

## التنبؤ بأعداد المصابين بمرض الملاريا في محلية زالنجي باستخدام السلاسل الزمنية (في الفترة من ٢٠١٩-٢٠٢٣م)

د. النيل حسب الله محمد دقري / التخصص: الاحصاء/ كليات الخليج / حفر الباطن / المملكة العربية السعودية

alneildugary@hotmail.com

### المستخلص:

تم في هذا البحث استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية لدراسة وتحليل البيانات الشهرية عن أعداد المرضى المصابين بمرض الملاريا في محلية زالنجي للفترة (2014-2018) لما تمتاز به هذه النماذج من دقة ومرونة عاليتين في تحليل السلاسل الزمنية.

وأظهرت نتائج التطبيق أن النموذج الملائم و الكفوء لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية هو النموذج الموسمي المضاعف من الدرجة

$$ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$$

ووفقا لنتائج تقدير هذا النموذج تم التنبؤ بأعداد الإصابة بالملاريا الشهري في المحلية للفترة من يناير 2018 م إلى ديسمبر 2023 م ، حيث أظهرت هذه القيم تناسقا مع مثيلاتها في السلسلة الأصلية.

الكلمات المفتاحية:-

السلاسل الزمنية ، التنبؤ ، النموذج الموسمي المضاعف  $(ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12})$

### Abstract:

This research deal with using time series modles to study and analysis the monthly data on the numbers of patients with Malaria in the Zalingei locality for the period (20014-2018) , where as this models are distinct with high accuracy and flexible in analysis .

The result of application shows that the proper and efficiency model for representing time series data are the multiplicative seasonal model of order:  $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$  .

According to estimation of this model done forecasting to monthly numbers of patients with Malaria in the Zalingei locality for the period Jan. 2019 to Dec. 2023 , these values show a harmonic sample with the same original time series .

### KEY WORDS:

time series , forecasting, multiplicative seasonal model of order  $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$  .

## 1-1 المقدمة

لقد أصبح الاتجاه العام في البحوث والدراسات الاقتصادية والاجتماعية والإدارية والطبية والصحية هو استخدام طرق القياس الكمية ووسائل الإقناع الإحصائية؛ وذلك لتحديد الخصائص وإبراز الاتجاهات العامة للظواهر الاقتصادية والاجتماعية والإدارية والصحية، وتحليل العلاقات المتشابهة والمتبادلة بين ظواهر على أساس موضوعي غير متحيز. وعلم الإحصاء يعطي العديد من الطرق والأساليب اللازمة للقيام بالدراسات والبحوث على أساس من القياس لحركة العديد من التغيرات المحددة للظواهر موضوع الدراسة. وتعتبر السلاسل الزمنية من الأساليب الإحصائية الحديثة التي يمكن من خلالها معرفة طبيعة التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة خلال فترة من الزمن، وتحديد الأسباب والنتائج وتفسير العلاقات المشاهدة بينها، والتنبؤ بما سيحدث من تغير على قيم الظاهرة في المستقبل على ضوء ما حدث في الماضي.

### 2-1 مشكلة البحث:-

إن أعداد المصابين بمرض الملاريا في محلية زنجي ينمو بشكل متزايد في الفترة (2014-2018) ويعتبر التنبؤ بأعداد المصابين بالمحلية مدخلاً للتنبؤ بأعداد المصابين بهذا المرض لبقية المحليات التي بها نفس ظروف البيئية.

### 3-1 أهمية البحث :-

استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية (بعض نماذج بوكس - جنكز الموسمية ) للتنبؤ بأعداد المصابين بمرض الملاريا في محلية زنجي، مما يسهل تقدير أعداد المصابين بالملاريا في المحلية، ويوفر لدى المخطط مؤشرات دقيقة تجعله قادراً على وضع الخطط المستقبلية المناسبة في هذا القطاع .

### 4-1 أهداف البحث:-

1. دراسة وتحليل السلاسل الزمنية لأعداد المصابين بالملاريا في محلية زنجي لتحديد أفضل وأكفا نموذج للتنبؤ بأعداد المصابين بالملاريا في المحلية للفترة من يناير 2019 إلى يناير 2023 م .
2. محاولة تحديث أساليب التنبؤ المستخدمة في المحلية.

### 5-1 فروض البحث:-

1. يمكن استخدام نماذج بوكس - جنكز للتنبؤ بأعداد المصابين بالملاريا في زنجي.
2. محلية زنجي منطقة مستوطنة للملاريا .

### 6-1 منهجية البحث والأدوات المستخدمة:-

أستخدم في هذا البحث مزيج بين منهج الوصفي التحليلي في الجانب النظري ومنهج دراسة حالة في الجانب التطبيقي لذلك تم تقسيم البحث إلى جانبين هما الجانب النظري والذي تم فيه التطرق بشكل مبسط إلى أسس النظرية الخاصة بنماذج السلاسل الزمنية من حيث الشكل ومرحل بناء النموذج وطرق التقدير والتنبؤ . أما الجانب التطبيقي تم فيه إجراء دراسة تطبيقية ( دراسة حالة) على بيانات واقعية عن أعداد المصابين بمرض الملاريا في محلية زنجي للوصول إلى نموذج رياضي للتنبؤ بأعداد المصابين بالملاريا في الفترات اللاحقة، بغية اتخاذ التدابير اللازمة للحد من هذه المرض مستقبلاً. أما الأدوات المستخدمة فهي البرنامج الإحصائي SPSS ver20 .

### 7-1 حدود البحث:-

أعتمد هذه الدراسة على البيانات الشهرية لمرضى الملاريا في فترة من 2014 إلى 2018 والمأخوذة من وزارة الصحة ، المركز القومي للمعلومات الصحية ومن مستشفى زنجي بالسودان

## 8-1 الدراسات السابقة:-

1. رسالة دكتوراة مقدمة إلى كلية الدراسات العليا جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا من قبل محمد جلال محمد عبدالله جبارة وتناولت هذه الدراسة طرق التنبؤ بالسلاسل الزمنية باستخدام نموذجي بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية على مناسيب النيل الأزرق بمحطة ود مدني . وتوصل الباحث إلى النتائج التالية :
  - أ) تم بناء نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية  $ARIMA(1,1,0)$
  - ب) يتأثر أداء نماذج بوكس- جنكنز ونماذج الشبكات العصبية في التنبؤ بنمط البيانات المدخلة .
  - ت) تم بناء نموذج الشبكات العصبية باستخدام شبكة البيرسبترون متعدد البقات (MLP)
  - ث) كلما زادت فترة التنبؤ في المستقبل كانت نتائج الشبكات ادق من من نتائج بوكس -جنكنز .
2. ورقة منشورة في مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والإدارية مقدمة من م.م. سعدية عبد الكريم طعمه وتم في هذه الورقة استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية لدراسة وتحليل البيانات الشهرية عن استهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة للفترة (2010-2005) وتوصل الباحث إلى النموذج الملائم لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية هو النموذج الموسمي المضاعف من الدرجة  $SARIMA(1,1,1),(0,1,1)$  .
3. ورقة منشورة في مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والإدارية مقدمة من م.م. سعدية عبدالكريم طعمه وتم في هذه الورقة استخدام طريقة (Box&Jenkins) في التحليل لإيجاد أفضل نموذج للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية للفترة (2010-2006) وتوصل الباحث إلى النموذج الملائم لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية هو نموذج الانحدار الذاتي المتكامل من الدرجة الثانية  $ARIMA(2,1,0)$  .
4. ورقة منشورة في مجلة العلوم والتقانة الصادرة من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا والمقدمة من بسام يونس إبراهيم تناولت الورقة تطبيق النموذج الموسمي المضاعف  $ARIMA(0,1,1),(0,1,1)$  على المعدلات الشهرية لمتوسطات الحرارة في ولاية الخرطوم للفترة من (2001-1991) .

## ٢- الإطار النظري

### 1-2 مفهوم السلاسل الزمنية

يعتبر السلاسل الزمنية من أهم أساليب الاستدلال حول المستقبل بناء على أحداث الماضي والحاضر.

### 2-2 تعريف السلسلة الزمنية<sup>(5)</sup> :-

هي مجموعة من القيم المشاهدة لظاهرة معينة في فترات زمنية متساوية ولمدة من الزمن.

وتشمل السلاسل الزمنية مجالات عديدة منها قياس كمية الأمطار في منطقة ما ، عدد الطلبة في مؤسسة تعليمية ما ، وحجم السكان في منطقة معينة ، أعداد الإصابة بمرض ما في بلد معين ومعدل استهلاك الكهرباء والمياه في مدينة معينة .  
وتبين السلاسل الزمنية التغير الذي يحدث في قيم متغير ما كدالة في الزمن .

يمكن تمثيل السلسلة الزمنية ببيانيا بوضع الزمن على المحور الأفقي وقيم المتغير على المحور الراسي ، فإذا أظهرت سلسلة زمنية ما اتجاها معيناً أو طابعا خاصا خلال فترة ممتدة من الزمن فإننا نتوقع أن يستمر حدوث هذا الطابع أو الانتظام في المستقبل أيضا ، أن احتمال استمرار الطابع الخاص للسلسلة الزمنية في المستقبل أيضا يعتبر أساسا معقولا للتنبؤ .

### 3-2 أهداف تحليل السلاسل الزمنية<sup>(5)</sup> :-

1. الحصول على الوصف دقيق للملامح الخاصة للعملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية .
2. إنشاء نموذج لتفسير وشرح سلوك السلسلة بدلالة متغيرات أخرى تربط القيم المشاهدة بعضها ببعض .
3. استخدام النتائج في 1 و 2 للتنبؤ بسلوك السلسلة في المستقبل وذلك اعتمادا على معلومات الماضي .

4. التحكم في العملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية بفحص ما يمكن حدوثه عند تغيير بعض معالم النموذج .

#### 2-4 مكونات السلسلة الزمنية (7) :-

تتكون السلسلة الزمنية من أربعة عناصر هي :-

1- الاتجاه العام Secular Trend .

2- التغيرات الدورية Cyclical .

3- التغيرات الموسمية Seasonal Variations .

4- التغيرات العرضية Irregular Variations .

#### 2-4-1 الاتجاه العام Secular Trend :-

يشير إلى التحركات المنظمة في الظاهرة والتي تعكس اتجاه الظاهرة إلى النمو أو التناقص أو الركود .

#### 2-4-2 التغيرات الدورية Cyclical Variations :-

يشير هذا النوع من التغيرات إلى التبدلات أو التذبذبات في منحنى الاتجاه العام حيث أن هذه التغيرات قد تكون على فترات زمنية متساوية أو غير متساوية وتعد الحركات دورية إذا تكررت بعد فترات زمنية تزيد على السنة ومن الأمثلة عليها ما يسمى بدورات الأعمال التي تمثل فترات الرخاء – الركود- الكساد ثم الانتهاء من الأزمة .

#### 2-4-3 التغيرات الموسمية Seasonal Variations:

هي تلك التغيرات التي تحدث بشكل منتظم في فترات زمنية محددة وشبه ثابتة أي ان هذه التغيرات تتكرر دائماً وتأتي في مواعيد ثابتة أو تواريخ محدد معينة كالإجازات ،الأعياد ،موسم الأمطار ،موسم الصيف والمناسبات المحددة بعبادات وتقاليد ومن أمثلة هذه التغيرات : زيادة المبيعات لشركات الألبسة والحلويات في الأعياد - السعر المرتفع لبعض المنتجات الزراعية سريعة التلف في بداية الموسم وانخفاض هذا السعر ليبلغ حده الأدنى في نهاية الموسم- زيادة أعداد الإصابة بمرض الملاريا في موسم الأمطار وارتفاع معدل استهلاك الكهرباء والمياه في الصيف .

#### 2-4-4 التغيرات العرضية Irregular Variations :

هي التغيرات الناتجة عن أحداث لا يمكن التنبؤ بها كالفيضانات والحروب والكوارث الطبيعية .

#### 2-5 نماذج بوكس-جنكنز:

تعتبر نماذج بوكس-جنكنز من الأساليب الإحصائية المهمة لتحليل السلسلة الزمنية، حيث تستخدم هذه النماذج لتمثيل سلسلة زمنية تمثل ظاهرة معينة وفي التنبؤ بقيم الظاهرة في المستقبل .  
وقبل التطرق إلى النماذج لابد من ذكر بعض التعاريف المرتبطة بأصل البحث .

#### السكون:

تعتبر السلسلة الزمنية ساكنة إذا كان لها وسط حسابي ثابت تتجمع حوله البيانات أي خالية من تأثير الاتجاه العام ومن التأثيرات الموسمية . وللسلسلة الزمنية الساكنة وسط حسابي ثابت وتباين وتغاير مشترك ثابتان أي أن (8) :

$$\mu = E( X_t )$$

$$\sigma_x^2 = Var( X_t ) = E( X_t - \mu )^2$$

$$\gamma_k = Cov( X_t, X_{t+k} ) = E( X_t - \mu )( X_{t+k} - \mu ) , k = 0,1,2,...$$

فإذا كانت  $X_1, X_2, \dots, X_n$  هي قيم ملاحظة من السلسلة الزمنية  $\{X_t\}$  وكانت  $\bar{X}, \hat{\sigma}_X^2, C_k$  هي تقديرات  $\mu, \sigma_X^2, \gamma_k$  على التوالي فإن:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t \quad \dots\dots(1)$$

$$\hat{\sigma}_X^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2 \quad \dots\dots(2)$$

$$C_k = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu) \quad \dots\dots(3)$$

ويمكن تمييز السلاسل الزمنية الساكنة عن الغير ساكنة من خلال قيم معاملات الارتباط الذاتي حيث تقترب قيمه من الصفر بعد الفترة الثانية أو الثالثة بالنسبة للسلسلة الساكنة .  
الموسمية:

تعتبر السلسلة الزمنية سلسلة موسمية إذا كانت تعيد نفسها كل فترة زمنية ثابتة أي أن:

$$X_t = X_t + S$$

حيث تمثل  $S$  طول الموسم. ويمكن معرفتها وتمييزها من خلال قيم معاملات الارتباط الذاتي التي تكون موجبة وأكبر ما يمكن وتختلف معنوياً عن الصفر عند الفترات الزمنية  $S, 2S, 3S, \dots$ .

معامل الارتباط الذاتي:

هو مقياس يقيس قوة الارتباط بين قيم الظاهرة  $\{X_t\}$  في فترات زمنية مختلفة، والصيغة الرياضية له كالآتي:

$$\rho_k = \frac{Cov(X_t, X_{t+k})}{\sqrt{Var(X_t).Var(X_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}, \quad k = 1, 2, \dots, \frac{N}{4} \quad \dots\dots(4)$$

حيث إن التباين للسلسلة الزمنية الساكنة ثابت ومتساوٍ لكل الفترات الزمنية المختلفة ويقدر كالآتي:

$$r_k = \frac{C_k}{C_0} \quad \dots\dots(5)$$

هناك نوعان من نماذج بوكس جنكيس :

أ. النماذج اللاموسمية<sup>(1)</sup>:

تستخدم لتمثيل نوعين من السلاسل: الساكنة وغير الساكنة ومن هذه النماذج:

نموذج الانحدار الذاتي  $AR(p)$  :

حيث  $p$  تمثل درجة النموذج ويكتب بالشكل الآتي:

$$X_t = \mu + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + Z_t \quad \dots\dots(6)$$

حيث أن معالم النموذج و  $Z_t$  متغيرات عشوائية غير مرتبطة مع بعضها (white noise) بوسط حسابي صفر وتباين  $\sigma_Z^2$  أي أن:

$$E(Z_t) = 0$$

$$E(Z_t Z_{t+k}) = \begin{cases} 0 & k \neq 0 \\ \sigma_Z^2 & k = 0 \end{cases}$$

نموذج المتوسطات المتحركة  $MA(q)$  :

حيث  $q$  تمثل درجة النموذج وصيغته كالاتي:

$$X_t = \mu + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} - \dots - \phi_q Z_{t-q} \quad \dots\dots\dots(7)$$

نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة  $ARMA(p, q)$  :

حيث  $p, q$  تمثلان درجته ويكتب بالصيغة الآتية:

$$X_t = \mu + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} - \dots - \phi_q Z_{t-q} \quad \dots\dots\dots(8)$$

ويرمز لهذا النموذج بـ  $ARMA(p, q)$  حيث  $q, p$  تمثلان درجته.

وإذا كانت السلسلة غير ساكنة فيمكن تحويلها إلى ساكنة وذلك بأخذ الفروق المناسبة فمثلاً الفرق الأول يكون وفقاً للمعادلة الآتية:

$$W_t = X_t - X_{t-1} \quad \dots\dots\dots(9)$$

ثم تمثل بنفس النماذج السابقة ولكن تضاف فقط كلمة متكاملة *integrated* إلى اسم النموذج للدلالة على أن هذا النموذج استخدم لتمثيل سلسلة زمنية غير ساكنة.

ب . النماذج الموسمية [6] :-

تستخدم لتمثيل السلاسل الزمنية الموسمية ومن هذه النماذج:

نموذج الانحدار الذاتي الموسمي  $SAR(P)$  :

حيث  $P$  تمثل درجته ويكتب بالشكل الآتي:

$$X_t = \mu + \theta_S X_{t-S} + \theta_{2S} X_{t-2S} + \dots + \theta_{PS} X_{t-PS} + Z_t \quad \dots\dots\dots(10)$$

نموذج المتوسطات المتحركة الموسمي  $SMA(Q)$  :

حيث  $Q$  تمثل درجته وصيغته هي:

$$X_t = \mu + Z_t - \phi_S Z_{t-S} - \phi_{2S} Z_{t-2S} - \dots - \phi_{QS} Z_{t-QS} \quad \dots\dots\dots(11)$$

نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة الموسمي  $SARMA(P, Q)$  :

حيث  $P, Q$  تمثلان درجته ويكتب كالاتي:

$$X_t = \mu + \theta_S X_{t-S} + \theta_{2S} X_{t-2S} + \dots + \theta_{PS} X_{t-PS} + Z_t - \phi_S Z_{t-S} - \phi_{2S} Z_{t-2S} - \dots - \phi_{QS} Z_{t-QS} \quad \dots\dots\dots(12)$$

أما إذا كانت السلاسل الموسمية غير ساكنة فتحول إلى ساكنة عن طريق أخذ الفرق الموسمي وفق المعادلة الآتية:

$$W_t = X_t - X_{t-S} \quad \dots\dots\dots(13)$$

ثم تمثل بنفس النماذج السابقة ولكن تضاف فقط كلمة متكاملة إلى اسم النموذج للدلالة على أن هذا النموذج استخدم لتمثيل سلسلة زمنية غير ساكنة.

النموذج الموسمي المضاعف  $ARIMA(p, q, d) \times (P, Q, D)_S$  :

هو خليط من النماذج اللا موسمية والموسمية

حيث أن:  $p$  درجة الانحدار الذاتي الاعتيادي،  $P$  درجة الانحدار الذاتي الموسمي

$q$  درجة المتوسط المتحرك الاعتيادي،  $Q$  درجة المتوسط المتحرك الموسمي

$d$  درجة الفروق الاعتيادية،  $D$  درجة الفروق الموسمية،  $S$  طول فترة الموسم

ويكتب النموذج الموسمي المضاعف بالشكل الآتي:

$$\theta_p(B)\theta_p(B^S)\nabla^d\nabla^D X_t = \phi_q(B)\phi_q(B^S)Z_t \dots\dots\dots(14)$$

## 6-2 مراحل بناء نماذج بوكس – جنكنز

أسلوب بوكس- جنكنز Box& Jenkins يتكون من أربعة خطوات<sup>[6]</sup>

1- التعرف على المواصفات الأولية للنموذج Identification.

2- تقدير معالم النموذج parameter estimation.

3- فحص مدى ملائمة النموذج . diagnostic checking .

4- التنبؤ بالقيم المستقبلية forecasting .

### 1-6-2 التعرف :-

تعد مرحلة التعرف مرحلة أساسية وهامة في البناء نموذج السلسلة الزمنية في هذه المرحلة تعتبر دالة الارتباط الذاتي ( A C F ) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي ( P A C F ) أداتان أساسيتان في التعرف على نموذج السلسلة .

ويجب على الباحث أن يبدأ بالتوقيع البياني للبيانات الأصلية للسلسلة فالتوقيع البياني للسلسلة يظهر بوضوح الكثير من مشاكل البيانات مثل البيانات الغير الصحيحة وأخطاء التقريب والبيانات الشاذة ويجب علاج هذه المشاكل وتصحيحه قبل البدء في تحليل السلسلة ، قد لا يساعد فحص دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي في الكشف وجود هذه المشاكل في البيانات أضف إلى ذلك إن فحص التوقيع البياني للسلسلة يؤدي إلى التعرف إلى عدم السكون وتظهر دالة الارتباط الذاتي بعض أسباب عدم السكون مثل وجود اتجاه عام في بيانات السلسلة لكنها لا تظهر بعض الأسباب الأخرى مثل عدم ثبات التباين الذي يظهر عادة في الرسم البياني للسلسلة .

ويحتوي الجدول (1) على ملخص للأنماط المختلفة لدالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للنماذج غير الموسمية والموسمية والسكنة المختلفة.

جدول (1): دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للنماذج غير الموسمية والموسمية الساكنة المختلفة

النموذج	دالة الارتباط الذاتي ACF	دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF
AR(p)	تقترب من الصفر تدريجياً	تقترب من الصفر بعد الفترة الزمنية p
MA(q)	تقترب من الصفر بعد الفترة الزمنية q	تقترب من الصفر تدريجياً
ARMA(p,q)	تقترب من الصفر تدريجياً	تقترب من الصفر تدريجياً
AR(p) × SAR(P)	تقترب من الصفر تدريجياً	تقترب من الصفر بعد الفترة الزمنية p+SP
MA(q) × SMA(Q)	تقترب من الصفر بعد الفترة الزمنية q+SQ	تقترب من الصفر تدريجياً
ARMA(p,q) × (P,Q)	تقترب من الصفر تدريجياً	تقترب من الصفر تدريجياً

المصدر (١) فاندر، والتر السلاسل الزمنية من وجهة التطبيقية ونماذج بوكس –جنكنز

### 2-6-2 تقدير معالم النموذج parameter estimation :-

بعد أن يحدد النموذج وتحدد درجته يتم تقدير معالمه، وهناك عدة طرق تستخدم في التقدير أهمها:

طريقة الاحتمال الأعظم: لتقدير معالم النموذج المختلط ARMA تستخدم طريقة الاحتمال الأعظم فالدالة التجميعية بثبات البيانات هي:

$$L(\theta, \phi, \sigma_z^2 | X_t) = (2\pi)^{-\frac{N}{2}} (\sigma_z^2)^{-\frac{N}{2}} \text{Exp} \left[ -\frac{1}{2\sigma_z^2} S(\theta, \phi) \right]$$

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

$$S(\theta, \phi) = \sum_{t=1}^N \hat{Z}_t^2(\theta, \phi)$$

$$\ln L(\theta, \phi, \sigma_z^2) = -\frac{N}{2} \ln(2\pi\sigma_z^2) - \frac{S(\theta, \phi)}{2\sigma_z^2}$$

وبأخذ التفاضل الجزئي للدالة الأخيرة بالنسبة لكل من  $\sigma_z^2, \theta, \phi$  ومساواة التفاضلات بالصفر نحصل على التقديرات  $\hat{\sigma}_z^2, \hat{\theta}, \hat{\phi}$  على التوالي.

### 3-6-2 فحص مدى ملائمة النموذج diagnostic checking:

قبل استخدام النموذج لحساب التنبؤات المستقبلية يجب اختباره للتأكد من صحته وكفاءته ويتم ذلك باستخدام معاملات الارتباط الذاتي للبواقي حيث:

$$r_k(\hat{Z}_t) = \frac{\sum_{t=1}^N \hat{Z}_t \hat{Z}_{t+k}}{\sum_{t=1}^N \hat{Z}_t^2} \dots\dots\dots(15)$$

وقد أثبت كل من Box و Pierce<sup>[9]</sup> في سنة (1970) أن معاملات الارتباط الذاتي للبواقي تتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط صفر وتباين  $\frac{1}{n}$  حيث  $n$  تمثل حجم العينة، وعليه فإن:

$$Q = N \sum_{k=1}^m r_k^2(\hat{Z}_t) \dots\dots\dots(16)$$

تتوزع توزيع  $\chi^2$  بدرجة حرية  $(m - p - q)$  حيث تمثل  $m$  أكبر عدد لمعاملات الارتباط الذاتي، فإذا كانت قيمة  $Q$  المحسوبة أقل من  $\chi^2$  الجدولية فهذا يشير إلى كفاءة وملائمة النموذج للبيانات.

### 4-6-2 التنبؤ forecasting.

بمجرد الاقتناع بملائمة النموذج الموفق للعملية التي تولدت وفقاً لبيانات السلسلة المشاهدة يمكن استخدام هذا النموذج للتنبؤ بمشاهدات السلسلة في المستقبل .

#### ٣- الجانب التطبيقي

##### 1-3 وصف البيانات:-

إن البيانات التي استخدمت في هذا البحث تؤلف سلسلة زمنية شهرية بواقع (60) مشاهدة تمثل مرضى الملاريا في محلية زانجي في فترة من شهر يناير 2014 إلى ديسمبر 2018 والمأخوذة من وزارة الصحة، المركز القومي للمعلومات الصحية ( دخولات مستشفى زانجي ) كما في جدول رقم (2)

الجدول رقم (٢) أعداد المصابين بمرض ملاريا في محلية زانجي في فترة ( 2008 – 2012 )

Year \ Month	2014	2015	2016	2017	2018
Jan.	16	4	49	57	51
Feb.	8	17	70	57	56
Mar.	11	16	54	67	25



Ape.	15	27	27	62	37
May.	14	16	40	76	33
Jun.	21	25	27	86	106
Jul.	29	27	46	85	154
Aug.	130	120	138	156	160
Seb	122	135	134	158	183
Oct.	107	112	74	171	158
Nov.	50	61	59	144	120
Dec.	32	44	54	56	71
Total	555	604	772	1175	1154

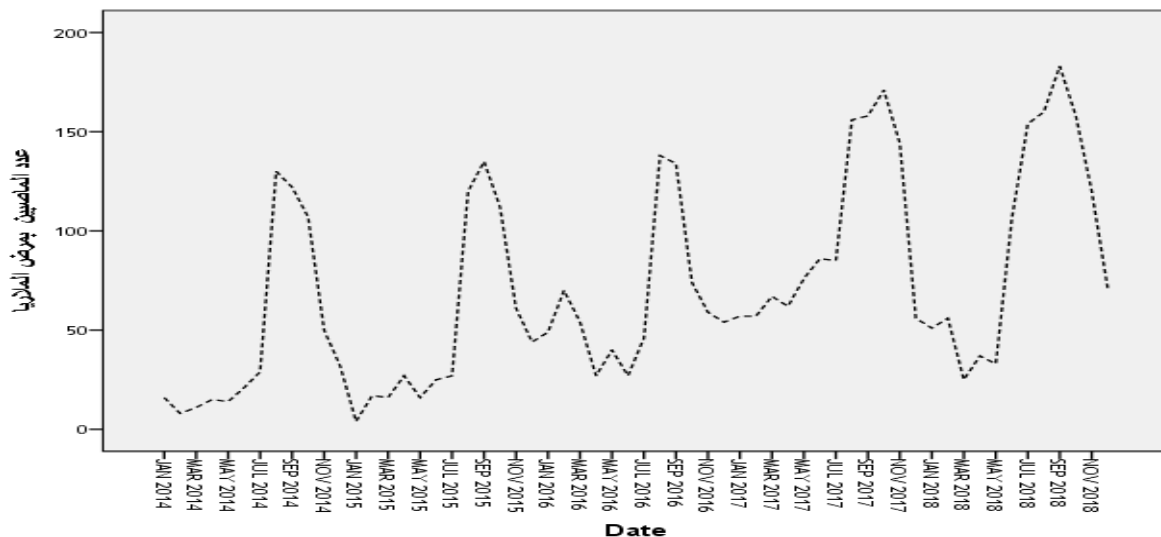
المصدر : مستشفى زالنجي

2-3 تحليل البيانات:

1-2-3 رسم السلسلة الزمنية:-

تم رسم بيانات السلسلة الزمنية في جدول رقم ( 2 ) ، كما هو موضح في الشكل رقم ( 1 ) . باستخدام برنامج الإحصائي (spss) للتعرف على خصائصها الأولية ويلاحظ من الشكل وجود اتجاه عام متزايد مع الزمن فضلا عن وجود تذبذبات متمثلة في تقعات ونتوات ، وهذه التذبذبات تتكرر بانتظام وبنفس الوتيرة كل سنة مع اختلاف الوتيرة التي تزداد بها من سنة إلى أخرى ، هذه التغيرات تؤثر لنا على وجود اتجاه عام ومركبة موسمية .

الشكل رقم (1) منحنى السلسلة الزمنية لمرضى الملاريا في المحلية في فترة (2008-2012)



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام SPSS.V20

2-2-3 اختبار استقرارية السلسلة الزمنية :-

جدول رقم (3) معاملات الذاتي للسلسلة الزمنية

من خلال الشكل (1) نجد أن هنالك اتجاه عام في البيانات ولتأكيد ذلك وبهدف معرفة طبيعة السلسلة تم استخراج معاملات الارتباط الذاتي والجزئية كما في الجدول رقم (3) والتي يظهر فيها ان معاملات دالة الارتباط الذاتي حتى فجوة (16) تختلف معنوياً عن الصفر ، وان معاملات الارتباط الذاتي لا تدخل ضمن حدود الثقة  $(-0.25 \leq r_k \leq 0.25)$  وباستخدام اختبار Ljung & Box المعنوية

$$(Q.stat = 133.711 > \chi^2_{(16,0.05)} = 26.296) \text{ الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي وجد ان}$$

لذلك نرفض فرضية العدم القائلة بان معاملات دالة الارتباط الذاتي متساوية وتساوي صفرأ

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots \rho_k = 0$$

وعليه تقبل الفرضية البديلة أي أن السلسلة الزمنية غير مستقرة

### 3-2-3 إزالة عدم استقرار السلسلة:-

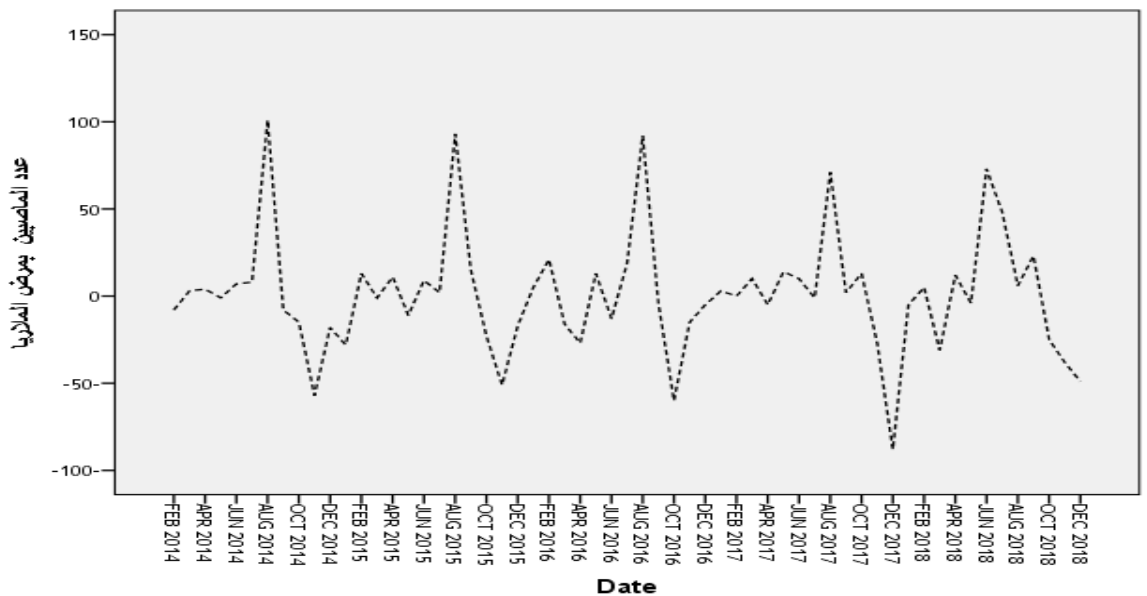
(أ) إزالة الاتجاه العام :-

من أجل إزالة الاتجاه العام تم أخذ الفروق من الدرجة الأولى وحصلنا على السلسلة المعدلة حيث أن  $W_t = X_t - X_{t-1}$  ، والشكل رقم (2) يبين منحنى السلسلة الزمنية المعدلة بعد أخذ الفرق الأول لها . ومن ملاحظة الشكل نجد أن المنحنى يوازي محور الفواصل مما يدل على غياب الاتجاه العام في السلسلة مع بقاء المركبة الموسمية أي أن السلسلة غير مستقرة وهذا ما تؤكد لنا إحصائية

$$(Q.stat = 48.664 > \chi^2_{(16,0.05)} = 26.296) \text{ Ljung\&Box}$$

لذلك ترفض فرضية العدم التي تفترض انعدام كل معاملات الارتباط الذاتي وعليه فان السلسلة الزمنية غير مستقرة أيضا .

الشكل رقم (2) السلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الأول لها.



Transforms: difference(1)

المصدر: من

إعداد الباحث باستخدام SPSS.V20

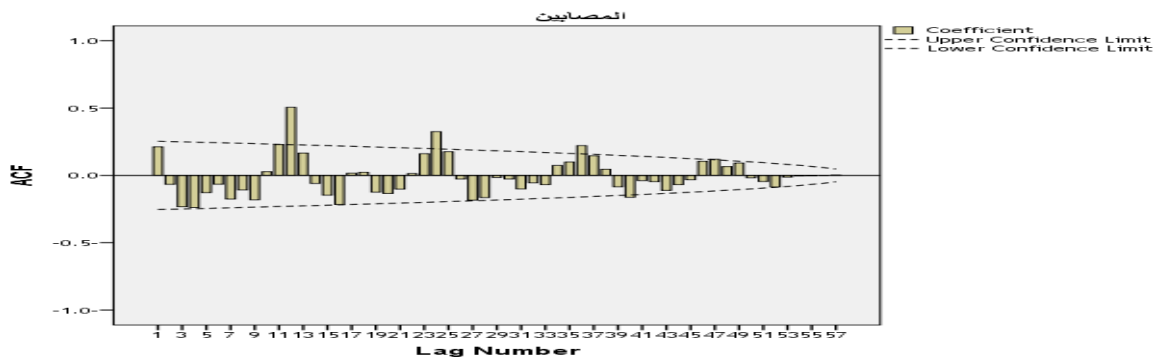
(ب) إزالة المركبة الموسمية :-

من ملاحظة قيم الارتباطات الذاتية للسلسلة الزمنية المعدلة بعد أخذ الفرق الأول لها والشكل رقم (3) تبين أن هذه القيم معنوية في الفترات (12، 24) مما يدل على أن السلسلة الزمنية موسمية، أي إنها تعيد نفسها كل (12) شهر .

لذلك ولغرض التخلص من الموسمية تم أخذ الفروق ( الموسمية ) من الدرجة اثني عشر فحصلنا على السلسلة المعدلة (3)

$$\nabla^1 \nabla^{12} X_t = X_{t-1} - X_{t-12}$$

الشكل رقم (3): معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة بعد اخذ الفرق الأول لها



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام SPSS.V20

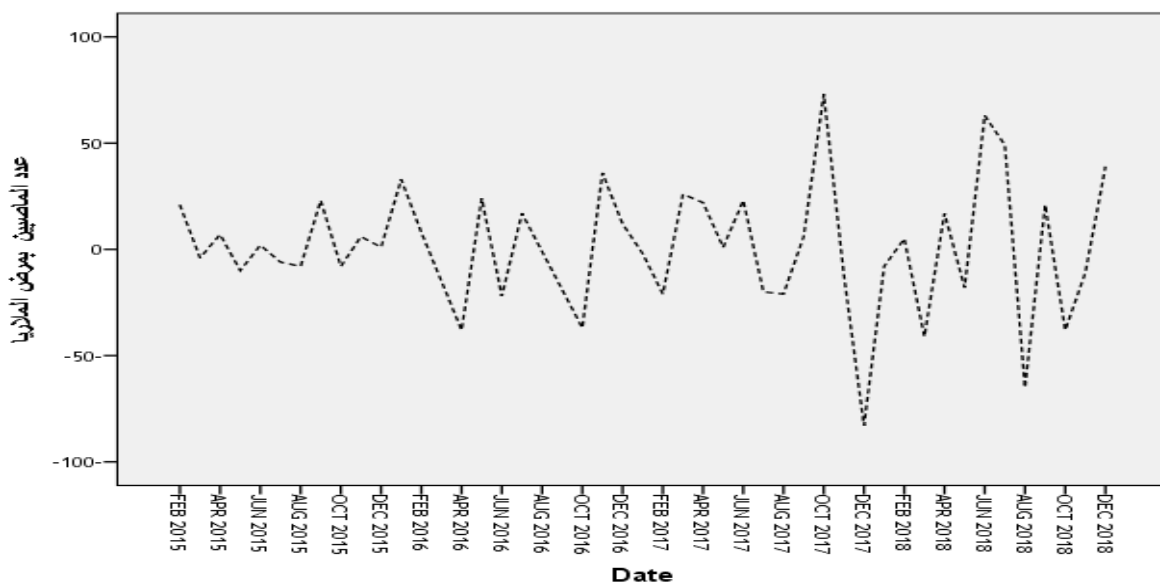
والشكل البياني رقم ( 4 ) يبين منحنى السلسلة الزمنية المعدلة بعد أخذ الفروق الموسمية  $(\nabla^1 \nabla^{12} X_t)$  ، وتم إيجاد قيم

معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي وتم رسمها كما في الشكلين رقم ( 5،6 ) على التوالي ، ويلاحظ من الشكل

رقم (5) أن معاملات الارتباط الذاتي تدخل ضمن حدود الثقة  $(-0.25 \leq r_k \leq 0.25)$  بعد الإزاحة الموسمية (12)

وأنها معنوية فقط في الفترة الثانية عشرة ، مما يدل على استقرار السلسلة الزمنية .

الشكل رقم (4): منحنى السلسلة الزمنية المعدلة بعد أخذ الفروق الأولى والموسمية لها.



Transforms: difference(1), seasonal difference(1, period 12)

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام

الجدول رقم (5): معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة بعد اخذ الفروق الأولى والموسمية لها

Lag	Autocorrelation	Std. Error <sup>a</sup>	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. <sup>b</sup>
1	-.131-	.141	.865	1	.352
2	-.263-	.140	4.410	2	.110
3	-.028-	.138	4.452	3	.217
4	-.080-	.137	4.795	4	.309
5	.085	.135	5.190	5	.393
6	-.048-	.133	5.319	6	.504
7	-.101-	.132	5.905	7	.551
8	.117	.130	6.718	8	.567
9	-.098-	.128	7.300	9	.606
10	.113	.127	8.096	10	.619
11	.081	.125	8.518	11	.666
12	-.284-	.123	13.839	12	.311
13	-.086-	.122	14.338	13	.350
14	.134	.120	15.591	14	.339
15	.218	.118	18.997	15	.214
16	-.121-	.116	20.083	16	.216
17	-.008-	.114	20.088	17	.270
18	-.003-	.112	20.088	18	.328
19	-.022-	.110	20.127	19	.387
20	.047	.108	20.315	20	.438
21	.068	.106	20.726	21	.476
22	-.058-	.104	21.038	22	.518
23	-.017-	.102	21.066	23	.577
24	-.019-	.100	21.102	24	.633
25	.090	.098	21.944	25	.639
26	-.026-	.095	22.017	26	.688
27	-.196-	.093	26.459	27	.493
28	.087	.091	27.386	28	.497
29	.066	.088	27.951	29	.521
30	.000	.086	27.951	30	.573

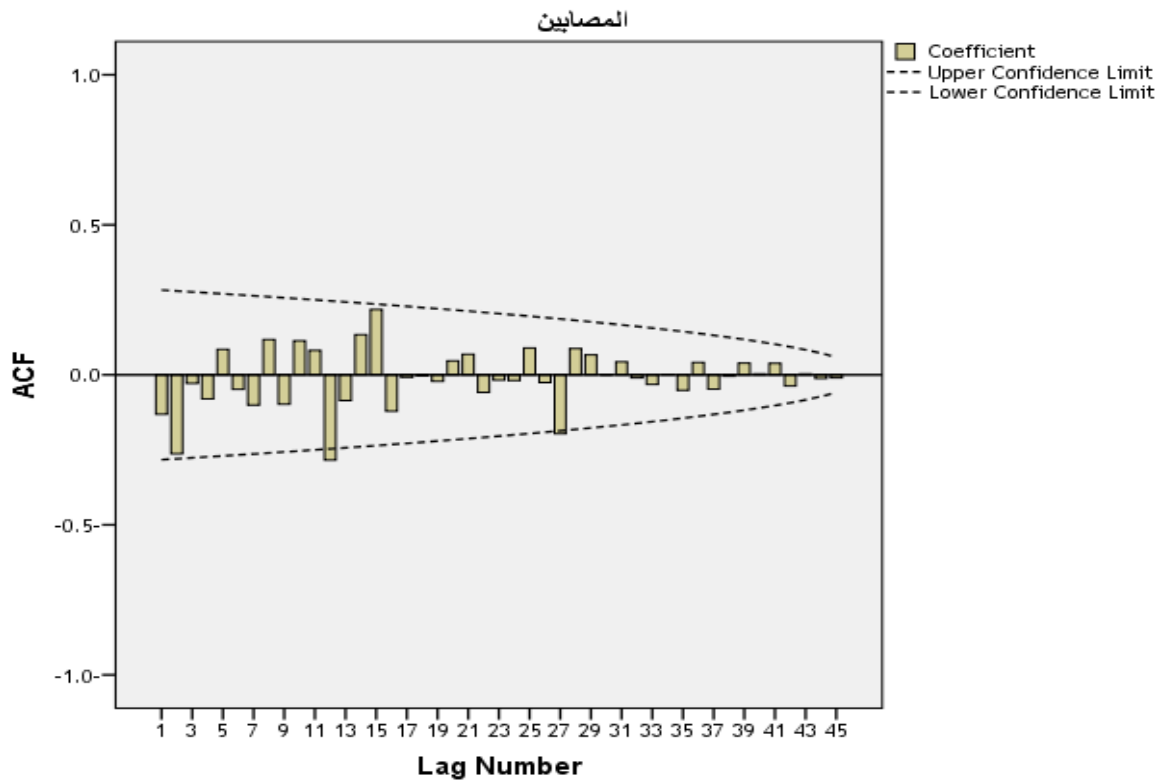
[www.mecsaj.com/ar](http://www.mecsaj.com/ar)

31	.043	.083	28.222	31	.610
32	-.010-	.081	28.237	32	.658
33	-.032-	.078	28.402	33	.695
34	.002	.075	28.402	34	.738
35	-.052-	.072	28.918	35	.756
36	.041	.069	29.268	36	.779
37	-.048-	.066	29.793	37	.794
38	-.004-	.063	29.798	38	.827
39	.039	.059	30.237	39	.842
40	.003	.055	30.240	40	.868
41	.038	.051	30.807	41	.877
42	-.037-	.047	31.441	42	.883
43	.003	.042	31.445	43	.904
44	-.012-	.036	31.556	44	.920
45	-.010-	.029	31.675	45	.933

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام SPSS.V20



الجدول رقم (6) معاملات الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة بعد اخذ الفروق الأولى والموسمية لها

### Partial Autocorrelations

Series: المصايين

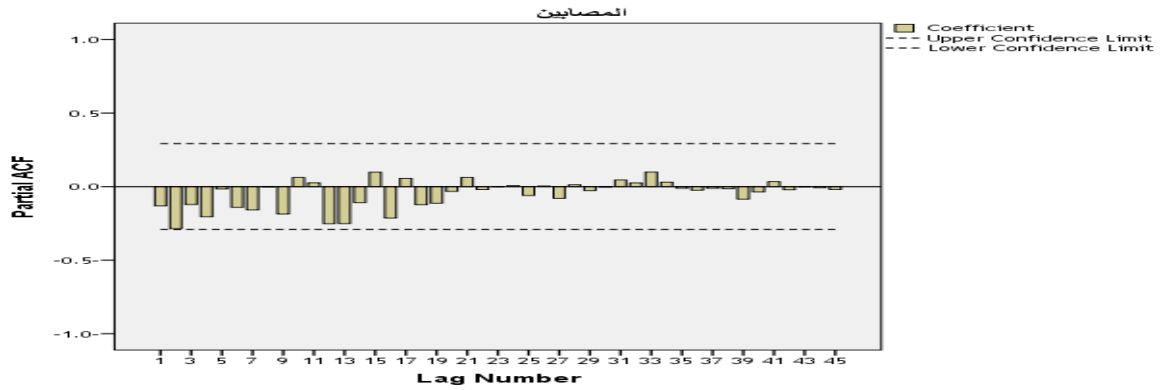
Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	-.131-	.146
2	-.285-	.146
3	-.122-	.146
4	-.205-	.146
5	-.016-	.146
6	-.141-	.146
7	-.159-	.146
8	-.003-	.146
9	-.187-	.146
10	.062	.146
11	.026	.146
12	-.252-	.146
13	-.251-	.146
14	-.109-	.146

[www.mecsj.com/ar](http://www.mecsj.com/ar)

15	.098	.146
16	-.214-	.146
17	.056	.146
18	-.123-	.146
19	-.113-	.146
20	-.032-	.146
21	.062	.146
22	-.020-	.146
23	-.001-	.146
24	.006	.146
25	-.061-	.146
26	.005	.146
27	-.080-	.146
28	.012	.146
29	-.027-	.146
30	-.005-	.146
31	.045	.146
32	.026	.146
33	.098	.146
34	.031	.146
35	-.011-	.146
36	-.024-	.146
37	-.011-	.146
38	-.014-	.146
39	-.085-	.146
40	-.036-	.146
41	.034	.146
42	-.021-	.146
43	-.002-	.146
44	-.007-	.146
45	-.019-	.146

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام SPSS.V20

الشكل رقم (٦)



### 3-3 التعرف:

ويعني التعرف على النموذج المناسب من خلال تحديد رتب النماذج  $AR$  و  $MA$  و يلاحظ من الشكل رقم (5) أن قيم معاملات الارتباط الذاتي لها فرق معنوي في الفترة الأولى من كل موسم، كما أن دالة الارتباط الذاتي تتناقص تدريجياً، ومن هذين المؤشرين واستناداً إلى ما ذكر في الجدول (١) نستنتج أن النموذج المقترح هو النموذج الموسمي المضاعف  $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$  والذي يكتب بالشكل الآتي:

$$\nabla^1 \nabla^{12} X_t = (1 - \phi_1 B)(1 - \phi_{12} B^{12}) Z_t$$

$$\Rightarrow X_t = X_{t-1} + X_{t-12} - X_{t-13} + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_{12} Z_{t-12} + \phi_1 \phi_{12} Z_{t-13} \dots (18)$$

### 4-3 التقدير :

بعد معاينة النماذج الممكنة باستخدام برنامج SPSS توصلنا الى النموذج الملائم التالي  $SARIMA(0,1,1)(0,1,1)$  وذلك بالاعتماد على معيار AKIAKE ومعنوية المعالم واختبار تجانس التباين على بيانات السلسلة الزمنية قيد الدراسة وباستخدام البرنامج الإحصائي SPSS تم الحصول على النتائج الآتية :

### ARIMA Model Parameters

جدول رقم (٧)

		Estimate	SE	t	Sig.	
	Constant	.055	1.554	.035	.972	
	Difference	1				
المصابين- Model_1	No Transformation	MA Lag 1	.403	.140	2.871	.006
	Seasonal MA, Seasonal	Seasonal Lag 1	.538	.277	1.939	.059

يتبين من الجدول (٧) معنوية المقدرات وقلة تباين الخطأ، وبهذا يكون النموذج المقدر لتمثيل السلسلة الزمنية هو :

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-12} - X_{t-13} + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_{12} Z_{t-12} + \phi_1 \phi_{12} Z_{t-13}$$

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-12} - X_{t-13} + Z_t - 0.401Z_{t-1} - 0.538Z_{t-12} + 0.216Z_{t-13} \dots 19$$



5-3 فحص مدى ملائمة النموذج:

وقبل استخدام النموذج لحساب التنبؤات المستقبلية يجب اختباره للتأكد من صحته وكفاءته لذا تم استخراج قيم معاملات الارتباط الذاتي للبقايا باستخدام برنامج SPSS كما في الجدول الآتي:

جدول (8): معاملات الارتباط الذاتي للبقايا  $(\hat{Z}_t)$  المتولدة من النموذج  $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$

$r_k(\hat{Z}_t)$	$k$	$r_k(\hat{Z}_t)$	$K$	$r_k(\hat{Z}_t)$	$K$
0.003	21	0.025	11	0.119	1
0.015	22	-0.079	12	-0.223	2
-0.023	23	-0.093	13	-0.119	3
-0.065	24	0.65	14	-0.089	4
		0.133	15	0.046	5
		0.042	16	-0.150	6
		0.051	17	-0.113	7
		0.026	18	0.135	8
		-0.015	19	-0.057	9
		-0.008	20	0.000	10

المصدر: من اعداد الباحث باستخدام spss

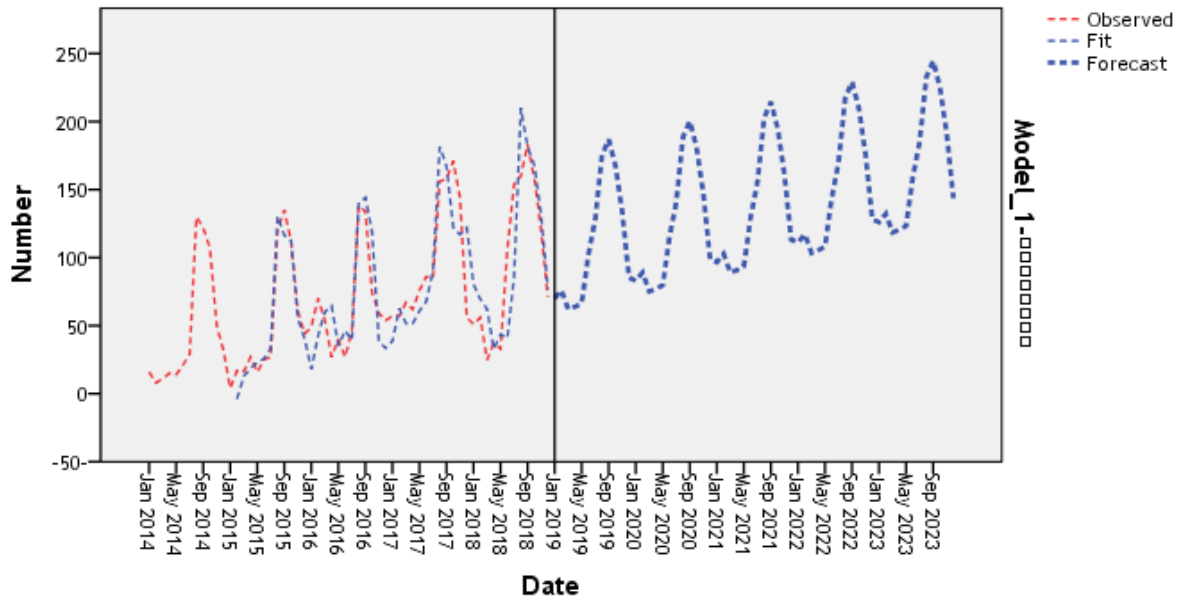
Model Statistics

جدول رقم (9)

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics				Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	R-squared	RMS E	Normalized BIC	Statistic	DF	Sig.	
المصابين - Model _1	0	.227	.719	26.695	6.815	10.788	16	.822	0

واعتماداً على نتائج هذا الجدول تم حساب الإحصائية  $Q$  باستخدام SPSS كما في جدول رقم (9) والتي تساوي (10.788) وعند مقارنتها بقيمة  $\chi^2$  الجدولية عند درجة حرية (24) ومستوى معنوية 5% والتي تساوي (36.415) نستنتج أن النموذج هو جيد وملائم لحساب التنبؤات ويتضح من ذلك عند رسم قيم السلسلة الفعلية لمرضى الملاريا مع قيم السلسلة المتنبأ بها من خلال المعادلة (19) كما في الشكل (7).

شكل (7): البيانات الفعلية والمتنبأ بها للمصابين بالملاريا في المحلية



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام SPSS.V20

### التنبؤ: 3-6

يتضح من الشكل رقم ( 7 ) التقارب الكبير بين السلسلة الفعلية لمرضى الملاريا وبين السلسلة المتنبأ بها من خلال النموذج المقترح الذي تم التوصل له، وهذا يثبت كفاءة النموذج المقترح في تمثيله للظاهرة المدروسة وبالتالي في حسابه للتنبؤات، لذا تم تطبيق النموذج المذكور للتنبؤ بالمعدلات الشهرية لمرضى الملاريا 2019 - 2023 م وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

جدول (10): مرضى مرض الملاريا المتنبأ بها في محلية زانجي وفق النموذج

$$ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$$

Year \ Month	2019	2020	2021	2022	2023
Jan.	70	83	97	111	126
Feb.	76	89	103	117	132
Mar.	62	75	89	103	119
Ape.	64	77	91	105	121
May.	67	80	94	108	123
Jun.	102	116	130	144	160
Jul.	128	141	155	170	185
Aug.	175	189	203	218	233
Seb	187	200	214	229	245
Oct.	167	181	195	210	225
Nov.	133	147	161	176	192
Dec.	85	99	113	128	144

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام SPSS.V20

#### ٤- النتائج والتوصيات:

من خلال الدراسة التطبيقية لتحليل السلسلة الزمنية وباستخدام نموذج بوكس-جنكز الموسمي لغرض التنبؤ بأعداد المصابين بمرض الملاريا في محلية زالنجي بالسودان ، توصل الباحث إلى جملة من الاستنتاجات والتوصيات .

#### 1-4 النتائج :-

1. إن أعداد مرضى الملاريا الشهرية في محلية زالنجي تؤلف سلسلة زمنية غير ساكنة و موسمية أي أنها تعيد نفسها كل (12) شهراً وذلك من خلال قيم معاملات الارتباط الذاتي.
2. إن أعداد المرضى تتبع النموذج الموسمي المضاعف  $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$  وقد أعطى تنبؤات جيدة وقريبة من قيم الواقع الفعلي عند مقارنة أعداد المرضى المتوقع بها بأعداد المرضى الفعلية في المحلية لشهري يناير وفبراير لسنة 2019 .
3. محلية زالنجي منطقة مستوطنة بالملاريا حيث يلاحظ خلال فترة الدراسة وجود اتجاه تصاعدي في أعداد الإصابة بالملاريا إلا أن هنالك تناقص ضئيل في أعداد الإصابة في السنة (2018م).

#### 2-4 التوصيات:-

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها نوصي بما يأتي:

1. الأخذ بنتائج هذا البحث الذي يظهر تزايد في أعداد المصابين بالملاريا في المحلية بمرور الزمن مما يقتضي اتخاذ التدابير اللازمة من قبل الجهات المختصة والكفيلة بالحد من هذه الظاهرة .
2. أن تقوم الجهات المستفيدة وذات العلاقة منها وزارة الصحة – مستشفى زالنجي بتطبيق النموذج الموسمي المضاعف  $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$  لغرض التنبؤ بأعداد الإصابة بالملاريا الشهرية في محلية زالنجي .
3. تعميم هذه الدراسة إلى المحليات التي بها ظروف بيئية مشابهة لمحلية زالنجي للقيام بدراسات مناظرة والعمل بها.

#### 3-4 المصادر :-

المراجع باللغة العربية:-

- ١ - بسام يونس إبراهيم (2001) ، التنبؤ بدرجات الحرارة في ولاية الخرطوم باستخدام أحد نماذج بوكس- جنكز للسلاسل الزمنية ، ورقة مقدمة لقسم الإحصاء التطبيقي - كلية العلوم- جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
- 2- بري وعدنان ماجد عبدالرحمن ، طرق التنبؤ الإحصائي ( الجزء الأول) جامعة الملك سعود 2002م .
- 3 - م.م. سعدية عبد الكريم طعمة (2012) استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار ، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والإدارية ( سنة 2012 ) .
- 4 - أ.م.د رعد فاضل التميمي ، م.م رائد لازم الحساوي ، ( 2013 ) دراسة مقارنة لنماذج السلاسل الزمنية الموسمية لإنتاج الماء في بغداد . كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة المستنصرية .
- 5 – فاندل ، والتر – السلاسل الزمنية من وجهة التطبيقية ونماذج بوكس- جنكز ، تعريب: عبدالرضي عزام واحمد هارون . دار المريخ للنشر 1992م الرياض .
- 6 – محمد جلال محمد عبد الله جبارة ، ( 2012م ) التنبؤ بالسلاسل الزمنية لمنسوب النيل الأزرق في محطة ود مدني باستخدام نماذج بوكس- جنكز ونماذج الشبكات العصبية، رسالة دكتوراة في الإحصاء – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

المراجع باللغة الانجليزية :-

7. Douglas C.Montgomery, Cheryl I,Jennings (2007), Introduction to Time series Analysis and Forecasting .
8. Rob J Hyndman, George Athanasopoulos (2014) forecasting principles and Practice.
9. George E.P.Box , Gwilym M.Jenkins(2007) Time Series Analysis – forecasting and Control ( Fourth Edition ).
10. IBM SPSS Forecasting 20 .