

الفصل الرابع

الجانب التطبيقي

٤-١ تمهيد :

في هذا الفصل سوف يتم وصف بيانات الدراسة وتحليل بيانات الدراسة باستخدام نماذج دالة التحويل ونماذج الشبكات العصبية الاصطناعية والمقارنة بين دقة التنبؤ في النموذجين باستخدام البرامج الاحصائية Spss21 ، Statistica وبرنامج Excel .

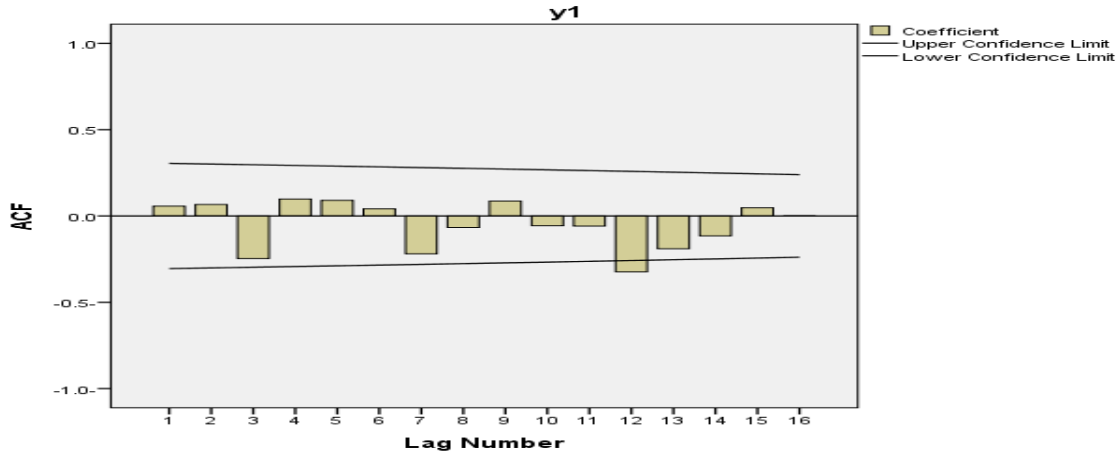
٤-٢ تحليل بيانات السلسلة الزمنية ثنائية المتغيرات المولدة ذات المدى القصير (٤٠ مفردة):

٤-٢-١ تقدير نموذج دالة التحويل ويتم ذلك بالخطوات التالية :

٤-٢-١-١ اختبار السكون :

نختبر السكون للسلسلة الزمنية Y المولدة ذات المدى القصير والتي تمثل سلسلة المخرج وذلك بفحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل أدناه :

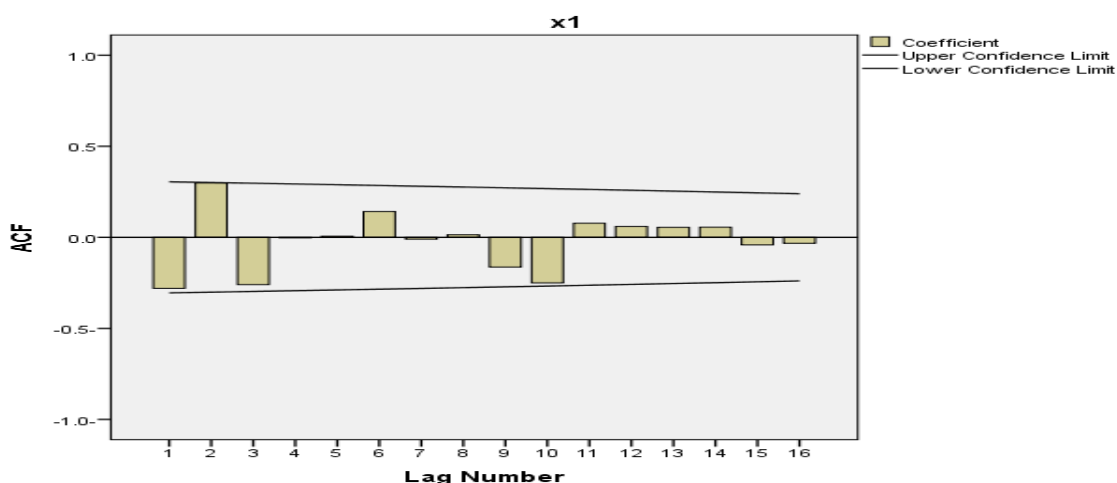
الشكل (٤-١): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة Y



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن غالبية معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل حدي الثقة ماعدا معامل ارتباط واحد فقط مما يدل علي سكون السلسلة الزمنية .
 نختبر السكون للسلسلة الزمنية x المولدة ذات المدى القصير والتي تمثل سلسلة المدخل وذلك بفحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل أدناه :

الشكل (٤-٢) : الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة X



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

حيث نلاحظ أن جميع معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل حدي الثقة مما يدل علي سكون السلسلة الزمنية .

٤-٢-١-٢ تبييض سلسلة المدخل ذات المدى القصير X وسلسلة المخرج ذات المدى القصير Y

يتم تحديد نموذج ARIMA المناسب ل Y_t, X_t وذلك من خلال معايير اختيار الرتبة كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-١) : معايير اختيار أفضل نموذج أريما

Normalized BIC	MAE	RMSE	النموذج
-2.08	.247	.308	$X_t(2,0,2)Y_t$
-2.2231	.204	.261	$(3,0,3) X_t$ Y_t
-1.817	.209	.292	
-1.9931	.204	.267	$(4,0,4) X_t Y_t$
-1.710	..228	.308	
-1.7955	.194	.269	

-1.395	.209	.300	$X_t (5,1,5)$
-1.5717	.189	.274	Y_t

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ من الجدول (٤-١) أن النموذج (2,0,2) يأخذ أقل قيم للمعايير (Normalized MAE, RMSE) ، يأخذ (BIC) للسلسلة الزمنية Y_t اي أنه نموذج أريما المناسب لسلسلة المخرج ونلاحظ أن النموذج (3,0,3) يأخذ أقل قيم للمعايير (Normalized BIC, MAE, RMSE) (Normalized BIC، MAE،RMSE) للسلسلة الزمنية X_t اي أنه نموذج أريما المناسب لسلسلة المدخل ، وبذلك نكون قد قمنا بتبييض هذه السلاسل .

٤-٢-١-٣ حساب الارتباطات التقاطعية بين سلسلة المدخل المبيضة α_t ذات المدى القصير

وسلسلة المخرج المبيضة β_t ذات المدى القصير :

تم حساب الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين المبيضتين بإبطاء يساوي ٧ كما في الجدول أدناه:

جدول (٤-٢): قيم الارتباط التقاطعي

الإبطاء	-٧	-٦	-٥	-٤	-٣	-٢	-١	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الارتباط التقاطعي	-0.02	.12	-0.04	-0.0	.25	.03	.14	-0.07	.152	-0.186	-0.15	-0.02	.180	-0.04	-0.22

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

٤-٢-١-٤ تقدير مباشر لأوزان الدالة التحويلية اعتمادا على قيم الارتباطات التقاطعية :

تم تقدير الأوزان للدالة التحويلية باستخدام المعادلة (٢-١٧) كما في الجدول أدناه:

جدول (٤-٣): قيم أوزان الدالة التحويلية

الوزن	v_0	v_1	v_2	v_3
قيمة الوزن	-0.06	0.14	-0.16	0.00

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن قيمة الوزن الثالث تساوي الصفر أي أن الأوزان قد بدأت بالهبوط الأسى لذلك سوف نختار الأوزان

للدالة التحويلية حتي الوزن الثاني ($v_0 - v_2$) .

٤-٢-١-٥ تحديد قيم r, s, b :

بعد أن تم حساب قيم أوزان الدالة التحويلية وجد أن الأوزان التي تساوي صفر بعد v_0 تساوي ٢ أوزان مما

يعني أن قيمة b (الزمن الميت) تساوي ٢ ، وبعد أن تم اختيار مجموعة من قيم الارتباطات التقاطعية وتم

حساب MSE لها وجد أن أقل مجموعة لها القيمة MSE هي عندما تم وضع قيمة r تساوي 2 وقيمة s تساوي 1.

٤-٢-١-٦ تقدير مبدئي للضجة n_t وتحديد نموذج ARIMA المناسب له :

تم التقدير المبدئي للضجة باستخدام الصيغة (٢-١٨) ، حيث تحصلنا علي قيم متغير الضجة المبدئية وكان متوسط هذه القيم يساوي 0.48، وبعد استخدام معايير أفضل نموذج ARIMA مثل ما تم استخدامها في الجدول (٤-١) تم اختيار النموذج $ARIMA(2,0,2)$ لأنه يأخذ أقل قيم للمعايير حيث كانت القيم تساوي $.RMSE=0.265$ ، $MAE=0.207$ ، $Normalized\ BIC=-2.179$.

٤-٢-١-٧ تقدير معاملات نموذج دالة التحويل الثنائية للبيانات المولدة ذات المدى القصير:

نموذج دالة التحويل المقدر يتم استخراجها من الجدول التالي :

جدول (٤-٤): قيم المعلمات المقدر لنموذج دالة التحويل

المعامل	المقدر	الخطأ المعياري	قيمة Z	القيمة الاحتمالية
الثابت	.458	.090	5.070	.000
ϕ_1	.175	.371	.473	.640
ϕ_2	-.74	.330	-2.24	.033
θ_1	-.10	1.88	.054	.957
θ_2	-.99	36.26	-.02	.978
b			2	
ω_0	-.03	.157	-.21	.829
ω_1	-.086	.152	-1.22	.231
s_1	.082	.145	.563	.578
s_2	-.86	.133	-6.52	.000

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول أعلاه نلاحظ غالبية المعلمات المقدر غير معنوية أي أن قيمها الاحتمالية أكبر من مستوي المعنوية 0.05 ، ما عدا المعلمات المقدر (ϕ_2, s_2) معنوية لأن قيمها الاحتمالية أقل من مستوي المعنوية 0.05 أي أنها تؤثر في النموذج لذا يمكن كتابة نموذج دالة التحويل المقدر كالتالي :

$$y_t = \frac{1}{1+.88\beta^2} \beta^2 x_{t-2} + \frac{1}{1+.74\beta^2} \rightarrow (1-4)$$

٤-٢-١-٨ الاختبار التشخيصي للنموذج المقدر للبيانات المولدة ذات المدي القصير :

١- فحص الارتباطات الذاتية بأنها صغيرة وعشوائية بين e_t, α_t :

تم فحص هذه الارتباطات برسمها واستخدام اختبار بوكس- لوجنق للتأكد من أنها صغيرة

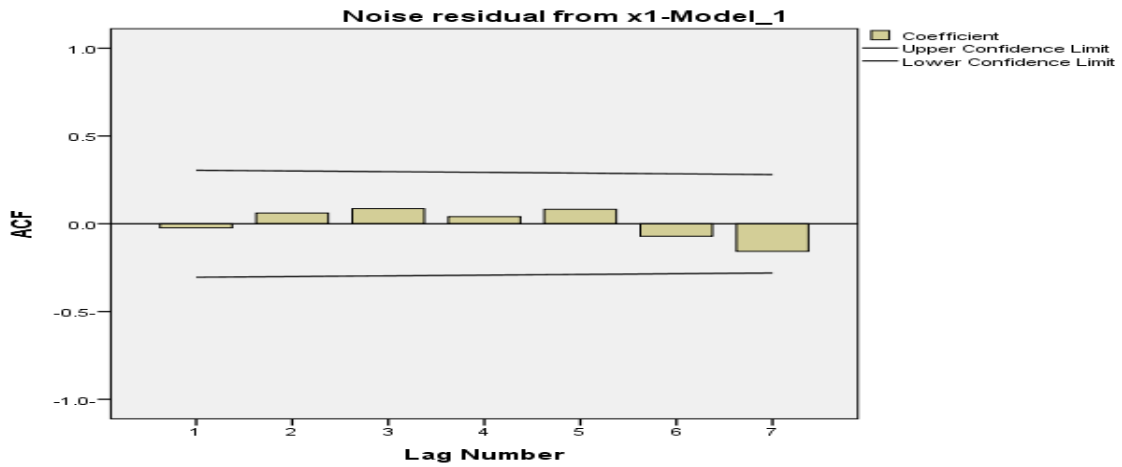
وعشوائية ، حيث كانت النتائج كما يلي :

جدول (٤-٥): فحص وتشخيص النموذج باستخدام قيم الارتباطات الذاتية

-0.15	-0.07	.040	.040	.86	.061	-0.02	الارتباطات الذاتية للسلسلة α_t
.932	.978	.968	.963	.414	.911	.881	بوكس-لوجنق (sig)
-0.14	.149	-0.02	.114	-0.10	.241	-0.29	الارتباطات الذاتية للسلسلة e_t
.287	.271	.254	.162	.112	.061	.069	بوكس-لوجنق (sig)

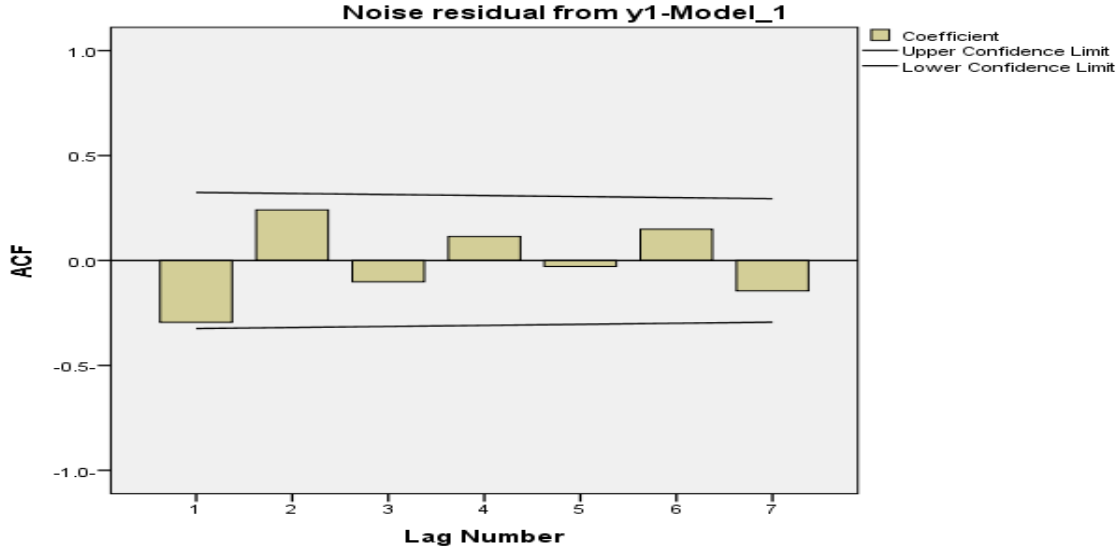
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (٤-٣): قيم معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة α_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (٤-٤) : معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة e_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول والاشكال اعلاه نلاحظ ان معاملات الارتباطات الذاتية صغيرة وعشوائية للسلسلتين حيث أن القيم الاحتمالية لاختبار بوكس -لوجنق غير معنوية مما يدل علي أنها صغيرة وعشوائية والرسومات البيانية تدعم ذلك .

٢- فحص عدم معنوية الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين e_t, α_t :

تم حساب قيم معاملات الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين وتم اختبار معنوية العلاقة بينها باستخدام اختبار بيرسون وكانت النتيجة كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-٦): اختبار معنوية الارتباطات التقاطعية

قيمة معامل الارتباط	sig
-0.04	0.799

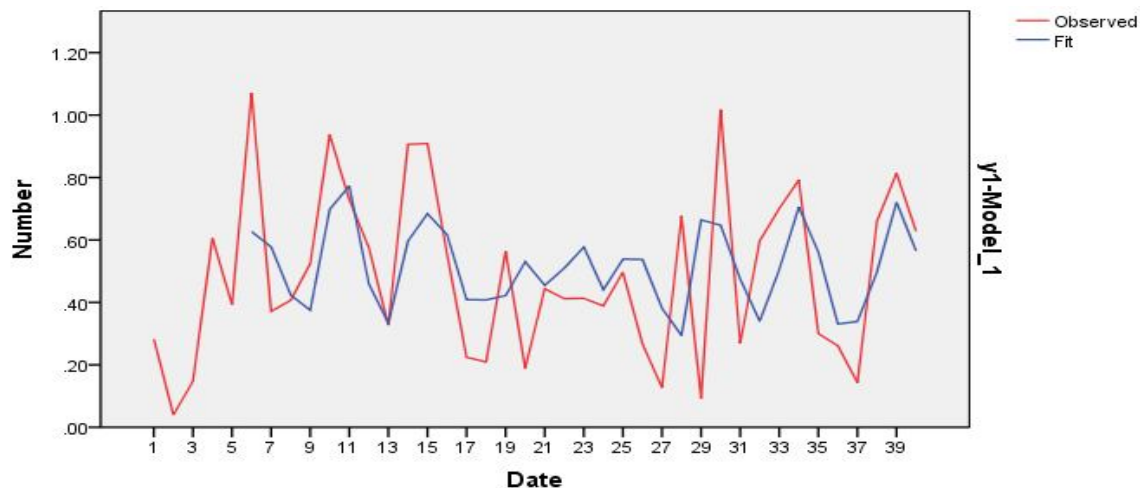
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية غير معنوية مما يدل علي عدم معنوية الارتباطات المعنوية بين السلسلتين e_t, α_t .

٣- رسم القيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج :

تم رسم القيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لسلسلة المخرج y_t للتأكد من دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة كما في الشكل التالي:

الشكل (٤-٥) :الرسم البياني للقيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لنموذج دالة التحويل



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أنه يوجد تطابق بين القيم التقديرية (fit) للنموذج المقدر مع القيم الحقيقية (observed) لسلسلة المخرج مما يدل علي دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة .
نستنتج من نتيجة الفحص ١ ، ٢ ، ٣ أن نموذج دالة التحويل المقدر هو النموذج الملائم لبيانات الدراسة ويتصف بالدقة .

٤-٢-٢-٢ تحليل نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى القصير :

تم تحليل أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة باستخدام برنامج Statistica وتم اختبار وتحديد هذه النماذج من خلال عدة اجراءات يمكن تمثيلها في التالي :

٤-٢-٢-١ وصف الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى القصير :

تم وصف نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية لهذه البيانات المولدة كما في الجدول التالي :

جدول (٤-٧) : وصف نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات ذات المدى القصير

اسم الشبكة	خطأ التدريب	خطأ الاختبار	خطأ التحقق	دالة التنشيط
MLP 1-2-1	0.045017	0.053801	0.026958	Logistic

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

نوع الشبكة :

نلاحظ انه تم استخدام شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات MLP لبناء نموذج الشبكة للبيانات المولدة y_t, x_t وهما سلسلة المدخل وسلسلة المخرج، وتعتبر MLP من أهم انواع الشبكات العصبية الي تستخدم في التنبؤ بالسلاسل الزمنية .

بنية النموذج :

تم تحديد معمارية وبنية الشبكة من خلال تجريب عدد من التراكيب المختلفة والمفاضلة بينها باستخدام معيار أخطاء التدريب واطفاء الاختبار واطفاء التحقق حيث أن هذه العملية تكرر حتي تصل الي بنية معينة اعتمادا علي اقل اخطاء التدريب للبيانات المختلفة حيث يتم التكرار حتي يظهر التدني المستمر في قيمة الخطأ المصاحب لعملية التدريب وعندما نلاحظ أن قيمة الخطأ قد تدني كثيرا، توقف في الانخفاض عنده يتم التوقف في عملية التدريب والاعتماد علي البنية والمعمارية التي توقفت فيها عملية التدريب .

نلاحظ من الجدول اعلاه أنه قد تم اختيار المعمارية MLP 1-2-1 لبيانات الدراسة اعتمادا علي اخطاء التدريب التي توقف الانخفاض فيها وهي 0.04 . وتعني هذه البنية 1-2-1 انه توجد طبقة ادخال واحدة وهي البيانات المولدة لسلسلة المدخل x_t وتوجد بالبنية طبقتين خفيتين وتوجد طبقة اخراج واحدة وهي سلسلة المخرج y_t .

دوال التحفيز :

تم استخدام دوال تحفيز او دوال تنشيط حيث تم استخدام الدالة اللوجستية وتم استخدام خوارزمية الانتشار السريع للتدريب .

مدخلات الشبكة :

تم تغذية الشبكة العصبية الاصطناعية بالسلاسل الزمنية المولدة وهما سلسلة المخرج وسلسلة المدخل ، وتم تقسيم البيانات المدخلة الي الشبكة بطريقة الثلث تلافياً لحدوث اي مشاكل في التدريب حيث :

٣٤% من البيانات لإجراء التدريب .

٣٣ % من البيانات لإجراء الاختبار .

٣٣% من البيانات لإجراء التحقق .

٤-٢-٢-٢ أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى القصير :

إن أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية تعطي كما في الجدول التالي :

جدول (٤-٨): أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية

0.553141	0.031698	-0.106921	0.117165	0.057980	0.053610	-0.046294	قيم الازان
----------	----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	------------

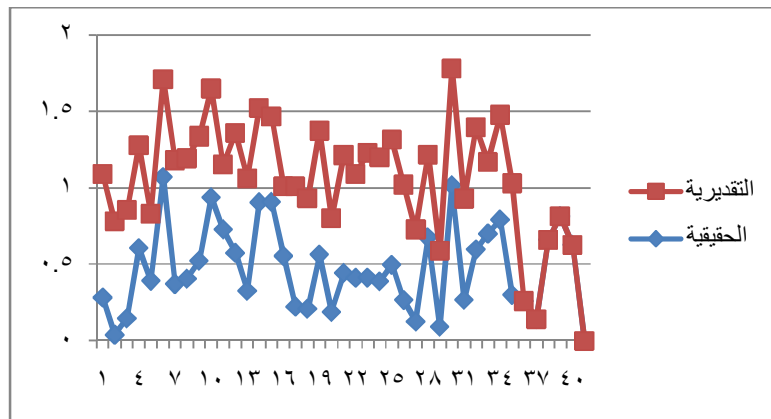
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

٤-٢-٢-٣ الاختبار التشخيصي لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى

القصير :

بعد أن تم تحديد نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية لهذه الدراسة لابد من فحصه للتأكد من دقته واستخدامه في التنبؤ وذلك برسم القيم الحقيقية لسلسلة المخرج مع القيم التقديرية لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية MLP1-2-1 وكان شكل الرسم البياني لذلك كما يلي :

الشكل (٤-٦) : الرسم البياني للقيم التقديرية (fit) للنموذج مع القيم الحقيقية (observed) لنموذج الشبكات العصبية الاصطناعية



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Excel

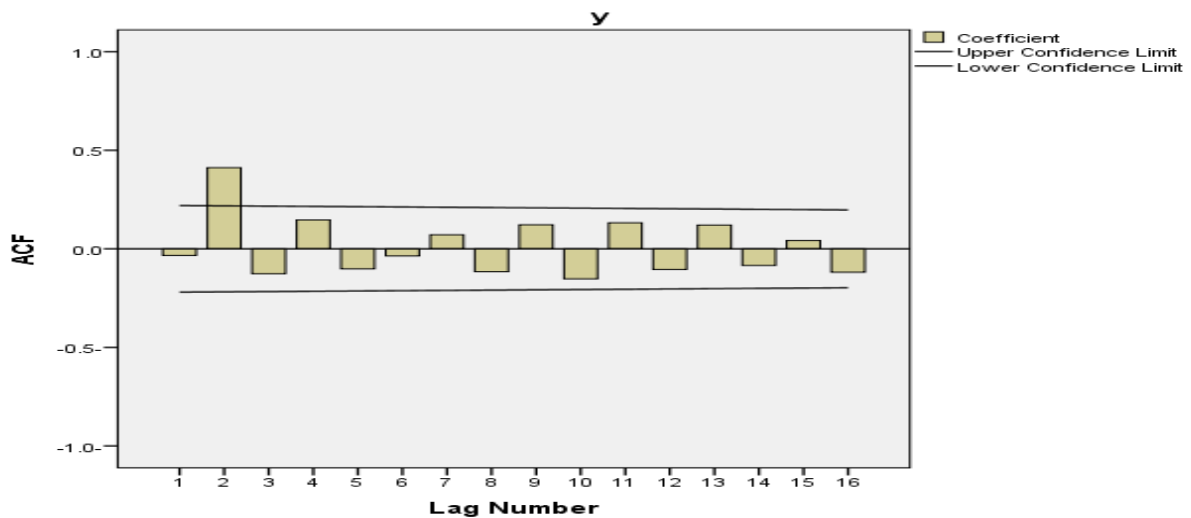
نلاحظ من الشكل (٦-٤) انه لا يوجد تطابق متواصل للقيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج مما يدل علي يتصف بدرجة دقة أقل .

٣-٤ تحليل بيانات السلسلة الزمنية ثنائية المتغيرات المولدة ذات المدى الطويل نسبياً (٨٠ مفردة):

١-٣-٤ تقدير نموذج دالة التحويل للبيانات المولدة ذات المدى الطويل نسبياً يتم بالخطوات التالية
١-٣-٤-١ اختبار السكون للبيانات المولدة ذات المدى الطويل نسبياً :

١- نختبر السكون للسلسلة الزمنية Y المولدة والتي تمثل سلسلة المخرج وذلك بفحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل أدناه :

الشكل (٧-٤): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة y_t

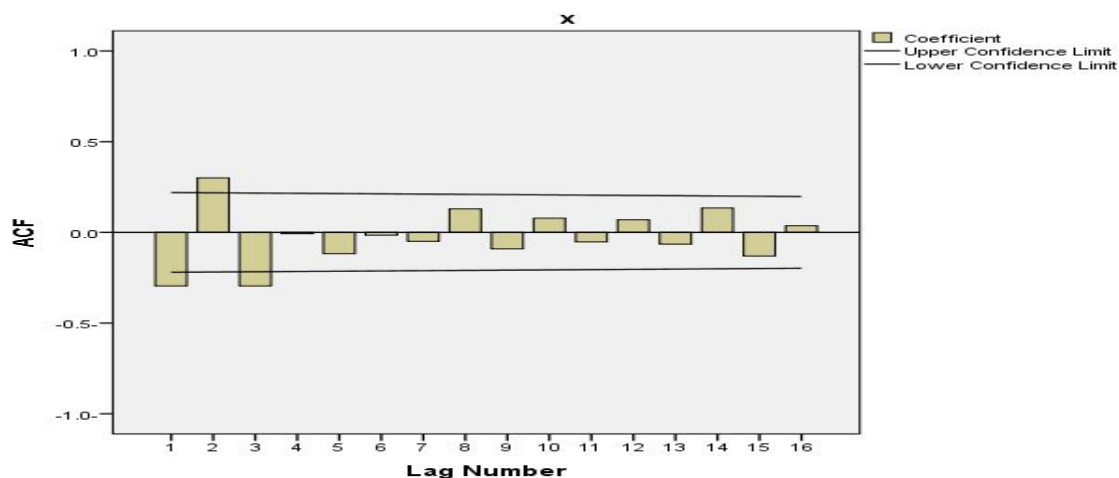


المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن غالبية معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل حدي الثقة ماعدا معامل ارتباط واحد فقط مما يدل علي سكون السلسلة الزمنية .

٢- نختبر السكون للسلسلة الزمنية x المولدة والتي تمثل سلسلة المخرج وذلك بفحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل التالي :

الشكل (٤-٨): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة x_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن غالبية معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل حدي الثقة ما عدا الثلاث المعاملات الأولى للارتباطات مما يدل على سكون السلسلة الزمنية .

٤-٣-١-٢ تبيض سلسلة المدخل للبيانات المولدة ذات المدالطول نسبيا X وسلسلة المخرج Y للبيانات المولدة ذات المدى الطويل نسبيا :

يتم تحديد نموذج ARIMA المناسب ل Y_t, X_t وذلك من خلال معايير اختيار الرتبة كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-٩): معايير اختيار أفضل نموذج أريما

النموذج	RMSE	MAE	Normalized BIC
$(1,0,0) X_t$	.291	.232	-2.363
Y_t	.308	.258	-2.243
$(2,0,0) X_t$	.283	.233	-2.400
Y_t	.281	.241	-2.371
$(2,0,2) X_t$	.279	.228	-2.279
Y_t	.282	.240	-2.249
$(3,0,3) X_t$	.279	.227	-2.171
Y_t	.287	.239	-2.114
$(4,0,4) X_t$	.282	.224	-2.039

Y_t	.283	.227	-2.031
$(5,0,5) X_t$	.288	.220	-2.086
Y_t	.282	.222	-1.932
$(5,0,3) X_t$	.275	.220	-2.086
Y_t	.275	.220	-2.086

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ من الجدول أعلاه أن النموذج $(2,0,0)$ يأخذ أقل قيم للمعايير (Normalized MAE، RMSE، BIC) للسلسلة الزمنية Y_t أي أنه نموذج أريما المناسب لسلسلة المخرج ونلاحظ أن النموذج $(5,0,3)$ يأخذ أقل قيم للمعايير (Normalized BIC، MAE، RMSE) للسلسلة الزمنية X_t أي أنه نموذج أريما المناسب لسلسلة المدخل ، وبذلك نكون قد قمنا بتبويض هذه السلاسل .

٤-٣-١ حساب الارتباطات التقاطعية بين سلسلة المدخل المبيضة α_t للبيانات المولدة ذات المدي

الطويل نسبيا وسلسلة المخرج المبيضة β_t للبيانات المولدة ذات المدي الطويل نسبيا :

تم حساب الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين المبيضتين بإبطاء يساوي ٧ كما في الجدول أدناه:

جدول (٤-١٠): قيم الارتباط التقاطعي

الإبطاء	-٧	-٦	-٥	-٤	-٣	-٢	-١	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الارتباط التقاطعي	-٠.٣	-٠.٠٧	٠.٠٢	-٠.٠٤	-٠.١	-٠.٠٩	-٠.٠٧	٠.٠٥	٠.٠٨	٠.١	-٠.٠٠٨	-٠.٠٦	٠.٠٣	-٠.٠٢	-٠.٠٨

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

٤-٣-١-٤ تقدير مباشر لأوزان الدالة التحويلية اعتمادا على قيم الارتباطات التقاطعية :

تم تقدير الأوزان للدالة التحويلية باستخدام المعادلة (٢-١٧) كما في الجدول أدناه:

جدول (٤-١١): قيم أوزان الدالة التحويلية

الوزن	v_0	v_1	v_2	v_3
قيمة الوزن	-٠.٠٥	٠.٠٩	٠.١٣	٠.٠٠

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن قيمة الوزن الثالث تساوي الصفر أي أن الأوزان قد بدأت بالهبوط الأسى لذلك سوف نختار الأوزان للدالة التحويلية حتى الوزن الثالث $(v_0 - v_2)$.

٤-٣-١-٥ تحديد قيم r, s, b

بعد أن تم حساب قيم أوزان الدالة التحويلية وجد أن الأوزان التي تساوي صفر بعد v_0 تساوي ٢ أوزان مما يعني أن قيمة b (الزمن الميت) تساوي ٢ ، وبعد أن تم اختيار مجموعة من قيم الارتباطات التقاطعية وتم حساب MSE لها وجد أن أقل مجموعة لها القيمة MSE هي عندما تم وضع قيمة r تساوي ٤ وقيمة s تساوي ٢.

٤-٣-١-٦ تقدير مبدئي للضجة n_t وتحديد نموذج ARIMA المناسب له :

تم التقدير المبدئي للضجة باستخدام الصيغة (٢-١٨) ، حيث تحصلنا على قيم متغير الضجة المبدئية وكان متوسط هذه القيم يساوي -0.02 ، وبعد استخدام معايير أفضل نموذج ARIMA مثل ما تم استخدامها في الجدول (٤-١) تم اختيار النموذج ARIMA(4,0,4) لأنه يأخذ أقل قيم للمعايير حيث كانت القيم تساوي
 .RMSE=.413 , MAE=.306 , Normalized BIC= -1.267

٤-٣-١-٧ تقدير معاملات نموذج دالة التحويل الثنائية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل نسبياً :

نموذج دالة التحويل المقدر لهذه البيانات المولدة يتم استخراجها من الجدول التالي :
 جدول (٤-١٢) : قيم معاملات نموذج دالة التحويل

المعامل	المقدر	الخطأ المعياري	قيمة Z	القيمة الاحتمالية
الثابت	.612	.049	12.390	.000
ϕ_1	-1.10	.239	-4.62	.000
ϕ_2	-.39	.275	-1.44	.153
ϕ_3	-.33	.203	1.63	.180
ϕ_4	-.42	.167	-2.54	.014
θ_1	-1.08	54.458	-0.01	.984
θ_2	-1.05	126.38	-.008	.993
θ_3	-1.15	292.102	-0.003	.997
θ_4	-.86	184.119	-0.004	.996
b			2	
w_0	-.129	.052	-2.51	.015

.008	2.73	.076	.208	w_1
.520	.647	.075	.048	w_2
.000	-6.42	.224	-.144	s_1
.000	-7.78	.130	-1.01	s_2
.000	-10.17	.130	-1.31	s_3
.000	-4.61	.180	-.82	s_4

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول أعلاه نلاحظ أن المعلمات المقدره المعنوية أي أن قيمها الاحتمالية أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ هي ($\phi_1, \phi_4, \omega_0, \omega_1, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$) وهي تؤثر في النموذج لذا يمكن كتابة نموذج دالة التحويل المقدر كالتالي :

$$y_t = \frac{-1.29 - .208\beta}{1 + 1.44\beta + 1.10\beta^2 + 1.31\beta^3 + .82\beta^4} \beta^2 x_{t-2} + \frac{1}{1 + 1.10\beta + .42\beta^3} \rightarrow (2-4)$$

٤-٣-١-٨ الاختبار التشخيصي للنموذج المقدر للبيانات المولدة ذات المدي الطويل نسبيا:

١- فحص الارتباطات الذاتية بأنها صغيرة وعشوائية بين e_t, α_t :

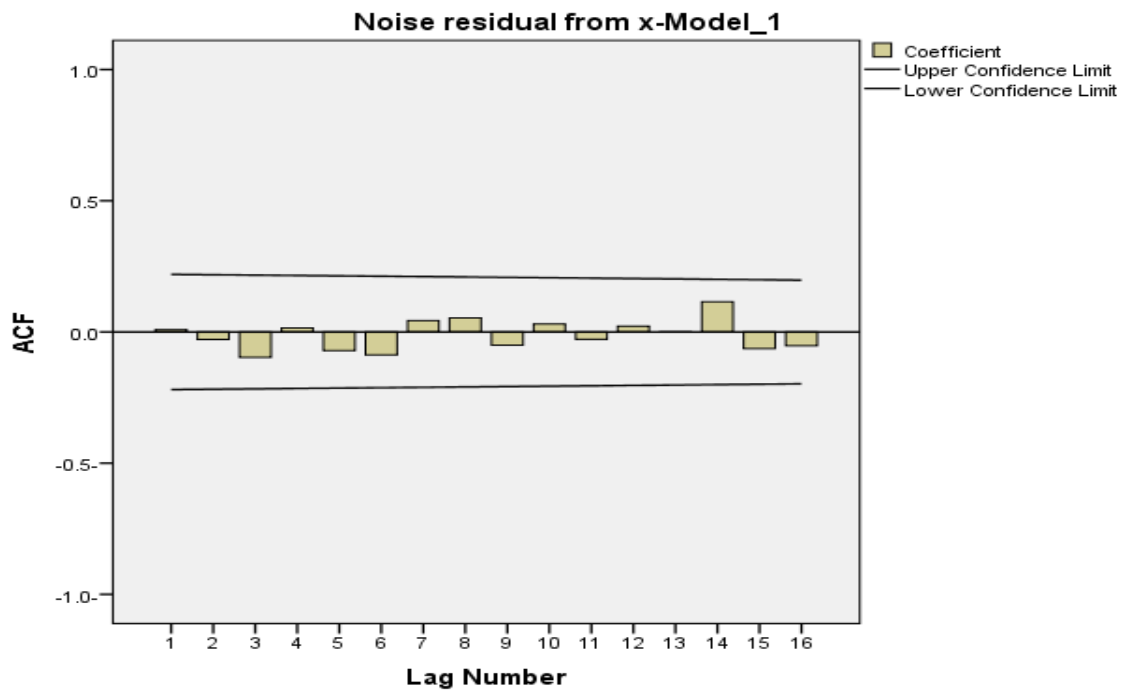
تم فحص هذه الارتباطات برسمها واستخدام اختبار بوكس- لوجنق للتأكد من أنها صغيرة وعشوائية ، حيث كانت النتائج كما يلي :

جدول (٤-١٣): فحص وتشخيص النموذج باستخدام قيم الارتباطات الذاتية

.04	-.08	-.07	.016	-.09	-.02	.008	الارتباطات الذاتية للسلسلة α_t
.950	.920	.932	.926	.833	.964	.942	بوكس-لوجنق (sig)
.067	-.171	.023	.097	.045	-.07	.057	الارتباطات الذاتية للسلسلة e_t
.720	.660	.888	.796	.824	.688	.619	بوكس-لوجنق (sig)

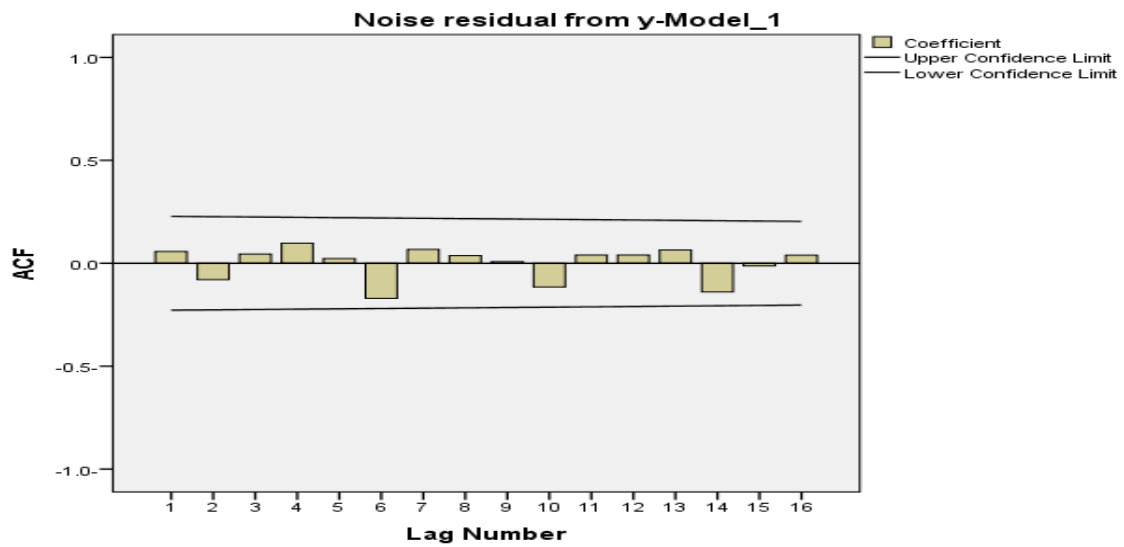
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (٤-٩): قيم معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة α_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (٤-١٠): معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة e_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول والاشكال اعلاه نلاحظ ان قيم معاملات الارتباطات الذاتية صغيرة وعشوائية للسلسلتين حيث أن القيم الاحتمالية لاختبار بوكس-لوجنق غير معنوية مما يدل علي أنها صغيرة وعشوائية والرسومات البيانية تدعم ذلك .

٢- فحص عدم معنوية الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين e_t, α_t

تم حساب قيم معاملات الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين وتم اختبار معنوية العلاقة بينها باستخدام اختبار بيرسون وكانت النتيجة كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-١٤): اختبار معنوية الارتباطات التقاطعية

قيمة معامل الارتباط	sig
-.05	.67

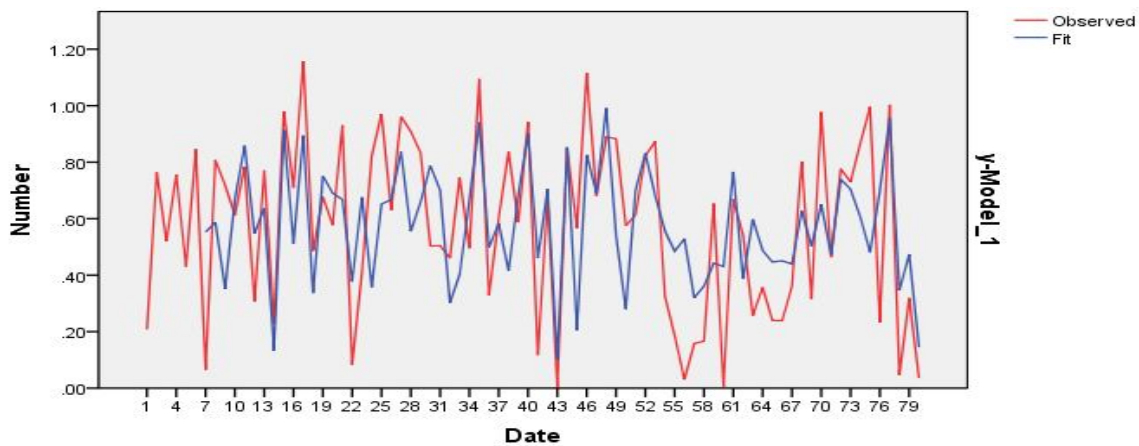
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية غير معنوية مما يدل علي عدم معنوية الارتباطات المعنوية بين السلسلتين e_t, α_t .

٣- رسم القيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج :

تم رسم القيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لسلسلة المخرج y للتأكد من دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة كما في الشكل التالي:

الشكل (٤-١١) : الرسم البياني للقيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لنموذج دالة التحويل



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أنه يوجد تطابق بين القيم التقديرية (fit) للنموذج المقدر مع القيم الحقيقية (observed) لسلسلة المخرج مما يدل علي دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة .
 نستنتج من نتيجة الفحص ١ ، ٢ ، ٣ أن نموذج دالة التحويل المقدر هو النموذج الملائم لبيانات الدراسة ويتصف بالدقة .

٤-٣-٢ تحليل نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل نسبياً :

تم استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية لبيانات الدراسة باستخدام برنامج Statistica وتم اختبار وتحديد هذه النماذج من خلال عدة اجراءات يمكن تمثيلها في التالي:

٤-٣-٢-١ وصف نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل نسبياً :

جدول (٤-١٥): وصف نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية

اسم الشبكة	خطأ التدريب	خطأ الاختبار	خطأ التحقق	دالة التنشيط
MLP 1-2-1	0.031849	0.049608	0.046750	Logistic

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

نوع الشبكة :

نلاحظ انه تم استخدام شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات MLP لبناء نموذج الشبكة للبيانات المولدة y_t, x_t وهما سلسلة المدخل وسلسلة المخرج، وتعتبر MLP من أهم انواع الشبكات العصبية الي تستخدم في التنبؤ بالسلاسل الزمنية .

بنية النموذج :

تم تحديد معمارية وبنية الشبكة من خلال تجريب عدد من التراكيب المختلفة والمفاضلة بينها باستخدام معيار أخطاء التدريب واطء الاختبار واطء التحقق حيث أن هذه العملية تكرر حتي تصل الي بنية معينة اعتمادا علي اقل اخطاء التدريب للبنيات المختلفة حيث يتم التكرار حتي يظهر التدني المستمر في قيمة

الخطأ المصاحب لعملية التدريب وعندما نلاحظ أن قيمة الخطأ قد تدني كثيرا، توقف في الانخفاض عنده يتم التوقف في عملية التدريب والاعتماد علي البنية والمعمارية التي توقفت فيها عملية التدريب .

نلاحظ من الجدول اعلاه أنه قد تم اختيار المعمارية MLP 1-2-1 لبيانات الدراسة اعتمادا علي اخطاء التدريب التي توقف الانخفاض فيها وهي 03. وتعني هذه البنية 1-2-1 انه توجد طبقة ادخال واحدة وهي البيانات المولدة لسلسلة المدخل x_i وتوجد بالبنية طبقتين خفيتين وتوجد طبقة اخراج واحدة وهي سلسلة المخرج y_i .

دوال التحفيز :

تم استخدام دوال تحفيز (دوال تنشيط) حيث استخدامات الدالة اللوجستية وتم استخدام خوارزمية الانتشار السريع للتدريب.

مدخلات الشبكة :

تم تغذية الشبكة العصبية الاصطناعية بالسلاسل الزمنية المولدة وهما سلسلة المخرج وسلسلة المدخل ، وتم تقسيم البيانات المدخلة الي الشبكة بطريقة الثلث تلافياً لحدوث اي مشاكل في التدريب حيث :

34% من البيانات لإجراء التدريب .

33% من البيانات لإجراء الاختبار .

33% من البيانات لإجراء التحقق .

4-3-2-2 أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل نسبيا :

إن أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية تعطي كما في الجدول التالي :

جدول (٤-١٦): أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية

0.974	1.638	-1.751	-0.290	0.117	-0.102	1.319	1.532	قيم الازان
-------	-------	--------	--------	-------	--------	-------	-------	------------

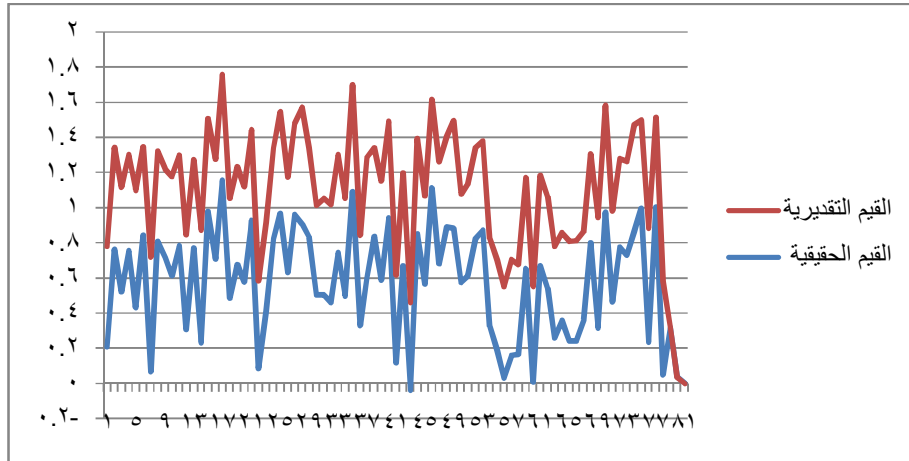
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

٤-٣-٢-٣ الاختبار التشخيصي لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى

الطويل نسبياً:

بعد أن تم تحديد نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية لهذه الدراسة لابد من فحصه للتأكد من دقته واستخدامه في التنبؤ وذلك برسم القيم الحقيقية لسلسلة المخرج مع القيم التقديرية لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية MLP1-2-1 وكان شكل الرسم البياني لذلك كما في (٤-١٢) :

الشكل (٤-١٢) : الرسم البياني للقيم التقديرية (fit) للنموذج مع القيم الحقيقية (observed) لنموذج الشبكات العصبية الاصطناعية



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Excel

نلاحظ من الشكل اعلاه انه لا يوجد تطابق متواصل للقيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج مما يدل علي أن النموذج يتصف بدرجة دقة أقل.

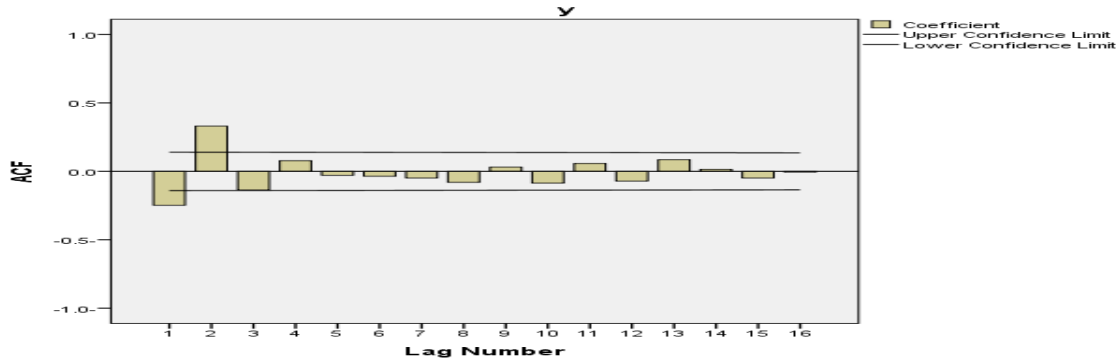
٤-٤ تحليل بيانات السلسلة الزمنية ثنائية المتغيرات المولدة ذات المدى الطويل (٢٠٠ مفردة):

٤-٤-١ تقدير نموذج دالة التحويل للبيانات المولدة ذات المدى الطويل يتم بالخطوات التالية :

٤-٤-١-١ اختبار السكون للبيانات المولدة ذات المدى الطويل:

١- نختبر السكون للسلسلة الزمنية Y المولدة والتي تمثل سلسلة المخرج وذلك بفحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل (٤-١٣):

الشكل (٤-١٣): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة y_t

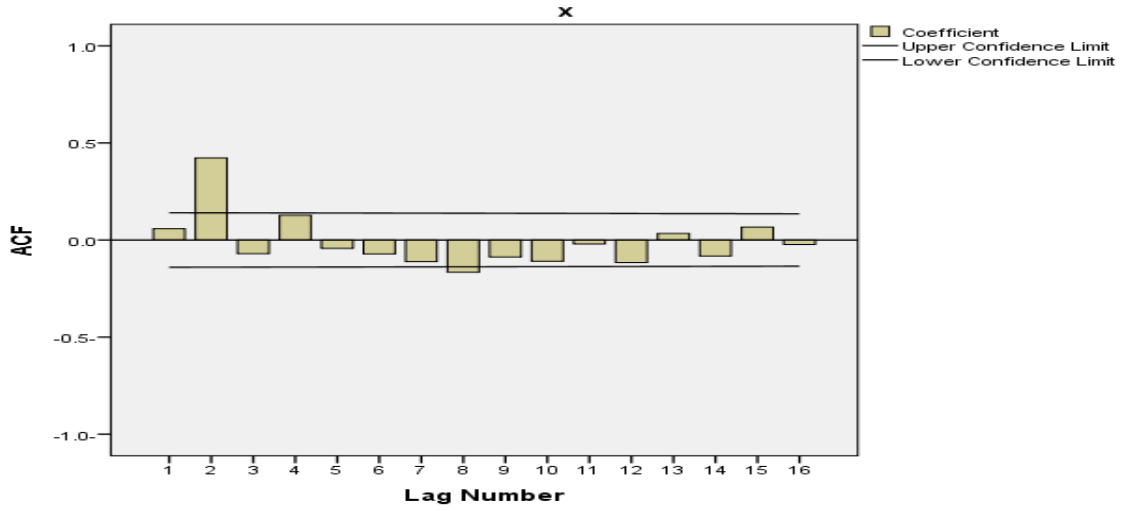


المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن غالبية معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل حدي الثقة ماعدا معامل الارتباط الأول ومعامل الارتباط الثاني فقط مما يدل علي سكون السلسلة الزمنية .

٢- نختبر السكون للسلسلة الزمنية x المولدة والتي تمثل سلسلة المخرج وذلك بفحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل أدناه :

الشكل (٤-١٤): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة x_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

حيث نلاحظ أن جميع معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل حدي الثقة ماعدا معاملين للارتباطات الذاتية مما يدل علي سكون السلسلة الزمنية .

٤-١-٢ تبيض سلسلة المدخل X وسلسلة المخرج Y للبيانات المولدة ذات المدى الطويل :
يتم تحديد نموذج ARIMA المناسب ل Y_t, X_t وذلك من خلال معايير اختيار الرتبة كما في الجدول التالي:

جدول (٤-١٧): معايير اختيار أفضل نموذج أريما

Normalized BIC	MAE	RMSE	النموذج
-2.281	.263	.307	$(1,0,1) X_t$
-2.332	.255	.300	Y_t
-2.404	.237	.281	$(2,0,2) X_t$
-2.307	.251	.295	Y_t
--2.345	.236	.282	$(3,0,3) X_t$
-2.213	.254	.301	Y_t
-2.335	.228	.276	$(4,0,4) X_t$
-2.193	.248	.296	Y_t
-3.342	.226	.275	$(3,0,5) X_t$
-1.5717	.246	.295	Y_t

-1.499	.229	.278	$X_t (5,0,5)$
-2.162	.242	.293	Y_t

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ من الجدول أعلاه أن النموذج (5,0,5) يأخذ أقل قيم للمعايير (Normalized MAE, RMSE, BIC) للسلسلة الزمنية Y_t أي أنه نموذج أريما المناسب لسلسلة المخرج ونلاحظ أن النموذج (3,0,5) يأخذ أقل قيم للمعايير (Normalized MAE, RMSE, BIC) للسلسلة الزمنية X_t أي أنه نموذج أريما المناسب لسلسلة المدخل ، وبذلك نكون قد قمنا بتبييض هذه السلاسل.

٤-٤-١-٣ حساب الارتباطات التقاطعية بين سلسلة المدخل المبيضة α_t للبيانات المولدة ذات المدي

الطويل سلسلة المخرج المبيضة β_t للبيانات المولدة ذات المدي الطويل :

تم حساب الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين المبيضتين بإبطاء يساوي ٧ كما في الجدول أدناه:

جدول (٤-١٨): قيم الارتباط التقاطعي

الإبطاء	-٧	-٦	-٥	-٤	-٣	-٢	-١	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الارتباط التقاطعي	.05	-0.01	.03	-0.05	.03	.15	.006	-0.01	-0.03	-0.10	.12	-0.02	.03	.01	-0.003

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

٤-٤-١-٤ تقدير مباشر لأوزان الدالة التحويلية اعتمادا على قيم الارتباطات التقاطعية

تم تقدير الأوزان للدالة التحويلية باستخدام المعادلة (٢-١٧) كما في الجدول أدناه:

جدول (٤-١٩): قيم أوزان الدالة التحويلية

الوزن	v_0	v_1	v_2	v_3	v_4
قيمة الوزن	-0.11	-0.04	-0.12	.14	.00

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن قيمة الوزن الرابع تساوي الصفر أي أن الأوزان قد بدأت بالهبوط الأسى لذلك سوف نختار الأوزان للدالة التحويلية حتي الوزن الثالث ($v_0 - v_3$).

٤-٤-١-٥ تحديد قيم r, s, b

بعد أن تم حساب قيم أوزان الدالة التحويلية وجد أن الأوزان التي تساوي صفر بعد v_0 تساوي ٣ أوزان مما يعني أن قيمة b (الزمن الميت) تساوي ٣ ، ويعد أن تم اختيار مجموعة من قيم الارتباطات التقاطعية وتم

حساب MSE لها وجد أن أقل مجموعة لها القيمة MSE هي عندما تم وضع قيمة r تساوي 0 وقيمة s تساوي 1.

٤-٤-١-٦ تقدير مبدئي للضجة η_t وتحديد نموذج ARIMA المناسب له :

تم التقدير المبدئي للضجة باستخدام الصيغة (٢-١٨) ، حيث تحصلنا علي قيم متغير الضجة المبدئية وكان متوسط هذه القيم يساوي -0.0008، وبعد استخدام معايير أفضل نموذج ARIMA مثل ما تم استخدامها في الجدول (٤-١) تم اختيار النموذج ARIMA(5.0,5) لأنه يأخذ أقل قيم للمعايير حيث كانت القيم تساوي
 .RMSE=.293 , MAE=.247 , Normalized BIC= -2.157

٤-٤-١-٧ تقدير معاملات نموذج دالة التحويل الثنائية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل:

يتم استخراج معاملات نموذج دالة التحويل المقدر من الجدول التالي :

جدول (٤-٢٠): قيم معاملات نموذج دالة التحويل

المعامل	المقدر	الخطأ المعياري	قيمة Z	القيمة الاحتمالية
الثابت	.610	.033	18.36	.000
ϕ_1	.052	.338	.155	.877
ϕ_2	.671	.169	3.959	.000
ϕ_3	-.64	.299	-2.32	.021
ϕ_4	-.43	.211	-2.08	.039
ϕ_5	-.01	.280	-0.06	.948
θ_1	.208	1.54	.135	.893
θ_2	.313	.612	.152	.609
θ_3	-0.72	1.58	-.45	.647
θ_4	-.130	.661	-.19	.884
θ_5	-.29	.580	-.50	.612
b			3	
w_0	-.113	.066	-1.73	.084
s_1	-.07	.160	-4.98	.000

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول السابق نلاحظ أن المعلمات المقدرة المعنوية أي أن قيمها الاحتمالية أقل من مستوى المعنوية ٠.٠٥ هي $(\phi_2, \phi_3, \phi_4, \omega_0, \delta_1)$ وهي تؤثر في النموذج لذا يمكن كتابة نموذج دالة التحويل المقدر كالتالي:

$$y_t = \frac{1}{1+.07\beta} \beta^3 x_{t-3} + \frac{1}{1-.671\beta^2 + .695\beta^2 + .439\beta^3} \rightarrow (3-4)$$

٤-٤-١-٨ الاختبار التشخيصي للنموذج المقدر للبيانات المولدة ذات المدي الطويل:

١- فحص الارتباطات الذاتية بأنها صغيرة وعشوائية بين e_t, α_t :

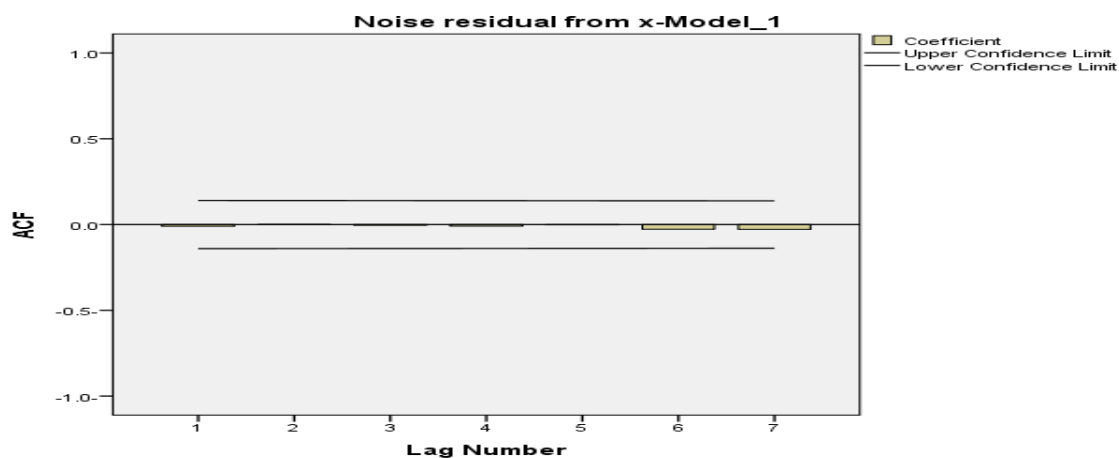
تم فحص هذه الارتباطات برسمها واستخدام اختبار بوكس- لوجنق للتأكد من أنها صغيرة وعشوائية ، حيث كانت النتائج كما يلي :

جدول (٤-٢١): فحص وتشخيص النموذج باستخدام قيم الارتباطات الذاتية

-0.02	-0.02	-0.001	-0.009	-0.004	0	-0.009	الارتباطات الذاتية للسلسلة α_t
1	1	1	1	.999	.990	.889	بوكس-لوجنق(sig)
-0.05	.009	-.01	.023	-.02	-.01	-.003	الارتباطات الذاتية للسلسلة e_t
.955	1	.998	.944	.988	.978	.958	بوكس-لوجنق(sig)

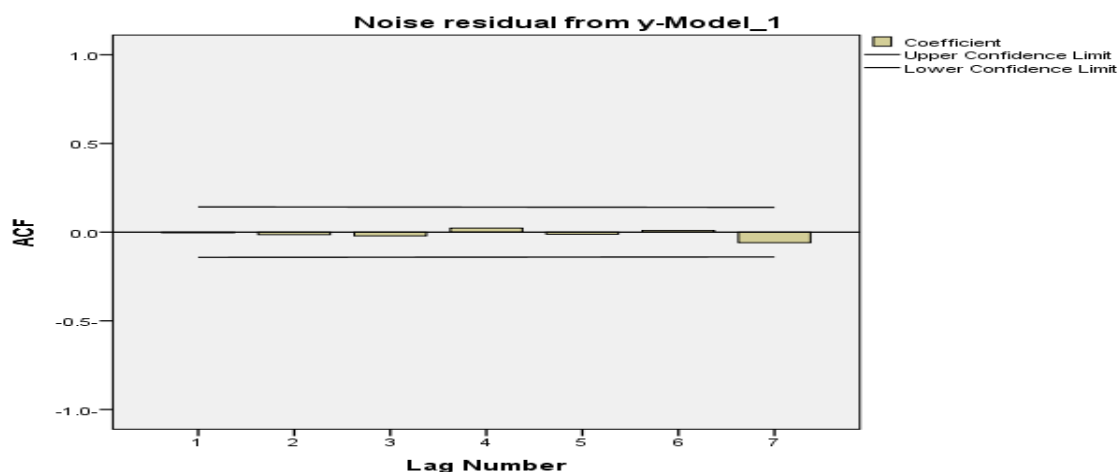
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (١٥-٤): قيم معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة α_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (١٦-٤): معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة e_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول والاشكال السابقة نلاحظ ان معاملات الارتباطات الذاتية صغيرة وعشوائية للسلسلتين حيث أن القيم الاحتمالية لاختبار بوكس-لوجنق غير معنوية مما يدل علي أنها صغيرة وعشوائية والرسومات البيانية تدعم ذلك .

٢- فحص عدم معنوية الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين e_t, α_t

تم حساب قيم معاملات الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين وتم اختبار معنوية العلاقة بينها باستخدام اختبار بيرسون وكانت النتيجة كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-٢٢): اختبار معنوية الارتباطات المعنوية

قيمة معامل الارتباط	sig
-.09	.205

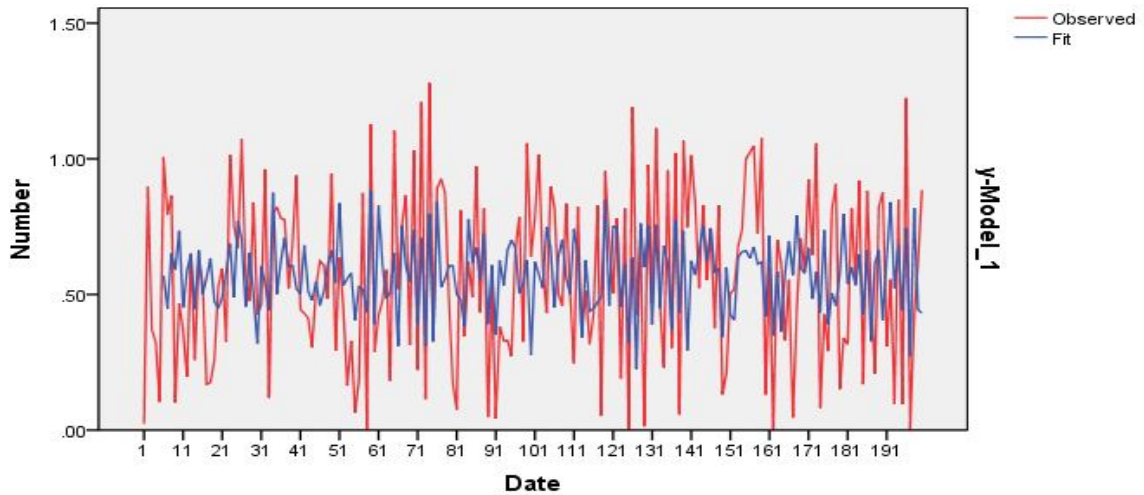
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية غير معنوية مما يدل علي عدم معنوية الارتباطات المعنوية بين السلسلتين e_t, α_t .

٣- رسم القيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج :

تم رسم القيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لسلسلة المخرج y للتأكد من دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة كما في الشكل أدناه :

الشكل (٤- ١٨) :الرسم البياني للقيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لنموذج دالة التحويل



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أنه يوجد تطابق بين القيم التقديرية (fit) للنموذج المقدر مع القيم الحقيقية (observed) لسلسلة المخرج مما يدل علي دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة . نستنتج من نتيجة الفحص ١ ، ٢ ، ٣ أن نموذج دالة التحويل المقدر هو النموذج الملائم لبيانات الدراسة ويتصف بالدقة .

٤-٤-٢ تحليل نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل :

تم تحليل أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية لبيانات المولدة ذات المدى الطويل باستخدام برنامج Statistica وتم اختبار وتحديد هذه النماذج من خلال عدة اجراءات يمكن تمثيلها في التالي :

٤-٢-١- وصف الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل :

إن وصف نموذج الشبكة الاصطناعية لهذه البيانات يوضح كما في الجدول التالي :

جدول (٤-٢٣): وصف نموذج الشبكة العصبية

اسم الشبكة	خطأ التدريب	خطأ الاختبار	خطأ التحقق	دالة التنشيط
MLP 1-2-1	0.035038	0.023826	0.026870	Logistic

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

نوع الشبكة :

نلاحظ انه تم استخدام شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات MLP لبناء نموذج الشبكة للبيانات المولدة y_i, x_i وهما سلسلة المدخل وسلسلة المخرج، وتعتبر MLP من أهم انواع الشبكات العصبية الي تستخدم في التنبؤ بالسلاسل الزمنية .

بنية النموذج :

تم تحديد معمارية وبنية الشبكة من خلال تجريب عدد من التراكيب المختلفة والمفاضلة بينها باستخدام معيار أخطاء التدريب واطء الاختبار واطء التحقق حيث أن هذه العملية تكرر حتي تصل الي بنية معينة اعتمادا علي اقل اخطاء التدريب للبنىات المختلفة حيث يتم التكرار حتي يظهر التدني المستمر في قيمة الخطأ المصاحب لعملية التدريب وعندما نلاحظ أن قيمة الخطأ قد تدني كثيرا، توقف في الانخفاض عنده يتم التوقف في عملية التدريب والاعتماد علي البنية والمعمارية التي توقفت فيها عملية التدريب .

نلاحظ من الجدول اعلاه أنه قد تم اختيار المعمارية MLP 1-2-1 لبيانات الدراسة اعتمادا علي اخطاء التدريب التي توقف الانخفاض فيها وهي 0.035. وتعني هذه البنية 1-2-1 انه توجد طبقة ادخال واحدة وهي البيانات المولدة لسلسلة المدخل x_i وتوجد بالبنية طبقتين خفيتين وتوجد طبقة اخراج واحدة وهي سلسلة المخرج y_i .

دوال التحفيز :

تم استخدام دوال تحفيز او دوال تنشيط حيث تم استخدام الدالة اللوجستية وتم استخدام خوارزمية الانتشار السريع للتدريب.

مدخلات الشبكة :

تم تغذية الشبكة العصبية الاصطناعية بالسلاسل الزمنية المولدة وهما سلسلة المخرج وسلسلة المدخل ، وتم تقسيم البيانات المدخلة الي الشبكة بطريقة الثلث تلافياً لحدوث اي مشاكل في التدريب حيث:

٣٤% من البيانات لإجراء التدريب .

٣٣% من البيانات لإجراء الاختبار .

٣٣% من البيانات لإجراء التحقق .

٤-٤-٢-٢ اوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدى الطويل :

إن أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية تعطي كما في الجدول التالي:

جدول (٤-٢٤): أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية

0.491460	0.044332	-0.429280	-0.083989	0.005004	-0.251555	-0.106807	قيم الاوزان
----------	----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-------------

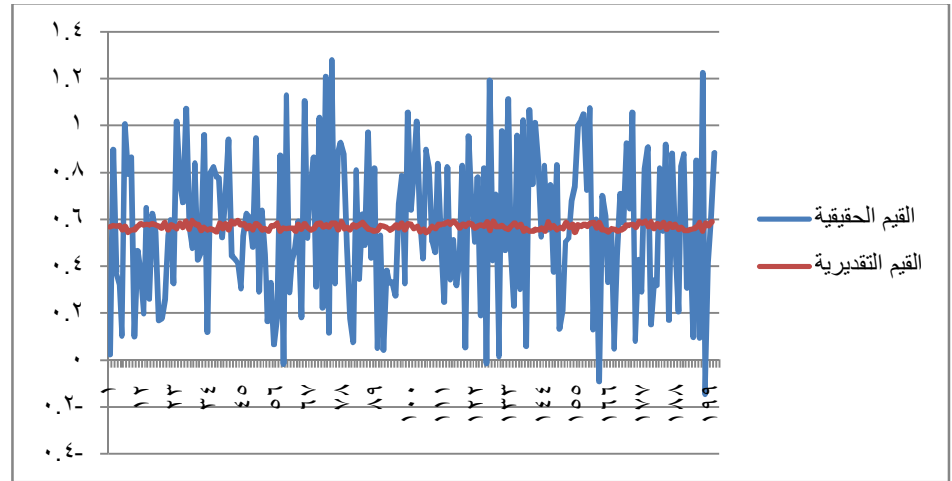
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

٤-٤-٢-٣ الاختبار التشخيصي لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للبيانات المولدة ذات المدي

الطويل:

بعد أن تم تحديد نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية لهذه الدراسة لابد من فحصه للتأكد من دقته واستخدامه في التنبؤ وذلك برسم القيم الحقيقية لسلسلة المخرج مع القيم التقديرية لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية MLP1-2-1 وكان شكل الرسم البياني لذلك كما يلي :

الشكل (٤-١٩) : الرسم البياني للقيم التقديرية (fit) للنموذج مع القيم الحقيقية (observed) لنموذج الشبكات العصبية الاصطناعية



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Excel

نلاحظ من الشكل اعلاه انه لا يوجد تطابق متواصل للقيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج مما يدل علي

أن النموذج يتصف بدرجة أقل .

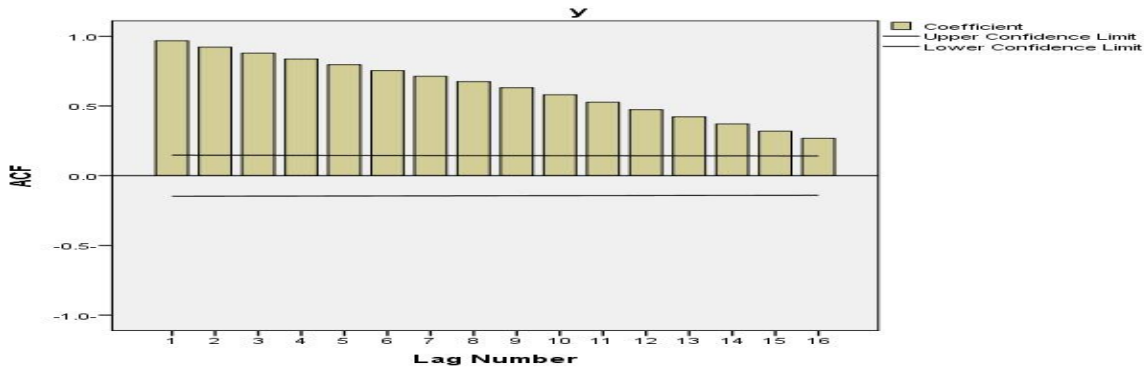
٥-٤ تحليل بيانات السلسلة الزمنية ثنائية المتغيرات للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار:

١-٥-٤ تقدير نموذج دالة التحويل للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار يتم بالخطوات الآتية :

١-١-٥-٤ اختبار السكون للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار :

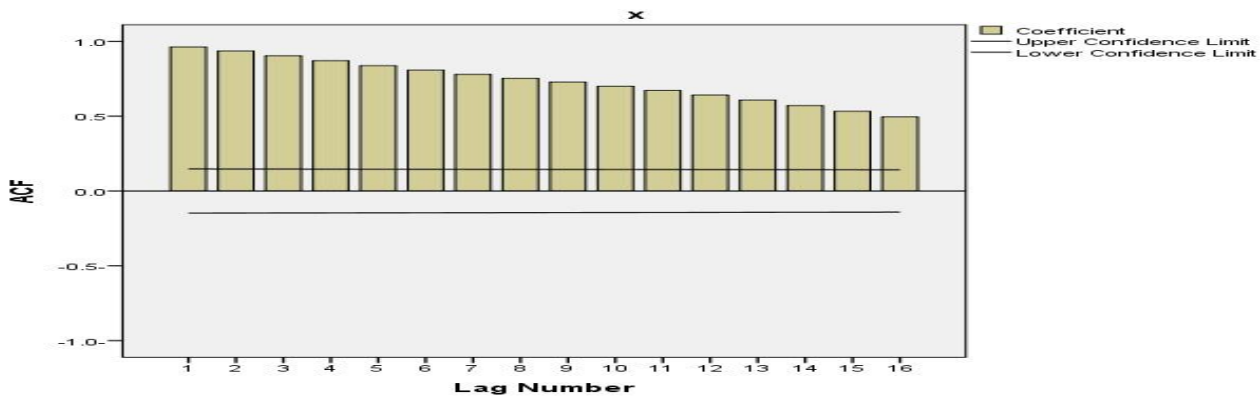
١- السلسلة الزمنية y الخاصة بالكمية المولدة من الكهرباء غير ساكنة وذلك بفحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل أدناه :

الشكل (٢٠-٤): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة y_t



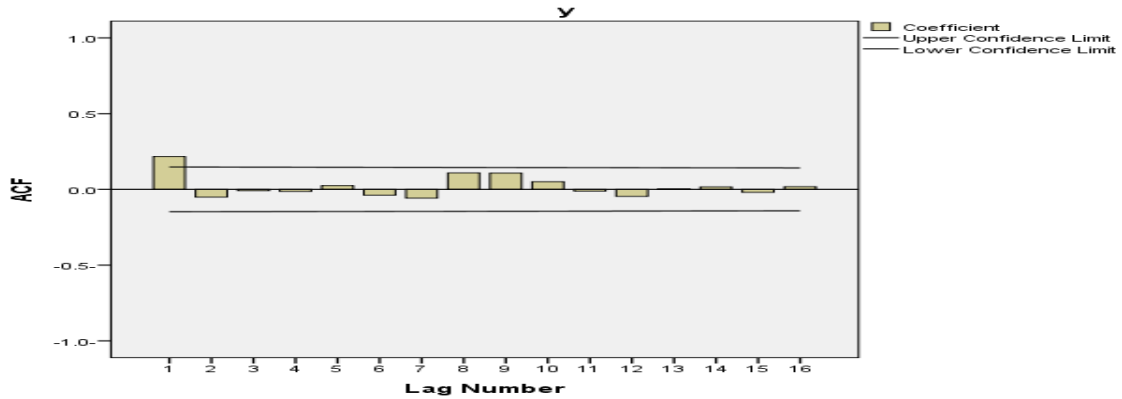
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21 حيث نلاحظ أن جميع معاملات الارتباط الذاتي لا تقع داخل حدي الثقة مما يدل على عدم سكون السلسلة
٢- السلسلة الزمنية x الخاصة بكمية المياه بمحطة خزان سنار غير ساكنة وذلك من خلال فحص سلوك دالة الارتباط الذاتي كما في الشكل التالي أدناه :

الشكل (٢١-٤): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة x_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21
 حيث نلاحظ أن جميع معاملات الارتباط الذاتي لا تقع داخل حدي الثقة مما يدل علي عدم سكون السلسلة.
 ٣- تحولت السلسلة الزمنية Y الي سلسلة زمنية ساكنة بعد أخذ الفرق الأول كما هو موضح بالشكل التالي :

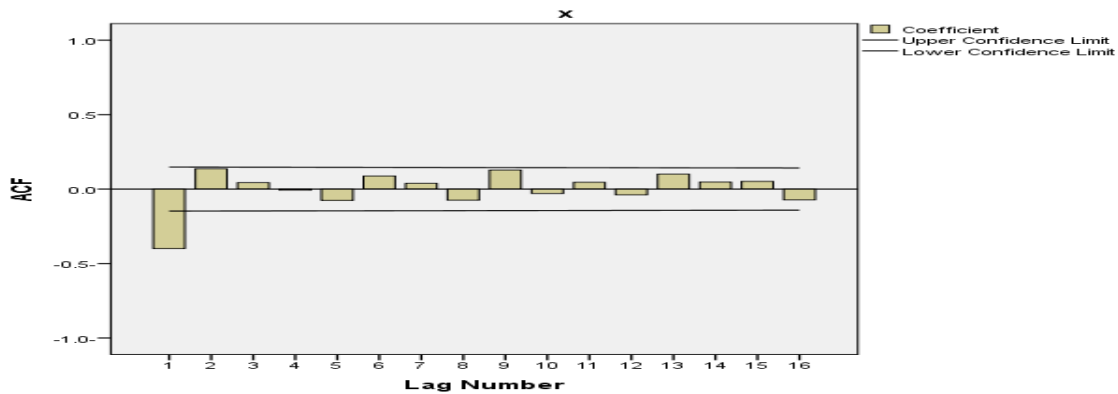
الشكل (٢٢-٤): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة Y_{t-1}



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

حيث نلاحظ وقوع معاملات الارتباط الذاتي داخل حدي الثقة مما يدل علي السكون ، كما تحولت السلسلة الزمنية X سلسلة زمنية ساكنة بعد أخذ الفرق الأول كما في الشكل أدناه :

الشكل (٢٣-٤): الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي للسلسلة X_{t-1}



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

حيث نلاحظ وقوع معاملات الارتباط الذاتي داخل حدي الثقة مما يدل علي السكون .

٤-٥-١-٢ تبيض سلسلة المدخل X (كمية المياه) وسلسلة المخرج Y (كمية الكهرباء المولدة) :
 يتم تحديد نموذج ARIMA المناسب ل Y_t, X_t وذلك من خلال معايير اختيار الرتبة كما في الجدول (٤-٤)
 : (٢٤)

جدول (٤-٢٥): معايير اختيار أفضل نموذج أريما

النموذج	RMSE	MAE	Normalized BIC
$(1,1,0) X_t$	.116	.065	-4.248
Y_t	25.93	9.191	6.567
$(2,1,0) X_t$	.116	.065	-4.234
Y_t	25.95	9.211	6.591
$(0,1,1) X_t$	.116	.065	-4.282
Y_t	25.90	9.22	6.60
$(0,1,2) X_t$	.116	.066	-4.826
Y_t	25.98	9.21	6.589
$(1,1,1) X_t$	.117	.068	-4.9
Y_t	27.93	9.81	6.9
$(2,1,2) X_t$	.118	.069	-4.88
Y_t	26.9	10.11	6.88
$(3,1,3) X_t$	.116	0.66	-4.55
Y_t	26.01	9.23	6.55

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ من الجدول أعلاه أن النموذج $(1,1,0)$ يأخذ أقل قيم لبقية المعايير مما يدل على أنه النموذج المناسب للسلسلتين X_t, Y_t ، وبذلك نكون قد قمنا بتبويض هذه السلاسل.

٤-١-٥-٣ حساب الارتباطات التقاطعية بين سلسلة المدخل المبيضة α_t وسلسلة المخرج المبيضة β_t

تم حساب الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين المبيضتين بإبطاء يساوي ٧ كما في الجدول أدناه:

جدول (٤-٢٦): قيم الارتباط التقاطعي

الإبطاء	-٧	-٦	-٥	-٤	-٣	-٢	-١	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الارتباط التقاطعي	.017	.001	-.016	-.007	.04	.042	.057	.014	-.008	-.039	.043	-.036	.01	.041	.031

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

٤-١-٥-٤ تقدير مباشر لأوزان الدالة التحويلية اعتمادا على قيم الارتباطات التقاطعية

تم تقدير الأوزان للدالة التحويلية باستخدام المعادلة (٢-١٧) كما في الجدول التالي:

جدول (٤-٢٧) : قيم أوزان الدالة التحويلية

الوزن	v_0	v_1	v_2	v_3	v_4
قيمة الوزن	٣.١٢	١٢.٧١	٩.٣٧	٨.٩٢	٠.٠٠

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن قيمة الوزن الرابع تساوي الصفر أي أن الأوزان قد بدأت بالهبوط الأسى لذلك سوف نختار الأوزان للدالة التحويلية حتي الوزن الثالث ($v_0 - v_3$).

٤-١-٥-٥ تحديد قيم r, s, b

بعد أن تم حساب قيم أوزان الدالة التحويلية وجد أن الأوزان التي تساوي صفر بعد v_0 تساوي ٣ أوزانما يعني أن قيمة b (الزمن الميت) تساوي ٣ ، وبعد أن تم اختيار مجموعة من قيم الارتباطات التقاطعية وتم حساب MSE لها وجد أن أقل مجموعة لها القيمة MSE هي عندما تم وضع قيمة r تساوي ٢ وقيمة s تساوي صفر.

٤-١-٥-٦ تقدير مبدئي للضجة n_t وتحديد نموذج ARIMA المناسب له :

تم التقدير المبدئي للضجة باستخدام الصيغة (٢-١٨) ، حيث حصلنا علي قيم متغير الضجة المبدئية وكان متوسط هذه القيم يساوي ١٤٠٧٥.٠٠٢- ، وبعد استخدام معايير أفضل نموذج ARIMA مثل ما تم استخدامها في الجدول (٤-١) تم اختيار النموذج $ARIMA(3, 1, 3)$ لأنه يأخذ أكبر قيمة لمعامل التحديد والتي تساوي 94. وأقل قيم لبقية المعايير حيث كانت القيم تساوي $MAE=9.3$, $RMSE=26.16$, $Normalized BIC= 6.68$.

٤-١-٥-٧ تقدير معلمات نموذج دالة التحويل الثنائية لكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة

خزان سنار:

نموذج دالة التحويل المقدر لكمية المنتجة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار يستخرج من الجدول التالي :

جدول (٤-٢٨) : قيم معلمات نموذج دالة التحويل

المعامل	المقدر	الخطأ المعياري	قيمة Z	القيمة الاحتمالية
الثابت	-0.510	2.38	-0.214	0.832
ϕ_1	-1.900	0.346	-5.48	0.000
ϕ_2	-1.58	0.639	-1.69	0.092
ϕ_3	-0.088	0.355	-0.264	0.792
θ_1	-2.216	0.158	-13.75	0.000

.000	-4.116	.369	-1.519	θ_2
.337	-.963	.285	-.275	θ_3
3				b
.114	1.589	3.602	5.742	w_0
.000	-13.03	.040	-.519	s_1
.000	-23.66	.042	-.984	s_2

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول أعلاه نلاحظ أن المعلمات المقدرّة المعنوية أي أن قيمها الاحتمالية أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ هي $(\phi_1, \theta_1, \theta_2, \delta_1, \delta_2)$ وهي تؤثر في النموذج لذا يمكن كتابة نموذج دالة التحويل المقدر كالتالي :

$$y_t = \frac{5.742}{1+.519\beta+.984\beta^2} \beta^3 x_t + \frac{1+2.216\beta+1.519\beta^2}{1+1.9\beta} \rightarrow (4-4)$$

٤-٥-١-٨ الاختبار التشخيصي للنموذج المقدر للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار:

١- فحص الارتباطات الذاتية بأنها صغيرة وعشوائية بين e_t, α_t :

تم فحص هذه الارتباطات برسمها واستخدام اختبار بوكس- لوجنق للتأكد من أنها صغيرة وعشوائية ، حيث كانت النتائج كما يلي :

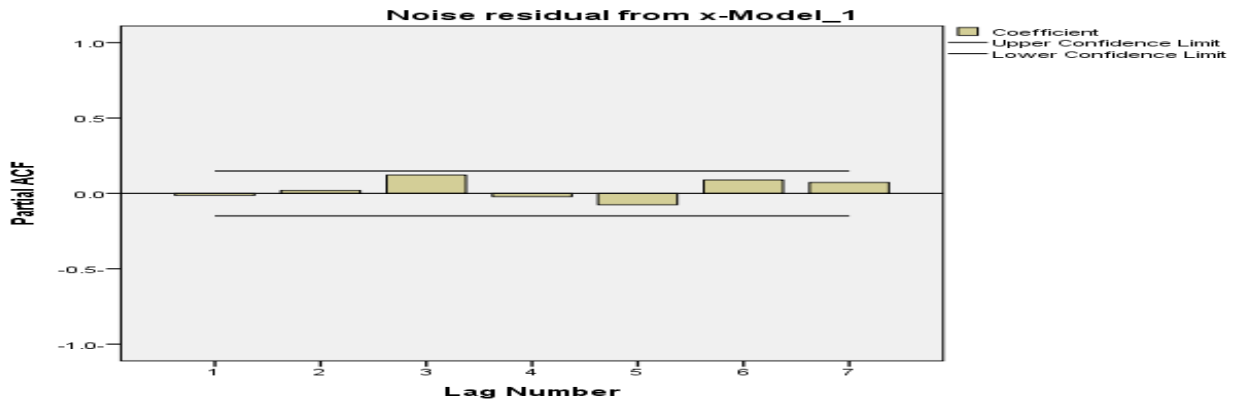
جدول (٤-٢٩): فحص وتشخيص النموذج باستخدام قيم الارتباطات الذاتية

.059	.013	-.068	-.024	.121	.019	-.013	الارتباطات الذاتية للسلسلة α_t
.489	.448	.580	.571	.421	.951	.891	بوكس - لوجنق (sig)

-.069	-.036	.057	-.032	-.003	-.094	.023	الارتباطات الذاتية للسلسلة e_t
.731	.846	.78	.762	.642	.433	.762	بوكس - لوجنق (sig)

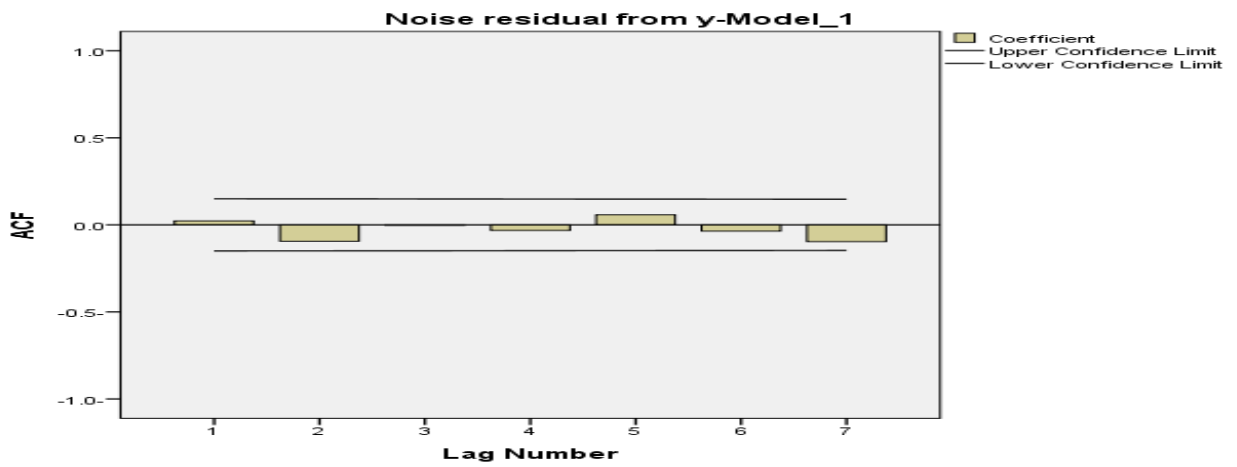
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (٤-٢٤) : قيم معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة α_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

الشكل (٤-٢٥) : معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة e_t



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

من الجدول (٤-٨) والاشكال (٤-٢٥) و (٤-٢٦) نلاحظ ان معاملات الارتباطات الذاتية صغيرة وعشوائية للسلسلتين حيث أن القيم الاحتمالية لاختبار بوكس-لوجنق غير معنوية مما يدل علي أنها صغيرة وعشوائية والرسومات البيانية تدعم ذلك .

٢- فحص عدم معنوية الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين e_t, α_t

تم حساب قيم معاملات الارتباطات التقاطعية بين السلسلتين وتم اختبار معنوية العلاقة بينها باستخدام اختبار بيرسون وكانت النتيجة كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-٣٠): اختبار معنوية الارتباطات المعنوية

قيمة معامل الارتباط	sig
.000083	.999

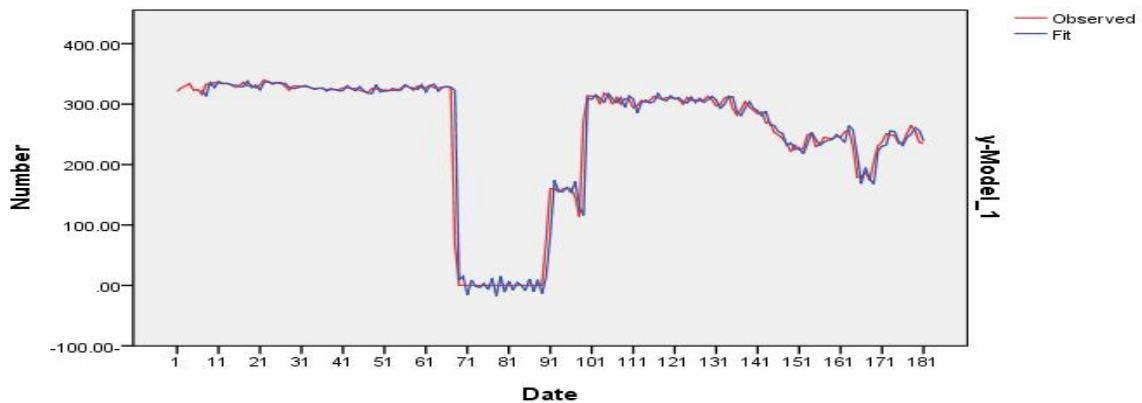
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية غير معنوية مما يدل علي عدم معنوية الارتباطات المعنوية بين السلسلتين e_t, α_t .

٣- رسم القيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج :

تم رسم القيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لسلسلة المخرج ، وللتأكد من دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة كما في الشكل أدناه :

الشكل (٤-٢٦) : الرسم البياني للقيم التقديرية للنموذج مع القيم الحقيقية لنموذج دالة التحويل



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Excel

نلاحظ أنه يوجد تطابق بين القيم التقديرية (fit) للنموذج المقدر مع القيم الحقيقية (observed) لسلسلة المخرج مما يدل على دقة النموذج وملائمته لبيانات الدراسة .
نستنتج من نتيجة الفحص ١ ، ٢ ، ٣ أن نموذج دالة التحويل المقدر هو النموذج الملائم لبيانات الدراسة ويتصف بالدقة.

٤-٥-٢ تحليل نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار :

تم استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية لبيانات الدراسة باستخدام برنامج Statistica بعد أن تم تحقيق السكون للسلسلة الزمنية ثنائية المتغيرات كما في الخطوة الأولى في التحليل (اختبار السكون) وتم اختبار وتحديد هذه النماذج من خلال عدة اجراءات يمكن تمثيلها في التالي :

٤-٥-٢-١ وصف الشبكة العصبية الاصطناعية للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار:

جدول (٤-٣١): وصف نموذج الشبكة العصبية

اسم الشبكة	خطأ التدريب	خطأ الاختبار	خطأ التحقق	دالة التنشيط
MLP1-2-1	.0056	.0006	.0032	اللوجستية

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

نوع الشبكة :

نلاحظ انه تم استخدام شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات MLP لبناء نموذج الشبكة لبيانات الطاقة المولدة من الكهرباء اليومية وكمية المياه بمحطة خزان سنار ،وتعتبر MLP من أهم انواع الشبكات العصبية التي تستخدم في التنبؤ بالسلاسل الزمنية .

بنية النموذج :

تم تحديد معمارية وبنية الشبكة من خلال تجريب عدد من التراكيب المختلفة والمفاضلة بينها باستخدام معيار أخطاء التدريب واطفاء الاختبار واطفاء التحقق حيث أن هذه العملية تكرر حتي تصل الي بنية معينة

اعتمادا علي اقل اخطاء التدريب للبيانات المختلفة حيث يتم التكرار حتي يظهر التدني المستمر في قيمة الخطأ المصاحب لعملية التدريب وعندما نلاحظ أن قيمة الخطأ قد تدني كثيرا، توقف في الانخفاض عنده يتم التوقف في عملية التدريب والاعتماد علي البنية والمعمارية التي توقفت فيها عملية التدريب.

نلاحظ من الجدول اعلاه أنه قد تم اختيار المعمارية MLP 1-2-1 لبيانات الدراسة اعتمادا علي اخطاء التدريب التي توقف الانخفاض فيها وهي 0.0056. وتعني هذه البنية 1-2-1 انه توجد طبقة ادخال واحدة وهي البيانات المدخلة (كمية المياه بمحطة خزان سنار)، وتوجد بالبنية طبقتين خفيتين وتوجد طبقة اخراج واحدة (الكمية المولدة اليومية من الكهرباء اليومية).

دوال التحفيز :

تم استخدام دوال تحفيز او دوال تنشيط حيث تم استخدام الدالة اللوجستية وتم استخدام خوارزمية الانتشار السريع للتدريب .

مدخلات الشبكة :

تم تغذية الشبكة العصبية الاصطناعية بالسلاسل الزمنية للطاقة المنتجة اليومية من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار ، وتم تقسيم البيانات المدخلة الي الشبكة بطريقة الثلث تلافياً لحدوث اي مشاكل في التدريب حيث:

٣٤% من البيانات لإجراء التدريب .

٣٣% من البيانات لإجراء الاختبار .

٣٣% من البيانات لإجراء التحقق .

٤-٥-٢-٢ اوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة

خزان سنار:

إن أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية تعطي كما في الجدول التالي :

جدول (٤-٣٢): أوزان نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية

قيم الازان	-935494	.876448	-.381538	-.233337	-.249664	.608411
------------	---------	---------	----------	----------	----------	---------

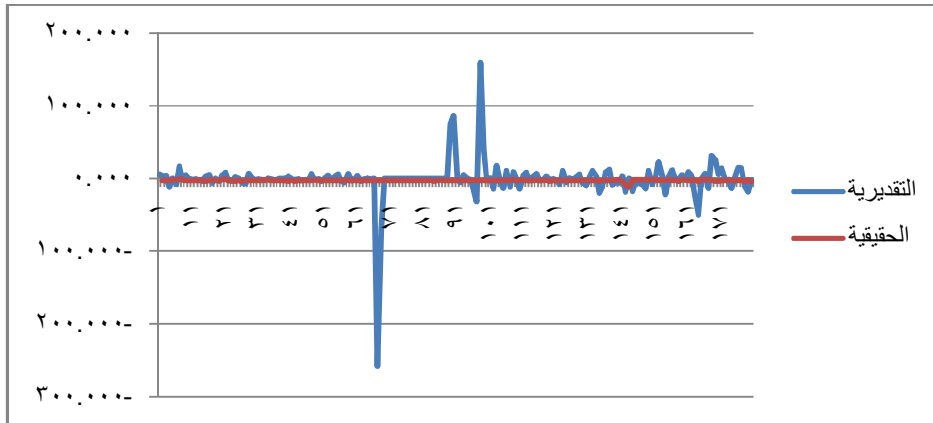
المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Statistica

٤-٥-٢-٣ الاختبار التشخيصي لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية للكمية المولدة من الكهرباء وكمية

المياه بمحطة خزان سنار:

بعد أن تم تحديد نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية لهذه الدراسة لابد من فحصه للتأكد من دقته واستخدامه في التنبؤ وذلك برسم القيم الحقيقية لسلسلة المخرج مع القيم التقديرية لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية MLP1-2-1 وكان شكل الرسم البياني لذلك كما يلي:

الشكل (٤-٢٧): الرسم البياني للقيم التقديرية (fit) للنموذج مع القيم الحقيقية (observed) لنموذج الشبكات العصبية الاصطناعية



المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Excel

نلاحظ من الشكل اعلاه انه لا يوجد تطابق متواصل للقيم الحقيقية مع القيم التقديرية للنموذج مما يدل علي

أن النموذج يتصف بدرجة دقة أقل.

٤-٦ مقارنة دقة التنبؤ بين نموذج دالة التحويل المقدر مع نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية باستخدام متوسط الخطأ المطلق للسلاسل المولدة ذات المدى القصير وذات المدى الطويل نسبياً وذات المدى الطويل ولسلاسل الكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار :

تم مقارنة دقة التنبؤ بين النموذجين باستخدام المعيار متوسط الخطأ المطلق (MAE) كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-٣٣): قيم متوسط الخطأ المطلق للنموذجين

السلاسل	السلاسل	السلاسل	السلاسل المولدة	المعيار
السلاسل الزمنية للكمية المولدة من الكهرباء وكمية المياه بمحطة خزان سنار	السلاسل المولدة ذات المدى القصير (٢٠٠ مفردة)	السلاسل المولدة ذات المدى القصير (٨٠ مفردة)	السلاسل المولدة ذات المدى القصير (٤٠ مفردة)	
9.65	.243	.202	.186	قيمة متوسط الخطأ المطلق لنموذج دالة التحويل المقدر
9.81	.267	.253	.243	قيمة متوسط الخطأ المطلق لنموذج الشبكات العصبية

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامجي Spss21 و Statistica

من الجدول (٤-٣٢) نلاحظ أن نموذج دالة التحويل يأخذ قيمة أقل لمتوسط الخطأ المطلق بالمقارنة مع نموذج الشبكات العصبية في السلاسل المولدة ذات المدي القصير وذات المدي الطويل نسبيا وذات المدي الطويل وكذلك في السلاسل الزمنية للكمية المولدة من الكهرباء وكمية بمحطة خزان سنار ، مما يدل علي أن نموذج دالة التحويل أدق وأفضل من نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ في جميع السلاسل الزمنية قيد الدراسة.

لذلك يمكن استخدام نماذج دالة التحويل في التنبؤ لأنها أكثر دقة .

٤-٧ التنبؤ للكمية المولدة من الكهرباء باستخدام نموذج دالة التحويل المقدر :

بعد أن تمت المقارنة بين النموذجين ووجد أن نموذج دالة التحويل أدق من نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية لذلك تنبأ باستخدام نموذج دالة التحويل المقدر لبيانات الدراسة و يتطلب إيجاد قيم التنبؤات لسلسلة المخرج الكمية المولدة اليومية من الكهرباء y_t يتطلب تحديد القيم المستقبلية لسلسلة المدخل كمية المياه بمحطة خزان وإذا افترضنا أن لدينا ٣٠ قيمة سلسلة المدخل لشهر يوليو كما في الجدول أدناه :

جدول (٤-٣٣): التنبؤ للكمية المولدة للكهرباء بمحطة خزان سنار باستخدام نموذج دالة التحويل

اليوم	كمية المياه بمحطة خزان سنار (x_t)	الحد الأدنى للتنبؤ	الكمية المولدة اليومية من الكهرباء (م.و) (y_t)	الحد الأعلى للتنبؤ
٠٧/١	420.13	377.52	323.58	269.63
٠٧/٢	420.14	366.67	314.06	261.44
٠٧/٣	420.12	389.40	337.02	284.64
٠٧/٤	420.14	379.98	327.68	275.37
٠٧/٥	420.20	391.14	338.85	286.55
٠٧/٦	420.17	385.10	332.80	280.51
٠٧/٧	420.12	385.91	333.61	281.32
٠٧/٨	420.17	386.81	334.51	282.22
٠٧/٩	420.12	382.79	330.50	278.20

274.15	326.44	378.73	420.15	٠٧/١٠
279.59	331.88	384.17	420.28	٠٧/١١
284.66	336.95	389.23	420.26	٠٧/١٢
274.43	326.71	378.99	420.26	٠٧/١٣
279.80	332.08	384.36	420.25	٠٧/١٤
273.02	325.30	377.58	420.23	٠٧/١٥
281.20	333.47	385.75	420.23	٠٧/١٦
287.63	339.90	392.18	420.23	٠٧/١٧
276.91	329.19	381.46	420.22	٠٧/١٨
285.07	337.34	389.61	420.22	٠٧/١٩
285.91	338.18	390.45	420.21	٠٧/٢٠
276.94	329.21	381.48	418.30	٠٧/٢١
275.99	328.26	380.53	418.30	٠٧/٢٢
275.09	327.35	379.62	418.30	٠٧/٢٣
276.42	328.69	380.96	418.28	٠٧/٢٤
272.54	324.81	377.07	418.26	٠٧/٢٥
281.09	333.35	385.62	418.26	٠٧/٢٦
277.82	330.09	382.36	418.20	٠٧/٢٧
269.61	321.88	374.14	418.37	٠٧/٢٨
280.61	332.87	385.14	418.30	٠٧/٢٩
272.24	324.50	376.77	418.38	٠٧/٣٠

المصدر : من اعداد الباحث باستخدام برنامج Spss21