

Time Series Modeling and Forecasting the Number of Patients with Cancer at Benghazi Medical Center Using Box-Jenkins Methodology (2022–2025)

Ali Meelad Abd Allateef^{1*}, Jalal A. Moaiti², Safa Abd Alalah Mohammed Ateeq³
^{1,2,3}Department of Statistics, Faculty Sciences, Benghazi University, Al-Marj, Libya

نمذجة السلاسل الزمنية والتنبؤ بعدد المرضى المصابين بالسرطان في مركز بنغازي الطبي باستخدام منهجية بوكس-جينكنز للفترة (2022–2025)

علي ميلاد عبد اللطيف^{1*}، جلال عبد الله امعيطي سعيد²، صفاء عبد الله محمد عتيق³
^{1,2,3}قسم الإحصاء، كلية العلوم، جامعة بنغازي، المرج، ليبيا

*Corresponding author: ali.abdallateef@uob.edu.ly

Received: July 21, 2026

Accepted: October 01, 2026

Published: October 17, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract:

Cancer represents one of the most prominent health challenges of the modern era, given the continuous rise in the incidence and mortality rates associated with malignant tumors, and it is classified among the leading causes of death in Libya. Given the importance of analyzing and forecasting the temporal trends of new cases, Utilizing the Box–Jenkins (ARIMA) approach, a statistical model was developed to examine monthly records of newly identified malignant tumors at the Benghazi Medical Center spanning from January 2022 through December 2025, providing future case estimates for the subsequent two-year period (2026–2027). The study relied on monthly data comprising 48 observations, analyzed using the statistical software EViews 13.0, with a mean of 115.75 cases and a standard deviation of 16.64. The methodology included applying the Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test to verify the stationarity of the series. The ADF test indicated that the series was non-stationary at the level, while stationarity was achieved after taking the first difference ($d = 1$). Using the autocorrelation function (ACF) and the partial autocorrelation function (PACF), and by comparing the candidate models according to the Akaike Information Criterion (AIC), the Schwarz Bayesian Criterion (SBC), and the lowest standard error of estimate, it was found that the ARIMA (0,1,1) model was the most appropriate and efficient for representing the series. The model passed the diagnostic tests (randomness of residuals and their normality according to the Jarque-Bera test) before proceeding to the forecasting stage. The forecast results indicated a continued upward trend in the number of new cases, with a projected total of 1,624 cases in 2026 and 1,712 cases in 2027, with monthly forecasts concentrated within a balanced range between 102 and 108 cases per month as a minimum and 132 and 175 cases as a maximum within 95% confidence intervals. The study recommends strengthening the capacity of Benghazi Medical Center and ensuring the availability of medicines and diagnostic supplies. It also recommends establishing a unified, comprehensive national registry to document patient data accurately and systematically. Furthermore, it emphasizes the adoption of ARIMA models as an official statistical tool for the periodic forecasting of future patient numbers to anticipate future health needs and support health planning. This would advance scientific research and improving the quality of health services in the public interest.

Keywords: Time Series Analysis, Box-Jenkins, ARIMA, Predict the Number of Patients with Cancer at Benghazi Medical Center, Statistical Forecasting Analysis.

الملخص:

يمثل السرطان من أبرز التحديات الصحية في العصر الحديث، نظراً للارتفاع المستمر في معدلات الإصابة والوفيات الناجمة عن الأورام الخبيثة، كما يُصنّف ضمن الأسباب الرئيسية للوفاة في ليبيا. وانطلاقاً من أهمية تحليل الاتجاهات الزمنية للحالات الجديدة والتنبؤ بها، تهدف هذه الدراسة إلى بناء نموذج إحصائي باستخدام منهجية بوكس-جنكنز (Box-Jenkins) لتحليل السلسلة الزمنية الشهرية لأعداد الحالات الجديدة المسجلة من الأورام الخبيثة، في مركز بنغازي الطبي خلال الفترة (يناير 2022 – ديسمبر 2025)، والتنبؤ بأعدادها لسنة (2026-2027). اعتمدت الدراسة على بيانات شهرية بلغت (48) مشاهدة، تم استخدام البرنامج الإحصائي EViews13.0، بمتوسط قدره (115.75) حالة وانحراف معياري (16.64)، وتضمنت المنهجية تطبيق اختبار جذر الوحدة ليدكي-فولر الموسع (ADF) للتحقق من استقرار السلسلة، وأظهر اختبار جذر الوحدة (ADF) عدم استقرار السلسلة عند المستوى، فيما تحققت الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول ($d=1$). وباستخدام دالتي الارتباط الذاتي (ACF) ودالتي الارتباط الذاتي الجزئي (PACF)، وبالمفاضلة بين النماذج المرشحة وفق معياري أكايك (AIC) وشوارز (SBC) وأقل خطأ معياري للتقدير، تبين أن نموذج (0,1,1) ARIMA هو الأنسب والأكفأ لتمثيل السلسلة، وقد اجتاز النموذج اختبارات التشخيص (عشوائية البواقي واعتداليتهما وفق اختبار Jarque-Bera) قبل الانتقال لمرحلة التنبؤ المستقبلي. أشارت نتائج التنبؤ إلى استمرار الاتجاه التصاعدي في أعداد الحالات الجديدة، بإجمالي متوقع بلغ (1,624) حالة عام 2026 و(1,712) حالة عام 2027، حيث تتركز التنبؤات الشهرية في نطاق متوازن بين (102 و 108 حالة شهرياً كحد أدنى) و(132 و 175 حالة كحد أقصى) ضمن فترات ثقة 95%. وتوصي الدراسة بتعزيز القدرة الاستيعابية لمركز بنغازي الطبي وضمان توافر الأدوية والمستلزمات التشخيصية. كما توصي بإنشاء سجل وطني موحد وشامل لتوثيق بيانات المرضى بصورة دقيقة ومنظمة. وتؤكد على توظيف نماذج ARIMA كأداة إحصائية رسمية للتنبؤ الدوري بالأعداد المستقبلية للمرضى، بصورة دورية للتنبؤ بالاحتياجات الصحية المستقبلية ودعم التخطيط الصحي. ويسهم ذلك في دعم البحوث العلمية وتحسين جودة الخدمات الصحية بما يخدم المصلحة العامة.

الكلمات المفتاحية: تحليل السلاسل الزمنية، بوكس-جنكنز، نماذج اريما، التنبؤ بعدد مرضى السرطان في مركز بنغازي الطبي، السرطان.

المقدمة:

تعتبر الأورام الخبيثة (السرطان) من أشد القضايا الصحية والطبية تعقيداً وأكثرها خطورة في العصر الحديث، إذ تُعرّف بيولوجياً بأنها نمو غير منتظم وتطور جيني للخلايا الحية مع قدرتها على الغزو والانتشار إلى أجزاء مختلفة من الجسم (1). وتشير التقديرات العالمية إلى ارتفاع مستمر في معدلات الإصابة والوفيات الناجمة عنها، لا سيما في الدول النامية التي تعاني من هشاشة الأنظمة الصحية ونقص السجلات الوطنية. وفي ليبيا، يحتل السرطان المرتبة الثانية بين أسباب الوفاة الرئيسية بعد أمراض القلب والأوعية الدموية؛ حيث تتفاقم المشكلة في ظل التدهور البيئي وزيادة التعرض للملوثات الكيميائية والإشعاعية التي تنعكس مباشرة على ارتفاع معدلات الإصابة بالأورام (2).

تتطلب الخصائص الديناميكية للبيانات الصحية الممتدة زمنياً تجاوز حدود الأدوات الإحصائية الكلاسيكية، مما يفرض الاعتماد على نمذجة السلاسل الزمنية وفق منهجية بوكس وجنكنز (Box-Jenkins) المتمثلة في نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة (ARIMA). وترجع هذه الأهمية إلى منهجية النموذج المنظمة والكفوة التي تتيح تعيين النموذج المناسب، وتقدير معالمه، وفحص صلاحيته، بهدف استشراف القيم والمشاهدات المستقبلية بدقة (2). وتتمثل مشكلة الدراسة في الارتفاع المستمر للحالات الجديدة المصابة بالأورام بمدينة بنغازي، والضغط على السعة الاستيعابية لمركز بنغازي الطبي وتحديات استدامة المخزون الدوائي والتشخيصي. وتزداد المشكلة حدة في ظل غياب النمذجة الإحصائية الدورية التي تستشرف الأعداد المتوقعة بناءً على سلسلة زمنية شهرية حديثة، مما يوجد فجوة تعيق التنبؤ المبكر والتخطيط الوقائي.

ولسد هذه الفجوة، تهدف الدراسة إلى بناء نموذج إحصائي باستخدام تحليل السلاسل الزمنية بوكس-جنكنز لتشخيص نمط أعداد الحالات الجديدة المسجلة بمرض السرطان في مركز بنغازي الطبي للفترة (يناير 2022 إلى ديسمبر 2025)، والتنبؤ بأعداد الإصابات لسنة (2026-2027). وتسعى الدراسة لإمداد صناع القرار بالتوصيات اللازمة لرفع القدرة الاستيعابية، وتأمين الاحتياجات العلاجية، وتعزيز الكشف المبكر لتخفيف أعباء المرض الاقتصادية والصحية.

الجانب النظري:

يتناول هذا القسم المفاهيم الأساسية العامة، مع عرض المراحل المنهجية لبناء نموذج السلاسل الزمنية القائم على أسلوب (بوكس-جينكينز).

السلسلة الزمنية:

تتباين المفاهيم المرتبطة بالسلاسل الزمنية تبعاً لحقل المعرفة والغاية التطبيقية المرجوة؛ غير أن الإطار العام يحددها بوصفها متتاليات من القراءات الإحصائية المرتبطة بظاهرة معينة عبر فترات زمنية متساوية ومتلاحقة عادةً، سواء أكانت

سنوية، أو شهرية، أو يومية. وعليه، تكمن الجوهر الأساسي لهذه البيانات في استثمار السجلات التاريخية لاستقراء المسار المستقبلي للظاهرة قيد البحث والتنبؤ بسلوكها (3).

استقرار السلسلة الزمنية (Stationary Time Series):

يمكن التمييز بين نوعين رئيسيين من السلاسل الزمنية: السلاسل الزمنية المستقرة (Stationary Series) والسلاسل الزمنية غير المستقرة (Non-Stationary Series). وتتحقق استقرارية السلسلة الزمنية عبر شرطين أساسيين الأولي هما الاستقرار في المتوسط (Stationarity in Mean)، وهي الحالة التي لا تظهر فيها السلسلة اتجاهًا عامًا، ويمكن تحقيق هذا الاستقرار باستخدام أسلوب الفروق (Differencing) والثاني هو الاستقرار في التباين (Stationarity in Variance)، وهي الحالة التي يخلو فيها شكل السلسلة من التذبذبات المتباينة، حيث يمكن تثبيت التباين باستخدام التحويلات الرياضية كاللوجاريتم الطبيعي، أو الجذر التربيعي، أو المقلوب. وبصورة عامة، السلسلة الزمنية مستقرة بناءً على الفحص البياني للمشاهدات إذا امتازت بمتوسط حسابي وتباين ثابتين عبر الزمن، وكانت خالية من التأثيرات أو الاتجاهات، وذلك عند تحقق الشروط التالية (4):

$$1. \text{ثبوت الوسط } E(Z_t) = \mu$$

$$2. \text{ثبوت قيمة التباين } var(Z_t) = E(Z_t - \mu) = \sigma^2$$

3. بمعزل عن القيمة المطلقة للتوقيت الذي تُجرى عنده الحسابات، ترتبط مسألة تحديد التغيرات بين أي نقطتين داخل السلسلة الزمنية بالمسافة أو الفجوة الزمنية الفاصلة بينهما وحدها، أي أن:

$$cov(Z_t - k, Z_t) = \gamma_k, t = \pm 1, \pm 2, \dots; k = \pm 1, \pm 2$$

ويتم الكشف عن استقرار السلسلة باستعمال دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF).

الارتباط الذاتي: (Autocorrelation (AC))

هو مقياس إحصائي يصف قوة العلاقة الخطية بين قيم السلسلة الزمنية ونفسها عند فترات إزاحة (k) مختلفة، وتتراوح قيمته بين (-1) و(1)، أي أن $(-1 \leq \rho_k \leq 1)$ ، ويُقدَّر بالصيغة التالية (5):

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

حيث:

- Z_t : قيم المشاهدات.
- $\bar{Z}$: الوسط الحسابي للسلسلة، ويُحسب من العلاقة $\bar{Z} = (1/n) \sum Z_t$.
- n : عدد المشاهدات.
- k : فترة الإزاحة ($k = 0, 1, 2, \dots$).

يُطلق مسمى دالة الارتباط الذاتي (ACF) على منظومة معاملات الارتباط الذاتي المناظرة لفترات الإزاحة المختلفة، والتي يتم تمثيلها بصرياً عبر المخطط البياني المعروف بالكوروجرام (5). Correlogram وتُعدّ هذه الدالة أداة رئيسية للتحقق من مدى استقرار السلسلة الزمنية (6)؛ إذ تتلشى قيمها تدريجياً وبسرعة نحو الصفر كلما اتسعت فترات الإزاحة، أو تنقطع بصورة حاسمة بعد عدد محدد منها في حال كانت السلسلة مستقرة. بالمقابل، تخفق السلاسل غير المستقرة في إظهار هذا الانحدار السريع أو الانقطاع، نظراً لوجود اتجاه عام تصاعدي أو تنازلي في متوسطاتها، مما ينتج عنه ارتباطات ذاتية مرتفعة حتى عند فترات الإزاحة الطويلة. وإلى جانب ذلك، تبرز دالة الارتباط الذاتي للبواقي (RACF) كأداة تشخيصية بالغة الأهمية لتقييم مدى كفاءة وملاءمة النموذج الإحصائي عبر اختبار عشوائية البواقي (2).

الارتباط الذاتي الجزئي: (Partial Autocorrelation (PAC))

هو مقياس إحصائي يصف قوة العلاقة الخطية بين قيمتين في السلسلة الزمنية Z_t, Z_{t+k} بعد استبعاد الأثر الخطي للقيم الوسيطة بينهما $Z_{t+1}, \dots, Z_{t+k-1}$ ، ويُرمز له بالرمز ϕ_{kk} ، وتتراوح قيمته بين $[-1, 1]$ ويحسب معامل الارتباط الذاتي الجزئي من العلاقة التالية (5):

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

$$\hat{\phi}_{kj} = \hat{\phi}_{k-1,j} - \hat{\phi}_{kk} \hat{\phi}_{k-1,k-j}, \quad j = 1, 2, \dots, k-1$$

تؤدي دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) دوراً محورياً في مسار تحليل السلاسل الزمنية؛ فهي تمثل أداة رئيسية لانتقاء النموذج الأمثل ورتبته بدقة ضمن أطر العمليات العشوائية المستقرة. إضافة إلى ذلك، تثبت هذه الدالة كفاءتها في اختبار كفاية مطابقة النموذج للبيانات عبر فحص عشوائية حدود الخطأ أو البواقي.

نماذج بوكس-جنكنز للسلاسل الزمنية: (Box and Jenkins Models for Time Series):

1. نموذج الانحدار الذاتي (Autoregressive Model, AR):

يستند نموذج الانحدار الذاتي ذو الرتبة إلى فرضية أساسية تفيد بإمكانية تفسير القيمة الراهنة للسلسلة الزمنية خطياً بالاعتماد على مجموعة من قيمها السابقة. وتبعاً لذلك، تُصاغ القيمة الحالية دلالةً على مسارها التاريخي مضافاً إليها حد عشوائي نقي يمثل ما يُعرف بالضوضاء البيضاء (white noise)

$$Z_t = \delta + \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} + a_t$$

$[-\infty < \delta < \infty$ ، ثابت]

حيث:

- Z_t : قيم مشاهدات السلسلة

- δ : الحد الثابت

- $\varphi_1, \varphi, \dots, \varphi_p$: معاملات نموذج الانحدار الذاتي

- a_t : (white noise) متغيرات عشوائية غير مرتبطة مع بعضها $(0, \sigma^2) \sim a_t$.

2. نموذج الوسط المتحرك (Moving Average Model, MA):

يعتمد نموذج المتوسطات المتحركة على افتراض أن القيمة الحالية للسلسلة الزمنية (Z_t) تتأثر بالحد العشوائي الحالي وبعده من الأخطاء أو البواقي السابقة للسلسلة، بحيث تُعبر القيمة الحالية بدلالة (a_t) والقيم السابقة $a_{t-1}, a_{t-2}, \dots, a_{t-q}$ ، ويرمز إلى نموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة (q) بالرمز (MA(q))، ويكتب هذا النموذج كالآتي:

$$Z_t = \delta + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad [-\infty < \delta < \infty \text{ ، ثابت}]$$

3. نموذج الانحدار الذاتي، الوسط المتحرك (Autoregressive- Moving Average Mode): ويكتب هذا النموذج كالآتي:

$$Z_t = \delta + \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

أو باستخدام معامل الإزاحة الخفية (L Operator):

$$\varphi(L)Z_t = \theta(L)a_t$$

ويرمز للنموذج بالرمز ARMA(p, q)، حيث تشير (p) إلى رتبة الانحدار الذاتي (Autoregressive order)، حين أن (q) تمثل رتبة المتوسطات المتحركة (Moving Average order)، ويجب ملاحظة أنه لا يمكن تطبيق نموذج ARMA (p, q) إلا إذا كانت السلسلة ساكنة.

4. نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكامل Autoregressive Integrated Moving Average (Model):

في حال افتقار السلسلة الزمنية لخاصية الاستقرار، تُعالج هذه الحالة بتحويلها إلى متتالية مستقرة عبر حساب الفروق (Differencing) بالرتبة الملائمة. وعندئذ، يُعتمد مسمى نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة للتعبير عن هذه الصيغة، والتي تُدوّن بالشكل الآتي:

$$\varphi(L)(1-L)^d Z_t = \theta(L)a_t$$

ويرمز له بالرمز ARIMA(p, d, q)، حيث:

- p : رتبة الانحدار الذاتي (Autoregressive order).

- d : درجة الفروق المطلوبة لجعل السلسلة مستقرة. (Degree of differencing).

- q : رتبة المتوسطات المتحركة (Moving Average order).

منهجية بوكس - جنكنز (Box & Jenkins Approach):

تعتبر طريقة بوكس-جنكنز واحدة من الطرق الهامة المستخدمة في التنبؤ بالسلاسل الزمنية والتي وضعت من قبل Box & Jenkins 1976، وتعتمد هذه المنهجية على تحليل السلسلة الزمنية لتحديد النموذج الملائم لتمثيل الظاهرة ضمن عائلة نماذج (ARIMA) وتحديد النموذج الملائم لتمثيل هذه الظاهرة، وتتضمن المنهجية أربعة مراحل لغرض بناء النموذج واختباره والتنبؤ به، وهي:

1. مرحلة التعريف والتشخيص (Identification & Diagnostic): تعتبر مرحلة التعريف (Identification)

من أهم وأدق المراحل في بناء نماذج السلاسل الزمنية؛ حيث يتم خلالها تحديد نوع النموذج ورتبته المناسبة لتجسيد سلوك الظاهرة. ويشترط قبل البدء بهذه المرحلة تهيئة البيانات والتأكد من استقرار السلسلة (Stationarity) فإذا كانت السلسلة مستقرة يبدأ في تحديد النموذج الملائم ورتبته استناداً إلى تحليل سلوك وأشكال الرسم البياني لكل دالتي الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) عند قيم الإبطاء المختلفة (k).

جدول رقم (1): خصائص دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لنماذج (ARMA)

النموذج	الارتباط الذاتي الجزئي (PACF)	الارتباط الذاتي (ACF)
MA (q)	تقترب من الصفر تدريجياً	تقترب من الصفر بعد فترة الزمنية (q)
AR(p)	تقترب من الصفر بعد فترة الزمنية (p)	تقترب من الصفر تدريجياً
ARMA(p, q)	تقترب من الصفر تدريجياً تكاد تتلاشي بعد إزاحة (p, q)	تقترب من الصفر تدريجياً تكاد تتلاشي بعد إزاحة (p, q)

2. **مرحلة تقدير معلمات النموذج (Estimation Parameters of Model):** تأتي مرحلة تقدير معالم النموذج كخطوة ثانية في تحليل السلاسل الزمنية، وتلي مرحلة التحديد والتعرف على النماذج المرشحة لملاءمة البيانات. ولتحقيق الهدف الأساس من بناء النموذج وهو التنبؤ الدقيق، لا بد من التحقق من جودة الكفاءة والملاءمة. وتعدد الطرق المتبعة لتقدير المعالم، ومن أهمها (7).

- طريقة المربعات الصغرى (Method of Least Squares)
- طريقة الإمكان الأعظم (Maximum Likelihood Method)
- طريقة المربعات الصغرى الشرطية (Conditional Least Squares)

3. **مرحلة التشخيص (Diagnostic Checking of Model):** بعد تحديد النموذج مبدئياً وتقدير معالمه في المرحلتين السابقتين، تأتي المرحلة الثالثة المتمثلة في اختبار جودة الملاءمة والتشخيص للتحقق من مدى صلاحية النموذج وكفاءته قبل استخدامه في التنبؤ المستقبلي، وتتضمن هذه المرحلة تحليل بواقي النموذج (Residuals Analysis) من خلال فحص دالتي الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) للبواقي، والتأكد من مطابقة حد الخطأ العشوائي لخاصية الضجيج الأبيض (White Noise) باستعمال إحصائية (Ljung-Box Q-statistic)، كما يمتد التحليل يشمل إجراء اختبار عدم تجانس التباين (Heteroskedasticity) واختبار التوزيع الطبيعي للبواقي (Jarque-Bera)، وفي ضوء نتائج هذه الاختبارات، تُجرى المفاضلة بين النماذج المرشحة لاختيار النموذج الأفضل، وذلك بناءً على معنوية المعالم، وسلامة الفحوصات التشخيصية للبواقي، بالإضافة إلى تحقيق أدنى قيمة لكل من معيار أكايك (AIC)، معيار شوارز (SBC)، بالإضافة إلى تسجيله لأقل خطأ معياري للتقدير (8).

4. **مرحلة التنبؤ Forecasting:** التنبؤ هو المرحلة الأخيرة من مراحل منهجية بوكس وجنكنز، ويكون عادة هو الهدف النهائي من تحليل نماذج السلاسل الزمنية، فبعد تحديد النموذج يتم إيجاد القيم المستقبلية للسلسلة الزمنية من خلال استخدام النموذج الحالي والمقدر في فترة زمنية معطاة وذلك تبعاً لأصغر خطأ ممكن، لذا يعتبر التنبؤ ذا أصغر متوسط لمربع خطأ التنبؤ تنبؤاً أمثلاً. إن هذا التنبؤ يتم بعد تقدير معالم النموذج $ARMA(p, d, q)$ والذي يكون قد تجاوز مختلف مراحل الاختبارات السابقة يتم استخدامه في تقدير قيم السلسلة في فترات زمنية مستقبلية ($L = 1, 2, \dots$) وذلك بأخذ التوقع الشرطي عند الزمن (t) لنحصل على التنبؤات $\hat{X}_t(L) = X_{t+L}$ بمتوسط مربع خطأ أقل ما يمكن، وباستخدام صيغة معادلة الفروق التي تحتوي على قيم حالية وسابقة لكل من (X_t, a_t) يمكن كتابته بالصيغة التالية (9):

$$Z_{t+L} = \hat{Z}_t(L) = \delta + \phi_1 Z_{t+L-1} + \phi_2 Z_{t+L-2} + \dots + \phi_p Z_{t+L-p} + a_{t+L} - \theta_1 a_{t+L-1} - \theta_2 a_{t+L-2} - \dots - \theta_q a_{t+L-q}$$

حيث: $Z_{t+L} = E(Z_{t+L})$, $a_{t+L} = E(a_{t+L})$
الجانب التطبيقي:

1. وصف البيانات:

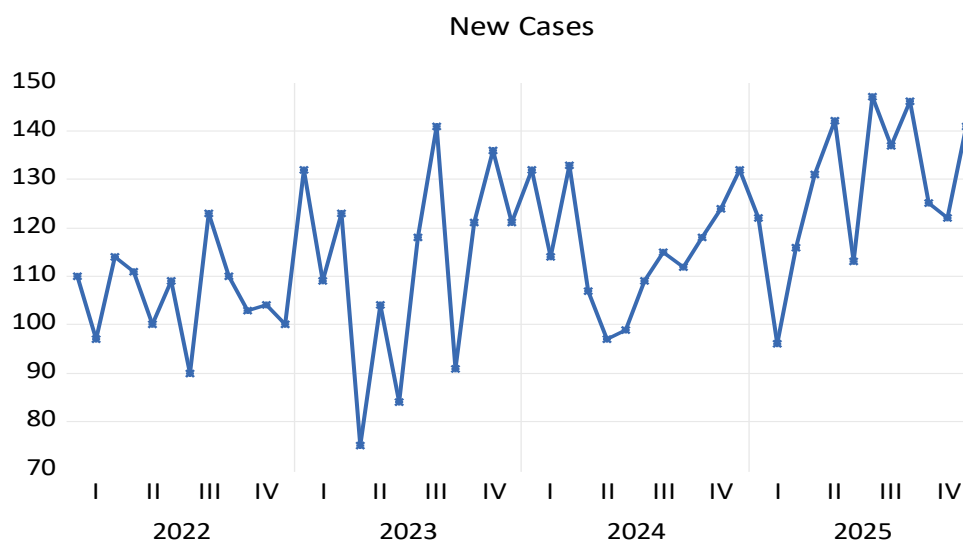
جمعت البيانات والتي تتألف من سلسلة زمنية تتكون من (48) مشاهدة، وتعود إلى المدة من يناير عام 2022 لغاية ديسمبر عام 2025، وأن هذه البيانات تمثل أعداد الحالات الجديدة للمصابين بالأورام الخبيثة في مدينة بنغازي والمأخوذة من سجلات قسم الأورام في مركز بنغازي الطبي (BMC)، وكما موضحة في جدول رقم (1.2)، أن البيانات تتوزع بمتوسط قدره (115.75) حالة شهرياً، وبواقع قيمة دنيا بلغت (75) حالة، وقيمة قصوى وصلت إلى (140) حالة. وتشتتت قيم هذه السلسلة عن متوسطها الحسابي بانحراف معياري قدره (16.64)، وهو ما يعكس درجة التغير والتقلبات الشهرية في أعداد الإصابات المسجلة عبر فترة الدراسة، ولتأكيد الخصائص التوزيعية للسلسلة إحصائياً، تم تطبيق اختبار Jarque-Bera للاعتدالية، حيث بلغت قيمة الإحصائية (0.448) بقيمة احتمالية (Probability) قدرها (0.799). وبما أن القيمة الاحتمالية أكبر بكثير من مستوى المعنوية الشائع (0.05)، فإننا نقبل الفرضية الصفرية القائلة بأن البيانات لها توزيع معتدل، مما يؤكد أن عدد مشاهدات السلسلة الزمنية تتبع توزيعاً طبيعياً (Normally Distributed).

جدول رقم (2): التوزيع الشهري للحالات الجديدة لمرض الأورام في مدينة بنغازي خلال الفترة (2025-2022)

Year Month	2022	2023	2024	2025
Jan.	110	132	132	122
Feb.	97	109	114	96
Mar.	114	123	133	116
Apr.	111	75	107	131
May.	100	104	97	142
Jul.	109	84	99	113
Jul	90	118	109	147
Aug	123	141	115	137
Sep.	110	91	112	146
Oct.	103	121	118	125
Nov.	104	136	124	122
Des.	100	121	132	141

2. تحليل السلسلة الزمنية:

أ. رسم السلسلة الزمنية: قبل البدء في التحليل تم رسم المنحني البياني للسلسلة الزمنية (NC) الجدول رقم (1.2) كما هو موضح في الشكل رقم (1.2). للتعرف على خصائصها الأولية ويلاحظ من الشكل لأعداد الحالات الجديدة للأورام الخبيثة (2025-2022) ثبات سعة التذبذبات حول اتجاهها العام، مما يؤكد عدم وجود مشكلة في تباين السلسلة (Homoscedasticity)، وبالتالي عدم الحاجة لإجراء تحويل لوغاريتمي، وفي المقابل إننا نلاحظ وجود اتجاه عام متزايد مع الزمن مما يدل على عدم استقراره بيانات السلسلة في المتوسط.

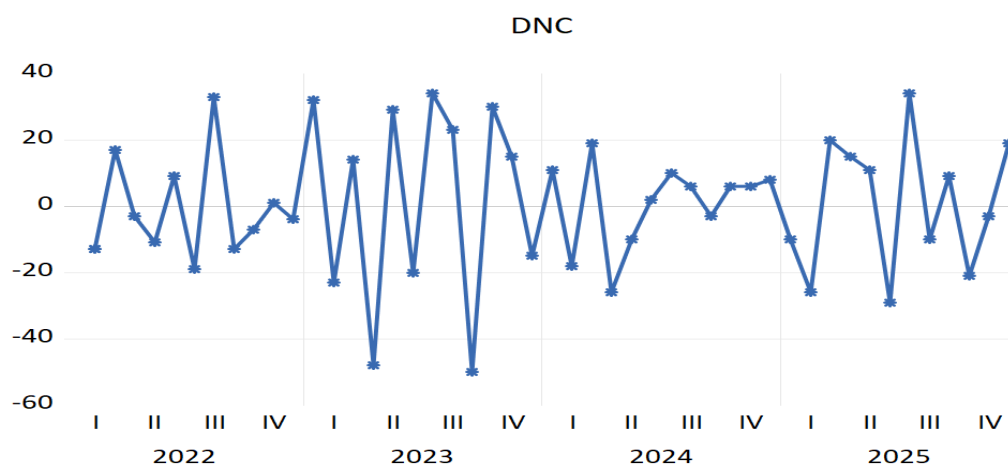


الشكل رقم (1): منحني السلسلة الزمنية الشهرية للحالات الجديدة لمرض الأورام في مدينة بنغازي خلال الفترة (2025-2022)

الجدول رقم (3): اختبار جذر الوحدة (Dickey and Fuller) للسلسلة (NC)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.101267	0.7099
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

يتضح من الجدول رقم (2.2) ان نتائج اختبار ديكي-فولر (ADF) عند المستوى $I(0)$ أن قيمة إحصائية الاختبار بلغت (0.101267) وهي أكبر من جميع القيم الحرجة عند مستويات الدلالة (10% , 5% , 1%) ، بالإضافة إلى أن القيمة الاحتمالية ($p = 0.7099$) أكبر بكثير من مستوى المعنوية (0.05) لذلك نقبل الفرضية الصفرية القائلة بوجود جذر وحدة (Unit Root) مما يثبت أن السلسلة الزمنية غير مستقرة (Non-stationary).
 ب. اختبار استقرارية السلسلة الزمنية: ولتحقيق الاستقرارية في الوسط الحسابي، جرت معالجة البيانات من خلال أخذ الفروق الأولى لبياناتها (ΔZ_t) والشكل (2.2) يبين ويُستشف من اضمحلال الاتجاه العام في مسار المتتالية بلوغ السلسلة حالة الاستقرار المتوسطي (عبر محو الأثر الاتجاهي تماماً). ولإضفاء موثوقية أكبر وتأكيد هذه النتيجة، أبرزت حدود الثقة لدالتي الارتباط الذاتي والجزئي للعينة، والمبينة في الشكل (3.2)، حيث نلاحظ أن جميع الارتباطات الذاتية والجزئية للعينة هي داخل حدود الثقة وإنها معنوية فقط عند الإزاحة الأولى فقط، وهذا يؤكد استقرار السلسلة في المتوسط بعد أخذ الفرق الأول، كما يلاحظ من غياب البروزات عند الإزاحتين (12) و(24) عدم وجود أي تأثيرات موسمية في السلسلة الزمنية، مما يوحي باستقرار السلسلة.



شكل رقم (2): منحنى السلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الأول (DNC)
 المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج (Eviews 13.0)

Sample (adjusted): 2022M02 2025M12
Included observations: 47 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.526	-0.526	13.853	0.000
		2 0.113	-0.226	14.509	0.001
		3 -0.131	-0.258	15.409	0.001
		4 -0.025	-0.325	15.441	0.004
		5 0.263	0.104	19.239	0.002
		6 -0.309	-0.171	24.606	0.000
		7 0.140	-0.173	25.730	0.001
		8 -0.098	-0.159	26.296	0.001
		9 0.121	-0.072	27.177	0.001
		10 -0.016	-0.093	27.193	0.002
		11 -0.118	-0.158	28.091	0.003
		12 0.203	0.071	30.812	0.002
		13 -0.212	-0.114	33.861	0.001
		14 0.253	0.097	38.314	0.000
		15 -0.261	-0.063	43.230	0.000
		16 0.095	-0.090	43.906	0.000
		17 0.092	0.066	44.557	0.000
		18 -0.108	0.068	45.477	0.000
		19 0.034	-0.125	45.570	0.001
		20 -0.083	-0.020	46.158	0.001
		21 0.132	0.025	47.701	0.001
		22 -0.039	-0.037	47.843	0.001
		23 -0.012	0.013	47.856	0.002
		24 0.051	0.160	48.114	0.002

الشكل رقم (4): دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية (DNC)
 المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج (Eviews 13.0)

وللتأكيد قمنا بإجراء اختبار (Dickey and Fuller) الذي كانت نتيجته على النحو التالي:

جدول رقم (4): نتائج اختبار (Dickey and Fuller) للسلسلة (DNC)

The model	t- calculated	t- Tabulated	Prob.
Model (I)	-12.09479	-1.948140	0.000
Model (II)	-11.98786	-2.926622	0.000
Model (III)	-11.85257	-3.510740	0.000

المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج (Eviews 13.0)

بما أن القيمة الاحتمالية لاختبار النماذج الثلاثة أقل من (0.05) يمكننا رفض فرض العدم القائل بوجود جذر الوحدة أي أن السلسلة الزمنية (DNC) مستقرة، فبذلك أصبحت البيانات جاهزة لتطبيق المرحلة الأولى من منهجية (B-J, 1976) لدراسة نماذج السلاسل الزمنية وتحليلها.

ت. **التشخيص (Identification):** إن الخطوة الأولى في مراحل بناء نموذج السلاسل الزمنية هي تشخيص النموذج (Identification) لتحديد الرتب المناسبة (p, d, q) . وقد تم تطبيق معايير التشخيص المعتمدة على شكل منحني دالة الارتباط الذاتي للعينة (ACF) وشكل منحني دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF). وعند مطابقة قيم معاملات الارتباط الذاتي والجزئي للسلسلة الزمنية بعد أخذ الفرق الأول مع السلوك النظري لها كما في الشكل (3.2)، لوحظ في منحني دالة (ACF) حدوث قطع حاد ومباشر (Cut-off) عند الإزاحة الأولى ($K=1$) تتجاوز حدود الثقة الإحصائية، مع تلاشي القيم عند الإزاحات التالية، مما يشير مبدئياً إلى ملائمة نموذج المتوسطات المتحركة $ARIMA(0,1,1)$ ، في حين أظهرت دالة (PACF) بروزاً معنوياً عند الإزاحة الأولى يليه تناقص وتلاشي تدريجي عبر الإزاحات التالية، مما يرجح أيضاً إمكانية استخدام نموذج الانحدار الذاتي $ARIMA(1,1,0)$ ، وبناءً على ذلك، نستنتج أن النماذج الملائمة مبدئياً هي $ARIMA(0,1,1)$ و $ARIMA(1,1,0)$ ، بالإضافة إلى النموذج المدمج $ARIMA(1,1,1)$. ولتحديد النموذج الأكفأ والأدق من بين هذه النماذج المرشحة، سيتم إجراء عملية المفاضلة باستخدام المعايير إحصائية كما هو مبين في الجدول التالي.

جدول رقم (5): يوضح حساب مجموع مربعات البواقي، تباين النموذج، معيار أكايك و معيار شوارز.

Modle order (q)	Adj.SSE	Risiduals.V	AIC	MAIC	SBC
ARIMA(0,1,1)	14.960	223.806	8.290278	8.317550	8.369008
ARIMA(1,1,0)	17.743	314.819	8.632371	8.660278	8.711877

المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج (Eviews 13.0)

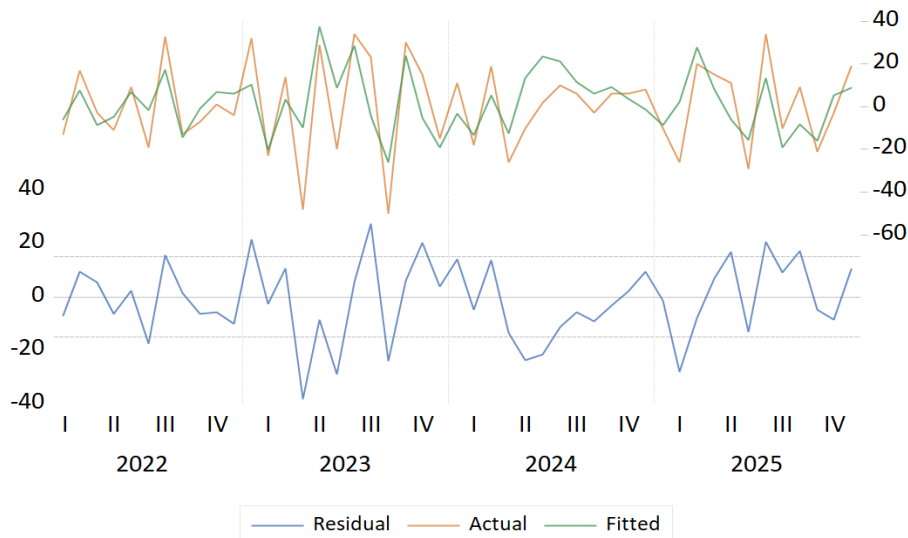
نلاحظ ان تم استبعاد النموذج $ARIMA(1,1,1)$ وذلك لان النموذج غير معنوي، كما يتضح من الجدول المفاضلة (3.2) أن نموذج $ARIMA(0,1,1)$ هو النموذج الأفضل والأكفأ بالمقارنة مع نموذج $ARIMA(1,1,0)$ حيث حقق أقل قيمة لجميع معايير المفاضلة الإحصائية (معيار أكايك $AIC = 8.29028$ ، معيار شوارز $SBC = 8.36900$)، بالإضافة إلى تسجيله لأقل خطأ معياري للتقدير ($S.E=14.960$). وبناءً عليه، يتقرر بشكل نهائي اختيار نموذج $ARIMA(0,1,1)$ كنموذج إحصائي أمثل وممثل للسلسلة الزمنية للأورام الخبيثة، والاعتماد عليه في مرحلة التنبؤ بالحالات المستقبلية.

ث. **تقدير معالم النموذج (Estimation of Parameters of The Model):** بعد التحقق من ملائمة النموذج واختيار معنوية معالمه واختبار تجانس التباين تأتي الخطوة التالية من مراحل بناء النموذج السلاسل الزمنية وهي تقدير النموذج وتطبيق طريقة المربعات الصغرى الشرطية (Conditional Least Squares) وبالاعتماد علي برنامج (Eviews 13.0) تم الحصول علي النتائج التالية والتي اثبتت اختلاف معنوية المعالم عن الصفر.

جدول رقم (6): نتائج نتائج تقدير النموذج الأمثل

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.632406	0.189387	3.339231	0.0017
MA(1)	-0.965884	0.035148	-27.48036	0.0000
R-squared	0.484596	Mean dependent var		0.659574
Adjusted R-squared	0.473143	S.D. dependent var		20.61055
S.E. of regression	14.96015	Akaike info criterion		8.290278
Sum squared resid	10071.27	Schwarz criterion		8.369008
Log likelihood	-192.8215	Hannan-Quinn criter.		8.319904
F-statistic	42.31023	Durbin-Watson stat		1.988271
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted MA Roots	.97			

المصدر : اعداد الباحثين باستخدام برنامج Eviews 13.0
تقتضي الأصول المنهجية إخضاع النموذج لاختبارات التحقق من الصلاحية والكفاءة، كخطوة إجبارية تسبق الشروع في اعتماده لتوليد التنبؤات المستقبلية.



شكل رقم (5): السلسلة الفعلية والسلسلة المقدرة وسلسلة البواقي لسلسلة (DNC)
المصدر: اعداد الباحثين باستخدام برنامج Eviews 13.0

نلاحظ من الشكل أعلاه شبه تطابق و تتبعاً وثيقاً لارتفاعات وانخفاضات بين المنحنيين منحني السلسلة الأصلي (Actual) ومنحني السلسلة المقدرة (Fitted) عبر مختلف الفترات الزمنية، أما منحني سلسلة بواقي التقدير (Residual) فيلتف بشكل عشوائي على محور الفواصل وذلك دليل على ثبات تباين الأخطاء (Homoscedasticity) مما يؤكد ملائمة النموذج المقدر.

ج. فحص ملائمة النموذج (Diagnostic Checking of Model): بعد تشخيص النموذج وتحديد درجته وتقديره لابد من التأكد من صحة ملائمة النموذج وكفاءته وتم ذلك من خلال ما يلي:

1. اختبار معاملات الارتباط الذاتي للبواقي: لاختبار استقرار سلسلة البواقي تم استخدام دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي للبواقي وكانت النتائج على النحو التالي:

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.011	-0.011	0.0056			
2	0.052	0.052	0.1448	0.704		
3	-0.115	-0.115	0.8410	0.657		
4	-0.033	-0.038	0.8999	0.825		
5	0.102	0.115	1.4693	0.832		
6	-0.292	-0.310	6.2725	0.281		
7	-0.049	-0.070	6.4090	0.379		
8	-0.111	-0.055	7.1406	0.414		
9	0.042	-0.029	7.2497	0.510		
10	-0.032	-0.079	7.3118	0.605		
11	-0.048	-0.014	7.4573	0.682		
12	0.120	0.052	8.4024	0.677		
13	-0.117	-0.173	9.3358	0.674		
14	0.073	-0.003	9.7031	0.718		
15	-0.203	-0.195	12.677	0.552		
16	0.033	-0.043	12.758	0.621		
17	0.089	0.065	13.360	0.646		
18	-0.063	-0.079	13.677	0.690		
19	-0.004	-0.125	13.678	0.750		
20	0.030	0.121	13.755	0.798		

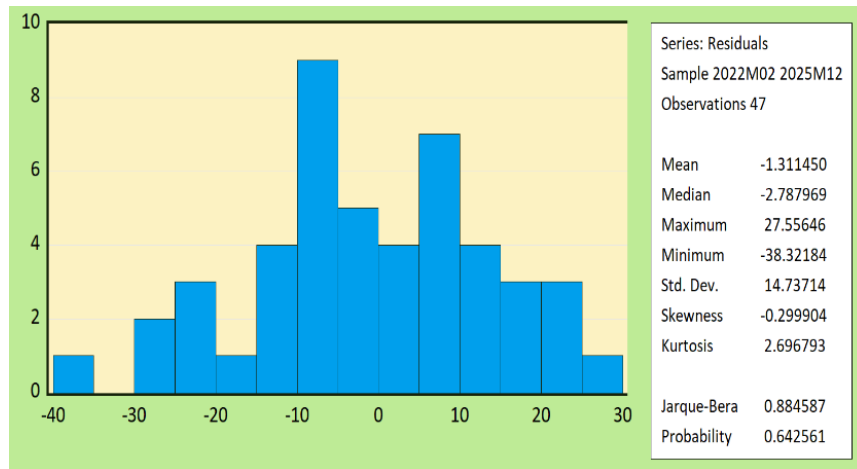
شكل رقم (6): دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة البواقي.

المصدر: اعداد الباحثين باستخدام برنامج Eviews 13.0

من خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة البواقي تقع جميعها داخل مجال الثقة $\left[\frac{-1.96}{\sqrt{T}}, \frac{1.96}{\sqrt{T}} \right]$

مما يعني ان سلسلة البواقي عشوائية وان النموذج المستخدم جيد وملئم.

2. اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي: لاختبار سلسلة البواقي تحمل خصائص التوزيع الطبيعي تم استخدام اختبار (Jarque - Bare) وكانت النتائج علي النحو التالي:



شكل رقم (7): اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

المصدر: اعداد الباحثين باستخدام برنامج Eviews 13.0

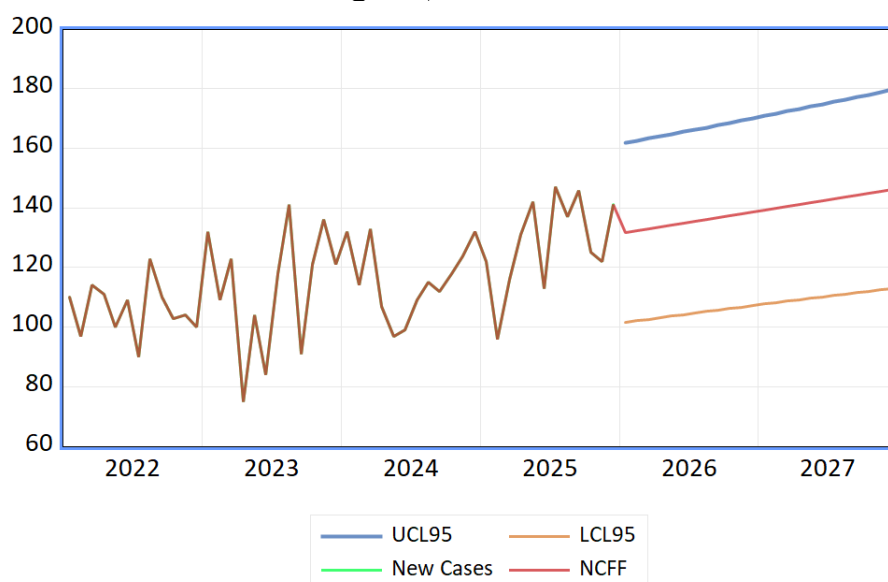
فمن الشكل أعلاه يتضح بأن هناك دليل على أن السلسلة مستقرة ذات توزيع طبيعي حيث أن إحصائية (Jarque - Bare) $JB = 0.8845 < \chi^2_{(0.05,2)} = 5.99$ ويرتب على ذلك قبول فرضية العدم $H_0: \nu = 0$ التي تنص أن السلسلة تتوزع طبيعياً وهو ما يكتمل به تشخيص جودة وصلاحيّة النموذج المقدر كلياً، وهو ما يضمن صلاحيّة النموذج واعتياديته العالية للانتقال المباشر إلى مرحلة التنبؤ المستقبلي (Forecasting).

3. مرحلة التنبؤ (Forecasting): عقب إتمام مرحلة اختيار النموذج، وتقدير معالمه، والتحقق من كفاءته التشخيصية، يصبح بالإمكان الشروع في عملية التنبؤ خارج العينة لعامين مقبلين (2026-2027). ويشمل ذلك احتساب فترات الثقة عند مستوى 95% لتلك القيم المتوقعة، على النحو الذي يوضحه الجدول (5.2).

جدول رقم (7): التنبؤ بعدد للحالات الجديدة لمرض الأورام في مستشفى بنغازي الطبي لسنتي (2026-2027) وفق نموذج $ARIMA(0,1,1)$

السنوات						
الشهر	فترة الثقة 95%		فترة الثقة 95%		التنبؤ لسنة 2026	التنبؤ لسنة 2026
	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى		
يناير	108	171	102	162	133	
فبراير	108	172	102	163	132	
مارس	109	172	103	163	133	
أبريل	110	173	103	164	134	
مايو	110	174	104	165	134	
يونيو	110	175	104	166	135	
يوليو	111	176	105	166	136	
أغسطس	111	176	105	167	136	
سبتمبر	111	177	106	168	137	
أكتوبر	112	178	106	168	137	
نوفمبر	112	178	107	169	138	
ديسمبر	113	180	107	170	139	
الإجمالي					1624	1712

المصدر: اعداد الباحثين باستخدام برنامج Eviews 13.0



شكل رقم (8): منحني بعدد للحالات الجديدة لمرض الأورام في مستشفى بنغازي الطبي (2022-2025) والتنبؤ لسنتي (2026-2027)

يعرض الجدول (5.2) تنبؤات نموذج $ARIMA(0,1,1)$ لأربع وعشرين فترة مستقبلية (يناير 2026 - ديسمبر 2027) مصحوبة بحدود ثقة دقيقة عند مستوى 95% (± 1.96 خطأ معياري)، يلاحظ أن معدل النمو الشهري المتنبأ به (0.6325) يتطابق تقريباً مع قيمة الحد الثابت المقدر ($C = 0.632406$) ، وهو ما يعكس خاصية نموذج $MA(1)$ في اقتصار تأثير الصدمة الأخيرة على الفترة الأولى من التنبؤ فقط، ثم تلاشي هذا التأثير تدريجياً في الفترات اللاحقة. الاستنتاجات و التوصيات:

أولاً: الاستنتاجات:

خرجت الدراسة بعدد من الاستنتاجات لعل أهمها:

1. تعد نماذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسط المتحرك ($ARIMA$) من الأدوات المنهجية القوية في تحليل السلاسل الزمنية، نظراً لفاعليتها في معالجة البيانات التاريخية والتنبؤ بحدوث الأمراض عبر مراحل إحصائية متكاملة تشمل: التعرف، والتقدير، والفحص، والتشخيصي، والتنبؤات. وتأسيساً على ذلك، هدفت هذه الدراسة إلى تحليل النمط الزمني وتحديد النموذج الأنسب للتنبؤ بأعداد الحالات الجديدة للمرضى المصابين بالسرطان في مركز بنغازي الطبي.

2. تظهر نتائج تحليل السلسلة الزمنية لأعداد مرضى السرطان بمركز بنغازي الطبي عدم استقرارها (عدم السكون) في المتوسط، حيث يظهر اتجاه عام تصاعدي واضح بمرور الوقت. ويفسر هذا الارتفاع المستمر إلى تزايد معدلات توافد واستقبال الحالات الجديدة بالمركز، مما يعكس اتساع نطاق انتشار المرض وتزايد أعداده عبر الزمن.
3. تكللت محاولات ترسيخ استقرار السلسلة الزمنية بالنجاح عبر حساب الفروق من الرتبة الأولى ($d=1$) وتأكد بلوغ السلسلة لدرجة السكون التام وجاهزيتها الكاملة للانتقال إلى مرحلة النمذجة الإحصائية، وذلك عقب موافقة معاملات الارتباط الذاتي والجزئي مع الأطر النظرية لكل من دالتي الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الجزئي (PACF).
4. باستخدام معايير المفاضلة بين عدة نماذج مرشحة (مقياس المعلومات أكايك AIC، معيار وشوارز SBC، ومجموع مربعات البواقي المعدل، Adj.SSE)، وبعد استبعاد النموذج $ARIMA(1,1,1)$ لعدم معنوية معلماته إحصائياً، وجدنا أن النموذج الأفضل والأكثر للبيانات هو الذي حقق أقل القيم الإحصائية، كما تم التأكد من صحة التقدير واختبار جودة المعلومات والبواقي.
5. وبناءً على مخرجات المفاضلة والتشخيص الإحصائي، يتقرر أن النموذج الأمثل والأنسب والأكثر لنمذجة سلسلة البيانات الزمنية هو نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسط المتحرك من الرتبة $ARIMA(0,1,1)$.
6. أظهرت فحوصات الدقة التنبؤية لنموذج $ARIMA(0,1,1)$ تسجيله لأقل خطأ معياري للتقدير ($SE=14.960$)، حيث جاءت حدود الثقة للتنبؤ عند مستوى معنوية (95%) محصورة في نطاق ضيق ومتوازن بين 102 و 108 حالة شهرياً) ويعكس ضيق فترات الثقة اتزان النموذج واستقرار قدرته التنبؤية، مما يعزز الموثوقية الإحصائية للنتائج ويؤكد صلاحيتها للاعتماد عليها في التخطيط والتنبؤ المستقبلي بالمركز.
7. استخدام النموذج الأمثل $ARIMA(0,1,1)$ للتنبؤ بأعداد مرضى السرطان الجدد بمركز بنغازي الطبي للفترة المستقبلية (2026-2027)، أظهرت القيم التنبؤية أنها وقعت بالكامل ضمن فترات الثقة (95%)، حيث يتوقع أن يبلغ إجمالي الحالات المتنبأ بها حوالي (1,624) حالة لعام 2026 و (1,712) حالة لعام 2027، مما يؤكد وجود اتجاه تصاعدي مستمر في زيادة أعداد الحالات الجديدة لمرضى السرطان بمركز بنغازي الطبي بمرور الزمن، وهو ما يتوافق ويدعم نتائج دراسة بنغازي المرجعية السابقة التي أثبتت وجود نفس الاتجاه العام التصاعدي في أعداد المرضى بالمركز (10).

ثانياً: التوصيات:

1. **الرفع من القدرة الاستيعابية للخدمات الطبية:** ضرورة العمل السريع على دعم وتوسيع الإمكانيات اللوجستية والسريرية بمركز بنغازي الطبي، واستيعاب الزيادة المتوقعة في الحالات الجديدة لسنتي 2026 و 2027 والتي يتوقع أن تصل إلى (1,624 و 1,712) حالة على التوالي، من خلال زيادة عدد الأسرة الطبية في أقسام الإقامة والعلاج اليومي، وتوفير الكوادر الطبية والتمريضية المتخصصة اللازمة.
2. **ضمان استدامة المخزون الدوائي والمستلزمات التشخيصية:** تأمين واستدامة الإمدادات الدوائية والتشخيصية، ضرورة التخطيط المسبق لتأمين المخزون الاستراتيجي من الأدوية الكيماوية والإشعاعية والمستلزمات التشخيصية بصورة منتظمة ودائمة للوفاء بالاحتياجات الفعلية والتنبؤات الشهرية المعتمدة في الدراسة وضمان استمرارية الخدمات العلاجية دون أي انقطاع.
3. **تطوير وتفعيل السجل الوطني للأورام:** الاهتمام بتطوير نظم الأرشفة الإلكترونية وتحديث قاعدة البيانات الإحصائية الخاصة بمرضى الأورام بالمركز بشكل دوري ودقيق، مما يسهل على الباحثين وصناع القرار متابعة النمط الانتشاري للمرض وبناء نماذج تنبؤية مستقبلية ذات كفاءة عالية.
4. **اعتماد منهجية بوكس-جنكنز ARIMA في التخطيط الصحي:** توصية وزارة الصحة والجهات المختصة برسم السياسات الصحية باعتماد نماذج السلاسل الزمنية مثل نموذج $ARIMA(0,1,1)$ كأداة إحصائية رسمية ودورية للتنبؤ بالأعداد المستقبلية للمرضى بجميع مراكز الأورام، لما تتميز به من دقة عالية وقدرة على المساعدة في إدارة الموارد.
5. **تعزيز برامج الكشف المبكر والتوعية للحد من الاتجاه التصاعدي:** إطلاق حملات توعوية وبرامج كشف مبكر دورية للسرطان في المنطقة الشرقية، للحد من التزايد التراكمي في أعداد الحالات واكتشاف المرض في مراحله الأولى، مما يقلل من العبء العلاجي والمالي المستقبلي على المركز.
6. **إجراء دراسات مستقبلية متعمق:** تشجيع الباحثين على إجراء دراسات إحصائية وميدانية مستقبلياً تربط السلاسل الزمنية للأورام بالمتغيرات الديموغرافية والبيئية (كالتوزيع الجغرافي، الجنس، الفئات العمرية، ونوع الأورام، إلخ) للتعرف على المسببات والعوامل المؤثرة بدقة أكبر.

المراجع: (References)

أولاً: المراجع العربية:

1. مصلح ششس. التنبؤ بأعداد مرضى السرطان باستخدام منهجية بوكس وجينكنز في محافظات غزة. مجلة جامعة الأزهر – غزة، سلسلة العلوم الإنسانية. 2018. 581-610. p.
2. لسنوسي شم. محمد إ.إ. نمذجة السلاسل الزمنية باستخدام ARIMA للتنبؤ بإصابات الأورام في طبرق دراسة تحليلية للفترة 2018-2027. مجلة جامعة بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية. 2025. 343-358. p.

3. عبد الله ا. استخدام منهجية بوكس - جينكينز في التنبؤ بالنتائج المحلي الإجمالي في ليبيا للفترة 2024-2030. مجلة جامعة سبها للعلوم المحضة والتطبيقية. 2025.
4. طارق بق. استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز. بكرة، الجزائر: 2013-2014.
- ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Abuh MM. 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). Tripoli, Libya;; 2018.
2. Box GEP, Jenkins GM. Time Series Analysis: Forecasting and Control San Francisco: Holden-Day; 1976.
3. Time Series Analysis: Forecasting and Control Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; Box, G. E. P.; Jenkins, G. M.; Reinsel, G. C.; Ljung, G. M.2016.
4. Chatfield C. The Analysis of Time Series: An Introduction Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 2004.
5. Othman KA, Naser NA, Al warrad SA. Applying Time Series Analysis (Box-Jenkins) to Predict the Number of Patients with Cancer at Benghazi Medical Center. Alqalam Journal of Medical and Applied Sciences. 2023: p. 756-765.
6. Taher ZTM. The Use of Time Series Analysis to Foretell the Number of Patients with Malignant Neoplasms in Ninewah Governorate. Mustansiriyah Journal of Pure and Applied Sciences. 2025: p. 140-149.