

استخدام منهجية بوكس جنكنز للتنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض

السرطان

دراسة تطبيقية في مركز معالجة الأورام في مشفى تشرين الجامعي في اللاذقية

خلال الفترة

(2021-2011)

الدكتورة يسيرة دريباتي *

الدكتورة رولى شفيق اسماعيل **

أولين تيسير درويش ***

(تاريخ الإيداع 2023 /1/19 – تاريخ النشر 2023 /5/14)

□ ملخص □

يسعى هذا البحث إلى التنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان باستخدام طريقة Box-Jenkins (التشخيص، التقدير، اختبار النموذج، التنبؤ) وذلك لإيجاد أفضل نموذج للتنبؤ اعتماداً على بيانات شهرية من مركز معالجة الأورام في مشفى تشرين الجامعي في محافظة اللاذقية للفترة (كانون الثاني 2011 – أيلول 2021). وتمت المفاضلة بين النماذج المقترحة من خلال عدة معايير، حيث تم تفضيل النموذج الذي يحقق معنوية المعلمات وأقل قيمة لمعياري (AIC) و (SBC).

وقد أظهرت نتائج تحليل البيانات أن النموذج الملائم لها هو نموذج الانحدار الذاتي المتكامل $ARIMA(0,1,1)$ ، بعد أن مرّ بكافة الاختبارات التي أثبتت فعاليته للحصول على تنبؤات دقيقة وذلك من خلال قيمتي معيار دقة التنبؤ (RMSE, MAE). وقد تم التوصل إلى أن النموذج $ARIMA(0,1,1)$ يمكن استخدامه للتنبؤ لكل فترة زمنية مستقبلية عند توفر بيانات محدثة (اشهر فقط لأن الأخطاء المستقبلية لنماذج $MA=0$ لذلك نتنبأ فقط لفترة تساوي قيمة q و في النموذج "q=1")

الكلمات المفتاحية: منهجية بوكس جنكنز ، الأورام السرطانية

*أستاذ مساعد في قسم الإحصاء والبرمجة -كلية الاقتصاد - جامعة تشرين draibatiyasera@gmail.com

**مدرس في قسم الإحصاء والبرمجة - كلية الاقتصاد - جامعة تشرين dr.roula.ismail@gmail.com

***طالبة ماجستير في قسم الإحصاء البرمجة -كلية الاقتصاد -جامعة تشرين oleendarwish@gmail.com

Using the Box-Jenkins method to predict the number of children with cancer

An applied study in the oncology center at Tishreen University Hospital in Lattakia during the period (2021-2011)

Dr.yasera Draibati*
Dr. roula shafik ismail**
Oleen darwish***

(Received 19/1/2023.Accepted 14/5/2023)

□ABSTRACT □

This research aims to predict the number of children with cancer by using The Box –Jenkins method (Identification Model, Estimating Parameters of Model, Model Diagnostic, Forecasting)This is to find the best prediction model based on monthly data from the Oncology Center at Tishreen University Hospital in Lattakia Governorate for the period (January 2011 – September 2021).

A comparison was made between the proposed models through several criteria, where the model that achieves the significance of the parameters and the lowest value of the criteria (AIC and (SBC) was preferred.

The results of the data analysis showed that the appropriate model is the integrated autoregressive model ARIMA (0,1,1), after it passed all the tests that proved its effectiveness in obtaining accurate predictions through the two values of the prediction accuracy standard (RMSE, MAE) ,It was concluded that the ARIMA (0,1,1) model can be used for prediction for every future time period (1 month) based on updated data

Key Words: Box-Jenkins Methodology, Metastatic tumors

*Assistant Professor at Department of Statistics and programming - Faculty of economics - Tishreen university draibatiyasera@gmail.com

**Professor at Department of Statistics and programming - Faculty of economics - Tishreen university dr.roula.ismail@gmail.com

***Mater student at Department of Statistics and programming- Faculty of economics - Tishreen university oleendarwish@gmail.com

مقدمة:

تعد نماذج السلاسل الزمنية من الطرق الإحصائية المستخدمة في تحليل المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية، إلا ان نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية ARIMA أو ما يعرف بـ طريقة بوكس جنكنز تعد الطريقة الأفضل والأكثر دقة في تحليل بيانات السلاسل الزمنية، وذلك لأن النموذج الأمثل الذي يتم استخدامه في التنبؤ لا يتم الوثوق به إلا بعد مروره بعدة خطوات واختبارات تزيد من درجة الثقة بهذا النموذج في التنبؤ.

فإن جوهر طريقة بوكس جنكنز لاختيار النموذج الأفضل تمثيلاً للسلسلة الزمنية المدروسة تتلخص في ثلاث مراحل هي، مرحلة اختيار نموذج تجريبي يتم فيه تحديد مرتبة الانحدار الذاتي p ثم مرتبة المتوسطات المتحركة q ثم مرتبة الفروق d ، وأطلق بوكس جنكنز على هذه المرحلة مرحلة التعرف على الظاهرة، أما المرحلة الثانية فهي مرحلة التقدير التي يتم فيها تقدير قيم معاملات الانحدار الذاتي وقيم معاملات المتوسطات المتحركة، إضافةً إلى حساب البواقي (الأخطاء) ثم ينتقل إلى المرحلة الثالثة التي تسمى بمرحلة الاختبارات أو التشخيص. (HARVEY A. , 1985)

ويتناول هذا البحث استخدام منهجية بوكس جنكنز للتنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بالسرطان في مركز معالجة الأورام في مشفى تشرين الجامعي، ولأن هذا المرض يشكّل عبأً على البشرية بشكل عام وعلى الأطفال بشكل خاص، فاليوم يعيش المزيد من الأشخاص المصابين بالسرطان لفترة أطول، ومع ذلك لا تزال بعض أشكال المرض صعبة العلاج بشكل محبط، وأكثر ما يثير قلق الأطباء في عصرنا هذا هو إصابة الأطفال دون سن ١٥ عاماً، وفي الوقت نفسه هم الفئة العمرية الأكثر تقبلاً للعلاج بسبب القدرة على رفع السوية النفسية من جهة والقدرة على السيطرة على الورم من جهة أخرى. ولأن الأطفال هم بنيان المجتمع ينبغي الاهتمام بهم، فكيف إن كانوا مصابين بالمرض حيث يجب تقديم كل ما يحتاجونه خلال فترة العلاج، ومن هنا انطلق البحث للتنبؤ بأعداد المرضى الأطفال المصابين بمرض السرطان.

الدراسات السابقة:**دراسة (طعمة، 2012)**

بعنوان (استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار) حيث هدفت هذه الدراسة إلى تحليل السلاسل الزمنية باستخدام طريقة بوكس جنكنز لإيجاد أفضل نموذج للتنبؤ بأعداد المرضى المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار اعتماداً على البيانات الشهرية للفترة (2006-2010) حيث اقتصرت مدة الدراسة على سلسلة زمنية مكونة من 60 مشاهدة، وتم التوصل إلى أن السلسلة غير مستقرة. وتم بناء نموذج واحد للتنبؤ يلائم بيانات السلسلة وهو $ARIMA(0,1,2)$.

دراسة (فرج، 2017)

بعنوان (التنبؤ بأعداد النساء المصابات بسرطان الثدي باستخدام السلسلة الزمنية بولاية الجزيرة في السودان) تناولت الباحثة مرض سرطان الثدي لدى النساء فقط، وهدفت هذه الدراسة إلى بناء نموذج مناسب لبيانات مريضات سرطان الثدي بولاية الجزيرة، كما هدف البحث إلى التنبؤ بمعدلات الإصابة بسرطان الثدي من خلال استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بأعداد النساء المصابات بسرطان الثدي اعتماداً على بيانات شهرية (2016-2008) وتم التوصل إلى أن سلسلة النساء المصابات بسرطان الثدي سلسة غير مستقرة وتم بناء نموذج للتنبؤ بأعداد النساء المصابات بمرض سرطان الثدي وهو $ARIMA(2,1,0)$

دراسة (LANGANT & all , 2017)

Cancer Cases in Kenya; Forecasting Incidents Using Box & Jenkins ARIMA Model.

بعنوان (حالات السرطان في كينيا، التنبؤ باستخدام أحد نماذج بوكس جنكنز) هدفت هذه الدراسة إلى مدى ملائمة نماذج بوكس جنكنز في التنبؤ بكافة حالات الأورام الخبيثة لجميع الفئات العمرية وتم جمع البيانات من خمس مستشفيات من مختلف أنحاء البلاد خلال الفترة (2000-2015). حيث اعتمد الباحثون في هذه الدراسة على بيانات سنوية من سجلات مرضى السرطان في المستشفيات الخمسة، وتوصلت هذه الدراسة بالاعتماد على الحزمة الإحصائية SPSS إلى أن النموذج الأفضل الذي يمثل السلسلة هو ARIMA (2,1,0) وباستخدام هذا النموذج تم التنبؤ بعدد الحالات المتوقع للأعوام 2016,2017,2018.

دراسة (MOOSAZADEH & all,2014)

Forecasting Tuberculosis Incidence in Iran Using Box-Jenkins Models.

بعنوان (استخدام نماذج بوكس جنكنز للتنبؤ بحالات مرض السل في إيران) هدفت هذه الدراسة إلى استخدام نماذج بوكس جنكنز للتنبؤ بعدد حالات مرض السل اعتماداً على بيانات شهرية من نيسان 2005 وحتى نيسان 2011 وبعد اختبار عدة نماذج تم التوصل إلى نموذج يلائم البيانات للتنبؤ وهو SARIMA (0,1,1)

وبمقارنة الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة:

نجد ان الدراسة متشابهة مع الدراسات السابقة من حيث استخدام منهجية بوكس جنكنز لإيجاد أفضل نموذج للتنبؤ، وتتميز الدراسة عن الدراسات السابقة بطول الفترة الزمنية للدراسة حيث تمتد (كانون الثاني 2011 - أيلول 2021) أي 129 مشاهدة الأمر الذي يعطي تنبؤ دقيق للمستقبل.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في صعوبة بناء نموذج قياسي للتنبؤ بعدد الأطفال المصابين بمرض السرطان، لإعطاء تنبؤات مستقبلية ذات دقة عالية، كما توجد صعوبة في أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة لعدد الأطفال المصابين بمرض السرطان خلال فترة الدراسة (كانون الثاني 2011 - أيلول 2021) ، ويمكن صياغة مشكلة البحث بالتساؤل التالي:

ما مدى إمكانية بناء نموذج قياسي صالح للتنبؤ بعدد الأطفال المصابين بمرض السرطان في مركز معالجة الأورام في مشفى تشرين الجامعي في محافظة اللاذقية؟

أهمية البحث:

تعد هذه الدراسة إضافة علمية في المجال الإحصائي والجانب الطبي، وذلك لقلّة الدراسات المحلية في هذا الجانب. وتكمن أهمية البحث من استنتاج نموذج قياسي يستخدم للتنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان، وذلك باستخدام منهجية بوكس جنكنز من خلال نماذج ARIMA، ومن ثم التنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان لفترات قادمة.

ويهدف البحث إلى: اختبار إمكانية تطبيق أسلوب ARIMA في التنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان.

تحديد النموذج الأمثل من بين نماذج ARIMA للتنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان.

التنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان

الحدود المكانية للبحث: مركز معالجة الأورام في مشفى تشرين الجامعي في محافظة اللاذقية - سورية

الحدود الزمانية للبحث: كانون الثاني 2011 - أيلول 2021

فرضيات البحث:

- لا يمكن التوصل إلى النموذج الذي يجعل السلسلة الزمنية مستقرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز.
- لا يمكن بناء نموذج قياسي للتنبؤ بأعداد المرضى الأطفال المصابين بالسرطان باستخدام منهجية بوكس جنكنز.

➤ **منهجية البحث:** تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي (النموذج المستخدم هو أحد أساليب تحليل السلاسل الزمنية - نماذج بوكس جنكنز) وتم استخدام البرامج الإحصائية التالية (Eviews, Spss20)

الإطار النظري للبحث:

مفهوم نماذج بوكس جنكنز:

يطلق على مجموعة من المشاهدات التي تمثل قياسات لظاهرة معينة خلال فترات زمنية محددة مصطلح السلسلة الزمنية، حيث تعرف السلسلة الزمنية بأنها سجل تاريخي لظاهرة معينة بقياسات مأخوذة على مدى فترات زمنية متساوية، ويتم تحليل السلاسل الزمنية بإعداد نموذج رياضي يحاكي نشاط الظاهرة في الماضي للوصول لتقدير لها في المستقبل أي التنبؤ بها، حيث يتم اتباع خطوات محددة لبناء نموذج للسلاسل الزمنية يمكن تكرارها حتى الوصول لأفضل نموذج للتنبؤ يلائم البيانات ويصف تغيرات الظاهرة بدقة، ويعتبر أسلوب بوكس جنكنز أحد الأساليب لبناء النماذج المختلفة في تحليل السلاسل الزمنية.

يقصد بنماذج بوكس جنكنز تلك المنهجية التي قام بتطبيقها كل من George Box و Gwilyn Jenkins على السلاسل الزمنية عام 1970، حيث تمتاز هذه المنهجية بقدرتها على التنبؤ بالظواهر العشوائية دون افتراض أي نموذج مسبق، وتعتمد على مرور النموذج بعدة مراحل بدءاً من اختيار النموذج المبدئي الملائم، مروراً بتقدير معالم النموذج وتشخيصه وانتهاءً بالتنبؤ بالمشاهدات المستقبلية، ويرافق ذلك توفر بيانات ذات سلسلة طويلة تتراوح من 40-50 مشاهدة موزعة على فترات زمنية متساوية للحصول على تنبؤ دقيق.

تعتمد منهجية بوكس جنكنز على أربعة أجزاء هي:

١. نموذج الانحدار الذاتي AR

يمثل نموذج الانحدار الذاتي العلاقة بين القيم الحالية للظاهرة والقيم السابقة لنفس السلسلة الزمنية، ويقدم نموذج رياضي يمثل البيانات عندما تكون القيمة الحالية للسلسلة الزمنية دالة في قيمتها للفترة السابقة إضافة لبعض الأخطاء، ويمكن كتابة نموذج الانحدار الذاتي بالعلاقة التالية:

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

٢. نموذج المتوسط المتحرك MA

يمكن الحصول على هذا النموذج من قيمة السلسلة الزمنية في الزمن t من خلال الأخطاء العشوائية واعتماداً على فترات سابقة، ويمكن صياغة نموذج المتوسط المتحرك بالعلاقة التالية:

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

٣. نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك ARMA

هو عبارة عن جمع النموذجين AR و MA ليصبح نموذج واحد ARMA ويمكن كتابته بالشكل:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \dots + \Phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

٤. نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية (ARIMA) Autoregression

Integrated Moving Average Models

تعد نماذج ARIMA أكثر نماذج السلاسل الزمنية استخداماً، وتتكون هذه النماذج من مركبتين هما الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة بالإضافة إلى الفروق (Difference) التي تتطلبها السلسلة من أجل أن تكون مستقرة (Stationary) ويرمز لها بالرمز (I) وهو رمز التكامل، وبذلك يتحول نموذج ARMA(p, q) إلى نموذج ARIMA(p, d, q) ويسمى نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل حيث أن: p: تشير إلى درجة الانحدار الذاتي. q: تشير إلى درجة المتوسطات المتحركة. d: تشير إلى عدد الفروق اللازمة لاستقرار السلسلة الزمنية (رتبة التكامل).

مراحل منهجية بوكس جنكنز: تعتبر طريقة Box & Jenkins منهجية وليست وسيلة من أجل القيام بعملية التنبؤ بهدف اختيار النموذج الموافق والأفضل للمعطيات، وذلك من أجل التمثيل والعرض الجيد للظاهرة المدروسة، ويتم بناء نموذج للتنبؤ وفق المراحل الأربعة التالية، ونستعرض الآن هذه المراحل بشيء من الإسهاب. وتتلخص المراحل الأربعة الأساسية كالتالي:

١. التعرف على النموذج Identification Model

تعد مرحلة التعرف أهم مرحلة في بناء نماذج السلاسل الزمنية، حيث تتضمن تحديد مرتبة الانحدار الذاتي p ومرتبة المتوسطات المتحركة q، ومرتبة الفروق d لنماذج ARIMA(p, d, q)، كما يمكن الحصول على عدة بدائل للنماذج الممكنة ويمكن للنموذج الأولي المختار أن يُرفض في المرحلة قبل الأخيرة من طريقة بوكس جنكنز.

وبالتالي يعتبر تابعي الارتباط والارتباط الذاتي الجزئي أداتان أساسيتان في التعرف على نماذج السلسلة الزمنية ويمكن جمع خواص الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي بالجدول التالي:

الجدول رقم (1) سلوك الارتباط الجزئي والارتباط الذاتي الجزئي في نماذج ARMA

النموذج	دالة الارتباط الذاتي (ACF)	دالة الارتباط الذاتي الجزئية (PACF)
AR(1)	تتناقص بشكل أسي	ارتباط ذاتي جزئي معنوي واحد
AR(2)	تتناقص بشكل أسي أو جيبي	ارتباطان ذاتيان جزئيان معنويان
AR(p)	مزيج أسي و/ أو جيبي متخامد نحو الصفر	تتعدم معاملات PACF من أجل $k > p$ تتعدم بعد التأخر P
MA(1)	ارتباط ذاتي معنوي واحد	تتناقص بشكل أسي
MA(2)	ارتباطان ذاتيان معنويان	تتناقص بشكل أسي أو جيبي
MA(q)	تتعدم معاملات ACF من أجل $k > p$	مزيج أسي و/ أو جيبي متخامد نحو الصفر
ARMA(p, q)	مزيج أسي و/ أو جيبي متخامد نحو الصفر	مزيج أسي و/ أو جيبي متخامد نحو الصفر

المصدر: (الأحمدالعبد، 2004، صفحة 329)

٢. تقدير معالم النموذج Estimating Parameters of Model

يتم في هذه المرحلة تقدير معالم النموذج وهي معالم نموذج الانحدار الذاتي ($\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_1$) ومعالم نموذج المتوسطات المتحركة ($\theta_1, \theta_2, \theta_q$) وغالباً ما تستخدم طريقة الإمكانية القصوى وطريقة المربعات الصغرى OLS.

٣. تشخيص واختبار النموذج Model Diagnostic

حيث تُعتبر هذه المرحلة من أهم وأخطر المراحل المتبعة لبناء النموذج لأنها تعطينا اطمئناناً ملموساً لملائمة معالم النموذج للفروض الإحصائية وبالتالي إمكانية استخدامها في التنبؤ. وتشتمل مرحلة التشخيص على إجراء العديد من الفحوصات والاختبارات أهمها:

• اختبار Jarque- Bera test يعتمد هذا الاختبار على حساب الفرق بين معاملي الالتواء والتقلطح

للسلسلة قيد الدراسة مع معاملي الالتواء والتقلطح للتوزيع الطبيعي، وتحسب هذه الاحصائية بالعلاقة الآتية:

$$JB = \frac{N - k}{6} \left[S^2 + \frac{1}{4} (K - 3)^2 \right]$$

حيث: S تمثل معامل الالتواء Skewness ، K يمثل معامل التقلطح Kurtosis ، k عدد المعالم المقدرة المستخدمة في توليد السلسلة.

معيار أكاي للمعلومات Akaike Information Criteria (AIC): يعطى بالعلاقة التالية:

$$AIC = T \ln (\sum ei^2) + 2n$$

• معيار شوارتز Schwarz Criterion (SC): يعطى بالعلاقة التالية:

$$SC = T \ln (\sum ei^2) + n \ln (T)$$

حيث n : عدد المعالم المقدرة في النموذج ، T : عدد المشاهدات ، e : الخطأ العشوائي ، حيث يتم اختيار

النموذج الذي يعطي أقل قيمة لمعيار AIC و SBC

• اختبار دقة التنبؤ (متوسط الخطأ المطلق Mean Absolute Error (MAE) يحسب هذا الاختبار

وفق الصيغة التالية:

$$MAE = \sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y} - y_i)^2}{n}$$

• اختبار دقة التنبؤ (جذر متوسطات مربعات البواقي Root Mean Square Error (RMSE)

يحسب هذا الاختبار وفق الصيغة التالية:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y} - y_i)^2}{n}}$$

٤. التنبؤ Forecasting وهي المرحلة الأخيرة من مراحل التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، حيث تمثل

هذه المرحلة التطبيق العملي للنموذج المقترح من خلال الحصول على القيم المتوقعة للسلسلة محل الدراسة . (بري، 2002).

الإطار العملي للبحث:

أولاً: وصف السلسلة من حيث الاستقرار:

بعد أن تم جمع البيانات من مركز معالجة الأورام في مشفى تشرين الجامعي في محافظة اللاذقية حيث تم تبويبها وفق الجدول التالي الذي يوضح عدد الأطفال المصابين بمرض السرطان في كل شهر خلال فترة الدراسة (كانون الثاني 2011 – أيلول 2021)

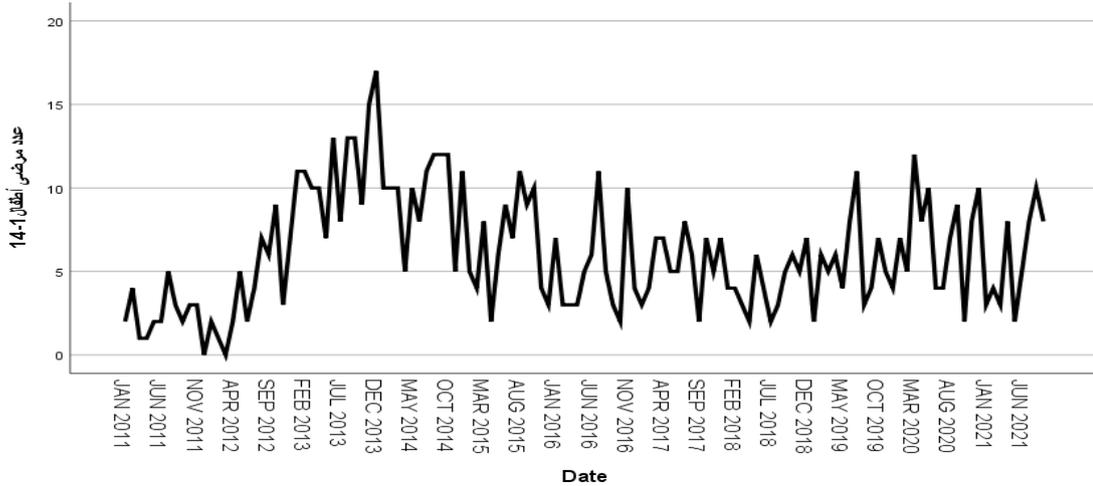
الجدول رقم (2) أعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان خلال الفترة (كانون الثاني 2011 – أيلول 2021)

الشهر	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
كانون الثاني	2	2	11	10	5	7	3	4	2	7	3
شباط	4	1	11	10	4	3	4	4	6	5	4
آذار	1	0	10	10	8	3	7	3	5	12	3
نيسان	1	2	10	5	2	3	7	2	6	8	8
أيار	2	5	7	10	6	5	5	6	4	10	2
حزيران	2	2	13	8	9	6	5	4	8	4	5
تموز	5	4	8	11	7	11	8	2	11	4	8
آب	3	7	13	12	11	5	6	3	3	7	10
أيلول	2	6	13	12	9	3	2	5	4	9	8
تشرين الأول	3	9	9	12	10	2	7	6	7	2	
تشرين الثاني	3	3	15	5	4	10	5	5	5	8	
كانون الأول	0	7	17	11	3	4	7	7	4	10	

المصدر: من إعداد الباحثة بناءً على بيانات مركز معالجة الأورام السرطانية بمشفى تشرين الجامعي في

اللاذقية

وتتمثل أولى خطوات تلك المرحلة في فحص استقرار السلسلة الزمنية، وتطبيق التحويلات اللازمة لجعلها مستقرة إن لم تكن كذلك، ولمعرفة ذلك يتم فحص التوقع البياني لسلسلة أعداد المرضى الشهرية من حيث ثبات التباين والوسط والحسابي، وذلك من خلال رسم المنحنى التاريخي للظاهرة للتعرف على الخصائص المميزة للسلسلة الزمنية من حيث وجود اتجاه عام من عدمه، أو عدم ثبات التباين، أو وجود قيم متطرفة أو قيم شاذة ضمن السلسلة أو غير ذلك من المشاكل العلمية.



الشكل رقم (1) السلسلة الزمنية لأعداد المرضى الشهرية من مخرجات spss

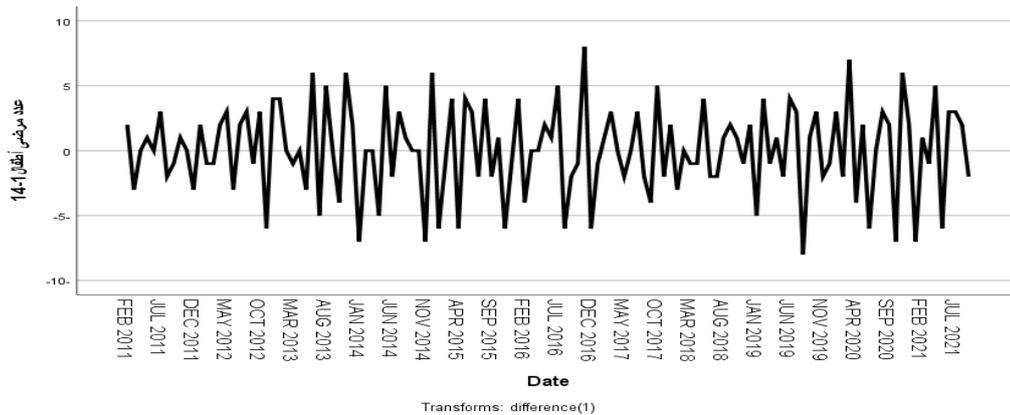
نلاحظ من الشكل (1) أعلاه نلاحظ أن التباين يميل إلى الثبات إلا أننا نلاحظ أيضاً وجود اتجاه عام متزايد وتارة أخرى متناقص مع الزمن مما يدل على عدم استقرار بيانات السلسلة في المتوسط. وللتأكد من استقرارها، أجرينا اختبار ديكي فلر الموسع ADF، وكانت النتائج على النحو التالي:

الجدول رقم (٣) نتائج اختبار ديكي فلر الموسع ADF

الحالة	Sig	القيم الجدولية			قيمة t المحسوبة	الاختبار
		%10	%5	%1		
غير مستقرة	0.3116	-1.615037	-1.943385	-2.583444	-0.930801	ديكي فلر الموسع

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Eviews

نتبين من نتائج الجدول أعلاه أن السلسلة غير مستقرة في الوسط حيث أن قيمة p-value لاختبار ADF كانت أكبر من 0.05، مما يعني قبول فرضية العدم (وجود جذر وحدة: H_0)، ولجعل السلسلة مستقرة في الوسط تم أخذ الفروق الأولى، ومن ثم إعادة رسم السلسلة فيصبح الشكل البياني للسلسلة بعد أخذ الفروق الأولى للسلسلة كما يظهر في الشكل (٢).



الشكل رقم (2): السلسلة الزمنية لأعداد المرضى الشهرية بعد أخذ الفرق الأول باستخدام SPSS

نلاحظ من الشكل أعلاه أنّ رسم المنحنى الزمني للسلسلة بعد إجراء الفروق الأولى للسلسلة الأصلية مستقرة، وبذلك تكون أصغر رتبة للفروق الضرورية لتكون السلسلة مستقرة هي $(d=1)$. وللتأكد من أن السلسلة مستقرة في الوسط قمنا بإجراء اختبار ADF والجدول التالي يبين نتيجة الاختبار.

الجدول رقم (4) نتائج اختبار ديكي فلر الموسع ADF للفروقات من الدرجة الأولى

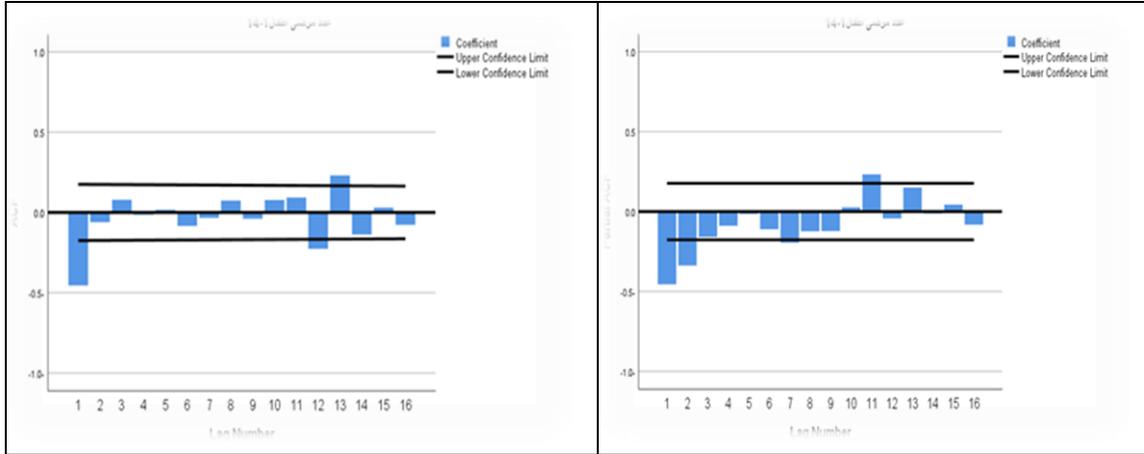
الحالة	Sig	القيم الجدولية			قيمة t المحسوبة	اختبار ديكي فلر الموسع
		%10	%5	%1		
مستقرة	0.0000	-	-1.943385	-2.583444	-13.48153	
		1.615037				

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Eviews

وبإجراء اختبار ADF لبحث سكون سلسلة الفروق الأولى للسلسلة الأصلية، كانت قيمة p-value أقل من 0.05، مما يعني رفض فرضية العدم الأولى التي تقول (لا يمكن التوصل إلى النموذج الذي يجعل السلسلة الزمنية مستقرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز). وقبول الفرضية البديلة أي أن السلسلة الزمنية مستقرة.

ثانياً: مرحلتي التعرف والتقدير:

تهدف هذه المرحلة إلى التعرف على نموذج ARIMA المناسب لتمثيل البيانات، وذلك من خلال تحديد رتبة الجزء الخاص بالانحدار الذاتي AR والمعروفة بالرمز (p) ، ورتبة الجزء الخاص بالمتوسطات المتحركة MA والمعروفة بالرمز (q) ، وتعتمد هاتين الرتبتين في التقدير على أداتين أساسيتين هما دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي المقدرتين، ويوضح الشكل (3) دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي المقدرتين للسلسلة بعد أخذ الفروق الأولى للسلسلة الأصلية.



الشكل رقم (3): دالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي بعد أخذ الفروق الأولى للسلسلة الزمنية

يتضح من الشكل (3) أنّ دالّة الارتباط الذاتي (ACF) تتقطع بعد الفجوة الزمنية الأولى، مما يدلّ على وجود معلمة لنموذج المتوسطات المتحركة، أي أنّ $q=1$ ، بينما تتقطع دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) بعد الفجوة الزمنية الثانية، مما يدلّ على أنّ $p=2$ ، ولتوفيق أفضل نموذج للسلسلة، تم ترشيح عدة نماذج ARIMA(p,d,q) كما هو مبين في الجدول (5)

الجدول رقم (5) مقارنة النماذج المقترحة وفق معنوية المعلمات

النماذج	معنوية المعلمات ARIMA Model parametrs		معنوية النموذج
	AR	MA	
ARIMA (1,1,1)	0.8321	0.0000	غير معنوي
ARIMA(1,1,0)	0.0000		معنوي
ARIMA(2,1,1)	0.7228	0.0000	غير معنوي
ARIMA(2,1,0)	0.5148		غير معنوي
ARIMA(0,1,1)		0.0000	معنوي

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Eviews

ثم تمت المفاضلة بين هذه النماذج المعنوية للمعلمات فقط كما يوضح الجدول رقم (6)، ليتم بعدها اختيار النموذج الذي يكون فيه معيار AIC, SBC أقل وتكون دقة التنبؤ عالية لاختباري (MAE, RMSE) الجدول رقم (6) النماذج المعنوية المقترحة

النماذج	معنوية المعلمات ARIMA Model parametrs		معيار شوارتز SC	معيار أكاي AIC	اختبارات دقة التنبؤ	
	AR	MA			اختبار MAE	اختبار RMSE
ARIMA(1,1,0)	0.0000		5.155799	5.11123	2.493 ٢.٤٩٣	2.102
ARIMA(0,1,1)		0.0000	4.98338	4.94477	2.361 ٢.٣٦١	2.890

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Eviews

نلاحظ من الجدول (6) أنَّ النموذج الأفضل هو ARIMA (0,1,1)، وذلك لامتلاكه أقل القيم للمعيار الإحصائي (AIC=4.94)، وأقل قيمة لمعامل Schwarz criterion (SC=4.989) ومعايير لقياس لدقة التنبؤ (MAE=2.36, RMSE=2.89) وبذلك فإنَّ النموذج المقترح الذي يمكن استخدامه في التنبؤ هو النموذج ARIMA(0,1,1). وأنَّ تقديرات معالم النموذج أعلاه مبينة في الجدول (7) الآتي:

الجدول رقم (7): تقديرات معالم النموذج ARIMA (0,1,1) المقترح

Dependent Variable: D(CHILD)				
Sample: 2011M02 2021M09				
Included observations: 128				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.713552	0.063438	-11.24804	0.0000
SIGMASQ	7.925526	1.177310	6.731895	0.0000

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Eviews

ثالثاً: مرحلة التشخيص:

• بعد ان تم التأكد من ان معنوية المعلمات المقدرة للنموذج $ARIMA(0,1,1)$

• يتم التأكد من فرضية عدم ثبات التباين وذلك وفق اختبار White

الجدول رقم (8) اختبار ثبات التباين white

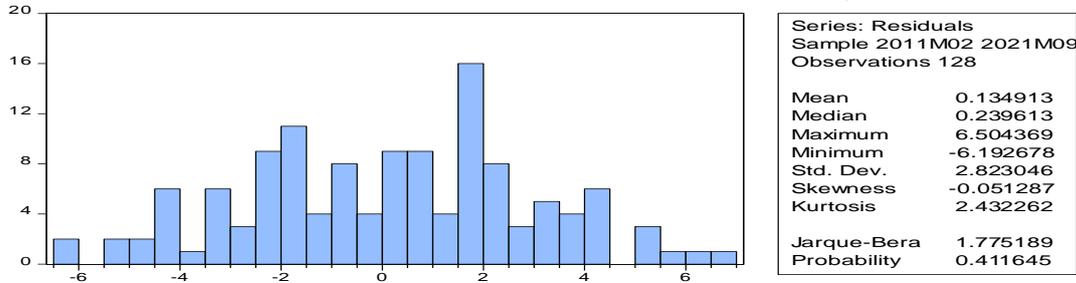
Heteroskedasticity Test: White			
F-statistic	123.1748	Prob. F(3,124)	0.0000
Obs*R-squared	95.83949	Prob. Chi-Square(3)	0.0000
Scaled explained SS	66.17111	Prob. Chi-Square(3)	0.0000

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Eviews

بالنظر إلى قيمة Prob لاختباري فيشر F وكاي مربع χ^2 فإن قيمتها تساوي الصفر مما يعني قبول

فرضية عدم (عدم ثبات التباين)

• طبيعة التوزيع للبقايا



الشكل رقم (4) المنحنى التكراري لبقايا نموذج $ARIMA(0,1,1)$

نلاحظ من قيمة اختبار Jarque Bera=1.775 أكبر من القيمة الجدولية أي نقبل فرضية عدم (أي أن

سلسلة البقايا تتبع التوزيع الطبيعي) وعند رسم ACF للبقايا حيث وُجد من الشكل (5) أن جميع معاملات

الارتباط الذاتي للبقايا تقع داخل حدود فترة الثقة، وهذا يدل بأن البقايا عشوائية بصورة كاملة.

Sample: 2011M01 2022M09

Included observations: 128

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.007	0.007	0.0070	0.0070	0.705
2	-0.032	-0.032	0.1433	0.1433	0.766
3	0.054	0.055	0.5340	0.5340	0.903
4	-0.016	-0.018	0.5699	0.5699	0.913
5	-0.055	-0.051	0.9772	0.9772	0.614
6	-0.138	-0.142	3.5633	3.5633	0.677
7	-0.056	-0.058	3.9960	3.9960	0.646
8	0.090	0.089	5.1121	5.1121	0.615
9	0.092	0.106	6.2844	6.2844	0.290
10	0.179	0.193	10.800	10.800	0.224
11	0.124	0.118	12.992	12.992	0.204
12	-0.105	-0.136	14.559	14.559	0.158
13	0.124	0.098	16.776	16.776	0.129
14	-0.118	-0.122	18.824	18.824	0.138
15	-0.080	-0.005	19.759	19.759	0.119
16	-0.111	-0.079	21.596	21.596	

الشكل رقم (5): دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي لنموذج $ARIMA(0,1,1)$

مما سبق نجد أن نتائج الاختبارات الطبقة على اليواقي تؤكد على صلاحية النموذج المقدر لتمثيل السلسلة الزمنية وبالتالي إمكانية التنبؤ.

رابعاً: مرحلة التنبؤ:

تمّ التوصل إلى أنّ النموذج الأفضل للتنبؤ بأعداد الأطفال المصابين بمرض السرطان هو $ARIMA(0,1,1)$ ، وذلك لاجتيازه عمليات الفحص والتشخيص بدرجة جيدة إحصائياً عن غيره من النماذج الأخرى.

• التنبؤ داخل العينة:

الجدول رقم(9) القيم التنبؤية لنموذج $ARIMA(0,1,1)$ والقيم الحقيقية

القيم الحقيقية	القيم التنبؤية	الشهر / العام
5	5	حزيران / 2021
8	5	تموز / 2021
10	8	آب / 2021
8	7	أيلول / 2021

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على مخرجات spss

• التنبؤ خارج العينة: وباستخدام نموذج $ARIMA(0,1,1)$ تم التنبؤ بأعداد المرضى لشهر تشرين

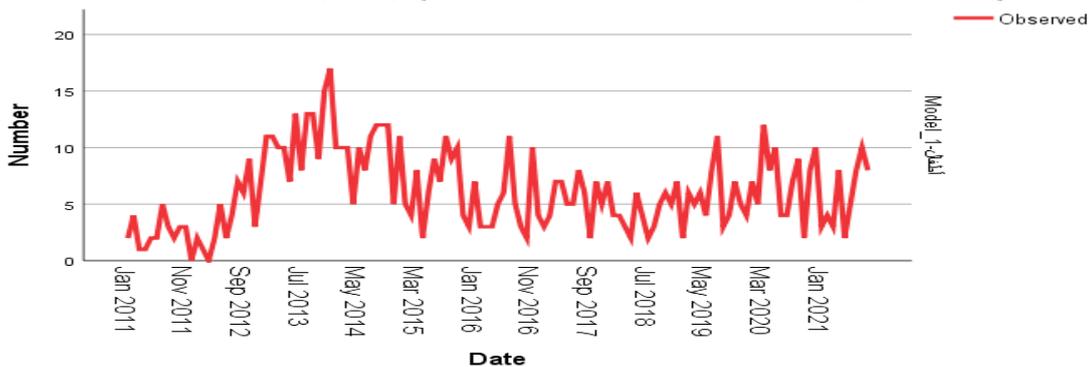
الأول 2021 وذلك لأنه حسب منهجية بوكس جنكنز "الأخطاء المستقبلية لنماذج MA تساوي الصفر، لذلك نتنبأ فقط لفترة تساوي قيمة q " وقيمة q في النموذج تساوي الواحد ويتضح ذلك من خلال الجدول التالي:

الجدول رقم (10): القيم التنبؤية لأعداد المرضى الأطفال باستخدام نموذج $ARIMA(0,1,1)$

القيم التنبؤية	الشهر / السنة
7	تشرين الأول / 2021

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Eviews

ويوضح الشكل رقم (6) القيم المتنبأ بها للسلسلة باستخدام النموذج $ARIMA(0,1,1)$



الشكل رقم (6) القيم المتنبأ بها لسلسلة المرضى الأطفال باستخدام النموذج $ARIMA(0,1,1)$

النتائج والتوصيات:

النتائج:

1. توصلت الدراسة إلى أن الظاهرة محل الدراسة تمثل سلسلة زمنية غير مستقرة بالنسبة للبيانات الأصلية المتاحة لأعداد مرضى السرطان الأطفال وذلك لقيم معاملات الارتباط الذاتي (وفق جذر الوحدة)، وبالتالي تم تطبيق الفروق الأولى لأنها الأنسب من غيرها في جعل السلسلة الزمنية مستقرة.
2. تبين أن النموذج $ARIMA(0,1,1)$ تقوّق على غيره من النماذج المقترحة في اجتياز جميع الفحوصات والاختبارات التشخيصية بنجاح وتحقق خصائص البواقي للنموذج.
3. تبين من خلال النموذج $ARIMA(0,1,1)$ أن عدد الأطفال المصابين بمرض السرطان في شهر تشرين الأول 7 إصابات.

التوصيات:

1. اعتماد نموذج $ARIMA(0,1,1)$ للتنبؤ بالسلسلة الزمنية لعدد الأطفال المصابين بالسرطان، لأنه يقدم تنبؤ لشهر واحد فقط عند توفر بيانات حديثة.
2. نوصي باستخدام أساليب تنبؤيه أخرى كأسلوب التمهيد الأسّي وأسلوب دالة التحويل ومقارنة نتائج هذه الأساليب مع نتائج Box-Jenkins المقترحة.
3. نوصي بتطبيق أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية بدلاً من نماذج $ARIMA$ في التنبؤ بالسلاسل الزمنية التي تحتوي على أنماط غير خطية.
4. نوصي باستخدام أسلوب المحاكاة بأحجام وعينات مختلفة في توليد بيانات لدراسة النماذج الإحصائية لمعرفة خصائصها ودقتها في التنبؤ.
5. التنقيب والبحث المستمر عن البيانات لمعرفة بعض العوامل الأخرى التي يمكن أن تؤثر على أعداد مرضى السرطان.

المراجع:

- إبراهيم علي إبراهيم عبد ربه. (٢٠٠٨). مبادئ علم الإحصاء. الإسكندرية: الدار الجامعة، الطبعة الثانية.
- افتخار عبد الحميد النقاش. (١٩٨٢). تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لمدينة بغداد. بغداد، العراق: رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
- حضري خولة. (٢٠١٤). استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جنكيز في اتخاذ القرار الإنتاجي (دراسة حالة مطاحن رياض سطيف ٢٠١٣-٢٠٠٣). الجزائر: كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.
- ديفيد أندرسون وآخرون ترجمة: مجتوفيق البقيني، مرفت طلعت المحلاوي. (٢٠٠٦). الأساليب الكمية في الإدارة. المملكة العربية السعودية: دار المريخ.
- رولى شفيق اسماعيل. (٢٠١٣). استخدام نماذج تحليل السلاسل الزمنية لدراسة تقلبات أسعار الأسهم والتنبؤ باتجاهاتها. دمشق، سورية: رساله دكتوراه، كلية الاقتصاد، قسم الإحصاء التطبيقي، جامعة دمشق.

- ريسان زعلان. (٢٠٠٨). بناء نموذج محاكاة لتحسين أداء أنشطة مركز الأورام في البصرة. العراق: جامعة البصرة.
- سعدية طعمة. (٢٠١٢). استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار. الأنبار: مجلة جامعة الأنبار للعلوم الادارية والاقتصادية.
- سمير مصطفى شعراوي. (٢٠٠٥). مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية (المجلد الطبعة الأولى). المملكة العربية السعودية: مركز النشر العلمي.
- عبد الرحمن الأحمد العبد. (٢٠٠٤). مبادئ التنبؤ الإداري. الرياض، السعودية: جامعة الملك سعود.
- عدنان هاشم الوردی. (١٩٩٠). أساليب التنبؤ الاحصائي طرق وتطبيقات. البصرة، العراق: مطبوع دار الحكمة، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة البصرة.
- علي لزعر. (٢٠٠٠). الإحصاء وتوفيق المنحنيات. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.
- فارس غانم أحمد الطائي. (٢٠٠٣). دراسة مقارنة بين طرائق بوكس وجينكن وطريقة التقنية المعدلة في التكهن. الموصل، العراق: رسالة دكتوراه، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.
- كوثر فرج. (٢٠١٧). التنبؤ بأعداد النساء المصابات بسرطان الثدي باستخدام السلسلة الزمنية بولاية الجزيرة في السودان. السودان: جامعة طيبة
- محمد شيخي. (٢٠٠٩). طرق الاقتصاد القياسي (المجلد الطبعة الأولى). عمان، الأردن: دار ومكتبة الحامد للنشر.
- معتوق محمد. (٢٠٠٧). الإحصاء الرياضي والنماذج الإحصائية. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية. (بلا تاريخ).
- NHS: (October, 2019 ٢٨). *Breast cancer in women* /<https://www.nhs.uk/conditions/breast-cancer>
- .A.C HARVEY. (١٩٨٥). *Time Series Models*. BCC Wheaton: LTD-Exeter.
- .A.TA HARVEY. (بلا تاريخ).
- .BOX Jenkins. (١٩٧٦). *Time Series Analysis Forecasting And Control*. Holden Day.
- .Damodar Gujarati. (٢٠٠٤). *Econométrie Traduit par Bernier. Bernard*. (المجلدات 789-788). Belgique: Edition de Boeck.
- .Dor Eric. (٢٠٠٥). *Econométrie*. (المجلد 7 p.159). France: Edition Pearson.
- .Eae Jacqe catherine. (٢٠٠٨). *Elements de Statisique*. Dehon Bruxelles: edition Ellipses.
- .Gabriela Pichardo. (January, 2020 ٢٤). *Understanding cancer--the Basic*. Web MD: <https://www.webmd.com/cancer/guide/understanding-cancer-basics>
- NHS: (June, 2018 ١٢). *Symptoms prostate cancer*. NHS: <https://www.nhs.uk/conditions/prostate-cancer/symptoms>
- NHS: (August, 2019 ١٥). *Lung cancer*. NHS: <https://www.nhs.uk/conditions/lung-cancer/symptoms>

NHS: (September, 2019 ١٧) .*Signs and symptoms Cancer* . تم الاسترداد من NHS: <https://www.nhs.uk/conditions/cancer/symptoms>

NHS: (October, 2019 ١٠) .*Symptoms Bowel cancer* . تم الاسترداد من NHS: [/https://www.nhs.uk/conditions/bowel-cancer/symptoms](https://www.nhs.uk/conditions/bowel-cancer/symptoms)

Time Series Analysis Forecasting . (٢٠٠٨) .Gregory C Reinsel و Gwilym M Jenkins ،P George Box E .Fourth Edition: WILEY INC .*and Control*

Turning Discovery Into Health (February, 2015 ٩) .*NATIONAL CANCER INSTITUTE* . تم الاسترداد من What Is Cancer?: <https://www.cancer.gov/about-cancer/understanding/what-is-cancer>

Typers of Cancer Treatment . (بلا تاريخ) . تم الاسترداد من NATIONAL CANCER INSTITUTE: <http://www.cancer.gov/about-cancer/tretment/types>

u.s departmenet of health and human services (December, 2015 ٢٣) .*Risk Factors For Cancer* . تم الاسترداد من NATIONAL CANCER INSTITUTE: <http://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk>

u.s Department of Health and Human Services (April, 2015 ٢٩) .*Age and Cncer Risk* . تم الاسترداد من NATIONAL CANCER INSTITUTE: <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/age>

Yamini Ranchod (January, 2020 ٦) .*MEDICAL NEWS TODAY* . تم الاسترداد من What to know about cancer: <https://www.medicnewsday.com/articles/323648#what-is-cancer>

إبراهيم علي إبراهيم عبد ربه. (٢٠٠٨). *مبادئ علم الإحصاء*. الإسكندرية: الدار الجامعة، الطبعة الثانية.

افتخار عبد الحميد النقاش. (١٩٨٢). *تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لمدينة بغداد*. بغداد، العراق: رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

بسام سعد. (٢٠١٦). *علم الأورام*. اللاذقية: كلية الطب البشري، جامعة تشرين.

بسام سعد. (٢٠١٧). *علم الأورام - بيولوجيا السرطان*. سورية - اللاذقية: جامعة تشرين-كلية الطب البشري.

جمال حمودي. (٢٠١٤). *مرض السرطان بين الطب الحديث والطب التقليدي في المجتمع الجزائري*. الجزائر: جامعة أبي بكر بلقايد، كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية، قسم التاريخ.

حضري خولة. (٢٠١٤). *استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جنكز في اتخاذ القرار الإنتاجي (دراسة حالة مطاحن رياض سطيف ٢٠١٣-٢٠٠٣)*. الجزائر: كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.

ديفيد أندرسون وآخرون ترجمة: محمدتوفيق البقيني، مرفت طلعت المحلاوي. (٢٠٠٦). *الأساليب الكمية في الإدارة*. المملكة العربية السعودية: دار المريخ.

رقية عبد الله الطيب. (٢٠١٤). *تحليل السلاسل الزمنية واستخدامه لبناء نماذج حوادث المرور في ولاية الخرطوم ٢٠٠٦-٢٠١٣*. رسالة ماجستير، نيسان، السودان: جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

رولى شفيق اسماعيل. (٢٠١٣). *استخدام نماذج تحليل السلاسل الزمنية لدراسة تقلبات أسعار الأسهم والتنبؤ باتجاهاتها*. دمشق، سورية: رساله دكتوراه، كلية الاقتصاد، قسم الإحصاء التطبيقي، جامعة دمشق.

ريسان زعلان. (٢٠٠٨). *بناء نموذج محاكاة لتحسين أداء أنشطة مركز الأورام في البصرة*. العراق: جامعة البصرة.

سعدية طعمة. (٢٠١٢). *استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار*. الأنبار: مجلة جامعة الأنبار للعلوم الادارية والاقتصادية.

سمير شعراوي. (٢٠٠٥). *مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية*. جدة: جامعة الملك عبد العزيز.

- سمير مصطفى شعراوي. (٢٠٠٥). مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية (المجلد الطبعة الأولى). المملكة العربية السعودية: مركز النشر العلمي.
- طه حسن. (٢٠١٠). الأمراض التناسلية والمشاكل الجنسية. بيروت: دار الكتب العلمية.
- عبد الرحمن الأحمد عبيد. (٢٠٠٣). مبادئ التنبؤ الإداري. السعودية: دار النشر العلمي والمطابع.
- عبد الرحمن الأحمد العبد. (٢٠٠٤). مبادئ التنبؤ الإداري. الرياض، السعودية: جامعة الملك سعود.
- عبد القادر محمد عبد القادر. (٢٠٠٥). الحديث في الاقتصاد القياسي (المجلد ص ٦٩٦). مصر: الدار الجامعية للنشر والتوزيع.
- عبد القادر محمد عبدالقادر عطيه. (٢٠٠٠). الحديث في الاقتصاد القياسي. الاسكندرية: الدار الجامعية ، طبعة ثانية.
- عدنان هاشم الوردى. (١٩٩٠). أساليب التنبؤ الاحصائي طرق وتطبيقات . البصرة، العراق: مطبع دار الحكمة، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة البصرة.
- علي لزعر. (٢٠٠٠). الإحصاء وتوفيق المنحنيات . الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.
- فارس غانم أحمد الطائي. (٢٠٠٣). دراسة مقارنة بين طرائق بوكس وجينكن وطريقة التقنية المعنلة في التكهون . الموصل ، العراق: رسالة دكتوراه، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.
- فراس قسطنطين، محمد قصي جوبان ، محمد رسلان التيناوي وآخرون. (٢٠١٧-٢٠١٨). التنبؤ في السلاسل الزمنية. دمشق: جامعة دمشق، كلية الهندسة المعلوماتية، قسم الذكاء الصناعي.
- كوثر فرج. (٢٠١٧). التنبؤ بأعداد النساء المصابات بسرطان الثدي باستخدام السلسلة الزمنية بولاية الجزيرة في السودان. السودان: جامعة طيبة.
- مازن زاده. (٢٠٠٦). الأمراض الداخلية الهضمية. دمشق: كلية الطب البشري، جامعة دمشق.
- مالك حجازية. (٢٠٠٤). أمراض الصدر. اللاذقية : جامعة تشرين.
- محمد الشحادة. (٢٠١٢-٢٠١٣). تقدير الطلب على المشتقات النفطية وتوزيعها في سورية (دراسة تطبيقية باستخدام النماذج الرياضية). اللاذقية، سورية: قسم الإحصاء والبرمجة، كلية الاقتصاد، جامعة تشرين.
- محمد شبيخي. (٢٠٠٩). طرق الاقتصاد القياسي (المجلد الطبعة الأولى). عمان، الأردن: دار ومكتبة الحامد للنشر.
- محمود خالد عكاشة. (٢٠٠٢). استخدام نظام SPSS في تحليل البيانات الإحصائية. غزة، فلسطين: جامعة الأزهر ، الطبعة الأولى.
- مريم كرسوع. (٢٠١٢). مرض السرطان في قطاع غزة. غزة: الجامعة الإسلامية.
- مصعب قاسم عزوي. (٢٠٢١). أسس لبوقاية من سرطان الجلد. لندن: دار الأكاديمية الطباعة والنشر.
- مظفر الموصل، و فاطمة الحياي. (٢٠١٩). العلاج الكيميائي والنباتي لمرضى السرطان. الأردن: دار اليازوري للنشر والتوزيع.
- معتوق محمد. (٢٠٠٧). الإحصاء الرياضي والنماذج الإحصائية. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.
- مينيكا، إدوار ترجمة: سرور علي ابراهيم سرور. (٢٠٠٦). الإحصاء في الإدارة. الرياض: دار المريخ، الجزء الثاني.
- نصيب رجم. (٢٠٠٤). الإحصاء التطبيقي. الجزائر: دار العلوم للنشر والتوزيع.
- نيكولاس جيمس، و أسامة فارق ترجمة حسن. (٢٠١١). السرطان (مقدمة قصيرة جداً). مؤسسة هنداوي.
- والتر فاندل. (٢٠٠٢). السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس جنكنز. تعريب: عبد المرضى حامد عزام: المملكة العربية السعودية.
- وفاء عيسى. (١٩٩٨). نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية واستخدامها في التنبؤ الاقتصادي. حلب، سورية: رسالة ماجستير، جامعة حلب.