التنبؤ بأعداد المصابين بمرض الكورونا بالسودان باستخدام نماذج السلاسل الزمنية في الفترة من مارس 2020م – مايو 2021م

د.إبراهيم محمد إبراهيم سيد أحمد
أستاذ مساعد – قسم الإحصاء التطبيقي
كلية العلوم والتقانة – جامعة شندي

د.مجدي عبد الإله محمد عباس
أستاذ مساعد – قسم الإحصاء التطبيقي
كلية العلوم والتقانة –جامعة شندي

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى استخدام نماذج السلاسل الزمنية في التنبؤ بأعداد المصابين بمرض الكورونا بالسودان، وتتمثل مشكلة البحث في ندرة النماذج الإحصائية التي تستخدم في التنبؤ بمثل هذا المرض الخطير بالسودان، وفروض هذا البحث هي أن النموذج المقدر لبيانات الدراسة نموذج ملائم ومناسب ودقيق ويصلح للتنبؤ بأعداد المرضى في المستقبل، وتم استخدام المنهج التحليلي عن طريق برنامج SPSS21، وأهم الاستنتاجات التي توصل لها البحث هي أن استخدام تحليل السلاسل الزمنية مناسب ومفيد في دراسة أعداد المصابين بمرض الكورونا بالسودان، والنموذج الإحصائي للسلسلة الزمنية لبيانات المصابين بمرض الكورونا بالسودان هو(ARMA(0,1,2، والسلسلة الزمنية للمصابين تتزايد بصورة شهرية ويتوقع تزايدها بصورة كبيرة خاصة إذا لم تطبق الدولة الاحترازات الصحية لمجابهة المرض، يوصي البحث باستخدام النموذج الذي توصلت إليه الدراسة من قبل الجهات الصحية لمعرفة الاتجاهات المستقبلية للظاهرة ووضع الخطط اللازمة لمجابهة وتقليل أعداد المصابين بالمرض ونوصي مستقبلاً باستخدام تحليل السلاسل الزمنية المتعدد المتغيرات وذلك من خلال أخذ السلسلة لعدة متغيرات حيث يمكن دراسة أعداد الوفيات مع أعداد المصابين وأعداد المتعافين من المرض لتساهم تلك الدراسات في وضع الخطط للازمة للجهات الصحية لمجابهة المرض.

الكلمات المفتاحية:السلسلة الزمنية، تقدير النموذج، تشخيص النموذج، التنبؤ، فيروس الكورونا

Abstract:

This research aims to use time series models in predicting the number of people with corona virus in Sudan, the research problem is the scarcity of statistical models that serve to predict such a serious disease in Sudan, and this research is assumed to be that the estimated model of study data is appropriate and accurate and suitable for predicting the number of patients in the future, and the analytical approach used through spss21, and the

most important conclusions of the research are that the use of time series analysis is appropriate and useful in studying the numbers of people affected by corona virus In Sudan, the statistical model of the time series data for affected people in Sudan is (ARMA(0,1.2), and the time series of patients is increasing monthly and is expected to increase significantly especially if the state does not apply health precautions to cope with the virus, the researchers recommend using the model reached by the study by health authorities to see the future trends of the phenomenon and develop plans to confront and reduce the number of people affected by the virus. In the future, we recommend using multi-variable time series analysis by taking the series to several variables where the number of deaths can be studied with the number of infected people and the preparation of those recovering from the virus to contribute to the development of plans for the crisis for health authorities to cope with the virus.

KEYS :

time series- Model Identification- Diagnostics Checking- Forecasting- COV-19

المقدمة :

يعتبر موضوع تحليل السلاسل الزمنية من المواضيع الإحصائية المهمة في تحليل الكثير من الظواهر، والسلسلة الزمنية عبارة عن مجموعة من المشاهدات أو القياسات التي تؤخذ على إحدى الظواهر علي فترات زمنية متتابعة نتيجة لتعقب هذه الظاهرة لفترة زمنية طويلة نسبياً وفي أغلب الأحيان تكون هذه الفترة الزمنية منتظمة أو متساوية. وتتلخص أهم أهداف تحليل السلسلة الزمنية في الحصول على وصف دقيق للظاهرة، وبناء نموذج مناسب لتفسير هذه الظاهرة واستخدام النتائج للتنبؤ بسلوك الظاهرة في المستقبل[1]. وظهر في الفترة الأخيرة مرض خطير انتشر بصورة سريعة حول العالم بما فيها السودان وهو مرض الكورونا، لذا لا بد من وجود نماذج إحصائية تمكننا من التنبؤ بعدد المرضى في السودان حتى تستطيع الجهات الصحية مجابهة هذا المرض عندما يكون لديها معلومات بأرقام متوقعة لحدوث الإصابات خير من أن تتفاجأ تلك الجهات بأعداد لم تكن في الحسبان، لذلك تناولت هذه الدراسة استخدام نماذج السلاسل الزمنية في التنبؤ باعداد المصابين بمرض الكورونا في الفترة القادمة.

الجانب النظري:

1-تعريف السلسلة الزمنية:

السلسلة الزمنية هي عبارة عن مجموعة من القياسات المأخوذة عن متغير مرتبة وفقاً لزمن حدوثها وتستخدم نماذج السلاسل الزمنية في تحليل الكثير من الظواهر في مجالات الحياة المختلفة منها المجالات

الطبية والاقتصادية والصناعية وغيرها[2] ، ويمكن أن تعرف أن السلسلة الزمنية بأنها عبارة عن قيم متغير معين خلال فترات زمنية متساوية كالأيام أو الشهور أو السنين[3] .

2-أنواع السلاسل الزمنية:

وتكون السلسلة الزمنية على نوعين متصلة Continues ومنفصلة Discrete بحسب الزمن. ويمكن أن تكون مستقرة Stationary إذا كانت الخصائص الاحتمالية لا تتأثر بالزمن أو غير مستقرة Non stationary إذا كانت الخصائص الاحتمالية تتأثر بالزمن, ونموذج السلسلة الزمنية هو الدالة التي تربط قيم السلسلة الزمنية بالقيم السابقة لها وأخطائها[4].

3-أهداف دراسة السلاسل الزمنية:

تنشأ السلاسل الزمنية في العديد من المجالات ذات المساس بحياة الأفراد والمجتمعات ومن أبرز الأمثلة على هذه المجالات:

1. **الاقتصاد**: هناك العديد من السلاسل الزمنية التي تصف ظواهر اقتصادية مثل: سلسلة الصادرات، وسلسلة الواردات، وسلسلة ميزان المدفوعات وسلسلة أجور العمال، وسلسلة أسعار السلع، وسلسلة أرباح الشركات وسلسلة الدخل الفردي وأسعار العملات النقدية وغيرها كثير.
2. **الإرصاد الجوية**: هناك العديد من السلاسل الزمنية التي تصف درجات الحرارة وكميات الأمطار وكمية الرطوبة وكمية الضغط الجوي وارتفاع الثلوج المتساقطة وما شابه ذلك.
3. **الطب**: هناك العديد من السلاسل الزمنية التي تصف درجة حرارة المريض وضغط الدم عنده، والمدة الزمنية التي يقضيها المرضى في المستشفيات وأعداد الوفيات بسبب مرض معين، وعدد حالات الولادة في أحد المستشفيات وما شابه ذلك.
4. **الصناعة**: هناك العديد من السلاسل الزمنية التي تصف كميات الإنتاج ومواصفات سلعة منتجة، وأطوال أعمال أدوات حساسة أنتجها مصنع معين وغيرها كثير.
5. **العلوم العسكرية**: هناك العديد من السلاسل الزمنية التي تصف تطور فصائل القوات المسلحة من مشاة ومدفعية وطيران وغيرها من حيث الأعداد البشرية والتجهيزات العسكرية.
6. **العلوم الإنسانية**: هناك العديد من السلاسل الزمنية التي تصف أعداد السكان وأعداد حالات الزواج والطلاق والوفيات، وأعداد المؤلفات المنشورة في حقل معروف معين، وتطور الخدمات الاجتماعية وتطور أعداد الطلبة في المراحل التعليمية المختلفة وما شابه.[5]

4- مكونات السلاسل الزمنية:

السلاسل الزمنية لها أربعة مكونات رئيسية (تغيرات) هي الاتجاه العام والتغيرات الدورية والتغيرات الموسمية والتغيرات العرضية، ويمكن القول بأن التغيرات التى تطرأ على ظاهرة معينة هي محصلة عدة عوامل.[6]

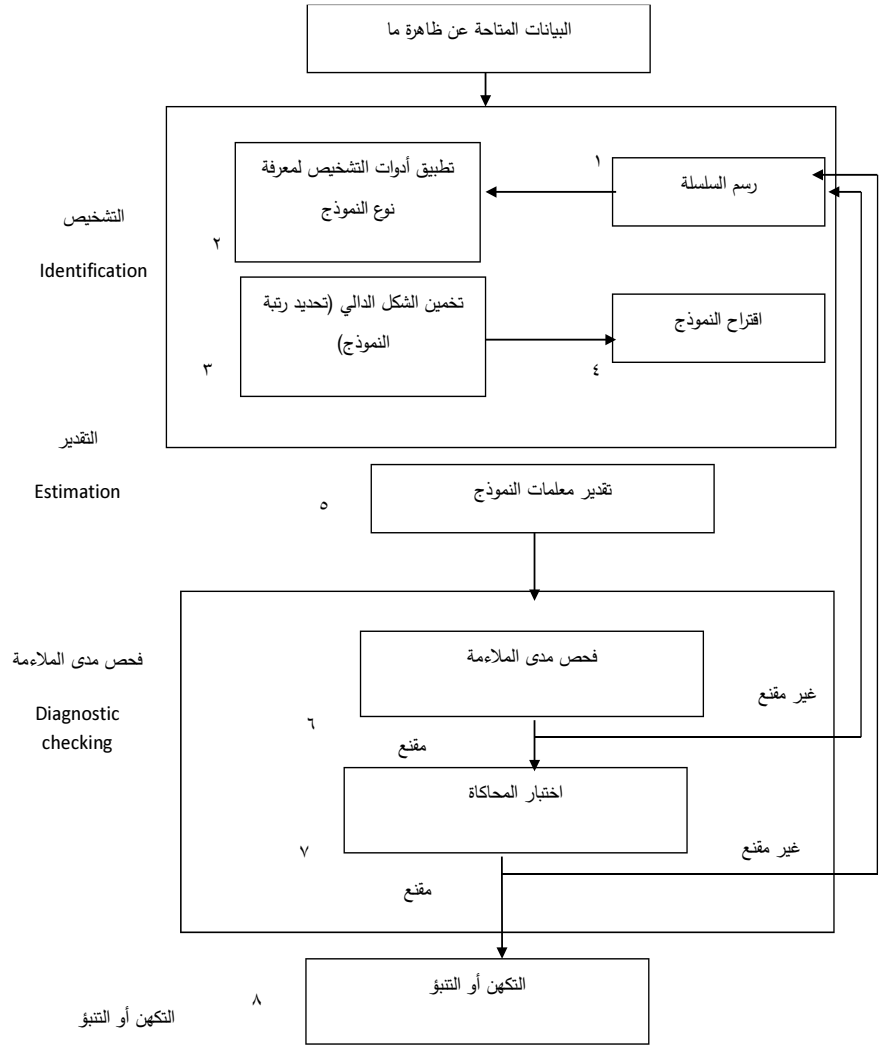
5- تحليل السلاسل الزمنية (7): seireS emiT sisylana

يتكون تحليل السلاسل الزمنية من مراحل متسلسلة تبدأ بمرحلة التشخيص Identification للنموذج والتي تعد المرحلة الأهم. وتليها مرحلة تقديرEstimation معلمات النموذج، ومن ثم مرحلة فحص مدى

الملاءمة Diagnostics Checking للنموذج. وتأتي المرحلة الأخيرة وهي مرحلة التنبؤ Forecasting. ومن الجدير بالذكر أن هناك اتجاهين لتحليل السلاسل الزمنية الأول هو اتجاه الزمن DomainTime والذي يعتمد على دوال الارتباط الذاتي ودوال الارتباط الذاتي الجزئي الثاني هو اتجاه التكرارFrequency Domain والذي يعتمد على التحليل الطيفي Spectrum Analysis وهنا سيكون تطبيقنا في هذا البحث على الاتجاه الأول.

والشكل رقم (1) هو المخطط الانسيابيFlowchartلتحليل السلاسل الزمنية

شكل (1): يوضح مراحل تحليل السلسلة الزمنية:{[1]}



المخطط الانسيابي لتحليل السلسلة الزمنية

جدول يوضح خواص النماذج حسب الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي:

الرقم	النموذج	ACF	PACF
1	AR(p)	يقترب من الصفر تدريجياً	pيساوي الصفر بعد الإزاحة
2	MA(q)	qيساوي الصفر بعد الإزاحة	يقترب من الصفر تدريجياً
3	ARMA(p,q)	يقترب من الصفر تدريجياً	يقترب من الصفر تدريجياً
4	AR(1)	يقترب من الصفر تدريجياً	يساوي الصفر بعد الإزاحة 1
5	MA(1)	يساوي الصفر بعد الإزاحة 1	يقترب من الصفر تدريجياً
6	AR(2)	يقترب من الصفر تدريجياً	يساوي الصفر بعد الإزاحة 2
7	MA(2)	يساوي صفراً بعد الإزاحة 2	يقترب من الصفر تدريجياً

6- نماذج تحليل السلاسل الزمنية sisylana seireS emiT sledom:

تضم نماذج تحليل السلاسل الزمنية بصورة عامة ثلاثة نماذج أساسية تسمى نماذج بوكس جنكز تعتبر نماذج بوكس – جنكيز من أهم النماذج المستخدمة في تحليل السلاسل الزمنية لأنها توفر استراتيجيات التحليل للسلاسل الزمنية عبر مراحله المختلفة [8]، ونستعرض النماذج مع بعض خصائصها:

1- نماذج الانحدار الذاتي [9] AR(p):

والتى تعرف بصورة عامة كالآتي:

$$\phi_p(B)z_t = \delta + a_t$$

$$z_t = \delta + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + \cdots + \phi_p z_{t-p} + a_t, a_t \sim N(0, \delta^2).$$

نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى $AR(1)$ [10]

وهو على الشكل:

$$\phi_1(B)z_t = \delta + \theta_0(B)a_t$$

$$(1-\phi_1)z_t = \delta + a_t$$

$$z_t = \delta + \phi_1 z_{t-1} + a_t, a_t \sim N(0, \delta^2)$$

نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الثانية $AR(2)$ [11]:

وهو على الشكل:

$$\phi_2(B)z_t = \delta + \theta_0(B)a_t$$

$$(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2)z_t=\delta+a_t$$

$$z_t=\delta+\phi_1 z_{t-1}+\phi_2 z_{t-2}+a_t,\quad a_t\sim N(0,\sigma^2)$$

2- نماذج المتوسط المتحرك Moving Average Models MA(q)[12]:
وهى تأخذ الشكل الآتى:

$$z_t=\delta+(1-\theta_q B)a_t$$

$$z_t=\delta-\theta_1 a_{t-1}-\theta_2 a_{t-2}-\ldots-\theta_q a_{t-q}+a_t, a_t\sim N(0,\sigma^2)$$

نموذج المتوسط المتحرك من الدرجة الأولى $MA(1)$[13]:
وهو على الشكل:

$$\phi_0(B)z_t=\delta+\theta_1(B)a_t$$

$$z_t=\delta+(1-\theta_1 B)a_t$$

$$z_t=\delta-\theta_1 a_{t-1}+a_t, a_t\sim N(0,\sigma^2)$$

خصائص نموذج المتوسط المتحرك من الدرجة الأولى MA(1) :
ويكتب على الشكل:

$$\phi_0(B)z_t=\delta+\theta_1(B)a_t$$

$$z_t=\delta+(1-\theta_1 B)a_t$$

$$z_t=\delta-\theta_1 a_{t-1}+a_t, a_t\sim N(0,\sigma^2)$$

نموذج المتوسط المتحرك من الدرجة الثانية MA(2)[14]:
ويأخذ الشكل الآتى:

$$z_t=\delta-\theta_1 a_{t-1}-\theta_2 a_{t-2}+a_t, a_t\sim N(0,\sigma^2)$$

خصائص نموذج المتوسط المتحرك من الدرجة الثانية MA(2) :
ويكتب على الشكل:

$$\phi_0(B)z_t=\delta+\theta_2(B)a_t$$

$$z_t=\delta+(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2)a_t$$

$$z_t=\delta+a_t-\theta_1 a_{t-1}-\theta_2 a_{t-2},\quad a_t\sim N(0,\sigma^2)$$

3- نماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك Autoregressive-Moving Average Models (ARMA(p,q))[15]

وهذه النماذج تعتبر الحالة العامة حيث نماذج الانحدار الذاتي ونماذج المتوسط المتحرك تعتبر حالات خاصة من نماذج الانحدار الذاتي- المتوسط المتحرك من الناحية النظرية، أما من الناحية العملية فلكل نموذج صيغته وخصائصه.

و يكتب على الشكل:

$$z_t - \phi_1 z_{t-1} - \phi_2 z_{t-2} - \cdots - \phi_p z_{t-p} = \delta + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$

$$z_t - \phi_1 B z_t - \phi_2 B^2 z_t - \cdots - \phi_p B^p z_t = \delta + a_t - \theta_1 B a_t - \theta_2 B^2 a_t - \cdots - \theta_q B^q a_t$$

$$\left(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p\right) z_t = \delta + \left(1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q\right) a_t$$

أو

$$\phi_p(B) z_t = \delta + \theta_q(B) a_t$$

حيث $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p$ هو عامل الإنحدار الذاتي Autoregressive Operator و $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q$ هو عامل المتوسط المتحرك Moving Average Operator.

نموذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك من الدرجة (1,1) $ARMA(1,1)$ ويكتب على الشكل:

$$\phi_1(B) z_t = \delta + \theta_1(B) a_t$$

$$(1 - \phi_1 B) z_t = \delta + (1 - \theta_1 B) a_t$$

$$z_t = \delta + \phi_1 z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}, a_t \sim N(0, \delta^2)$$

-7 مراحل تحليل السلاسل الزمنية[16]:

هنالك عدة مراحل لتحليل بيانات السلاسل الزمنية هي:

1- تشخيص النموذج: noitacfiitnedI ledoM:

تعد مرحلة التشخيص المرحلة الأولى لتحليل السلاسل الزمنية. وتشمل معرفة نوع النموذج وتحديد الرتبة للنموذج المحدد من خلال المعايير التي تستخدم للمقارنة بين النماذج لتحديد النموذج الأفضل.

مرحلة التشخيص تتضمن الخطوات الآتية:

رسم بيانات السلسلة: ويعد رسم البيانات الخطوة الأولى في تحليل أية سلسلة زمنية ومن خلال الرسم تكون لدينا فكرة جيدة عن احتواء السلسلة على موسمية أو اتجاه عام أو قيم شاذة أو عدم

الاستقرارية الذي يقود إلى التحويلات الممكنة على البيانات، لذلك فإن رسم السلسلة يبين حاجتها إلى التحويل المناسب لتستقر في متوسطها أو تبايناتها إذا لم تكن مستقرة قبل أي تحليل.

حساب وفحص PACF,ACF للعينة المسحوبة من السلسلة الأصلية لتحديد درجة الفروق (في حالة عدم الاستقرارية)، فإذا كانت ACF للعينة تنحدر ببطء شديد، PACF للعينة تقطع بعد الإزاحة الأولى (أو بالعكس) فإن هذا يستوجب أخذ الفرق الأول $(1-B)Z_t$). وللتخلص من عدم الاستقرارية نحتاج إلى أخذ أعلى رتبة من الفروق $(1-B)^dZ_t$) حيث d>0 (وغالباً ما تكون d=0,1,2). وإن النتائج المترتبة على استخدام الفروق غير الضرورية تكون أقل خطورة من النتائج المترتبة على التقليل من أهمية الفروق.

نحسب ونفحص PACF, ACF للعينة لتشخيص النموذج، وتوجد ثنائية ما بين نماذج (1,0) ARMA أو AR(1) ونماذج ARMA(0,1) أو MA(1) وفقاً للدالتين. وتزداد المشكلة تعقيداً في حالة النماذج المختلطة ARMA(p,q) ، لأن الاعتماد على PACF , ACF لتشخيص النموذج وتحديد رتبته لا يكون فاعلاً، كون الدوال أعلاه في هذه الحالة تسلك سلوكاً متشابهاً هو سلوك التناقص التدريجي.

معايير اختبار الرتبة:

وهنالك معايير تستخدم للمقارنة بين النماذج لتحديد رتبة النموذج من هذه المعايير:

-1 **معيار أكايكي للمعلومات Akaike's Information Criterion:**

ويرمز له اختصاراً بـ AIC ويحسب من الصيغة الآتية:

$$AIC = n \ln SSR + 2k$$

حيث:

SSR : مجموع مربعات البواقي

n : حجم العينة

$$k = p + d + q$$

والنموذج الأفضل بين النماذج المقارنة هو الذي له أقل قيمة لـ AIC .

-2 **معيار شوارتز Schwartz Bayesian Criterion :**

و يرمز له اختصاراً بـ SBC ويحسب من الصيغة الآتية:

$$SBC = n \ln(SSR) + k \ln_{(n)}$$

حيث:

SSR : مجموع مربعات البواقي

n : حجم العينة

$$k = p + d + q$$ و

و النموذج الأفضل بين النماذج المقارنة هو الذي له أقل قيمة لـ SBC

2 تقدير النموذج: The Model Estimation[17]

بعد تحديد شكل النموذج لا بد من تقدير معلمات النموذج و σ^2 ,,وذلك باستخدام البيانات

التاريخية المتوفرة لدينا. هنالك طرق كثيرة لتقدير المعلمات سنذكر منها طريقة العزوم.

3- فحص وإختبار دقة النموذج gnikcehC scitsongaiD ledoM :

بعد التعرف على نموذج مبدئي وتقدير معلمات هذا النموذج نجري بعض التشخيصات على البواقي أو الأخطاء المقدرة لنرى مدى مطابقة النموذج للسلسلة المشاهدة، ويفترض أن البواقي هي مقدرات التشويش الأبيض a_t والتي نفترض أنها موزعة طبيعياً بمتوسط صفري وتباين σ^2. البواقي تعطى بالعلاقة

$$e_t = z_t - \hat{z}_t = \hat{a}_t, \quad t = 1,2,...,n$$

يقوم الفحص والاختبارات على فحص البواقي هل هي تشويش أبيض أم لا، فإذا كانت تشويش أبيض نعتبر النموذج المطبق مقبولاً أما إذا لم تكن كذلك فيجب علينا إعادة النظر واقتراح نموذج آخر.

ويمكن إجراء الاستخدامات الآتية لمعرفة ما إذا كان النموذج المقدر ملائماً للبيانات أم لا ، و الإحصائية هى:

$$Q = (n-d)(n-d+2)\sum_{k=1}^{m} r^2(\hat{a}_t) \Big/ (n-d-k)$$

وتسمى الإحصائية Q بإحصائية Ljung-box و هي تتوزع توزيع مربع كاي بدرجة حرية $(m-p-q)$ حيث:

$$m = \frac{n}{4}$$

فإذا كانت قيمة Q أقل من قيمة $\chi^2_{m,\alpha}$ حيث α هي مستوى المعنوية فإن هذا يعني كفاءة و ملاءمة النموذج المقدر للبيانات.

اختبار المتوسط للبواقي:

H_0: $E(a_t) = 0$

H_1: $E(a_t)$ 0

وهو اختبار من طرفين ونستخدم الإحصائية U= والتي لها توزيع طبيعي قياسي فعند مستوى معنوية α=50.0 نعتبر أن (ta)E =0 إذا كانت I u I69.1> (هذا علي اعتبار أن حجم العينة أكبر من 03 وحدة وهذا دائماً متحقق للمتسلسلات الزمنية التي ندرسها).

اختبار عشوائية البواقي:

نختبر عشوائية البواقي بواسطة اختبار الجري Runs test حول المتوسط وحول الصفر وهو أحد الإختبارات اللامعلمية.

إختبار طبيعة البواقي:

نختبر في ما إذا كانت البواقي موزعة طبيعياً وذلك بعدة طرق مثل:

الاختبار اللامعلمي كولموجوروف- سميرنوفKolmogorov- Smirnov Test

مخطط االطبيعي Normal probability Plot .

4 التنبؤ:[18] Forecasting)

تعتبر مرحلة التنبؤ من أهم مراحل تحليل نماذج السلاسل الزمنية، وهي الهدف الأساسي لعملية تقدير النموذج، إذ بعد أن يتم التعرف على النموذج في المرحلة الأولى وهي مرحلة التشخيص ومن ثم تقدير معلمات النموذج في المرحلة الثانية والتحقق وفحص النموذج في المرحلة الثالثة، تأتي المرحلة الرابعة وهي المرحلة الأهم وهي مرحلة التنبؤ حيث يتم معرفة سلوك الظاهرة المدروسة في المستقبل, و يتم عرض التنبؤ باستخدام طريقة مربع الخطأ الأدنى.

وعند التنبؤ بنماذج السلاسل الزمنية فإن قيمة الخطأ a_t عند الزمن الذي يتم التنبؤ بقيمة الظاهرة عنده تعطى لها القيمة صفر.

ويعتبر التنبؤ من أهم أدوات اتخاذ القرار وأهم عنصر في عملية التخطيط للمستقبل ، فمن أجل القرار السليم لا بد من دراسة كل البدائل المتاحة وتحليل متغيرات الماضي والحاضر لتحديد ماهو الأفضل وماهي الآثار التى سوف تنتج من هذا القرار، لذلك نجد أن التنبؤ يعتمد على بيانات الماضي والحاضر من أجل معرفة المستقبل[19].

نستخلص من ذلك أن التنبؤ يتم بعد إكمال مرحلة اختبار دقة النموذج، وإذا كان النموذج غير ملائم يتم تجاهله وتعاد عملية تقدير النموذج من جديد.[20] والتنبؤ يعتبر المرحلة النهائية في طريقة وخوارزمية بوكس –جنكيز إذ يتم إيجاد القيم المستقبلية للسلسلة الزمنية من خلال استخدام النموذج الملائم الذي تم الحصول عليه بعد مراحل تحليل السلسلة الزمنية [21].

إن قيم التنبؤ تقترب من القيم الأساسية عند استخدام نماذج السلاسل الزمنية المستقرة والعكس في حالة كون النماذج غير مستقرة [22].

مرض الكورونا:

فيروسات كورونا فصيلة واسعة الانتشار معروفة بأنها تسبب أمراضاً تتراوح من نزلات البرد الشائعة إلى الاعتلالات الأشد وطأة مثل متلازمة الشرق الأوسط التنفسية (MERS) ومتلازمة الالتهاب الرئوي الحاد الوخيم (السارس).

كوفيد19- هو المرض الناجم عن فيروس كورونا المُستجد المُسمى فيروس كورونا-سارس- 2. وقد اكتشفت المنظمة هذا الفيروس المُستجد لأول مرة في 31 كانون الأول/ ديسمبر 2019، بعد الإبلاغ عن مجموعة من حالات الالتهاب الرئوي الفيروسي في يوهان بجمهورية الصين الشعبية.توقف الأعراض على نوع الفيروس، لكن أكثرها شيوعاً ما يلي: الأعراض التنفسية، والحمّى، والسعال، وضيق النفس وصعوبة التنفس. وفي الحالات الأشد وطأة، قد تسبب العدوى الالتهاب الرئوي والمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة والفشل الكلوي وحتى الوفاة.

بلغ عدد المصابين حول العالم بفيروس كورونا حتى 20/مايو/2021م 169 مليون مصاب بالعالم وفي السودان 34 الف مصاب.

الجانب التطبيقي:

بيانات الدراسة:

تم أعينة الدراسة من موقع منظمة التعاون الإسلامي والبيانات هي عبارة عن أعداد المصابين بمرض الكورونا بالسودان منذ شهر مارس 2020م حتى 20/مايو 2021م وأخذت كبيانات شهرية.

1-وصف بيانات الدراسة:

سوف نقوم بوصف بيانات الدراسة وذلك بحساب المؤشرات الإحصائية المهمة ورسم بيانات السلسلة الزمنية للمصابين لمرض الكورونا بالسودان

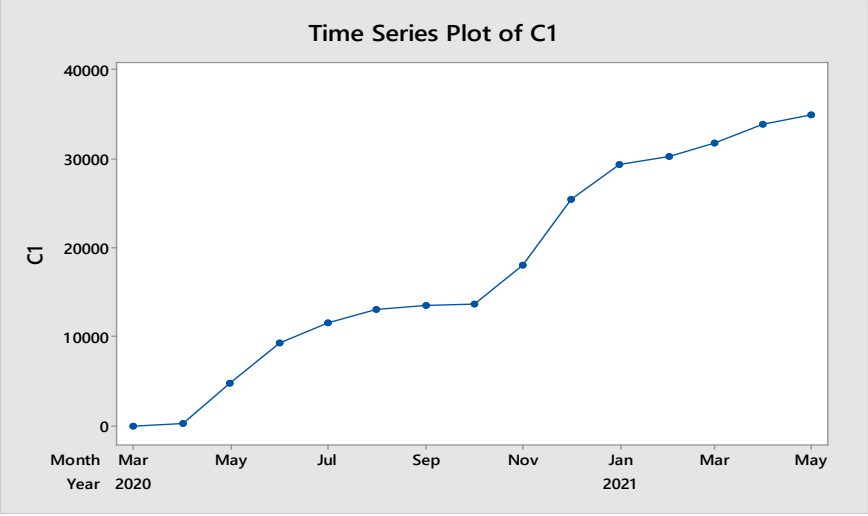
جدول (1) المقاييس الوصفية للسلسلة الزمنية للمصابين بمرض الكورونا بالسودان

المؤشر	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أكبر قيمة	أقل قيمة
القيمة	18048	12110.55	34899	7

المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

من الجدول (1) نلاحظ أن متوسط إلمرضى بالسودان منذ بداية الجائحة بالسودان في مارس 2020م وحتى 20 مايو 2021م هو 18048 مريضاً حيث كانت الإصابات في شهور مارس –إبريل – مايو 2020م قليلة ولكن ارتفعت بصورة كبيرة خاصة في العام 2021م حيث نلاحظ أن أعلى قيمة كانت 34899 مريضاً وكان ذلك بتاريخ 20م مايو 2021م وأقل قيمة كانت بشهر مارس 2020 حيث كانت 7 إصابات فقط سجلت بمرض الكورونا، ونلاحظ أن قيمة الانحراف المعياري للسلسلة الزمنية لبيانات هذه الدراسة كبير جداً حيث بلغ 12110.55 ويعزى ذلك نتيجة للاختلاف الكبير بين عدد الإصابات لكل شهر عما يسبقه.

رسم (2) السلسلة الزمنية للمصابين بمرض الكورونا بالسودان منذ مارس 2020 حتى 20/مايو/2021م



المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج mintab

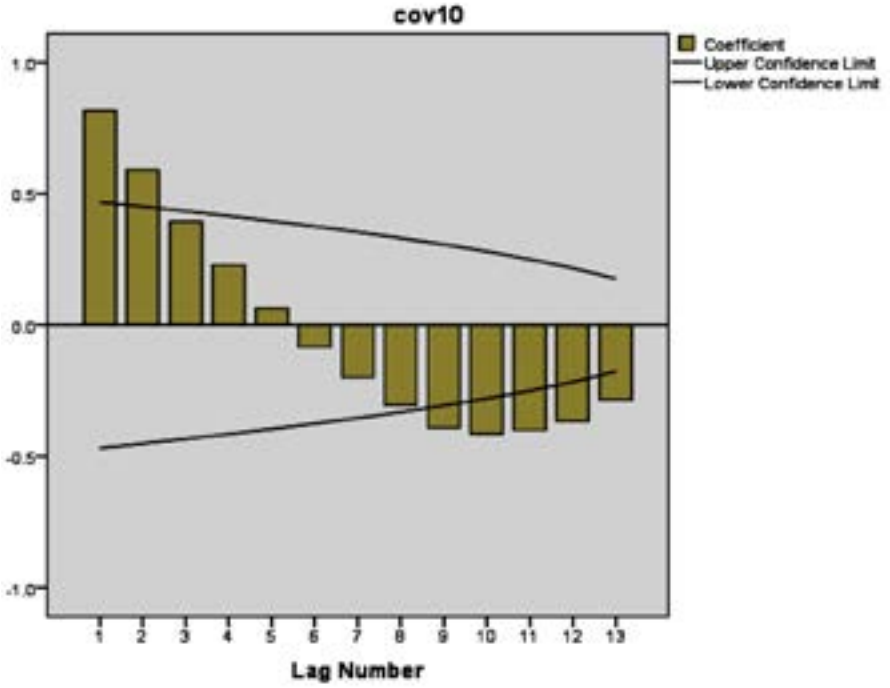
من الرسم (2) نلاحظ أن السلسلة الزمنية للمصابين بمرض الكورونا في السودان متزايدة بصورة شهرية حيث نلاحظ أنه في شهر مارس 2020م كانت الإصابات بالمرض أقل من عشر إصابات ثم تواصل الارتفاع لتبلغ مايقارب الـ 35 ألف إصابة في -20مايو 2021-م ويعزى ذلك لعدم تطبيق الاحترازات الصحية بالسودان خصوصا في فترة الأعياد، ويتوقع من خلال هذا الرسم التزايد المستمر في الإصابات بهذا المرض خاصة إذا لم تطبق الاحترازات الصحية بالبلاد.

2-تحليل بيانات الدراسة باستخدام نماذج بوكس – جنكيز :

-1اختبار السكون للسلسلة الزمنية:

سوف نقوم باختبار السكون باستخدام رسم ACF(الارتباطات الذاتية) وذلك كالآتي :

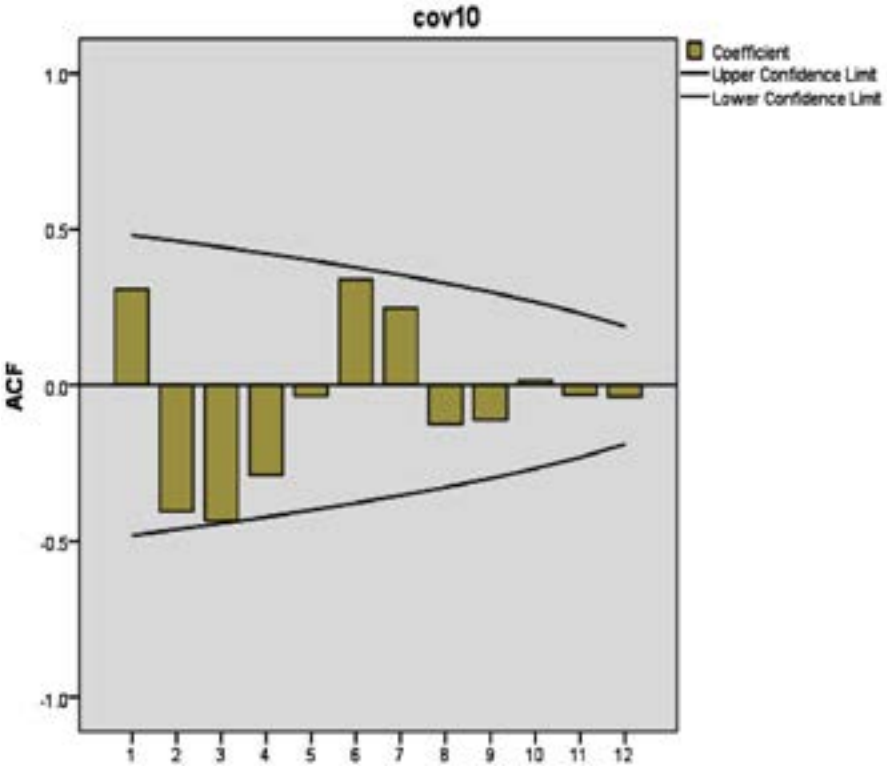
رسم (3) الارتباطات الذاتية للسلسلة الزمنية للمصابين بالمرض



المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

نلاحظ من الرسم (3) وقوع أكثر من ارتباطين ذاتيين خارج فترة الثقة مما يدل على عدم سكون السلسلة الزمنية قيد الدراسة، لذلك نقوم بأجراء الفرق الأول للسلسلة الزمنية ومن ثم رسم السلسلة الزمنية حتى يتحقق الاستقرار.

رسم (4) الارتباطات الذاتية بعد أخذ الفرق الأول للسلسلة الزمنية.



المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

نلاحظ من الرسم (4) وقوع الارتباطات الذاتية داخل فترة الثقة مما يدل على سكون السلسلة الزمنية قيد الدراسة،

2-اختيار النموذج المناسب للسلسلة الزمنية:

جدول (2) معايير اختيار أفضل نموذج

النموذج	AIC	SBC
ARMA(1,1,0)	251	252
ARMA(2,1,0)	250	252
ARMA(0,1,1)	250	251
ARMA(0,1,2)	249	250
ARMA(1,1,1)	250	252
ARMA(2,1,2)	252	254

المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

من الجدول (2) نلاحظ أن النموذج المناسب لبيانات الدراسة هو ARMA(0,1,2) وذلك لأنه يتضمن أقل المعايير اختيار النموذج AIC وSBC

3-معلمات النموذج المقدر المناسب

جدول (3) معلمات نموذج المقدر لبيانات الدراسة:

Model	B	SE.Coef
MA(1)	1.4295	4.1171
MA (2)	-0.6748	2.1393
CONSTANT	2785.7	48

المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

من الجدول (3) تكتب معادلة النموذج المقدر لبيانات السلسلة الزمنية كالآتي :

اختبار فحص توفيق النموذج:

جدول (4) نتيجة اختبار **Ljung-Box لتوفيق النموذج المقدر**

	Chi-Square	P- value
Ljung-Box	2.3	0.1

المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

من الجدول (4) نلاحظ أن القيمة الاحتمالية للاختبار تساوي 0.1 وهي أكبر من مستوى المعنوية 0.05 مما يعني أن النموذج المقدر ملائم لبيانات الدراسة.

2/اختبار عشوائية البواقي:

جدول (5) نتيجة اختبار عشوائية البواقي

Runs Test: RESI1

	P- value
Runs Test: RESI1	0.164

المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

من الجدول (5) نلاحظ أن القيمة الاحتمالية للاختبار تساوي 0.164 وهي أكبر من مستوى المعنوية 0.05 مما يعني أن البواقي للنموذج المقدر عشوائية.

اختبار طبيعة البواقي :

جدول (6) نتيجة اختبار طبيعة البواقي

normal Test: RESI1

	P- value
normal Test: RESI1	0.980

المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

من الجدول (6) نلاحظ أن القيمة الاحتمالية للاختبار تساوي 0.980 وهي أكبر من مستوى المعنوية 0.05 مما يعني أن البواقي للنموذج المقدر تتوزع طبيعياً.

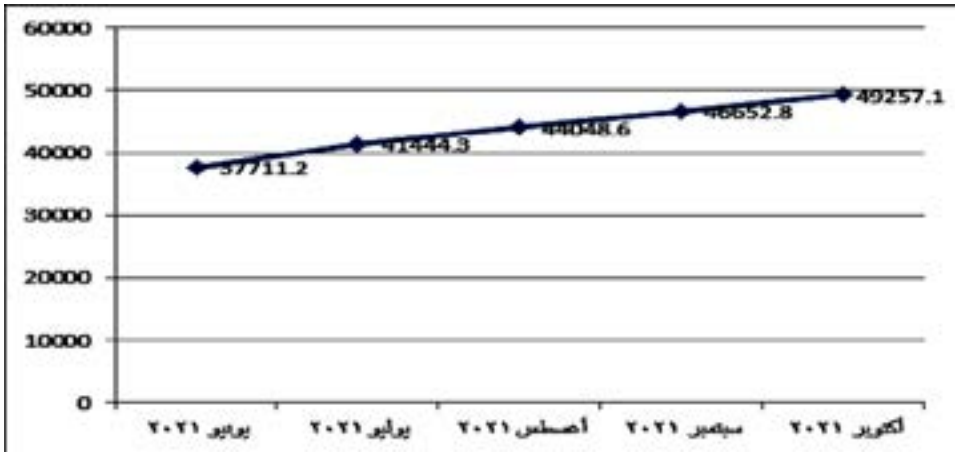
التنبؤ بأعداد المصابين بمرض الكورونا في السودان :

جدول (7) القيم المتنبأ بها للمصابين بمرض الكورونا في السودان في الشهور القادمة (يونيو 2021م-أكتوبر2021م)

Period	Forecast (عدد المصابين المتوقع)
يونيو 2021	37711.2
يوليو 2021	41444.3
أغسطس 2021	44048.6
سبتمبر 2021	46652.8
أكتوبر 2021	49257.1

المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج spss21

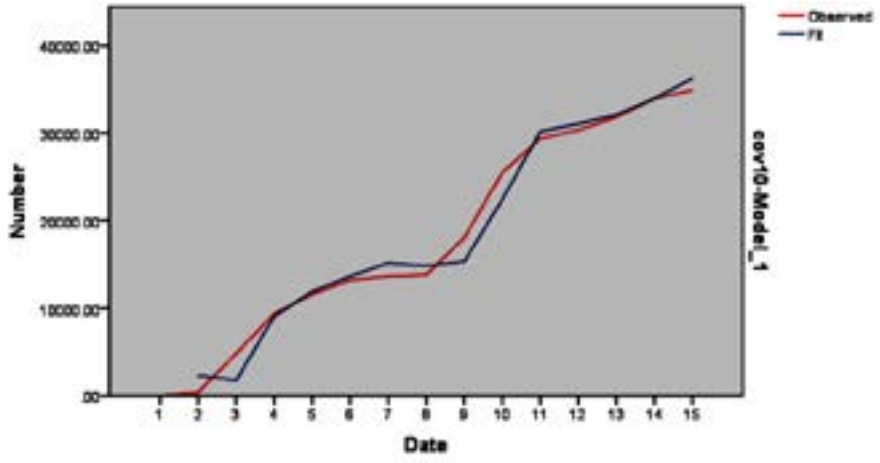
رسم (4) : القيم المتنبأ بها خلال خمسة شهور قادمة (يونيو 2021م-أكتوبر 2021م)



المصدر : من بيانات الدراسة باستخدام برنامج excel

من الجدول (7) والرسم (4) نلاحظ أن أعداد المصابين بمرض الكورونا في السودان في الشهور القادمة (يوينو 2021م – أكتوبر 2021م) سوف تتزايد بصورة شهرية حيث توقع نموذج الدراسة المقدر بأن هذه الأعداد سوف تصل لما يقارب 37700 مصاب بشهر يوينو 2021م و41444 بشهر يوليو 2021م وستقارب الـ50000بحلول شهر أكتوبر 2021م ويمكن أن تتزايد هذه الارقام المتوقعة عن هذه خاصة اذا لم تطبق الدولة الاحترازات الصحية بالبلاد .

رسم (5) القيم التنبؤية للنموذج مع القيم الحقيقة للسلسلة الزمنية :



من الرسم (5) نلاحظ انه يوجد تقارب بين خط القيم الحقيقة للسلسلة مع خط القيم التنبؤية للنموذج المقدر للسلسلة الزمنية مايدل على جودة النموذج المقدر.

الخاتمة:

من خلال هذه الدراسة تبين أن استخدام نماذج السلاسل الزمنية في التنبؤ بأعداد المصابين بمرض الكورونا مهم جداً من ناحية إحصائية ومن ناحية صحية، فمن الناحية الصحية فإن تطبيق نماذج بوكس-جنكيز أحد نماذج السلاسل الزمنية واختيار نموذجها المقدر بدقة عالية يعد إضافة حقيقية لعلم الإحصاء التطبيقي، أما من الناحية الصحية فإنه وبعد التنبؤ بأعداد المصابين بمرض الكورونا بالسودان باستخدام نموذج السلسلة الزمنية الذى تم تقديره اتضح أنه سوف تتزايد أعداد المرضى بصورة شهرية وقد تصل لمايقارب الـ 50 ألف مصاب بحلول شهر أكتوبر /2021م ويمكن أن يتزايد هذا الرقم المتوقع خاصة إذا أهملت الدولة ومواطنوها في عدم تطبيق الاحترازات الصحية ، الأمر الذي يستدعي أن تهتم الجهات الصحية بالدولة بمثل هذه الدراسات وتعطى مؤشرات رقمية بماهو حاصل وما سوف يحدث في المستقبل، وأن تستعد لمجابهة هذه الأعداد المتوقع إصابتها في الفترة القادمة من تجهيزات صحية وغيرها لتقلل من خطر حدوث وفيات في تلك الأعداد المتوقع إصابتها .

النتائج:

أهم النتائج التي توصل إليها البحث ما يلي :-

1. ان إستخدام تحليل السلاسل الزمنية مناسب ومفيد في دراسة أعداد المصابين بمرض الكورونا بالسودان.
2. السلسلة الزمنية لبيانات المصابين بمرض الكورونا بالسودان هي سلسلة غير مستقرة وبأخذ الفرق الأول أصبحت مستقرة.
3. النموذج الإحصائي لسلسلة الزمنية لبيانات المصابين بمرض الكورونا بالسودان هو ARMA(0,1,2)
4. النموذج الذي تم التوصل إليه نموذج كفؤ ويمكن الاعتماد عليه.
5. يمكن إستخدام النموذج الذي توصل إليه البحث لمعرفة اتجاهات السلسلة لاستخدامها من قبل الجهات الصحية والتنفيذية لتحليل ودراسة الظاهرة.
6. السلسلة الزمنية للمصابين تتزايد بصورة شهرية ويتوقع تزايدها بصورة كبيرة خاصة إذا لم تطبق الدولة الاحترازات الصحية لمجابهة المرض.

التوصيات:

1. نوصي باستخدام النموذج الذي توصلت إليه الدراسة من قبل الجهات الصحية لمعرفة لاالاتجاهات المستقبلية للظاهرة ووضع الخطط اللازمة لمجابهة وتقليل أعداد المصابين بالمرض..
2. نوصي مستقبلا باستخدام تحليل السلاسل الزمنية لمتعدد المتغيرات وذلك من خلال أخذ السلسلة لعدة متغيرات حيث يمكن دراسة أعداد الوفيات مع أعداد المصابين وأعداد المتعافين من المرض لتساهم تلك الدراسات في وضع الخطط اللازمة للجهات الصحية لمجابهة المرض.

المصادر والمراجع :

(1) شمس الدين احمد علي(2014م)، استخدام تحليل السلاسل الزمنية لبناء نموذج للتنبؤ بأعداد المواليد ، بحث تكميلي مقدم لجامعة الجزيرة لنيل درجة الماجستير في الاحصاء ، ص 1.

(2) مجدي عبد الاله محمد عباس(2011م)، تطبيق تحليل السلاسل الزمنية لبناء نموذج لتوليد الطاقة الكهروحرارية ، بحث تكميلي مقدم لجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا لدرجة الماجستير في الاحصاء، ص 13.

(3) سعد زغلول بشير ، 2003، دليلك إلى البرنامج الاحصائي spss ، المعهد العربي للتدريب والبحوصث الاحصائية ، العراق .

(4) مجدي عبد الاله محمد عباس(2011م)، تطبيق تحليل السلاسل الزمنية لبناء نموذج لتوليد الطاقة الكهروحرارية ، بحث تكميلي مقدم لجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا لدرجة الماجستير في الاحصاء، ص 13.

(5) بسام يونس ابراهيم ، عادل موسى يونس ، (2005) ، مبادئ الاحصاء لطلاب السنة الأولى، مذكرة مقدمة لجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ص 193.

(6) خالد زهدي خواجه ،السلاسل الزمنية، المعهد العربي للتدريب والبحوصث الاحصائية ، العراق.

(7) ابراهيم محمد ابراهيم ، عادل موسى يونس ،(2015م) ، مقارنة للتنبؤ بالكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار بإستخدام نماذج دالة التحويل ونماذج الشبكات العصبية الإصطناعية ، ورقة علمية مقبولة للنشر بمعهد العلوم الطبيعية ، السودان .

(8) مجدي عبد الاله محمد عباس(2011م)، تطبيق تحليل السلاسل الزمنية لبناء نموذج لتوليد الطاقة الكهروحرارية ، بحث تكميلي مقدم لجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا لدرجة الماجستير في الاحصاء، ص 13. ص 19.

(9) المصدر السابق ، ص 19.

(10) شمس الدين احمد علي(2014م)، استخدام تحليل السلاسل الزمنية لبناء نموذج للتنبؤ بأعداد المواليد ، بحث تكميلي مقدم لجامعة الجزيرة لنيل درجة الماجستير في الاحصاء ، ص 3.

(11) المصدر السابق ، ص 4.

(12) المصدر السابق ، ص 5.

(13) مجدي عبد الاله محمد عباس(2011م)، تطبيق تحليل السلاسل الزمنية لبناء نموذج لتوليد الطاقة الكهروحرارية ، بحث تكميلي مقدم لجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا لدرجة الماجستير في الاحصاء، ص 35.

(14) المصدر السابق ، ص 35.

(15) المصدر السابق ، ص 36.

(16) المصدر السابق ، ص 36.

(17) عدنان عبد الرحمن ماجد (2002)، طرق التنبؤ الإحصائى، الجزء الأول، جامعة الملك سعود_ كلية العلوم _ قسم الإحصاء وبحوث العمليات ، ص 82

(18) المرجع السابق ، ص 73.

(19) ابراهيم محمد ابراهيم ، عادل موسى يونس ،(2015م) ، مقارنة دقة التنبؤ بالسلاسل الزمنية متعددة المتغيرات باستخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية ونماذج دالة التحويل بالتطبيق علي بيانات مولدة ، ورقة علمية مقبولة للنشر بمعهد العلوم الطبيعية ، السودان .

(20) وهاب سالم محمد ، احمد رزاق عبد رمضان ،(2020م) ، التنبؤ باستعمال طريقتي بوكس-جنكيز والانحدار الخطي لمبيعات شركة ديالي للصناعات الكهربائية ، ورقة علمية منشورة ، مجلة كلية الكوت الجامعية .

(21) لمى كريم حمزة ، اقبال محمود علوان ،(2020م) ، استعمال السلاسل الزمنية في التنبؤ بكمية النفايات الصلبة لمحافظة بغداد للمدة من 2008م 2018-م ، ورقة علمية منشورة ، مجلة كلية الرافدين الجامعية للعلوم .

(22) نورسل احمد زين العابدين ،(2012) ، مقارنة نموذج الندخل مع نموذج ARIMA في السلاسل الزمنية ، ورقة علمية منشورة ، مجلة تكريت للعلوم المصرفية.