيرات الموسمية تعرف أحياناً بتغيرات المدى القصير تمييزاً لها على تغيرات المدى الطويل (الاتجاه العام).

3.5.2 التغيرات الدورية (Cycled variation)

وهي التغيرات التي تطرأ على السلسلة الزمنية بشكل يتكرر كل فترة زمنية طويلة (سنتين أو أكثر)، وهي في ذلك تشبه التغيرات الموسمية إلا أنها تختلف عنها في العديد من الأمور منها:

أ- **طول الدورة:** طول الدورة التي تحدث فيها التغيرات الدورية أكبر من طول الدورة الموسمية (سنتين، خمس سنوات، عشر سنوات)، ولذلك تسمى بمتغيرات المدى الطويل.

ب- **أسباب حدوثها:** حيث إن أسباب حدوث التغيرات الدورية تعكس آثار الدورات والتقلبات الاقتصادية من حيث الكساد أو الرواج للظواهر الاقتصادية.

ج- **تحديد طول الدورة:** حيث أن طول الدورة في التغيرات الدورية لا يمكن تحديده بشكل دقيق فهذا النوع من التقلبات يتسم بعدم الانتظام [2].

4.5.2 التغيرات غير المنتظمة (العشوائية) Irregular variation

هي تغيرات تطرأ على الظاهرة بسبب ظروف طارئة فجائية لا يمكن التنبؤ بها مقدماً فهي لا تحدث طبقاً لقاعدة أو نظام معين، بل عوامل فجائية كالحروب والفيضانات والزلازل والبراكين... إلخ، وتتصف بأنها لا تستمر طويلاً ولذلك سميت بالتغيرات قصيرة المدى، وقد تتكرر بعد ذلك أو لا تتكرر [1].

6.2 السكون (الاستقرار) Stationarity

يقال إن السلسلة الزمنية ساكنة (مستقرة) إذا كانت الخصائص الإحصائية لهذه السلسلة عبر الزمن لا تتغير بالإزاحة إلى الأمام أو الخلف بعدد من الوحدات الزمنية والخصائص الإحصائية للسلسلة يمكن وضعها بشكل كامل ومؤكد عن طريق دالة الاحتمال التراكمي ويمكن وضعها بشكل جزئي عن طريق بعض المؤشرات وأهمها التوقع والتباين والتغاير (عزوم الدرجة الأولى والثانية)، ومن هنا يمكن استنتاج نوعين من السكون هما السكون التام (المؤكد) والسكون الضعيف.

1.6.2 السكون التام (المؤكد) Strictly stationarity

يقال إن السلسلة الزمنية مؤكدة السكون أو تامة السكون إذا كان التوزيع الاحتمالي المشترك لأي مجموعة جزئية من المتغيرات التي تتكون منها السلسلة لا تتأثر بالإزاحة إلى الأمام والخلف بعدد من الوحدات الزمنية، وبذلك نجد أن السكون التام للسلسلة الزمنية يؤدي إلى ثبات متوسط وتباين العملية العشوائية، وأيضاً التغاير بين أي متغيرين سيعتمد فقط على الفجوة الزمنية بين هذين المتغيرين.

2.6.2 السكون الضعيف (Weak stationary)

يقال إن السلسلة الزمنية ساكنة (مستقرة) سكوناً ضعيفاً إذا كانت العزوم حتى الرتبة الثانية موجودة وتحقق الشروط الآتية:

أ- التوقع أو متوسط العملية العشوائية (μ) لا يعتمد على الزمن t ، أي أن

$$E(Z_t) = \mu \quad , t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

ب- التباين لا يعتمد على الزمن t ، أي أن

$$V(Z_t) = \sigma^2 \quad , t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

ج- التغيرات بين أي متغيرين يعتمد فقط على الفجوة الزمنية بين هذين المتغيرين وليس على القيمة الفعلية للزمن الذي حُسب عنده التغيرات، أي أن

$$\text{cov}(Z_{t-k}, Z_t) = \gamma_k \quad , t = \pm 1, \pm 2, \dots ; k = \pm 1, \pm 2$$

وخلاصة القول أن السكون التام (المؤكد) يتطلب معرفة دالة الاحتمال المشتركة لأي مجموعة من النقاط الزمنية (t_1, \dots, t_n) ، حيث n قيمة صحيحة موجبة أو تقديرها بشكل جيد، ويعد هذا الأمر في غاية الصعوبة بل يكاد يكون مستحيلاً، لذلك في موضوعات الإحصاء بصفة عامة أو السلاسل الزمنية بصفة خاصة أن العزوم الأولى والثانية إذا كانت موجودة غالباً ما تعكس ملامح العملية العشوائية بافتراض خطية هذه العمليات، وكذلك فإن هذه المؤشرات التوقع، التباين، التغيرات كافية لتوصيف خصائص التوزيع الاحتمالي للعملية العشوائية، ولذلك فإننا في مجال الإحصاء لا نشترط السكون التام (المؤكد) للسلسلة الزمنية، ولكن نكتفي بالسكون الضعيف لتحليل السلاسل الزمنية [2].

7.2 طرق معالجة عدم الاستقرار في السلسلة الزمنية

من أهم ملامح عدم السكون (الاستقرار) في السلسلة الزمنية:

- عدم ثبات تباين السلسلة الزمنية عبر الزمن.
- عدم ثبات المتوسط للسلسلة الزمنية عبر الزمن (وجود اتجاه عام موجب أو سالب).
- وجود نمط يتكرر للتقلبات الموسمية عبر الزمن.

1.7.2 علاج عدم ثبات التباين:

إن عدم ثبات التباين يعتبر من المشاكل الرئيسية في عدم الحصول على نموذج دقيق، ولعلاج عدم

ثبات التباين في السلسلة الزمنية عبر الزمن نقوم بإحدى التحويلات الرياضية الآتية:

أ- أخذ اللوغاريتم الطبيعي لبيانات السلسلة.

ب- أخذ المقلوب لبيانات السلسلة.

ج- أخذ الجذر التربيعي لبيانات السلسلة.

إن التحويلات السابقة تمكننا من الحصول على سلسلة زمنية مستقرة في التباين [3].

2.7.2 علاج عدم ثبات المتوسط (وجود اتجاه عام)

هناك عدة طرق لعلاج عدم ثبات المتوسط أي إزالة الاتجاه العام، من أهمها:

- **طريقة الفروق:** تعتمد هذه الطريقة على طرح قيم المشاهدات من بعضها البعض لفترات إبطاء معينة، وغالباً ما يكون الفرق الأول للسلسلة الزمنية كافياً لاستقرارها وأحياناً الفرق الثاني، وعليه تكون معادلة الفرق الأول كما يلي:

$$Y_t = Z_t - Z_{t-1}$$

حيث أن Y_t تمثل الفروق الأولى للسلسلة الزمنية الأصلية

$$w_t = Y_t - Y_{t-1} \quad \text{وأن}$$

حيث أن w_t تمثل الفروق الثابتة للسلسلة الأصلية [16].

ولتبسيط هذه العملية سوف نستعين بالعمليات الجبرية (Operators Algebra) ولأجل ذلك لابد من التطرق للتعريفات الآتية:

أ- عامل الإزاحة الخلفي (Back Shift) ويرمز له بالرمز (B) وله الخواص التالية:

$$1. \quad BZ_t = Z_{t-1}$$

$$2. \quad B^m Z_t = B^{m-1}(BZ_t) = B^{m-2}(B(BZ_t)) = Z_{t-m}$$

$$3. \quad BC = c, c \text{ is a constant}$$

ب- عامل الإزاحة الأمامي (Foreword Shift) ويرمز له بالرمز (F) ويعرف كالتالي:

$$F = B^{-1}$$

ج- عامل التفريق (Difference operator) ويرمز له بالرمز ∇ ويعرف كالتالي:

$$\nabla = (1 - B)$$

د- عامل التجميع (Sum operator) ويرمز له بالرمز (S) ويعرف كالتالي [4]:

$$S = \nabla^{-1} = (1 - B)^{-1}$$

وعليه يمكن صياغة الفروق كالتالي

$$Y_t = \nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1} = Z_t - BZ_t = (1 - B)Z_t$$

$$w_t = \nabla^2 Z_t = \nabla(\nabla Z_t) = \nabla(Z_t - Z_{t-1}) \quad \text{وأن}$$

$$w_t = \nabla Z_t - \nabla Z_{t-1} = Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2}$$

$$w_t = Z_t - 2BZ_t + B^2 Z_t$$

$$w_t = (1 - B)^2 Z_t$$

فإذا كانت (d) تمثل عدداً من الفروق للسلسلة الزمنية الأصلية فإن [16].

$$Y_t = \nabla^d Z_t = (1 - B)^d Z_t, d = 1, 2, \dots$$

8.2 دراسة استقرارية السلسلة الزمنية

يتم الكشف عن عدم استقرارية السلسلة الزمنية باستعمال دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي واختبارات جذر الوحدة.

1.8.2 الارتباط الذاتي (Autocorrelation (AC))

هو عبارة عن مؤشر يوضح درجة العلاقة بين قيم المتغير نفسه عند فترات إزاحة (k) مختلفة، وتتراوح قيمة دالة الارتباط الذاتي بين (-1, 1) أي أن $(-1 \leq \rho_k \leq 1)$ ، وتقدر حسب الصيغة التالية [14].

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}$$

حيث Z_t : قيم المشاهدات.

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \text{ ويمثل المتوسط الحسابي ويحسب}$$

وكذلك التوزيع الاحتمالي لمعاملات الارتباط الذاتي هو تقريبا توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين $(\frac{1}{n})$ أي أن $\hat{\rho}_k \sim N(0, \frac{1}{n})$ ، حيث $(k=0, 1, 2, \dots)$ و n: عدد المشاهدات.

ويطلق على الرسم البياني لمعاملات الارتباط (ρ_k) مقابل فترات إزاحة (k) حيث $(k=1, 2, 3, \dots)$ بدالة الارتباط الذاتي ويرمز لها بالرمز (ACF)، وتستخدم دالة الارتباط الذاتي كوسيلة لمعرفة استقرارية السلسلة حيث أنها تميل بسرعة نحو الصفر مع ازدياد فترات الإزاحة (k) أو تنقطع بعد عدد معين من فترات الإزاحة $(k=q)$ في حالة السلسلة الزمنية المستقرة $\rho_k = 0, \forall k > q$. ومن المحتمل أن تكون دالة الارتباط الذاتي قيمتها صغيرة وليس صفر لأن دالة الارتباط الذاتي للعينة هي تقديرات للارتباطات الذاتية، وتكون دالة الارتباط الذاتي (ACF) للعينة لا تنحدر بسرعة نحو الصفر ولا تنقطع في حالة السلسلة الزمنية غير المستقرة بسبب وجود اتجاه صاعد أو هابط في المعدل، وكننتيجة لذلك نحصل على ارتباطات ذاتية كبيرة عند فترات إزاحة طويلة.

وتعد دالة الارتباط الذاتي للبواقي Residual Autocorrelation Function (RACF) وسيلة مهمة لفحص ملاءمة النموذج عن طريق اختبار عشوائية البواقي [8].

2.8.2 الارتباط الجزئي (PAC) Partial Autocorrelation

هو مؤشر يقيس العلاقة بين Z_t ، Z_{t+k} لنفس السلسلة الزمنية مع افتراض ثبات قيم السلسلة الزمنية، ويعرف على أنه الحد الأخير من نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة $AR(P)$. ويطلق على الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي الجزئي ضد فترات إزاحة بدالة الارتباط الذاتي الجزئي، ويرمز لها بالرمز (PACF)، وتحسب وفق الصيغة [6].

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j}$$

وتستخدم دالة الارتباط الذاتي الجزئي في تحليل السلاسل الزمنية كأداة لتشخيص النموذج المناسب من بين مجموعة نماذج العملية العشوائية وتحديد درجته وفحص ملاءمته لبيانات العينة من خلال اختبار عشوائية أخطاء البواقي.

إن دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) للسلسلة الزمنية المستقرة تميل للانحدار بسرعة نحو الصفر مع ازدياد فترات الإزاحة أو تنقطع بعد عدد معين من فترات الإزاحة (k) [13].

9.2 اختبارات استقراره السلسلة الزمنية

إن استقرار السلسلة الزمنية يعتبر من المواضيع ذات الأهمية الكبيرة خاصة في التطبيقات التي تعتمد على بيانات زمنية مثل الاقتصادية والمالية، حيث أن الاستدلال للمتغيرات غير المستقرة يعطي نتائج غير واقعية، ومن أهم اختبارات الاستقرار في السلاسل الزمنية ما يلي:

1.9.2 اختبار معنوية معاملات الارتباط

تتطلب استقرار السلسلة الزمنية أن تكون معاملات الارتباط الذاتي (ρ_k , $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) مساوية للصفر أو أنها لا تختلف جوهرياً عن الصفر بالنسبة لأي فجوة ($k > 0$)، وبمعنى آخر أن معاملات الارتباط الذاتي يجب أن تقع داخل فترة ثقة $\frac{\pm Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}}$ باحتمال $(1-\alpha)$ ، وإذا وقعت خارج حدود فترة الثقة لفترة طويلة فهذا يعني أنها تختلف معنوياً لعدد كبير من الفجوات الزمنية، لذا يقال أن السلسلة غير مستقرة، وإذا كانت السلسلة مستقرة فإن معاملات الارتباط الذاتي يكون لها توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين $(\frac{1}{n})$ ، وعليه فإن حدود الثقة عند مستوى معنوية 5% لعينة كبيرة الحجم هي:

$$-\frac{1.96}{\sqrt{n}} \leq \rho_k \leq \frac{1.96}{\sqrt{n}}$$

وبذلك نختبر الفرضية الآتية:

$$H_0: \rho_k = 0 \quad , \quad H_1: \rho_k \neq 0$$

فإذا كانت ρ_k تقع داخل حدود فترة الثقة نقبل فرض العدم H_0 أي أن السلسلة مستقرة. وإذا كانت ρ_k تقع خارج حدود فترة الثقة نقبل الفرض البديل H_1 أي أن السلسلة غير مستقرة. ولاختبار معنوية معاملات الارتباط ككل يتم استخدام إحصاء الاختبار Q والتي تم اقتراحها من قبل العالمان (Box-Pierce) عام 1970، وهي $Q = n \sum_{k=1}^m \rho_k^2$ حيث m تمثل عدد الفجوات، ولاختبار الفرضية

$$H_0: \rho_k = 0 \quad , \quad H_1: \rho_k \neq 0$$

عند استخدام العينات الكبيرة فإن Q لها توزيع كاي مربع χ^2 بدرجة حرية m . إذا كانت Q المحسوبة أكبر من $\chi_{m,\alpha}^2$ الجدولية نرفض فرض العدم H_0 ونقبل الفرض البديل H_1 وهذا يعني أن السلسلة غير مستقرة. إذا كانت Q المحسوبة أقل من أو تساوي $\chi_{m,\alpha}^2$ الجدولية أي قبول فرض العدم H_0 ورفض الفرض البديل H_1 وهذا يعني أن جميع معاملات الارتباط الذاتي مساوية للصفر والسلسلة مستقرة. كما أن هناك إحصاء اختبار أخرى أفضل تم اقتراحها من العالمان (Box-Ljung) عام 1978 تستخدم في حالة العينات الصغيرة تسمى إحصاء (Box-Ljung) والصيغة الرياضية لها هي:

$$Q_{LB} = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}$$

وتقارن هذه الأحصاء Q_{LB} بالقيمة الجدولية $\chi_{m,\alpha}^2$ ، كما في الاختبار الأول وتعطي نتائج أفضل من اختبار Q في حالة العينات الصغيرة [4].

2.9.2 اختبارات جذور الوحدة (Unit Roots tests)

هناك العديد من الاختبارات الإحصائية لاستقرار السلسلة الزمنية، ومن أهمها ما يعرف باختبار جذر الوحدة (Unit Roots) والذي يعد أكثر هذه الاختبارات دقة وأوسعها انتشاراً حيث يهدف إلى فحص السلسلة الزمنية لكل متغير من متغيرات الدراسة خلال الفترة الزمنية للبيانات والتأكد من استقراريتها وتحديد رتبة تكامل كل متغير على حدة، فإذا استقرت السلسلة بعد أخذ الفرق الأول في السلسلة الأصلية تكون متكاملة من الرتبة الأولى وهكذا؛ وبشكل عام تكون السلسلة Z_t متكاملة من الدرجة (d) إذا استقرت بعد أخذ الفرق (d) [10].

ويمكن توضيح فكرة اختبار جذر الوحدة من خلال استخدام نموذج انحدار ذاتي (AR) من الدرجة (1) ويرمز له بالرمز AR(1) وعندئذ تكون معادلته كما يلي:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t \quad (1.2)$$

$$Z_t - \phi_1 Z_{t-1} = a_t \quad (2.2)$$

وحيث أن $Z_{t-1} = BZ_t$ وبالتعويض في المعادلة [2] نجد أن

$$Z_t - \phi_1 BZ_t = a_t$$

بأخذ Z_t عامل مشترك نجد أن

$$Z_t(1 - \phi_1 B) = a_t$$

ويمكن تحقيق الاستقرارية عندما تكون جذور المعادلة $(1 - \phi_1 B) = 0$ خارج الدائرة التي نصف قطرها يساوي واحد أي أن $|B| > 1$ [4].

$$(1 - \phi_1 B) = 0$$

$$\phi_1 B = 1$$

$$\phi_1 = \frac{1}{B}$$

وحيث أن $|B| > 1$

ومنها

$$|\phi_1| < 1 \Rightarrow -1 < \phi_1 < 1$$

ولدراسة استقرارية السلسلة الزمنية وتحديد تكاملها سوف نتطرق إلى أهم اختبارات جذر الوحدة وهي كما يلي:

(1) اختبار ديكي فوللر الموسع ((Augmented Dicky fuller test (ADF))

اختبار ديكي فوللر (DF test-1979) يعتمد على فرضية أن السلسلة الزمنية متولدة بواسطة عملية انحدار ذاتي (Autoregressive (AR) process) والذي يقدر بالصورة التالية

$$\Delta Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + a_t \quad (3.2)$$

حيث أن ϕ : رتبة النموذج، a_t : الخطأ العشوائي.

ΔZ_t : تشير إلى الفروق الأولى للسلسلة Z_t حيث

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$$

ويطلق على المعادلة رقم (3) اختبار ديكي فوللر البسيط (Dicky-fuller Test-DF)، ويعتبر اختبار ديكي فوللر من أشهر الاختبارات المستعملة لاختبار استقرارية السلاسل الزمنية وتحديد درجة تكاملها.

ويعتمد اختبار ديكي فوللر على ثلاث عناصر للتأكد من استقرارية السلسلة من عدمها وهي صيغ النماذج a, b, c وحجم العينة (n) ومستوى المعنوية (α)، والصيغ الثلاثة هي:

1. الصيغة الأولى (a)

لا تحتوي هذه الصيغة على الحد الثابت والاتجاه الزمني

$$\Delta Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t \quad (4.2)$$

2. الصيغة الثانية (b)

وتحتوي هذه الصيغة على الحد الثابت (c)

$$\Delta Z_t = c + \phi_1 Z_{t-1} + a_t \quad (5.2)$$

3. الصيغة الثالثة (c)

وتحتوي هذه الصيغة على الحد الثابت والاتجاه الزمني

$$\Delta Z_t = c + B_t + \phi_1 Z_{t-1} + a_t \quad (6.2)$$

إذا كان حد الخطأ (a_t) في الصيغ الثلاث (a, b, c) السابقة يعاني من الارتباط الذاتي (Auto correlation) فيمكن أن يصحح بأخذ عدد مناسب من الفروق في المعادلات 4، 5 و6 ويسمى عندها اختبار ديكي فوللر الموسع أو المطور (ADF) وتكون معادلاته بالنسبة للصيغ الثلاثة كما يلي :

$$\Delta Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} a_i \Delta Z_{t-i} + a_t \quad (7.2)$$

$$\Delta Z_t = c + \phi_1 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} a_i \Delta Z_{t-i} + a_t \quad (8.2)$$

$$\Delta Z_t = c + B_t + \phi_1 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} a_i \Delta Z_{t-i} + a_t \quad (9.2)$$

وتختفي هذه المشكلة بعد أخذ عدد مناسب من الفروق أي تصبح (a_t) غير مرتبطة ذاتياً وتتمتع بالخصائص المرغوب بها (white noise) التشويش الأبيض.

وتتمثل فروض الاختبار لجميع الصيغ المذكورة كما يلي:

فرضية العدم: (السلسلة غير مستقرة) $H_0: \phi_1 = 0$

الفرضية البديلة: (السلسلة مستقرة) $H_1: \phi_1 \neq 0$

وإحصاء الاختبار هي:

$$t^* = \frac{\phi_1}{S(\phi_1)}$$

حيث ϕ_1 : معلمة لمتغير المبطل لفترة واحدة.

$S(\phi_1)$: الانحراف المعياري لهذه المعلمة.

ويتم مقارنة هذه الاحصاءه بالقيمة الجدولية لديكي-فوللر وهي $ADF(m,n,\alpha)$ للنماذج (a,b,c) حيث :

m: أحد صيغ النماذج a,b,c المعرفة سابقاً.

n: حجم العينة.

α : مستوى المعنوية.

ويكون الاختبار على النحو التالي:

أ- إذا كانت القيمة المطلقة للأحصاءة المحسوبة أكبر من القيمة المطلقة الجدولية نرفض فرضية العدم ونقبل البديلة وهذا يعني معنوية المعلمة إحصائياً وعدم وجود جذر الوحدة وبالتالي فإن السلسلة مستقرة.

ب- إذا كانت القيمة المطلقة للأحصاءة المحسوبة أصغر من القيمة المطلقة الجدولية نقبل فرض العدم ونرفض الفرض البديل، وهذا يعني عدم معنوية المعلمة إحصائياً ووجود جذر الوحدة وبالتالي فإن السلسلة غير مستقرة ونقوم باختبار استقرارية السلسلة بعد أخذ الفرق الأول، وإذا كانت غير مستقرة نكرر الاختبار للفرق الثاني... وهكذا [15].

(2) اختبار فيليبس بيرون (P-P) Philips and Perron test

هو من أشهر الاختبارات الخاصة باستقرارية السلاسل الزمنية، ويختلف اختبار فيليبس بيرون (p-p) عن اختبار ديكي فولر في كونه لا يحتوي على قيم متباطئة للفرق، فهو يعالج الارتباط الذاتي من الدرجة الأعلى وكذلك عدم التجانس، إذ يقوم بعملية تصحيح غير معلمية (non-parametric) لإحصاءة (t) للمعلمة (ϕ) في حالة التباين المتغير والارتباط الذاتي، في حين أن اختبار (DF) يواجه مشكلة الارتباط الذاتي بعملية تصحيح معلمية من خلال إضافة حدود الفروق المبطة للمتغير، ويعتمد اختبار فيليبس بيرون في تقديره على معادلة ديكي فولر البسيط (DF) عدا الصيغة الأولى (a)، ويقوم اختبار فيليبس بيرون على افتراضية أن السلسلة متولدة بواسطة عملية ARIMA.

ويتطلب تقدير المعادلة $\Delta Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + a_t$ بواسطة طريقة المربعات الصغرى. ويتم تقدير تباين الخطأ كما يلي:

$$S_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n a_t^2 + \frac{2}{n} \sum_{s=1}^l \sum_{t=s+1}^n a_t a_s$$

حيث :

n: حجم العينة.

l: عامل الإبطاء.

وتتمثل فروض اختبار فيليبس بيرون كالاتي:

فرضية العدم (السلسلة غير مستقرة) $H_0: \phi_1 = 0$

الفرض البديل (السلسلة مستقرة) $H_1: \phi_1 \neq 0$

وإحصاء الاختبار هي:

$$t^* = \frac{\phi_1}{S(\phi_1)}$$

ويتم مقارنة هذه الإحصاءة بالقيمة الجدولية لديكي فولر $ADF(m,n,\alpha)$ ، وذلك لأن الاختبارين لهما نفس التوزيع (في العينات الكبيرة فقط) كما يلي [17]:

- أ- إذا كانت القيمة المطلقة للإحصاءة المحسوبة أكبر من القيمة المطلقة الجدولية نرفض H_0 ونقبل H_1 ، وهذا يعني معنوية المعلمة وعدم وجود جذر الوحدة وبالتالي استقرارية السلسلة.
- ب- إذا كانت القيمة المطلقة للإحصاءة المحسوبة أصغر من القيمة المطلقة الجدولية نقبل H_0 ونرفض H_1 ، وهذا يعني عدم معنوية المعلمة ووجود جذر الوحدة وبالتالي عدم استقرارية السلسلة.

(3) اختبار KPSS

تم اقتراح هذا الاختبار في العام (1992) وهو يعتمد على اختبار مضاعف لانجرانج لاختبار فرضية العدم التي تقرر الاستقرارية للسلسلة، ويكون اختبار (KPSS) على المراحل التالية:

- أ- بعد تقدير النماذج (2،3) في اختبار ديكي فولر نحسب المجموع الجزئي للبواقي

$$S_t = \sum_{i=1}^t a_i$$

- ب- نقدر التباين S_1^2 بنفس طريقة فيليبس بيرون.

- ج- نحسب إحصاءه (KPSS) من العلاقة

$$L_M = \frac{\sum_{t=1}^n S_t^2}{n^2 S_1^2}$$

حيث :

$$S_t = \sum_{i=1}^t a_i$$

المجاميع الجزئية لبواقي تقدير النماذج (2،3).

$$S_1^2: \text{التباين الطويل الأجل المقدر بنفس طريقة فيليبس بيرون.}$$

n : حجم العينة.

وتتمثل فروض اختبار (KPSS) في الآتي:

السلسلة مستقرة $H_0 : \phi_1 \neq 0$

السلسلة غير مستقرة $H_1 : \phi_1 = 0$

ويكون الاختبار على النحو التالي:

أ- نرفض فرضية العدم (فرضية الاستقرار) إذا كانت الإحصاءة L_M أكبر من القيمة المطلقة

الدرجة المستخرجة من الجدول المعد من طرف (KPSS (1992).

ب- نقبل فرضية العدم (فرضية الاستقرار) إذا كانت الإحصاءة L_M أصغر من القيمة الحرجة [5].

الفصل الثالث

أسلوب بوكس جنكيز

1.3 مقدمة

اكتشف العالمان الإحصائيان (George Box and Guilyn Jenkins) منهجية هامة للتنبؤ، وتعطي توقعات دقيقة للغاية لأنواع معينة من البيانات المعتمدة على الزمن، وازداد استخدام هذه المنهجية في عام 1970 من خلال نماذج (ARIMA) "الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة".

أثارت نماذج أريما التي اقترحها بوكس وجنكنز الكثير من الجدل في الأوساط الأكاديمية وسبب ذلك يرجع إلى الأسس النظرية المبنية عليها هذه النماذج والتي تعتمد على تلبية بعض الافتراضات لكي تكون التوقعات الناتجة من استخدام هذه النماذج تحقق المثالية.

وكذلك نظراً للوقت الذي تستغرقه الإجراءات الصعبة التي وضعها بوكس وجنكنز لتحديد النموذج المناسب لمجموعة من البيانات بالرغم من تفوق نماذج بوكس وجنكنز في التنبؤ على الطرق التقليدية الأخرى، أما الآن مع التطور الهائل في الحاسوب ووجود حزم البرمجيات الإحصائية أصبح اتخاذ القرار ميسراً مع منهجية بوكس وجنكنز في مجتمع الأعمال.

وعلى الرغم من وجود أشكال متعددة من نماذج (ARIMA) إلا أن معظم استخدام هذه النماذج لغرض السلاسل الزمنية، فاستخدام هذه النماذج يعتبر مناسباً عندما يكون لدينا قدراً معقولاً من الاستقرار وتعتبر هذه النماذج هي الأنسب للتوقع على المدى القصير (18 شهراً)، وبالرغم من أن نماذج بوكس وجنكنز معقدة رياضياً إلا أنها الأكثر نجاحاً بسبب قابليتها للتكيف مع البيانات.

2.3 مميزات أسلوب بوكس جنكنز

أ- إنه نظام نمذجة وتنبؤ منظم وشامل وموثوق به، فهو يقدم حلاً شاملاً لجميع مراحل تحليل السلاسل الزمنية بدءاً من اختيار النموذج ومن ثم تقدير معلماته وتشخيصه وانتهاءً بالتنبؤ بالقيم المستقبلية.

ب- هذا الأسلوب لا يفترض الاستقلال بين مشاهدات السلسلة كما في الطرق التقليدية الأخرى، إنما يستغل الارتباطات الكامنة في البيانات المتاحة في عملية النمذجة بالاعتماد على نماذج (ARIMA) التي تتميز بقوتها وقدرتها على عكس أنماط الكثير من السلاسل الزمنية مما يؤدي إلى تنبؤات موثوق بها.

ج- يعطي تنبؤات أدق من التي نحصل عليها بالطرق التقليدية الأخرى خاصة إذا توفرت البيانات الكافية لتطبيقها.

د- يعطي فترات ثقة ملائمة للقيم المستقبلية المتنبئ بها للبيانات الموسمية وغير الموسمية بعكس الطرق التقليدية الأخرى التي تفشل في إعطاء مثل هذه الفترات.

هـ- مع ازدياد التطور التكنولوجي وما صحبه من توفر العديد من الحزم الإحصائية مثل: (SAS) ، (SPSS, Minitab) أصبح تنفيذ جميع مراحل أسلوب بوكس وجنكنز سهلاً وميسراً. لا تعني هذه المميزات أن أسلوب بوكس وجنكنز هو الأمثل في تحليل السلاسل الزمنية ولكن يمكن اعتباره المرجعية الرئيسية لكثير من الخبراء والباحثين والدارسين في مجال السلاسل الزمنية.

3.3 عيوب أسلوب بوكس جنكنز

- أ- تعتمد هذه الطريقة في تطبيقها على مهارات وخبرات شخصية من نوع خاص قد لا تتوفر في العديد من الباحثين والدارسين في اختيار النموذج الملائم للبيانات الأمر الذي جعل من يعتبرها نوعاً من العلم والفن معاً.
- ب- تتطلب هذه الطريقة على الأقل (50) مشاهدة لبناء نموذج جيد، وهذا العدد الكبير قد لا يتوفر دائماً خاصة في حالة البيانات السنوية، لذلك نستخدم هذه الطريقة في المواقف التي يكون فيها وحدات المعاينة صغيرة مثل البيانات التي تؤخذ كل دقيقة أو تلك التي تؤخذ كل ساعة أو البيانات اليومية أو الأسبوعية أو الشهرية.
- ج- تحتاج هذه الطريقة في تنفيذها إلى كم كبير من الحسابات المعقدة التي لا يمكن تنفيذها إلا بواسطة الحاسوب.
- د- صعوبة تحديث النتائج عند توفر بيانات جديدة، لأنه عند توفر بيانات جديدة يجب تكرار مراحل التحليل مرة أخرى للتنبؤ بالملاحظات المستقبلية مما يؤدي إلى زيادة التكاليف مقارنة بالطرق الأخرى [2].

4.3 نماذج بوكس جنكنز

1.4.3 نماذج الانحدار الذاتي (Autoregressive models (AR))

يعبر نموذج الانحدار الذاتي عن قيمة السلسلة الحالية Z_t بدلالة قيم السلسلة السابقة $(Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p})$ وقيمة الخطأ الحالية a_t ، ويستخدم هذا النموذج في مختلف المجالات منها وصف ظاهرة معينة سواء كانت طبيعية أو اقتصادية، إن الهدف من تحليل نماذج السلاسل الزمنية هو الحصول على نموذج رياضي يمثل البيانات وأن نموذج الانحدار الذاتي من هذه النماذج عندما تكون القيمة الحالية للسلسلة دالة في قيمتها السابقة إضافة إلى بعض الأخطاء فإن النماذج المتكونة من هذه العملية هي نماذج انحدار ذاتي، فإذا كانت Z_t تمثل القيمة الحالية للسلسلة الزمنية و $(Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p})$ قيم نفس السلسلة في الفترات السابقة، وأن Z_t تعتمد أو تتأثر بقيمتها السابقة فإننا يمكن أن نعبر عن هذه العلاقة بنموذج انحدار ذاتي من الرتبة (P).

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

حيث :

Z_t : قيم مشاهدات السلسلة

ϕ_0 : الحد الثابت

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$: معاملات نموذج الانحدار الذاتي

a_t : الأخطاء العشوائية التي تتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط صفر وتباين σ^2 .

ويمكن كتابة هذا النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B) كما يلي:

$$\phi_p(B)Z_t = \phi_0 + a_t$$

حيث $\phi_p(B)Z_t$: متعددة حدود في (B) لمعاملات نموذج الانحدار الذاتي (ϕ_1, \dots, ϕ_p)

وكحالة خاصة عندما $(p=1)$ فإن معادلة النموذج تصبح كما يلي:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + a_t$$

وهي تمثل نموذج انحدار من الدرجة الأولى (AR(1))، إن شرط الاستقرار في النموذج تتطلب أن

تكون جذور المعادلة $\phi(B) = 1 - \phi B = 0$ خارج دائرة الوحدة و $-1 < \phi < 1$.

وعندما تكون $(p=2)$ فإننا نحصل على نموذج انحدار ذاتي من الدرجة الثانية (AR(2)) وتكون

معادلته كما يلي :

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + a_t$$

ولكي يكون النموذج (AR(2)) مستقرًا فإنه يجب أن تقع جذور المعادلة $1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 = 0$

(0) خارج دائرة الوحدة أي يجب أن تحقق المعلمتين (ϕ_1, ϕ_2) الشروط التالية

$$-1 < \phi_2 < 1, \quad \phi_2 - \phi_1 < 1, \quad \phi_2 + \phi_1 < 1$$

إن نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى (AR(1)) ونموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الثانية

(AR(2)) يعتبران من النماذج الشائعة الاستخدام لتمثيل معظم السلاسل الزمنية.

2.4.3 نماذج المتوسطات المتحركة (Moving Average Models (MA))

يتم التعبير في نموذج المتوسطات المتحركة عن قيم السلسلة الحالية Z_t بدلالة القيم الحالية للأخطاء

a_t ودلالة القيم السابقة للأخطاء $a_{t-1}, a_{t-2}, \dots, a_{t-q}$ وقيم المعامل، وإن الصيغة الرياضية لهذا

النموذج من الرتبة (q) والتي يرمز لها بالرمز MA(q) هي:

$$Z_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

حيث أن

Z_t : قيم المشاهدة الحالية.

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$: معاملات نموذج المتوسط المتحرك.

$a_t, a_{t-1}, \dots, a_{t-q}$: تمثل الأخطاء العشوائية، q عدد قيم الأخطاء العشوائية المستخدمة في النموذج [4].

ويمكن كتابة هذا النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B) كما يلي:

$$Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t$$

حيث $\theta_q(B)a_t$ متعددة حدود في (B) لمعاملات نموذج المتوسطات المتحركة $(\theta_1, \dots, \theta_q)$.

3.4.3 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة

(Autoregressive Moving Average Model (ARMA))

أحياناً لا يمكن التعبير عن السلسلة الزمنية بصيغة الانحدار الذاتي $AR(p)$ فقط أو بصيغة المتوسطات المتحركة $MA(q)$ فقط، ولكن يمكن التعبير عنهما بنموذج مختلط انحدار ذاتي ومتوسطات متحركة، وهو نموذج مركب يحتوي على خصائص نموذج الانحدار الذاتي وكذلك خصائص نموذج المتوسطات المتحركة، وبذلك فإن هذا النموذج يعبر عن القيم الحالية للسلسلة Z_t بدلالة القيم السابقة للسلسلة $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p}$ ، وكذلك القيم الحالية للأخطاء a_t بدلالة القيم السابقة للأخطاء $a_{t-1}, a_{t-2}, \dots, a_{t-q}$ ومعاملات النموذج، ويرمز لهذا النموذج بالرمز $ARMA(p,q)$ ، حيث أن

P : رتبة الانحدار الذاتي

q : رتبة المتوسطات المتحركة

وتتميز هذه النماذج المختلطة بما يلي:

أ- تخفيض عدد المعاملات اللازمة لبناء نموذج لسلسلة ما، مما يؤدي إلى سهولة تقدير هذه المعاملات.

ب- استخدام كل البيانات المتاحة بصورة أمثل وكفاءة أكبر.

ويمكن كتابة النموذج بالصيغة العامة من الدرجة (p,q) على النحو التالي:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

ويمكن كتابة هذا النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B).

$$\phi_p(B)Z_t = \phi_0 + \theta_q(B)a_t$$

$\phi_p(B)Z_t$: متعدد حدود في (B) لمعاملات نموذج الانحدار الذاتي (ϕ_1, \dots, ϕ_p) .

$\theta_q(B)a_t$: متعدد حدود في (B) لمعاملات نموذج المتوسطات المتحركة $(\theta_1, \dots, \theta_q)$.

4.4.3 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية

(Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA))

يوجد بعض نماذج السلاسل الزمنية تكون غير مستقرة، ولكي تكون مستقرة يجب إجراء بعض التحويلات أو الفروق عليها، إن مثل هذه النماذج تختلف عن النماذج الأصلية وذلك لاحتوائها على هذه التحويلات أو الفروق، إن هذه النماذج المستقرة تدعى بالنماذج المختلطة المتكاملة، وتتكون هذه النماذج من ثلاثة أجزاء؛ الجزء الأول نموذج انحدار ذاتي $AR(p)$ ويستخدم عادة في عملية التنبؤات في السلاسل الزمنية، الجزء الثاني نماذج أوساط متحركة $MA(q)$ ، والجزء الثالث (d) وهو عدد الفروق التي تحتاج إليها السلسلة لكي تكون مستقرة ويرمز لها بالرمز $ARIMA(p,d,q)$ ، حيث أن:

p : هي رتبة نموذج الانحدار الذاتي $AR(p)$.

q : هي رتبة الأوساط المتحركة $MA(q)$.

d : عدد الفروق التي تتطلبها السلسلة لكي تكون مستقرة.

ويمكن كتابة النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B) كما يلي:

$$\phi(B)(1 - B)^d Z_t = \phi_0 + \theta_q(B)a_t$$

$$\phi(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

$$(1 - B)^d = \nabla^d$$

وبفرض أن $\nabla^d Z_t = Z_t$

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + dZ_{t-p-d} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

وعليه يمكن اعتبار نماذج $(ARIMA)$ هي نماذج $(ARMA)$ إذا كانت $d=0$ (في حالة سكون السلسلة) [16].

5.3 مراحل بناء نموذج أسلوب بوكس جنكنز

تتألف منهجية بوكس جنكنز في بناء نماذج السلاسل الزمنية من أربعة مراحل وهي:

1.5.3 مرحلة التعرف (Identification)

يقصد بمرحلة التعرف هي اختيار رتب النموذج (p,d,q) حيث يشير الرمز (p) إلى عدد حدود المشاهدات السابقة التي يجب إدراجها في النموذج المبدئي الملائم (رتبة نموذج الانحدار الذاتي $(AR(p))$ ويشير الرمز (d) إلى رتبة أو درجة الفروق الضرورية لاستقرار السلسلة الزمنية، ويشير

الرمز (q) إلى عدد قيم الأخطاء العشوائية التي يجب أن يشملها النموذج الملائم (رتبة نموذج الأوساط المتحركة (MA(q) [2].

يجب قبل إجراء مرحلة التعرف من تهيئة البيانات فإذا كانت البيانات مستقرة ويمكن معرفة ذلك من خلال الرسم البياني للبيانات الأصلية والارتباطات الذاتية والجزئية لها فهذا يعني أن البيانات مهيأة وندخل في مرحلة التعرف (التشخيص)، أما إذا كانت البيانات غير مستقرة في المتوسط أو غير مستقرة في التباين أو غير مستقرة في المتوسط والتباين معاً فتقوم بمعالجة عدم الاستقرار في المتوسط بأخذ الفرق الأول (d=1) للبيانات، فإذا لم تستقر نأخذ الفرق الثاني (d=2) وهكذا، وعادة ما تستقر السلسلة بعد أخذ الفرق الأول أو الثاني، ويعالج عدم الاستقرار في التباين وذلك بإجراء أحد التحويلات الرياضية المناسبة والمتمثلة في (اللوغارتم، المقلوب، الجذر التربيعي) ونعالج عدم الاستقرار في المتوسط والتباين معاً بأخذ لوغارتم البيانات ومن ثم أخذ الفرق الأول أو الثاني، وبعد تحقيق الاستقرار في السلسلة الزمنية نبدأ عملية تحديد النموذج ونقصد بها استخدام البيانات المتاحة أو أية معلومات أخرى عن الكيفية التي تتولد بها السلسلة الزمنية، فالهدف هنا هو الحصول على فكرة عن (p,d,q) التي تحتاجها في النموذج الخطي العام (ARIMA) ومن ثم الحصول على تقديرات أولية لمعالم النموذج [16].

إن الأدوات المستخدمتين لتحديد النموذج ودرجته هي دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) وذلك بالرسم البياني لكل من (ACF)، (PACF) ومن ثم مطابقة معاملات الارتباط الذاتي والجزئي مع السلوك النظري لدالتي الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) [7].

والجدول (1.3) يوضح بعض خصائص دالة الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي لنماذج (ARIMA).

جدول (1.3) خصائص دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لنماذج (ARIMA) [2].

النموذج	دالة الارتباط الذاتي (ACF)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF)
AR(1)	تتناقص تدريجياً نحو الصفر أو بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب أو بشكل متردد في الإشارة	تنقطع تماماً بعد الفجوة الزمنية الأولى
AR(2)	تتناقص تدريجياً نحو الصفر أو بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب أو بشكل متردد في الإشارة	تنقطع تماماً بعد الفجوة الزمنية الثانية
AR(p)	تتناقص تدريجياً نحو الصفر أو بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب أو بشكل متردد في الإشارة	تنقطع تماماً بعد الفجوة الزمنية (p)
MA(1)	تنقطع تماماً بعد الفجوة الزمنية الأولى	يحددها دالة تناقص تدريجياً نحو الصفر أو بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب
MA(2)	تنقطع تماماً بعد الفجوة الزمنية الثانية	يحددها مجموع دالتين تتلاشيان تدريجياً نحو الصفر أو بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب
MA(q)	تنقطع تماماً بعد الفجوة الزمنية (q)	يحددها توليفة من الدوال تناقص تدريجياً نحو الصفر أو بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب
MA(p,q)	تتناقص تدريجياً نحو الصفر بعد أول (p-q) من الفجوات بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب	يحددها بعد أول (p-q) من الفجوات توليفة من الدوال تناقص تدريجياً نحو الصفر أو بشكل أسي أو سلوك دالة الجيب

كما يوجد هناك بعض المعايير التي تستخدم للمقارنة بين النماذج لتحديد رتبة النموذج ومنها معيار اكايكي ومعيار شوارتز وغيرها.

2.5.3 مرحلة التقدير (Estimation)

بعد إتمام مرحلة التعرف عن النموذج أو مجموعة من النماذج التي قد تلائم بيانات السلسلة الزمنية قيد الدراسة تأتي مرحلة تقدير معالم هذا النموذج وهي المرحلة الثانية من مراحل تحليل السلاسل الزمنية، ولكي يحقق النموذج الهدف الأساسي من بنائه وهو التنبؤ فيجب علينا أن نضمن جودة تقديره وملاءمته للسلسلة الزمنية، وهناك عدة طرق لتقدير معالم النموذج من أبرزها:

أ- **طريقة المربعات الصغرى (Method of Least Squares (LS))** وتعتمد هذه الطريقة على تقليص مجموع مربعات خطأ التقدير، وجعله في نهايته الصغرى وذلك من خلال اشتقاق المعادلة:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}, t > 1$$

بالنسبة لـ ϕ و θ ومساواة التفاضلات بالصفر فنحصل على المقدرات $\hat{\phi}$ و $\hat{\theta}$ على التوالي.

ب- طريقة الإمكان الأعظم (Maximum Likelihood Method)

وتعتمد هذه الطريقة على أن مصفوفة معالم النموذج المراد تقديرها يتم اختيارها وفقاً لمبدأ تعظيم دالة الإمكان، وتتم عملية تقدير معالم النموذج المختلط (ARIMA) باستخدام طريقة الإمكان الأعظم كما يلي.

الدالة التجميعية للبيانات هي:

$$L(\phi, \theta, \sigma^2 | Z_t) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} (\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} S(\phi, \theta)}$$

حيث $S(\phi, \theta)$ تمثل مجموع مربعات الأخطاء

$$S(\phi, \theta) = \sum_{i=1}^n a_i^2(\phi, \theta)$$

وبأخذ لوغاريتم الطرفين نجد أن

$$\ln(\phi, \theta, \sigma^2) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma_a^2) - \frac{S(\phi, \theta)}{2\sigma^2}$$

وبأخذ التفاضل الجزئي للمعادلة السابقة بالنسبة لـ ϕ, θ, σ^2 ومساواة التفاضلات بالصفر نحصل على

المقدرات $\hat{\phi}$ و $\hat{\theta}$ و $\hat{\sigma}_a^2$ [16].

3.5.3 مرحلة التشخيص (Diagnostic)

هي المرحلة الثانية من مراحل تطبيق منهجية بوكس وجنكنز، فبعد التعرف على النموذج المبدئي وتقدير معالمه يجب فحص هذا النموذج للتأكد من أن مرحلة التقدير ومخرجاتها تتوافق مع الفروض النظرية الخاصة بالعملية العشوائية التي ولدت البيانات أو على الأقل لا تظهر خلافاً في هذه الفروض، وتعتبر مرحلة التشخيص من أهم مراحل بوكس وجنكنز حيث يتم فيها الاطمئنان على ملاءمة النموذج

للبيانات ومن ثم إمكانية استخدامه في التنبؤ أو تعديل النموذج بناء على نتائج مجموعة من الاختبارات والفحوص التي تجرى في هذه المرحلة، وفي حالة تعديل النموذج يجب إخضاع النموذج الجديد إلى مجموعة من الاختبارات والفحوص [2].

وفيما يلي بعض الاختبارات والفحوص التي تجرى على النموذج لاختبار مدى ملاءمته وصلاحيته لتمثيل البيانات وهي:

أ- اختبار معنوية معاملات النموذج: وتتم هذه العملية باستخدام إحصاء الاختبار (T-student) وذلك للتحقق من معنوية معالم النموذج إحصائياً أي أنها تختلف عن الصفر، فإذا كانت غير معنوية لا بد من استبعاد إحدى رتب (MA)، (AR).

ب- تحليل البواقي: ويتكون مما يأتي:

1. رسم البواقي:

يتم رسم سلسلة البواقي حيث يخصص المحور الأفقي عادة للزمن بينما يخصص المحور الرأسي للبواقي (\hat{a}_t)، فرسم البواقي يظهر الملامح الأساسية للبواقي مثل الاتجاه العام والتشتت والبيانات الشاذة بشكل قد لا تستطيع الاختبارات الإحصائية إظهارها واكتشافها، وإذا كان النموذج المبدئي جيداً فهذا يعني أنه قد استطاع استيعاب كل الأنماط والتحركات المنتظمة في البيانات تاركاً البواقي خالية من هذه الأنماط والتحركات، وعليه فإن البواقي في الرسم يجب أن تتأرجح بنشئت ثابت حول الصفر كخط موازي لمحور الزمن، كما أن الشكل يجب أن يبدو عشوائياً خالياً من أي أنماط منتظمة أو معلومات يمكن استخدامها في التنبؤ بالسلسلة الزمنية موضع الدراسة.

والدراسات الحديثة في مجال الإحصاء بصفة عامة والسلاسل الزمنية بصفة خاصة تعطي أهمية لرسم البواقي لا تقل عن الاختبارات الإحصائية الأخرى، بل البعض يرى أهمية رسم البواقي قد تفوق بعض الاختبارات الإحصائية في بعض الأحيان [2].

2. تحليل الارتباط الذاتي للبواقي (a_t): يتم تحليل الارتباط الذاتي للبواقي بطريقتين [9].

الطريقة الأولى: تعتمد هذه الطريقة على اختبار (Box-Ljung) وذلك لاختبار الفرضية الآتية

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0 \quad v.s \quad H_1: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k \neq 0$$

وذلك بالاعتماد على الارتباطات الذاتية للبواقي.

وفي عام 1970 توصل كل من (Box and Pierce) إلى إحصاءه لاختبار الفرضية أعلاه تبين مدى كفاءة النموذج باستخدام معاملات الارتباط الذاتي للبواقي

$$Q = n \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_k^2$$

حيث:

$\hat{\rho}_k^2$: تمثل مقدار الارتباط الذاتي المقدر من بيانات العينة عند الإزاحة (k).

n: عدد المشاهدات.

m: أكبر إزاحة لـ k وهي مساوية $\frac{n}{4}$.

وحيث أن Q تتوزع توزيعاً χ^2 أي أن $Q \sim \chi_{m-f, \alpha}^2$

حيث f: عدد المعالم المقدر في النموذج وبعد ذلك نقارن إحصاءة Q المحسوبة بالقيمة الجدولية χ^2 بدرجة حرية (m - f) ومستوى معنوية α فإذا كانت:

1. قيمة Q المحسوبة أصغر من القيمة الجدولية لـ $\chi_{m-f, \alpha}^2$ نقبل فرضية العدم ونرفض البديلة، أي

أن معاملات الارتباط الذاتي للأخطاء لها توزيع عشوائي وبذلك فإن النموذج ملائم وجيد.

2. قيمة Q المحسوبة أكبر من القيمة الجدولية لـ $\chi_{m-f, \alpha}^2$ نرفض فرض العدم ونقبل البديل، وهذا

يعني عدم عشوائية الأخطاء وبذلك النموذج غير ملائم.

وفي عام 1978 اقترح العالمان (Box-Ljung) اختباراً أكثر كفاءة وتطوراً وصيغته الرياضية هي

$$Q_{LB} = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}$$

ونقارن إحصاءة اختبار Q_{LB} المحسوبة بالقيمة الجدولية $\chi_{m-f, \alpha}^2$ فإذا كانت:

1. Q_{LB} المحسوبة أصغر من القيمة الجدولية لـ $\chi_{m-f, \alpha}^2$ نقبل فرض العدم أي أن معاملات الارتباط

الذاتي للأخطاء لها توزيع عشوائي وبذلك يكون النموذج ملائم وجيد.

2. Q_{LB} المحسوبة أكبر من قيمة $\chi_{m-f, \alpha}^2$ الجدولية فهذا يعني أن النموذج غير ملائم، ولا بد من

إعادة مرحلة التشخيص واختبار نموذج آخر.

الطريقة الثانية: تعتمد هذه الطريقة على حدود الثقة لمعاملات الارتباطات الذاتية للبواقي المقدر

(\hat{a}_t) والتي يجب أن تقع بين الحدين ($\pm \frac{Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}}$) باحتمال (1 - α) أي أن

$$p_r \left(-\frac{Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}} \leq \rho \leq \frac{Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}} \right) = (1 - \alpha)$$

فإذا تحقق هذا فهذا يدل على أن البواقي (الأخطاء) تتوزع عشوائياً وأن النموذج ملائم وجيد للبيانات

ويمكن استخدامه في التنبؤ وأن الارتباطات الذاتية للبواقي تتوزع طبيعياً بمتوسط حسابي صفر

وتباين ($\frac{1}{n}$).

ولغرض تحديد النموذج الأفضل من بين مجموعة من النماذج توجد عدة معايير منها:

1) معيار معلومات اكيك Akaike's Information criterion

اقترح العالم الياباني Akaike's في عام 1974 معياراً لاختبار النموذج الأفضل (وهو النموذج الذي يكون تباينه ضعيف ويقل تباينه بزيادة عدد المعالم المقدر، وصيغته الرياضية

$$AIC = \ln\sigma^2 + \frac{2m}{n}$$

حيث (σ^2): تباين النموذج، (m) عدد المعالم المقدر، (n) عدد المشاهدات. وقد عدلت هذه الصيغة لإعطاء أوزان أكبر للنماذج المستعملة لأكثر عدد من المشاهدات.

$$MAIC = \frac{AIC}{n}$$

2) معيار بيزيان Bayesian Information criterion (BIC)

اقترح العالم (Bayesian) عام 1978 معياراً جديداً

$$BIC = n \ln\sigma_a^2 + m \ln(n)$$

حيث n : عدد المشاهدات، m : عدد المعالم المقدر، σ^2 : تباين النموذج.

3) متوسط مربعات الخطأ (Mean Squares Error)

وهو عبارة عن مجموع مربعات الخطأ مقسوماً على عدد القيم ويرمز له بـ (MSE) ويحسب

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2$$

حيث أن

Z_t : القيمة المشاهدة.

\hat{Z}_t : القيمة المتنبئ بها خارج العينة.

4) متوسط نسب الأخطاء المطلقة (Mean Absolute Percentages Error)

وهو عبارة عن مجموع نسب الأخطاء المطلقة مقسوماً على عدد القيم.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (|Z_t - \hat{Z}_t| / Z_t)$$

والنموذج الأفضل هو النموذج الذي يحقق أقل قيمة وفق كل معيار.

4.5.3 مرحلة التنبؤ

التنبؤ هو آخر مرحلة من مراحل أسلوب بوكس جنكنز وهو عادة ما يكون الهدف النهائي من تحليل السلاسل الزمنية ولا يتم الانتقال إلى هذه المرحلة إلا بعد أن يتجاوز النموذج المبدئي كافة الفحوص

والاختبارات التشخيصية وإلا فيجب العودة إلى مرحلة التعرف، ونكرر هذه العملية حتى الحصول على نموذج ذو كفاءة عالية ويجتاز جميع الاختبارات والفحوص [2]، والشكل (1.3) يوضح هذه العملية المتكررة.

وكما هو موضح في الشكل (1.3) نلاحظ أن عملية اختيار النموذج وتقدير معالمه وتشخيصه عملية متكررة (iterative) وهذا يعني أن هذه العملية تعاد وتكرر حتى الحصول على نموذج يحقق أو على الأقل لا يتعارض مع الفروض النظرية ويعطي مثل هذا النموذج تنبؤات موثوق بها.

ويمكن حساب التنبؤ بعدد خطوات (L) وفق الصيغة [4]

$$\hat{Z}_{t+l} = E[Z_{t+l}|Z_t, Z_{t-1}, \dots, Z_{t-l}, \dots] \quad l \geq 1$$

فإذا كان النموذج AR(1) فإن أفضل تنبؤ بعد خطوات (L) هو

$$\hat{Z}_{t+l} = \phi^l Z_{t-1+l}, \quad l \geq 1$$

أما إذا كان النموذج AR(2) فإن أفضل تنبؤ بعدد الخطوات (L) هو

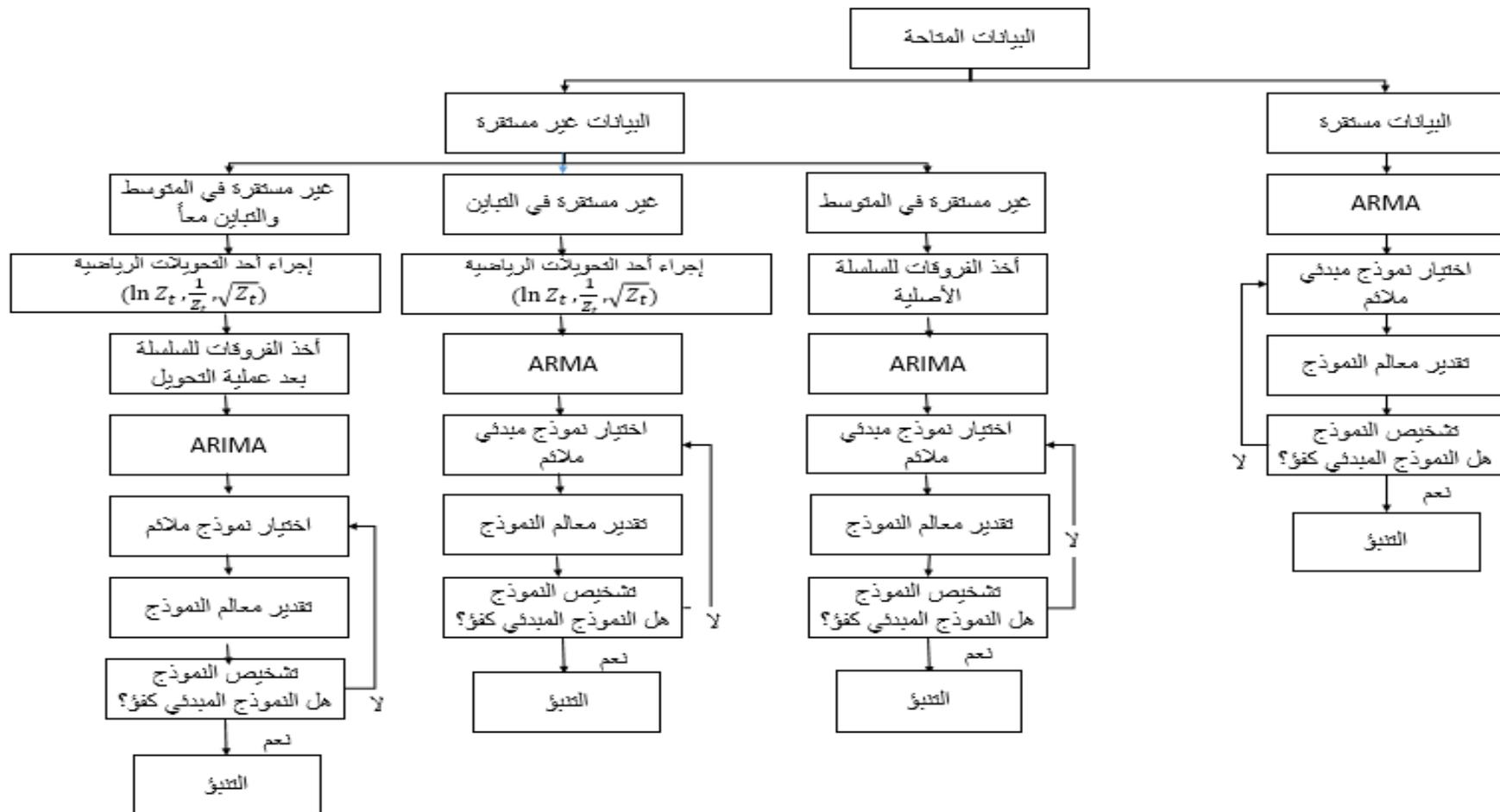
$$\hat{Z}_{t+l} = \phi_1^l Z_{t-1+l} + \phi_2^l Z_{t-2+l}, \quad l \geq 1$$

وفي حالة الأوساط المتحركة MA(q) فإن أفضل تنبؤ بعدد خطوات (L) هو

$$\hat{Z}_{t+l} = a_{t+l} - \theta_1^l a_{t-1+l} - \theta_2^l a_{t-2+l} - \dots - \theta_q^l a_{t-q+l}, \quad l \geq 1$$

وفي حالة النموذج المختلط ARIMA(p,q) فإن أفضل تنبؤ بعدد خطوات (L) هو

$$\hat{Z}_{t+l} = \phi_1^l Z_{t-1+l} + \phi_2^l Z_{t-2+l} + \dots + \phi_p^l Z_{t-p+l} + a_{t+l} - \theta_1^l a_{t-1+l} - \theta_2^l a_{t-2+l} - \dots - \theta_q^l a_{t-q+l}, \quad l \geq 1$$



شكل (1-3) مراحل تطبيق منهجية بوكس جنكز

الفصل الرابع

الجانب التطبيقي

1.4 مقدمة

في هذا البحث تم تحليل السلسلة الزمنية الشهرية الخاصة بمركز مصراتة للأورام باستخدام أسلوب بوكس جنكز للوصول إلى النموذج الأفضل والتنبؤ بعدد حالات الإصابة المتوقعة مستقبلاً؛ حيث يعتبر هذا المركز أحد المراكز المنتشرة في بلادنا في علاج الأورام، ويقدم الخدمات العلاجية لمرضى الأورام السرطانية لجميع مناطق البلاد.

وقسم هذا الفصل على النحو التالي:

2.4 نبذة مختصرة عن مركز مصراتة للأورام.

3.4 نبذة مختصرة عن المرض (الأورام).

4.4 تحليل السلسلة الزمنية الشهرية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية خلال الفترة من (2018/1/1 وحتى 2019/12/31).

2.4 نبذة مختصرة عن مركز مصراتة للأورام

مركز مصراتة للأورام (Misurata Cancer Center)؛ أنشئ كمركز صغير بالمجهود الذاتي، وقد تم توطينه بقرية نسور الجو بعد عدة صعوبات واجهته وافتتح بتاريخ 2004/9/19م، وتم توفير بعض الأدوية والمستلزمات الطبية وبعض التجهيزات المتاحة ومواد التشغيل اليومية، وأيضاً تفرغ عدد من العناصر الطبية المساعدة للعمل بالمركز، اقتصر عمل المركز في البداية على إعطاء جرعات لعلاج الكيماوي لمرضى الأورام السرطانية، إلا أن الرغبة الجامحة في تطوير وتحسين مستوى الأداء بالمركز ساهمت في الحصول على موافقات لغرض فتح باب التبرعات لصالح تطوير



المركز والتي انطلقت بداية عام (2005) مما كان له أثر بالغ في تطوير وتجهيز المركز ليصبح المركز به (26) حجرة إيواء مجهزة بها (120) سريراً وصالات للعمليات وعناية فائقة ومختبر طبي ومبنى أشعة تشخيصية بالإضافة إلى باقي المرافق الخدمية وكذلك

افتتاح عيادات في تخصصات مختلفة لتشخيص ومتابعة الحالات المرضية والتي في تزايد مستمر. ومع بداية العام (2007) تم اعتماد استقلالية المركز مالياً وخصصت له ميزانية وتم من خلالها توفير الاحتياجات المطلوبة والتطوير في مبنى المركز وصيانة بعض المباني ونقل عناصر طبية وطبية مساعدة وخدمية للعمل بالمركز وإبرام عقود العمل الوطنية لتغطية النقص الحاصل في مختلف

التخصصات والحصول على موافقات على استجلاب والتعاقد مع عناصر طبية وطبية مساعدة مغتربة متخصصة وتوفير احتياجات المركز.

1.2.4 أقسام المركز

توجد عدة أقسام بالمركز منها:

- قسم جراحة وأورام الوجه والفكين.
- قسم جراحة وأورام الأسنان.
- قسم جراحة وأورام النساء والتوليد.
- قسم جراحة وأورام المسالك.
- قسم المناظير.
- قسم الأنسجة.
- قسم الأشعة التشخيصية.
- قسم جراحة وأورام الأنف والأذن والحنجرة.
- قسم جراحة الترميم والتجميل.
- قسم جراحة وأورام الباطنة.
- قسم المختبرات ومصرف الدم.

كما يوجد بالمركز أقسام تحت الإنجاز وهي:

- قسم الأشعة العلاجية.
- قسم الطب النووي.
- قسم التعقيم المركزي.
- قسم الأبحاث والتعليم الطبي.

ويوجد بالمركز صيدلية وكذلك ما يعرف باسم مركز المهارات الذي تأسس عام (2013) والذي يضم مجموعة من القاعات تتباين بين قاعات المؤتمرات العلمية وقاعات دراسية وأيضاً معمل حاسوب وغيرها ينظم فيها المؤتمرات العلمية وورش العمل وغيرها من النشاطات وهي كالتالي:

- قاعات مؤتمرات رئيسية مجهزة بالكامل بعارض بيانات ومنظومات صوتية وشاشات وغيرها، وينظم في هذه القاعات المؤتمرات العلمية والحفلات والندوات وورش العمل.
- عدد (2) قاعات دراسية متوسطة المساحة وتقام فيها الدورات التدريبية والدراسية.
- معمل حاسوب مجهز ومربوط بشبكة الإنترنت ومتاح الدخول للجميع.
- مكتبة طبية تضم العديد من الكتب الطبية التخصصية وتحتوي على طاولات وكراسي للمطالعة.
- معمل طبي.

- العديد من المكاتب الإدارية والمرافق الخدمية بالمركز.



3.4 نبذة مختصرة عن مرض السرطان

يعرف مرض السرطان بأنه نمو غير طبيعي لأنسجة الخلايا في الجسم، بحيث ينتشر بطريقة لا يمكن التحكم بها، ولا بد من الإشارة إلى أنه يصيب أجزاء مختلفة من الجسم، حيث تختلف أعراضه باختلاف النسيج أو العضو المصاب، علماً بأنه قد ينتشر إلى جميع أعضاء الجسم وذلك بغزو الخلايا المتنامية النسيج المحيطة بها مسببة في كتل تظهر في مواضع مختلفة من الجسم وقد تكون بعيدة عن الجسم المصاب.

1.3.4 أنواع الأورام

- الأورام الحميدة: هي أورام مغلقة بنسيج ليفي، وتكون غير قابلة للانتشار ويسهل التخلص منها، ولا تعود مرة أخرى بعد إزالتها، ويتم التخلص منها بالتدخل الجراحي خاصة في حالة الأورام الكبيرة أو التي تشكل عبئاً أو خطراً على الأعضاء القريبة منه وتمنعها من القيام بوظيفتها بشكل طبيعي، وهذه الأورام قد تتحول إلى أورام سرطانية، مثل الورم الغدي في القولون والذي يتحول إلى سرطان القولون في حال لم تتم معالجته في مراحله الأولى.

- الأورام السرطانية: هي أورام تتكاثر فيها الخلايا غير الطبيعية بشكل كبير ودون توقف فتسيطر على العضو المصاب، وقد تنتشر إلى أعضاء أخرى من الجسم عن طريق كل من الجهازين الليمفاوي والدموي، وهناك أكثر من مائة نوع من الأمراض السرطانية التي تختلف باختلاف النسيج المكون لها مثل سرطان الكبد، وسرطان الثدي، وسرطان الدم... إلخ.

يصيب مرض السرطان الناس بمختلف أعمارهم إلا أن خطره يزداد مع تقدم الإنسان بالعمر، علماً بأن هناك أنواعاً منه قد تصيب الحيوان والنبات كما تصيب الإنسان.

2.3.4 كيفية تشخيص مرض السرطان

- (1) تحديد الأعراض ومعرفتها.
- (2) عمل اختبار طبي مثل فحص الدم المخبري.
- (3) تصوير مقطعي.
- (4) التنظير الداخلي.
- (5) عمل أشعة مقطعية.
- (6) أخذ عينة أو خزعة من المريض وذلك للتعرف على مرحلة السرطان ودرجته.

3.3.4 طرق علاج مرض السرطان

1-العلاج الجراحي

يتم التخلص من السرطانات الصلبة عن طريق إزالتها بالجراحة، مثل جراحة استئصال ورم الثدي أو جراحة استئصال البروستات، ويصبح هذا الأمر مستحيلاً إذا انتشر المرض في أكثر من مكان في الجسم.

2-العلاج الإشعاعي

يعتمد هذا العلاج على الاستفادة من قدرة الأشعة في تأبين الخلايا السرطانية وذلك من أجل تقليص عددها أو قتلها، ولا بد من الإشارة إلى أن هذا العلاج يؤثر على كل من الخلايا المريضة والسليمة إلا أن الخلايا السليمة لها القدرة على التعافي، لذلك يلجأ الطبيب إلى تجزئة هذا العلاج إلى عدة جرعات وذلك لإعطاء الخلايا السليمة الفرصة للتعافي.

3-العلاج الكيماوي

يعتمد هذا العلاج على الأدوية الكيماوية التي تمتلك القدرة على تدمير الخلايا السرطانية وقتلها، وهذه الأدوية تستهدف جميع خلايا الجسم ولكن الخلايا السليمة لها القدرة على التعافي.

4-العلاج المناعي

يعتمد هذا العلاج على تحفيز جهاز المناعة في جسم المريض من أجل محاربة الخلايا السرطانية وذلك من خلال توليد رد مناعي ضد المرض.

5-العلاج الهرموني

يعتمد على التأثير على الهرمونات عن طريق تعطيلها أو إزالتها، ويستخدم هذا النوع من العلاج لأنواع معينة من السرطانات كسرطان البروستات أو سرطان الثدي.

4.4 تحليل السلسلة الزمنية الشهرية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية

سنقوم بتطبيق أسلوب السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جنكنز للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام، وللتعرف عن سلوك الظاهرة في المستقبل القريب، حيث تم جمع البيانات والتي تتألف من ثلاثة سلاسل زمنية شهرية تتكون كل سلسلة من (72) مشاهدة تمثل أعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام لكل جنس على حدة وكذلك للجنسين معاً، وتتضمن البيانات أيضاً أعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام حسب الفئات العمرية وكذلك حسب المنطقة الجغرافية وذلك خلال الفترة الزمنية من (2012/1/1) وحتى (2017/12/31)، وذلك لأخذ فكرة مبدئية عن طبيعة البيانات من خلال بعض المقاييس الوصفية والرسومات البيانية التوضيحية ومن ثم تحليل السلاسل الزمنية الثلاثة (إناث، ذكور، الجنسين معاً) من خلال منهجية بوكس جنكنز للتنبؤ بأعداد المصابين لفترات لاحقة.

1.4.4 أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة حسب نوع الجنس

تم جمع البيانات للمصابين بالأورام السرطانية حسب الجنس، وقد كانت أعداد المصابين كما هو موضح بالجدول من (1.4) إلى (3.4).

جدول (1.4) أعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017)

السنوات						الشهور
2017	2016	2015	2014	2013	2012	
48	43	37	17	19	11	يناير
49	37	33	27	21	16	فبراير
43	39	42	24	16	14	مارس
43	41	39	27	18	18	أبريل
54	41	42	34	25	17	مايو
46	42	37	25	17	15	يونيو
49	34	35	20	22	15	يوليو
51	55	34	43	22	16	أغسطس
46	45	35	58	16	17	سبتمبر
50	45	43	51	20	17	أكتوبر
71	52	55	55	22	17	نوفمبر
70	61	37	44	20	18	ديسمبر
620	535	469	425	238	191	الإجمالي

المصدر: مركز مصراتة للأورام.

جدول (2.4) أعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2017-2012)

الشهور	السنوات					
	2017	2016	2015	2014	2013	2012
يناير	42	36	35	27	25	16
فبراير	29	43	37	20	16	13
مارس	47	36	28	25	20	17
أبريل	32	35	36	17	19	12
مايو	32	32	31	20	15	15
يونيو	35	36	38	19	25	17
يوليو	34	37	22	23	24	16
أغسطس	35	33	34	30	19	18
سبتمبر	25	35	25	33	22	18
أكتوبر	23	41	33	41	25	20
نوفمبر	47	38	20	38	23	22
ديسمبر	28	37	37	37	28	22
الإجمالي	409	439	376	330	261	206

المصدر: مركز مصراة للأورام.

جدول (3.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2017-2012)

الشهور	السنوات					
	2017	2016	2015	2014	2013	2012
يناير	90	79	72	44	44	27
فبراير	78	80	70	47	37	29
مارس	90	75	70	49	36	31
أبريل	75	76	75	44	37	30
مايو	86	73	73	54	40	32
يونيو	81	78	75	44	42	32
يوليو	83	71	57	43	46	31
أغسطس	86	88	68	73	41	34
سبتمبر	69	80	60	91	38	35
أكتوبر	72	86	76	92	45	37
نوفمبر	118	90	75	93	45	39
ديسمبر	98	98	74	81	48	40
الإجمالي	1029	974	845	755	499	397

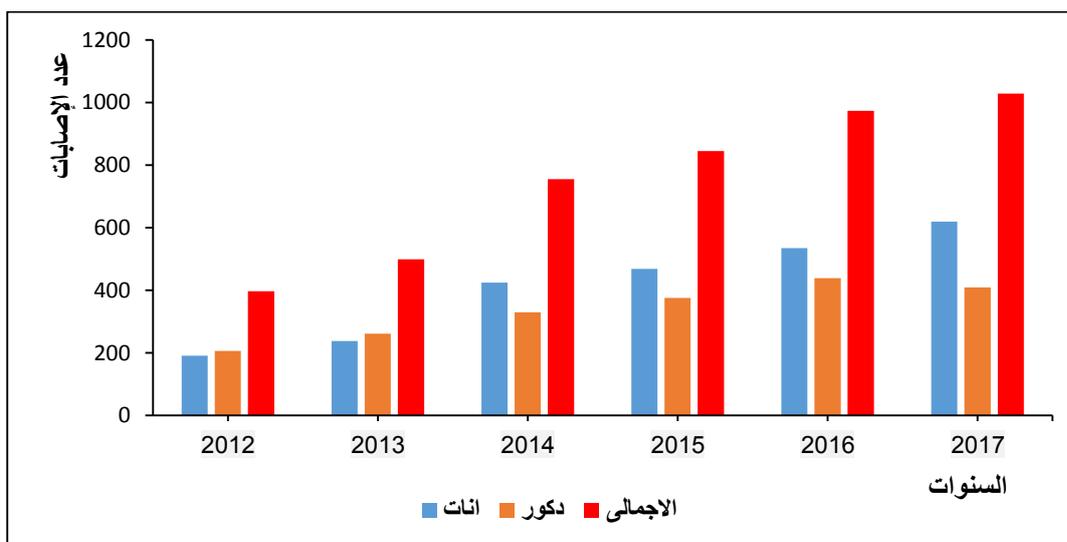
المصدر: مركز مصراة للأورام.

من خلال الجداول الثلاثة السابقة يمكن أن نستخلص بعض المقاييس الوصفية الخاصة بالمصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراة كما هو موضح بالجدول (4.4).

جدول (4.4) وصف أعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2012-2017)

الجنس	المقياس			
	أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط	الانحراف المعياري
إناث	11	71	34	15
ذكور	12	47	28	8
الإجمالي	27	118	62	23

ولزيادة التوضيح أكثر نقوم بتمثيل أعداد المصابين بالأعمدة البيانية كما هو موضح بالشكل (1.4)



شكل (1.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين سنوياً حسب الجنس وإجمالي الحالات في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2012-2017) بالأعمدة البيانية.

من الجداول أعلاه وكذلك الرسوم البيانية نلاحظ الآتي:

1. أقل عدد لإصابات الإناث كان (11) حالة إصابة في (2012/1) ووصل أكبر حالات الإصابة (71) حالة في (2017/11)، وبالنسبة للذكور كان أقل عدد لحالات الإصابة (12) حالة في (2012/1) ووصل أكبر عدد لحالات الإصابة (47) حالة إصابة في شهري (3، 2017/11)؛ أما بالنسبة للجنسين معاً فأقل قيمة كانت (27) حالة إصابة في (2012/1) وأكبر قيمة كانت (118) حالة إصابة في (2017/11)؛ ومما سبق نستخلص أن المرض يزداد بمرور الزمن حيث أن أقل عدد إصابات كانت في سنة (2012) وأكبر عدد إصابات كانت في سنة (2017).
2. إن المتوسط والانحراف المعياري وكذلك قيمة معامل الاختلاف لعدد الإصابات في الإناث أكبر منه في الذكور مما يدل على أن المرض ينتشر في الإناث أكثر منه في الذكور، وهذا ما يؤكد الشكل (1.4) لأعداد المصابين (ذكور-إناث-الإجمالي).

2.4.4 أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة سنوياً حسب الفئة العمرية

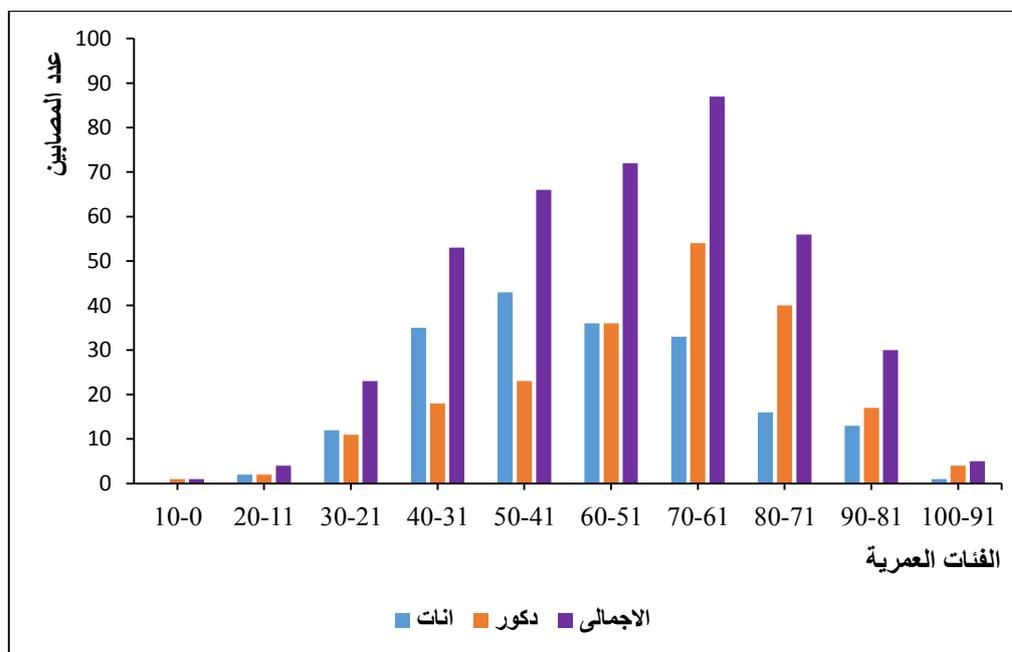
أما بالنسبة لأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017) حسب الفئة العمرية فكانت كما بالجدول (5.4).

جدول (5.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017) حسب الفئة العمرية

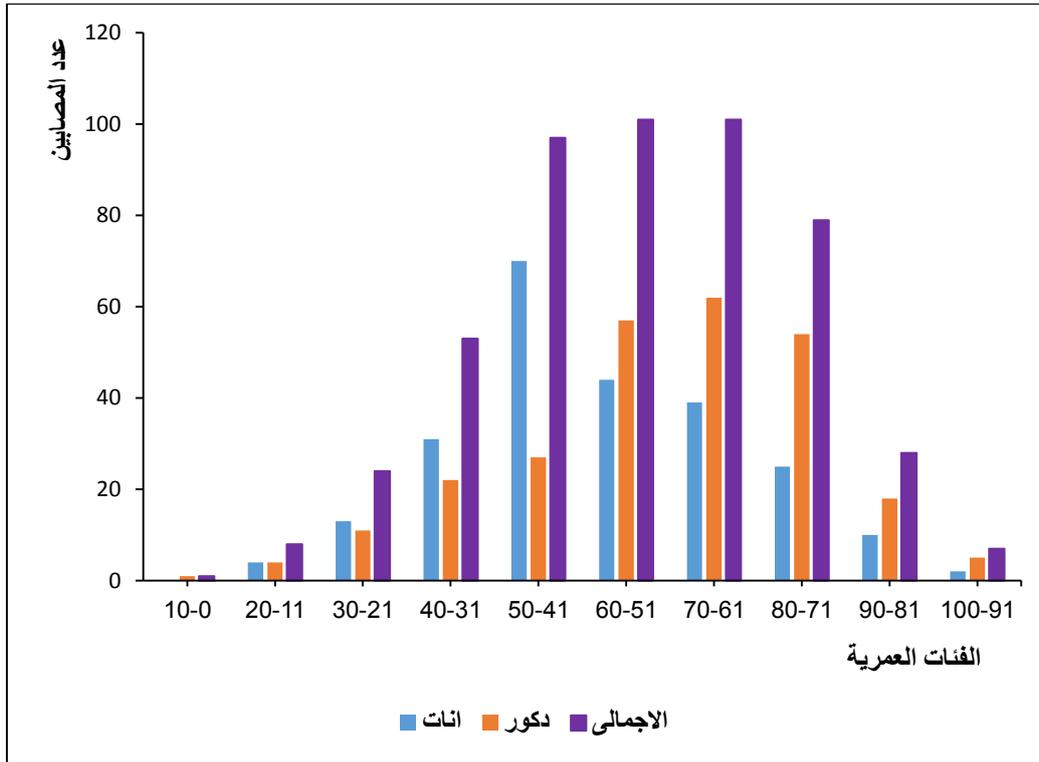
2017		2016		2015		2014		2013		2012		السنة
أنثى	ذكر	العمر										
0	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	1	10-0
8	6	3	11	6	8	9	12	4	4	2	2	20-11
35	22	23	18	20	16	36	18	13	11	12	11	30-21
92	38	94	39	69	28	77	24	31	22	35	18	40-31
161	76	131	61	132	55	102	51	70	27	43	23	50-41
132	89	137	105	107	66	79	60	44	57	36	36	60-51
102	90	76	101	76	84	60	73	39	62	33	54	70-61
54	54	46	72	44	88	37	68	25	54	16	40	80-71
29	27	17	25	13	28	22	24	10	18	13	17	90-81
7	5	8	7	1	3	1	0	2	5	1	4	100-91
620	409	535	439	469	376	425	330	238	261	191	206	الإجمالي

المصدر: مركز مصراتة للأورام.

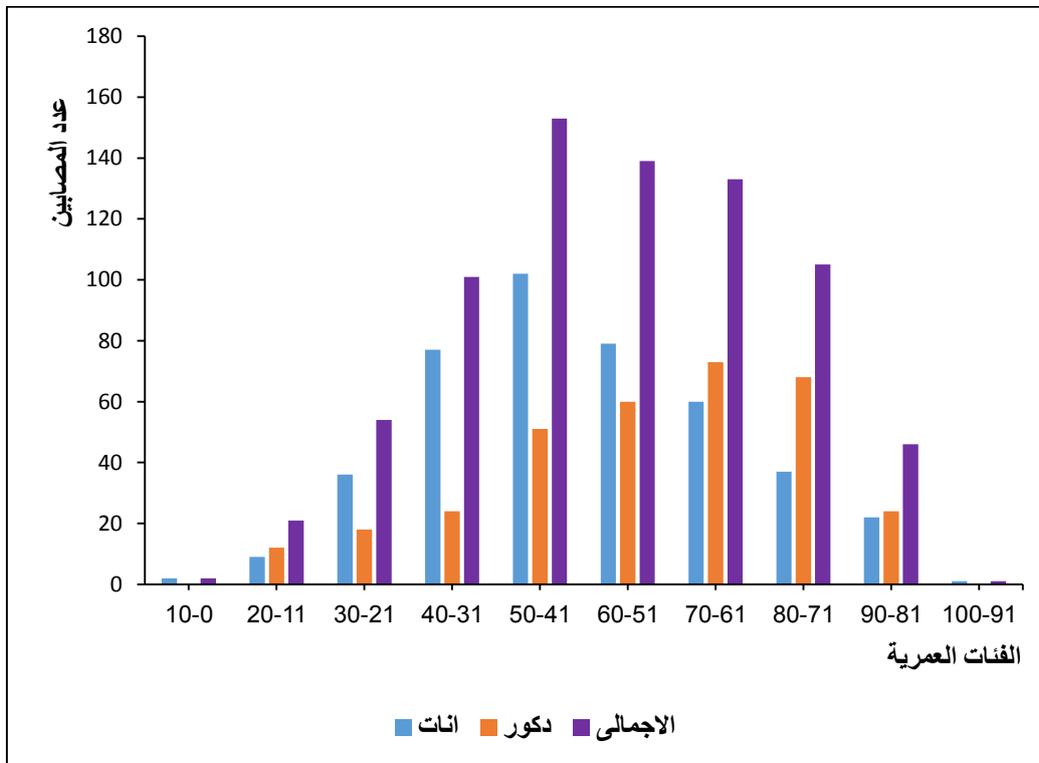
ولزيادة التوضيح أكثر قمنا بتمثيل أعداد المصابين حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية كما هو موضح بالأشكال من الرقم (2.4) إلى الرقم (2.4).



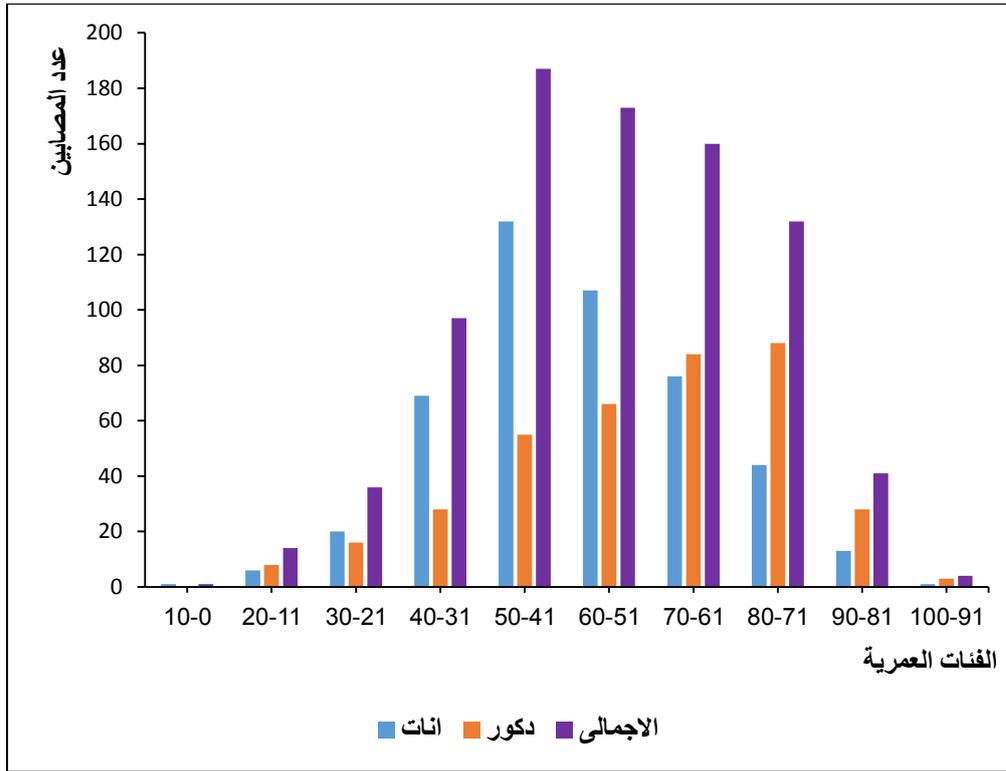
شكل (2.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2012) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.



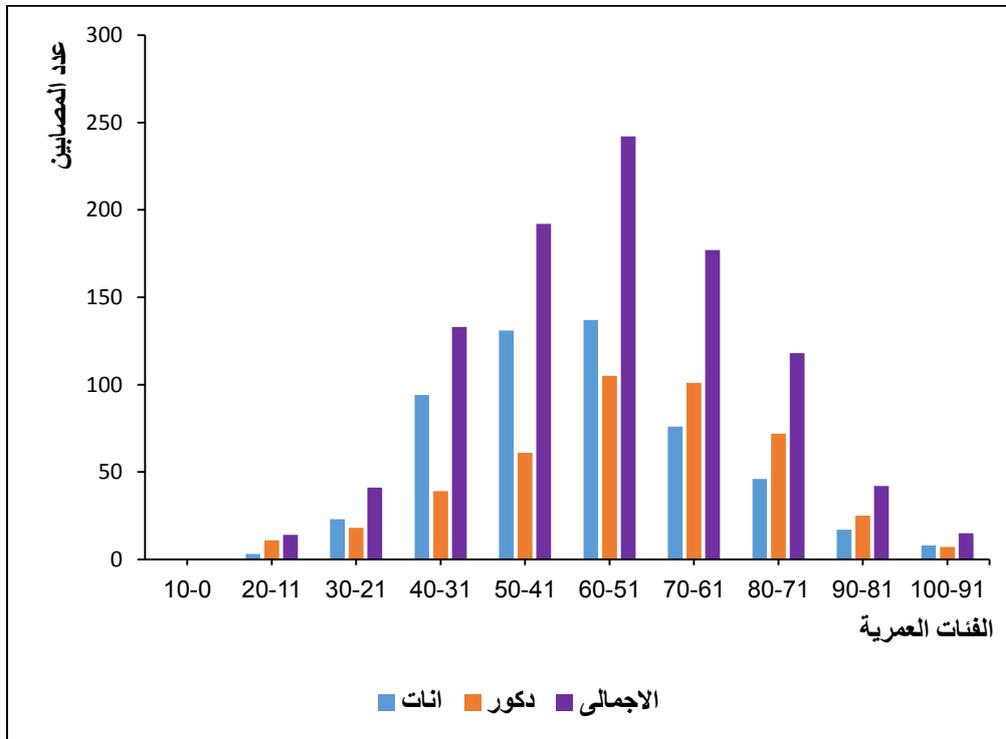
شكل (2.4ب) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2013) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية



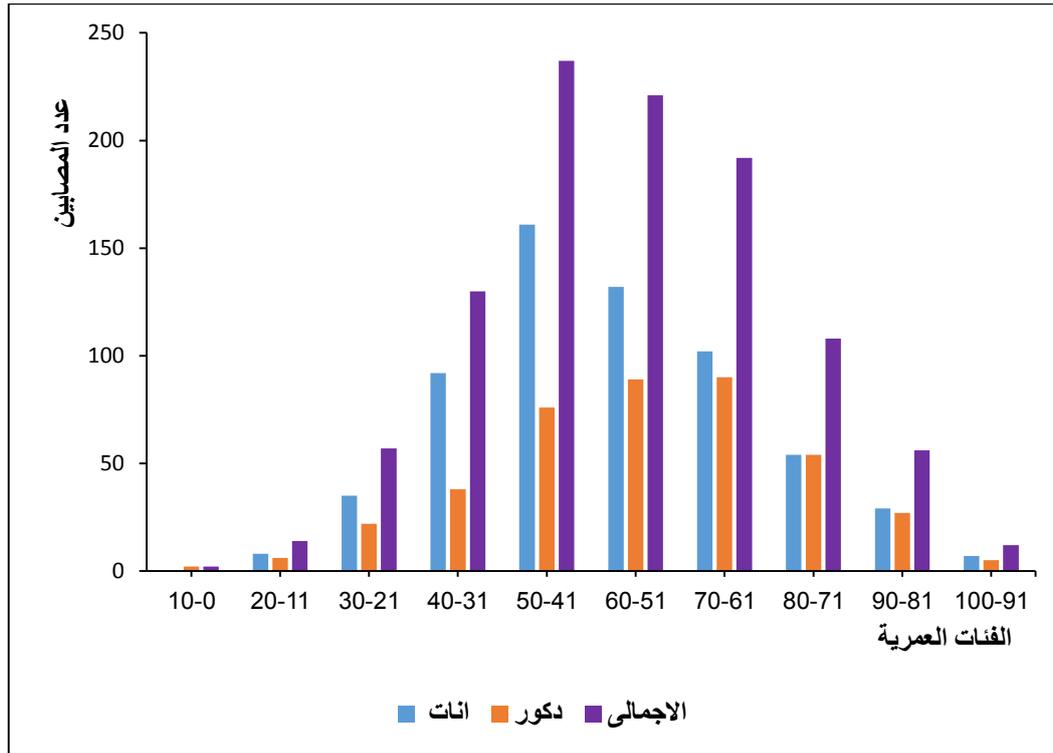
شكل (2.4ج) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2014) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية



شكل (2.4د) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2015) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية



شكل (2.4هـ) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2016) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية.



شكل (2.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2017) حسب الفئة العمرية بالأعمدة البيانية

من الجدول (5.4) والأشكال من الرقم (2.4) إلى الرقم (2.4) نلاحظ أن:

- 1- أعداد المصابين يزداد بازدياد العمر مما يدل على أن المرض ينتشر أكثر في كبار السن ويكاد يكون منعدماً في صغار السن.
- 2- يقل المرض في الفئات العمرية الأولى (0 - 30) ويبلغ أعلى قيمة له في الفئات العمرية الوسطى (31 - 80) ويقل في الفئات العمرية الأخيرة (81 - 100).
- 3- قلة المرض في الفئات العمرية الأخيرة ليس سببه عدم انتشار المرض في هذه الفئات العمرية، وإنما لقلة عدد الناس الذين يعمرّون إلى هذه الفئات العمرية.

3.4.4 أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة سنوياً حسب

المنطقة الجغرافية

بعد أن تم عرض المصابين بالأورام السرطانية حسب الجنس وكذلك حسب الفئة العمرية، سنقوم الآن بعرض أعداد المصابين بالأورام السرطانية سنوياً حسب المنطقة الجغرافية، وذلك لغرض معرفة المناطق الجغرافية التي ينتشر فيها المرض أكثر من غيرها، وقد كانت أعداد المصابين كما هو موضح بالجدول (6.4).

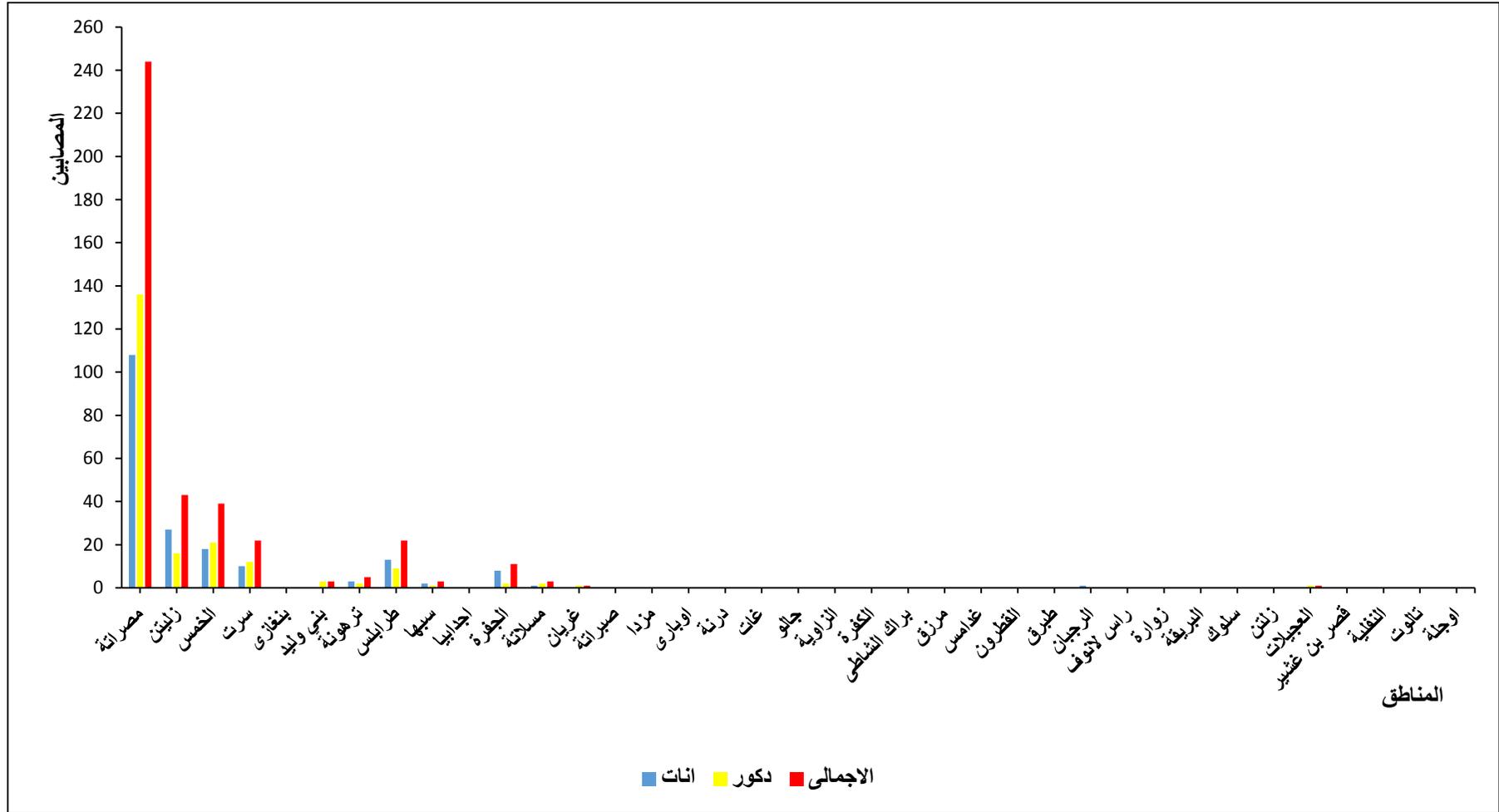
جدول (6.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2012-2017) حسب المنطقة الجغرافية.

2017		2016		2015		2014		2013		2012		السنة المنطقة
أنثى	ذكر											
126	96	161	102	117	120	129	130	118	139	108	136	مصراتة
69	38	60	60	67	46	63	47	36	47	27	16	زليتن
72	52	61	36	44	45	52	41	30	33	18	21	الخميس
28	14	29	25	30	27	17	16	15	15	10	12	سرت
32	18	24	22	42	17	21	12	6	2	0	0	بنغازي
29	14	6	9	5	5	6	2	1	1	0	3	بني وليد
19	11	9	17	14	5	12	6	3	0	3	2	ترهونه
52	58	78	82	65	53	48	26	14	10	13	9	طرابلس
29	16	33	22	25	23	19	9	2	0	2	1	سبها
9	7	3	6	3	0	6	4	0	0	0	0	اجدابيا
16	6	20	12	18	13	14	9	6	9	8	3	الجفرة
26	16	16	9	8	11	15	10	4	8	1	2	مسلاته
7	4	2	3	3	0	2	0	1	0	0	1	غريان
9	4	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	صبراتة
8	7	3	3	4	2	1	2	0	0	0	0	مزده
7	5	3	3	4	3	2	0	0	0	0	0	أباري
8	4	2	4	2	2	1	2	0	1	0	0	درنه
6	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	غات
5	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	ككله
4	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	جالو
9	3	2	3	4	0	2	0	0	0	0	0	الزاوية
8	6	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	الكفرة
6	5	5	3	1	0	0	2	1	0	0	0	براك الشاطيء
9	4	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	مرزق
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	غدامس
4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	قطرون
5	3	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	طبرق
1	0	1	0	3	0	3	2	0	0	1	0	أبو قرين
0	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	رأس لانوف
3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	زواره
0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	البريقة
0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	سلوق
2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	الزنتان
2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	الرجبان
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	النوفلية
2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	نالوت
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	العجيلات
1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	أوجله

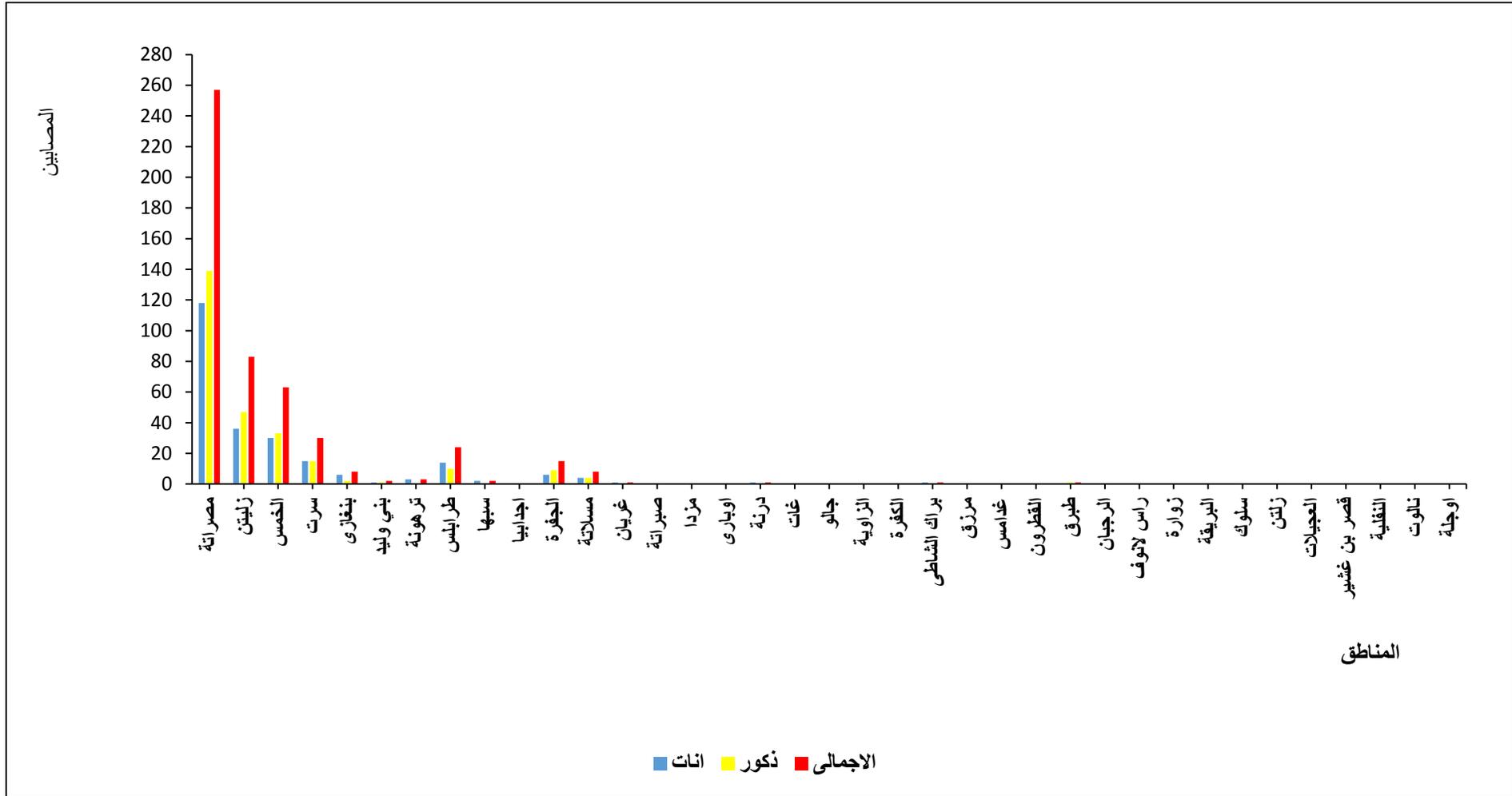
المصدر: مركز مصراتة للأورام.

نلاحظ من الجدول (6.4) أن المرض ينتشر بكثرة في المدن (مصراتة – زليتن - الخمس) على الترتيب، ويرجع هذا الأمر بسبب قرب المركز من المدن المذكورة، وقد تكون هناك أسباب أخرى ليست في مجال تخصصنا؛ وبصفة عامة نلاحظ أن المرض ينتشر بكثرة في مدن المنطقة الغربية أكثر منه في مدن المنطقة الشرقية والجنوبية لذات السبب، وكذلك إلى الأحداث الأخيرة في بلادنا من حروب وانعدام أمن وغلق للطرق وغيرها مما وقف حائلاً على سكان المناطق الشرقية والجنوبية من الوصول إلى المركز.

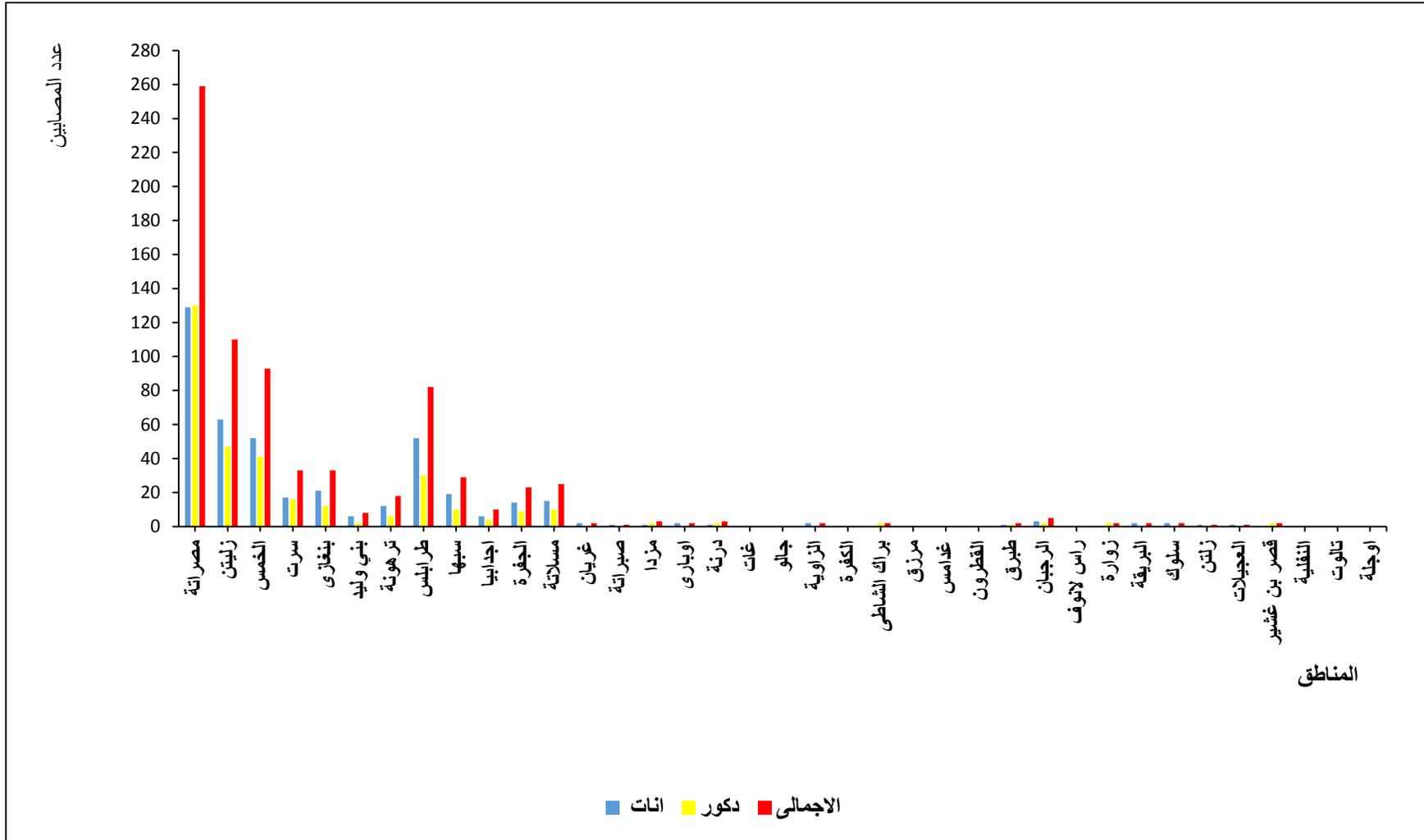
ولزيادة التوضيح قمنا بتمثيل أعداد المصابين بالأورام في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة الزمنية (2012-2017) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية كما بالأشكال من (3.4أ) إلى (3.4و).



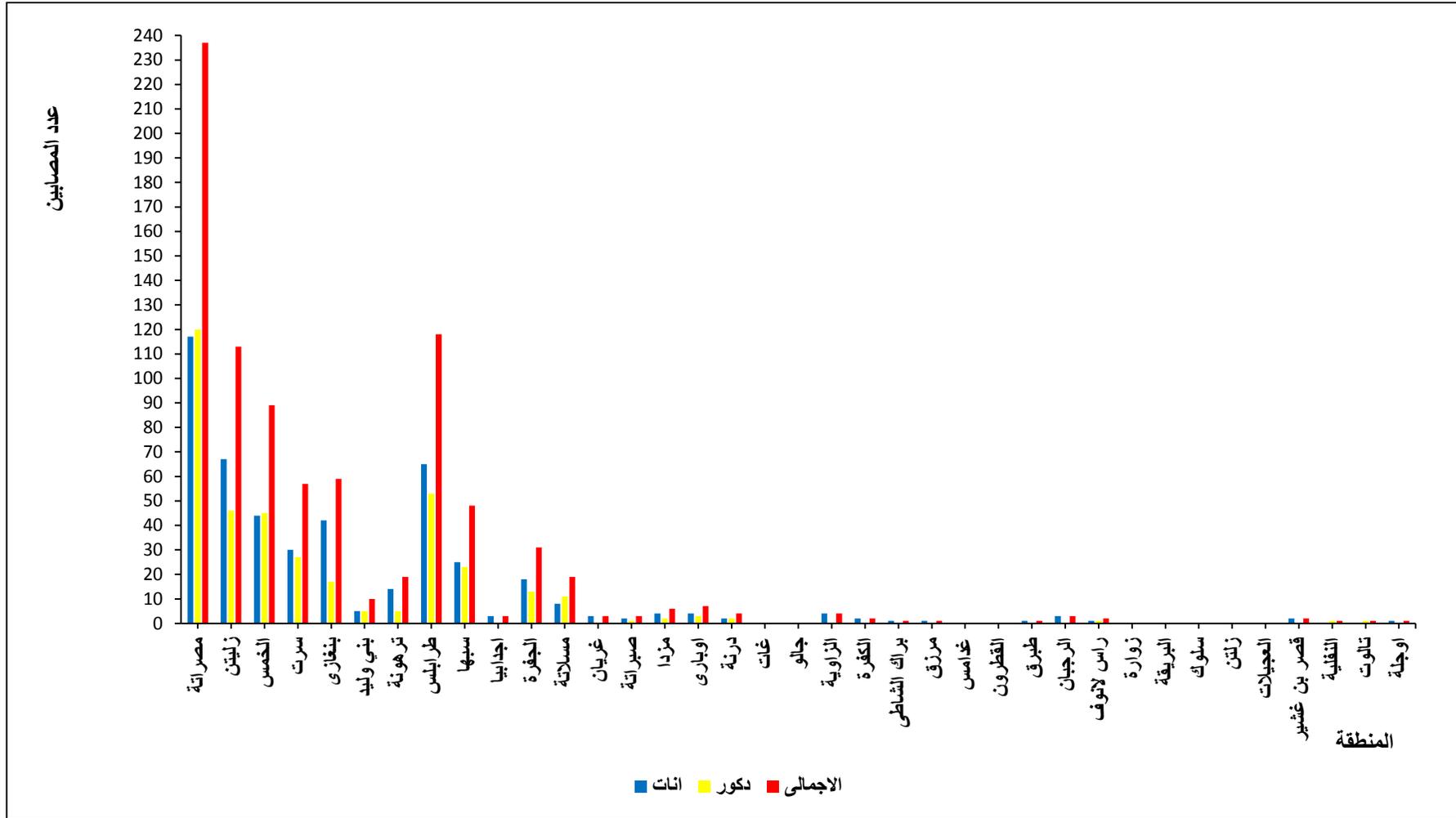
شكل (3.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2012) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.



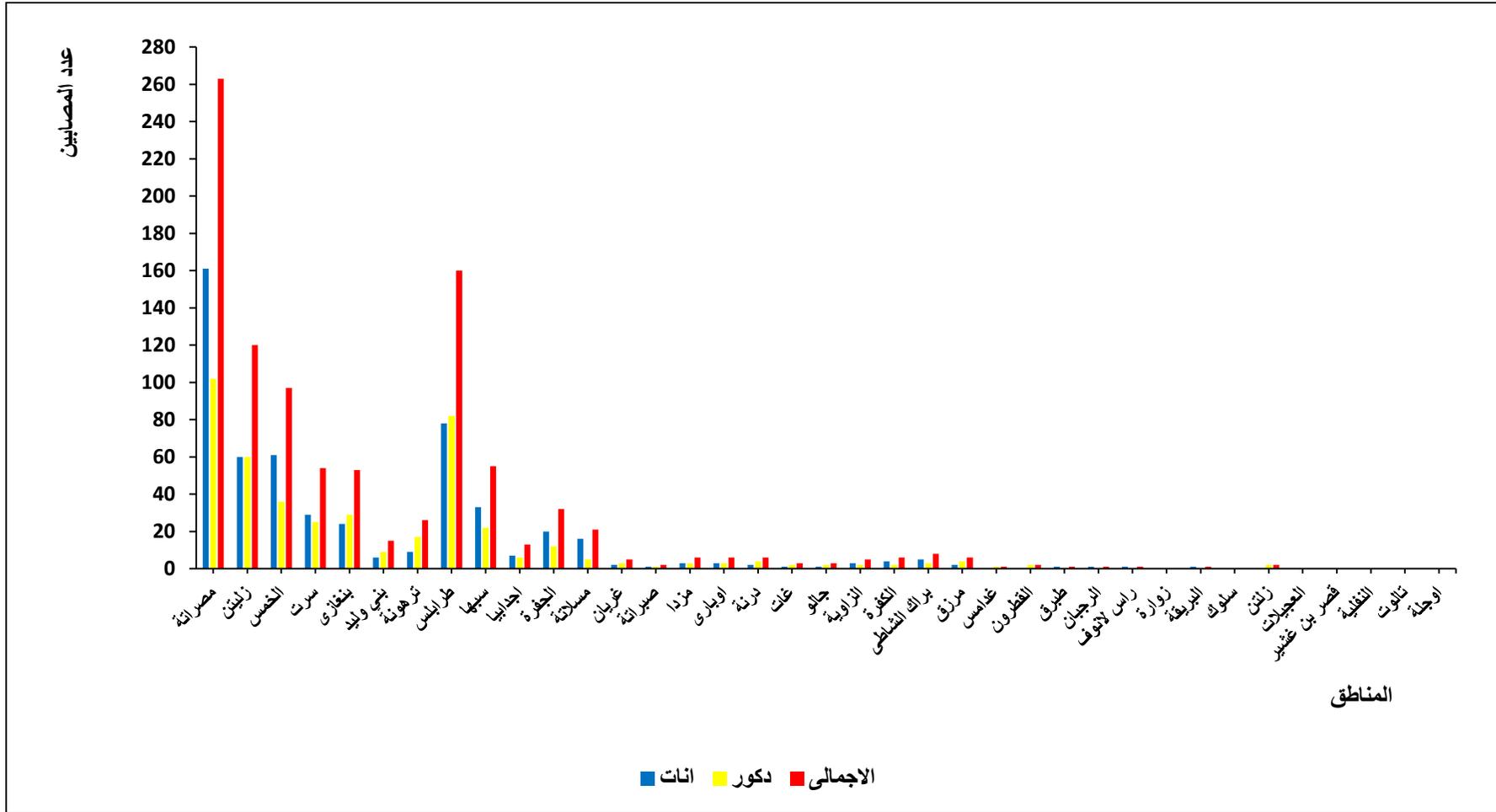
شكل (3.4ب) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2013) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.



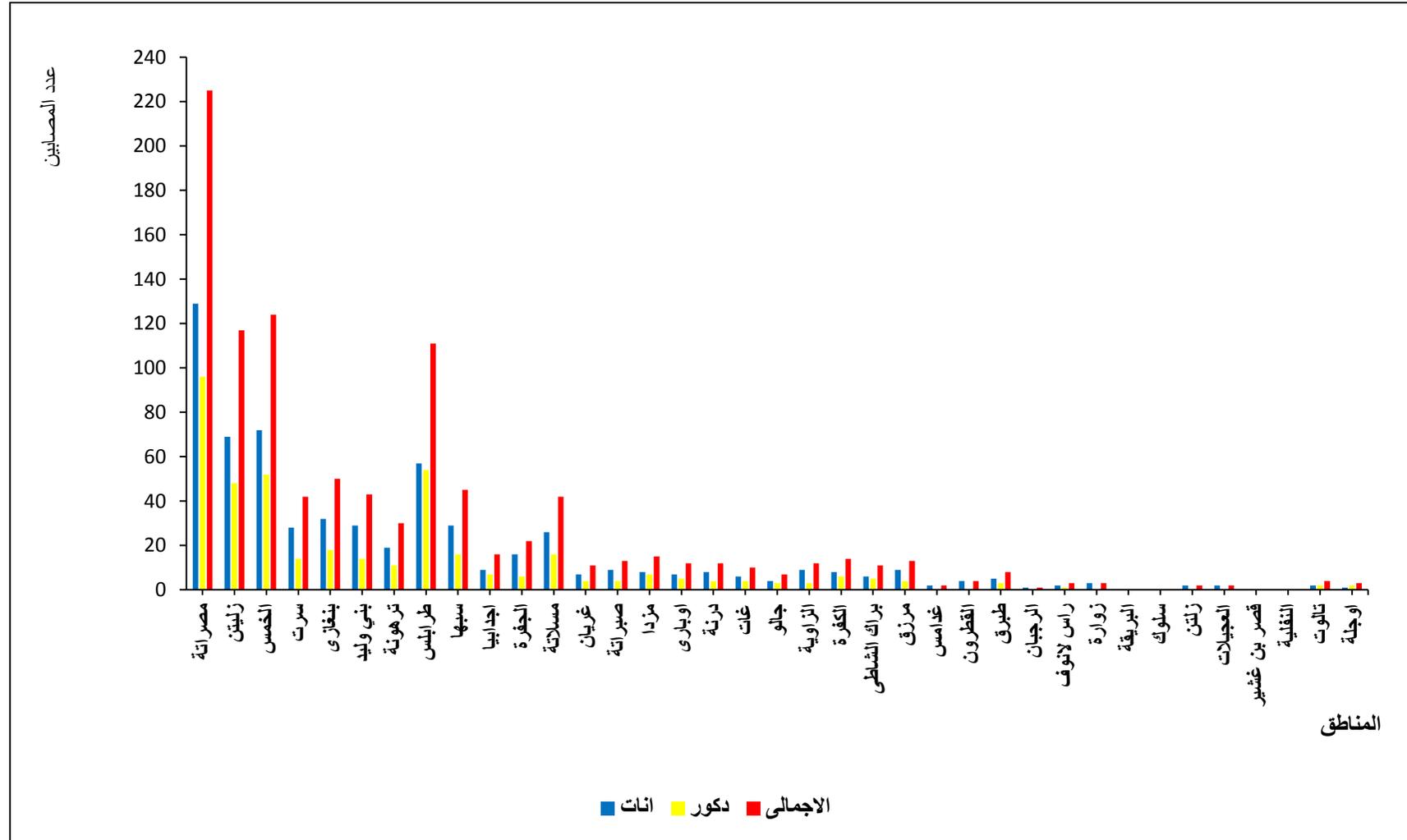
شكل (3.4ج) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2014) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.



شكل (3.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2015) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.



شكل (3.4هـ) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2016) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.

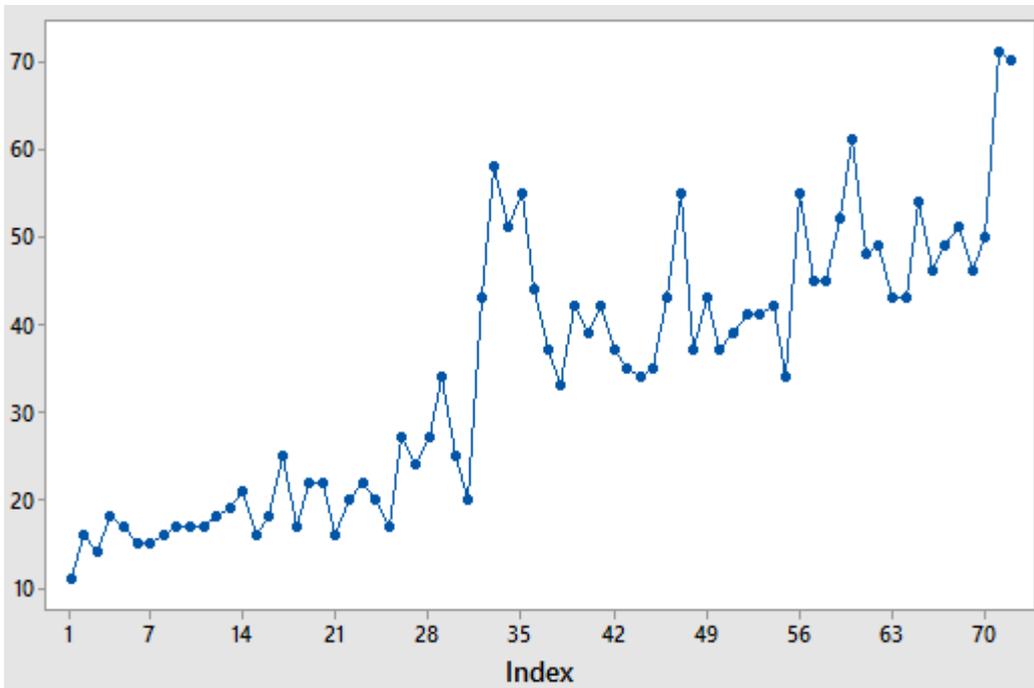


شكل (3.4) أعداد المصابين بالأورام السرطانية الجدد المسجلين في مركز مصراتة للأورام خلال سنة (2017) حسب المنطقة الجغرافية بالأعمدة البيانية.

بعد أن تم عرض المعلومات الوصفية والرسومات التوضيحية للبيانات وذلك لمعرفة طبيعة البيانات واستخلاص بعض النتائج سنقوم الآن بتحليل السلاسل الزمنية الثلاثة باستخدام أسلوب بوكس جنكز وذلك للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية لكل جنس على حدة والجنسين معاً في مركز مصراة للأورام لسنتي (2018، 2019).

5.4 سلسلة أعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية

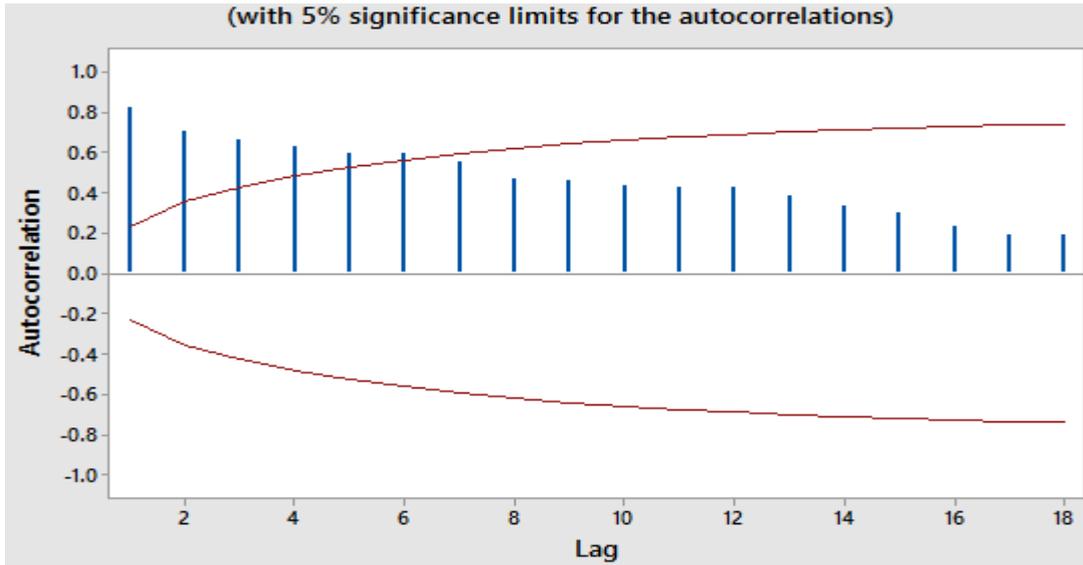
لنرمز $(Zf_{(t)})$ لأعداد الإناث المصابات عبر الزمن (t) ، ومن الجدول (1.4) نقوم بتمثيل أعداد الإناث المصابات بالمنحنى البياني لسلسلة الإناث كما بالشكل (4.4)، نلاحظ وجود اتجاه عام متزايد مع الزمن مما يمكن أن يدل على عدم استقرار السلسلة في المتوسط.



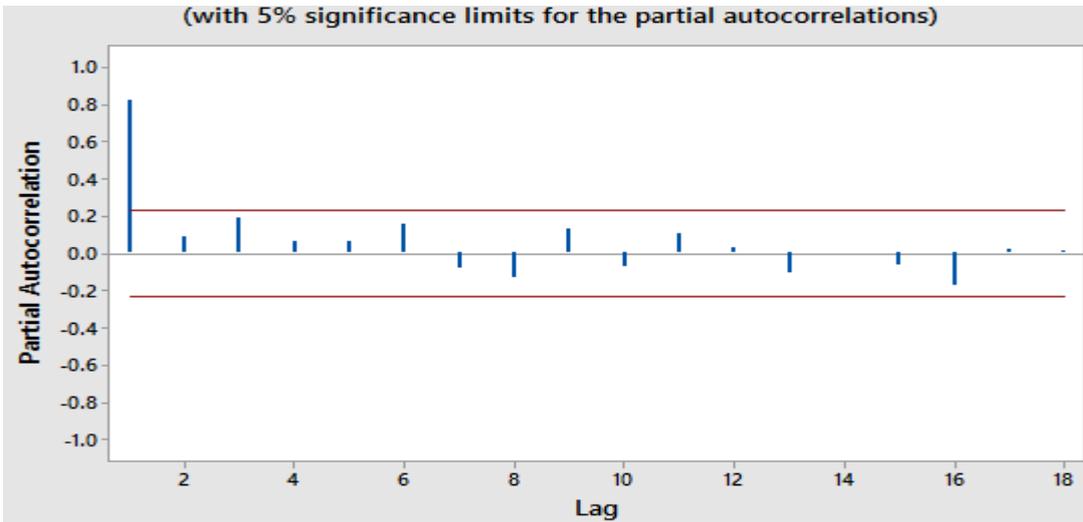
شكل (4.4) المنحنى البياني لأعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2017-2012). وللتأكد من عدم استقرار السلسلة نستعين برسم كل من دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي.

1.5.4 دراسة استقرارية سلسلة الإناث $(Zf_{(t)})$

لدراسة الاستقرارية نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي كما بالشكل (5.4أ) والارتباط الذاتي الجزئي كما بالشكل (5.4ب) لسلسلة الإناث $(Zf_{(t)})$.



شكل (5.4) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الإنانث $(Zf(t))$.



شكل (5.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الإنانث $(Zf(t))$

نلاحظ من خلال رسم دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $(Zf(t))$ خروج (15) نتوء (pic) من مجال الثقة، أي أن معاملات الارتباط الذاتي المحسوبة من أجل الفجوات $(k=1,2,\dots,15)$ تختلف معنوياً عن الصفر عند مستوى معنوية 5% وتتناقص ببطيء، وهذا دليل على عدم استقرار السلسلة، ولكي تكون السلسلة مستقرة يجب أن تكون جميع معاملات الارتباط الذاتي للعينة ضمن حدود فترة الثقة عند مستوى معنوية 5% وهي $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ ولإثبات ذلك نستعين باختبارات استقرار السلسلة وهي:

1- اختبار (Box-Ljung)

يستخدم اختبار (Box-Ljung) لدراسة المعنوية الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي كما هو موضح بالجدول (7.4).

جدول (7.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الإناث (Zf(t)).

Lag	ACF	LBQ
1	0.821620	50.66
2	0.704865	88.47
3	0.663874	122.51
4	0.626294	153.24
5	0.592478	181.15
6	0.559125	210.13
7	0.553962	235.29
8	0.468899	253.59
9	0.463285	271.74
10	0.432984	287.85
11	0.424051	303.56
12	0.426346	319.70
13	0.384279	333.04
14	0.332356	343.18
15	0.297738	351.47
16	0.232033	356.59
17	0.189781	360.08
18	0.193921	363.79

نلاحظ من الجدول (7.4) أن الإحصاءة (Q=363.79) والتي توافق آخر قيمة للعمود LBQ أكبر من القيمة الجدولية لكاي مربع عند مستوى معنوية 5% والموافق $\chi^2_{0.05,18} = 28.869$ ، ومنه نرفض فرض العدم القائل بأن كل معاملات الارتباط الذاتي تساوي الصفر ونقبل الفرض البديل، وهذا يعني أن سلسلة الإناث (Zf(t)) غير مستقرة.

2- اختبارات جذر الوحدة (Unit root tests)

يمكن اختبار عدم استقرار السلسلة (Zf(t)) من خلال اختبار ديكي فولر الموسع (ADF) واختبار فيليبس بيرون (P-P)؛ والجدول (8.4) يوضح نتائج هذه الاختبارات.

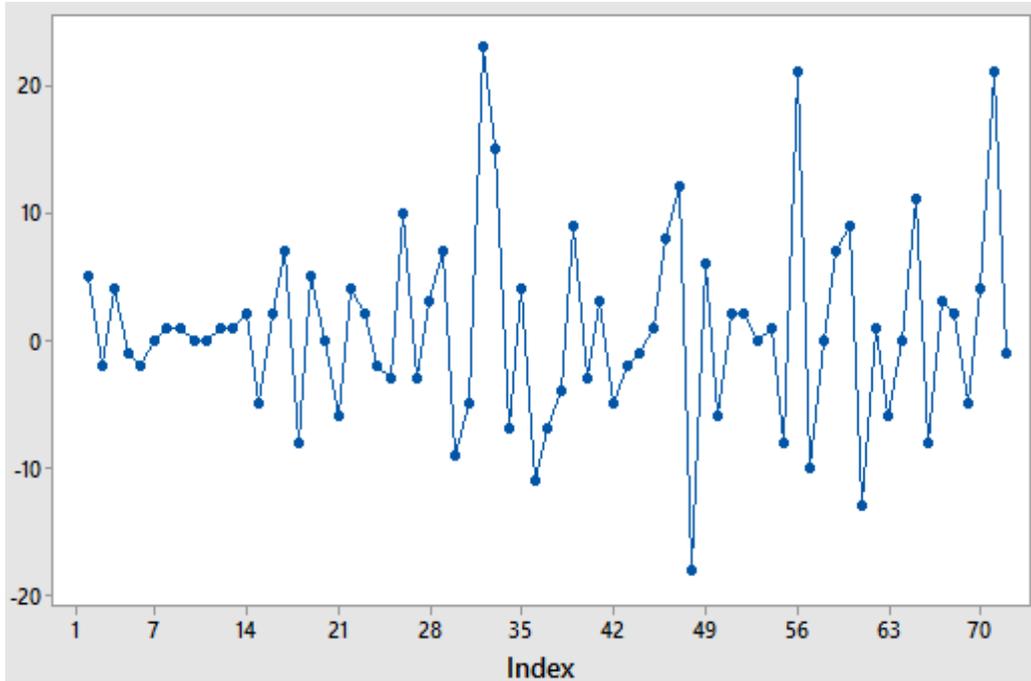
جدول (8.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الإناث ($Zf(t)$).

نوع الاختبار	نوع النموذج	القيمة المحسوبة	القيمة الجدولية عند مستوى معنوية 5%	القرار
اختبار ADF	النموذج (1)	0.180748	-1.945456	نقبل H_0
	النموذج (2)	-1.766649	-2.902953	(السلسلة غير مستقرة)
اختبار P-P	النموذج (1)	1.239403	-1.945456	نقبل H_0
	النموذج (2)	-1.372187	-2.902953	(السلسلة غير مستقرة)

حيث تشير كل من: النموذج (1): نموذج بدون ثابت، النموذج (2): نموذج بوجود ثابت. نلاحظ من الجدول (8.4) أن في اختبار ديكي فولر الموسع وكذلك اختبار فيليبس بيرون أن القيمة المطلقة للإحصاء المحسوبة للنموذجين أصغر من القيمة المطلقة الجدولية عند مستوى معنوية 5% وهذا يعني نقبل فرضية العدم ونرفض البديلة، وبالتالي نقر بوجود جذر الوحدة، وبالتالي فإن سلسلة الإناث ($Zf(t)$) تكون غير مستقرة، إن عدم استقرارية السلسلة ناتج عن وجود اتجاه عام متزايد مما يستوجب أخذ الفرق الأول لتحويل السلسلة ($Zf(t)$) إلى سلسلة فروقات من الدرجة الأولى.

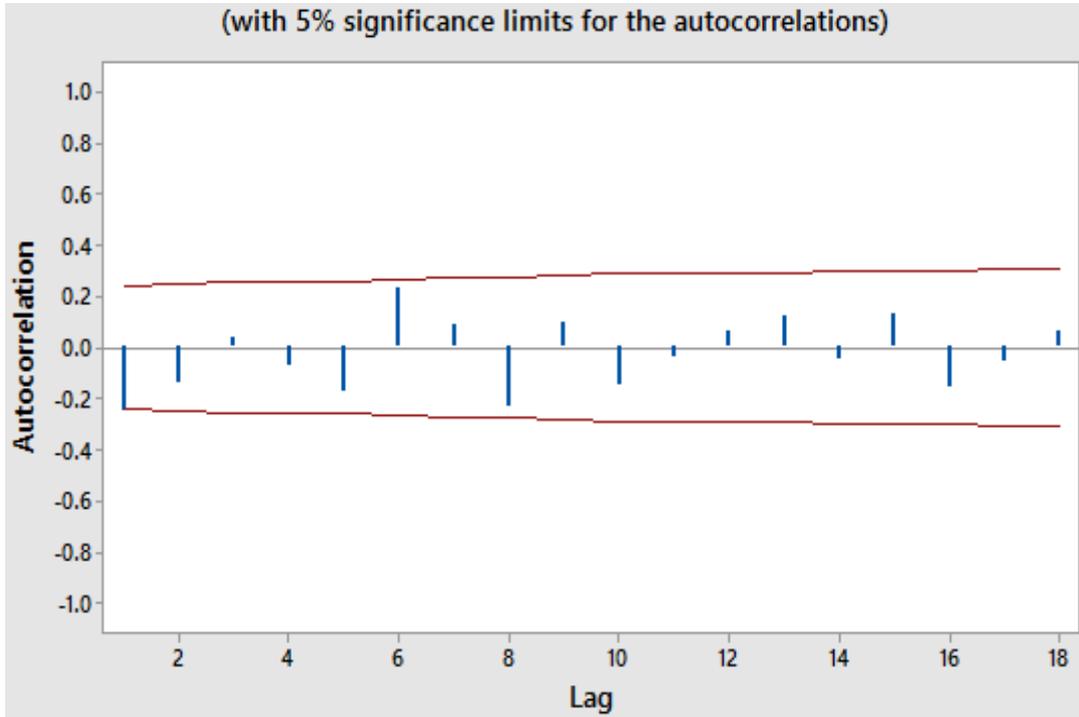
2.5.4 معالجة عدم استقرارية سلسلة الإناث ($Zf(t)$)

نقوم بأخذ الفروقات من الدرجة الأولى لسلسلة الإناث ($Zf(t)$) فنحصل على سلسلة الفروقات من الدرجة الأولى ونرمز لها بالرمز ($DZf(t)$) والمتمثلة في الشكل (6.4).

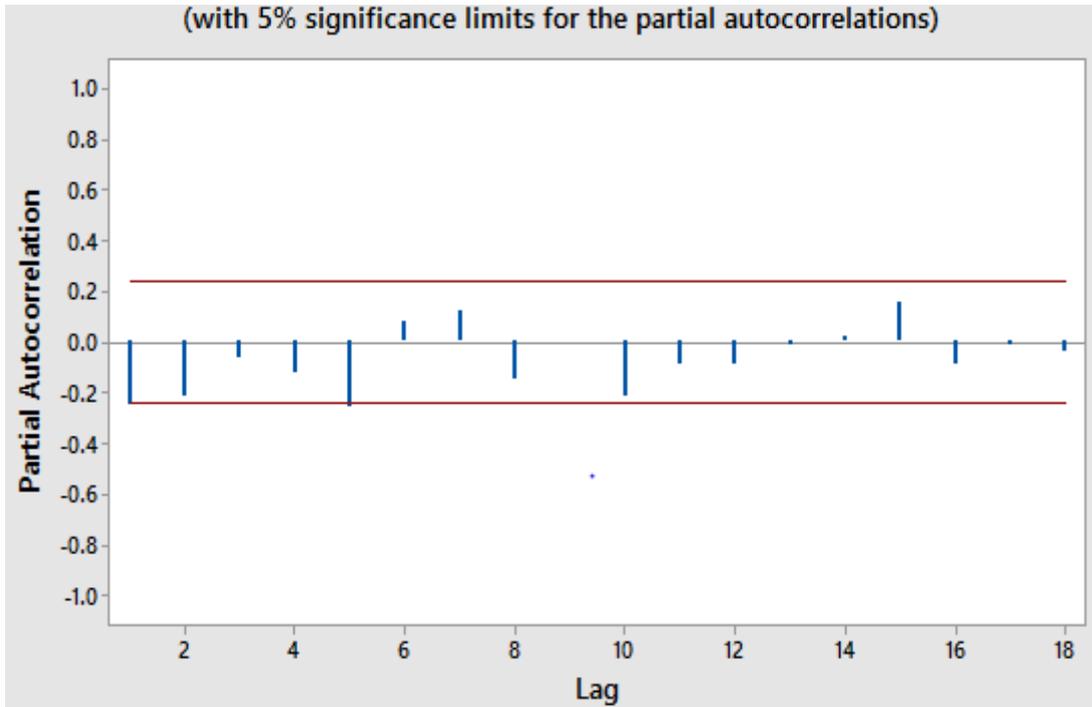


شكل (6.4) المنحنى البياني لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث ($DZf(t)$).

من خلال الشكل (6.4) نلاحظ أن المنحنى لسلسلة الفروقات للإناث $(DZf_{(t)})$ يتذبذب حول الصفر وهذا يمكن أن يدل على أن السلسلة مستقرة ولتأكيد ذلك يتم رسم دالتي الارتباط الذاتي كما بالشكل (7.4أ) والارتباط الذاتي الجزئي كما بالشكل (7.4ب).



شكل (7.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث $(DZf_{(t)})$.



شكل (7.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث $(DZf_{(t)})$.

نلاحظ من الشكلين (7.4أ) و(7.4ب) أن جميع معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي تقع داخل حدود فترة الثقة $(\mp \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ ما عدا الإزاحة الأولى، مما يدل على استقرار السلسلة، ويمكن التأكد من ذلك باستعمال اختبارات استقرارية السلسلة كالتالي:

1- اختبار (Box-Ljung)

يستخدم اختبار (Box-Ljung) لدراسة المعنوية الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي كما هو موضح بالجدول (9.4).

جدول (9.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث (DZf_t) .

Lag	ACF	LBQ
1	-0.246502	4.50
2	-0.142053	6.01
3	0.040036	6.14
4	-0.075365	6.58
5	-0.169679	8.84
6	0.234594	13.23
7	0.088887	13.87
8	-0.229716	18.21
9	0.095211	18.96
10	-0.152135	20.93
11	-0.039744	21.07
12	0.059880	21.38
13	0.1266354	22.81
14	-0.046494	23.01
15	0.132513	24.63
16	-0.155860	26.92
17	-0.055007	27.21
18	0.061202	27.58

نلاحظ من الجدول (9.4) أن الأحصاء المحسوبة (Q=27.58) والتي توافق آخر قيمة لعمود (LBQ) أصغر من القيمة الجدولية لكاي مربع عند مستوى معنوية 5% ($\chi^2_{0.05,18} = 28.869$)، وهذا يعني أن سلسلة الفروقات الأولى للإناث (DZf_(t)) يمكن أن تكون مستقرة.

2- اختبارات جذر الوحدة (Unit root tests)

نقوم باختبارات جذر الوحدة (P-P, ADF)، وتكون النتائج كما هي موضحة بالجدول (10.4).
جدول (10.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, p-p) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث (DZf_(t)).

نوع الاختبار	نوع النموذج	القيمة المحسوبة	القيمة الجدولية عند مستوى معنوية 5%	القرار
اختبار ADF السلسلة غير مستقرة: H ₀	النموذج (1)	-10.55161	-1.945525	نرفض H ₀ (السلسلة مستقرة)
	النموذج (2)	-10.62908	-2.903566	
اختبار P-P السلسلة غير مستقرة: H ₀	النموذج (1)	-11.74693	-1.945525	نرفض H ₀ (السلسلة مستقرة)
	النموذج (2)	-12.47213	-2.903566	

من خلال الجدول (10.4) نلاحظ أن كلاً من اختباري ديكي فولر الموسع وفيلبس بيرون أن القيمة المطلقة للأحصاء المحسوبة للنموذجين أكبر من القيمة المطلقة الجدولية، وهذا يعني رفض فرض عدم وقبول الفرض البديل، وبالتالي فإن السلسلة ليس لها جذر الوحدة وهي مستقرة. وبعد أن تم الاطمئنان على استقرارية سلسلة الإناث نقوم بتحديد النموذج الملائم للتنبؤ وفق أسلوب بوكس جنكنز.

3.5.4 تحديد النموذج الملائم باستخدام أسلوب بوكس جنكنز للإناث

يتم تحديد النموذج الملائم للبيانات وفق أسلوب بوكس جنكنز عبر الخطوات التالية:

1- التعرف عن النموذج

يقصد بالتعرف عن النموذج تحديد رتبته ونوعه، وبالاعتماد على كل من دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للإناث (DZ_f)، نلاحظ الشكلين (7.4أ) (7.4ب) أن كلاً منهما يسلك سلوك التناقص نحو الصفر، وأن دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تنقطع بعد الإزاحة (1)، وهذه الحالة توافق نموذج AR(1)، وكذلك دالة الارتباط الذاتي (ACF) تنقطع بعد الإزاحة الأولى (1) وهي الحالة التي توافق نموذج MA(1)؛ وبناء على ما سبق يمكن اقتراح ثلاثة نماذج وهي ((ARIMA(1,1,0), ARIMA(0,1,1), ARIMA(1,1,1))؛ ولزيادة التأكيد تم استخدام بعض المعايير لتحديد النموذج الأفضل (الأكثر ملاءمة) من بين خمسة عشر نموذجاً قريبة في الدرجة من النماذج المقترحة كما هو موضح بالجدول (11.4).

جدول (11.4) نتائج تطبيق مجموعة من المعايير على مجموعة من النماذج لتحديد الأفضل بينها لسلسلة الإناث.

النموذج	المعيار			
	R-Squared	BIC	RMSE	MAPE
ARIMA(1,1,0)	0.766	4.160	7.316	14.316
ARIMA(2,1,0)	0.778	4.183	7.179	14.321
ARIMA(3,1,0)	0.779	4.252	7.212	14.451
ARIMA(0,1,1)	0.777	4.114	7.151	14.085
ARIMA(0,1,2)	0.799	4.083	6.830	15.046
ARIMA(0,1,3)	0.803	4.183	6.814	14.587
ARIMA(1,1,1)	0.804	4.059	6.750	14.674
ARIMA(1,1,2)	0.806	4.126	6.773	14.000
ARIMA(1,1,3)	0.805	4.205	6.836	13.740
ARIMA(2,1,1)	0.805	4.126	6.773	13.954
ARIMA(2,1,2)	0.810	4.177	6.742	13.819
ARIMA(2,1,3)	0.805	4.280	6.887	13.764
ARIMA(3,1,1)	0.804	4.209	6.851	14.833
ARIMA(3,1,2)	0.805	4.281	6.891	14.017
ARIMA(3,1,3)	0.831	4.212	6.461	13.564

نلاحظ من الجدول (11.4) أنه وفق معيار (BIC) أن أفضل نموذج هو ARIMA(1,1,1) حيث كانت قيمته (4.059)، وهي أصغر قيمة من بين جميع النماذج، وبالعودة إلى النماذج الثلاثة المقترحة نلاحظ أن النموذج ARIMA(1,1,1) هو النموذج الأفضل من بينها وفق أغلب المعايير في الجدول السابق، حيث كانت قيمة (R-squared=0.804) هي أكبر قيمة من بين النماذج المقترحة، وكذلك قيمة المعايير (BIC=4.059, RMSE=6.750) هي الأصغر من بين النماذج المقترحة وبالتالي فإن النموذج الملائم للبيانات هو النموذج ARIMA(1,1,1)؛ وتكون صيغته الرياضية كما يلي:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

2- تقدير معالم النموذج ARIMA(1,1,1)

يتم تقدير معالم النموذج بالاستعانة ببرنامج (MINITAB) كما هو موضح بالجدول (12.4).

جدول (12.4) نتائج تقدير معالم النموذج ARIMA(1,1,1).

TYPE	Coef	SE Coef	T	P-value
AR 1	0.4915	0.1266	3.88	0.000
MA 1	0.9678	0.0675	14.35	0.000
Constant	0.33145	0.05337	6.21	0.000

بعد أن تم اختيار النموذج وتقدير معالمه يمكن كتابته في صيغته النهائية كما يلي:

$$Z_t = 0.3145 + 0.4915Z_{t-1} + a_t - 0.9678a_{t-1}$$

3- اختبار ملاءمة النموذج

لكي يكون النموذج جيداً وملائماً للبيانات ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ لابد من إجراء بعض الاختبارات والفحوصات عليه، وهي كما يلي:

أ- اختبار معنوية معالم النموذج

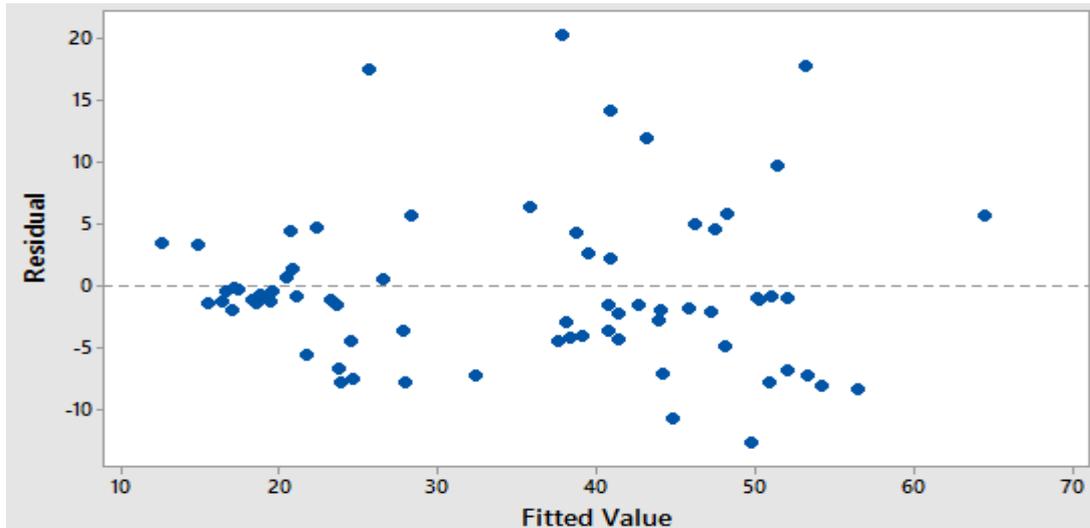
نلاحظ من الجدول (12.4) أن قيمة (P-value) لكل المعالم تساوي الصفر، مما يؤكد معنوية تلك المعالم، حيث كانت معلمة الارتباط الذاتي (AR) $(\phi_1 = 0.4915)$ ، وكذلك معلمة المتوسطات المتحركة $(\theta_1 = 0.9678)$ ، وكذلك الثابت $(\phi_0 = 0.33145)$ ، وبالتالي فإن للنموذج ARIMA(1,1,1) معالمه معنوية (تختلف عن الصفر) فهو جيد ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ.

ب- تحليل البواقي

يشمل تحليل البواقي ما يلي:

1- رسم البواقي

الشكل (8.4) يوضح انتشار البواقي.



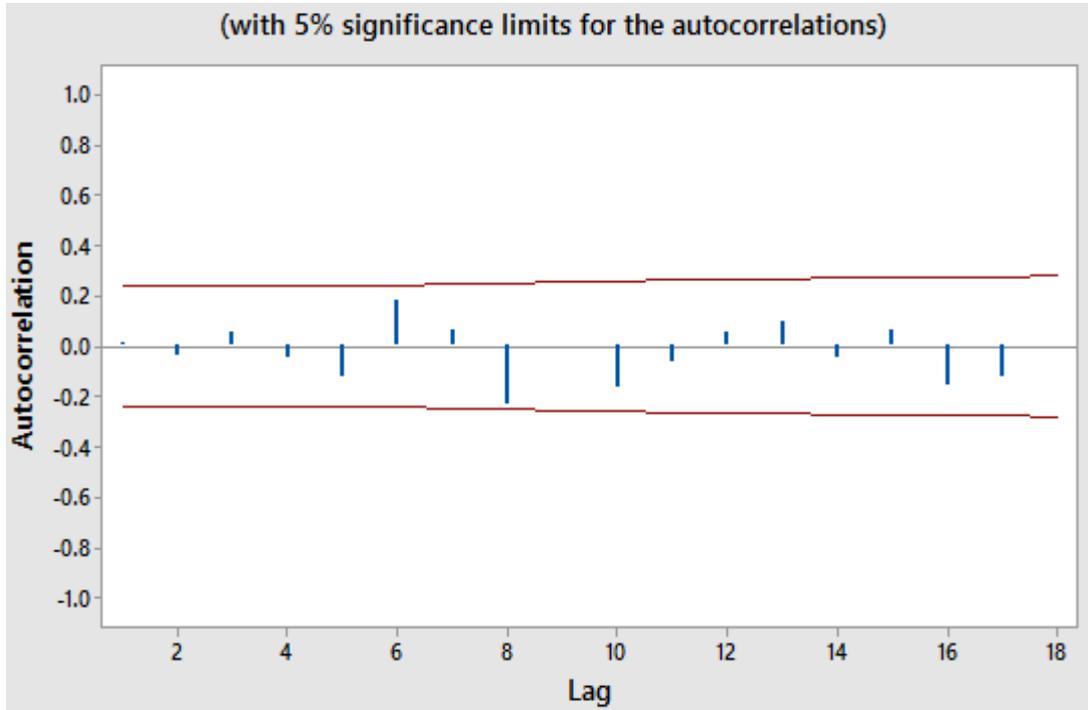
شكل (8.4) انتشار البواقي لنموذج ARIMA(1,1,1) لسلسلة الإنات.

نلاحظ من الشكل (8.4) أن البواقي تتأرجح بتشتت ثابت حول الصفر، ونلاحظ أيضاً أنها عشوائية خالية من أي أنماط منتظمة، وعليه فإن النموذج $ARIMA(1,1,1)$ جيد وملائم.

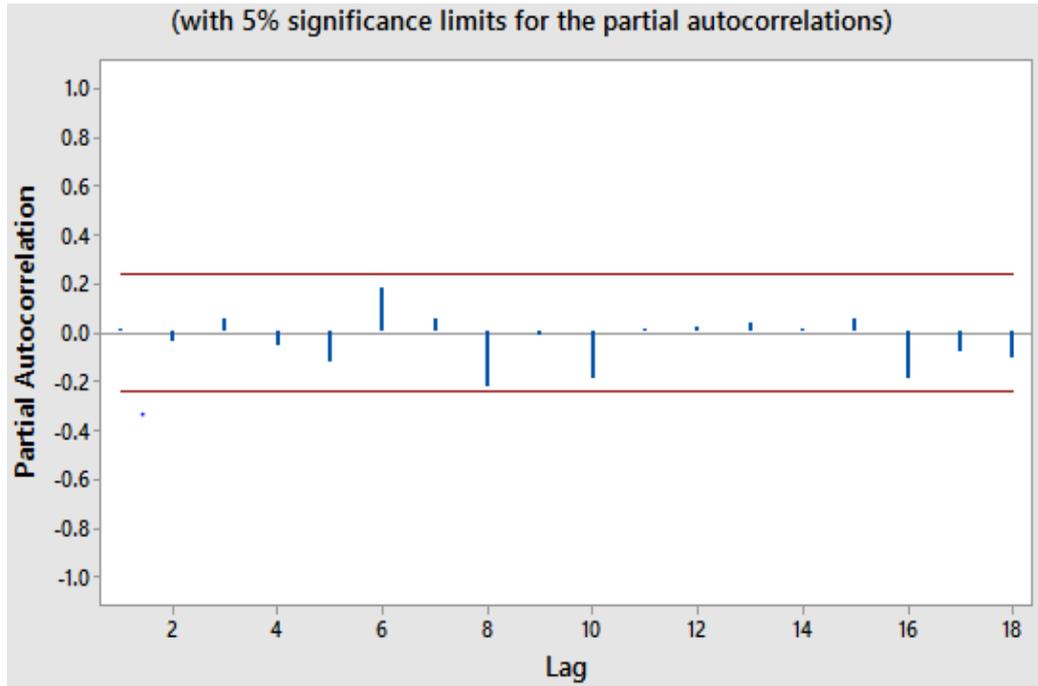
2- تحليل الارتباط الذاتي للبواقي

يتم تحليل الارتباط الذاتي للبواقي بطريقتين كما يلي:

(أ) الطريقة الأولى: وتعتمد هذه الطريقة على حدود الثقة للارتباطات الذاتية للبواقي المقدرة (\hat{a}_t) والتي يجب أن تقع بين الحدين $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ باحتمال (0.95)، فإذا تحقق ذلك فإن النموذج جيد وملائم، ولمعرفة ذلك نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي للبواقي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي كما بالشكلين (أ9.4) و(ب9.4).



شكل (أ9.4) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للإناث.



شكل (9.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة البواقي للإناث.

نلاحظ من الشكلين (9.4أ) و(9.4ب) أن سلسلة البواقي مستقرة حيث أن معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي تقع جميعها داخل فترة الثقة $\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}}$ باحتمال (0.95)، وهذا يدل على أن البواقي عشوائية وأن النموذج ملائم ويمكن استخدامه في التنبؤ.

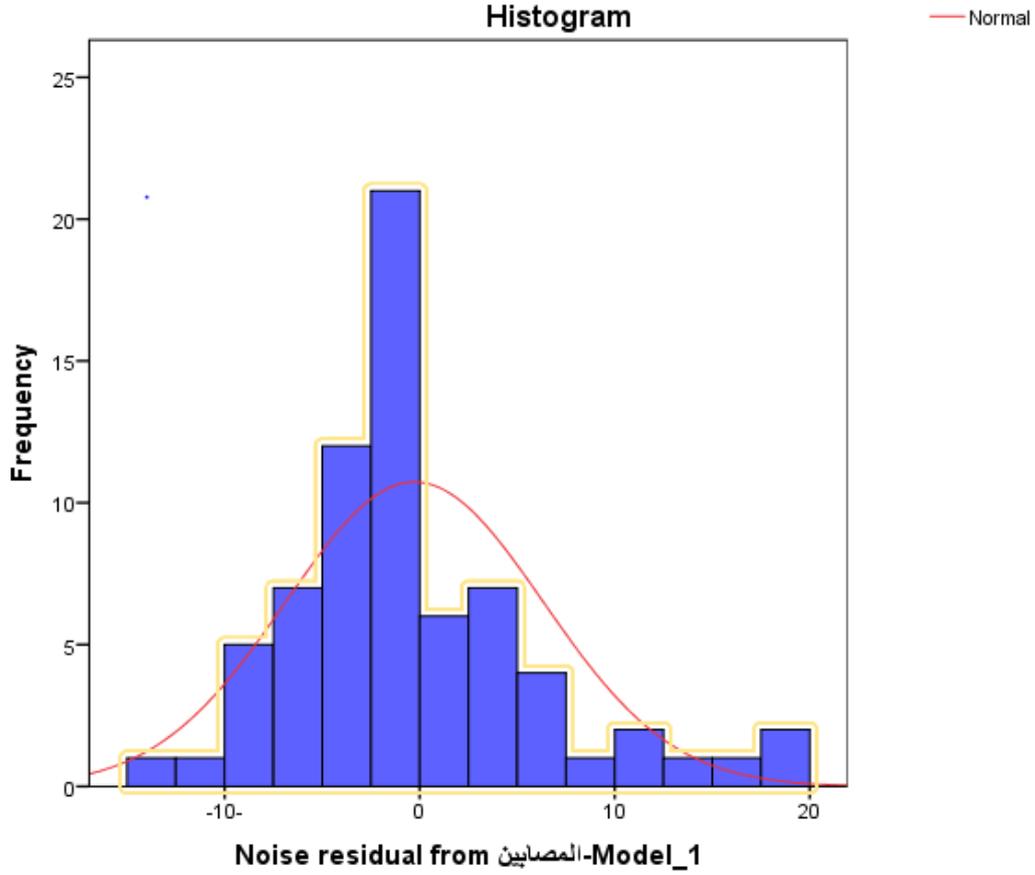
(ب) الطريقة الثانية: تعتمد هذه الطريقة على اختبار (Box-Ljung) لاختبار عشوائية البواقي، وتكون كما بالجدول (13.4).

جدول (13.4) اختبار عشوائية البواقي لنموذج ARIMA(1,1,1) لسلسلة الإناث.

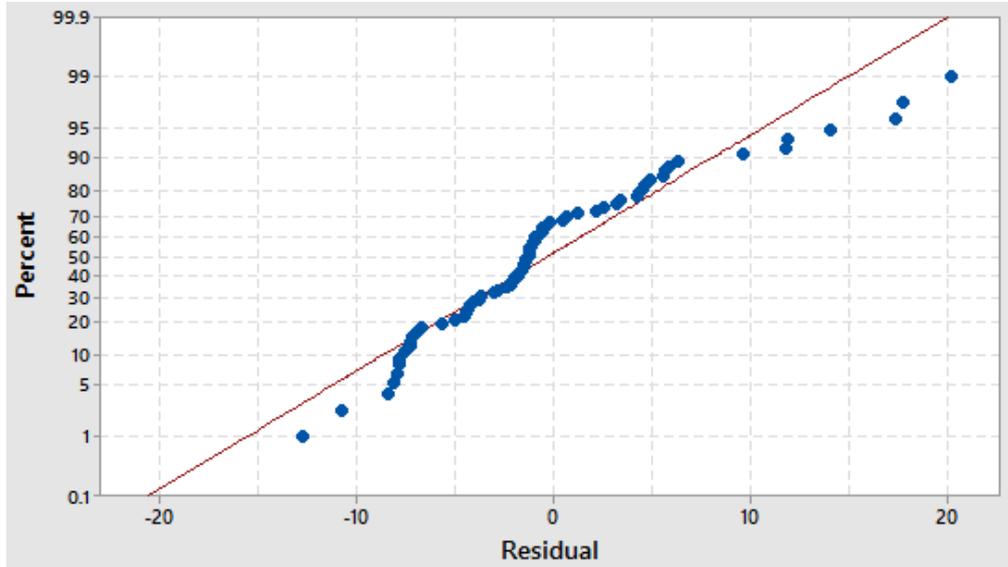
Ljung-BoxQ(18)			Number of Outliers
Statistic	DF	Sig	
17.524	16	0.352	0

نلاحظ أن Sig=0.352 وهي أكبر من مستوى معنوية 5%، وبهذا نقبل فرضية عدم القائلة بأن جميع معاملات الارتباط الذاتي بالبواقي تساوي الصفر، وهذا يعني أنه لا توجد أنماط في سلسلة البواقي، وبالتالي فهي عشوائية، وعليه فإن النموذج ملائم وجيد.

3- رسم المدرج التكراري والتوزيع الطبيعي للبقايا



شكل (10.4) المدرج التكراري لسلسلة البقاي للإناث.



شكل (11.4) التوزيع الطبيعي لسلسلة البقاي للإناث.

من الشكل (10.4) و الشكل (11.4) يمكن أن نقول بأن سلسلة البقاي غير طبيعية تماماً، وبالاعتماد على رسم سلسلة البقاي وتحليل الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبقاي حيث كانت البقاي

عشوائية ومستقلة ولا تحتوي على أنماط منتظمة وكذلك كانت معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبقايا مستقلة وتقع داخل حدود فترة الثقة $\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}}$ وهذا يعني أن السلسلة تحاكي تشويشاً أبيضاً وعليه فإن النموذج جيد وملئم ويمكن الاعتماد عليه في عملية التنبؤ.

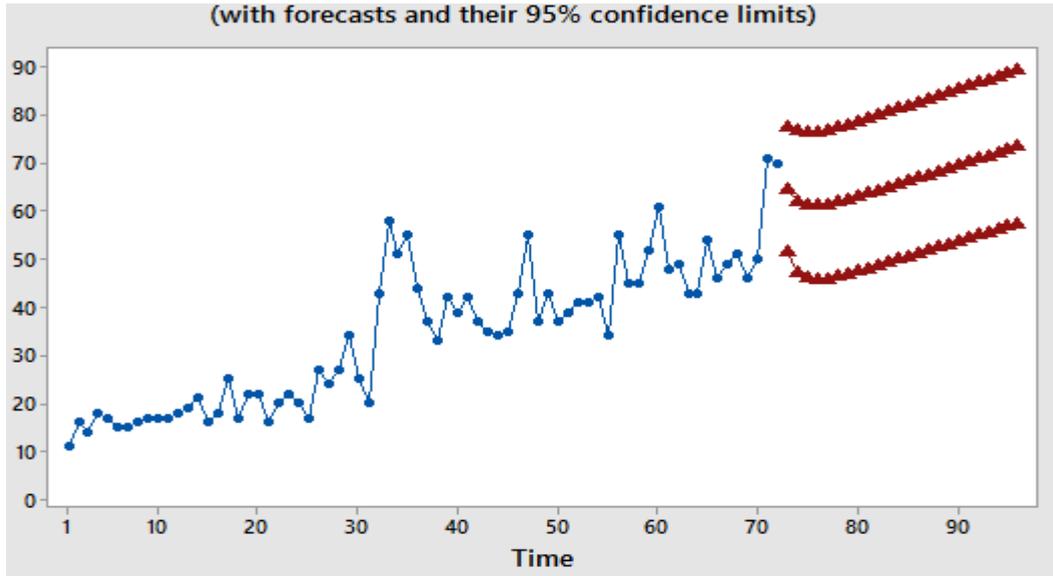
4- التنبؤ

بعد اختيار وتقدير النموذج واختبار مدى جودته يمكننا التنبؤ لسنتين قادمتين (2018-2019) بما يعرف بالتنبؤ خارج العينة وبناء فترة الثقة (95%) لهذه القيم كما موضح بالجدول (14.4).

جدول (14.4) نتائج التنبؤ بالعدد المتوقع للإناث المصابات بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام لسنتي (2018، 2019) وفق نموذج ARIMA(1,1,1).

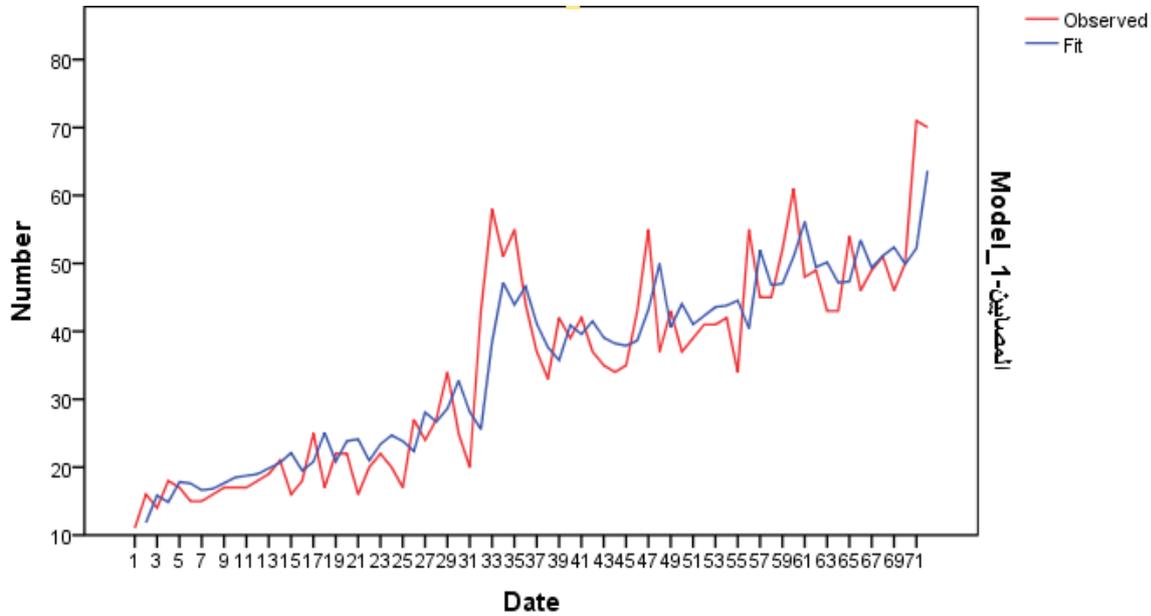
السنوات						الشهر
فترة الثقة 95%		التنبؤ لسنة 2019	فترة الثقة 95%		التنبؤ لسنة 2018	
الحد الأعلى	الحد الأدنى		الحد الأعلى	الحد الأدنى		
82	51	66	78	51	64	يناير
83	51	67	77	47	62	فبراير
83	52	68	76	46	61	مارس
84	52	68	77	46	61	أبريل
85	53	69	77	46	61	مايو
85	54	70	77	46	62	يونيو
86	54	70	78	47	62	يوليو
87	55	71	79	47	63	أغسطس
87	56	71	79	48	64	سبتمبر
88	56	72	80	49	64	أكتوبر
89	57	73	81	49	65	نوفمبر
89	57	73	81	50	66	ديسمبر
		838			755	الإجمالي

والشكل (12.4) يوضح القيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام خلال الفترة (2018، 2019).



شكل (12.4) القيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد الإناث المصابات بالأورام السرطانية.

من خلال الشكل (12.4) نلاحظ أن القيم التنبؤية خارج العينة متناسقة مع القيم الأصلية من حيث الاتجاه مما يدل على كفاءة وجوده النموذج. وكذلك يمكن إثبات مدى جودة وكفاءة النموذج من خلال مدى تقارب القيم المتنبئ بها داخل العينة من القيم الأصلية بما يعرف بالتنبؤ داخل العينة، كما هو موضح بالشكل (13.4).

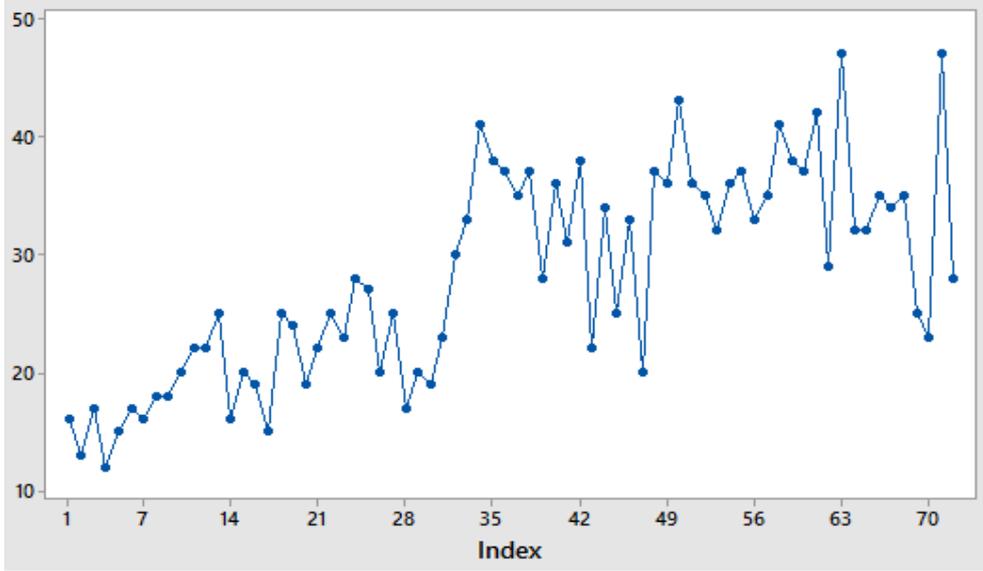


شكل (13.4) يوضح القيم الأصلية لسلسلة الإناث والقيم المتنبئ بها داخل العينة المقابلة لها خلال الفترة (2012-2017).

من خلال الشكل (13.4) نلاحظ مدى تقارب القيم المتنبئ بها داخل العينة من القيم الأصلية، وهذا ما تؤكد قيمة معامل التحديد (R-Squared) والتي بلغت (0.804).

6.4 سلسلة أعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية

لنرمز $(Zm_{(t)})$ لأعداد الذكور المصابين عبر الزمن t .

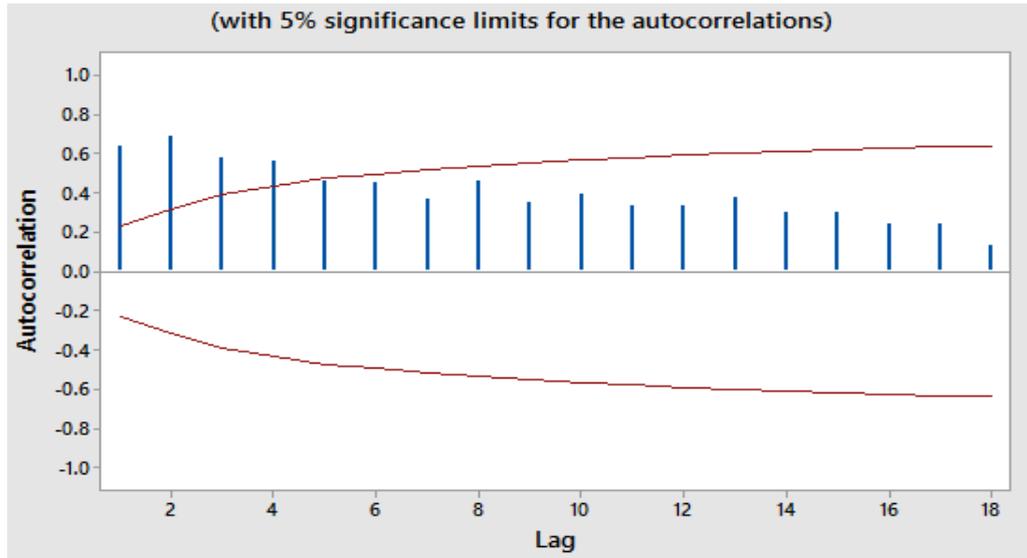


شكل (14.4) المنحنى البياني لأعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراثة للأورام خلال الفترة (2012-2017).

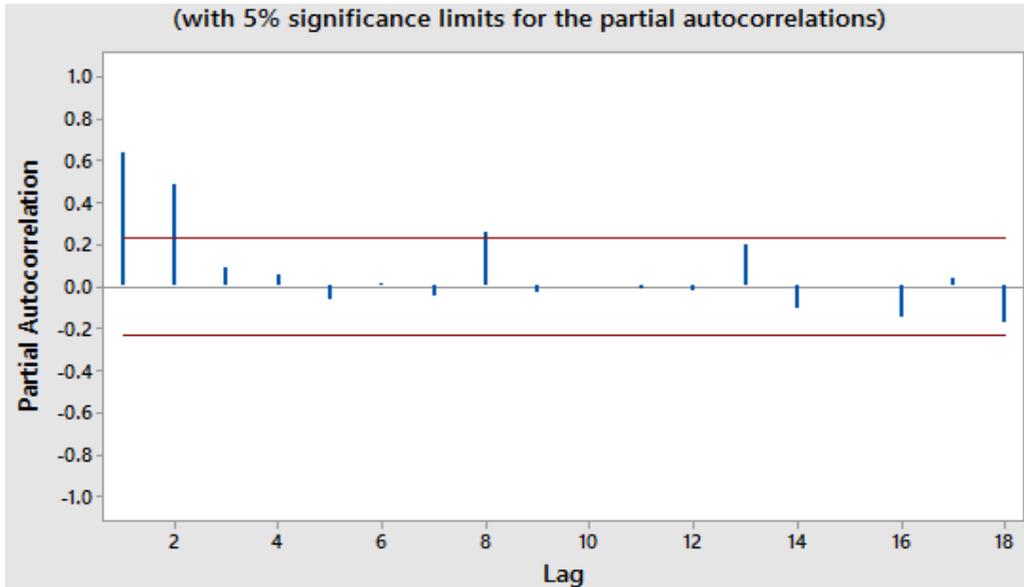
من خلال الشكل (14.4) يمكن ملاحظة أن أعداد الذكور المصابين يزداد مع زيادة الزمن، وهذا يعني وجود اتجاه عام متزايد، ومن هذا الاتجاه العام المتزايد يمكن استنتاج أن السلسلة غير مستقرة في المتوسط.

1.6.4 دراسة استقرارية سلسلة الذكور المصابين $(Zm_{(t)})$

من خلال المنحنى البياني السابق يمكن ملاحظة أن السلسلة $(Zm_{(t)})$ غير مستقرة في المتوسط، ولتأكيد هذا الاستنتاج نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لهذه السلسلة، وتكون كما بالشكلين (15.4أ) و(15.4ب).



شكل (15.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الذكور $(Z_{m(t)})$.



شكل (15.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الذكور $(Z_{m(t)})$.

من خلال رسم دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $(Z_{m(t)})$ نلاحظ أن معظم معاملات الارتباط الذاتي تقع خارج حدود فترة الثقة $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ ، مما يدل على أنها مختلفة معنوياً عن الصفر مما يمكن أن يدل على عدم استقرار السلسلة، وللتأكد من هذه النتيجة نقوم باختبارات استقرار السلسلة كالتالي:

1- اختبار (Box-Ljung)

يستخدم (Box-Ljung) لاختبار المعنوية الكلية لمعاملات الارتباط الذاتي كما موضح بالجدول (15.4).

جدول (15.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الزكور (Zm_t) .

Lag	ACF	LBQ
1	0.637612	30.51
2	0.692671	67.03
3	0.575620	92.61
4	0.561359	117.30
5	0.462769	134.33
6	0.450482	150.72
7	0.363589	161.55
8	0.463466	179.43
9	0.346899	189.61
10	0.390001	202.68
11	0.331512	212.28
12	0.337543	222.40
13	0.374650	235.07
14	0.296784	243.17
15	0.300081	251.58
16	0.241450	257.13
17	0.243507	262.87
18	0.133921	264.64

من نتائج الاختبار نلاحظ أن الإحصاءة (LBQ=264.64) وهي أكبر من القيمة الجدولية لكاي مربع $(\chi^2_{0.05,18} = 28.869)$ ، وعليه نرفض فرض العدم (H_0) ونقبل الفرض البديل (H_1) ، وبالتالي فإن السلسلة غير مستقرة.

2- اختبارات جذر الوحدة

لزيادة التأكيد نقوم بإجراء اختبارات جذر الوحدة على السلسلة (Zm_t) وتكون النتائج كما بالجدول (16.4).

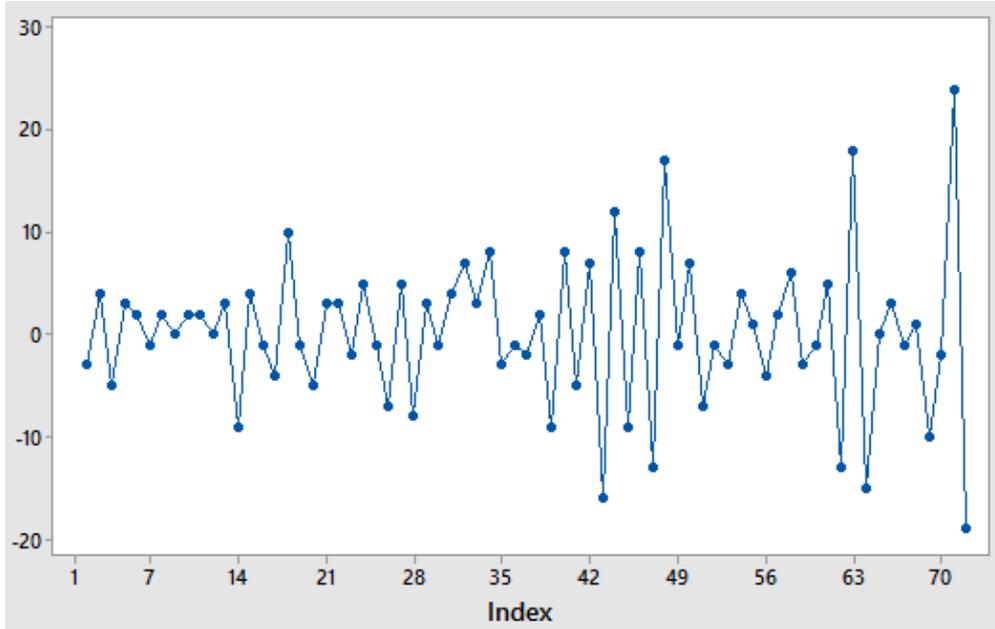
جدول (16.4) نتائج اختبار جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الذكور $(Zm_{(t)})$.

نوع الاختبار	نوع النموذج	القيمة المحسوبة	قيمة الجدولية عند مستوى 5%	القرار
اختبار ADF	النموذج (1)	0.141732	-1.945525	نقبل H_0
	النموذج (2)	-2.129357	-2.903566	(السلسلة غير مستقرة)
اختبار (P-P)	النموذج (1)	-0.492498	-1.945456	نقبل H_0
	النموذج (2)	-3.774041	-2.902953	(السلسلة غير مستقرة)

من خلال الجدول (16.4) نستنتج أن سلسلة الذكور $(Zm_{(t)})$ تحتوي على جذر الوحدة وبالتالي فهي غير مستقرة، وعدم الاستقرار ناتج عن وجود اتجاه عام كما ذكرنا سابقاً.

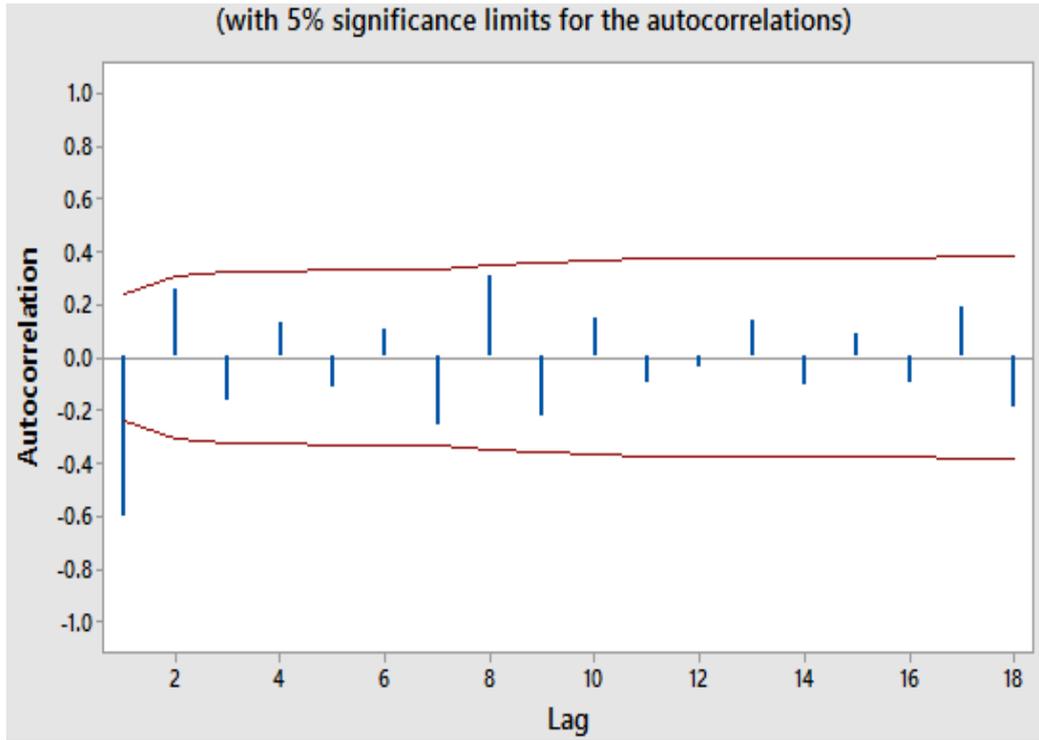
2.6.4 معالجة عدم الاستقرار لسلسلة الذكور $(Zm_{(t)})$

من الاختبارات السابقة لاستقرارية السلسلة اتضح لنا أن للسلسلة اتجاه عام متزايد، وهذا يعني أنها غير مستقرة في المتوسط، ولإزالة عدم الاستقرار في المتوسط نقوم بأخذ الفرق الأول لسلسلة الذكور $(Zm_{(t)})$ ، وبذلك نحصل على سلسلة الفروقات الأولى للذكور ونرمز لها بالرمز $(DZm_{(t)})$ ، والشكل (16.4) يوضح المنحنى البياني لها.

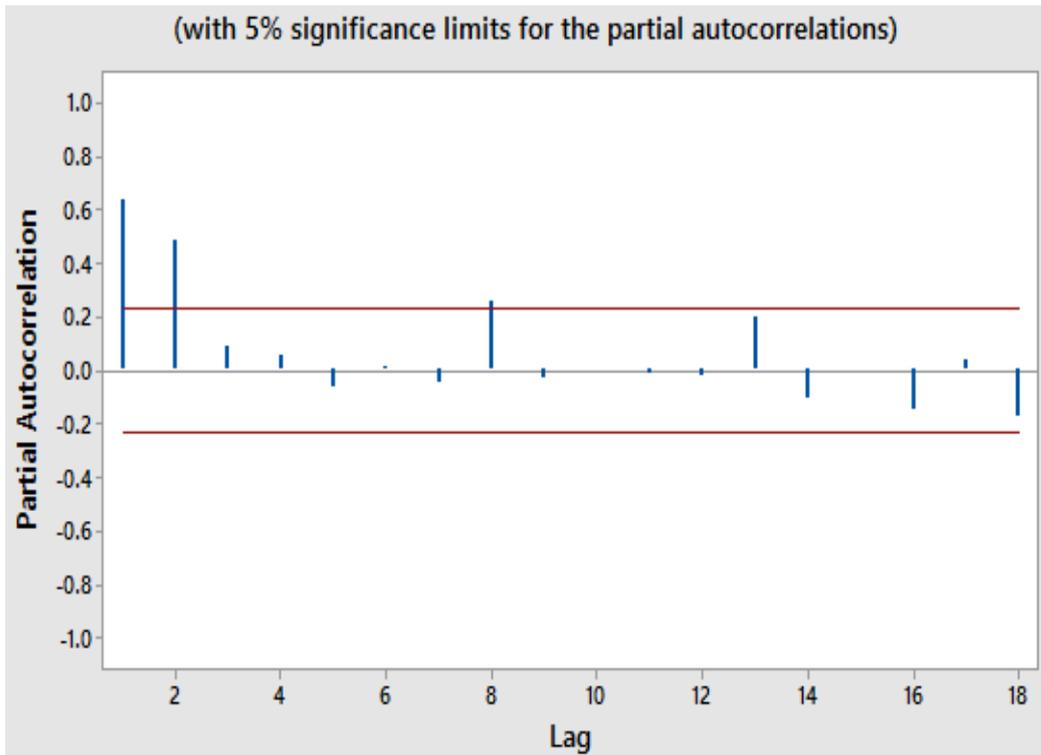


شكل (16.4) المنحنى البياني لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور $(DZm_{(t)})$.

من الشكل (16.4) نلاحظ أن سلسلة الفروقات $(DZm_{(t)})$ لا يوجد بها اتجاه عام مما يمكن أن يدل على استقرار السلسلة، ولتأكيد ذلك نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي كما بالشكلين (17.4أ) و(17.4ب).



شكل (17.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور.



شكل (17.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور (DZm).

من خلال دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الذكور $(DZm_{(t)})$ نلاحظ أن معظم معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل حدود فترة الثقة $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ ما عدا الإزاحة الأولى والثانية،

وعليه فإن السلسلة (DZm_t) يمكن أن تكون مستقرة؛ ولتأكيد هذه النتيجة نقوم باختبارات استقرارية السلسلة كما يلي:

1- اختبار (Box-Ljung)

يستخدم اختبار (Box-Ljung) لدراسة المعنوية الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي كما هو موضح بالجدول (17.4).

جدول (17.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور (DZm_t) .

Lag	ACF	LBQ
1	-0.608340	27.40
2	0.258222	32.41
3	-0.163308	34.44
4	0.129379	35.74
5	-0.118182	36.83
6	0.102889	37.68
7	-0.261991	43.24
8	0.309324	51.11
9	-0.223436	55.28
10	0.151013	57.22
11	-0.093125	57.97
12	-0.035884	58.08
13	0.135663	59.73
14	-0.104777	60.73
15	0.084673	61.39
16	-0.100284	62.34
17	0.190394	65.82
18	-0.190409	69.36

من خلال نتائج اختبار (BOX-Ljung) نلاحظ أن معظم معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل فترة الثقة $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ ما عدا الإزاحة الأولى والثانية، وكذلك الإزاحة السابعة والثامنة، مما يوحي باستقرارية السلسلة.

2- اختبارات جذر الوحدة (Unit root tests)

نقوم بإجراء اختبارات جذر الوحدة على السلسلة $(DZm_{(t)})$ وتكون النتائج كما بالجدول (18.4).
جدول (18.4) نتائج اختبار جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للذكور $(DZm_{(t)})$.

نوع الاختبار	نوع النموذج	القيمة المحسوبة	قيمة الجدولية عند مستوى 5%	القرار
اختبار ADF السلسلة غير مستقرة: H_0	النموذج (1)	-17.15588	-1.945525	نرفض H_0 (السلسلة مستقرة)
	النموذج (2)	-17.11202	-2.903566	
اختبار (P-P) السلسلة غير مستقرة: H_0	النموذج (1)	-19.11684	-1.945525	نرفض H_0 (السلسلة مستقرة)
	النموذج (2)	-19.80004	-2.903566	

من الجدول (18.4) نلاحظ أن القيمة المطلقة المحسوبة لإحصاء الاختبار لكل من ديكي فولر وفيليبس بيرون للنموذجين أكبر من القيمة المطلقة الجدولية المقابلة لها عند مستوى معنوية 5%، وهذا يدل على عدم وجود جذر وحدة، وبالتالي فإن السلسلة مستقرة.
بعد الاطمئنان على استقرار السلسلة $(DZm_{(t)})$ يمكن تحديد النموذج الملائم للبيانات وفق أسلوب بوكس جنكز.

3.6.4 تحديد النموذج الملائم باستخدام أسلوب بوكس جنكز للذكور

يتم تحديد النموذج الملائم للبيانات بأسلوب بوكس جنكز عبر الخطوات التالية:

1- التعرف على النموذج

بالاعتماد على الشكلين (17.4أ) و(17.4ب) اللذان يمثلان دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي للسلسلة $(DZm_{(t)})$ نلاحظ أن كلاً منهما يسلك سلوك التناقص نحو الصفر، وأن دالة الارتباط الجزئي (PACF) تنقطع بعد الإزاحة الثانية، وهذه الحالة توافق نموذج $AR(2)$ ، وكذلك دالة الارتباط الذاتي (ACF) تنقطع بعد الإزاحة الأولى، وهذه الحالة توافق النموذج $MA(1)$ ، وبناء على ما سبق يمكن اقتراح ثلاث نماذج هي $ARIMA(2,1,1)$ ، $ARIMA(1,1,1)$ ، $ARIMA(2,1,2)$ ، ولزيادة التأكيد تم استخدام بعض المعايير لتحديد النموذج الأفضل (الأكثر ملاءمة) من بين خمسة عشر نموذجاً قريبة في الدرجة من النماذج المقترحة كما هو موضح بالجدول (19.4).

جدول (19.4) نتائج تطبيق مجموعة من المعايير على مجموعة من النماذج لتحديد الأفضل بينها لسلسلة الذكور.

النموذج	المعيار			
	R-Squared	BIC	RMSE	MAPE
ARIMA(1,1,0)	0.577	3.697	5.804	15.599
ARIMA(2,1,0)	0.588	3.753	5.793	15.591
ARIMA(3,1,0)	0.589	3.818	5.806	15.570
ARIMA(0,1,1)	0.596	3.652	5.673	16.587
ARIMA(0,1,2)	0.597	3.723	5.706	16.517
ARIMA(0,1,3)	0.642	3.679	5.416	15.390
ARIMA(1,1,1)	0.588	3.745	5.768	15.628
ARIMA(1,1,2)	0.600	3.792	5.732	15.751
ARIMA(1,1,3)	0.637	3.770	5.500	15.931
ARIMA(2,1,1)	0.644	3.674	5.403	15.191
ARIMA(2,1,2)	0.644	3.750	5.447	15.439
ARIMA(2,1,3)	0.642	3.830	5.500	15.377
ARIMA(3,1,1)	0.645	3.747	5.438	15.249
ARIMA(3,1,2)	0.647	3.817	5.466	15.357
ARIMA(3,1,3)	0.642	3.906	5.440	15.346

من خلال الجدول (19.4) نلاحظ أن النموذج ARIMA(2,1,1) هو الأفضل من بين النماذج الثلاثة المقترحة، حيث كانت له أكبر قيمة وفق معيار (R-squared=0.644) وأقل قيمة وفق المعايير (BIC=3.674, RMSE=5.403, MAPE=15.191)، وبالتالي فإن النموذج ARIMA(2,1,1) هو النموذج الأفضل والأكثر ملائمة للبيانات؛ وتكون صيغته الرياضية على النحو التالي:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

2- تقدير معالم النموذج ARIMA(2,1,1)

تم تقدير معالم النموذج ARIMA(2,1,1) كما بالجدول (20.4).

جدول (20.4) نتائج تقدير معالم النموذج ARIMA(2,1,1).

TYPE	Coef	SE Coef	T	P-value
AR 1	-1.6383	0.1080	-15.17	0.000
AR 2	-0.6600	0.1016	-6.49	0.000
MA	-0.9595	0.0764	-12.57	0.000
Constant	0.992	1.355	0.73	0.466

بعد اختيار النموذج واختبار معالمه تكون صيغة النموذج النهائية على النحو التالي:

$$Z_t = 0.922 + (-1.6383)Z_{t-1} + (-0.6600)Z_{t-2} + a_t - (-0.9595)a_{t-1}$$

3- اختبار ملائمة النموذج

لكي يكون النموذج جيداً وملائماً للبيانات ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ لا بد من إجراء بعض الاختبارات والفحوصات عليه، وهي كما يلي:

(أ) اختبار معنوية معالم النموذج

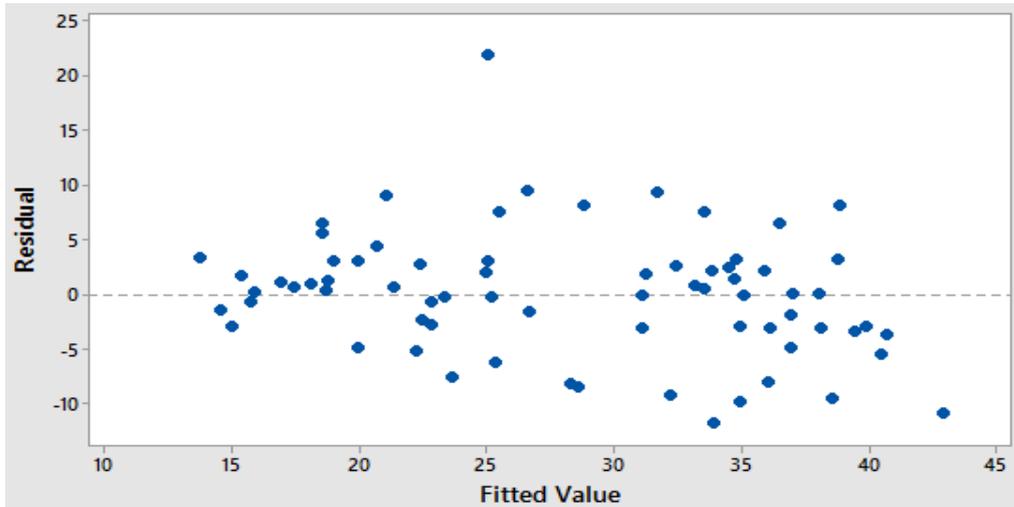
نلاحظ من الجدول (20.4) أن قيمة (P-value) تساوي الصفر مما يؤكد معنوية تلك المعالم التي كانت معلمتي الانحدار الذاتي $(\phi_1 = -1.6383, \phi_2 = -0.6600)$ ، وكذلك معلمة المتوسطات المتحركة $(\theta_1 = -0.9595)$ ، وبالتالي فإن النموذج ARIMA(2,1,1) معالمه معنوية (تختلف عن الصفر)، وعليه فهو جيد ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ.

(ب) تحليل البواقي

يشمل تحليل البواقي ما يلي:

(1) رسم البواقي

الشكل (18.4) يوضح انتشار البواقي.



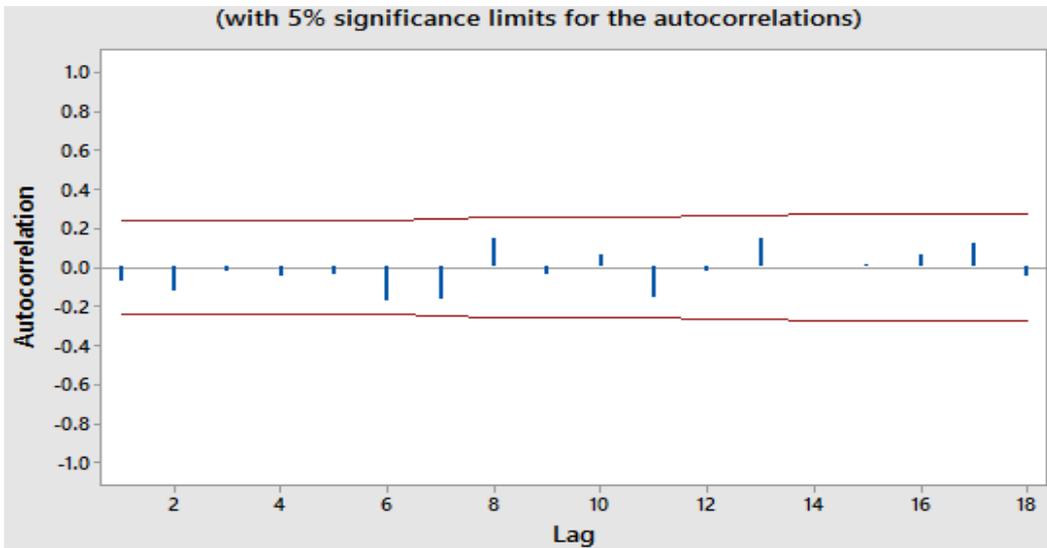
شكل (18.4) انتشار البواقي للنموذج ARIMA(2,1,1) للذكور.

نلاحظ أن البواقي تتأرجح بتشتت ثابت حول الصفر، ونلاحظ أيضاً أنها عشوائية خالية من أي أنماط منتظمة، وعليه فإن النموذج $ARIMA(2,1,1)$ جيد وملائم للبيانات.

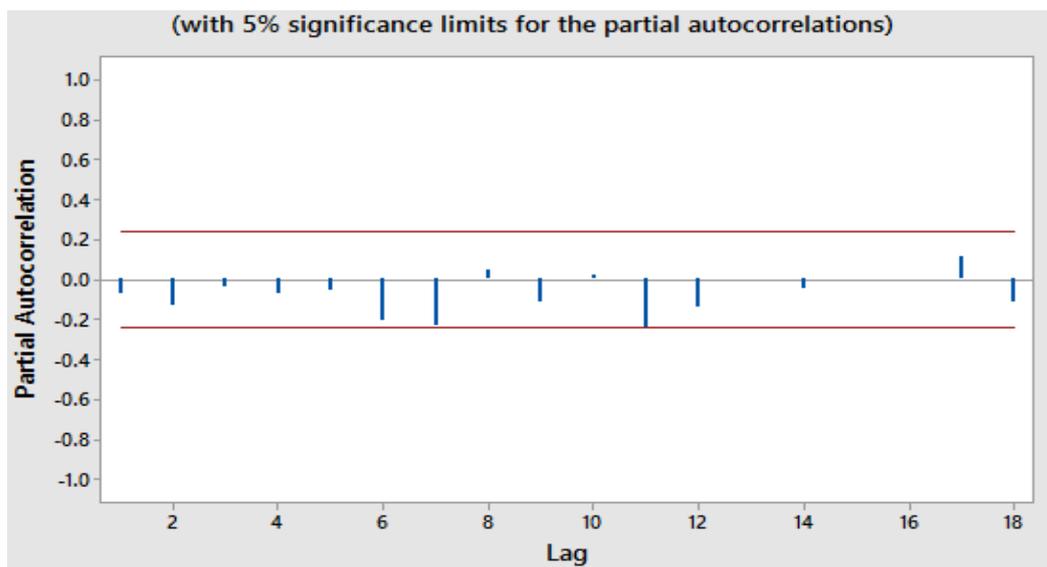
(2) تحليل الارتباط الذاتي للبواقي

يتم تحليل الارتباط الذاتي للبواقي بطريقتين كما يلي:

(أ) الطريقة الأولى: وتعتمد هذه الطريقة على حدود الثقة للارتباطات الذاتية للبواقي المقدره (\hat{a}_t) ، والتي يجب أن تقع بين الحدين $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ باحتمال 95%، فإذا تحقق ذلك فإن النموذج جيد وملائم؛ ولمعرفة ذلك نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي كما بالشكلين (19.4أ) و(19.4ب) على الترتيب.



شكل (19.4أ) دالة الارتباط الذاتي للبواقي للذكور.



شكل (19.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي للذكور.

نلاحظ من الشكلين (19.4أ) و(19.4ب) أن سلسلة البواقي مستقرة، حيث أن معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي تقع جميعها داخل فترة الثقة $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ باحتمال 95%، وهذا يدل على أن البواقي عشوائية وأن النموذج ملائم وجيد ويمكن استخدامه في التنبؤ.

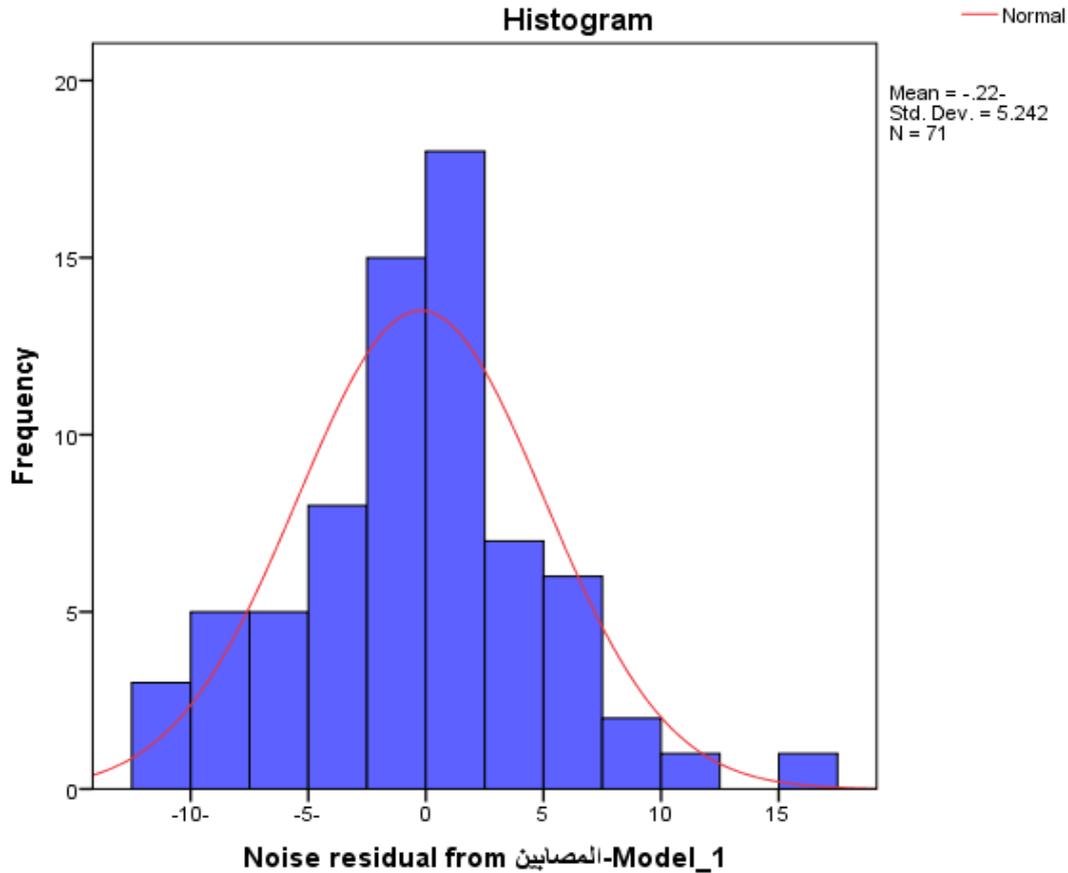
(ب) الطريقة الثانية: تعتمد هذه الطريقة على اختبار (Box-Ljung) لاختبار عشوائية البواقي، وتكون كما بالجدول (21.4).

جدول (21.4) اختبار عشوائية بواقي النموذج ARIMA(2,1,1) لسلسلة المذكور.

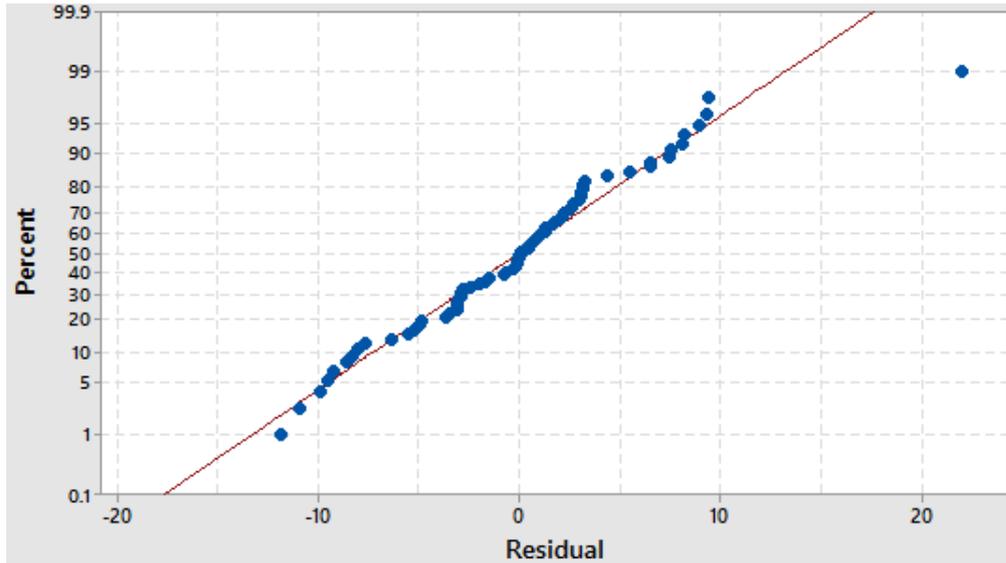
Ljung-BoxQ(18)			Number of Outliers
Statistic	DF	Sig	
13.216	15	0.586	0

نلاحظ أن (Sig=0.586) وهي أكبر من مستوى معنوية 5%، وبهذا نقبل فرض العدم القائل بأن معاملات الارتباط الذاتي للبواقي تساوي الصفر، وهذا يعني أنه لا توجد أي أنماط في سلسلة البواقي، وبالتالي فهي عشوائية، وبالتالي فإن النموذج ملائم وجيد.

3- رسم المدرج التكراري والتوزيع الطبيعي للبواقي



شكل (20.4) المدرج التكراري لسلسلة البواقي للذكور.



شكل (21.4) التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي للذكور.

من الشكل (20.4) نلاحظ أن المدرج التكراري يبدو متناظراً بعض الشيء؛ ومن خلال الشكل (21.4) نستطيع القول بأن البواقي طبيعية تقريباً.

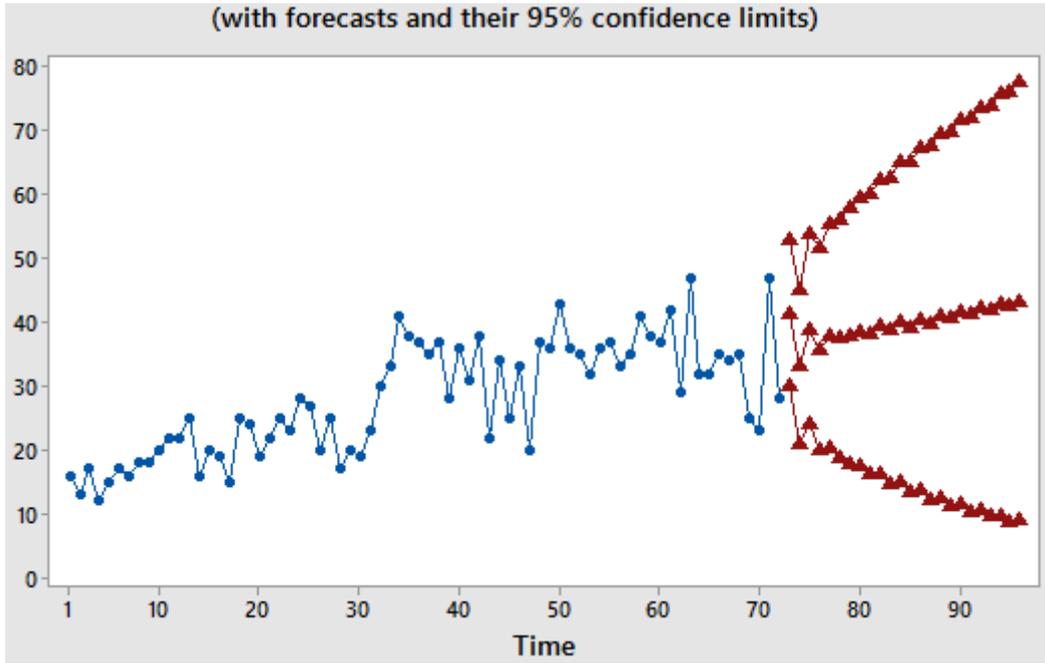
4-التنبؤ

بعد اختيار وتقدير النموذج واختبار مدى جودته يمكننا التنبؤ لسنتين قادمتين (2018، 2019) بما يعرف بالتنبؤ خارج العينة وبناء فترة ثقة 95% لهذه القيم كما هو موضح بالجدول (22.4).

جدول (22.4) نتائج التنبؤ بالعدد المتوقع للذكور المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام لسنتي (2018، 2019) وفق نموذج $ARIMA(2,1,1)$.

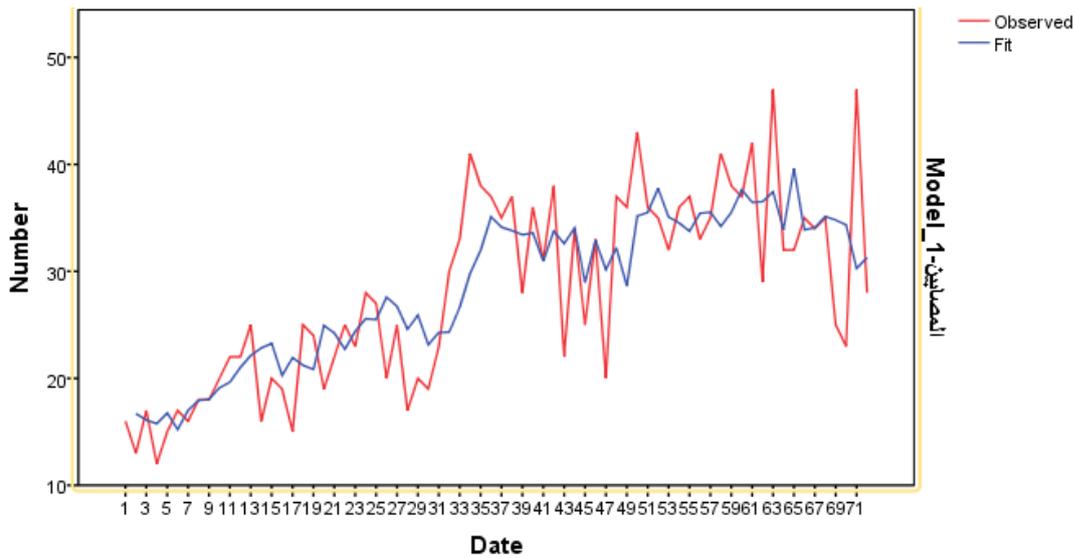
السنوات					التنبؤ لسنة 2018	الشهر
فترة الثقة 95%		التنبؤ لسنة 2019	فترة الثقة 95%			
الحد الأدنى	الحد الأعلى		الحد الأدنى	الحد الأعلى		
65	13	39	53	30	41	يناير
67	14	41	45	21	33	فبراير
68	12	40	54	24	39	مارس
70	13	41	52	20	36	أبريل
70	11	41	56	20	38	مايو
72	12	42	56	19	37	يونيو
72	10	41	58	18	38	يوليو
74	11	42	60	17	38	أغسطس
74	10	42	60	16	38	سبتمبر
76	10	43	62	16	39	أكتوبر
76	9	42	63	15	39	نوفمبر
78	9	43	65	15	40	ديسمبر
		497			456	الإجمالي

والشكل (23.4) يوضح القيم التنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية خلال الفترة (2018-2019).



شكل (22.4) القيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد الذكور المصابين بالأورام السرطانية.

من خلال الشكل (22.4) نلاحظ أن القيم التنبؤية خارج العينة متناسقة في الاتجاه مع القيم الأصلية، مما يدل على جودة النموذج. ويمكن كذلك إثبات مدى جودة النموذج وكفاءته من خلال مدى تقارب القيم المتنبئ بها داخل العينة من القيم الأصلية بما يعرف بالتنبؤ داخل العينة كما هو موضح بالشكل (23.4).

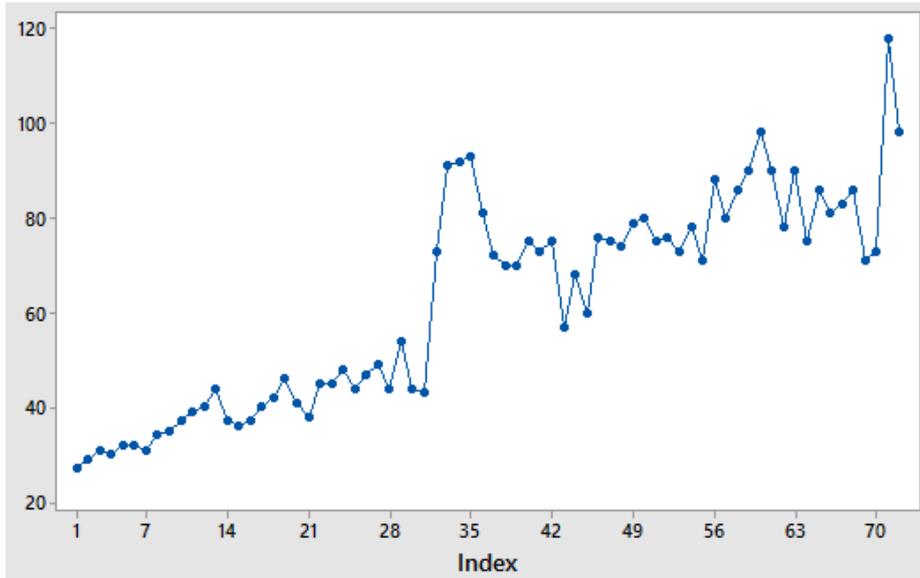


شكل (23.4) القيم الأصلية لسلسلة الذكور والقيم المتنبئ بها داخل العينة المقابلة لها خلال الفترة (2012-2017).

نلاحظ من خلال الشكل (23.4) مدى تقارب القيم المتنبئ بها داخل العينة من القيم الأصلية، وهذا ما تؤكدته قيمة معامل التحديد ($R\text{-Squared}=0.644$).

7.4 سلسلة أعداد المصابين بالأورام السرطانية للجنسين معاً

لنرمز $(ZT_{(t)})$ لأعداد المصابين عبر الزمن (t) ، وللتعرف على سلوك السلسلة يتم رسم المنحنى البياني للسلسلة، والشكل (24.4) يوضح المنحنى البياني لسلسلة الجنسين معاً $(ZT_{(t)})$.

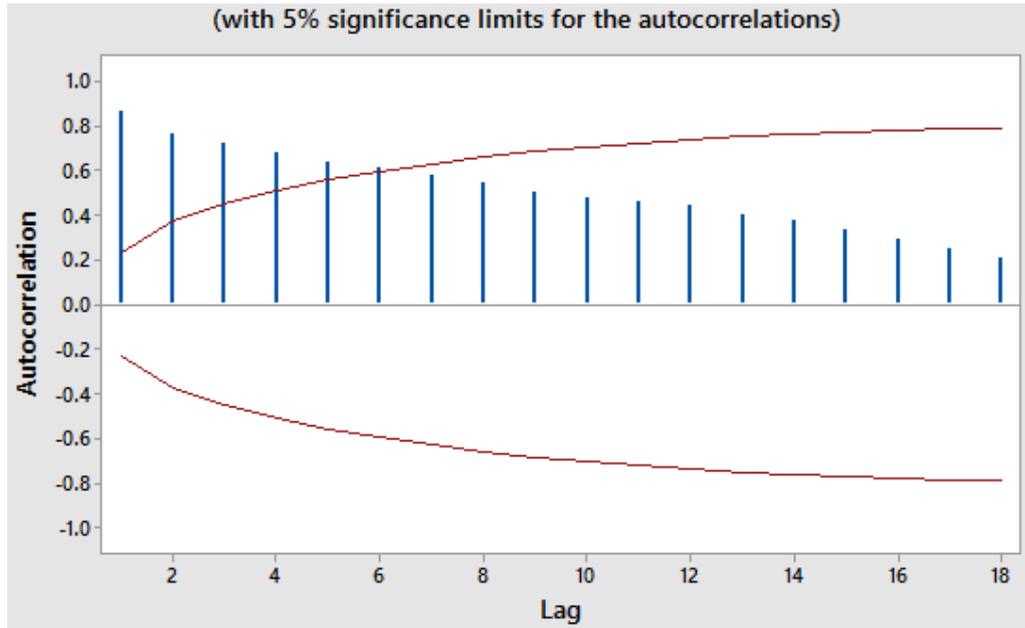


شكل (24.4) المنحنى البياني لسلسلة أعداد المصابين بالأورام السرطانية للجنسين معاً في مركز مصراة للأورام خلال الفترة (2012-2017).

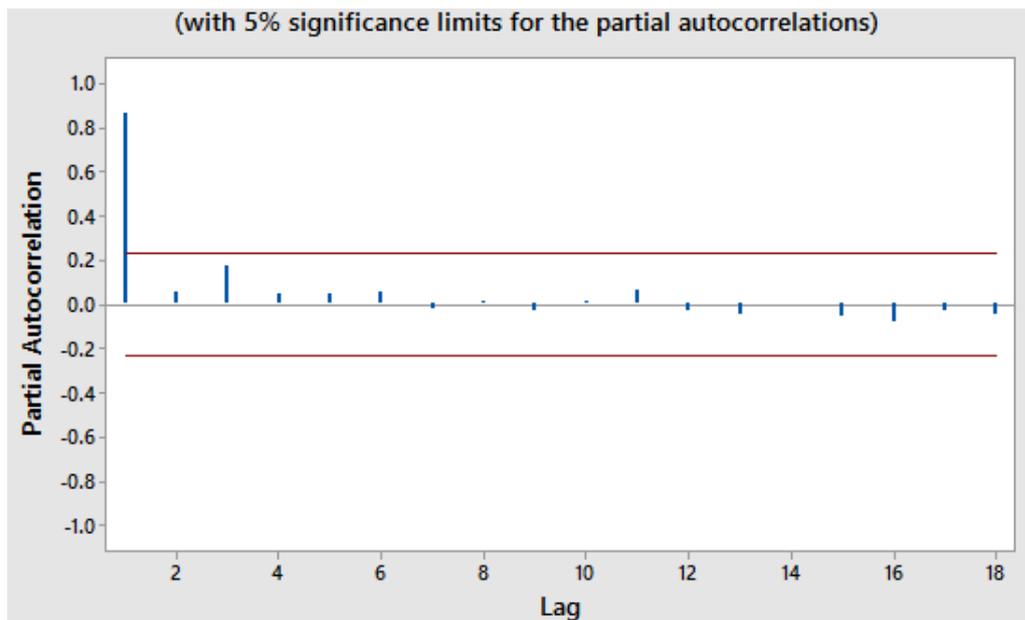
من خلال رسم المنحنى البياني لسلسلة الجنسين معاً $(ZT_{(t)})$ يمكن ملاحظة أن السلسلة لها اتجاه عام متزايد عبر الزمن مما يدل على أن السلسلة غير مستقرة في المتوسط.

1.7.4 دراسة استقرارية السلسلة

من خلال الرسم البياني لسلسلة الجنسين معاً يمكن ملاحظة عدم استقرارية السلسلة ولتأكيد ذلك نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الجنسين معاً كما هو موضح بالشكلين (25.4أ) و(25.4ب).



شكل (25.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الجنسيتين معاً $(ZT(t))$.



شكل (25.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الجنسيتين معاً $(ZT(t))$.

نلاحظ من خلال دالة الارتباط الذاتي خروج معظم معاملات الارتباط الذاتي من فترة الثقة $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ ، أي أنها تختلف معنوياً عن الصفر وتتناقص ببطء كلما زادت الفجوات، وهذا يمكن أن يدل على عدم استقرار السلسلة، وللتأكد من عدم استقرار السلسلة نقوم بإجراء اختبارات استقرار السلسلة كما يلي:

1- اختبار (Box-Ljung)

يستخدم اختبار (Box-Ljung) لدراسة المعنوية الكلية لمعاملات الارتباط الذاتي، والجدول (23.4) يوضح نتائج هذا الاختبار.

جدول (23.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الجنس معاً $(ZT_{(t)})$.

Lag	ACF	LBQ
1	0.868984	56.67
2	0.768994	101.68
3	0.721297	141.85
4	0.679226	178.00
5	0.641613	210.74
6	0.614898	241.26
7	0.577967	268.64
8	0.543215	293.21
9	0.505576	314.82
10	0.475399	334.24
11	0.463846	353.04
12	0.440285	370.25
13	0.402832	384.91
14	0.373703	397.73
15	0.337364	408.37
16	0.287805	416.25
17	0.247325	422.18
18	0.208225	426.46

من الجدول نلاحظ أن (LBQ=426.46) أكبر من القيمة الجدولية لكاي مربع $(\chi^2_{0.05,18} = 28.869)$ وعليه نرفض فرض عدم القائل بأن جميع معاملات الارتباط الذاتي مساوية للصفر ونقبل الفرض البديل، ومن هذا الاختبار يمكن أن نستدل على أن السلسلة غير مستقرة.

2- اختبارات جذر الوحدة (Unit root tests)

نقوم باستخدام اختبارات جذر الوحدة للسلسلة $(ZT_{(t)})$ كما هو موضح بالجدول (24.4).

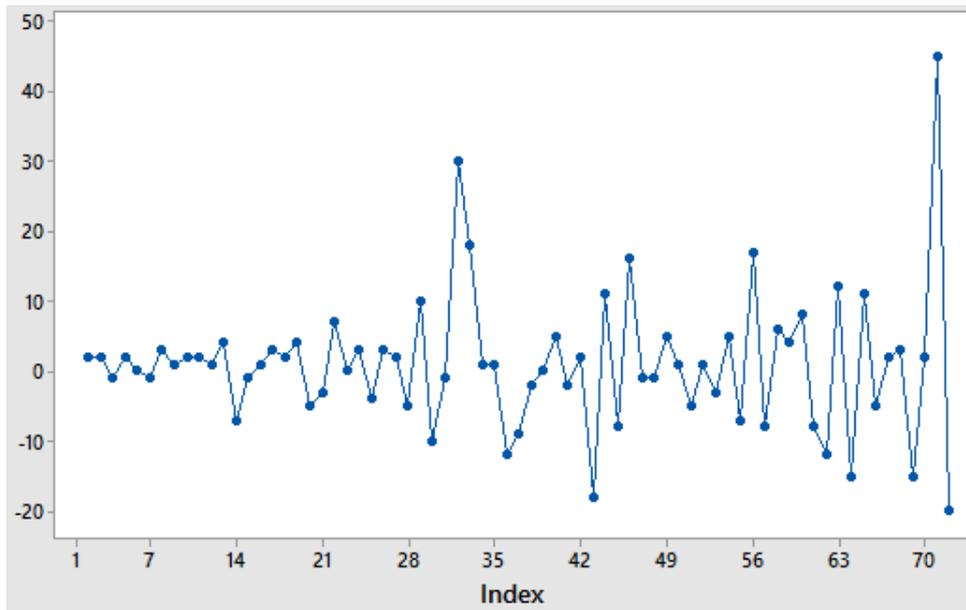
جدول (24.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الجنسيتين معاً (ZT_t) .

نوع الاختبار	نوع النموذج	القيمة المحسوبة	قيمة الجدولية عند مستوى 5%	القرار
اختبار ADF السلسلة غير مستقرة: H_0	النموذج (1)	0.717732	-1.945525	نقبل H_0 (السلسلة غير مستقرة)
	النموذج (2)	-1.883296	-2.902953	
اختبار (P-P) السلسلة غير مستقرة: H_0	النموذج (1)	1.029924	-1.945456	نقبل H_0 (السلسلة غير مستقرة)
	النموذج (2)	-1.587581	-2.902953	

من خلال الجدول (24.4) نلاحظ أن القيمة المطلقة لإحصاء ديكي فولر وفيليبس بيرون أصغر من القيمة الجدولية عند مستوى معنوية 5% وبالتالي وجود جذر الوحدة بالسلسلة، وهذا يعني أن السلسلة غير مستقرة.

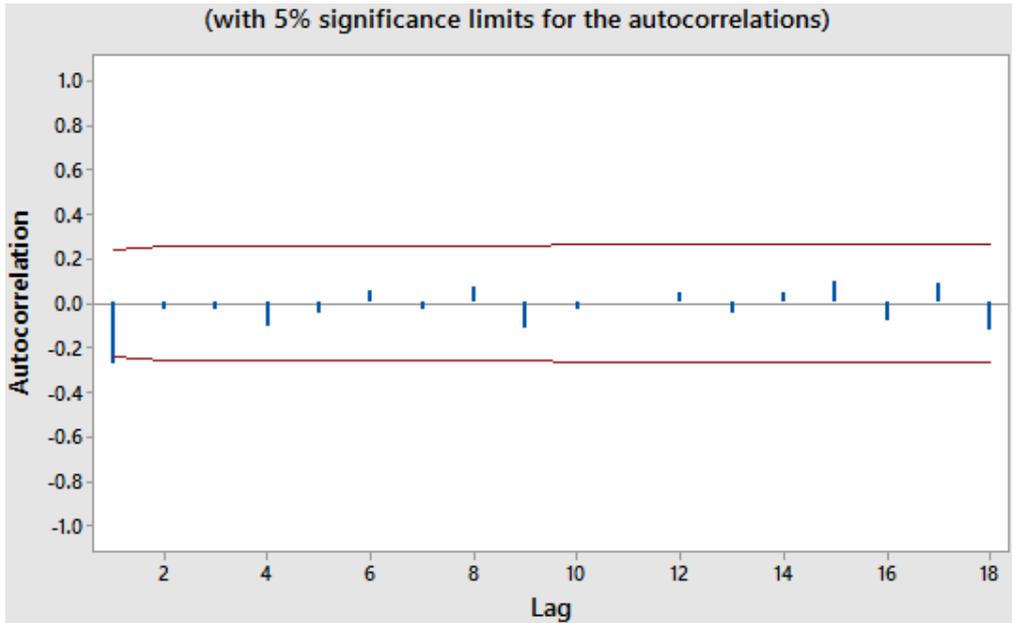
2.7.4 معالجة عدم الاستقرار لسلسلة الجنسيتين معاً (ZT_t)

نقوم بأخذ الفرق الأول للسلسلة (ZT_t) فنحصل على سلسلة فروقات من الدرجة الأولى، ونرمز لها بالرمز (DZT_t) ، والشكل (26.4) يوضح المنحنى البياني لها.

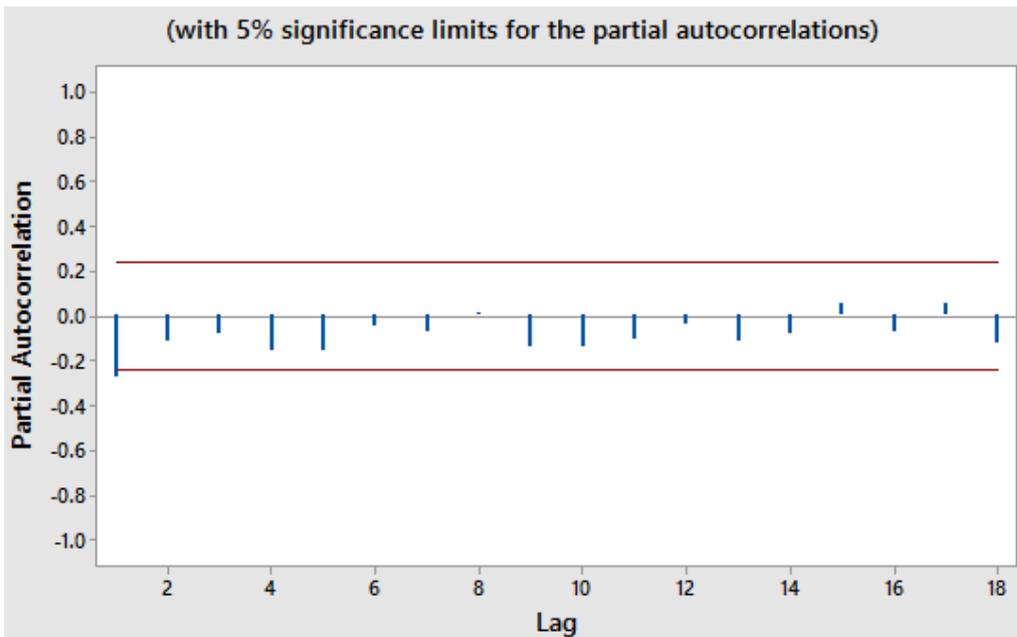


شكل (26.4) المنحنى البياني لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسيتين معاً (DZT_t) .

من خلال الشكل (26.4) يمكن ملاحظة أن السلسلة مستقرة، ولتأكيد هذه النتيجة نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي كما بالشكل (27.4أ) والارتباط الذاتي الجزئي كما بالشكل (27.4ب) للسلسلة (DZT_t) .



شكل (27.4أ) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً $(DZT(t))$.



شكل (27.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً $(DZT(t))$.

من الشكلين (27.4أ) و(27.4ب) نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي تقع داخل حدود فترة الثقة ما عدا الإزاحة الأولى وبالتالي فإن السلسلة مستقرة؛ ولتأكيد هذه النتيجة نستخدم اختبارات استقرارية السلسلة كما يلي:

1- اختبار (Box-Ljung)

يستخدم اختبار (Box-Ljung) لاختبار المعنوية الكلية لمعاملات الارتباط الذاتي، وهي كما موضحة بالجدول (25.4).

جدول (25.4) نتائج اختبار (Box-Ljung) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً $(DZT_{(t)})$.

Lag	ACF	LBQ
1	-0.274121	5.56
2	-0.033060	5.65
3	-0.031109	5.72
4	-0.101743	6.52
5	-0.050195	6.72
6	0.051097	6.93
7	-0.031109	7.00
8	0.072137	7.43
9	-0.118275	8.60
10	-0.031410	8.69
11	-0.004208	8.69
12	0.042381	8.85
13	-0.048693	9.06
14	0.044635	9.24
15	0.098738	10.14
16	-0.084460	10.81
17	0.087166	11.54
18	-0.123384	13.03

من الجدول (25.4) نلاحظ أن $(LBQ=13.03)$ أصغر من القيمة المحسوبة $(\chi^2_{0.05,18} = 28.869)$ ، وعليه نقبل فرض عدم القائل بأن جميع معاملات الارتباط الذاتي مساوية للصفر ونرفض الفرض البديل، وهذا يمكن أن يدل على استقرار السلسلة.

2- اختبارات جذر الوحدة (Unit root tests)

نقوم بإجراء اختبارات جذر الوحدة كما هو موضح بالجدول (26.4).

جدول (26.4) نتائج اختبارات جذر الوحدة على سلسلة الفروقات من الدرجة الأولى للجنسين معاً ($DZT_{(t)}$).

القرار	قيمة الجدولية عند مستوى 5%	القيمة المحسوبة	نوع النموذج	نوع الاختبار
نرفض H_0 (السلسلة مستقرة)	-1.945525	-10.65093	النموذج (1)	اختبار ADF
	-2.903566	-10.74700	النموذج (2)	السلسلة غير مستقرة: H_0
نرفض H_0 (السلسلة مستقرة)	-1.945525	-11.03752	النموذج (1)	اختبار (P-P)
	-2.903566	-11.89975	النموذج (2)	السلسلة غير مستقرة: H_0

من الجدول (26.4) نلاحظ أن القيمة المطلقة لإحصاء ديكي فولر وفيليبس بيرون أكبر من القيمة المطلقة الجدولية وعليه نرفض فرض العدم مما يدل على عدم وجود جذر الوحدة وبالتالي فإن السلسلة مستقرة.

3.7.4 تحديد النموذج الملائم باستخدام أسلوب بوكس جنكز للجنسين معاً

1- التعرف على النموذج

بالاعتماد على الشكلين (27.4أ) و(27.4ب) اللذان يمثلان دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة ($DZT_{(t)}$) نلاحظ أن كلاً منهما يسلك سلوك التناقص نحو الصفر وأن دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تنقطع بعد الإزاحة (1)، وهذه الحالة توافق نموذج $AR(1)$ وكذلك دالة الارتباط الذاتي (ACF) تنقطع بعد الإزاحة (1) وهي الحالة التي توافق النموذج $MA(1)$ ، وبناءً على ما سبق يمكن اقتراح ثلاثة نماذج وهي $ARIMA(1,1,1)$ ، $ARIMA(0,1,1)$ ، و $ARIMA(1,1,0)$ ، ولزيادة التأكيد استخدمنا بعض المعايير لتحديد النموذج الأفضل من بين خمسة عشر نموذجاً قريبة في الدرجة من النماذج المقترحة، كما هو موضح بالجدول (27.4).

جدول (27.4) نتائج تطبيق مجموعة من المعايير على مجموعة من النماذج لتحديد الأفضل بينها لسلسلة الإجمالي.

النموذج	المعيار			
	R-Squared	BIC	RMSE	MAPE
ARIMA(1,1,0)	0.82	4.679	9.484	8.743
ARIMA(2,1,0)	0.822	4.745	9.511	8.862
ARIMA(3,1,0)	0.823	4.814	9.556	8.882
ARIMA(0,1,1)	0.823	4.662	9.404	8.807
ARIMA(0,1,2)	0.828	4.707	9.330	8.706
ARIMA(0,1,3)	0.844	4.684	8.953	8.738
ARIMA(1,1,1)	0.846	4.596	8.828	8.452
ARIMA(1,1,2)	0.847	4.670	8.982	8.443
ARIMA(1,1,3)	0.845	4.754	9.996	8.365
ARIMA(2,1,1)	0.845	4.675	8.910	8.267
ARIMA(2,1,2)	0.846	4.749	8.973	8.350
ARIMA(2,1,3)	0.846	4.828	9.059	8.297
ARIMA(3,1,1)	0.848	4.738	8.925	8.302
ARIMA(3,1,2)	0.825	4.950	9.630	8.746
ARIMA(3,1,3)	0.849	4.879	9.021	8.050

نلاحظ من الجدول (27.4) أن النموذج ARIMA(1,1,1) هو النموذج الأفضل من بين كل النماذج وفق معيار (BIC=4.569) فكانت له أصغر قيمة، وكذلك هو النموذج الأفضل من بين النماذج المقترحة وفق جميع المعايير، حيث كانت قيمة (R-squared=0.846) وهي أكبر قيمة، وكذلك له أصغر قيمة للمعايير (BIC=4.569, RMSE=8.828, MAPE=8.452)؛ وعليه فإن النموذج الملائم للبيانات هو ARIMA(1,1,1) وصيغته الرياضية كالتالي:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

2-تقدير معالم النموذج ARIMA(1,1,1)

تم تقدير معالم النموذج ARIMA(1,1,1) كما هو موضح بالجدول (28.4).

جدول (28.4) نتائج تقدير معالم النموذج ARIMA(1,1,1).

TYPE	Ceof	SE Coef	T	P-value
AR 1	0.5461	0.1258	4.34	0.000
MA 1	0.9586	0.0740	12.95	0.000
Constant	0.43279	0.05803	7.33	0.000

بعد اختيار النموذج وتقدير معالمه تكون الصيغة الرياضية كالتالي:

$$Z_t = 0.43279 + 0.5461Z_{t-1} + a_t - 0.9586a_{t-1}$$

3-اختبار ملاءمة النموذج

لكي يكون النموذج جيداً وملائماً للبيانات ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ لابد من أن يتجاوز بعض الاختبارات والفحوصات، وهي كما يلي:

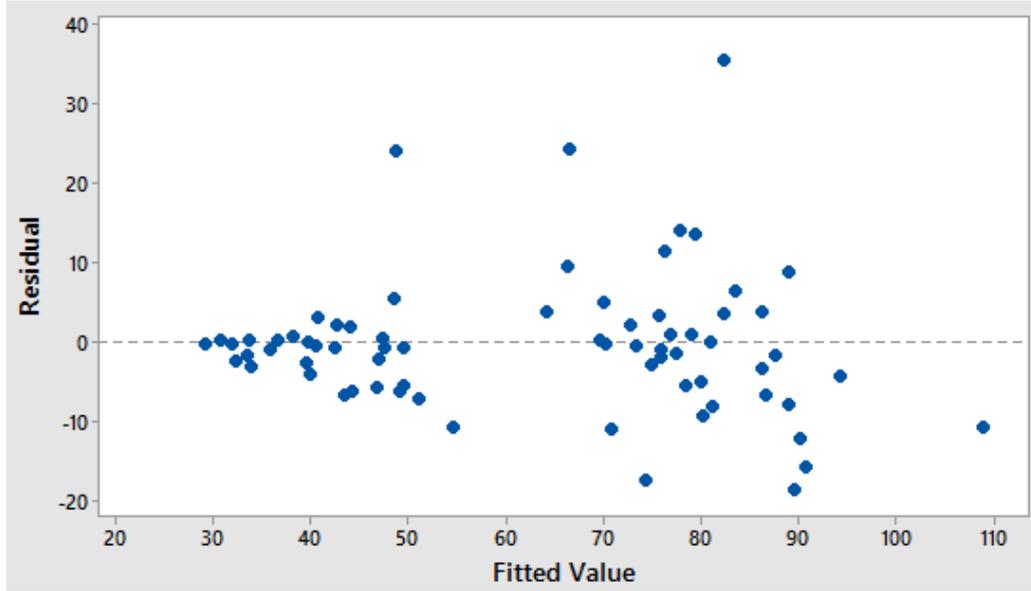
أ) اختبار معنوية معالم النموذج

نلاحظ من الجدول (28.4) أن قيمة (P-value) تساوي صفر لكل المعالم مما يؤكد معنوية تلك المعالم التي كانت معلمة الانحدار الذاتي (AR) هي $(\phi_1 = 0.5461)$ ، وكذلك معلمة المتوسطات المتحركة (MA) $(\theta_1 = 0.9586)$ ، وكذلك الثابت $(\phi_0 = 0.43279)$ ، وبالتالي فإن النموذج ARIMA(1,1,1) معالمه معنوية (تختلف عن الصفر)، فهو جيد وملائم ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ.

ب) تحليل البواقي

يشمل تحليل البواقي ما يلي:

1) رسم البواقي



شكل (28.4) انتشار بواقي النموذج $ARIMA(1,1,1)$ للجنسين معاً.

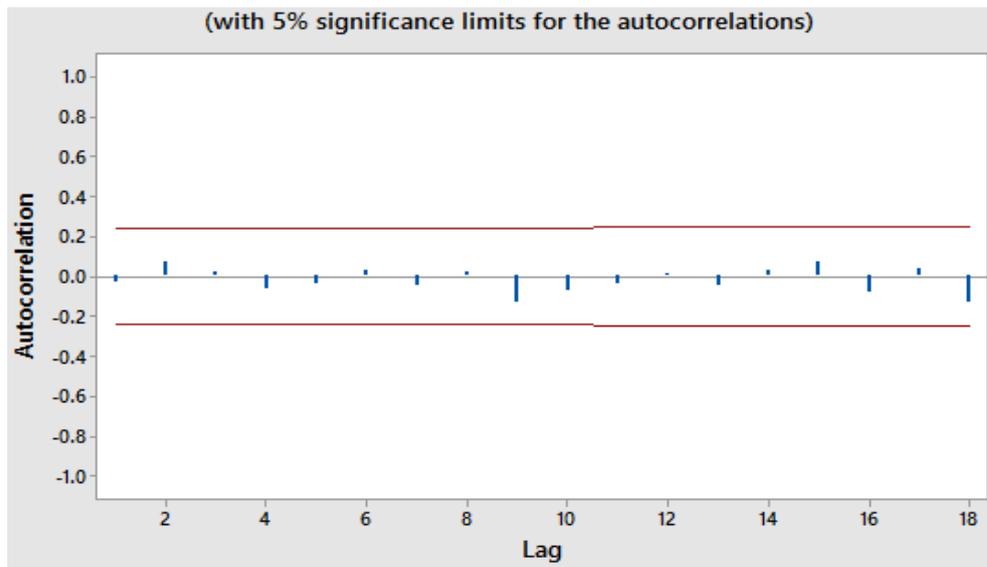
نلاحظ من الشكل (28.4) أن البواقي تتأرجح بتشتت ثابت حول الصفر، وكذلك نلاحظ أنها عشوائية خالية من أي أنماط منتظمة، وعليه فإن النموذج ملائم وجيد.

(2) تحليل الارتباط الذاتي للبواقي

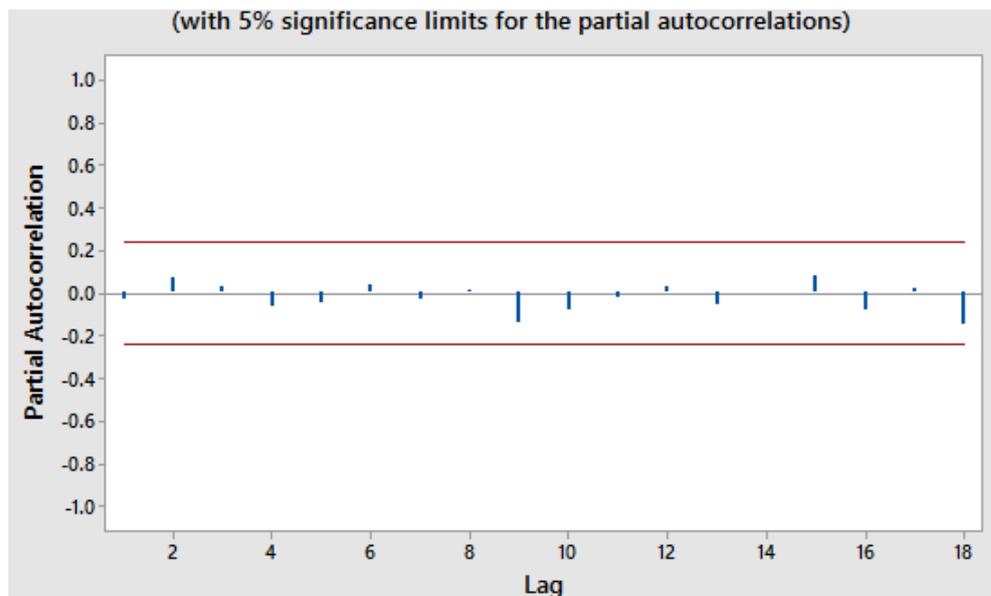
يتم تحليل الارتباط الذاتي للبواقي بطريقتين، وهي كما يلي:

(أ) الطريقة الأولى: وتعتمد هذه الطريقة على حدود الثقة للارتباطات الذاتية للبواقي والتي يجب أن تقع بين الحدين $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ باحتمال (0.95)، ولمعرفة ذلك نقوم برسم دالتي الارتباط الذاتي

للبواقي كما بالشكل (29.4 أ) والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي كما بالشكل (29.4 ب).



شكل (29-4) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للجنسين معاً.



شكل (29.4ب) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة البواقي للجنسين معاً.

نلاحظ من الشكلين أعلاه أن سلسلة البواقي مستقرة حيث أن جميع معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي تقع داخل فترة الثقة $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ باحتمال 95%، وهذا يدل على أن البواقي عشوائية وأن النموذج ملائم ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ.

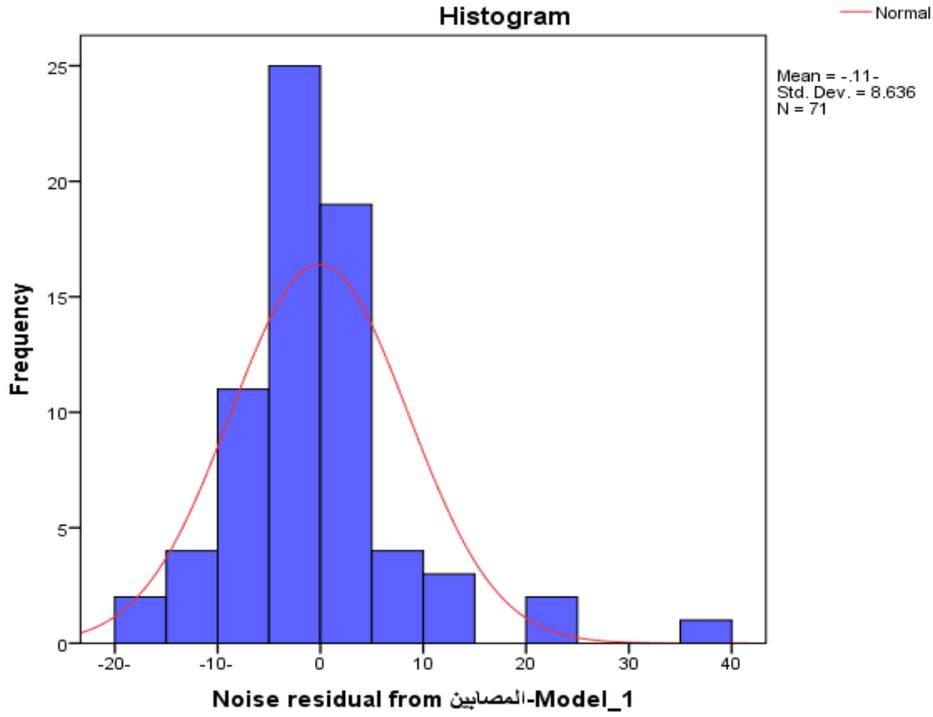
(ب) الطريقة الثانية: وتعتمد هذه الطريقة على اختبار (Box-Ljung) لاختبار عشوائية البواقي كما هو موضح بالجدول (29.4).

جدول (29.4) اختبار عشوائية البواقي للنموذج ARIMA(1,1,1) لسلسلة الإجمالي.

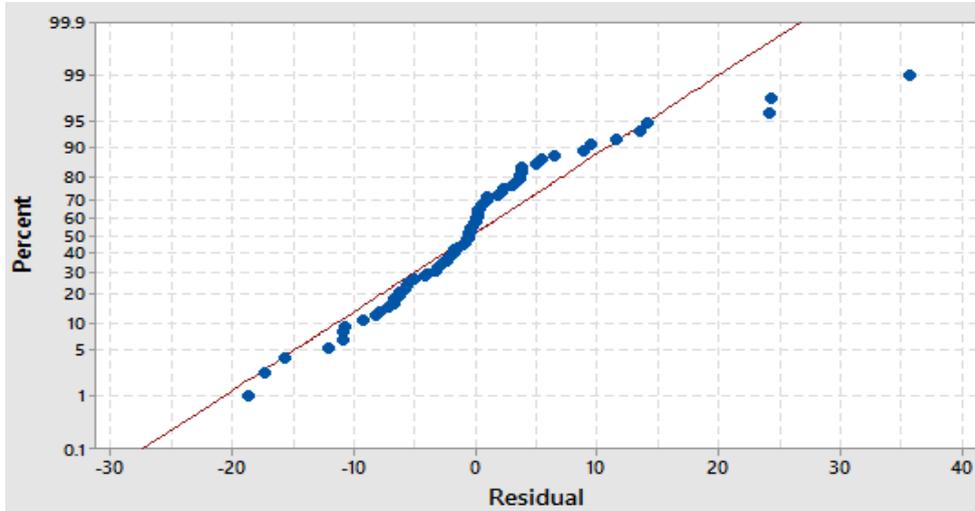
Ljung-BoxQ(18)			Number of outliers
Statistic	DF	Sig	
6.736	16	0.978	0

من الجدول (29.4) نلاحظ أن (Sig=0.978) وهي أكبر من 0.05، وبهذا نقبل فرض العدم القائل بأن جميع معاملات الارتباط الذاتي للبواقي تساوي الصفر، وهذا يعني أنه لا توجد أي أنماط في سلسلة البواقي، وبالتالي فإن البواقي عشوائية، وعليه فإن النموذج ملائم وجيد.

3- رسم المدرج التكراري والتوزيع الطبيعي للبقاقي



شكل (30.4) المدرج التكراري لسلسلة البقاقي للجنسين معاً.



شكل (31.4) التوزيع الطبيعي لسلسلة البقاقي للجنسين معاً.

من الشكل (30.4) و الشكل (31.4) يمكن أن نقول بأن سلسلة البقاقي غير طبيعية تماماً، وبالاعتماد على رسم سلسلة البقاقي وتحليل الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبقاقي حيث كانت البقاقي عشوائية ومستقلة ولا تحتوي على أنماط منتظمة وكذلك كانت معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبقاقي مستقلة وتقع داخل حدود فترة الثقة $\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}}$ وهذا يعني أن السلسلة تحاكي تشويشاً أبيضاً وعليه فإن النموذج جيد وملئم ويمكن الاعتماد عليه في عملية التنبؤ.

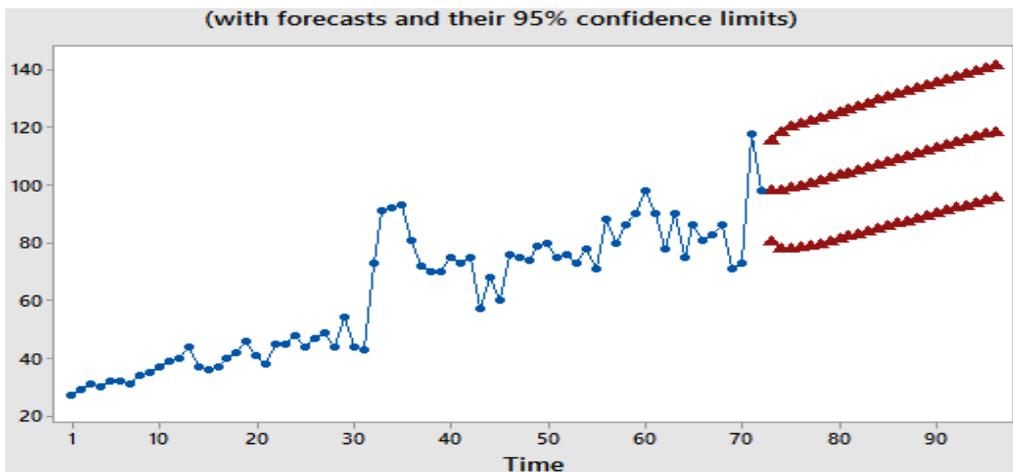
4-التنبؤ

بعد اختبار وتقدير النموذج الملائم للبيانات واجتيازه جميع الاختبارات يمكننا التنبؤ لسنتين قادمتين (2018-2019) بما يعرف بالتنبؤ خارج العينة وبناء فترة ثقة 95% لهذه القيم كما هو موضح بالجدول (30.4).

جدول (30.4) نتائج التنبؤ بالعدد المتوقع للمصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام للجنسين معاً لسنتي (2018،2019) وفق نموذج $ARIMA(1,1,1)$.

السنوات					التنبؤ لسنة 2018	الشهر
فترة الثقة 95%		التنبؤ لسنة 2019	فترة الثقة 95%			
الحد الأدنى	الحد الأعلى		الحد الأدنى	الحد الأعلى		
130	86	108	115	80	98	يناير
131	87	109	118	78	98	فبراير
132	87	110	120	78	99	مارس
133	88	111	121	78	100	أبريل
134	89	112	122	79	101	مايو
135	90	113	123	80	101	يونيو
136	91	114	124	80	102	يوليو
137	92	115	125	81	103	أغسطس
138	93	116	126	82	104	سبتمبر
139	94	117	127	83	105	أكتوبر
140	95	118	128	84	106	نوفمبر
141	96	119	129	85	107	ديسمبر
		1362			1224	الإجمالي

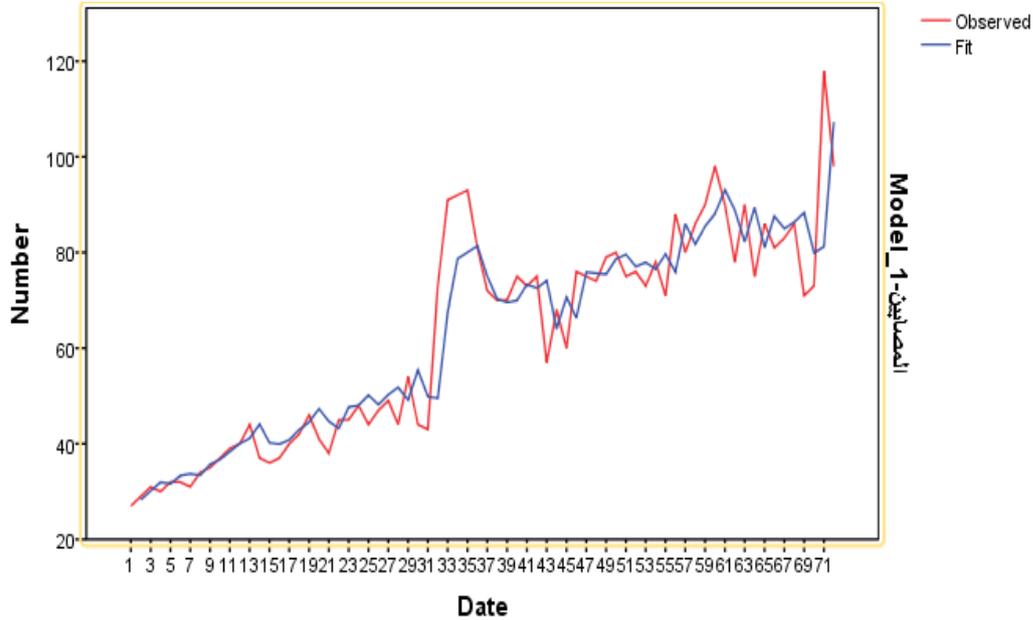
بعد أن تم التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام في مركز مصراة للأورام لسنتي (2018-2019) تم رسم المنحنى البياني للسلسلة الأصلية للمصابين وكذلك القيم التنبؤية خارج العينة، كما بالشكل (32.4).



شكل (32.4) المنحنى البياني للقيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة أعداد المصابين بالأورام السرطانية للجنسين معاً.

من خلال الشكل (32.4) نلاحظ تناسق القيم التنبؤية خارج العينة مع القيم الأصلية في الاتجاه، مما يدل على ملاءمة النموذج المستخدم للبيانات.

ويمكن كذلك إثبات جودة وكفاءة النموذج من خلال مدى تقارب القيم المتنبئ بها داخل العينة من القيم الأصلية بما يعرف بالتنبؤ داخل العينة كما هو موضح بالشكل (33.4).



شكل (33.4) القيم الأصلية لسلسلة المصابين للجنسين معاً والقيم المتنبئ بها داخل العينة المقابلة لها خلال الفترة (2017-2012)

من خلال الشكل (33.4) نلاحظ مدى تقارب القيم المتنبئ بها داخل العينة مع القيم الأصلية، وهذا ما تؤكدته قيمة معامل التحديد (R-Squared) والتي بلغت قيمته (0.846)، حيث أنه كلما زادت هذه القيمة كان النموذج جيداً وملائماً.

4.7.4 تقييم التنبؤات لسلسلتي الإناث والذكور مع سلسلة الجنسين معاً

بعد أن تم التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراة للأورام لسنتين قادمتين (2018، 2019) لكل جنس على حدة وكذلك للجنسين معاً لاحظنا أن مجموع القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة يساوي تقريباً القيم المتنبئ بها خارج العينة للجنسين معاً المقابلة لها على مدى سنتي (2018، 2019)، مما يمكن أن يدل على جودة وكفاءة النماذج الثلاثة المستخدمة في التنبؤ؛ والجدول (31.4) يوضح هذه التنبؤات.

جدول (31.4) نتائج التنبؤات خارج العينة بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراثة للأورام لكل جنس على حدة وللجنسين معاً لسنتي (2018، 2019).

الشهور	سنة 2018					سنة 2019				
	اناث	ذكور	المجموع	الجنسين معاً	الفرق	اناث	ذكور	المجموع	الجنسين معاً	الفرق
يناير	64	41	105	98	7	66	39	105	108	-3
فبراير	62	33	95	98	-3	67	41	108	109	-1
مارس	61	39	100	99	1	68	40	108	110	-2
ابريل	61	36	97	100	-3	68	41	109	111	-2
مايو	61	38	99	101	-2	69	41	110	112	-2
يونيو	62	37	99	101	-2	70	42	112	113	-1
يوليو	62	38	100	102	-2	70	41	111	114	-3
أغسطس	63	38	101	103	-2	71	42	113	115	-2
سبتمبر	64	38	102	104	-2	71	42	113	116	-3
أكتوبر	64	39	103	105	-2	72	43	115	117	-2
نوفمبر	65	39	104	106	-2	73	42	115	118	-3
ديسمبر	66	40	106	107	-1	73	43	116	119	-3
الإجمالي	755	456	1211	1224		838	497	1335	1362	

ولزيادة التأكيد على مدى تقارب مجموع القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة من القيم المتنبئ بها خارج العينة للجنسين معاً نقوم باختبار كاي مربع لحسن التوافق بين هذه القيم، والتي تتمثل فروضه فيما يلي:

لا توجد فروق جوهرية: H_0

توجد فروق جوهرية: H_1

وإحصاء الاختبار هي:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

حيث أن:

O_i : مجموع القيم المتنبئ بها لكل جنس على حدة عند i .

E_i : القيم المتنبئ بها للجنسين معاً عند i .

ويتم مقارنة هذه الإحصاءة بالقيمة الجدولية لكاي مربع وهي $(\chi^2_{(0.05, n-1)})$ ، ويكون الاختبار

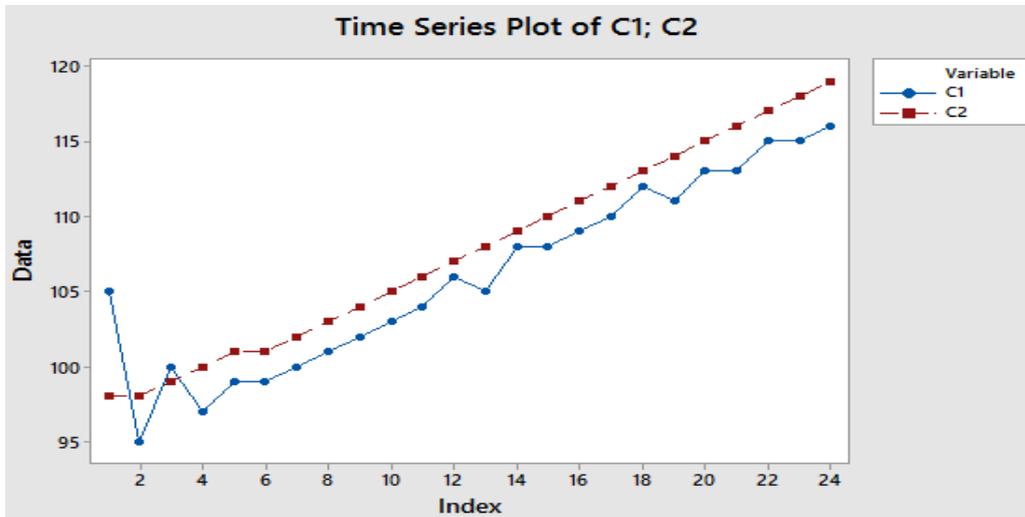
على النحو التالي:

1- إذا كانت القيمة المحسوبة أصغر من الجدولية نقبل فرض العدم ونرفض البديل، وهذا يعني لا

توجد فروق جوهرية.

2- إذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من الجدولية نرفض فرض العدم ونقبل البديل، وهذا يعني توجد فروق جوهرية.

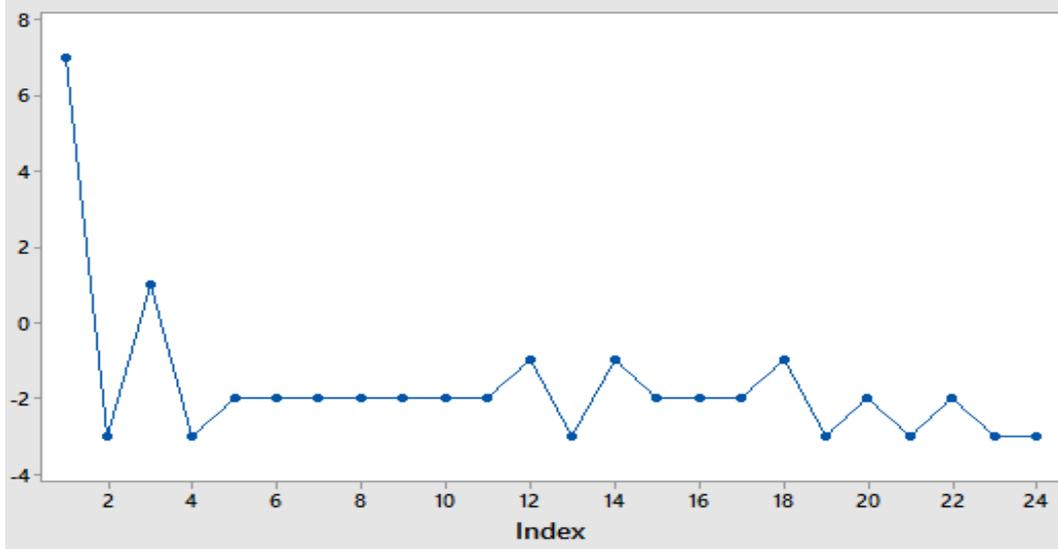
وبعد إجراء اختبار كاي مربع لمعرفة ما إذا كان هناك فروق جوهرية بين مجموع القيم المتنبئ بها لكل جنس على حدة والقيم المتنبئ بها للجنسين معاً وجدنا أن قيمة ($\chi^2 = 1.576$ المحسوبة) وقيمة ($\chi^2_{(0.05,23)} = 35.172$) الجدولية، وعليه نقبل فرض العدم وبالتالي لا توجد فروق جوهرية بين القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة والقيم المتنبئ بها خارج العينة للجنسين معاً. ولزيادة التوضيح نقوم برسم مجموع القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة والقيم المتنبئ بها خارج العينة للجنسين معاً كما هو موضح بالشكل (34.4).



شكل (34.4) مجموع القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة (C_1) والقيم المتنبئ بها خارج العينة للجنسين معاً (C_2)

نلاحظ من الشكل (34.4) مدى تقارب مجموع القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة من القيم المتنبئ بها خارج العينة للجنسين معاً، وبناء على ما سبق يمكن أن نستدل على مدى كفاءة وجودة النماذج الثلاثة المستخدمة في عملية التنبؤ.

ومن خلال الجدول (31.4) نلاحظ أن الفروقات بين مجموع القيم المتنبئ بها لكل جنس على حدة وكذلك القيم المتنبئ بها للجنسين معاً تتراوح في معظم الأحيان بين (-3، 1) وهذا الفرق ليس كبير مما يدل على تطابق هذه القيم وعليه يمكن أن نستدل على مدى كفاءة وجودة النماذج المستخدمة في عملية التنبؤ، وهذا ما يوضحه الشكل (35.4).



شكل (35.4) الفرق بين التنبؤات لمجموع الجنسين والجنسين معاً.

خلاصة الفصل

تم في هذا الفصل تحليل السلسلة الزمنية الشهرية الخاصة بمركز مصراتة للأورام باستخدام أسلوب بوكس جنكز للوصول إلى أفضل وأكفئ نموذج والتنبؤ بعدد حالات الإصابة مستقبلاً، حيث تم تحليل السلسلة الزمنية الشهرية لكل جنس على حدة وكذلك للجنسين معاً معتمدين على بيانات شهرية لمدة ست سنوات ماضية ابتداءً من (2012/1/1 إلى 2017/12/31)، فكانت النتائج على النحو التالي:

1. سلسلة الإناث ($Zf_{(t)}$) غير مستقرة وبها اتجاه عام متزايد، واستقرت بعد أخذ الفرق الأول ($d=1$)، وبعد مطابقة معاملات الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي للسلوك النظري لدالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي، وكذلك المفاضلة بين عدة نماذج تبين أن النموذج الملائم لسلسلة الإناث هو $ARIMA(1,1,1)$.
2. سلسلة الذكور ($Zm_{(t)}$) كانت غير مستقرة أيضاً، واستقرت بعد أخذ الفرق الأول ($d=1$)، وكان النموذج الملائم لها $ARIMA(2,1,1)$.
3. سلسلة الجنسين معاً ($ZT_{(t)}$) كانت هي الأخرى غير مستقرة، واستقرت بعد أخذ الفرق الأول ($d=1$)، وكان النموذج الملائم لها هو $ARIMA(1,1,1)$.

واعتماداً على هذه النماذج الثلاثة تم التنبؤ بعدد حالات الإصابة بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام لكل جنس على حدة وكذلك للجنسين معاً لسنتين قادمتين (2018، 2019)؛ ولاحظنا أن مجموع القيم المتنبئ بها خارج العينة لكل جنس على حدة يساوي تقريباً القيمة المتنبئ بها خارج العينة للجنسين معاً، الأمر الذي يمكن أن يدل على جودة وكفاءة النماذج الثلاثة المستخدمة في التنبؤ، وكانت القيم المتنبئ بها خارج العينة للسلاسل الزمنية الثلاثة خلال الفترة (2018-2019) متناسقة من حيث الاتجاه مع القيم الأصلية، وكذلك القيم المتنبئ بها داخل العينة

(2017-2012) قربية جداً من القيمة الأصلية المقابلة لها في السلاسل الزمنية الثلاثة لنفس الفترة (2017-2012)، مما يدل أيضاً على جودة وكفاءة وملاءمة النماذج الثلاثة المستخدمة في التنبؤ للبيانات.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

1.5 نتائج الدراسة

- من خلال دراسة تحليل السلاسل الزمنية باستخدام أسلوب بوكس جنكنز للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام يمكن عرض نتائج الدراسة، وهي:
- (1) إن المتوسط والانحراف المعياري ومعامل الاختلاف لعدد حالات الإصابة في الإناث على التوالي هي (34، 15، 44%) خلال الفترة (2012-1-1) وحتى (2017-12-31) أكثر من المتوسط والانحراف المعياري ومعامل الاختلاف لعدد حالات الإصابة في الذكور خلال نفس الفترة (28، 8، 28.6%)، مما يمكن أن يدل على أن المرض ينتشر في الإناث أكثر منه في الذكور.
 - (2) من خلال البيانات لأعداد المصابين بالأورام السرطانية لكل جنس على حدة، وكذلك للجنسين معاً حسب الفئة العمرية تبين لنا أن المرض ينتشر بكثرة في الفئات العمرية ((60-51)، (70-61)، (71-80)) ويقل ويكاد يكون منعدماً في الفئات العمرية ((10-0)، (20-11)) مما يدل على أن المرض ينتشر بكثرة في كبار السن أكثر من الصغار، وهذا مؤشر على أن المرض يزداد بزيادة العمر.
 - (3) يقل أو ينعدم المرض في الفئات العمرية ((90-81)، (100-91))، والسبب راجع ليس لعدم انتشار المرض في هذه الفئات وإنما لقلة الناس الذين يعيشون إلى هذا العمر.
 - (4) من خلال البيانات الخاصة بأعداد المصابين بالأورام السرطانية حسب المنطقة الجغرافية لاحظنا انتشار المرض بكثرة في مدن (مصراتة، زليتن، الخمس) على التوالي بصفة خاصة ومدن المنطقة الغربية بصفة عامة ويرجع ذلك إلى وجود المركز في مدينة مصراتة وقربه من تلك المدن الأخرى وقد تكون هناك أسباب أخرى خارج مجال تخصصنا.
 - (5) قلة انتشار المرض في مدن المنطقة الشرقية والجنوبية وذلك لبعد المركز عن هذه المناطق وكذلك الوضع الأمني السيئ من حروب وإغلاق للطرق، الأمر الذي منع وصول المرضى من تلك المناطق إلى المركز ووجود مراكز أخرى في هذه المناطق.
 - (6) سلسلة أعداد الإناث المصابات خلال الفترة من (2012-1-1، 2017-12-31) بها اتجاه عام موجب، فهي غير مستقرة في المتوسط واستقرت السلسلة بعد أخذ الفرق الأول ($d=1$) للسلسلة الأصلية.
 - (7) النموذج الملائم للتنبؤ بأعداد الإناث المصابات هو النموذج ((ARIMA(1,1,1)) وتم اختيار هذا النموذج بناءً على مطابقة معاملات الارتباط الذاتي (ACF) ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) مع السلوك النظري لدالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) وكذلك مقارنة هذا النموذج بمجموعة من النماذج الأخرى فكان هو الأفضل وفق المعايير (MAPE، RMSE، BIC، R-squared).
 - (8) سلسلة أعداد الذكور المصابين خلال الفترة (2012-1-1) وحتى (2017-12-31) غير مستقرة، وبها اتجاه عام موجب واستقرت بعد أخذ الفرق الأول ($d=1$) للسلسلة الأصلية.

9) النموذج الملائم للتنبؤ بأعداد الذكور المصابين لسنتي هو النموذج $ARIMA(2,1,1)$ وتم اختيار هذا النموذج بناءً على مطابقة معاملات الارتباط الذاتي (ACF) ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) مع السلوك النظري لدالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) وكذلك مقارنة هذا النموذج بمجموعة من النماذج الأخرى فكان هو الأفضل وفق المعايير (MAPE، RMSE، BIC، R-squared).

10) سلسلة أعداد المصابين (ذكور وإناث) خلال الفترة (2012-1-1 وحتى 2017-12-31) غير مستقرة في المتوسط وبها اتجاه عام موجب، واستقرت بعد أخذ الفرق الأول ($d=1$) للسلسلة الأصلية.

11) النموذج الملائم للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام للجنسين معاً هو النموذج $ARIMA(1,1,1)$ وتم اختيار هذا النموذج بناءً على مطابقة معاملات الارتباط الذاتي (ACF) ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) مع السلوك النظري لدالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) وكذلك مقارنة هذا النموذج بمجموعة من النماذج الأخرى فكان هو الأفضل وفق المعايير (MAPE، RMSE، BIC، R-squared).

12) القيم المتنبئ بها خارج العينة للمصابين بالأورام السرطانية لكل جنس على حدة لسنتي (2018، 2019) تساوي تقريباً القيم المتنبئ بها خارج العينة للمصابين بالأورام السرطانية للجنسين معاً خلال نفس الفترة مما يمكن أن يكون مؤشراً على كفاءة وجودة النماذج الثلاثة المستخدمة في عملية التنبؤ.

13) إن تحليل السلاسل الزمنية باستخدام أسلوب بوكس جنكنز مناسب ومفيد في التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام.

14) إن النماذج الثلاثة التي تم التوصل إليها ملائمة وجيدة ويمكن الاعتماد عليها في التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام السرطانية في مركز مصراتة للأورام خلال (2018، 2019)، حيث أظهرت القيم التنبئية خارج العينة تناسقاً مع القيم الأصلية للسلسلة في الاتجاه، وكذلك القيم المتنبئ بها داخل العينة قريبة جداً من القيم الأصلية.

2.5 التوصيات

من خلال مناقشة هذه الدراسة وفي ضوء النتائج التي تم التوصل إليها فإن الباحث يتقدم بالتوصيات التالية:

- (1) استخدام أسلوب بوكس جنكر في تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام في مركز مصراتة للأورام لفترات لاحقة باعتباره الأسلوب الأكثر دقة، فهو نظام نمذجة وتنبؤ منظم وموثوق به.
- (2) يمكن استخدام النماذج الثلاثة التي تم التوصل إليها من قبل مركز مصراتة للأورام لمعرفة الاتجاهات المستقبلية للظاهرة، وكذلك للتنبؤ بأعداد المصابين في المستقبل ولوضع الخطط والتدابير اللازمة للاستفادة منها في الحد من هذه الظاهرة.
- (3) الاهتمام بقسم الإحصاء بالمركز وتوفير الإمكانيات اللازمة وزيادة تفعيل دوره في رصد وتسجيل وتوثيق كل البيانات الخاصة بالمرضى من (الجنس، العمر، السكن، نوع الورم، ... إلخ) في سجلات خاصة، وكذلك توفر قواعد بيانات تفصيلية للمرضى على أجهزة الحاسوب ويتم تحديثها باستمرار.

قائمة المراجع

أولا / قائمة المراجع العربية:

أ) الكتب:

- 1- أبو القاسم عمر الطبولي، فتحي صالح أبو سدره، مبادئ الإحصاء، دار الكتب الوطنية، ليبيا الطبعة الثالثة 1993.
- 2- سمير مصطفى شعراوي، مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، المملكة العربية السعودية، الطبعة الأولى 2005.
- 3- عبد القادر محمد عبد القادر عطية، الحديث في الاقتصاد القياسي، الدار الجامعية، الإسكندرية، الطبعة الثانية، 2000.
- 4- عدنان ماجد عبد الرحمن بري، طرق التنبؤ الإحصائي، مطابع الملك سعود، المملكة العربية السعودية، الطبعة الأولى، 2002.
- 5- محمد شيخي، طرق الاقتصاد القياسي، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى، 2009.

ب) رسائل الماجستير:

- 6- محمد قدوري الخضير، دراسة مقارنة لطرق التقدير والتنبؤ لبعض نماذج بوكس جنكز الموسمية، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد -جامعة بغداد، 1996.
- 7- نزار مصطفى الصراف، تحليل السلاسل الزمنية باستخدام التقنية الإحصائية للتنبؤات الاقتصادية في العراق"، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد -جامعة بغداد 1981.
- 8- أحمد شاكر محمد طاهر المتولي، استخدام تحليل التدخل في السلسلة الزمنية وتطبيقاتها في البيانات البيئية، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد-جامعة صلاح الدين، 1989.
- 9- وليد دهان صليبي الجبوري، التنبؤ بمستوى التضخم في أسعار المستهلك الشهرية في العراق باستخدام السلاسل الزمنية ثنائية المتغيرات، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد-جامعة المستنصرية، 2010.

ج) المجالات العلمية:

10- رشاد ندى خزعل، استخدام اختبار كرانجر في تحليل السلاسل الزمنية المستقرة، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد (19)، ص ص(267-288) (2011).

د) شبكة المعلومات الدولية:

11- موقع مركز مصراتة للأورام (www.mcc.org.ly).

12- موقع موضوع على الانترنت للتعريف بمرض السرطان (www.mawdoo3.com).

ثانيا / المراجع الأجنبية:

- 13- Anderson, R.L. (1942), "Distribution of the series Analysis correlation coefficient", Ann, Mat. Statistic, VOL. B P-P (113-129).
- 14- Box G.E.P and pierce, D.A., (1970), "Distribution of The Residual Auto Correlation in Auto regressive integrated Moving Average time series Models", JASA, Vol.65, P.P (1520-1526).
- 15- Dicky, David, A. and Fuller, w, A., (1981), "likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root", E conometrica, VOL. 49. NO4; P-P (1057-1072).
- 16- George E.P. Box, Gwilym M.Jenkins (1976), "Time series Analysis Forecasting and control", Holden day London.
- 17- Philips, P-P. B and Perron, P., (1988), "Testing for a unit root in time series regression", Biometrika VOL 75, NO, 2, P-P (335-246).