

الفصل الثالث

الجانب التجريبي

3-1 المقدمة:

تعد المحاكاة (Simulation) احد الأساليب العملية المهمة المتبعة في تحديد سلوك نظام معين، اذ تم تصميم نموذج معين او نماذج عدة بالاستناد على نماذج حقيقية.

كما تستعمل في حالة عدم إمكانية إجراء تجارب حقيقية وعدم توافر صيغ رياضية تمثل المشكلة المراد حلها ويعد أسلوبا معتمدا في مجالات العلوم المتعددة، اذ يمكن من خلال استخدام هذا الأسلوب معرفة مدى صحة بناء النموذج الخاص بمشكلة معينة لأنه عبارة عن تجارب متواصلة لبيان كفاءة وأهمية النموذج المصمم في التجربة.

تم استعمال أسلوب المحاكاة المقيدة للتعرف على كفاءة وجودة وسلوكية الشبكات العصبية الاصطناعية التقليدية في النماذج الخطية وشبه الخطية فضلا عن نماذج بوكس- جنكينز ومعايرتهما. بلغت تجارب المحاكاة المنفذة ثمان تجارب قسمت الى نماذج مختلطة ونماذج الأوساط المتحركة ونماذج الانحدار الذاتي ونماذج موسمية بإحجام عينات مختلفة. وتم برمجة التجارب وتنفيذها من خلال برنامج ماتلاب.

اذ صمم الباحث برنامج من خلال نظام ماتلاب يقوم بتوليد بيانات عشوائية من خلال استخدام دالة (Rand) التي تتبع التوزيع المنتظم $U(0,1)$ ، وتوليد المتغير العشوائي ليمثل التشويش الأبيض e_t بالاعتماد على طريقة (Box and Muller) الذي يتبع التوزيع الطبيعي بمعدل صفر وتباين (σ^2) وبعينات متنوعة الاحجام. بعض التجارب تم تصميمها، استناداً الى التطبيقات العملية في بوكس-جنكينز الذي يعد المرجع الرئيس للباحثين في السلال الزمنية.

3-2 تحديد حجم العينة والتكرار:

تم اختيار حالات متنوعة باستخدام بيانات ملوثة (Contaminated data) بنسب معينة، فضلا عن أحجام متنوعة من العينات (144,200,300). وتم اختيار هذه الحالات المختلفة ولجميع التجارب لمحاولة معرفة سلوكية الشبكات العصبية الاصطناعية عند تلك التجارب وخصوصا في تجارب النماذج شبه الخطية. اما فيما يخص حجم التكرار المستخدم في تجارب المحاكاة كان 1500 تكرار لكل تجربة في الشبكات العصبية الاصطناعية.

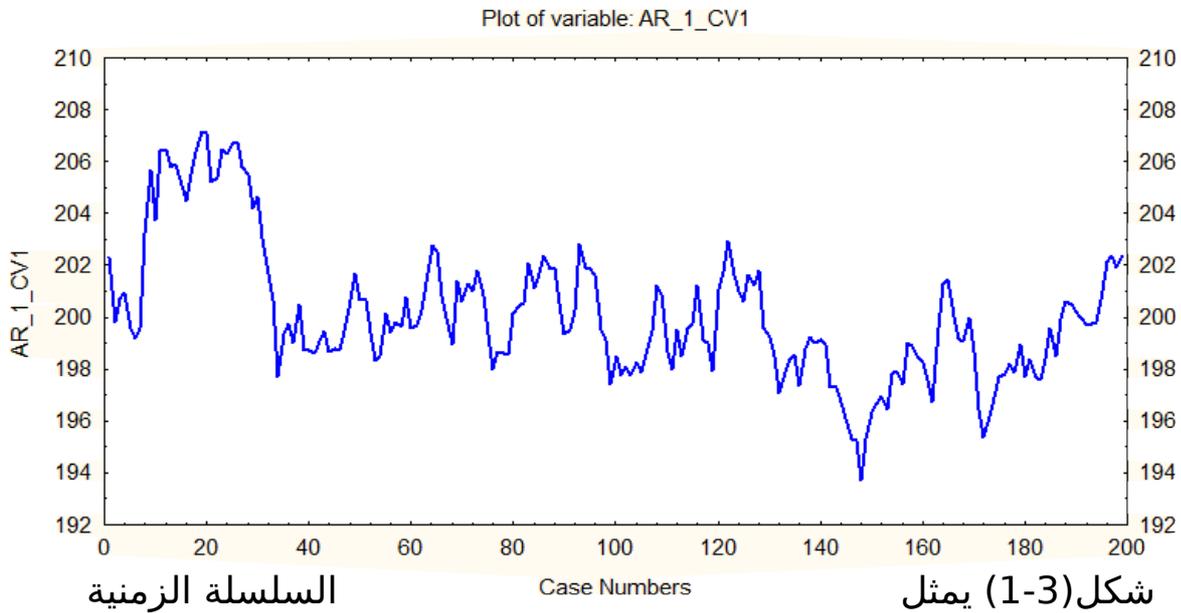
3-3 توليد سلسلة زمنية تتبع نموذج الانحدار الذاتي:

تم توليد سلسلة زمنية تتبع نماذج الانحدار الذاتي مختلفة الرتبة (او متعدد الرتبة) باستعمال الخوارزميات المبينة لاحقاً بقيم مختلفة لمعلمة النموذج Φ فضلا عن تلويث البيانات من خلال توليد سلسلة زمنية يتوزع فيها الخطأ العشوائي وفقاً للتوزيع الطبيعي بمتوسط يساوي صفر وتباين بنسب مختلفة ($=1,15,25$)، للتعرف أكثر على حالات القوة والضعف لكل من أسلوب الشبكات العصبية وأسلوب بوكس-جنكينز.

3-3-1 التجربة الاولى:

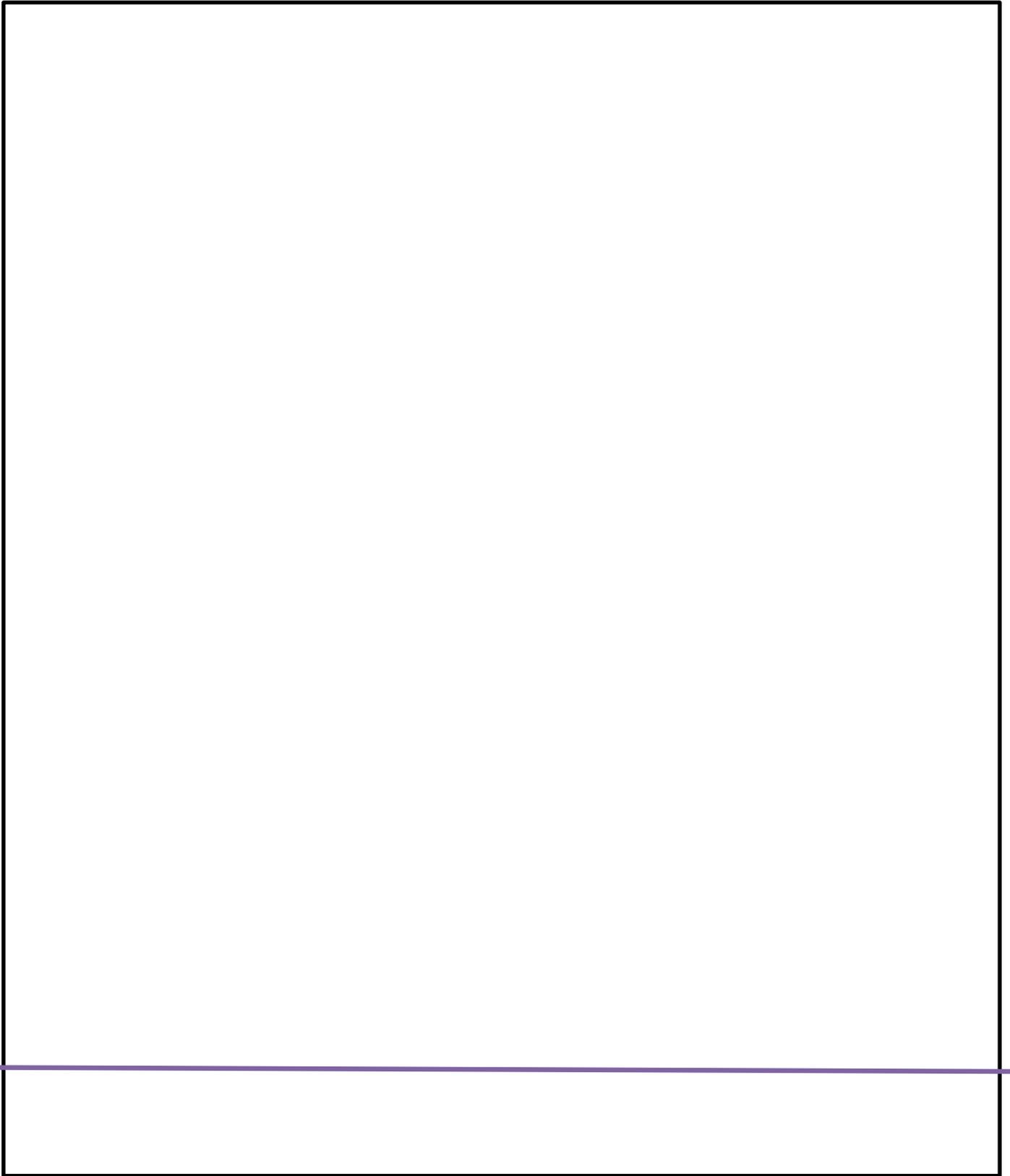
توليد سلسلة زمنية تتبع نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى ($AR(1)$) بحجم عينة يساوي 200 وبقيمة معلمة نموذج تساوي $\Phi=0.9$ و $=1$ التي تعد الحالة المثالية (Perfect Model) والشكل الاتي بين خوارزمية النموذج.

والشكل الاتي يبين شكل السلسلة الزمنية للتجربة رقم 1 (سلسلة تتبع نموذج الانحدار الذاتي بمعلمة يساوي 0.9 وتباين يساوي 1).



للتجربة رقم 1

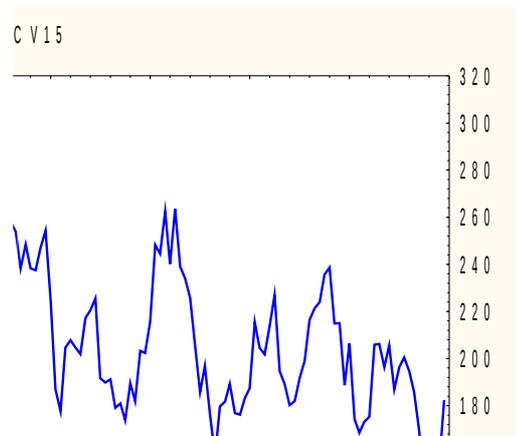
ويتبين من الشكل أدناه الذي يمثل دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للتجربة رقم 1، ان معاملات الارتباط الذاتي تتناقص أسياً بشكل بطيء وفيها قطع في معاملات الارتباط الذاتي الجزئي في الإزاحة الأولى (رقم 1).



والشكل الاتي يبين شكل السلسلة الزمنية للتجربة رقم 2 (سلسلة تتبع نموذج الانحدار الذاتي بمعلمة ϕ يساوي 0.9 و يساوي 15).

شكل (3-3) يمثل السلسلة الزمنية

رقم 2



يتبين من الشكل أدناه الذي يمثل
دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي

الجزئي للتجربة رقم 2، ان معاملات الارتباط الذاتي تتناقص اسياً

"تدرجاً" وفيها قطع في معاملات الارتباط الذاتي الجزئي في الإزاحة الأولى.

Autocorrelation F
AR 1CV1
(Standard errors are white)

Lag	Corr.	S.E.
1	+.869	.0704
2	+.737	.0702
3	+.604	.0700
4	+.483	.0698
5	+.360	.0696
6	+.230	.0695
7	+.147	.0693
8	+.087	.0691
9	+.050	.0689
10	+.017	.0687
11	+.008	.0686
12	+.002	.0684
12	-.038	.0709
12	-.007	.0700

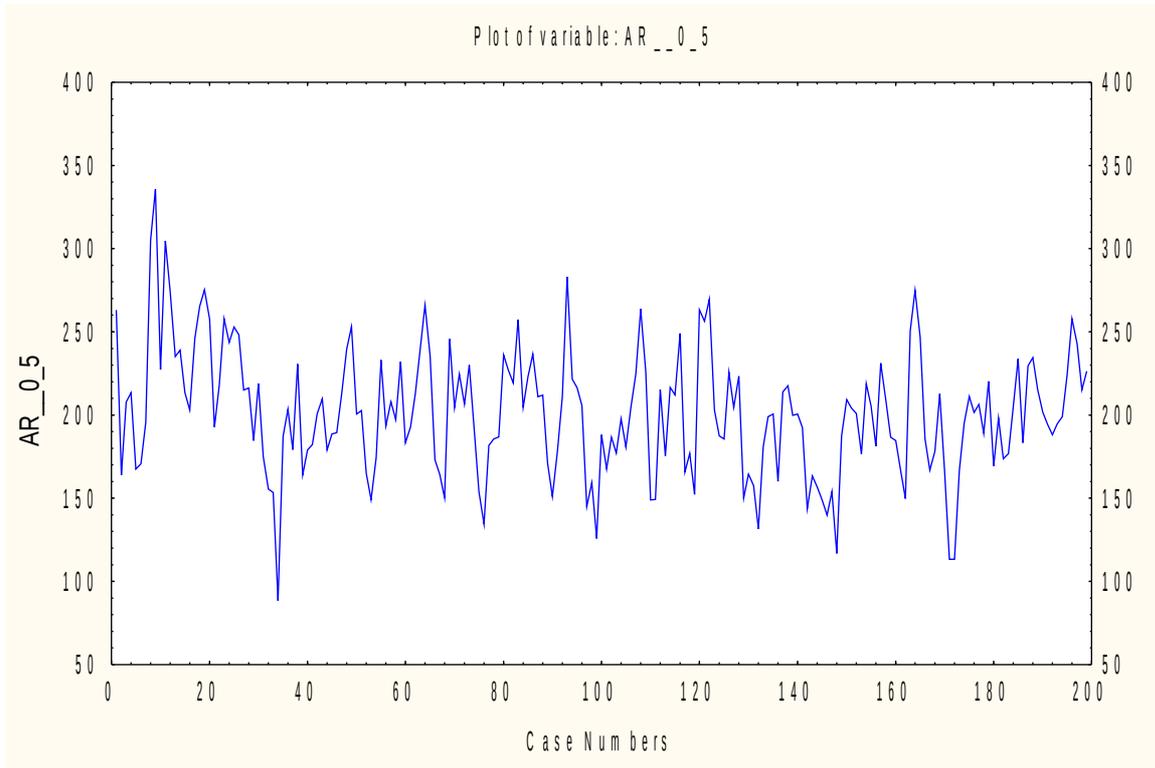
شكل (3-4) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للسلسلة الزمنية رقم 2

3-3-3 التجربة الثالثة:

توليد سلسلة زمنية تتبع نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى (AR(1) بحجم عينة يساوي 200 وبقيمة معلمة نموذج يساوي 0.5Φ وتباين يساوي = 15 والشكل الاتي بين خوارزمية النموذج.

والشكل الاتي يبين السلسلة الزمنية للتجربة رقم 3

الشكل (3-5) يمثل السلسلة الزمنية للتجربة رقم 3



ويتبين من الشكل أدناه الذي يمثل سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للتجربة رقم 3، ان معاملات الارتباط الذاتي تتناقص اسياً (تقريباً) وتتضمن على قطع في معاملات الارتباط الذاتي الجزئي في

الإزاحة الأولى.

Partial Autocorrelation
AR__0_5
(Standard errors assume

Lag	Corr.	S.E.
1	+ .510	.0704
2	+ .258	.0702
3	+ .058	.0700
4	+ .012	.0698
5	+ .053	.0696
6	+ .096	.0695
7	+ .057	.0693
8	+ .105	.0691
9	+ .005	.0689
12	+ .080	.0687
13	+ .008	.0709
14	+ .046	.0709

Autocorrelation F
AR__0_5
(Standard errors are white

شكل (3-6) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للتجربة رقم 3

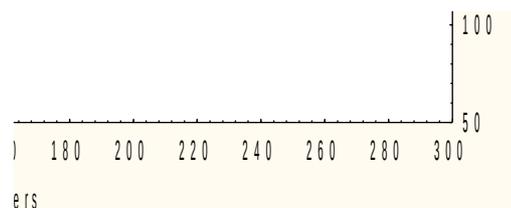
3-3-4 التجربة الرابعة:

توليد سلسلة زمنية تتبع نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الثانية (AR(2) بحجم عينة يساوي 300 وبقيمة معلمة نموذج يساوي $(\Phi_2=0.3, \Phi_1=0)$ و $\Phi_0=1$) وتباين يساوي $\sigma^2=0.15$. والشكل الاتي بين خوارزمية النموذج.

والشكل الاتي يبين السلسلة الزمنية للتجربة رقم 4 "سلسلة تتبع نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الثانية".

الشكل (3-7) يمثل السلسلة الزمنية للتجربة رقم 4

ويتبين من الشكل ادناه الذي يمثل سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية في التجربة رقم 4، ان معاملات الارتباط الذاتي تتناقص اسياً وفيها قطع في معاملات الارتباط الذاتي الجزئي في الإزاحة الثانية.



Partial Autocorrelation		
AR_2		
(Standard errors assume		
Autocorrelation F		
AR_2		
(Standard errors are white		
Lag	Corr.	S.E.
1	+.810	.0576
2	+.761	.0575
3	+.667	.0574
4	+.602	.0573
5	+.552	.0572
6	+.502	.0572
7	+.438	.0571
8	+.424	.0570
9	+.345	.0569
10	+.326	.0568
11	-.002	.0579
12	+.035	.0579
13	-.088	.0579
14	-.041	.0579
15	-.092	.0579

شكل (3-8) يمثل دالتي الارتباط

الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي

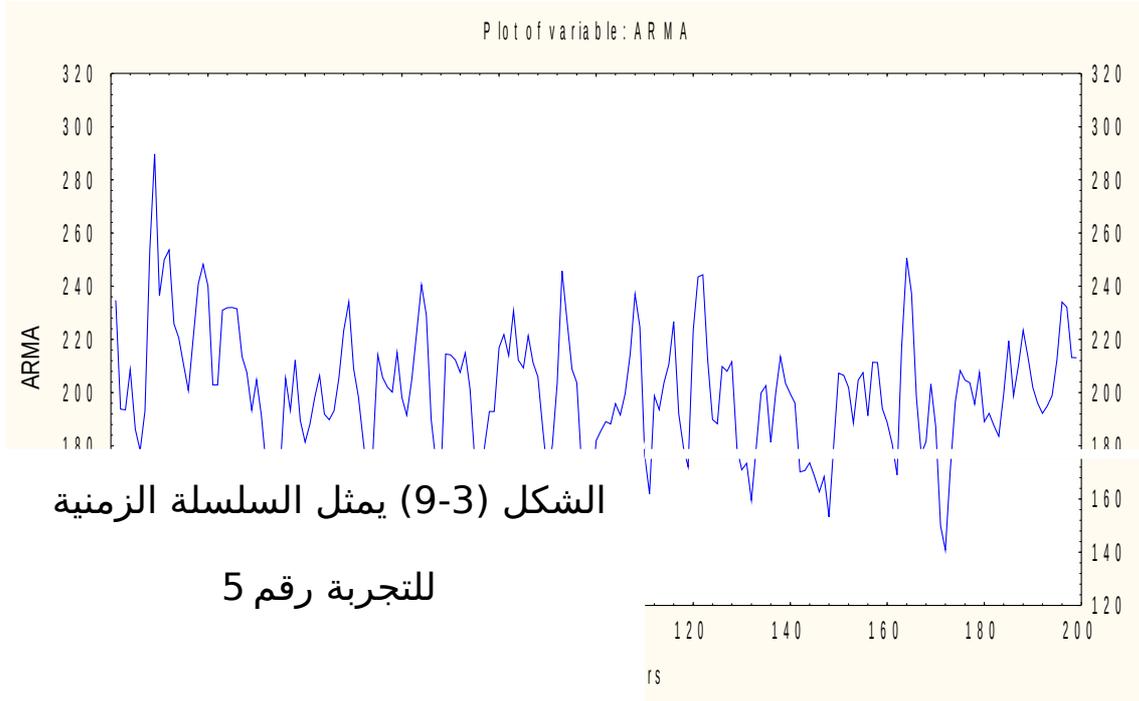
للتجربة رقم 4

3-4 النموذج المختلط "التجربة الخامسة":

توليد سلسلة زمنية تتبع نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة "النموذج المختلط" من الدرجة الأولى (1,1) (ARMA

بحجم عينة يساوي 200 وبقيمة معلمة نموذج يساوي $\Phi = 0.5$ $\theta = 0.4$ مع نسبة تلويث بسيطة كي تكون قريبة من الواقع العملية نوعا ما (أي تباين يساوي =15) والشكل الاتي بين خوارزمية النموذج.

والشكل الاتي يبين شكل السلسلة الزمنية المولدة (سلسلة تتبع نموذج الانحدار والأوساط المتحركة من الدرجة الأولى).



يتبين من الشكل ادناه الذي يمثل سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط
الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية التي تتبع النموذج المختلط (ARMA)
(تجربة رقم 5)، ان معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي تتناقص أسياً.

Partial Autocorrelation
ARMA
Autocorrelation F
ARMA
(Standard errors are white)

Lag	Corr.	S.E.
1	+ .663	.0704
2	+ .253	.0702
3	+ .035	.0700
4	- .019	.0698
5	+ .038	.0696
6	+ .084	.0695
7	+ .084	.0693
8	+ .081	.0691
9	+ .034	.0689
10	+ .060	.0687
11	+ .084	.0686
13	- .005	.0709

شكل (10-3) يمثل دالتي
الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي
الجزئي للسلسلة الزمنية رقم 5
3-5 نموذج الاوساط
المتحركة "التجربة"
السادسة":

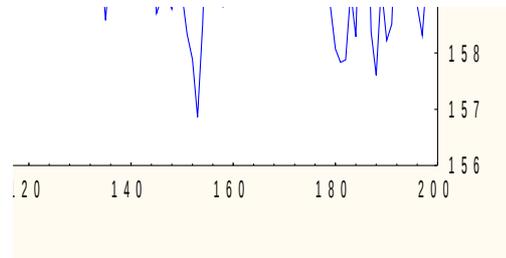
توليد سلسلة زمنية تتبع نموذج الاوساط المتحركة من الدرجة الاولى (MA(1 او ARMA(0,1) بحجم عينة يساوي 200 وبقيمة معلمة نموذج يساوي $\theta = 0.6$ و $\phi = 1$ التي تعد الحالة المثالية للتعرف على جدودة نماذج بوكس-جنكينز والشبكات العصبية الاصطناعية والشكل الاتي بين خوارزمية النموذج.

والشكل الاتي يبين شكل السلسلة الزمنية المولدة التي تتبع نموذج الاوساط المتحركة من الدرجة الأولى (تجربة رقم 6).

شكل (3-11) يمثل السلسلة الزمنية لنموذج الاوساط المتحركة من الدرجة الاولى

يتبين من الشكل أدناه الذي يمثل دالتي الارتباط الذاتي والارتباط

الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية التي تتبع نموذج الاوساط المتحركة (MA) (تجربة رقم 6)، ان معاملات الارتباط الذاتي الجزئي تتناقص اسياً، وفيها



قطع في معاملات الارتباط الذاتي في الإزاحة الاولى.

Autocorrelation F		
MA		
(Standard errors are white)		
Lag	Corr.	S.E.
1	+.435	.0704
2	-.061	.0702
3	-.068	.0700
4	+.029	.0698
5	+.129	.0696
6	+.149	.0695
7	+.087	.0693
8	+.001	.0691
9	+.045	.0689
10	+.025	.0687
11	-.074	.0686
12	-.105	.0684

شكل (3-12) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لنموذج الأوساط المتحركة

3-6 النموذج الموسمي "التجربة السابعة":

توليد سلسلة زمنية تتبع النموذج الموسمي $(0,1,1)_{12}$ ARIAMs بحجم عينة يساوي 144 وبقيمة معلمة نموذج يساوي $\theta = -0.6$, $\theta = 0.95$ وتم توليد الموسمية بالاعتماد على الدالة الجيب مع نسبة تلويث بسيطة كي تكون قريبة من الواقع العملية نوعا ما (التباين يساوي = 15) والشكل الاتي بين خوارزمية النموذج.

والشكل الاتي يبين شكل السلسلة الزمنية الموسمية (تجربة رقم 7).

الزمنية لنموذج الموسمي

شكل (3-13) يمثل السلسلة

يمثل دالتي الارتباط الذاتي والارتباط

يتبين من الشكل أدناه الذي

"سلسلة تتبع النموذج الموسمي"، ان

الذاتي الجزئي للتجربة رقم 7

معنوية "أي خارج حدي الثقة" وتتناقص

جميع معاملات الارتباط الذاتي

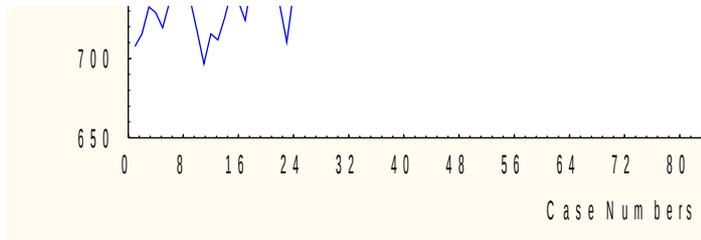
بطئ مما يدل على ان السلوك

السلسلة موسمي. فضلا عن

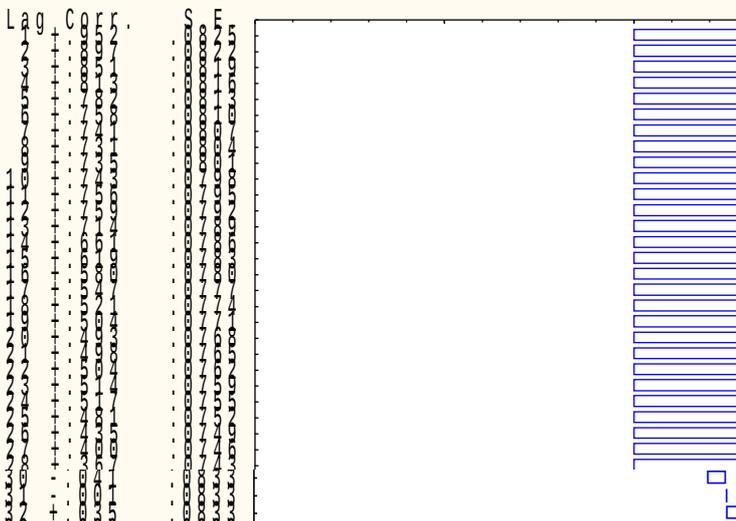
ان طول الموسمية هو 12

وذلك بسبب معنوية معاملات الارتباط الذاتي في الإزاحة (1 و12 و24 و

36).



Partial Autocorrelation Function
SEASONAL
Autocorrelation Function
SEASONAL
(Standard errors are white-noise es



شكل (3-14) يمثل دالتي
الارتباط الذاتي والارتباط
الذاتي الجزئي للسلسلة
الزمنية الموسمية

3-7 النموذج شبه الخطي

"التجربة الثامنة":

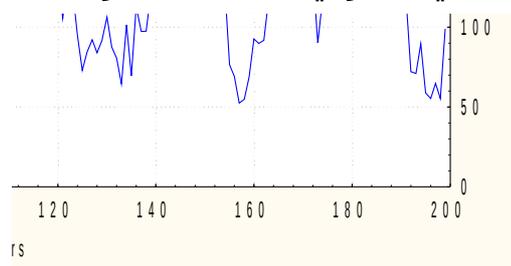
توليد سلسلة زمنية ملوثة "Contaminated time series" تتبع نموذج الانحدار الذاتي من خلال زيادة نسبة التباين (الى =25) في الخطأ العشوائي المولدة بحجم عينة 200 لنحصل بذلك على المشاهدات الملوثة. وأدناه خوارزمية النموذج المولد بنسبة تلويث تبلغ (=25) اكبر من حالة الحالة طبيعي للتعرف اكثر على سلوكية طرائق التنبؤ المعتمدة في البحث. لغرض المقارنة ومعرفة مدى تأثير التلويث أو التشويش.

أ كونها السلسلة الزمنية الافضل للمقارنة بين نماذج بوكس-جينكيز والشبكات العصبية الاصطناعية وذلك لاعتماد فرضية رقم 1 عليها

والشكل الاتي يبين شكل السلسلة الزمنية المولدة الملوثة بنسبة 25%
(تجربة رقم 8).

شكل (3-15) يمثل السلسلة الزمنية الملوثة بنسبة 25%

يتبين من الشكل ادناه الذي يمثل دالتي الارتباط الذاتي والارتباط
الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية الملوثة (تجربة رقم 8)، ان معاملات
الارتباط الذاتي تتناقص اسياً وفيها قطع في معاملات الارتباط الذاتي
الجزئي في الإزاحة الأولى(1).



Partial Autocorrelation
AR_CV_2
(Standard errors assume

Lag	Corr.	S.E.
1	+ .807	.0709
2	+ .123	.0709
3	+ .038	.0709
4	- .163	.0709
5	- .222	.0709
6	+ .038	.0709
7	- .149	.0709
8	+ .096	.0709
9	+ .048	.0709
10	+ .039	.0709
11	- .043	.0709
12	+ .089	.0709
13
14

شكل (3-16) يمثل دالتي
الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي
الجزئي للسلسلة الزمنية الملوثة

3-8 توفيق النموذج والتنبؤ:

تم في هذه المرحلة تقدير معلمات النموذج الأفضل للسلاسل الزمنية المولدة سلفاً من خلال استخدام الطرائق المعتمدة في البحث: نماذج بوكس - جنكينز والشبكات العصبية الاصطناعية. وفيما يلي عرض لنتائج هاتين الطريقتين أو الأسلوبين.

1-8-3 نماذج بوكس- جنكينز:

ستم عرض نتائج أفضل نموذج مشخص لأسلوب بوكس -جنكينز للسلاسل الزمنية المولدة في المباحث السابقة استناداً الى مراحل تشخيص النموذج في الجانب النظري ودالتي الارتباط الذاتي والجزئي (ACF, PACF) واختبار إحصاءه Ljung-Box Φ والجدول (1-2)، وكانت النتائج كالآتي علماً بأنه تم اعتماد طريقة Exact Method في تقدير معلمات نماذج المشخصة لما تتمتع هذه الطريقة من دقة وحصانة في نتائج التقدير مما يجعلها الأفضل من طرائق التقدير الأخرى :

1-التجربة رقم 1:

تم تشخيص النموذج الأفضل استناداً على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي في الشكل (2-3)،. للسلسلة الزمنية قيد البحث التي تتبع النموذج (ARIMA (1,0,0)، وكانت نتائج معلمات النموذج المقدر كالآتي:

جدول (1-3) يمثل نتائج معلمة نموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 1

Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asy t(
Constant	200.3434	809271	
p(1)	.9087	.028996	

Transformations:

Model: (1,0,0)

No. of obs.: 199 Initial SS= 7973E3 Final SS= 234.60(.0029%) MS= 1.1919

Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.): highlight: p<.05

Const. p(1)

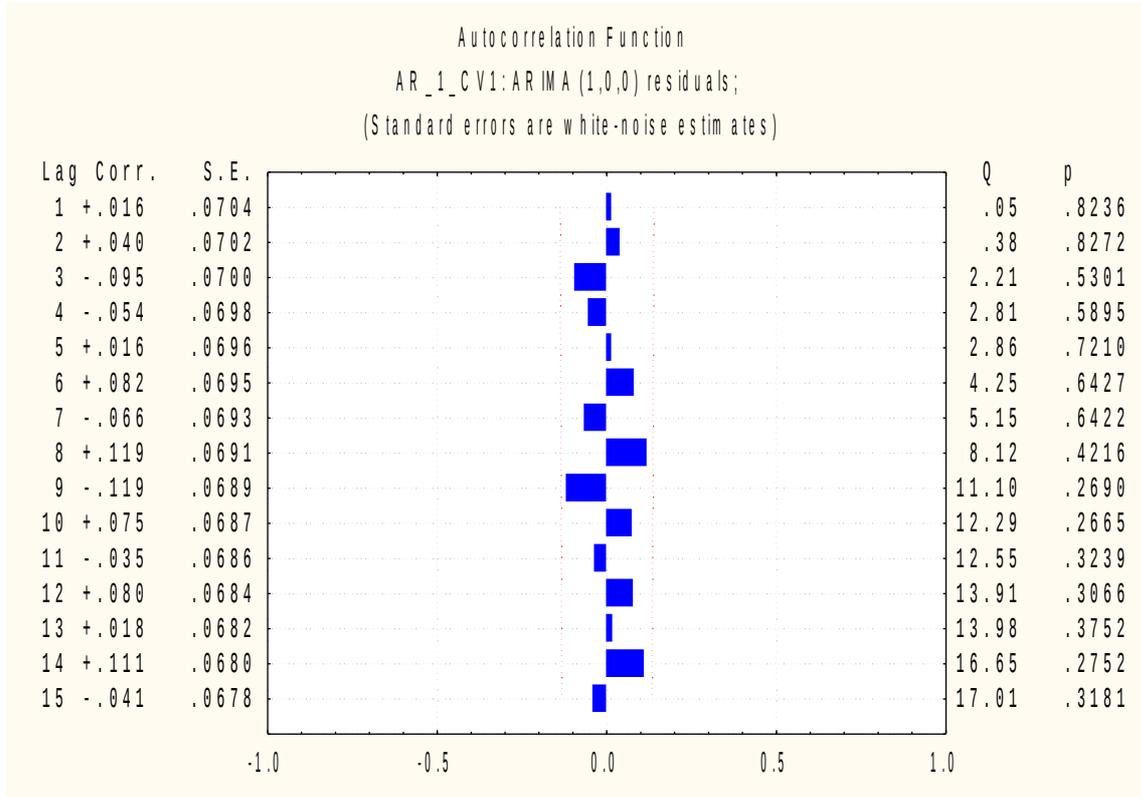
Estimate: 200.34 .90865

Std.Err.: .80927 .02900

ii باستعمال برنامج Statistical ، ويعد من افضل البرامج إحصائية التخصصية في معالجة السلاسل الزمنية.

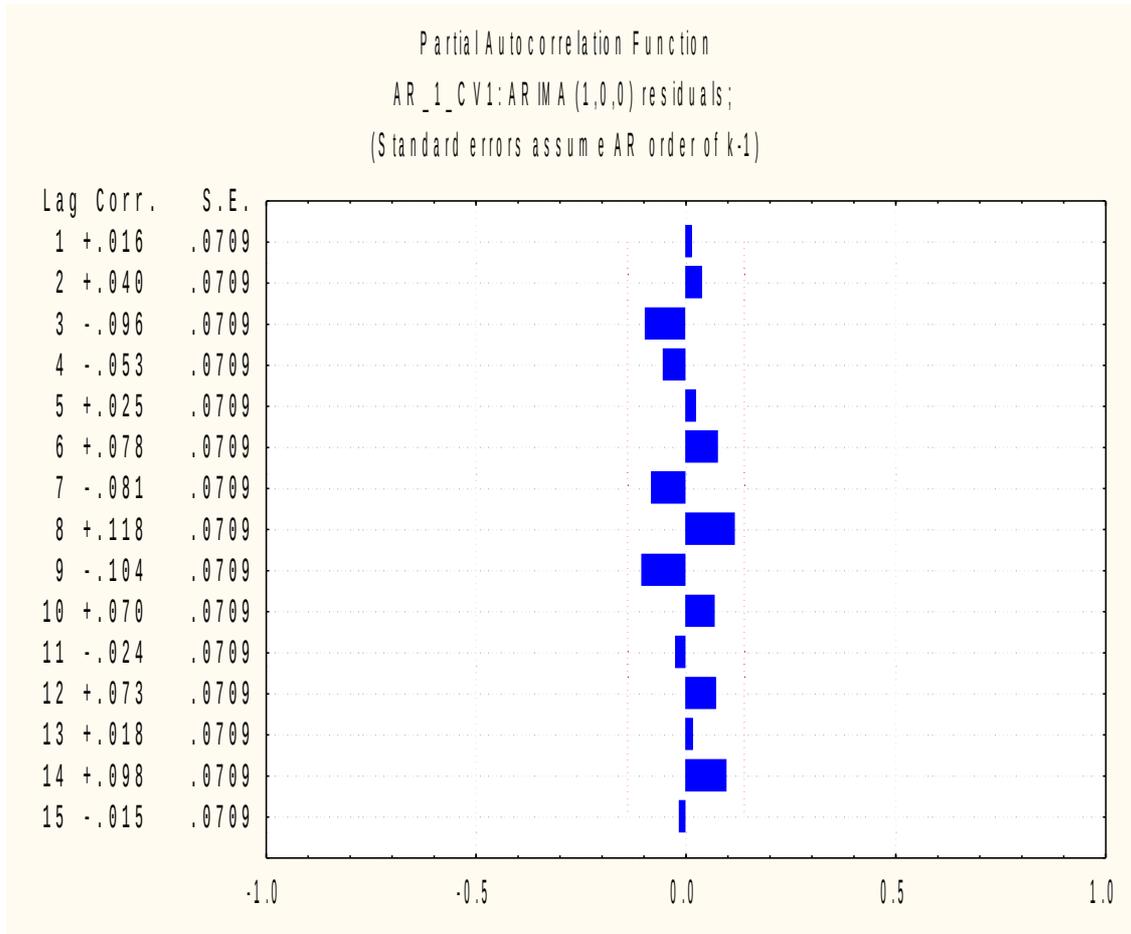
يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالآتي:

$$\hat{Z}_t = 200.34 + .908Z_{t-1} + a_t \quad \dots\dots(3-1)$$



والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج المقدر وقيمة اختبار احصاءة Q.

شكل (3-17) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للخطأ وقيمة اختبار احصاءة Q لنتائج تجربة 1



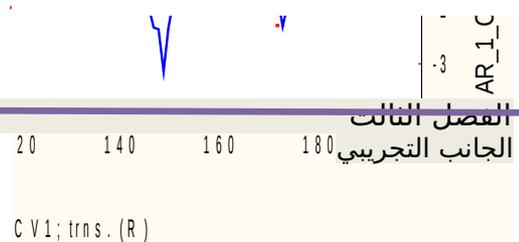
يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي بان جميعها غير معنوية وتقع داخل حدي الثقة، كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار احصاءة Q غير معنوية عند مستوى دلالة 5% وهذا يقودنا الى قبول فرضية العدم التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية اي ان معاملات الارتباط الذاتي للبواقي الناتجة من هذا النموذج تساوي صفر وغير معنوية. وعليه فان الاخطاء مستقلة وعشوائية مما يدل على ان النموذج المقدر مناسب وهو الأفضل.

والشكل الاتي يبين منحنى التوفيق للنموذج المقدر.

شكل (3-18) يمثل منحنى التوفيق للنموذج المقدر للتجربة رقم 1

وكانت قيم المعايير الإحصائية للخطأ كالاتي:

جدول (3-2) يمثل قيم المعايير الإحصائية لنموذج بوكس-جنكينز للتجربة رقم 1



MSE

RMSE

MAPE

1.179837

1.086203

0.428434

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي تقريباً 0.4% وجذر معدل تربيع الخطأ يساوي 1.0 فضلا عن شكل منحني التوفيق بكفاءة النموذج المقدر (ARIMA (1,0,0) للتجربة رقم 1.

2- التجربة رقم 2:

```
Variable: AR1CV15
Transformations:
Model: (1,0,0)
No. of obs.: 199 Initial SS= 8708E3 Final SS= 43280. (.4970%) MS= 219.70
Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.); highlight: p<.05
Const. p(1)
Estimate: 206.07 .86774
Std.Err.: 7.6918 .03463
```

تم تشخيص النموذج الأفضل استنادا على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي في الشكل (3-4)،- للسلسلة الزمنية قيد البحث الذي يتبع النموذج $ARIMA(1,0,0) = 0.9\Phi$ و $\sigma = 15$ ، مع نسبة تلويث بسيطة لتكون قريبة من الواقع العملي بشكل أكثر واقعية، وكانت نتائج معاملات النموذج المقدر كالآتي:

جدول (3-3) يمثل نتائج معلمة نموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 2

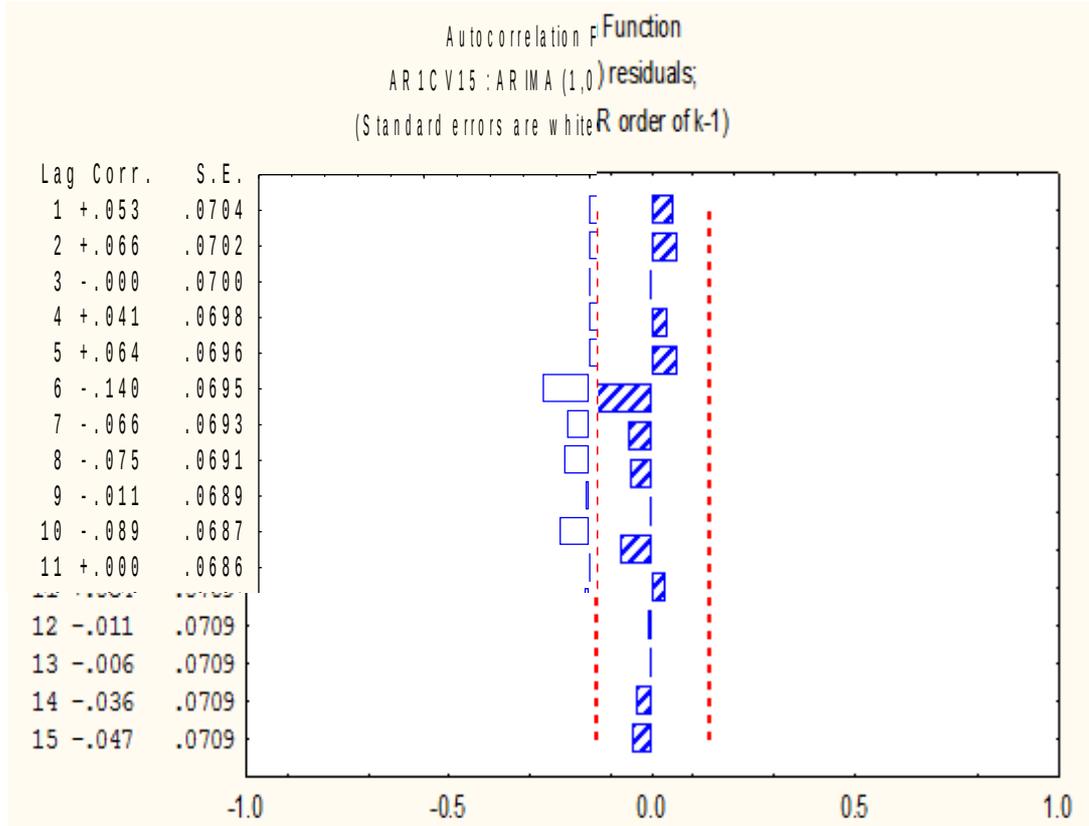
Transformations: none
Model: (1,0,0) MS Residual=219.70

Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(197)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	206.0739	7.691826	26.79128	0.00	190.9050	221.2428
p(1)	.8677	.034629	25.05817	0.00	.7994	.9360

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالاتي:

$$(\hat{Z}_t = 206.074 + .87Z_{t-1} + a_t \quad \dots\dots\dots(3-2)$$

والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج " قيمة اختبار احصاءة Q.

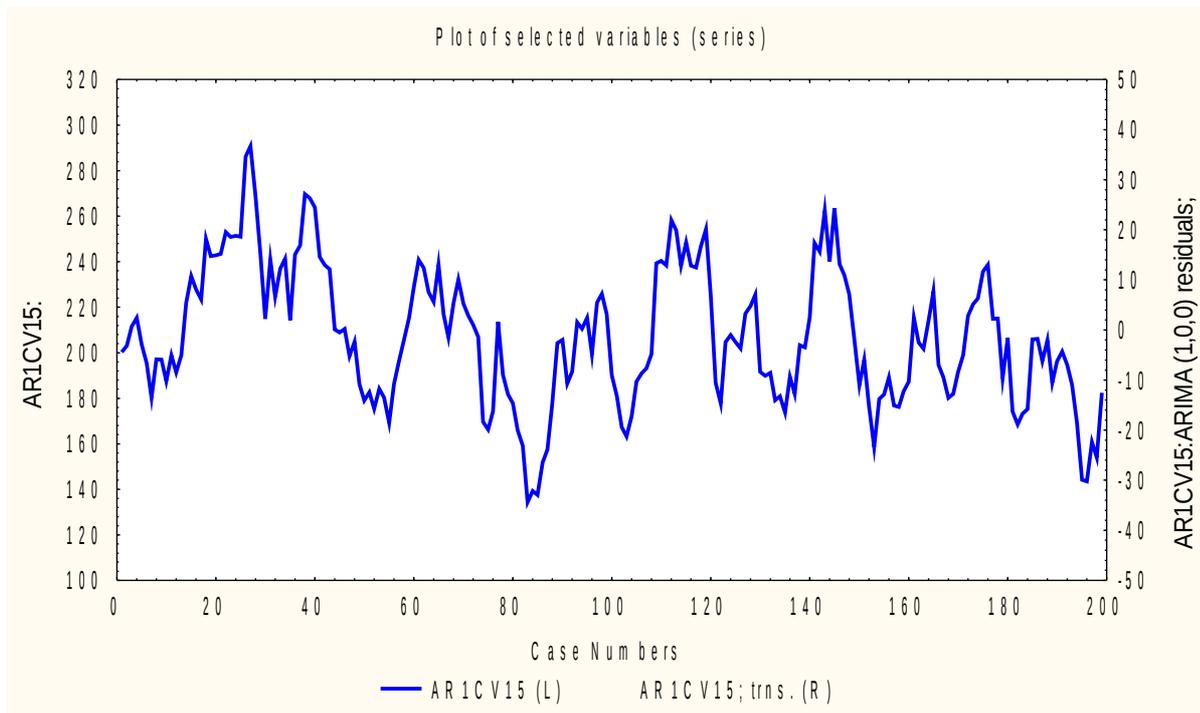


شكل (3-19) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للخطأ وقيمة اختبار احصاءة Q

يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي بان جميعها غير معنوية وتقع داخل حدي الثقة، كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار احصاءة Q غير معنوية عند مستوى دلالة 5% وهذا يقودنا الى قبول فرضية العدم التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية أي أن معاملات الارتباط الذاتي للبواقي الناتجة من هذا النموذج تساوي صفر وغير معنوية. وعليه فان الاخطاء مستقلة وعشوائية مما يدل على أن النموذج المقدر مناسب وهو الأفضل.

والشكل الاتي يبين منحنى التوفيق للنموذج المقدر.

شكل (3-20) يمثل منحنى التوفيق للنموذج المقدر للتجربة رقم 2



وكانت قيم المعايير الإحصائية للخطأ كالآتي:

جدول (3-4) يمثل قيم المعايير الإحصائية لنموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 2

MSE	RMSE	MAPE
216.0513	14.69868	5.68261

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي تقريباً 5.6% وجذر معدل تربيع الخطأ يساوي 14.7 فضلاً عن منحني التوفيق بكفاءة النموذج المقدر (ARIMA (1,0,0) نسبياً للتجربة رقم 2، ويتبين كذلك تأثير التلوين البسيط "زيادة تباين الخطأ" على النتائج النموذج المقدر مقارنة بالنموذج السابق "تجربة رقم 1".

3- التجربة رقم 3:

تم تشخيص النموذج الأفضل استناداً على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي في الشكل (3-6)،-، للسلسلة الزمنية قيد البحث التي تتبع النموذج = 0.5

النموذج المقدر كالاتي: $\sigma=15$ و ARIMA (1,0,0) Φ مع نسبة تلويث بسيطة، وكانت نتائج معلمات

جدول (3-5) يمثل نتائج معلمة نموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 3

Transformations:

Model: (1,0,0)

No. of obs.: 199 Initial SS= 8352E3 Final SS= 2120E2(2.538%) MS= 1076.2

Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.); highlight: p<.05

Const. p(1)

Estimate: 201.77 .51564

Std.Err.: 4.7856 .06147

Transformations: none
Model:(1,0,0) MS Residual=1076.2

Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(197)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	201.7658	4.78573	42.16125	0.000000	192.3282	211.2033
p(1)	.5156	.061474	8.38788	.000000	.3944	.6369

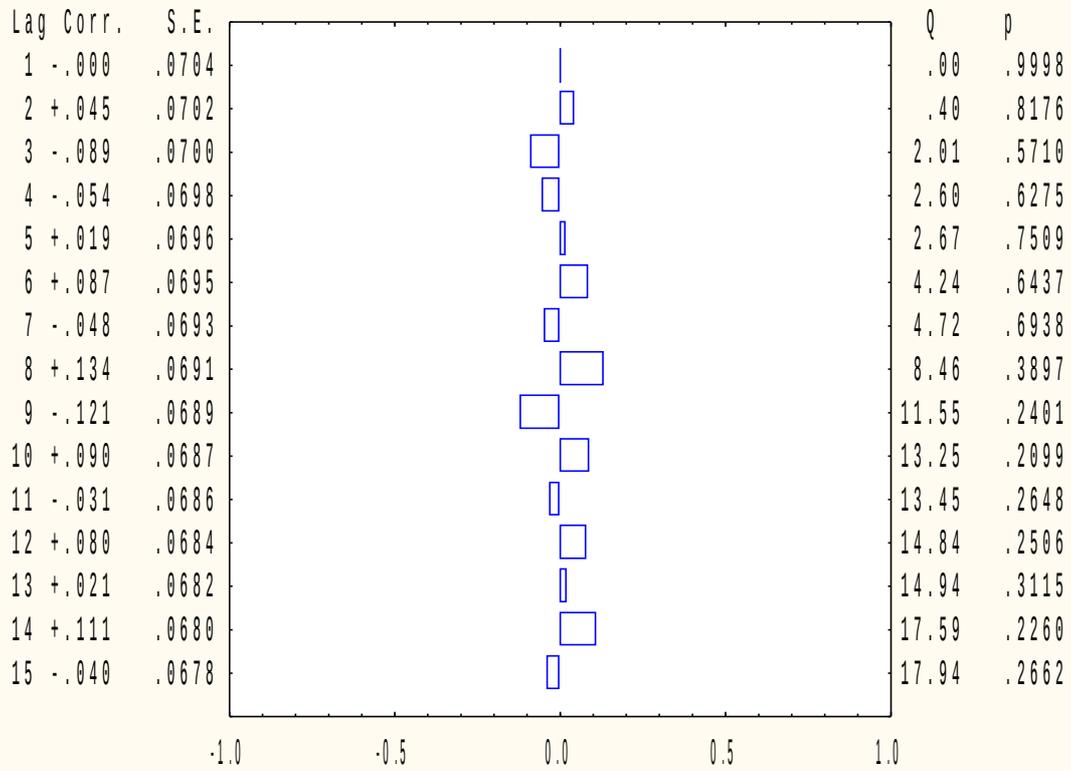
يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالاتي:

$$(\hat{Z}_t=201.77+.516Z_{t-1}+a_t \quad \dots\dots(3-3)$$

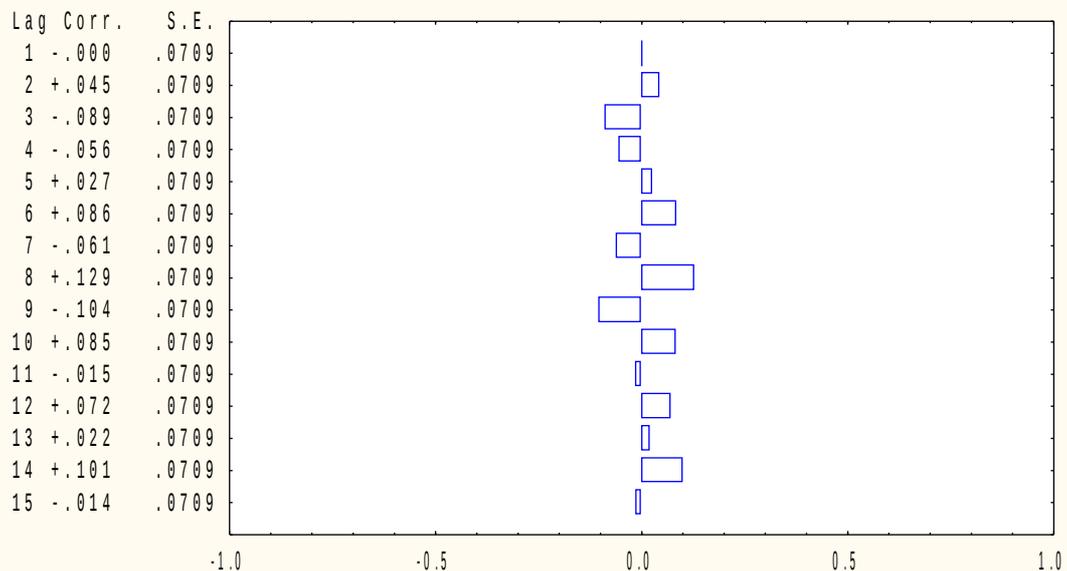
والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج المقدر وقيمة اختبار احصاءة Q.

شكل (3-21) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للخطأ وقيمة اختبار احصاءة Q

Autocorrelation Function
 AR__0_5 : ARIMA (1,0,0) residuals;
 (Standard errors are white-noise estimates)



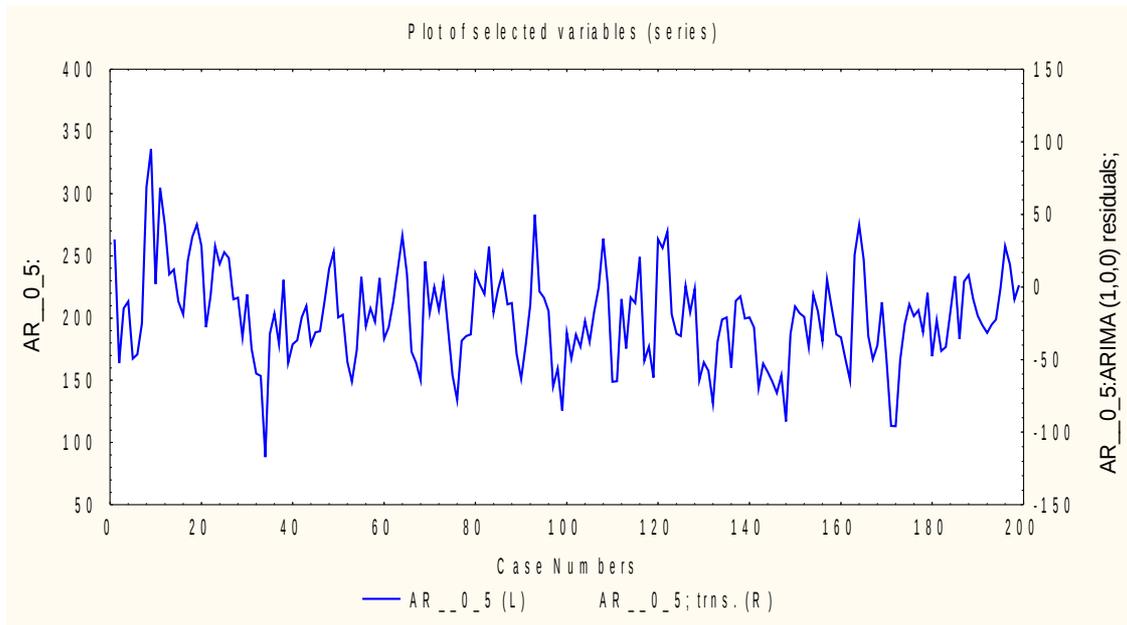
Partial Autocorrelation Function
 AR__0_5 : ARIMA (1,0,0) residuals;
 (Standard errors assume AR order of k-1)



يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي بان جميعها غير معنوية وتقع داخل حدي الثقة كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار احصاءة Q غير معنوية عند مستوى دلالة 5% وهذا يقودنا الى قبول فرضية العدم التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية اي ان معاملات الارتباط الذاتي للبواقي الناتجة من هذا النموذج تساوي صفر وغير معنوية. وعليه فان الاخطاء مستقلة وعشوائية مما يدل على ان النموذج المقدر مناسب وهو الافضل.

والشكل الاتي يبين منحنى التوفيق للنموذج المقدر.

شكل (3-22) يمثل منحنى التوفيق للنموذج المقدر للتجربة رقم 3



وكانت قيم المعايير الإحصائية للخطأ كالاتي:

جدول (3-6) يمثل قيم المعايير الاحصائية لنموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 3

MSE	RMSE	MAPE
1063.737	32.61499	13.55226

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي تقريباً 13.6% وجذر معدل تربيع الخطأ يساوي 32.6 فضلا عن منحنى

التوفيق بان النموذج المقدر (ARIMA (1,0,0 مناسب للتجربة رقم (3)،
ويتبين ذلك تأثير التلويث البسيطة "زيادة تباين الخطأ" وقيمة معلمة
نموذج الانحدار الذاتي Φ على النتائج النموذج المقدر مقارنة مع
النموذجين السابقين.

4- التجربة رقم 4:

تم تشخيص النموذج الأفضل استنادا على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي
في الشكل (4-8)،- للسلسلة الزمنية قيد البحث التي تتبع النموذج
ARIMA (2,0,0) $\Phi_1=0.578, \Phi_2=.312$ و $\sigma = 15$ ، مع نسبة تلويث بسيطة ،
وكانت نتائج معاملات النموذج المقدر كالآتي:

جدول (3-7) يمثل نتائج معلمتي نموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 4

Transformations:

Model: (2,0,0)

No. of obs.: 298 Initial SS= 1183E4 Final SS= 77162. (.6520%) MS= 261.57

Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.); highlight: $p < .05$

Const. p(1) p(2)

Estimate: 192.90 .57878 .31270

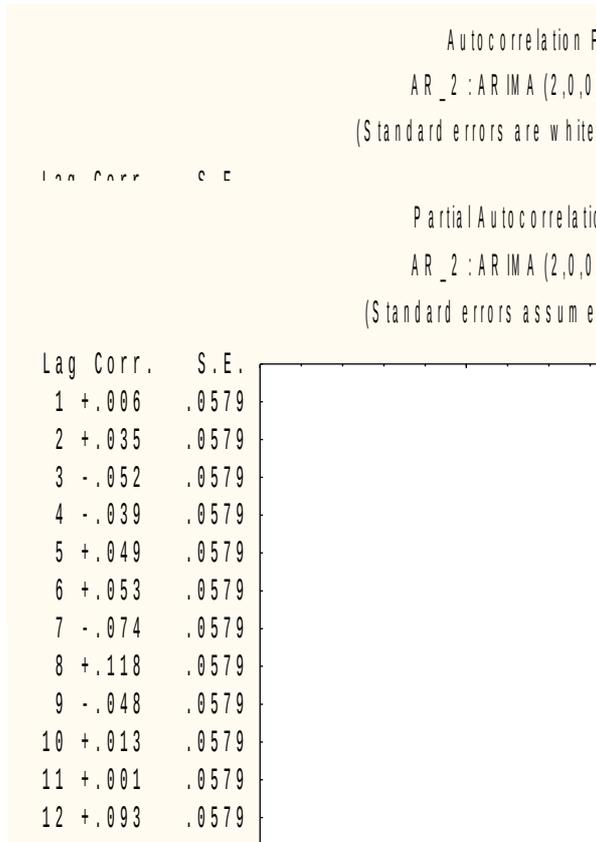
Std.Err.: 8.4252 .05645 .05671

Transformations: none						
Model:(2,0,0) MS Residual=261.57						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(295)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	192.8951	8.425189	22.89505	0.000000	176.3140	209.4762
p(1)	.5788	.056454	10.25229	.000000	.4677	.6899
p(2)	.3127	.056715	5.51361	.000000	.2011	.4243

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك
استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل
من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالآتي:

$$\hat{Z}_t = 192.89 + .578Z_{t-1} + .313Z_{t-2} + a_t \quad \dots\dots(3-4)$$

والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج المقدر وقيمة اختبار احصاءة Q.



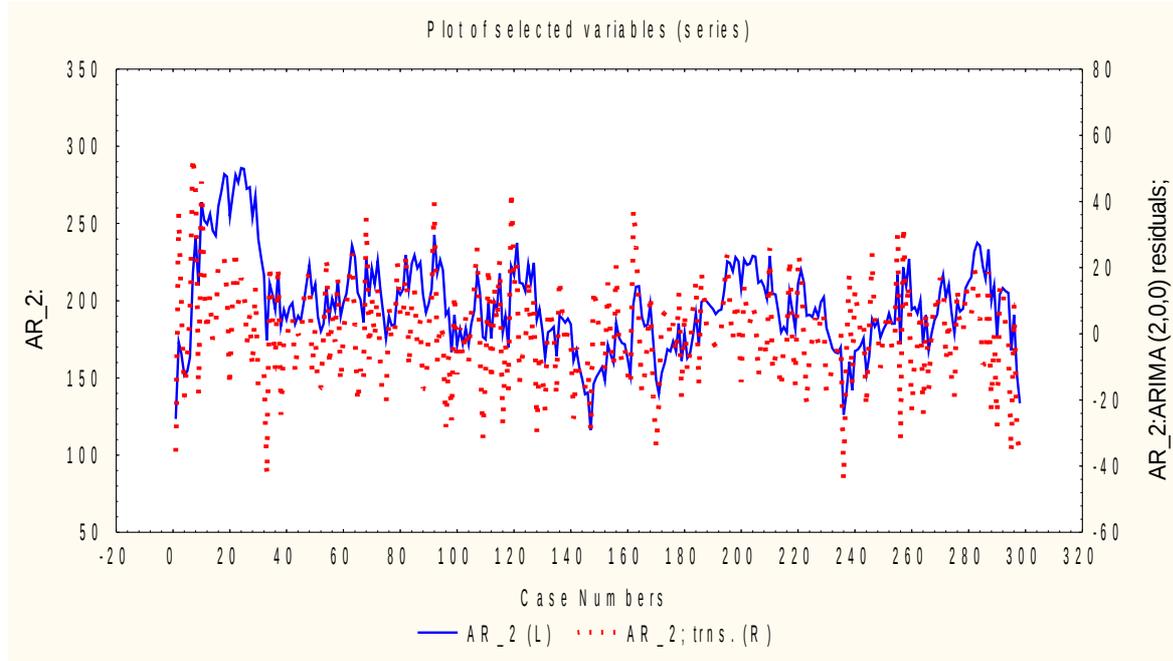
شكل (3-23) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للخطأ وقيمة اختبار احصاءة Q

يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي بان جميعها غير معنوية وتقع داخل حدي الثقة، كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار احصاءة Q غير معنوية عند مستوى دلالة 1% وهذا يقودنا الى قبول فرضية العدم التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية اي ان معاملات الارتباط الذاتي للبواقي الناتجة

من هذا النموذج تساوي صفر وغير معنوية. وعليه فان الاخطاء مستقلة وعشوائية مما يدل على ان النموذج المقدر مناسب وهو الأفضل.

والشكل الاتي يبين منحنى التوفيق للنموذج المقدر.

شكل (3-24) يمثل منحنى التوفيق للنموذج المقدر للتجربة رقم 4



وكانت قيم المعايير الإحصائية للخطأ كالآتي:

جدول (8-3) يمثل قيم المعايير الإحصائية لنموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 4

MSE	RMSE	MAPE
807.6836	16.05803	6.518299

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي تقريباً 6.5% وجذر معدل تربيع الخطأ يساوي 16 فضلا عن منحني التوفيق بكفاءة وأفضلية النموذج المقدر (ARIMA (2,0,0) للتجربة رقم 4.

5- التجربة رقم 5:

تم تشخيص النموذج الافضل استنادا على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي في الشكل (3-10)،- للسلسلة الزمنية قيد البحث التي تتبع النموذج المختلط $ARIMA(1,0,1)=0.5, \theta=0.4\Phi$ و $\sigma=15$ ، مع نسبة تلويث بسيطة، وكانت نتائج معلمات النموذج المقدر كالآتي:

جدول (9-3) يمثل نتائج معلمتي نموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 5

Transformations:

Model: (1,0,1)

No. of obs.: 199 Initial SS= 8133E3 Final SS= 52488. (.6454%) MS= 267.80

Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.); highlight: p<.05

Const. p(1) q(1)

Estimate: 201.20 .45229 -.4666

Std.Err.: 3.0907 .08109 .07541

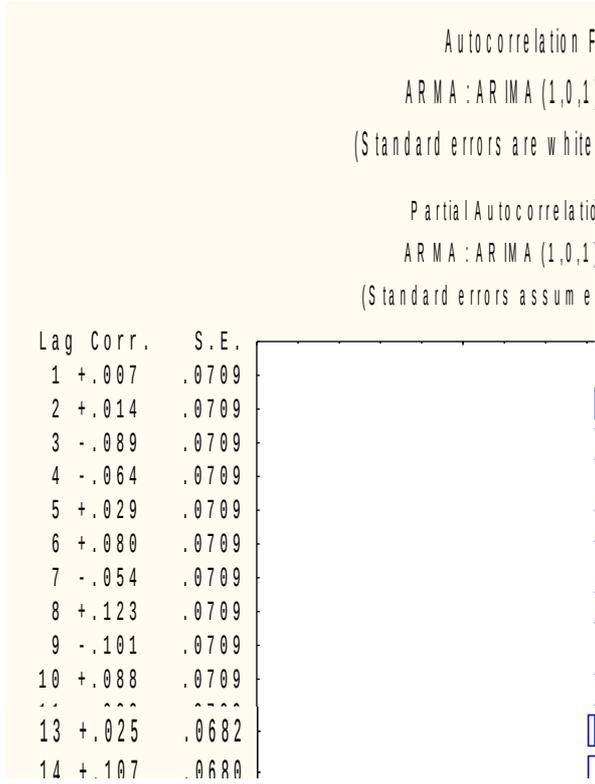
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(196)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	201.2010	3.090660	65.09968	0.000000	195.1058	207.2962
p(1)	.4523	.081085	5.57796	.000000	.2924	.6122
q(1)	-.4666	.075415	-6.18648	.000000	-.6153	-.3178

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالاتي:

$$(\hat{Z}_t = 201.2 + .452Z_{t-1} + .467a_{t-1} + a_t \quad \dots\dots\dots(3-5)$$

والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج المقدر وقيمة اختبار احصاءة Q.

شكل (3-80) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للخطأ وقيمة اختبار احصاءة Q

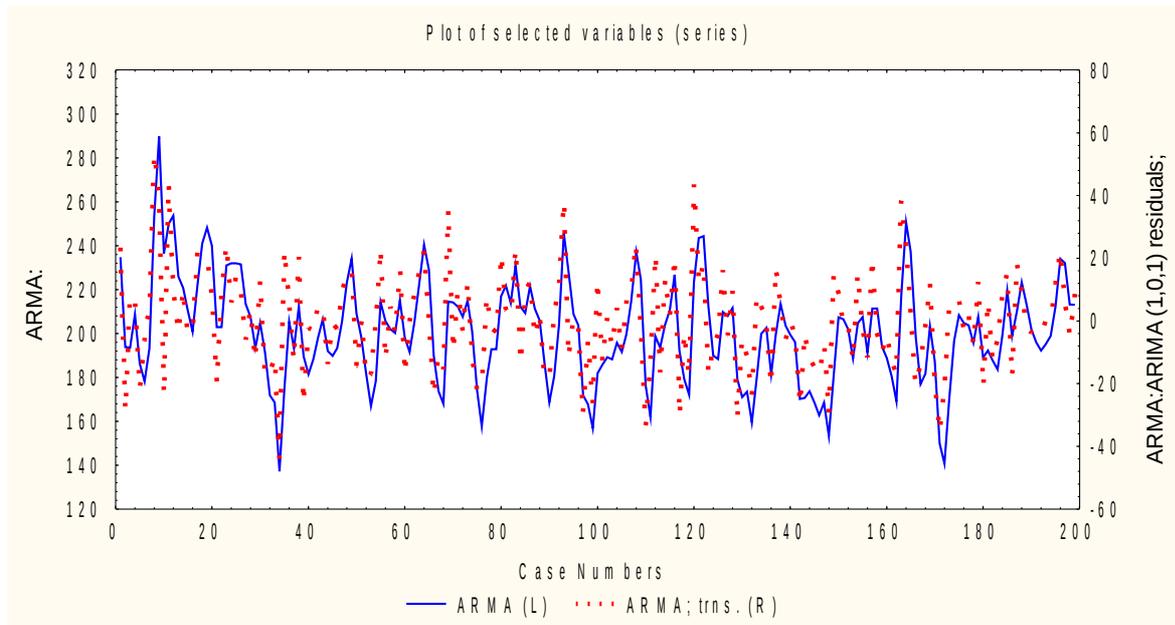


يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي بان جميعها غير معنوية وتقع داخل حدي الثقة، كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار احصاءة Q غير معنوية عند مستوى دلالة 5% وهذا يقودنا الى قبول فرضية العدم التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية اي ان معاملات

الارتباط الذاتي للبواقي الناتجة من هذا النموذج تساوي صفر وغير معنوية. وعليه فان الاخطاء مستقلة وعشوائية مما يدل على ان النموذج المقدر مناسب وهو الأفضل.

والشكل الاتي يبين منحنى التوفيق للنموذج المقدر.

شكل (3-26) يمثل منحنى التوفيق للنموذج المقدر للتجربة رقم 5



وكانت قيم المعايير الإحصائية للخطأ كالآتي:

جدول (10-3) يمثل قيم المعايير الإحصائية لنموذج بوكس- جنكينز
للتجربة رقم 5

MSE	RMSE	MAPE
264.6485	16.26802	6.504397

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي تقريباً 6.5% وجذر معدل تربيع الخطأ يساوي 16.21 فضلا عن منحني التوفيق بان النموذج المقدر (ARIMA (1,0,1) مناسب للتجربة رقم 5.

6- التجربة رقم 6:

تم تشخيص النموذج الأفضل استنادا على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي في الشكل (12-3)،- للسلسلة الزمنية قيد البحث التي تتبع النموذج ARIMA (0,0,1) $\theta=0.6$ و $\sigma=1$ ، وكانت نتائج معلمات النموذج المقدر كالاتي:

جدول (11-3) يمثل نتائج معلمة نموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 6

```

Transformations:
  Model: (0,0,1)
No. of obs.: 199   Initial SS= 5096E3 Final SS= 195.70(.0038%) MS= .99338
Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.); highlight: p<.05
  Const. q(1)
Estimate: 160.03 -.6422
Std.Err.: .11594 .05977
    
```

Transformations: none
Model: (0,0,1) MS Residual= 99338

Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(197)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	160.0267	.115942	1380.231	0.000000	159.7980	160.2553
q(1)	-.6422	.059772	-10.745	.000000	-.7601	-.5244

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالآتي:

$$\hat{Z}_t = 160.03 - .642a_{t-1} + a_t \quad \dots\dots\dots(3-6)$$

والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج المقدر وقيمة اختبار احصاءة Q.

Autocorrelation F
Partial Autocorrelation
MA : ARIMA (0,0,1)
(Standard errors assume

Lag	Corr.	S.E.
1	-.011	.0709
2	-.028	.0709
3	-.059	.0709
4	+.010	.0709
5	+.095	.0709
6	+.060	.0709
7	+.105	.0709
8	-.065	.0709
9	+.093	.0709
10	-.002	.0709
11	-.043	.0709
12	-.123	.0709
13	+.036	.0682

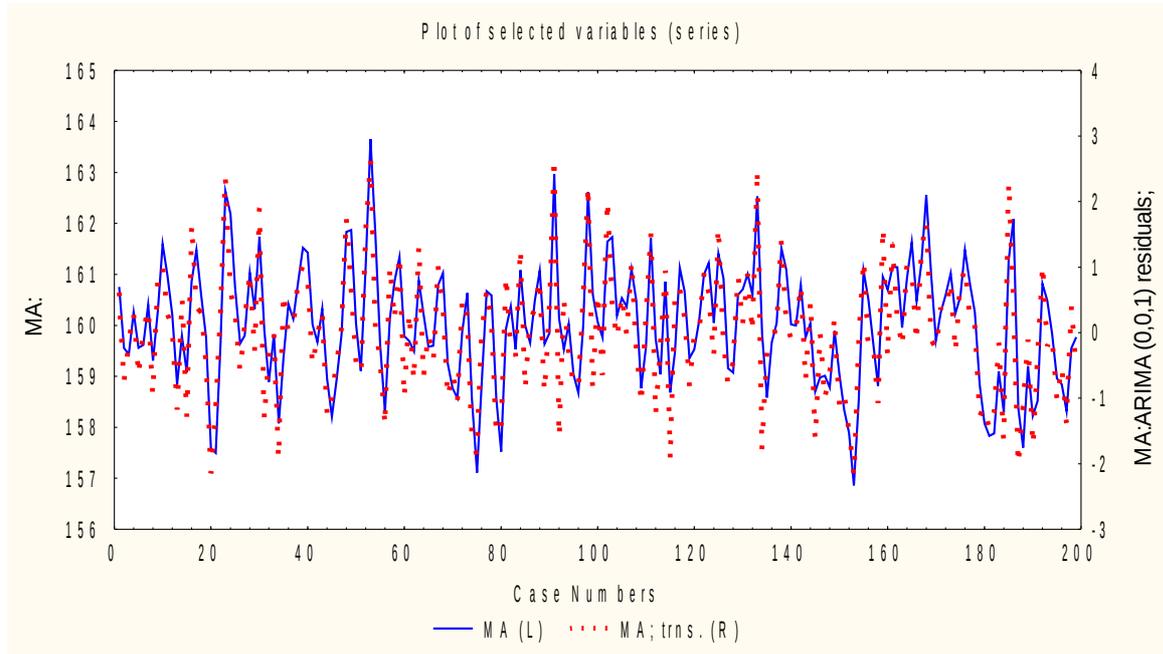
شكل (27-3) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للخطأ وقيمة اختبار احصاءة Q

يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي بان جميعها غير معنوية وتقع داخل حدي الثقة، كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار احصاءة Q غير معنوية عند

مستوى دلالة اقل من 5% وهذا يقودنا الى قبول فرضية العدم التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية اي ان معاملات الارتباط الذاتي للبقاقي الناتجة من هذا النموذج تساوي صفر وغير معنوية. وعليه فان الاخطاء مستقلة وعشوائية مما يدل على ان النموذج المقدر مناسب وهو الأفضل.

والشكل الاتي يبين منحنى التوفيق للنموذج المقدر.

شكل (3-28) يمثل منحنى التوفيق للنموذج المقدر للتجربة رقم 6



وكانت قيم المعايير الإحصائية للخطأ كالآتي :

جدول (3-12) يمثل قيم المعايير الإحصائية لنموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 6

MSE	RMSE	MAPE
0.980772	0.99034	0.485797

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي تقريباً 0.48% وجذر معدل تربيع الخطأ يساوي 0.99 فضلا عن منحنى

التوفيق بان النموذج المقدر (0,0,1) ARIMA مناسب للتجربة رقم 6 بشكل كبير وهو الأفضل.

7- التجربة رقم 7:

تم تشخيص النموذج الأفضل استنادا على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي في الشكل (3-14)،- للسلسلة الزمنية قيد البحث التي تتبع النموذج الموسمي الاتي:
 $ARIMAS (0,1,1)(0,1,1)_{12}$ $2=0.53, \theta=0.6\theta$ و $\sigma = 15$ ، مع نسبة تلويث بسيطة، وكانت نتائج معاملات النموذج المقدر كالآتي:

جدول (3-13) يمثل نتائج معلمتي نموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 7

```

Transformations: D(1),D(12)
Model: (0,1,1)(0,1,1) Seasonal lag: 12
No. of obs.: 131 Initial SS= 11306. Final SS= 6774.1(59.92%) MS= 52.512
Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.); highlight: p<.05
q(1) Qs(1)
Estimate: .53028 .62897
Std.Err.: .09527 .07543
    
```

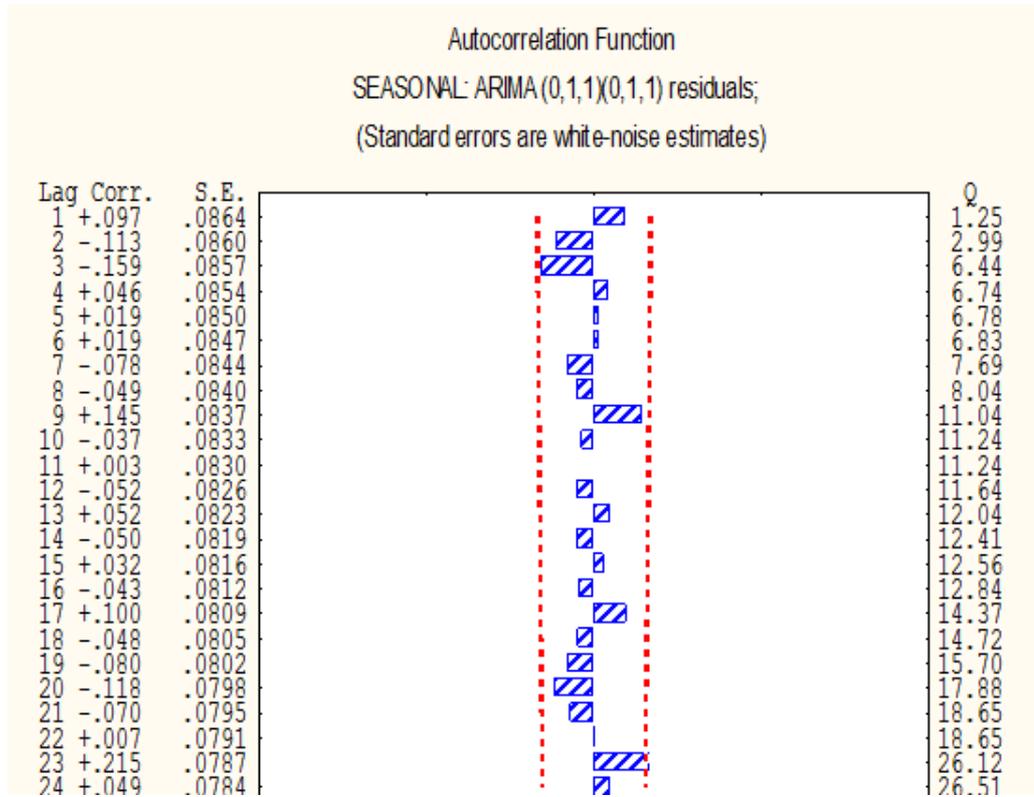
Transformations: D(1),D(12)
 Model: (0,1,1)(0,1,1) Seasonal lag: 12 MS Residual=52.512

Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(129)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
q(1)	.530280	.095266	5.566315	.000000	.341794	.718765
Qs(1)	.628974	.075427	8.338821	.000000	.479739	.778208

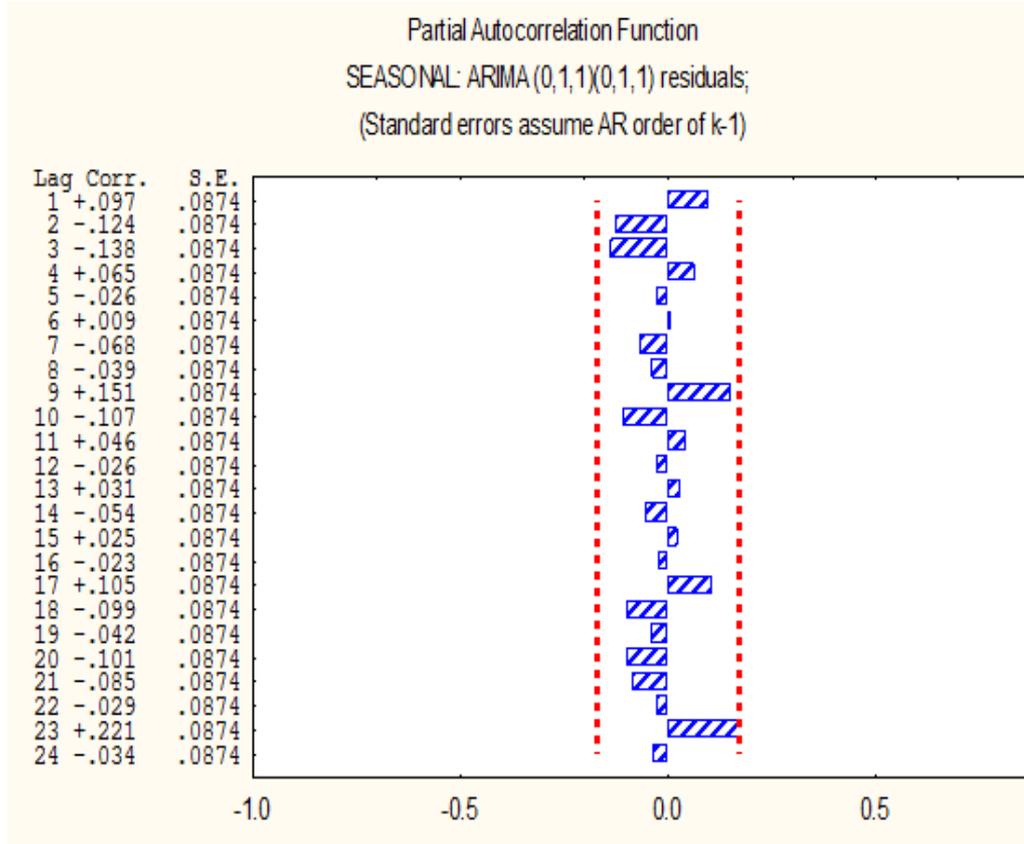
يتبين من $x_{t-1} + x_{t-12} - x_{t-13} + \epsilon_t + \theta\epsilon_{t-1}$ الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالآتي:

$$\hat{X}_t = X_{t-1} + X_{t-12} - X_{t-13} + .53\varepsilon_{t-1} + .628\varepsilon_{t-12} + .333\varepsilon_{t-13} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(3-7)$$

والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج المقدر وقيمة اختبار احصاءة Q بعدد ازاحة يساوي 24 لمشاهدة تأثير الموسمية.



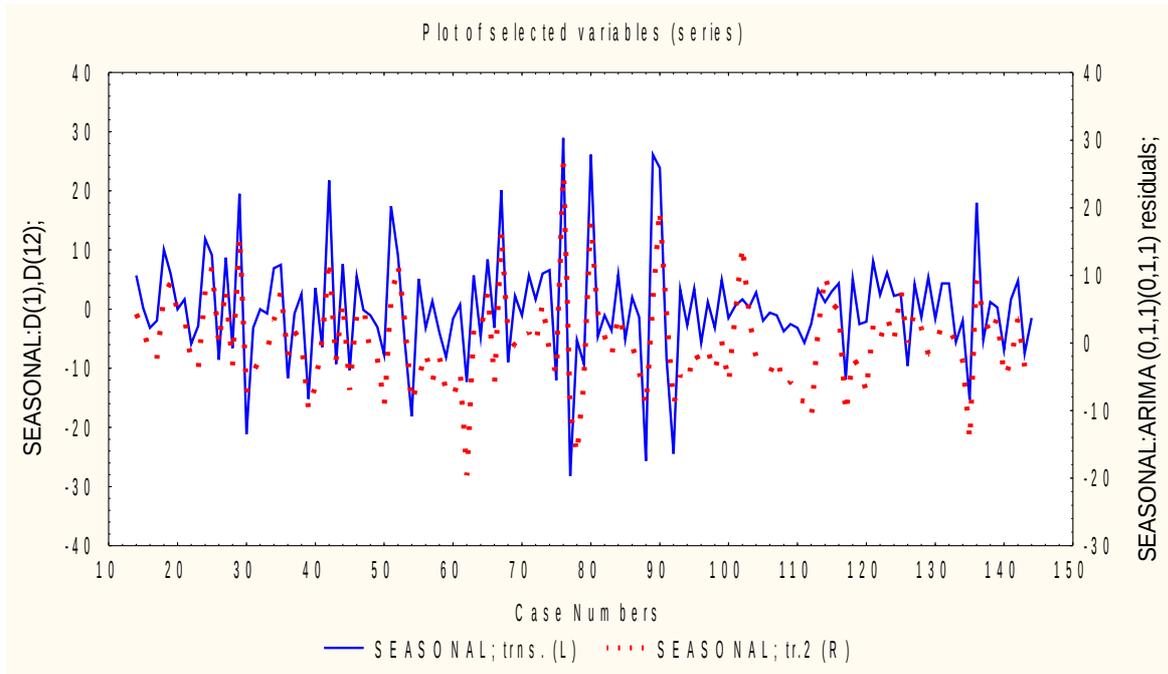
شكل (3-29) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء وقيمة اختبار احصاءة Q



يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات ذاتي الارتباط الذاتي والجزئي بان جميعها غير معنوية وتقع داخل حدي الثقة، كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار احصاءة Q غير معنوية عند مستوى دلالة 5% وهذا يقودنا الى قبول فرضية العدم التي تنص على استقلالية المتغيرات العشوائية اي ان معاملات الارتباط الذاتي للبواقي الناتجة من هذا النموذج تساوي صفر وغير معنوية. وعليه فان الخطاء مستقلة وعشوائية مما يدل على ان النموذج المقدر مناسب وهو الافضل.

والشكل الاتي يبين منحنى التوفيق للنموذج المقدر.

شكل (30-3) يمثل منحنى التوفيق للنموذج المقدر للتجربة رقم 7



وكانت قيم المعايير الإحصائية للخطأ كالاتي:

جدول (3-14) يمثل قيم المعايير الإحصائية لنموذج بوكس- جنكينز للتجربة رقم 7

MSE	RMSE	MAPE
49.56737	7.04041	0.63676

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي تقريباً 0.6% وجذر معدل تربيع الخطأ يساوي 7 فضلا عن منحني التوفيق بان النموذج الموسمي المقدر $ARIMA (0,1,1)(0,1,1)_{12}$ مناسب للتجربة رقم 7 بشكل كبير وهو الأفضل.

8- التجربة رقم 8:

تم تشخيص النموذج استنادا على دالتي الارتباط الذاتي والجزئي في الشكل (3-16)،- للسلسلة الزمنية قيد البحث التي تتبع النموذج $ARIMA (1,0,0) = 0.9\Phi$ مع نسبة تلويث اكبر من الطبيعي للتعرف اكثر

على سلوكية وجودة نماذج بوكس-جنكينز، وكانت نتائج معاملات النموذج المقدر كالآتي:

جدول (3-15) يمثل نتائج معلمة نموذج بوكس-جنكينز للتجربة رقم 8

Transformations:

Model: (1,0,0)

No. of obs.: 199 Initial SS= 3191E3 Final SS= 1061E2(3.326%) MS= 538.72

Parameters (p/Ps-Autoregressive, q/Qs-Moving aver.); highlight: p<.05

Const. p(1)

Estimate: 120.14 .80398

Std.Err.: 8.2259 .04171

Transformations: none

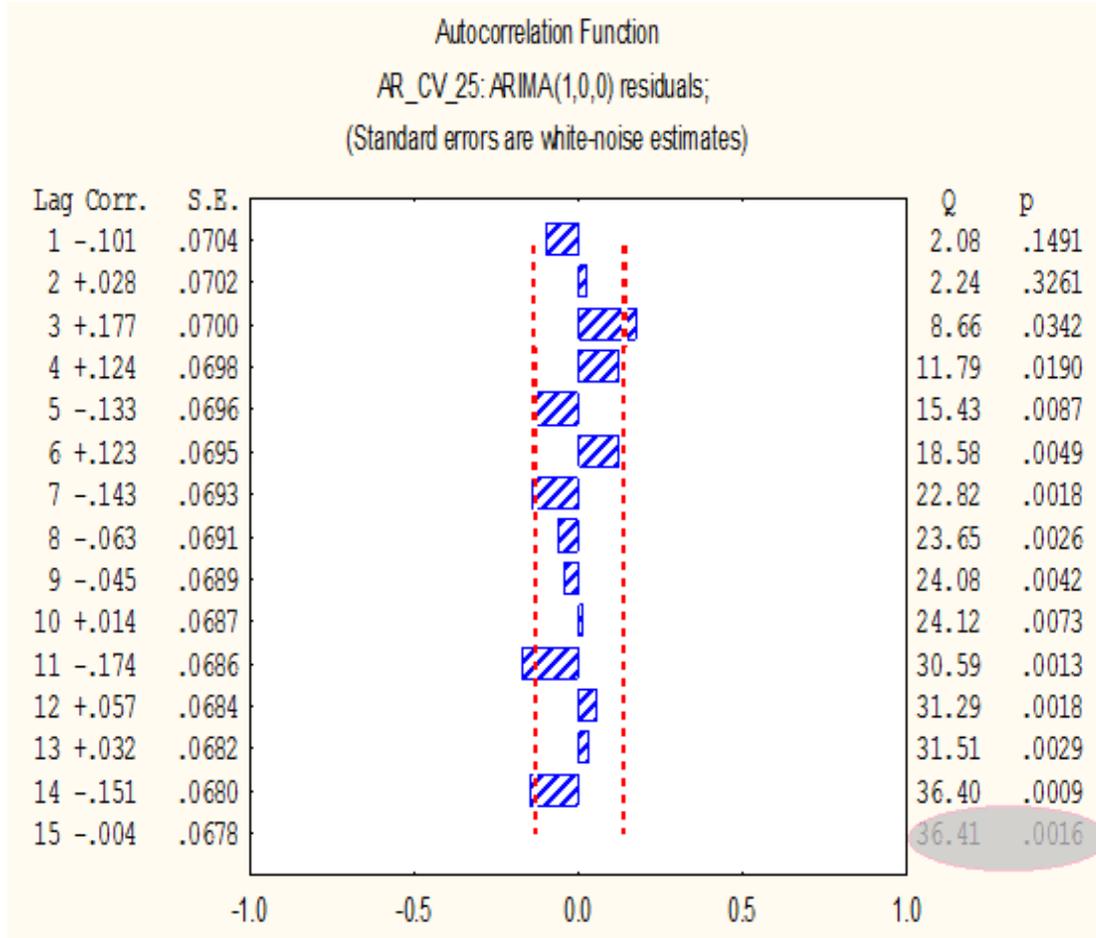
Model:(1,0,0) MS Residual=538.72

Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(197)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Constant	120.1408	8.225859	14.60526	0.00	103.9187	136.3628
p(1)	.8040	.041708	19.27647	0.00	.7217	.8862

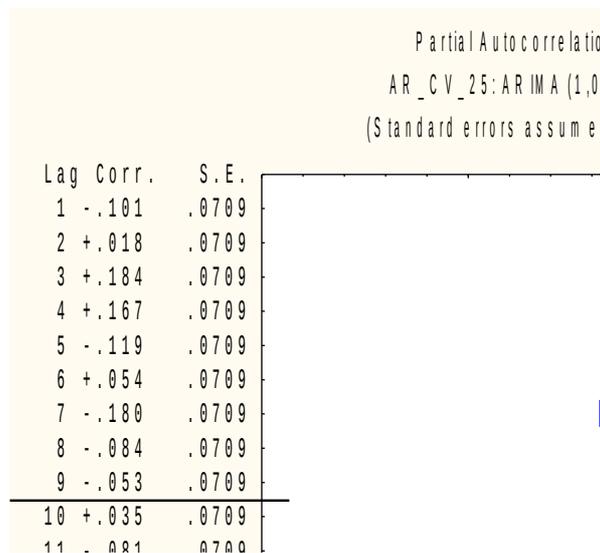
يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة معلمة النموذج المقدر معنوية وذلك استناداً الى قيمة t والقيمة الاحتمالية المصاحبة تحت مستوى دلالة اقل من 1%. والنموذج الرياضي لهذه السلسلة كالآتي:

$$(\hat{Z}_t=120.14+.804Z_{t-1}+a_t \dots\dots(3-8)$$

والشكل الاتي يبين سلوك دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للأخطاء النموذج المقدر وقيمة اختبار احصاء Q.



شكل (31-3) يمثل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي للخطأ وقيمة اختبار احصاء Q



يتبين من فحص البواقي من خلال قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي بان معظمهاⁱⁱⁱ معنوية وتقع خارج حدي

iii بسبب تأثير البيانات الملوثة.

الثقة وتبين كذلك بان بعض معاملات دالتي الارتباط الذاتي والجزئي معنوية وذلك بسبب تأثير البيانات الملوثة على النموذج. كما نجد ان القيمة الاحتمالية المصاحبة لاختبار^{iv}Q (التي تبلغ 0.0016) معنوية عند مستوى دلالة 5%. وهذا يقودنا الى رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة والتي تنص على عدم استقلالية المتغيرات العشوائية، اي ان معاملات الارتباط الذاتي للبواقي الناتجة من هذا النموذج لا تساوي صفر ومعنوية. وعليه فان الاخطاء غير مستقلة وغير عشوائية، مما يدل على ان النموذج المقدر غير مناسب او ملائم (بسبب عدم قدرة نماذج بوكس-جنكينز على معالجة هذه الحالة). علما بانه تم تجربة نماذج اخرى ولكنها لم تنجح وكان افضلها النموذج قيد البحث.

وعليه فان اسلوب بوكس-جنكينز غير قادر(عاجز) عن معالجة تلك النماذج (النماذج شبه خطية) مما يستلزم (يتطلب) اللجوء الى اسلوب اخر، وان افضل اسلوب لمعالجة هكذا نوع من النماذج او الحالات هو الشبكات العصبية الاصطناعية.

2-8-3 الشبكات العصبية الاصطناعية:

تم اعتماد أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية ANN في معالجة وتحليل السلاسل الزمنية المولدة فيما سبق وبالاستناد الى الخطوات في الاساس النظري والخوارزمية (2-1) والإجراءات الآتية:

نوع الشبكة:

اعتمدت شبكة البث العكسي للخطأ BP متعدد الطبقات التي تعد من اهم وأفضل وأشهر أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية معتمدة في معالجة السلاسل الزمنية والتنبؤ وتحليل البيانات وهي أكثر أنواع الشبكات حصانة.

iv تبلغ قيمته 36.41

معمارية الشبكة:

تتكون الشبكة المختارة من ثلاث طبقات (المدخلات، المخفية، المخرجات) مترابطة فيما بينها بروابط او اوزان اذ تحدد المفاضلة بينهما بواسطة معدل مربع الخطأ (MSE) وتم اعتماد عدد العقد في الطبقة المخفية بخمسة وعشرين (25) عقدة^v لزيادة كفاءة المخرجات. وتم تحديد مدخلات الشبكة استناداً الى منهجية الفرضية رقم (1) التي تنص على الاتي: مدخلات الشبكة تمثل السلسلة الزمنية بعد ازاحتها بدرجة نموذج الانحدار الذاتي في نموذج الـ ARIMA وتم التعويض عن درجة الفروق بالإزاحة السلسلة بدرجة الفرق اما مخرجات الشبكة فتمثل السلسلة الزمنية الحالية.

تدريب الشبكة:

تم في مرحلة تدريب الشبكة اعتماد الدالة اللوجستية والدالة السنية Sigmoid ويصل الحد الأعلى للتكرار الى 1500 او تحقيق احد شروط التدريب واعتمدت المعايير الاتية في تحديد افضلية الشبكة وهي الانحدار R^2 من خلال استخراج قيمة الانحدار R تم تقييم افضلية أداء الشبكة وحالة التدريب. وهناك عدة معايير تستخدم في تدريب الشبكة، يمكن توضيحها كالآتي:

وستتم أيجاز النتائج لتجارب السلاسل الزمنية الثمانية المستخرجة بالاستناد الى الخوارزمية رقم (1-2).

1- تجربة رقم 1:

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لهذه السلسلة بدلالة الفرضية رقم 1 تكون كالآتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان نموذج

^v عدد العقد الانسب الذي تم اعتماده من خلال التجارب

^{vi} معيار معتمد لتقييم كفاءة تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية وهو مشابه (ويحد كبير) لمعيار معامل التحديد R^2 .

الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى (AR(1) :

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ واحد ممثلتا بالمتغير X_{t-1} اي بإزاحة السلسلة الزمنية درجة واحدة.

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25 عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلتا بالمتغير X_t .

والجدول (C17-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث. أما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مبينة في الشكل (33C-3).

يتبين من النتائج الشكل (33C-3)، ان قيمة الانحدار R^2 يساوي 0.93 ودرجة الميل "Gradient" يساوي $1.3207e-006$ من 1500 دورة وقيمة μ Validation يساوي 0.001 من 500 دورة وفحص درجة التحقق "Best training" يساوي 0 من 1500 دورة وأفضل تقييم تدريب "performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل على أفضلية و أمثليه الشبكة العصبية الاصطناعية للسلسلة الزمنية قيد البحث.

وكانت نتائج المعايير الإحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالآتي:

جدول (3-16) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة رقم 1

MSE	RMSE	MAPE
0.8589	0.9268	0.3580

vii قيمة الانحدار في برنامج ماتلاب تماثل قيمة معامل التحديد R^2

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي 0.93 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 0.35 مما يدل على كفاءة وجودة الشبكة العصبية الاصطناعية قيد البحث.

2- تجربة رقم 2:

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لهذه السلسلة بدلالة الفرضية رقم 1 تكون كالآتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى (AR(1) :

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ واحد ممثلنا بالمتغير X_{t-1} اي بإزاحة السلسلة الزمنية درجة واحدة.

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25 عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلنا بالمتغير X_t .

والجدول (C19-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث.

اما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مبينة في الشكل (34C-3).

يتبين من النتائج الشكل (34C-3)، ان قيمة الانحدار R يساوي 0.91 ودرجة الميل "Gradient" يساوي $2.94e-005$ من 1500 دورة وقيمة Mu

يساوي 0.01 من 1500 دورة وفحص درجة التحقق Validation
 "Checks" يساوي 0 من 1500 دورة وأفضل تقييم تدريب "Best training
 performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل على أفضلية و أمثليه
 الشبكة العصبية الاصطناعية للسلسلة الزمنية قيد البحث.

وكانت نتائج المعايير الإحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالاتي:

جدول (3-17) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة
 رقم 2

MSE	RMSE	MAPE
148.7162	12.1949	4.5818

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي
 12.2 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 4.6 مما يدل على
 كفاءة الشبكة العصبية الاصطناعية قيد البحث

3- تجربة رقم 3:

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لهذه السلسلة بدلالة
 الفرضية رقم 1 تكون كالاتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان نموذج
 الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى (AR(1):

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ واحد ممثلنا
 بالمتغير X_{t-1} اي بإزاحة السلسلة الزمنية درجة واحدة.

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25 عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلاً بالمتغير X_t .

والجدول (C21-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث.

أما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مبنية في الشكل (35C-3).

يتبين من النتائج الشكل (35C-3)، أن قيمة الانحدار R يساوي 0.7 ودرجة الميل "Gradient" يساوي $5.134e-005$ من 1500 دورة وقيمة Mu يساوي 0.0001 من 1500 دورة وفحص درجة التحقق Validation "Checks" يساوي 0 من 1500 دورة وأفضل تقييم تدريب "Best training performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل على أفضلية الشبكة العصبية الاصطناعية للسلسلة الزمنية قيد البحث نوعاً ما.

وكانت نتائج المعايير الإحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالتالي:

جدول (3-18) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة رقم 3

MSE	RMSE	MAPE
756.291	27.5007	11.2239

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي 27.5 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 11.22 مما يدل على ان الشبكة العصبية الاصطناعية قيد البحث مناسبة نوعاً ما.

4- تجربة رقم 4 :

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لهذه السلسلة بدلالة الفرضية رقم 1 تكون كالآتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الثانية (AR(2):

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ اثنان ممثلتا بالمتغيرين X_{t-2}, X_{t-1} (اي بإزاحة السلسلة الزمنية درجتين).

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25 عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلتا بالمتغير X_t .

والجدول (C23-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث.

اما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مبينة في الشكل (36C-3).

يتبين من النتائج أعلاه ان قيمة الانحدار R تساوي 0.909 ودرجة الميل "Gradient" يساوي 0.00013628 من 1500 دورة وقيمة Mu

يساوي 0.1 من 1500 دورة وفحص درجة التحقق "Validation Checks" يساوي 0 من 208 دورة وأفضل تقييم تدريب "Best training performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل على أفضلية الشبكة العصبية الاصطناعية للسلسلة الزمنية قيد البحث.

وكانت نتائج المعايير الإحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالاتي:

جدول (3-19) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة رقم 4

MSE	RMSE	MAPE
154.3776	12.4249	4.7092

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي 12.4 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 4.7 مما يدل على الكفاءة الكبيرة والدقة العالية للشبكة العصبية الاصطناعية قيد البحث.

5- تجربة رقم 5 :

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لهذه السلسلة بدلالة الفرضية رقم 1 تكون كالاتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة (ARIMA(1,0.1):

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ واحد ممثلنا بالمتغير X_{t-1} اي بإزاحة السلسلة الزمنية درجة واحدة.

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25 عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلنا بالمتغير X_t .

والجدول (C80-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث.

اما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مبينة في شكل (37C-3).

يتبين من النتائج شكل (37C-3)، ان قيمة الانحدار R تساوي 0.74 ودرجة الميل "Gradient" يساوي $9.7e-005$ من 1500 دورة وقيمة μ يساوي 0.1 من 1500 دورة وفحص درجة التحقق "Validation Checks" يساوي 0 من 1500 دورة وأفضل تقييم تدريب "Best training performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل عن أفضلية نسبية للشبكة الاصطناعية للسلسلة الزمنية قيد البحث.

وكانت نتائج المعايير الاحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالآتي:

جدول (20-3) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة رقم 5

MSE	RMSE	MAPE
239.9592	15.4906	5.8895

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي 15.5 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 5.8 مما يدل عن كفاءة الشبكة العصبية الاصطناعية قيد البحث.

-6 تجربة رقم 6 :

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لهذه السلسلة بدلالة
الفرضية رقم 1 تكون كالآتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان نموذج
الايوساط المتحركة من الدرجة الاولى (ARIMA(0,0,1) كالآتي:

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ واحد ممثلنا
بالمتغير X_{t-1} اي بإزاحة السلسلة الزمنية درجة واحدة.

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25
عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلنا
بالمتغير X_t .

والجدول (C27-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP
قيد البحث.

اما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مينة
في الشكل (38C-3).

يتبين من النتائج الشكل (38C-3)، ان قيمة الانحدار R تساوي 0.51
ودرجة الميل "Gradient" يساوي 0.00015 من 1500 دورة وقيمة Mu
يساوي $1e-007$ من 1500 دورة وفحص درجة التحقق Validation
"Checks" يساوي 0 من 1500 دورة وأفضل تقييم تدريب "Best training
performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل على أفضلية متوسطة
للشبكة العصبية الاصطناعية للسلسلة الزمنية قيد البحث. ويتبين كذلك

ان قيمة R قليلة نسبياً مما يدل على ان مدخلات الشبكة لا توضح النموذج بشكل تام او جيد (أي ينبغي زيادتها). وكانت نتائج المعايير الاحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالآتي:

جدول (3-21) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة رقم 6

MSE	RMSE	MAPE
2.0362	1.424781	1.0804

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي 1.4 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 1.080 مما يدل على كفاءة الشبكة العصبية الاصطناعية قيد البحث.

7- تجربة رقم 7 :

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لهذه السلسلة بدلالة الفرضية رقم 1 تكون كالآتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان ARIAMs $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$:

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ ثلاث عقد ممثلتا بالمتغيرات $X_{t-13}, X_{t-12}, X_{t-1}$ اي بإزاحة السلسلة درجة 1 و12 و13.

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25 عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلاً بالمتغير X_t .

والجدول (C29-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث.

أما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مبنية في الشكل (C39-3).

يتبين من النتائج الشكل (C39-3)، أن قيمة الانحدار R تساوي 0.996 ودرجة الميل "Gradient" يساوي $3.0892e-005$ من 1500 دورة وقيمة Mu يساوي 0.0001 من 1500 دورة وفحص درجة التحقق Validation "Checks" يساوي 0 من 1500 دورة وأفضل تقييم تدريب "Best training performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل على أفضلية وامثليه الشبكة العصبية الاصطناعية للسلسلة الزمنية قيد البحث.

وكانت نتائج المعايير الإحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالتالي:

جدول (22-3) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة رقم 7

MSE	RMSE	MAPE
2.6048	1.6139	0.112

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي 1.6 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 0.112 مما يدل على كفاءة وجودة الشبكة العصبية الاصطناعية للسلسلة الزمنية الموسمية.

8- تجربة رقم 8 :

ان معمارية شبكة البث العكسي للخطأ BP لسلسلة النموذج شبه الخطي بدلالة الفرضية رقم 1 تكون كالآتي علما بان نموذج الـ ARIMA كان نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى (AR(1):

طبقة المدخلات: ان عدد العقد في هذه الطبقة يبلغ واحد ممثلنا بالمتغير X_{t-1} اي بإزاحة السلسلة الزمنية درجة واحدة.

الطبقة المخفية: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة خمسة وعشرين 25 عقدة وبطبقة واحدة.

طبقة المخرجات: يبلغ عدد العقد في هذه الطبقة عقدة واحدة ممثلنا بالمتغير X_t .

والجدول (C31-3) يبين مراحل تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث.

اما نتائج تقييم تدريب شبكة البث العكسي للخطأ BP قيد البحث، مبنية في الشكل (40C-3).

يتبين من النتائج الشكل (3-40C)، ان قيمة الانحدار R تساوي 0.85 ودرجة الميل "Gradient" يساوي $2.087e-005$ من 1500 دورة وقيمة Mu يساوي 0.01 من 1500 دورة وفحص درجة التحقق Validation Checks يساوي 0 من 1500 دورة وأفضل تقيم تدريب "Best training performance" هو NaN من 1500 دورة، مما يدل على أفضلية نسبية للشبكة العصبية الاصطناعية.

وكانت نتائج المعايير الاحصائية للخطأ لهذه الشبكة كالآتي:

جدول (3-23) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للشبكات العصبية للتجربة رقم 8

MSE	RMSE	MAPE
219.2778	14.80803	10.4984

يتبين من الجدول أعلاه ان قيمة جذر معدل مربع الخطأ RMSE يساوي 14.8 وقيمة نسبة المعدل المطلق للخطأ يساوي 10.4 مما يدل على ان الشبكة العصبية الاصطناعية مناسبة وملاءمة للسلسلة الزمنية قيد البحث.

3-9 معايرة النتائج:

تم في هذا المبحث مفاضلة وتحليل النتائج التي تم التوصل إليها من خلال الأسلوبين المعتمدين "اسلوب بوكس-جنكينز واسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية" لسلاسل الزمنية المولدة قيد البحث فضلا عن تمثيل الاخطاء من خلال المدرج التكراري والمفاضلة بين النماذج لكل اسلوب "اسلوب بوكس-جنكينز واسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية" وكذلك المفاضلة بين الأسلوبين انفي الذكر.

3-9-1 اسلوب بوكس-جنكينز:

يمكن أيجاز أهم النتائج التي تم التوصل إليها بواسطة أسلوب بوكس-جنكينز للسلاسل الزمنية الثمانية المولدة واستناداً الى المعايير الإحصائية للخطأ، في الجدول الاتي:

جدول (3-24) يمثل نتائج المعايير الاحصائية للخطأ لنماذج بوكس-جنكينز

Index	Models Criteria	MSE	RMSE	MAPE	Remarks
1	AR(1) "ideality model"	1.1798 37	1.0862 03	0.42843 4	Model Accepted
2	AR(1)With $\sigma=15$	216.05 13	14.698 68	5.68261	Model Accepted
3	AR(1)With $\Phi=0.5$	1063.7 37	32.614 99	13.5522 6	Model Accepted
4	(AR(2	807.68 36	16.058 03	6.51829 9	Model Accepted

5	(ARIMA(1,0,1	264.64 85	16.268 02	6.50439 7	Model Accepted
6	(MA(1	0.9807 72	0.9903 4	0.48579 7	Model Accepted
7	ARIMA (0,1,1) (0,1,1) ₁₂	49.567 37	7.0404 1	0.63676	Model Accepted
"Seasonal model"					
8	AR(1) With $\sigma=80$	-----	-----	-----	Model Rejected

يتبين من جدول المعايير الإحصائية للخطأ في جدول (24-3)، ان افضل النموذج الذي يحقق اقل خطأ ممكن هو على التوالي: نموذج تجربة رقم 1 الذي يمثل نموذج الانحدار من درجة الاولى الحالة المثالية، نموذج تجربة الرقم 6 الذي يمثل نموذج الاوساط المتحركة من الدرجة الاولى مع $\sigma=15$ ، نموذج تجربة رقم 7 الذي يمثل النموذج الموسمي وكما مبين في الجدول (24-3). ويتبين كذلك عجز وفشل اسلوب بوكس-جنكينز في معالجة نموذج تجربة رقم 8 "البيانات الملوثة او ذات السلوك شبه الخطي او غير الخطي" والحالات المشابه (وان أسوء نموذج هو نموذج شبه الخطي "تجربة رقم 8" الذي يمثل حالة تلويث البيانات لنموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى)، مما يثبت عدم قدرة أسلوب بوكس-جنكينز على معالجة النماذج "البيانات" الملوثة بنفس كفاءة النماذج الاعتيادية. ويمكن ترتيب نماذج السلاسل الزمنية المولدة تصاعدياً حسب معدل المطلق النسبي للخطأ، وكما مبين في الجدول الاتي.

جدول (25-3) يمثل ترتيب MAPE لنماذج السلاسل الزمنية المولدة تصاعدياً

Model	MAPE	Remarks
-------	------	---------

"AR(1) "ideality model	0.428434	Model Accepted
(MA(1	0.485797	Model Accepted
"Seasonal model" $_{12}(0,1,1)(0,1,1)$	0.63676	Model Accepted
AR(1) With $\sigma=15$	5.68261	Model Accepted
(ARMA(1,0,1	6.504397	Model Accepted
(AR(2	6.518299	Model Accepted
AR(1) With $\phi=0.5$	13.55226	Model Accepted
AR(1) With $\sigma=80$	-----	Model Rejected

ويمكن تمثيل سلوك الخطأ من خلال معيار نسبة المعدل المطلق للخطأ بالشكل^{viii} الآتي:

شكل (3-40) يمثل معدل المطلق النسبي للخطأ لاسلوب بوكس - جنكينز

viii تم حساب "استخراج" معيار الخطأ في التجربة 8 لأسلوب بوكس-جنكينز برغم من فشل النموذج وذلك لغرض المقارنة مع اسلوب الاخر.

2-9-3 اسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية:

يمكن أيجاز أهم النتائج التي تم التوصل إليها بواسطة أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية التقليدية ANN للسلاسل الزمنية الثمانية المولدة استناداً الى المعايير الإحصائية للخطأ وكما مبين في الجدول ادناه:

جدول (3-26) يمثل نتائج المعايير الاحصائية للخطأ لأسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية

index	Models Criteria	MSE	RMSE	MAPE
1	AR(1) "ideality Model"	0.8589	0.9268	0.3580
2	AR(1)With $\sigma=15$	148.7162	12.1949	4.5818
3	AR(1)With $\Phi=0.5$	756.291	27.5007	11.2239
4	(AR(2	154.3776	12.4249	4.7092
5	(ARIMA(1,0,1	239.9592	15.4906	5.8895
6	(MA(1	2.0362	1.424781	1.0804
7	ARIMA(0,1,1) (0,1,1) ₁₂ Seasonal" "model	2.6048	1.6139	0.112
8	AR(1) With $\sigma=80$	219.2778	14.80803	10.4984

يتبين من جدول المعايير الإحصائية للخطأ في جدول (3-26)، ان افضل نموذج يحقق اقل خطأ ممكن كان على التوالي: نموذج تجربة رقم 7 الذي يمثل النموذج الموسمي كونه يمثل اكثر عدد من عقد في طبقة المدخلات، نموذج تجربة رقم 1 الذي يمثل نموذج الانحدار من درجة الاولى الحالة المثالية، نموذج تجربة رقم 6 الذي يمثل نموذج الاوساط المتحركة من الدرجة الاولى مع تباين $\sigma=15$.

ويمكن ترتيب نماذج السلاسل الزمنية المولدة تصاعدياً حسب نسبة المعدل المطلق للخطأ، وكما مبين في الجدول الاتي.

جدول (3-27) يمثل ترتيب MAPE لنماذج السلاسل الزمنية المولدة تصاعدياً

Model	MAPE	Remarks
ARIMAs(0,1,1)(0,1,1) ₁₂ "Seasonal" model	0.112	Model Accepted
"AR(1) "ideality	0.3580	Model Accepted
(MA(1	1.0804	Model Accepted
AR(1) With $\sigma=15$	4.5818	Model Accepted
(AR(2	4.7092	Model Accepted
(ARMA(1,0,1	5.8895	Model Accepted
AR(1) With $\phi=0.5$	11.2239	Model Accepted
AR(1) With $\sigma=80$	10.4984	Model Accepted

ويمكن تمثيل سلوك الخطأ من خلال معيار نسبة المعدل المطلق للخطأ بيانياً من خلال الشكل الاتي:

شكل (3-41) يمثل معدل المطلق النسبي للخطأ لأسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية

3-9-3 مقارنة الأسلوبين:

يمكن أيجاز أهم النتائج التي تم توصل إليها في السلاسل الزمنية الثمانية المولدة بواسطة الأسلوبين "أسلوب بوكس-جنكينز" وأسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية" استناداً إلى المعايير الإحصائية للخطأ وكما مبين في الجدول الآتي:

جدول (3-28) يمثل نتائج المعايير الإحصائية للخطأ لأسلوبين ANN & BJ

Index	Models	Criteria			
		MSE	RMSE	MAPE	
		Method			
1	AR(1) "ideality "model	B.J	1.17983 7	1.086203	0.428434
		ANN	0.8589	0.9268	0.3580
2	AR(2)	B.J	216.051 3	14.69868	5.68261
		ANN	148.716 2	12.1949	4.5818
3	AR(1)With $\Phi=0.5$	B.J	1063.7 37	32.61499	13.55226
		ANN	756.29 1	27.5007	11.2239
4	MA(1)	B.J	807.68 36	16.05803	6.518299
		ANN	154.37	12.4249	4.7092

		B.J	264.64 85	16.26802	6.504397
5	(ARIMA(1,0,1	ANN	239.95 92	15.4906	5.8895
		B.J	0.9807 72	0.99034	0.485797
6	(MA(1	ANN	2.0362	1.424781	1.0804
		B.J	49.567 37	7.04041	0.63676
7	ARIMA(0,1,1) (0,1,1)₁₂	ANN	2.6048	1.6139	0.112
	Seasonal“ ”model	B.J	-----	-----	-----
8	AR(1) With $\sigma=80$		-		
		ANN	219.27 78	14.80803	10.4984

ويمكن تمثيل سلوك نسبة المعدل المطلق للخطأ للأسلوبين المعتمدين في الجانب التجريبي "اسلوب بوكس-جنكينز واسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية" بيانياً من خلال الشكل^{ix} الاتي:

شكل (3-42) يمثل معدل المطلق النسبي للخطأ لأسلوبين (BJ&ANN)

ix تم حساب "استخراج" معيار الخطأ في التجربة 8 لأسلوب بوكس-جنكينز برغم من فشل النموذج وذلك لغرض المقارنة مع اسلوب الاخر

يتبين من الجدول والشكل اعلاه ان أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية متفوق على أسلوب بوكس-جنكينز في سبعة نماذج من اصل ثمانية نماذج اي في معظم السلاسل الزمنية المولدة، بينما تفوق أسلوب بوكس-جنكينز في نموذج واحد فقط وهو نموذج الاوساط المتحركة اي نموذج التجربة رقم 6 في حين كانت النتائج متقاربة بين الاسلوبيين "عندما يكون الفرق بين نسبة المعدل المطلق للخطأ لأسلوبيين اقل من واحد" على التوالي: نموذج الانحدار الذاتي المثالي والنموذج الموسمي والنموذج المختلط "ARMA".

اما نسبة تفوق أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية "ANN" عن أسلوب بوكس-جنكينز بلغت 87.5%، ونسبة تفوق أسلوب بوكس-جنكينز بلغت 12.5 في جميع تجارب المحاكاة للسلاسل الزمنية الثمانية. لذلك وبشكل عام فان أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية افضل من أسلوب بوكس-جنكينز في جميع حالات السلاسل الزمنية ممكنة الحدوث والتي تم تمثيلها في تجارب المحاكاة المقيدة المنفذة.

ويتبين ايضاً "كذلك" عجز "فشل" وعدم قدرة أسلوب بوكس-جنكينز في معالجة النماذج شبه خطية (البيانات الملوثة)، فضلاً عن تفوق أسلوب بوكس-جنكينز في نماذج الاوساط المتحركة، وكانت النتائج متقاربة بين الاسلوبيين المعتمدين في ثلاثة نماذج (نموذج الانحدار الذاتي المثالي والنموذج الموسمي والنموذج المختلط ARIMA) وذلك بسبب فرض منهجية أسلوب بوكس-جنكينز على أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية مما ادى الى تقييد "تحديد" امكانية ومقدرة الشبكات العصبية الاصطناعية في معالجة النماذج شبه الخطية وغير الخطية من خلال خاصية التعلم والتدريب والتكيف ذاتياً مع اي نموذج التي تمتلكها وتمتاز بها.