بِسْمِ اللّهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ

قال تعالى:
﴿قُل لاَّ أَمْلِكُ لِنَفْسِي نَفْعًا وَلاَ ضَرًّا إِلاَّ مَا شَاء اللّهُ وَلَوْ كُنتُ أَعْلَمُ الْغَيْبَ لاَسْتَكْثَرْتُ مِنَ الْخَيْرِ وَمَا مَسَّنِيَ السُّوءُ إِنْ أَنَاْ إِلاَّ نَذِيرٌ وَبَشِيرٌ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ﴾
الأعراف الآية 188

الإهداء

إلى أسرتي العزيزة أمي وأبي .. أخواني وأخواتي
مع خالص حبي وتقديري.
إلى أساتذتي الأجلاء والعاملين بمهنة الأنبياء والرسل
مع كل الاحترام والتقدير.

الشكر

الحمـد اللـه الـذي بنعمتـه وتـوفيقه أكتمـل هـذا الجهـد. وجزيـل شكري أتقدم به إلي جامعة السودان هذا الصرح الذي أتـاح لنـا شـرف أن نكون طلبة به وأن ننهل من معيـن علمـائه ومكتبـاته, وإلـى جامعـة نيالا هذه المؤسسة التي ما بخلت علينا بجهد ولا مال والتي منها بعثـت إلى هذه الدراسة, ووافر التقدير والاحترام وكل الشكر أتقـدم بـه إلـى ذلك العالم المتواضع الدكتور بسام يونس إبراهيم المشرف علـى هـذا البحث الذي كان خير معين ونعم الراعي والذي ما بخل علينا بـوقته ولا جهده ولا نصائحه الغالية فكل الأمنيات الطيبة والدعوات الصـادقة بـأن يجزيك الله بقدر مـا قـدمت لنـا ومـا ظللـت تقـدمه لكـل طلاب العلـم وفقك اللـه وسـدد خطـاك. وإلـى أسـرة المكتبـة الالكترونيـة بجامعـة السودان شكري وتقديري. وإلى أسرة مكتبة الإدارة العامة للتخطيـط والاقتصاد الزراعي-وزارة الزراعـة والغابـات كـل الشـكر علـى الجهـد المقدر في توفير البيانات. والي أسرة مجمع ديكارت وأخص منهم الأخ محمد علي أحمـد حميـد والأسـتاذ محمـد عبـد القـادر أمـام لخـدماتهم الفاضلة. وإلى الأخ المهندس أحمـد محمـد احمـد فـي الحصـول علـى برامج التحليل المختلفة. وإلى كل من مد لي يد العون حتى يكتمل هذا العمل ويرى النور جميعاً لكم جزيل شكري وامتناني.

ملخص الدراسة

تناولت هـذه الدراسـة اسـتخدام نمـاذج بـوكس-جنكنـز ونمـاذج الشـبكات العصـبية للتنبـؤ فـي السلاسـل الزمنيـة الاقتصـادية, وتـم التطبيق على بيانات القطاع الزراعي السوداني ممثلـة فـي السلاسـل الزمنية لإنتاجية القمـح, الـذرة, الفـول السـوداني والسمسـم للفـترة الزمنية (2005 – 1954م).

وهدفت الدراسة لإبراز العلاقة مابين الأساليب المستخدمة للتنبـؤ فـي السلاسل الزمنية ودقة التنبؤات المتحصل عليها, ومدى تأثير التغيرات التي تطرأ على السلاسـل الزمنيـة ودرجـة العشـوائية واللاخطيـة فـي البيانات على أداء هذه الأساليب.

وتميزت هذه الدراسة عـن الدراسـات السـابقة فـي تناولهـا لموضـوع التنبؤ في السلاسل الزمنية من أوجه مختلفة تمثلت في الآتي:

- تناولت الدراسة نوعية البيانات كعامل رئيسـي فـي تحديـد الأسـلوب المتبع للتنبؤ.
- تأثير التغيرات المختلفة وخاصة التغيرات العشوائية على نتائج نماذج التنبؤ.
- تأثير عدم ثبات التباين على دقة التنبؤ المتحصـل عليـه مـن النمـوذج المستخدم.
- تطبيق نماذج الشبكات العصـبية علـى سلاسـل زمنيـة زراعيـة, وقـد انحصرت معظم

تطبيقات الشبكات في القطاع الاقتصـادي علـى السلاسـل الزمنيـة المالية.

وتمثلت أهم نتائج هذه الدراسة في الآتي:

1- النماذج:

- نمـاذج بـوكس-جنكنـز:سلسـلة القمـح ARIMA(0,1,1), الـذرة نمـوذج لـــوغريثم طـــبيعي ARIMA(0,1,1), الفـــول الســـوداني ARIMA(0,0,0), السمسم ARIMA(3,1,0) .
- نماذج الشبكات العصبية: تـم بناءهـا باسـتخدام شـبكة البيرسـبترون متعدد الطبقات (MLP), والتي تكونت بنيته المعمارية من ثلاثة طبقـات

(طبقة مدخلات, طبقة خفية, طبقة مخرجات), واستخدمت الدالة اللوجستية كدالة تحفيز في الطبقة الخفية وفي طبقة المخرجات, واستخدم لتدريب هذه الشبكات خوارزمية الانتشار السريع.
2- درجة التغيرات في السلسلة الزمنية وخاصة التغيرات العشوائية, يؤثر تأثير مباشر على النتائج المتحصل عليها باستخدام الأسلوبين محل الدراسة, فكلما زادت حدة التغيرات في السلسلة الزمنية قلت كفاءة نماذج بوكس-جنكنز مقارنة بنماذج الشبكات العصبية.
3- كلما ارتفعت درجة عدم الخطية في بيانات السلاسل الزمنية قلت معها كفاءة نماذج بوكس-جنكنز في التنبؤ.
4- تقل كفاءة الأسلوبين في التعامل مع السلاسل الزمنية التي تعاني من مشكلة عدم ثبات التباين, ولكن تفضل نماذج الشبكات على نماذج بوكس-جنكنز.
5- تتأثر نماذج الشبكات العصبية بشكل مباشر بحجم البيانات المتاحة (طول السلسلة الزمنية), فكلما كان حجم البيانات كافياً بحيث تظهر كل تغيرات السلسلة كلما ارتفعت درجة التعلم في الشبكة ومن ثم زادت كفاءة نماذج الشبكة في التنبؤ.
6- كلما زادت فترة التنبؤ في المستقبل كانت نتائج الشبكات أدق من نتائج بوكس-جنكنز, وذلك واضح من خلال نتائج التنبؤ المتحصل عليها من هذه النماذج.
ويمكننا على ضوء هذه النتائج أن نوصي بالآتي:
1- يفضل استخدام نماذج بوكس-جنكنز في السلاسل الزمنية الأقل تعقيداً, وكلما ارتفعت درجة التعقيد في السلسلة يفضل استخدام نماذج الشبكات العصبية.
2- من اجل رفع كفاءة نماذج بوكس-جنكنز ونماذج الشبكات العصبية للتنبؤ في السلاسل الزمنية يجب الاهتمام بإزالة تأثير التغيرات المختلفة من بيانات السلسلة الزمنية قبل تطبيق هذه الأساليب.
3- في البيانات التي تعاني من الاضطرابات وعدم ثبات التباين فإنه يفضل استخدام نماذج الشبكات العصبية على نماذج بوكس-جنكنز.
4- إذا لم يكن طول السلسلة الزمنية كافياً بحيث تظهر كل التغيرات بوضوح فإنه يفضل استخدام نماذج بوكس-جنكنز على نماذج الشبكات.

Abstract

This study tackled the use of Box-Jenkins (ARMA) and Artificial Neural Networks (ANNs) Models in Economic time series forecasting. The application was on Sudanese Agricultural Sector represented in the time series of the productivity of wheat, Sorghum, groundnut and sesame during the period from 1954 to 2005.

The aim of this study is to bring out the relationship between the methods used in time series prediction and the degree of accuracy of predictions obtained in one hand, and what effects of the time series variations that happen, and the randomness and non-linearity of data, have on the performance of these methods.

What distinguishes this study from previous studies is that, it approaches the field of "time series prediction" from various angles as shown below:

- The study dealt with type of data as a major factor in determining the method used in the prediction.
- The effect of different variations, particularly the random variation on the results of the prediction models.
- The effect of non- stabilization of variance on the accuracy of the prediction obtained from the model used.
- The application of ANNs model on agricultural time series. Most of the economic ANNs applications were confined on the financial time series.

The most significant findings of this study are:

1- The models:

-Box-Jenkins models: wheat series ARIMA(0,1,1), Sorghum natural logarithm models ARIMA(0,1,1),ground nut ARIMA(0,0,0) and sesame ARIMA(3,1,0).

-Neural Networks models: these models were built by using Multi Layer Perceptrons (MLP), whose architecture consists of three layers (input layer, hidden layer, and output layer). The logistic function was used as an activation function in the hidden layer and the output layer, and the quick propagation algorithm was used for training these networks.

2- The degree of variations and particularly the random variations has direct effects on the results obtained through both of the studied methods. The greater the variations in time series, the less efficient ARMA models in comparison to ANNs models.

3- The higher non-linearity in the time series data, the lower efficient the models of ARMA are, in the prediction.

4- Both of the studied methods have a problem dealing with the time series that have non-stabilization of variance. However, the models of ANNs are preferable ARMA models.

5- The ANNs models are clearly influenced by the amount of data available (time series length). The larger and sufficient the amount of data to show all the variations in series, the higher learning will be attained in the network and this increases the efficiency of ANNs in prediction.
6- The longer the duration of the prediction in future, the more accurate the ANNs results than ARMA findings. That is clear from the prediction results obtained from these models.
According to these findings, we recommend the following:
1- It is preferable using ARMA models in time series that are less complicated. The more complicated the series gets, the more preferable using the ANNs.
2- To raise the efficiency of ARMA and ANNs models in predicting the time series, we should remove the variations influence from the data of the time series before applying these methods.
3- It is preferable using the models of ANNs to the models of ARMA on the data with noisy and non-stabilization of variance.
4- If the time series is not long enough to show all the variations clearly, it is preferable using ARMA models to the ANNs models.

قائمة المختصرات

ARMA: نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة
ARIMA: نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية
ACF: دالة الارتباط الذاتي Autocorrelation Function
PACF: دالة الارتباط الذاتي الجزئي Partial Autocorrelation Function
DF-Test: اختبار ديكي– فولار Dickey-Fuller Test
LB Q: إحصائية (Q) أو اختبار Ljung –Box Statistics
AIC: معيار أكايكي للمعلومات Akaike's Information Criteria
SBC: معيار شوارتز البيزي Schwartz Bayesian Criteria
ANNs: الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks
PE: وحدات المعالجة Processing Elements
GRNN: شبكات الانحدار العام Generalized Regression NN
RBF: شبكات دالة القاعدة الإشعاعية Radial Basis Function NN
MLP: البيرسيبترون متعدد الطبقات Multi-Layer Preceptron
RNN: شبكات الاسترجاع الخلفي Recurrent Networks
BPA: خوارزمية الانتشار الخلفي Propagation Algorithm Backward
MAD: متوسط الانحرافات المطلقة Mean Absolute Deviation
MAE: متوسط الخطأ المطلق Mean Absolute Error
RMSE: جذر متوسط مربع الخطأ Root Mean Square Error
MARE: متوسط الخطأ النسبي المطلق Mean Absolute Relative Error

المحتويات

العنوان	رقم الصفحة
الاستهلال	أ
الإهداء	ب
الشكر	ج
ملخص الدراسة بالعربية	د
ملخص الدراسة بالإنجليزية	و
قائمة المختصرات	ح
المحتويات	ط
فهرس الجداول	م

فهرس الأشكال	ع
الفصل الأول: المقدمة	1
تمهيد 1-1	2
مشكلة البحث 1-2	3
أهمية البحث 1-3	4
أهداف البحث 1-4	4
فروض البحث 1-5	5
منهج البحث 1-6	5
حدود البحث 1-7	6
أهم الدراسات السابقة 1-8	6
تنظيم البحث 1-9	13
الفصل الثاني: بعض أساسيات السلاسل الزمنية	14
مفهوم السلاسل الزمنية 2-1	15
تعريف السلسلة الزمنية 2-1-1	15
الغرض من دراسة السلسلة الزمنية 2-1-2	15
مراحل تحليل السلسلة الزمنية 2-1-3	16
نماذج تحليل السلاسل الزمنية 2-1-4	17
مكونات السلسلة الزمنية 2-2	18
الاتجاه العام 2-2-1	18
التغيرات الموسمية 2-2-2	18
التغيرات الدورية 2-2-3	18
التغيرات العرضية 2-2-4	19
السكون 2-3	19
مفهوم السكون 2-3-1	19
شروط السكون 2-3-2	20
إزالة عدم السكون 2-3-3	20
اختبارات السكون 2-3-4	23
الفصل الثالث: نماذج بوكس-جنكنز	27
نماذج بوكس-جنكنز غير الموسمية 3-1	27
نماذج الانحدار الذاتي 3-1-1	29
نماذج المتوسطات المتحركة 3-1-2	34
نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة 3-1-3	39
نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة 3-1-4	41
نماذج بوكس–جنكنز الموسمية 3-2	43
نماذج الانحدار الذاتي الموسمية 3-2-1	44

نماذج المتوسطات المتحركة الموسمية 3-2-2	45
نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة الموسمية 3-2-3	46
نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة الموسمية وغير الموسمية 3-2-4	47
مراحل بناء نماذج بوكس-جنكنز 3-3	48
مرحلة التعرف 3-3-1	49
مرحلة التقدير 3-3-2	70
مرحلة الفحص والتدقيق 3-3-3	72
مرحلة التنبؤ 3-3-4	77
الفصل الرابع: الشبكات العصبية الاصطناعية	84
الشبكة العصبية الاصطناعية 4-1	85
الشبكة العصبية البيولوجية والاصطناعية 4-1-1	85
تعريف الشبكة العصبية الاصطناعية 4-1-2	86
تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية 4-1-3	86
مكونات الشبكة العصبية الاصطناعية 4-2	88
المكونات الأساسية للشبكة العصبية الاصطناعية 4-2-1	88
(وحدات المعالجة (العصبونات 4-2-2	90
البنية المعمارية للشبكة العصبية الاصطناعية 4-2-3	95
التعلم في الشبكات العصبية الاصطناعية 4-3	98
طرق التعلم في الشبكات العصبية الاصطناعية 4-3-1	98
قوانين التعلم في الشبكات العصبية الاصطناعية 4-3-2	100
خوارزميات تعلم الشبكات العصبية الاصطناعية 4-3-3	102
نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية 4-4	107
شبكات الانتشار الخلفي 4-4-1	107
شبكة هوبفيلد 4-4-2	108
شبكات التنظيم الذاتي 4-4-3	110
نماذج الشبكات العصبية والتطبيقات الإحصائية 4-4-4	111
الشبكات العصبية والسلاسل الزمنية 4-4-5	118
الفصل الخامس: الجانب التطبيقي	124
تمهيد 5-1	125
وصف بيانات الدراسة 5-2	126
إنتاجية القمح 5-2-1	126
إنتاجية الذرة 5-2-2	127
إنتاجية الفول السوداني 5-2-3	128
إنتاجية السمسم 5-2-4	129
تحليل نماذج بوكس-جنكنز 5-3	130

مرحلة التعرف 5-3-1	130
مرحلة التقدير 5-3-2	144
مرحلة الفحص والتدقيق 5-3-3	146
مرحلة التنبؤ 5-3-4	150
تحليل نماذج الشبكات العصبية 5-4	154
اختيار وبناء نماذج الشبكات العصبية 5-4-1	154
نتائج تحليل نماذج الشبكات العصبية 5-4-2	156
التنبؤ باستخدام نماذج الشبكات 5-4-3	162
5-5 المقارنة بين نماذج بوكس-جنكنز ونماذج الشبكات العصبية	166
الفصل السادس: النتائج والتوصيات	170
النتائج 6-1	171
التوصيات 6-2	174
المراجع	176
الملاحق	181

فهرس الجداول

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
(3-1)	الخواص النظرية لـ ACFو PACF لبعض نماذج ARIMA	68
(3-2)	(ملخص للجدول (3-1	68
(3-3)	الخواص النظرية ل ACF و PACF لنماذج ARIMA الموسمية	68
(5-1)	معاملات الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية لإنتاجية القمح	130
(5-2)	معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لسلسلة	132

	الفرق الأول لإنتاجية القمح	
(5-3)	معاملات الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية لإنتاجية الذرة	134
(5-4)	معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي لسلسلة الفرق الأول للوغريتم إنتاجية الذرة	136
(5-5)	معاملات الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية لإنتاجية الفول	138
(5-6)	معاملات الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية لإنتاجية السمسم	140
(5-7)	معاملات الارتباط الذاتي و الارتباط الجزئي لسلسلة الفرق الأول لإنتاجية السمسم	142
(5-8)	نتائج تقدير النموذج ARIMA(0,1,1) لسلسلة إنتاجية القمح	144
(5-9)	نتائج تقدير النموذج ARIMA(0,1,1) لسلسلة إنتاجية الذرة	144
(5-10)	نتائج تقدير النموذج ARIMA(0,0,0) لسلسلة إنتاجية الفول	145
(5-11)	نتائج تقدير النموذج ARIMA(3,1,0) لسلسلة إنتاجية السمسم	145
(5-12)	نتائج اختبارQ ومقاييس المقارنة للنموذجARIMA(0,1,1) لسلسلة إنتاجية القمح	146
(5-13)	نتائج اختبار Q ومقاييس المقارنة للنموذج ARIMA(0,1,1) لسلسلة إنتاجية الذرة	147
(5-14)	نتائج اختبار Q ومقاييس المقارنة للنموذج ARIMA(0,0,0) لسلسلة إنتاجية الفول السوداني	148
(5-15)	نتائج اختبار Q ومقاييس المقارنة للنموذج ARIMA(3,1,0) لسلسلة السمسم	149
(5-16)	مصفوفة الارتباطات بين مقدرات النموذج ARIMA(3,1,0) لسلسلة إنتاجية السمسم	149
(5-17)	إنتاجية القمح (كجم/فدان) المتنبأ بها للفترة (2006 –2015م) باستخدام النموذج ARIMA(0,1,1)	150
(5-18)	إنتاجية الذرة (كجم/فدان) المتنبأ بها للفترة	151

	(2006– 2015م)باستخدام النموذج ARIMA(0,1,1)	
(5-19)	إنتاجية الفول السوداني (كجم/فدان) المتنبأ بها للفترة (2006– 2015م) باستخدام النموذج ARIMA(0,0,0)	152
(5-20	إنتاجية السمسم (كجم/فدان) المتنبأ بها للفترة (2006–2015م) باستخدام النموذج ARIMA(3,1,0)	153
(5-21)	البنية المعمارية والمعايير الإحصائية لنماذج للشبكات	156
(5-22)	قيم متوسط الخطأ المطلق(MAE) ومتوسط الخطأ النسبي المطلق(MARE) عند اكتمال تعلم الشبكات	157
(5-23)	إنتاجية القمح المتنبأ به للفترة (2006– 2015م) باستخدام نموذج شبكة القمح (1-9-2)	162
(5-24)	إنتاجية الذرة المتنبأ به للفترة (2006– 2015م) باستخدام نموذج شبكة الذرة (1-9-2)	163
(5-25)	إنتاجية الفول السوداني المتنبأ به للفترة (2006– 2015م) باستخدام نموذج شبكة الفول (1-9-2)	164
(5-26)	إنتاجية السمسم المتنبأ به للفترة (2006– 2015م) باستخدام نموذج شبكة السمسم (1-9-2)	165
(5-27)	متوسط الخطأ المطلق وجذر متوسط مربع الخطأ لنموذجي سلسلة القمح	166
(5-28)	متوسط الخطأ المطلق وجذر متوسط مربع الخطأ لنموذجي سلسلة الذرة	167
(5-29)	متوسط الخطأ المطلق وجذر متوسط مربع الخطأ لنموذجي سلسلة الفول السوداني	168
(5-30)	متوسط الخطأ المطلق وجذر متوسط مربع الخطأ لنموذجي سلسلة السمسم	169

فهرس الأشكال

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
(1-3)	خريطة مسار أسلوب بوكس–جنكنز	48
(2-3)	ACF لنموذج AR(1) $\rho_1 \neq 0$	51
(3-3)	ACF لنموذج AR(1) $\rho_1 \neq 0$	52
(4-3)	ACF لنموذج AR(2) $\rho_1, \rho_2 \neq 0$	52

(5-3)	لنموذج AR(2) ACF $\phi_2 \neq 0 \ , \ \phi_1 \neq 0$	52
(6-3)	لنموذج AR(2) ACF $\phi_2 < 0 \ , \ \phi_1 > 0$	53
(7-3)	لنموذج MA(1) ACF $\theta_1 > 0$,	53
(8-3)	لنموذج MA(2) ACF $\theta_1, \theta_2 \neq 0$	54
(9-3)	لنموذج ARIMA(1,1) ACF $\phi_1 \neq 0 \ , \ \phi_1 \neq 0$	55
(10-3)	لنموذج AR(1) PACF $\phi_1 > 0$	57
(11-3)	لنموذج AR(1) PACF $\phi_1 \neq 0$,	57
(12-3)	لنموذج AR(2) PACF $\phi_1, \phi_2 > 0$	58
(13-3)	لنموذج AR(2) PACF $\phi_2 \neq 0, \phi_1 \neq 0$	58
(14-3)	لنموذج AR(2) PACF $\phi_1, \phi_2 \neq 0$	58
(15-3)	لنموذج MA(1) PACF $\theta_1 < 0$	60
(16-3)	لنموذج MA(1) PACF $\theta_1 \neq 0$	60
(17-3)	لنموذج MA(2) PACF $\theta_1, \theta_2 < 0$	61

(3-18)	PACF لنموذج MA(2) $\theta_1, \theta_2 \neq 0$	61
(3-19)	PACF لنموذج MA(2) $\theta_2 = 0, \theta_1 \neq 0$	61
(3-20)	PACF لنموذج ARMA(1,1) $\theta_1 = 0, \phi_1 \neq 0$	63
(3-21)	PACF لنموذج ARMA(1,1) $\theta_1 < 0, \phi_1 > 0$	63
(3-22)	PACF لنموذج ARMA(1,1) $\phi_1, \theta_1 \neq 0$	63
(4-1)	نموذج لمعمارية شبكة عصبية اصطناعية	90
(4-2)	دالة السيغمويد	92
(4-3)	دالة الخطوة	93
(4-4)	الدالة الخطية	93
(4-5)	دالة الإشارة	94
(4-6)	شبكة عصبية متعددة الطبقات	96
(4-7)	دالة الجيرة المستطيلة	106
(4-8)	شبكة انتشار للخلف من ثلاثة طبقات	107
(4-9)	البنية المعمارية لشبكة كوهنين	111
(4-10)	الانحدار الخطي البسيط	114
(4-11)	نموذج انحدار خطي متعدد	114
(4-12)	نموذج انحدار أسي	114
(4-13)	نموذج انحدار غير خطي بسيط	115
(4-14)	نموذج انحدار غير خطي متعدد	115
(4-15)	البيانات المتقطعة أو الوثابة	118
(4-16)	شبكة بيرسبترون متعدد الطبقات	121
(4-17)	شبكة دالة القاعدة الإشعاعية	122
(5-1)	إنتاجية القمح (كجم/فدان) خلال الفترة (1954-2005م)	126
(5-2)	إنتاجية الذرة في السودان خلال الفترة(1954–2005م)	127
(5-3)	إنتاجية الفول السوداني في السودان خلال الفترة(1954-2005م)	128

(5-4)	إنتاجية السمسم في السودان خلال الفترة (1954– 2005	129
(5-5)	دالة الارتباط الذاتي وحدي الثقة لإنتاجية القمح	131
(5-6)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لإنتاجية القمح	131
(5-7)	دالة الارتباط الذاتي وحدي الثقة لسلسلة الفرق الأول للقمح	133
(5-8)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لسلسلة الفرق الأول لإنتاجية القمح	133
(5-9)	دالة الارتباط الذاتي وحدي الثقة لإنتاجية الذرة	135
(5-10)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لإنتاجية الذرة	135
(5-11)	دالة الارتباط الذاتي وحدي الثقة لسلسلة الفرق الأول للوغريتم إنتاجية الذرة	138
(5-12)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لسلسلة الفرق الأول للوغريتم إنتاجية الذرة	138
(5-13)	دالة الارتباط الذاتي وحدي الثقة لإنتاجية الفول السوداني	139
(5-14)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لإنتاجية الفول السوداني	139
(5-15)	دالة الارتباط الذاتي وحدي الثقة لإنتاجية السمسم	141
(5-16)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لإنتاجية السمسم	141
(5-17)	دالة الارتباط الذاتي وحدي الثقة لسلسلة الفرق الأول لإنتاجية السمسم	143
(5-18)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي وحدي الثقة لسلسلة الفرق الأول لإنتاجية السمسم	143
(5-19)	الإنتاجية الفعلية والمقدرة والمتنبأ بها من القمح خلال الفترة (1954–2015م) باستخدام النموذج ARIMA(0,1,1)	150
(5-20)	الإنتاجية الفعلية والمقدرة والمتنبأ بها من الذرة خلال الفترة(1954–2015م) باستخدام النموذج ARIMA(0,1,1)	151
(5-21)	الإنتاجية الفعلية والمقدرة والمتنبأ بها من الفول السوداني خلال الفترة (1954–2015م) باستخدام النموذج ARIMA(0,0,0)	152
(5-22)	الإنتاجية الفعلية والمقدرة والمتنبأ بها من السمسم خلال الفترة (1954– 2015م) باستخدام النموذج ARIMA(3,1,0)	153

(5-23)	القيم الحقيقية والقيم المخرجة بواسطة الشبكة لسلسلة إنتاجية القمح	158
(5-24)	القيم الحقيقية والقيم المخرجة بواسطة الشبكة لسلسلة إنتاجية الذرة	159
(5-25)	القيم الحقيقية والقيم المخرجة بواسطة الشبكة لسلسلة إنتاجية الفول السوداني	160
(5-26)	القيم الحقيقية والقيم المخرجة بواسطة الشبكة لسلسلة إنتاجية السمسم	161
(5-27)	الإنتاجية الفعلية والمتنبأ بها من القمح خلال الفترة (1954–2015م) باستخدام نموذج شبكة القمح(1-9-2)	162
(5-28)	الإنتاجية الفعلية والمتنبأ بها من الذرة خلال الفترة (1954–2015م) باستخدام نموذج شبكة الذرة(1-9-2)	163
(5-29)	الإنتاجية الفعلية والمتنبأ بها من الفول خلال الفترة (1954–2015م) باستخدام نموذج شبكة الفول(1-9-2)	164
(5-30)	الإنتاجية الفعلية والمتنبأ بها من السمسم خلال الفترة (1954–2015م) باستخدام نموذج شبكة السمسم(1-9-2)	165
(31-5)	إنتاجية القمح الفعلية والمقدرة بواسطة نموذجي ARIMA وANN	166
(32-5)	إنتاجية الذرة الفعلية والمقدرة بواسطة نموذجي ARIMA و ANN	167
(33-5)	إنتاجية الفول السوداني الفعلية والمقدرة بواسطة نموذجي ARIMA و ANN	168
(34-5)	إنتاجية السمسم الفعلية والمقدرة بواسطة نموذجي ARIMA و ANN	169