

جمهورية السودان

جامعة وادي النيل - كلية الدراسات العليا

عطبرة - ص ب 346

إستشراف مستقبل إنتاج السكر في السودان باستخدام نماذج
 $ARIMA(p, d, q)$ في الفترة من (2018-2027 م).

(ورقة علمية قبلت للنشر بمجلة الجمعية السعودية للعلوم الزراعية

جامعة الملك سعود بتاريخ 1440/03/21 هـ).

أ.محمد حسن عثمان ابوشيبية

البريد الإلكتروني: acomansh3@hotmail.com

الخلاصة

أجريت الدراسة الحالية بهدف إستشراف مستقبل إنتاج السكر في السودان وذلك بوضع تصورات مستقبلية للكميات المنتجة من خلال التنبؤ اعتماداً على بيانات سنوية تمثل الانتاج للفترة مابين العام (1969-2017م)، ولغرض التوقع أستُخدم أسلوب تحليل السلاسل الزمنية، وبالتحديد أسلوب بوكس جنكينز. وقد اظهرت النتائج المستخرجة تفوق النموذج $ARIMA(0.1.0)$ علي النماذج الاخرى لأمتلاكه اقل القيم لهذه المقاييس، وتم استخدامه لحساب التنبؤات المستقبلية للكميات المنتجة من السكر للفترة الزمنية (2018-2027م)، وقد تم تحليل البيانات واستخراج النتائج بالاعتماد علي البرامج الاحصائية (Matlab 2018b, Spss 25, Eviews 10, Minitab 18.1).

Abstract

This study is conduct with the core of predicting the future of sugar production in Sudan by developing future projections of quantities produced through forecasting based on annual production data for the period (1969-2017). For the purpose of forecasting, we used the time series analysis method, specifically the Box Jenkins method.

The extracted results showed that $ARIMA (0,1,0)$ was superior to other models for the lowest values of these measures and was used to calculate the future predictions of the quantities produced by sugar for the period (2018-2027). The data were analyzed and the results were obtained based on statistical programs (Matlab 2018b, Spss 25, Eviews 10, Minitab 18.1).

المقدمة:

يعد التنبؤ في السلاسل الزمنية من الموضوعات المهمة في الاساليب الاحصائية، اذ يساعد الإدارات في التخطيط الاقتصادي والاستراتيجي وإتخاذ القرارات المستقبلية، وهناك العديد من الطرق التي تستخدم في بناء نماذج للتنبؤ، منها أساليب تحليل السلاسل الزمنية المختلفة وهي من أكثر هذه الطرق استخداما ، وفي مجالات مختلفة ومن هذه المجالات والتي لها أثر كبير في اقتصاديات السودان مجال انتاج السكر بوصفه سلعة استراتيجية مرتبطة بتوفير الغذاء والطاقة والإيرادات (ضرائب إنتاج / عملة أجنبية) ، بالإضافة الي مساهمته المتنوعة المباشرة والغير مباشرة وتداخله بتحريك قطاعات أخرى فضلاً عن أحداث النهضة التنموية للإنسان باعتباره الهدف الأهم في توفير فرص العمل وتقديم الخدمات للمناطق والمواطنين .

مشكلة البحث :

إن عملية التنبؤ في السلاسل الزمنية تتأثر بشكل مباشر باختيار النموذج المناسب حيث تؤثر هذه الخطوة مباشرة على دقة التنبؤات المتحصل عليها، لذا تكمن مشكلة البحث في إيجاد النموذج الملائم للسلسلة الزمنية قيد الدراسة وقياس مدى دقته من خلال اختبارات الدقة.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث في كونه يساهم في القيام بالتقديرات والتنبؤات المستقبلية الضرورية لإنتاج السكر في السودان على أسس علمية تعتمد النظريات الإحصائية المتقدمة، وبالتالي تساهم في عمليات التخطيط السليم.

أهداف البحث:

يهدف البحث في إطاره العام الى دراسة وتحليل السلسلة الزمنية لإنتاج السكر ومن ثم بناء نموذج للتنبؤ بالاعتماد على السلسلة الزمنية للكميات المنتجة من السكر في السودان في الفترة من (1969-2017م) واعتماد هذا النموذج في تقدير الإنتاج للسنوات المقبلة.

فروض البحث :

1/ السلسلة الزمنية المدروسة ساكنة والمتمثلة في بيانات انتاج السكر.

2/ يوجد تأثير معنوى ذو دلالة احصائية لاستخدام نماذج ARIMA(p,d,q) على تحسين درجة دقة تقدير انتاج السكر في السودان.

منهجية البحث:

تستند الدراسة الى المنهج التحليلي الاستنتاجي الذي يعتمد النظرية الإحصائية المتقدمة حيث اعتمدت الدراسة على استخدام تحليل السلاسل الزمنية ومنهجية بوكس جنكينز والتي تتمثل في نماذج الانحدار الذاتي ونماذج المتوسطات المتحركة.

مصادر البحث:

مصادر ثانوية وهي الكتب والبحوث السابقة ويعتمد أيضا على البيانات الخاصة بالنموذج والتي تم الحصول عليها من الشركة السودانية للسكر والجهاز المركزي للإحصاء وتقارير بنك السودان.

حدود البحث:

الحدود الزمانية: 1969م-2017م.

الحدود المكانية: الشركة السودانية للسكر ومصانع السكر العاملة.

الجانب النظري /السلاسل الزمنية

تعريف السلسلة الزمنية:

السلسلة الزمنية عبارة عن مجموعة من المشاهدات الإحصائية التي تصف الظاهرة مع مرور الزمن، أو هي البيانات الإحصائية التي تجمع أو تشاهد أو تسجل لفترات متتالية من الزمن (النجار وحنفي،2016).

مركبات السلسلة الزمنية:

1/ مركبة الاتجاه العام: Secular Trend

الاتجاه هو حركة أو سلوك الظاهرة لفترة طويلة نسبياً وهي تسير في نمط ثابت لا يتغير سواء كان تزايدياً مثل الزيادة المضطربة في حجم السكان، أو تناقصياً مثل تناقص اعداد الاميين في دولة من الدول، وبعضها يسير في مستوي ثابت مثل ثبات سعر الدولار في الولايات المتحدة.

2/ التغيرات الموسمية: Seasonal Variations

وهي التغيرات التي تحدث في شكل نسق متكرر خلال موسم معين. ومن المعلوم أن الموسم هو فترة زمنية اقل من العام. ومن الأمثلة علي التغيرات الموسمية الزيادة المفاجئة لمبيعات المحلات التجارية خلال موسم الأعياد.

3/ التغيرات الدورية: Cyclical Variations

وهي التي تحدث في فترة زمنية أطول من الموسم مثلاً بعد كل أربع سنوات ثم تأخذ فترة من الزمن ثم تتلاشي لفترة أربع سنوات أخرى. وقد تكون الدورة طويلة أو قصيرة ومن الأمثلة للتغيرات الدورية الفيضان الذي يحدث للأهوار خلال موسم الخريف، أو الزيادة البطيئة لإنتاج مصنع جديد.

4/ التغيرات العرضية (الغير منتظمة): Irregular Variations

وهي تغيرات غير منتظمة أو عرضية فجائية تحدث نتيجة عوامل الطبيعة وغيرها. وتنشأ هذه التغيرات لعوامل لا يمكن التحكم بها كالزلازل والبراكين والفيضانات وغيرها، وهي لا يمكن التنبؤ بها لعدم انتظامها أو تقديرها.

تحليل السلسلة الزمنية إلى مكوناتها الرئيسية:

ويقصد بتحليل السلسلة الزمنية هو اظهار تأثير احدى المركبات السابقة بعد الغاء تأثير المركبات الأخرى (فليفل، وحمدان، 2006م). وأن فكرة تحليل السلاسل الزمنية ببساطة هي تقدير نموذج رياضي يمكنه أن يحاكي تقريبا التدرج التاريخي لتلك الظاهرة، بحيث يمكنه أن يقدر بدقة قيم السلسلة الزمنية ويمكن استخدامه للتنبؤ بقيم مستقبلية لهذه الظاهرة.

أسلوب بوكس-جنكنز في تحليل السلاسل الزمنية:

يشار الي طرق بوكس جينكينز، اختصاراً، بإسم نماذج أريما (ARIMA Models)، وتعد نماذج ARIMA طريقة منظمة لبناء وتحليل النماذج بهدف الوصول للنموذج الأمثل، والنموذج الأمثل يتم الحصول عليه بالحد الأدنى للأخطاء(البواقى) ويعد نموذجاً أمثل إذا كانت كل المعلومات فيه هامة إحصائياً، والأخطاء في النموذج موزعة بشكل مستقل (حشمان،2002م).

النماذج المستخدمة في منهجية بوكس وجنكينز:

1/ أنموذج الانحدار الذاتي Autoregressive Model AR (P) ويشير الي إن القيم الحالية للمتغير Y تعتمد على قيم المتغير السابقة (حشمان،2002).

$$Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Y_{t-2} + \dots + \theta_p Y_{t-p} + u_t \dots \dots \dots (1)$$

حيث ان θ_i اعداد حقيقية قيمتها المطلقة اقل من الواحد وتمثل معلمات الانموذج و $(i=1,2,3,\dots,p)$. و $Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ تمثل السلاسل الزمنية الاصلية.

u_t يمثل الخطاء العشوائي او يسمى التشويش الأبيض (white noise) ويتوزع وفق التوزيع الطبيعي بوسط حسابي قدره صفر وتباين قدره σ^2

2/ نماذج المتوسط المتحرك (MA) Moving Average :

إن نماذج الاوساط المتحركة هي عبارة عن ارتباط مشاهدات السلسلة الزمنية الحالية مع خطأ السلسلة نفسها لفترات سابقة ويشار اليه اختصاراً بـ MA (p) .

$$Y_t = u_t + \theta_1 u_{t-1} + \theta_2 u_{t-2} + \dots + \theta_q u_{t-q} \dots \dots \dots (2)$$

$$Y_t = u_t + \sum_{j=1}^q \theta_j u_{t-j} \dots \dots \dots (3)$$

حيث ان θ_i اعداد حقيقية قيمتها المطلقة اقل من الواحد وتمثل معلمات الانموذج و $(i=1,2,3,\dots,q)$. و $u_t, u_{t-1}, u_{t-2}, \dots, u_{t-q}$ تمثل سلسلة من الاخطاء العشوائية.

3/ أنموذج المختلط (الانحدار الذاتي - الاوساط المتحركة) (ARMA) :

هو نموذج مركب يحتوي على خصائص الانحدار الذاتي وخصائص المتوسطات المتحركة

$$Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Y_{t-2} + \dots + \theta_p Y_{t-p} + u_t + \vartheta_1 u_{t-1} + \vartheta_2 u_{t-2} + \dots + \vartheta_q u_{t-q} \dots \dots \dots (4)$$

ويشار الي هذا النموذج بـ ARMA من الرتبة (p, q) حيث تشير (p) الي رتبة الانحدار الذاتي وتشير الـ (q) الي رتبة المتوسط المتحرك.

ويطلب تقدير النموذج ان تكون السلسلة مستقرة (Stationary) ويقصد بالاستقرارية ثبات التباين والوسط الحسابي (Casella,2002). اما إذا كانت السلسلة غير مستقرة فيجب تحويلها الي مستقرة عن طريق أخذ الفروق ويعتبر عدد مرات الفروق

المطلوبة هو درجة تكامل السلسلة وفي هذه الحالة يتحول النموذج من ARMA الي ARIMA والذي يتصف بثلاثة رتب هي الانحدار (p)، رتبة التكامل (d)، ورتبة المتوسط المتحرك (q).

خطوات بناء نموذج للتنبؤ باستخدام أسلوب بوكس وجينكينز:
تقوم منهجية بوكس جنكينز كغيرها من الطرق الاخرى على عدة مراحل، وهي مرتبة كالآتي:
المرحلة الاولى: فحص استقرار السلسلة الزمنية وتطبيق التحويلات اللازمة لجعلها مستقرة ان لم تكن كذلك.

المرحلة الثانية مرحلة التعرف على النموذج: Model Identification
ويقصد بالتعرف تحديد الرتب (p,d,q) في نماذج ARIMA وتمثل أدوات التعرف في دالة الارتباط الذاتي (ACF) و دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) (غفار، 2017م).

المرحلة الثالثة تقدير معالم النموذج (Estimation):
بعد ترشيح نموذج أو أكثر كنموذج مناسب لوصف المتسلسلة المشاهدة نقوم بتقدير معالم هذا النموذج من البيانات المشاهدة باستخدام طرق التقدير الإحصائي الخاصة بالمتسلسلات الزمنية.

المرحلة الرابعة تشخيص واختبار النموذج (Model Diagnostic):
يتم في هذه المرحلة الاطمئنان على ملائمة النموذج المبدئي وبالتالي إمكانية استخدامه في التنبؤ، ويكون ذلك من خلال التأكد من تحقق الشروط الآتية:
أ- عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء العشوائية (البواقي Residuals) والبواقي هي الفروق بين القيم الفعلية والقيم المقدرة المناظره لها (إسماعيل، 2016م)، ويتم ذلك بطريقتين:

الطريقة الاولى: باستخدام اختبار Ljung-Box
يهدف هذا الاختبار الي التأكد من عدم وجود ارتباط ذاتي للبواقي، وان السياق المولد لها عشوائي تماما.
والطريقة الثانية: بالاعتماد على حدود الثقة لمعاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء العشوائية (البواقي) فاذا كانت جميع القيم المقدرة لمعاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي تقع داخل فترة ثقة 95% عندئذ يعتبر النموذج ممثلاً لبيانات السلسلة الزمنية ويمكن استخدامه للتنبؤ.

ب - نختبر في ما إذا كانت البواقي موزعة طبيعياً، ويتم ذلك باستخدام عدة طرق مثل: اختبار حسن التطابق Goodness of Fit Test و الاختبار اللامعلمي كولموجوروف-سميرنوف Kolmogorov-Smirnov Test, او بالاعتماد علي شكل المدرج التكراري للبواقي.

المفاضلة بين النماذج:

في بعض الحالات يمكن أن تنجح عدة نماذج بتجاوز الاختبارات السابقة وللمفاضلة بينها يتم تطبيق مجموعة من المعايير لتحديد النموذج الأفضل وتنقسم هذه المعايير إلى مجموعتين (الشعراني، 2017):

1- معايير دقة التنبؤ: وتستخدم لمعرفة أي النماذج أكثر دقة في التنبؤ وذلك بأن تقوم بحساب مقدار الخطأ في علمية التنبؤ، وبالتالي كلما كانت نتيجة هذه المعايير أصغر كلما كان أفضل ونذكر من هذه المعايير (متوسط مربع الخطاء MSE)، (القيمة المطلقة لمتوسط الخطأ MAE) و (جذر متوسط مربع خطأ التنبؤ RMSE).

2- معايير المعلومات: إن النموذج الأفضل هو الذي يفقد معلومات أقل نسبة إلى النماذج الأخرى أي يحقق أقل نتائج حسب المعايير الآتي:

معياري المعلومات (AIC) ويعد هذا المعيار الأكثر استخداماً، ويمكن حسابة باستخدام الصيغة التالية (Akaike, 1973):

$$AIC = nLn(MSE) + n(Ln2\pi + 1) + 2[(p + q) + 1] \dots\dots\dots (5)$$

المرحلة الخامسة التنبؤ (Forecasting):

يستخدم النموذج النهائي لتوليد تنبؤات عن القيم المستقبلية ومن ثم حساب أخطاء التنبؤ كلما استجدت قيم جديدة مشاهدة من المتسلسلة الزمنية ومراقبة هذه الأخطاء(الشيء،2015م).

الجانب التطبيقي

تمهيد:

يتناول هذا الفصل كافة الجريبات العملية لتحليل بيانات السلسلة الزمنية لانتاج السكر في السودان، حيث سيتم تطبيق منهجية بوكس وجنكينز على عينة البحث للوقوف على مدى قدرة هذه النماذج ودقتها في التنبؤ ، ومعرفة أوجه المقارنة بين النماذج المستخدمة ومن ثم المفاضلة بينهما، لتحديد الأصلاح للتطبيق.

وصف بيانات الدراسة:

تم الحصول على البيانات التي نحن بصدد دراستها وتحليلها من الشركة السودانية للسكر والمصانع المعنية بالإضافة الي التقارير السنوية لبنك السودان. وسيتم تحليل بيانات البحث باستخدام البرامج التالية: Matlab R2018b, Spss 25, Eviews 10, Minitab

الجدول (1) وصف البيانات

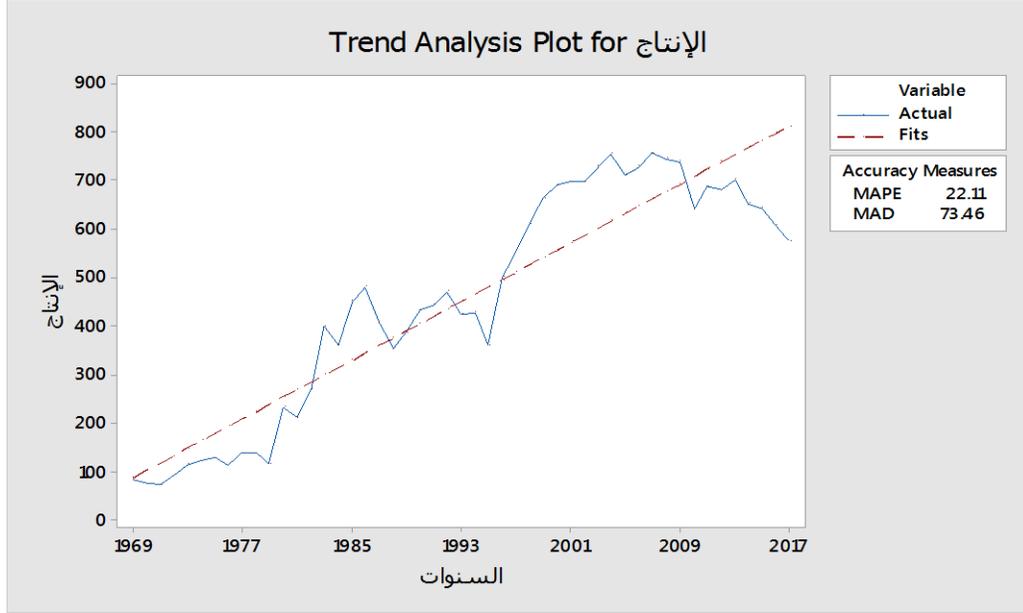
Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
الإنتاج ألف طن/سنة.	49	72.6	756.8	450.3	234.4

المصدر من اعداد الباحث باستخدام برنامج spss

وهي عبارة عن بيانات سنوية لإنتاج السكر منذ العام 1969 الي 2017م. وعددها 49 مشاهدة كما يوضح الجدول (1)، حيث بلغ متوسط إنتاج السكر خلال الفترة المذكورة (450.3) ألف طن بانحراف معياري (234.4). ونجد ان ادني إنتاجية (72.6) ألف طن/سنة واعلي إنتاجية مقدارها (756.8) ألف طن/سنة.

الشكل (1) البيانات السنوية لإنتاج السكر في السودان خلال الفترة من (1969 – 2017 م)



المصدر من اعداد الباحث باستخدام برنامج Minitab

تحليل نماذج بوكس جنكنز:

فحص استقرار السلسلة الزمنية:

من أجل تحليل السلسلة الزمنية محل الدراسة فان الخطوة الأولى هي رسم المنحنى الزمني للسلسلة وذلك من أجل التعرف على السمات والملامح الأساسية للسلسلة مثل السكون والاتجاه العام لها، ويعرض الشكل (1) المنحنى الزمني لسلسلة البيانات قيد الدراسة والذي يوضح إن السلسلة غير مستقرة حيث يوجد بها اتجاه عام، وتوجد بعض التذبذبات إلا انه لا تظهر أي تغيرات دورية او موسمية منتظمة. وفي هذه المرحلة(الفحص) نطبق ايضا اختبار(Dickey and fuller) والذي يعرف باختبار جذر الوحدة (شهيدي، 2018) على بيانات السلسلة الزمنية لإنتاج السكر وتعطى نتائج اختبار Dickey and fuller بالآتي:

جدول (2) نتائج اختبار (Dickey and fuller)

الاختبار	النموذج	Test Statistic	5% Critical Value	p-value
D.F	إنتاج السكر	1.421	2.935	0.5306

Null Hypothesis: sugar has unit root

المصدر من اعداد الباحث باستخدام برنامج eviews

من الجدول (2) الخاص بنتائج اختبار (Dickey and fuller) نجد أن قيمة (t) المحسوبة أقل من قيمة (t) الجدولية وهذا يعني ان نقبل فرض العدم القائل:

Null Hypothesis: sugar has unit root

بالاضافة الي ذلك نلاحظ ان قيمة (p-value = 0.5306) ، وهي أكبر من 0.05 وهذا يعزز من قبول الفرضية الصفرية التي تنص على وجود جذر الوحدة، وهذا يعني ان السلسلة الزمنية غير ساكنة في هذه المرحلة.

مرحلة التعرف على النموذج:

في هذه المرحلة نقوم بدراسة دالتي الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) لتحديد مدى سكون السلسلة والتعرف على النماذج الملائمة لبيانات الدراسة كما يتم الاستعانة باختبار Box-Ljung Q للتأكد من سكون السلسلة.

الشكل(2) دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لإنتاج السكر

Date: 11/05/18 Time: 10:08
Sample: 1969 2017
Included observations: 49

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.949	0.949	46.872	0.000	
2	0.896	-0.040	89.589	0.000	
3	0.836	-0.105	127.57	0.000	
4	0.772	-0.066	160.70	0.000	
5	0.713	0.013	189.58	0.000	
6	0.652	-0.043	214.32	0.000	
7	0.588	-0.086	234.86	0.000	
8	0.516	-0.110	251.09	0.000	
9	0.442	-0.063	263.30	0.000	
10	0.370	-0.026	272.06	0.000	
11	0.295	-0.075	277.77	0.000	
12	0.235	0.090	281.50	0.000	
13	0.177	-0.028	283.67	0.000	
14	0.123	-0.020	284.75	0.000	
15	0.084	0.113	285.27	0.000	
16	0.040	-0.101	285.39	0.000	
17	0.002	0.014	285.39	0.000	
18	-0.037	-0.070	285.50	0.000	
19	-0.083	-0.132	286.07	0.000	
20	-0.135	-0.149	287.65	0.000	

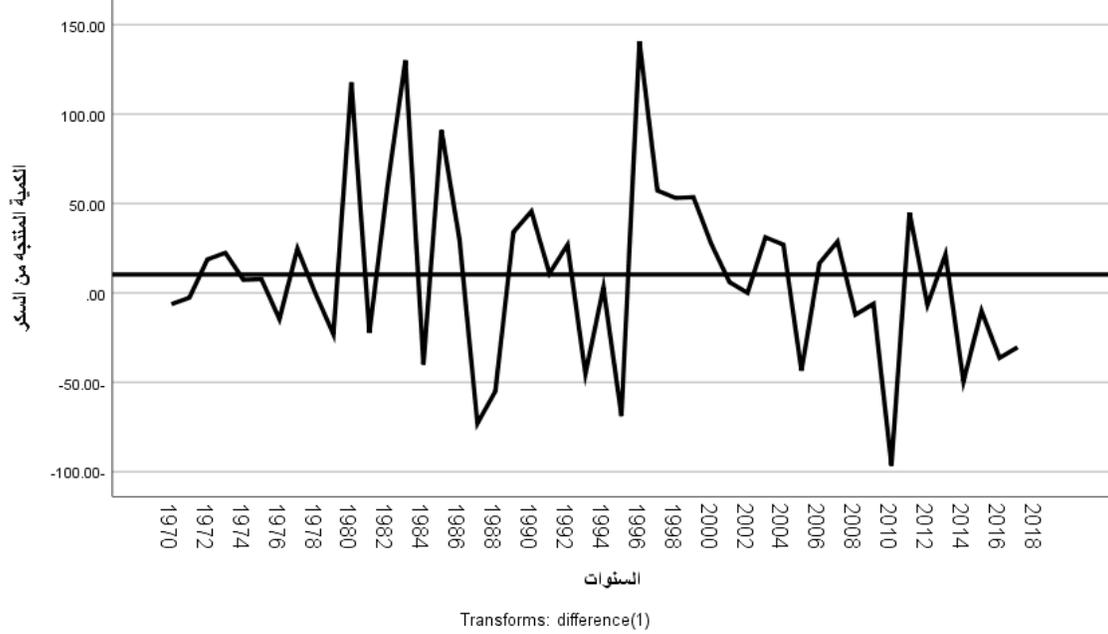
Significant if |Correlation| > 0.285714

المصدر: من إعداد الباحث بواسطة برنامج Evies.

من خلال الشكل(2) الخاص بمعاملات الارتباطات الخاصة بـ ACF، PACF نجد أن: قيم معاملات الارتباط الذاتي ACF معظمها معنوية، حيث تقع معظمها خارج حدي الثقة، ونجد أن قيمة اختبار Q والقيمة المعنوية المصاحبة تشير الى معنوية معاملات الارتباط

الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي، ونستنتج من ذلك عدم استقرار السلسلة، ومن أجل تحويلها الي سلسلة مستقرة تم أخذ الفرق الأول وإعادة حساب ACF وPACF واختبار Q كما موضح أدناه:

الشكل (3) السلسلة الزمنية لإنتاج السكر بعد اخذ الفرق الاول



المصدر من اعداد الباحث باستخدام برنامج SPSS

الشكل (4) ذاتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفرق الأول لإنتاج السكر

Date: 11/05/18 Time: 10:25
Sample: 1969 2017
Included observations: 48

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.071	-0.071	0.2588	0.611
		2	0.076	0.071	0.5613	0.755
		3	0.077	0.088	0.8745	0.832
		4	-0.138	-0.134	1.9127	0.752
		5	0.021	-0.010	1.9369	0.858
		6	0.061	0.081	2.1507	0.905
		7	0.101	0.136	2.7526	0.907
		8	-0.034	-0.054	2.8202	0.945
		9	-0.104	-0.152	3.4881	0.942
		10	-0.103	-0.118	4.1536	0.940
		11	0.013	0.073	4.1646	0.965
		12	-0.151	-0.128	5.6932	0.931
		13	-0.003	-0.079	5.6938	0.957
		14	0.037	0.015	5.7902	0.972
		15	0.014	0.110	5.8047	0.983
		16	0.081	0.108	6.3023	0.984
		17	0.114	0.120	7.3083	0.979
		18	-0.088	-0.120	7.9314	0.980
		19	0.000	-0.025	7.9314	0.987
		20	-0.155	-0.169	9.9981	0.968

المصدر: من إعداد الباحث بواسطة برنامج Evies.

نلاحظ من خلال الشكل (4) الخاص بدالتي (ACF) و(PACF) والتي تم حسابهما بعد أخذ الفرق الأول، أن المعاملات كلاهما تنحدر نحو الصفر مع تغير في الإشارة، كما أن قيمة اختبار Q والقيمة المعنوية المصاحبة تشير إلى عدم معنوية المعاملات، ونستنتج من ذلك استقرار السلسلة بعد أخذ الفرق الأول.

جدول (3) نتائج اختبار Dickey and fuller بعد الفرق الأول

اختبار سكون بيانات النموذج							
1 st difference الفرق الأول				Level المستوي			
None		Trend & Intercept	Intercept	None		Trend & Intercept	Intercept
القرار	1.948140	3.510740	2.926622	1.947975	3.508508	2.925169	القيمة الحرجة عند 5%
I(1) ساكنة عند	6.882243	7.374026	7.209919	0.701225	1.149572	1.421006	t-calc

Null Hypothesis: sugar has unit root

نلاحظ من الجدول رقم (3) أن السلسلة أصبحت مستقرة عند الفروق الأولى. ومن الشكل (4) نجد أن قيم معاملات ACF و PACF كلها غير معنوية وأنها تقع بالكامل داخل حدود الثقة مما يشير إلى أنها متسلسلة ضجة بيضاء (white noise) لذا يمكننا ترشيح النموذج ARIMA(0,1,0) لتمثيل السلسلة الزمنية لإنتاج السكر. كذلك سوف يتم التركيز على بعض النماذج ذات المعنوية الإحصائية من عائلة نماذج ARIMA وذلك تمهيدا لفحصها والمفاضلة بينها بغرض الوصول إلى واحد منها يمثل السلسلة الزمنية لإنتاج السكر ومن ثم استخدامة في عملية التنبؤ مستقبلا. والجدول (4) يبين أهم هذه النماذج المعنوية التي تم الحصول عليها من بيانات السلسلة الأصلية.

مرحلة تقدير معالم النموذج:

وفقاً للنتائج المتحصل عليها سابقا نقوم بتقدير معالم النماذج المقترحة بطريقة المربعات الصغرى (least squares) وسيتم الاستعانة بالبرامج الإحصائية التالية: (Matlab 2018b - Spss 25 - Eviews 10) للمفاضلة بين النماذج المقترحة، من أجل حساب المعايير أدناه، ويكون النموذج المختار هو الذي يعطي أفضل توفيق بين المعايير المقدمه (معايير دقة التنبؤ ومعايير المعلومات) والجدول (4) الخاص بمؤشرات البواقي يوضح النتائج.

جدول (4) نتائج معايير المفاضلة للنماذج المحتملة

NO	ARIMA	MSE	RMSE	MAPE	BIC	AIC
1	(0.1.0)	2381.276	48.742	11.500	7.934	10.686607
2	(0.1.1)	2423.418	49.014	11.625	8.026	10.723881
3	(0.1.2)	2447.456	49.466	11.426	8.125	10.755536
4	(1.1.0)	2422.009	48.991	11.604	8.025	10.723207
5	(1.1.1)	2471.613	49.532	11.569	8.128	10.763703
6	(1.1.2)	2499.126	50.039	11.339	8.229	10.796384
7	(2.1.0)	2460.13	49.515	11.506	8.127	10.759960
8	(2.1.1)	2509.293	50.078	11.431	8.230	10.799831
9	(2.1.2)	2341.624	50.299	11.586	8.320	10.754563

المصدر من اعداد الباحث باستخدام البرامج spss,matlab,eviews

وتستخدم معايير دقة التنبؤ الموضحة في الجدول (4) لمعرفة أي النماذج أكثر دقة في التنبؤ وذلك بأن تقوم بحساب مقدار الخطأ في علمية التنبؤ، وبالتالي كلما كانت نتيجة هذه المعايير أصغر كلما كان أفضل ونذكر من هذه المعايير (متوسط مربع الخطأ MSE)، (القيمة المطلقة لمتوسط الخطأ MAE) و (جذر متوسط مربع خطأ التنبؤ RMSE).

بالإضافة إلى ذلك ووفقاً لمقاييس معياري المعلومات فإن النموذج الأفضل هو الذي يفقد معلومات أقل نسبة إلى النماذج الأخرى أي يحقق أقل نتائج حسب معياري المعلومات (Akaike Information Criterion AIC). ومعيار المعلومات (Bayesian Information Criterion BIC).

ونلاحظ من الجدول (4) أن النموذج الأمثل الذي يعبر عن الكميات المنتجة من السكر هو النموذج $ARIMA(0.1.0)$ وفقاً للمعايير أعلاه والتي أكدت أفضليته من خلال الجدول (4) الخاص بنتائج معايير المفاضلة للنماذج المحتملة حيث حصل النموذج $ARIMA(0.1.0)$ على أقل القيم للمعايير (MSE، MAPE، AIC، BIC). حيث تستخدم هذه المقاييس من أجل حساب حجم أخطاء التنبؤ ويكون النموذج الأفضل هو الذي يحصل على أقل حجم من أخطاء التنبؤ، وأقل قيم معايير المعلومات وهو ما تحصل عليه النموذج $ARIMA(0.1.0)$.

مرحلة تشخيص واختبار النموذج (Model Diagnostic):

في هذه المرحلة نقوم باختبار دقة النموذج الذي تم ترشيحه لمعرفة مدى ملاءمته لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية وإمكانية استخدامه للتنبؤ المستقبلي ويكون ذلك من خلال التأكد من تحقق الشروط الآتية:

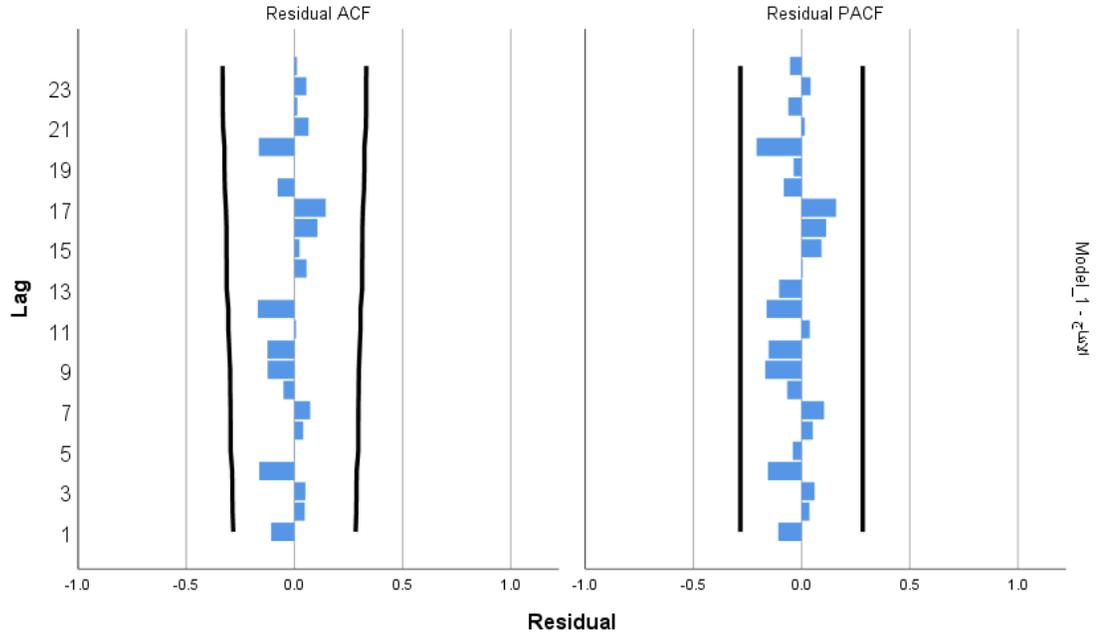
1- عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء العشوائية (البواقي Residuals)، ويتم ذلك باستخدام اختبار Ljung-Box و بالاعتماد على حدود الثقة لمعاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء العشوائية (البواقي). وللتأكد من التوزيع الطبيعي للأخطاء العشوائية (البواقي Residuals) تم استخدام الاختبار اللامعلمي كولموغوروف - سميرونوف Kolmogorov-Smirnov Test، وكانت النتائج كالتالي:

جدول (5) نتائج اختبار Ljung-Box Q ومقاييس المقارنة للنموذج $ARIMA(0,1,0)$ لسلسلة إنتاجية السكر

إحصائيات المقارنة						اختبار Ljung-Box (Q)		
RMSE	MAPE	MAD	MSE	BIC	AIC	statistics	DF	Sig.
48.742	11.500	36.411	2381.276	7.934	10.687	9.922	18	.934

من الجدول (5) نجد قيمة اختبار Ljung-Box Q تساوي 9.922 والقيمة الاحتمالية المصاحبة للاختبار تساوي 0.934 وهذه القيمة أكبر من مستوى الدلالة الإحصائية 0.05 الأمر الذي يقودنا إلى قبول الفرضية الصفرية التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية، أي عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء وإن السياق المولد لها عشوائي تماماً. ويؤكد ذلك ذاتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي كما في الشكل (5).

الشكل (5) ذاتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي



المصدر من اعداد الباحث باستخدام برنامج spss.

2- طبيعة التوزيع الاحتمالي للبواقي: نستخدم لذلك الاختبار اللامعلمي كولموجوروف-سميرنوف حيث نختبر فرضية العدم القائلة بان البيانات تتبع التوزيع الطبيعي ضد الفرضية البديلة القائلة بان البيانات لا تتوزع طبيعيا.

جدول (6) نتائج إختبار كولموجوروف-سميرنوف Kolmogorov-Smirnov Test

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
-Model_1 الانتاج Noise residual from	.107	48	.200*	.967	48	.201

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

يوضح الجدول (6)، أن البواقي تخضع للتوزيع الطبيعي (المعتدل) حيث ان القيمة الاحتمالية المصاحبة للاختبار تساوي 0.201 وهذه القيمة أكبر من مستوى الدلالة الإحصائية $\alpha = 0.05$ الامر الذي يقودنا الي قبول الفرضية الصفرية التي تنص على ان البواقي تتبع التوزيع الطبيعي.

اختبار عشوائية البواقي (Run test) يختبر ما إذا كانت البواقي عشوائية ام لا.

جدول (7) نتائج اختبار عشوائية البواقي Run test

Runs Test

Noise residual from الاننتاج_Model_1

Test Valuea	-2.78-
Z	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000

من الجدول (7) نلاحظ ان الاختبار غير معنوي حيث أن قيمة $\text{sig} = 1.00$ ، وهي أكبر من $\alpha = 0.05$ وهذا يقودنا الي ان نقبل الفرض العدم القائل بعشوائية البواقي.

ومن النتائج مجتمعة أعلاه نستنتج أن النموذج المقترح $ARIMA(0,1,0)$ هو الأنسب لبيانات سلسلة إنتاج السكر في السودان ويمكن استخدامه في التنبؤ.

مرحلة التنبؤ:

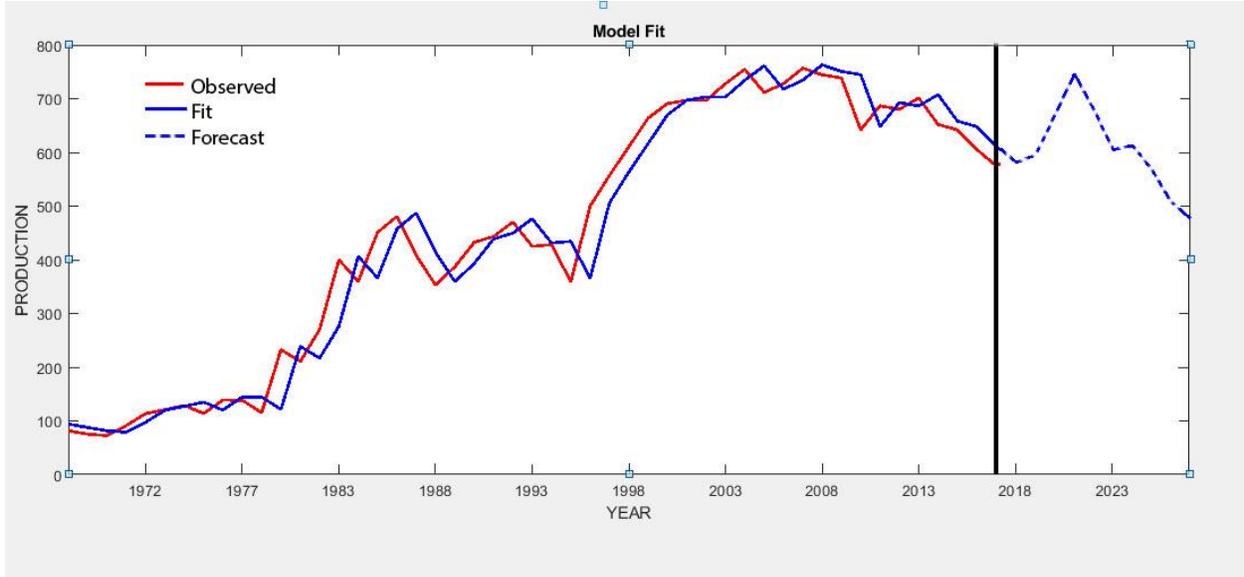
بعد إجتياز الانموذج $ARIMA(0,1,0)$ لاختبارات التشخيص أصبح بالإمكان استعماله للتنبؤ بالقيم المستقبلية لسلسلة انتاج السكر (لبيانات خارج السلسلة الزمنية). والجدول (8) يمثل القيم التنبؤية للمدة 2018-2028م.

الجدول (8) إنتاج السكر المتنبأ به للفترة (2018-2028) باستخدام النموذج $ARIMA(0,1,0)$

		Forecast									
Model		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
الإننتاج Model_1	Forecast	589.409	664.112	739.988	673.556	598.788	606.605	562.170	501.898	470.530	465.428
	UCL	667.595	701.968	826.237	744.962	729.910	771.987	681.732	689.495	595.520	499.984
	LCL	437.515	476.634	586.366	552.513	421.139	491.338	462.571	434.489	306.847	279.468

المصدر: من إعداد الباحث بواسطة برنامج Matlab.

الشكل (6) الإنتاجية الفعلية والمقدرة والمتنبأ بها من السكر للفترة من (2018-2027) باستخدام النموذج $ARIMA(0,1,0)$



المصدر: من إعداد الباحث بواسطة برنامج Matlab.

النتائج:

- 1- سلسلة انتاج السكر في السودان للاعوام (1969-2017م) تمثل سلسلة زمنية لاموسمية يوجد بها اتجاه عام، أي انها تمثل سلسلة زمنية غير مستقرة.
- 2- أن النموذج $ARIMA(0,1,0)$ هو النموذج الأنسب ويمكن الاعتماد عليه في إجراء تنبؤات انتاج السكر في السودان تفيد في وضع الخطط المستقبلية، وقد اعطى تنؤات جيدة وقريبة من القيم الفعلية لسلسلة انتاج السكر في السودان.
- 3- تتميز التنبؤات التي تولدها منهجية Box-Jenkins بدقة عالية في تشخيصها ووصفها لمستقبل الظواهر والمتغيرات الاقتصادية وذلك لصغر تباين أخطاء تنبؤاتها مما يعزز مكانتها واهميتها في اتخاذ القرار.
- 4- ان الطلب المتزايد على سلعة السكر بالسودان في ظل الطاقة الانتاجية المحدودة والنمو السكاني المتزايد في البلد، ادي الي تغيرات كبيرة في السعر.
- 5- عدم وجود استقرار في الكميات المعروضة من السكر بسبب تذبذب انتاج المصانع.

التوصيات:

خرج البحث بالتوصيات التالية:-

1. لا بد من إنشاء قواعد بيانات لإنتاج السكر في السودان على أجهزة الحاسب، ويتم تحديثها وتطويرها باستمرار. بالإضافة الي وجود مراكز إحصائية ترصد وتسجل البيانات المتعلقة بالسكر وترفع التقارير للجهات المختصة للمساعدة في التنمية والاستثمار في هذا المجال.
2. تشجيع الصناعة المحلية بكافة مستوياتها وجلب المستثمرين الأجانب لدفع عجلة الاقتصاد الوطني.
3. تذليل الصعاب التي تواجه الاستثمار في البلاد وتقديم المساعدات حتى تتم التنمية والتقدم والازدهار.
4. يوصي الباحث باعتماد النموذج المقترح في البحث وهو نموذج $ARIMA(0,1,0)$ للحصول على القيم المستقبلية للاستفادة منها في المستقبل.

المراجع باللغة العربية:

- 1- ابراهيم، الشيماء. (2015). نماذج بوكس وجنكنيز بالتطبيق على برنامج spss. كلية التجارة جامعة دمياط، مصر، صفحة 3.
- 2- إسماعيل، محمد عبد الرحمن. (2016). تحليل الانحدار الخطي، ط2. معهد الإدارة العامة للطباعة والنشر الرياض، المملكة العربية السعودية. صفحة 157.
- 3- الشعراي، بشار. (2017). استخدام منهجية (Box-Jenkins) للتنبؤ ودراسة العلاقة السببية بين المؤشر العام وحجم التداول في سوق دمشق للأوراق المالية. مجلة جامعة البحث، المجلد (39) العدد (11):158.
- 4- النجار، عبد الله، حنفي، أسامة. (2016). مبادئ الاحصاء للعلوم الإنسانية مع تطبيقات حاسوبية. مؤسسة شبكة البيانات، الرياض، المملكة العربية السعودية. صفحة 463.
- 5- حشمان، مولود. (2002) نماذج وتقنيات التنبؤ قصير المدى. ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر. صفحة 130.
- 6- شهيد، سهام علي. (2018م). دراسة مقارنة للتنبؤ بمعدلات الرطوبة النسبية لمحافظة نينوى باستخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية والشبكات العصبية الاصطناعية. مجلة الجامعة المستنصرية (للإدارة والاقتصاد)، العدد 115. الصفحات 249-259.
- 7- غفار، ميادة خميل (2017). نمذجة وتحليل المتسلسلة الزمنية لأسعار النفط اليومية العالمية باستخدام نماذج ARIMA(p,d,q). مجلة جامعة تكريت (للعلم المصرفية)، (22):8:155-164.
- 8- فليفل، كامل، حمدان، فتحي. (2006). الاحصاء. دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن. صفحة 35.

المراجع باللغة الإنجليزية:

- 9- Casella, George. (2002). Springer Texts in Statistics, Springer-Verlag New York.usa.p16.
- 10-G.E.P. Box, G. Jenkins. (1970). Time Series Analysis, Forecasting and Control. Holden-Day, San Francisco, CA.
- 11- H, Akaike. (1973). Information theory and extension of the maximum likelihood principle Budapest.pp 267-281.