

# تحديد قيمة الزمن القادم المثلى لاعتماد اسلوب الاستشراف قريب المدى والاستشراف بعيد المدى للسلاسل الزمنية

أ.م.د. مناف يوسف حمود  
جامعة بغداد - كلية الادارة والاقتصاد

أ.م.د. لميعة باقر الجواد  
جامعة بغداد-كلية الإدارة والاقتصاد

## المستخلص:

ان تعقيد طرائق الاستشراف التقليدية للسلاسل الزمنية المعلمية واللامعلمية يعود الى صعوبة تطبيقها يدويا لزمنا قادم كبير نسبيا . وتعد طريقة Box – Jenkins من طرائق الاستشراف قريب المدى وهي من اكثر الطرائق استعمالا للنماذج الخطية (المستقرة وغير المستقرة) ويتم فيها تقدير التوقع الشرطي وخطأ التقدير لفترات زمنية قادمة معدودة. كذلك بالامكان الاستشراف بطريقة اخرى وهي طريقة غير تقليدية وذلك من خلال حل معادلة الفروق الناتجة من الانموذج الخطي حلا رياضيا بافتراض ان الاخطاء المستقبلية سوف تختفي بعد فترة وجيزة من الزمن وهو ما سوف ندعوه هنا استشرافا بعيد المدى. وحيث ان الطريقة الرياضية في الغالب تكون بسيطة ومباشرة ويمكن اعتمادها للمدى البعيد لذا حاول الباحثان التوصل الى قيمة مثلى يتطابق عندها التقديران للاستشرافين القريب والبعيد المدى.

## Determining Optimum Value for Leading Time for depending Short Leading Time and Eventual Forecasting

### Abstract

The complexity of traditional forecasting methods for parametric and nonparametric time series is due to the difficulty of applying it manually for a relatively long leading time.

Box – Jenkins method is the most famous method of linear (stationary & non stationary) models and is characterized by its capability to forecast a short leading time for both conditional mean and error estimated

In addition to the foregoing, there is another forecasting method (named eventual forecasting) depends on solving the difference equation that obtained from the linear model and based on the assumption that the future errors will decay for a long run.

In this article we try to find an optimum value for a leading time so that the two estimators are Match for forecasting values.

## 1-1 المقدمة

هنالك العديد من طرائق الاستشراف للسلاسل الزمنية المستقرة وغير المستقرة تعد بعضها كطرائق<sup>[6]</sup> معلمية كطرائق المعدلات (المعدل البسيط والمعدل المتحرك وطرائق التمهيد الاسية كطريقة Holt (1957) الخطية وطريقة Holt-Witer (1960) للمسار والموسمية وطريقة Pegel (1969) للتصنيف فضلا عن طريقتي Granger(1985) و Box-Jenkins(1974) والبعض الاخر يمكن عدها كطرائق لاعلمية حديثة (كطريقة الطيف spectral وطريقة الشبكة العصبونية neural network) وغيرها من طرائق الاستشراف وعلى وجه العموم يمكن تصنيف هذه الطرائق الى ثلاثة اصناف رئيسية هي طرائق الاستكمال Extrapolation وطرائق النمذجة Modeling وطرائق خبيرة Expert.

وتعد طريقة Box-Jenkins اكثر الطرائق شيوعا واستخداما من بين هذه الطرائق، وعلى الرغم من انتشار هذه الطريقة وكثرة استخدامها نلاحظ ان الحساب اليدوي يكون صعبا او مستحيلا وعلى الاخص اذا كان المطلوب معرفة مستقبل السلسلة بعيد المدى (عشر سنوات فاكثر) وعلى النقيض من هذه الطريقة توجد طريقة اخرى تدعى طريقة الحل الرياضي لمعادلة الفروق وهي تقريب جيد لمستقبل السلسلة للمدى البعيد. من هنا كان الاهتمام منصبا على معرفة امكانية اعتماد التقدير بالحل الرياضي في الاستشراف كبديل للتقدير بطريقة Box-Jenkins نظرا لسهولة استخدام الطريقة الرياضية وهل يمكن عدها بديلا امثلا ام لا.

## 1-2 هدف البحث:

يمكن تلخيص هدف البحث بمعرفة القيمة المثلى للزمن القادم التي تمكننا من استبدال طريقة الاستشراف قريب المدى بطريقة الاستشراف بعيد المدى للسلاسل الزمنية المستقرة وغيرالمستقرة بحيث يكون هنالك امكانية من تطبيق الصيغ الرياضية الحديثة لحل مجموعة معادلات الفروق الانية في تقدير الاستشراف بعيد المدى للسلاسل الزمنية.

## 2-1 السلاسل الزمنية احادية المتغير Single Time Series [1][3]

قد تتوفر لدى الباحث مشاهدات عن ظاهرة عشوائية بارتدادات زمنية أي فترات زمنية سابقة وهذه المشاهدات يمكن عدّها كعينة من مجتمع لانهائي يشكل سلسلة زمنية. ولغرض دراسة وتحليل هذه السلسلة يتم غالبا مطابقتها بنماذج محددة معروفة ومدروسة بشكل مفصل ودقيق وللوصول لهذا الهدف تستخدم عادة منهجية خاصة تعرف في أدبيات السلاسل الزمنية بمنهجية Box-Jenkins وتتمثل بالخطوات الآتية :

- 1- التشخيص Identification ومن خلاله يتم التعرف على صيغة الانموذج الملائم للظاهرة.
- 2- التقدير Estimation ويعني تقدير معلمات الانموذج المشخص باحدى طرائق التقدير الاحصائي .
- 3- فحص مدى الملائمة Diagnostic Checking وهو التأكد من حسن اداء الانموذج الافضل والمنتخب من بين النماذج المشخصة عند توفر اكثر من انموذج .
- 4- الاستشراف Forecasting ويعني معرفة مستقبل السلسلة لزمن قادم والتكهن بما ستؤول اليه السلسلة في حالة استمرارها على نهجها السابق .

هذا يعني ان الاستشراف هو المرحلة المتأخرة من الدراسة والتحليل لاي سلسلة زمنية ومن خلاله يتم اتخاذ القرارات المهمة فاما مسايرة السلسلة واجراء ما يلزم لابقائها او محاولة السيطرة عليها وتحويلها عن مسارها للوصول الى ما هو افضل .

ويقال ان السلسلة الزمنية مستقرة Stationary اذا كررت صفاتها الاحصائية وهذا النوع من الاستقرار نادر الحصول لذا عادة يستبدل باستقرار اضعف منه وهو الاستقرار في العزوم وبالخصوص العزمين الاول والثاني أي ان السلسلة الزمنية لها وسط ثابت وتباين ثابت وتغاير ذاتي لا يتغير مع الزمن ولكن يعتمد على فرق الزمن وهذا ما سوف نتبناه في هذا البحث . كما تجدر الإشارة هنا الى ان بعض انواع السلاسل غير المستقرة في المتوسط يمكن تحويلها الى مستقرة باخذ الفروق لها من رتبة معينة .

## 2-2 بعض النماذج الخطية للسلاسل الزمنية

### Linear Models for Time Series [10][1]

يمكن صياغة عدة نماذج خطية للسلاسل الزمنية. فلو فرضنا ان  $Z_t, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  هي سلسلة زمنية منفردة وان  $a_t$  هي سلسلة اخطاء عشوائية غير مترابطة بمتوسط 0 وتباين  $\sigma_a^2$  فهناك صيغتان خطية للتعبير عن السلسلة وهي :

2-2-1 صيغة الانحدار الذاتي Autoregressive form (أو الصيغة الانعكاسية Invertible form)

وفيها يعبر عن قيم السلسلة الحالية بتركيبية خطية من قيم السلسلة السابقة وبالخطأ العشوائي وكما يأتي :

$$Z_t - \pi_1 Z_{t-1} - \pi_2 Z_{t-2} - \dots = a_t \quad \dots (1)$$

او بشكل اكثر اختصارا كما يأتي :

$$\pi(B)Z_t = a_t \quad , \pi_0 = 1 \quad \dots (2)$$

اذ ان :

$$\pi(B) = 1 - \pi_1 B - \pi_2 B^2 - \dots \quad \dots (3)$$

هو متعدد حدود بعامل الارتداد  $B$ . وتكون العملية العشوائية قابلة للانعكاس اذا حققت الشرط:

$$\sum_{j=0}^{\infty} |\pi_j| < \infty \quad \dots (4)$$

وتكون مستقرة اذا كانت جميع جذور متعدد الحدود  $\pi(B)$  خارج دائرة الوحدة المعقدة. وعند توفر قيم محدودة من المعاملات غير الصفرية  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_p$  يدعى الانموذج عندئذ بانحدار ذاتي من الرتبة  $P$  ويرمز له بـ  $AR(P)$ .

## 2-2-2 صيغة المتوسطات المتحركة Moving Average

وفيها يعبر عن قيم السلسلة الحالية بتركيبية خطية مكونة من الاخطاء الحالية والسابقة وكما يأتي:

$$Z_t = a_t + \psi_1 a_{t-1} + \psi_2 a_{t-2} + \dots \quad \dots (5)$$

وبشكل اكثر اختصارا

$$Z_t = \psi(B)a_t \quad , \quad \psi_0 = 1 \quad \dots (6)$$

اذ:

$$\psi(B) = \psi_0 + \psi_1 B + \psi_2 B^2 + \dots \quad \dots (7)$$

وهو متعدد حدود بعامل الارتداد B وتكون العملية العشوائية مستقرة اذا حققت الشرط الاتي:

$$\sum_{j=0}^{\infty} \psi_j^2 < \infty \quad \dots (8)$$

وتكون قابلة للانعكاس عندما جميع جذور متعدد الحدود  $\psi(B)$  تكون خارج دائرة الوحدة المعقدة .وعند توفر عدد محدود من المعاملات غير الصفرية  $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_q$  يدعى الانموذج عندئذ بأنموذج الاوساط المتحركة من الرتبة  $q$  ويرمز له بـ  $MA(q)$  .ومما تجدر الاشارة اليه انه يمكن تحويل احدى الصيغتين المذكورتين انفا الى الصيغة الاخرى فاذا كانت احدهما لانهاية فالأخرى تكون نهائية .

اما في التطبيقات العملية فغالبا ما يتم الدمج بين الصيغتين فتكون هنالك صيغة مختلطة انحدار ذاتي-اوساط متحركة بعدد محدود من المعاملات للطرفين ويرمز لها بـ  $ARMA(p, q)$  . اما الانموذج الخطي العام للسلاسل الزمنية غير المستقرة فيدعى بالانموذج المختلط (انحدار ذاتي - تكاملي - اوساط متحركة) يرمز له بـ  $ARIMA(p, d, q)$  ويكون بالصيغة

$$\phi(B)(1-B)^d Z_t = \theta(B)a_t \quad , \quad \phi_0 = 1, \theta_0 = 1 \quad \dots (9)$$

اذ

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad \dots (10)$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad \dots (11)$$

ويعد كلا من  $\phi(B)$  و  $\theta(B)$  متعددًا حدود من الدرجة  $p$  و  $q$  على التوالي بعامل الارتداد  $B$  ويحققان شرطًا الانعكاس والاستقرارية في الصيغتين المذكورتين انفا (1) و (2). أما  $d$  فتمثل رتبة الفروق، مع الإشارة إلى أنه عندما  $q = 0$  فإن الانموذج يصبح انحدار ذاتي - تكاملي  $ARI(p, d, 0)$  وعندما  $p = 0$  فالانموذج يصبح متوسطات متحركة - تكاملية  $IMA(0, d, q)$  أما عندما  $d = 0$  فالانموذج يصبح انموذج انحدار ذاتي- متوسطات متحركة  $ARMA(p, q)$ .

و يمكن كتابة الانموذج العام باحدى الصيغتين (1) و (2) المذكورتين انفا كما يأتي :

(1) الصيغة الانعكاسية

$$\pi(B) Z_t = \frac{\phi(B)(1-B)^d}{\theta(B)} Z_t = a_t \quad \dots (12)$$

(2) صيغة المتوسطات المتحركة او الصدمات العشوائية

$$Z_t = \psi(B) a_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)(1-B)^d} a_t \quad \dots (13)$$

### 2-3-3 الاستشراف Forecasting

يكون الاستشراف او التكهّن بمستقبل السلسلة على نوعين , استشرافا نقطيا Point Forecasting ويتم فيه تقدير القيمة المتوقعة للسلسلة الزمنية لزمان قادم Leading Time مقداره  $l$  والاستشراف الثاني يدعى باستشراف الفترة Interval Forecasting وفيه يتم تقدير الفترة التي يتوقع ان تقع ضمنها القيمة المتوقعة للسلسلة لزمان قادم مقداره  $l$ .

#### 2-3-1-1 الاستشراف النقطي Point Forecasting [10][4][2]

عرف الباحثان Box-Jenkins الاستشراف النقطي للسلسلة الزمنية احادية المتغير  $Z_t$  لزمان قادم مقداره  $l$  من نقطة الاصل (النقطة التي يتم الاستشراف منها)  $T$  عند توفر بيانات سابقة  $(\hat{Z}_T(l))(t = T, T-1, T-2, \dots)$  على انه التوقع الشرطي لـ  $Z_{T+l}$  باعطاء او معرفة قيم

السلسلة  $Z_T, Z_{T-1}, \dots$  بأقل متوسط مربعات خطأ عندما يكون توزيع الخطأ هو التوزيع الطبيعي بمتوسط 0 وتباين  $\sigma_a^2$ . أي ان :

$$\hat{Z}_T(l) = E(Z_{T+l} | Z_T, Z_{T-1}, \dots) \quad \dots (14)$$

وهذا يعني ان لاستشراف السلسلة الزمنية احادية المتغير  $Z_t$  غير المستقرة الممثلة بالانموذج

الخطي في المعادلة (9) سوف يتم بتطبيق المعادلة (14) وهنا يمكن إثبات العلاقة الآتية :

$$\begin{aligned} \hat{Z}_T(l) = & \varphi_1 \hat{Z}_T(l-1) + \varphi_2 \hat{Z}_T(l-2) + \dots + \varphi_{p+q} \hat{Z}_T(l-p-q) + \hat{a}_T(l) - \theta_1 \hat{a}_T(l-1) \\ & - \dots - \theta_q \hat{a}_T(l-q) \end{aligned} \quad \dots (15)$$

اذ ان

$$\varphi(B) = \phi(B)(1-B)^d, \quad \varphi_0 = 1, \quad \phi_0 = 1 \quad \dots (16)$$

هو متعدد حدود من درجة  $p+q$  بعامل الارتداد  $B$ . أي ان :

$$\varphi(B) = 1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2 - \dots - \varphi_{p+d} B^{p+d} \quad \dots (17)$$

و  $\theta(B)$  متعدد حدود من درجة  $q$  بعامل الارتداد  $B$  كما في المعادلة (11).

## Forecasting

### 1-1-3-2 الاستشراف قريب المدى [3][10]

هنالك طرائق عديدة لتقدير الاستشراف قريب المدى لقيم  $l$  صغيرة وسوف يتم اعتماد اسلوب

Box-Jenkins القائم على تطبيق الخوارزمية الآتية :

$$\left. \begin{aligned} i) \hat{Z}_T(j) &= E(Z_{T+j} | Z_T, Z_{T-1}, \dots) & \text{for } j \geq 1 \\ ii) \hat{Z}_T(j) &= Z_{T+j} & \text{for } j \leq 0 \\ iii) \hat{a}_T(j) &= 0 & \text{for } j \geq 1 \\ iv) \hat{a}_T(j) &= Z_{T+j} - \hat{Z}_{T+j-1}(1) = a_{T+j} & \text{for } j \leq 0 \end{aligned} \right\} \quad \dots (18)$$

وهذا يعني ان قيم السلسلة من نقطة الأصل  $T$  فمادون ذلك تعد قيم معلومة وثابتة فتؤخذ كما هي عند حساب التوقع الشرطي بينما القيم المستقبلية يتم استشرافها , وان الاخطاء المستقبلية جميعها اصفار بينما الاخطاء السابقة يتم حسابها من الفرق بين القيمة المتوفرة في الموقع  $T + j - 1$  لزمن قادم مقداره  $l$  .

ويتميز في هذا الجانب اسلوبان في الاستشراف تبعا لنوع الانموذج فيما اذا كان لسلسلة مستقرة ام لا وكما يأتي:

أ) أنموذج  $ARIMA(p,0,q)$  للسلاسل المستقرة ذو الصيغة

$$\phi(B)Z_t = \theta(B)a_t \quad \dots (19)$$

يكتب الانموذج بصيغة الصدمات العشوائية كما يلي

$$Z_t = \psi(B)a_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \quad \dots (20)$$

وهنا يمكن اثبات ان

$$\hat{Z}_T(l) = \sum_{j=0}^{\infty} \psi_{l+j} a_{T-j} \quad \dots (21)$$

أي أن  $\hat{Z}_T(l)$  ينتج عن ترجيح اخطاء سابقة باوزان لاحقة وهذا يستدعي حساب الأخطاء  $a_{T-j}$  لكل  $j \geq 0$  وحساب الأوزان  $\psi_{l+j}$  .

ب) أنموذج  $ARIMA(p,d,q)$  للسلاسل غير المستقرة ذو الصيغة

$$\phi(B)(1-B)^d Z_t = \theta(B)a_t \quad \dots (22)$$

ويكتب الانموذج بالصيغة الانعكاسية وكما يأتي

$$\pi(B)Z_t = \frac{\phi(B)(1-B)^d}{\theta(B)} Z_t = a_t \quad \dots (23)$$

وهنا يمكن اثبات ان

$$\hat{Z}_T(l) = \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j^{(l)} Z_{t-j+1} \quad \text{for } t \leq T \quad \dots (24)$$

حيث

$$\pi_j^{(l)} = \sum_{i=0}^{l-1} \pi_{l-1+j-i} \eta_i \quad , \quad \pi_0 = -1 \quad , \quad \eta_0 = 1 \quad \dots (25)$$



مع ملاحظة ان  $\eta_i$  هي أوزان تحقق الشرط

$$\sum_{i=0}^m \pi_{m-i} \eta_i = 0 \quad , \quad m = 1, 2, \dots, l-1$$

يمكن حسابها من المعادلة التكرارية التالية

$$\eta_j = \sum_{i=0}^{j-1} \pi_{j-i} \eta_i \quad , \quad j = 1, 2, \dots, l-1 \quad \dots (26)$$

## 2-3-1-2 Eventual Forecasting [10][9] الاستشراف بعيد المدى

تقوم فكرة الاستشراف بعيد المدى على حل معادلات الفروق حلا رياضيا والحصول على صيغة مباشرة تربط قيمة السلسلة بالزمن القادم  $l$ .

وحيث إن الحل العام لمعادلات الفروق غير المتجانسة يتكون من مجموع جزئين الاول هو الحل العام للمعادلة المتجانسة ( وهو يمثل الجزء الاكبر من الحل العام للمعادلة غير المتجانسة ويحوي ثوابت اختيارية مساوية بالعدد لرتبة معادلة الفروق ) والثاني هو أي حل خاص للمعادلة غير المتجانسة ( وغالبا مايكون تأثيره ضعيف على الحل العام ويختفي بعد فترة وجيزة من الزمن).

لذا فان الاستشراف بعيد المدى (عندما تكون  $l$  كبيرة بما يكفي كان تكون  $l > q$  مثلا) سوف يعتمد وبشكل اساسي على الجزء الاول من الحل .

وهذا يعني إعادة كتابة المعادلة (15) كما يأتي :

$$\hat{Z}_T(l) = \varphi_1 \hat{Z}_T(l-1) + \varphi_2 \hat{Z}_T(l-2) + \dots + \varphi_{p+d} \hat{Z}_T(l-p-d) \quad \dots (27)$$

وذلك بحذف الحدود المعتمدة على الخطأ العشوائي  $a_t$  لتحويلها إلى متجانسة كما يمكن كتابة المعادلة (27) بشكل أكثر اختصارا وكما يأتي :

$$\varphi(B) \hat{Z}_T(l) = 0 \quad , \quad \varphi_0 = 1 \quad \dots (28)$$

وهي معادلة فروق خطية متجانسة من رتبة  $p+d$  بمعاملات ثابتة يمكن حلها عند معرفة جذور متعدد الحدود  $\varphi(B)$  بعامل التراجع  $B$ . فلو فرضنا انه يمكن تحليل متعدد الحدود الى عوامله الاولى كما يأتي :

$$\varphi(B) = \prod_{i=1}^N (1 - r_i B)^{m_i} = 0 \quad , \quad \sum_{i=1}^N m_i = p + d \quad \dots (29)$$

(وعند عدم امكان تحليل متعدد الحدود يمكن ايجاد قيم تقريبية باعتماد التحليل العددي). فان  
الحل العام للمعادلة (27) يكون :

$$\hat{Z}_T(l) = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{j=0}^{m_i-1} C_{ij}^{(T)} l^j \right) r_i^l, \quad l > q - p - d \quad \dots (30)$$

ويمكن عده تقدير جيد للاستشراف بعيد المدى لزمن قادم مقداره  $l$  عند نقطة الاصل  
 $T$ . الثوابت  $C_{ij}^{(T)}$  هي ثوابت متحركة تعتمد على نقطة الاصل  $T$ . وتعطى النتائج بدلالة الدوال  
المثلثية اذا كان بعض جذور المعادلة (24) جذورا غير حقيقية. فمثلا انموذج  $ARMA(1,1)$   
بالصيغة

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad \dots (31)$$

يكون :

$$\hat{Z}_T(l) = \phi_1 \hat{Z}_T(l-1) + \hat{a}_T(l) - \theta_1 \hat{a}_T(l-1) \quad \dots (32)$$

وباعادة كتابة المعادلة بعد حذف الاخطاء منها يكون

$$\hat{Z}_T(l) - \phi_1 \hat{Z}_T(l-1) = 0, \quad l > 0 \quad \dots (33)$$

إذ إن

$$\varphi(B) = 1 - \phi_1 B, \quad l > 0 \quad \dots (34)$$

الذي يؤدي الى ان

$$r_1 = \phi_1$$

أذا فالحل العام للمعادلة (33) المتجانسة يكون:

$$\hat{Z}_T(l) = C_1^{(T)} \phi_1^l, \quad l > 0 \quad \dots (35)$$

حيث يشير  $C_1^{(T)}$  إلى ثابت اختياري يعتمد على نقطة الأصل  $T$  ويمكن حسابه من قيم ابتدائية  
للسلسلة  $Z_t$ . وهذا يتطابق مع الاستشراف للأنموذج  $ARMA(1,0)$  بالمعلمة  $\phi_1$ . وللأنموذج  
 $ARIMA(1,1,1)$  بالصيغة

$$(1 - B)Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad \dots (36)$$

فيكون عندها

$$\hat{Z}_T(l) = \phi_1 \hat{Z}_T(l-1) + \phi_2 \hat{Z}_T(l-2) = 0, \quad l > 0 \quad \dots (37)$$

مع الإشارة الى ان

$$\phi(B) = \phi(B)(1-B) = (1-\phi_1 B)(1-B) \quad \dots (38)$$

مما يؤدي هذا الى

$$r_1 = 1, r_2 = \phi_1$$

عندها يكون الحل العام للمعادلة (38) المتجانسة:

$$\hat{Z}_T(l) = C_1^{(T)} + C_2^{(T)} \phi_1^l, \quad l > 0 \quad \dots (39)$$

اذ يشير  $C_1^{(T)}, C_2^{(T)}$  ثابتين اختياريين يعتمدان على نقطة الأصل  $T$  ويمكن حسابهما من قيمتين ابتدائيتين للسلسلة  $Z_T$ . وهذا يتطابق مع الاستشراق للأنموذج  $ARIMA(1,1,0)$  بالمعلمة  $\phi_1$ .

### 3-1-3-2 خطأ التقدير [8][10] Error Estimation

للأنموذج  $ARMA(p,q)$  المكتوب بصيغة الصدمات العشوائية يكون خطأ التقدير

للاستشراق قريب المدى من نقطة الأصل  $T$  ولزمن قادم  $l$  هو :

$$e_T(l) = Z_{T+l} - \hat{Z}_T(l) = \sum_{j=0}^{l-1} \psi_j a_{T+l-j} \quad \dots (40)$$

بمتوسط مقداره 0 ويتباين مقداره

$$\sigma_a^2 \sum_{j=0}^{l-1} \psi_j^2 \quad \dots (41)$$

حيث  $\psi_j$  معرف كما في المعادلة (20).

اما خطأ التقدير للأنموذج  $ARIMA(p,d,q)$  المكتوب بالصيغة الانعكاسية فهو :

$$e_T(l) = Z_{T+l} - \hat{Z}_T(l) = \sum_{j=0}^{l-1} \eta_j a_{T+l-j} \quad \dots (42)$$

بمتوسط 0 ويتباين مقداره :

$$\sigma_a^2 \sum_{j=0}^{l-1} \eta_j^2 \quad \dots (43)$$

حيث  $\eta_j$  معرف في المعادلة (26).

ويلاحظ من المعادلتين (41) و (43) هنالك تناظر في تباين الأخطاء لانموذج السلاسل المستقرة وغير المستقرة ولكن للانموذج الأول يكون

$$\lim_{l \rightarrow \infty} \sum_{j=0}^{l-1} \psi_j^2 < \infty \quad \dots (44)$$

بينما للانموذج الثاني يكون

$$\lim_{l \rightarrow \infty} \sum_{j=0}^{l-1} \eta_j^2 \rightarrow \infty \quad \dots (45)$$

### 3- الجانب التجريبي:

لتحقيق هدف هذا البحث اجريت تجارب المحاكاة باستخدام برنامج بلغة Matlab 7.10 للسلاسل الزمنية  $Z_t$  بأربعة إحجام 25,50,75,100 لانموذجي ARMA (1,1) و ARIMA(1,1,1) بالمعلمتين  $\theta_1$  و  $\phi_1$  لقيم موجبة وقيم سالبة وكما يأتي :

$$\phi_1 = -0.8, 0.2, \quad \theta_1 = -0.3, 0.7$$

ولقيم  $l$  المختلفة 20, 3, 2, 1 في حالة استخدام انموذج ARMA(1,1) وكذلك 10, 3, 2, 1 عند استخدام أنموذج ARIMA(1,1,1) وحسبت مقدرات الاستشراف بعيدة المدى للانموذجين من المعادلتين (35) و(39) على التوالي ورمز لها بالرمز  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى للانموذجين من المعادلتين (21) و(24) على التوالي ورمز لها بالرمز  $\bar{Z}_T(l)$  وتم وضع النتائج لانموذج ARMA(1,1) في الجداول بالارقام (1),(2),(3)و(4).

ولانموذج ARIMA(1,1,1) في الجداول (5),(6),(7)و(8) لقيم  $l = 1, 2, 3, \dots, 10$  ولنفس قيم المعلمات المذكورة انفا ثم رسمت النتائج لبيان مدى التطابق بين التقديرين في الاشكال التي لها نفس الارقام المقابلة.

وزيادة في التعرف على مدى التطابق بين المقدرين للاستشراف بعيد المدى والاستشراف قريب المدى تم حساب متوسط مربعات الاخطاء بين مقدر الاستشراف بعيد المدى والسلسلة الاصلية ومقدر الاستشراف قريب المدى والسلسلة الاصلية وكررت العملية لخمسة مائة مرة واخذت معدلات المتوسطات ورمز لها AMS1 وAMS2 وكانت النتائج كما في الجدولين رقم (9) و(10).

### 4- تحليل النتائج

## لانموذج ARMA(1,1) :

يلاحظ من الجدول رقم (1) انه عندما تكون كلا من  $\theta_1$  و  $\phi_1$  سالبتين وان قيمة  $|\theta_1|$  صغيرة نسبة إلى  $|\phi_1|$  فيكون هنالك تقاربا في الاستشراف بالطريقتين مع تناظر بالإشارة ولجميع قيم  $l$  و حجوم السلسلة ويزداد هذا التقارب تبعاً لزيادة  $l$  فبينما يكون اكبر فرق بين التقديرين هو 0.4773 عند  $T=75$  في بداية الفترة ( $l=1$ ) يقل الفرق تدريجياً كلما تقدمنا بقيمة  $l$  ويكون 0.0069 في نهاية الفترة ( $l=20$ ) , وهذا ينسحب على الفروق الاخرى للتقديرين ايضاً. كما يلاحظ ان التقديرين للاستشراف مترددة الإشارة (وذلك لان  $\phi_1 < 0$ ) وليس هنالك تأثيرا واضحا لحجم السلسلة على الطريقتين ويكون التقارب شديد بعد  $l=14$  .

اما الجدول رقم (2) حيث  $\theta_1$  موجبة و  $\phi_1$  سالبة وانهما متقاربتان بالقيمة المطلقة فيلاحظ منه ان الاستنتاجات هي كما في الجدول رقم (1) ما عدا فيما يخص التطرف بالقيم اذ ان الاستشراف بالطريقة الرياضية على الاغلب اقل تطرفاً من الطريقة الاخرى وذلك بتأثير قيمة  $\theta_1$  الكبيرة نسبياً.

الجدول رقم (3) يعكس حالة ان  $\theta_1$  و  $\phi_1$  مختلفة في الاشارة ومتقاربة في القيمة المطلقة وانهما صغيرتان نسبياً ومنه يلاحظ ان القيمة المطلقة للاستشراف لكلا الطريقتين صغيرة والفرق بينهما صغير جداً , مما يؤدي الى التقارب بشكل اسرع (التقارب يكون شديد بعد  $l=4$ ) كما يلاحظ اختلاف الاشارة بين التقديرين احياناً وذلك ناتج عن اعتماد الطريقة الرياضية على اشارة السلسلة في نقطة الأصل وإشارة  $\phi_1$  أيضاً بينما الطريقة الاخرى تعتمد التوقع الشرطي ضمن حدي ثقة اعلى وادنى. كما يلاحظ ان الاستشراف لجميع قيم  $l$  يحمل نفس الإشارة لاي من الطريقتين وان الطريقة الرياضية تكون اقل تطرفاً وذلك لصغر قيمة  $\theta_1$  .

الجدول رقم (4) تكون فيه كل من  $\theta_1$  و  $\phi_1$  موجبة و  $\theta_1 > \phi_1$  وهو يتبع نفس النهج كما في الجدول رقم (3) من حيث التقارب بالقيمة المطلقة للاستشراف والاختلاف بالاشارة ولنفس الاسباب السابقة كما يؤكد أن صغر قيمة  $|\phi_1|$  يؤدي إلى تقارب اسرع مهما كانت القيمة المطلقة إلى  $\theta_1$  ولجميع أحجام السلسلة .

يستنتج من ذلك ان هناك تقاربا كبيرا بين قيمتي التقديرين يصل الى حد التطابق في بعض الاحيان والاختلاف باشارة فقط في احيان اخرى وذلك اعتمادا على قيمة السلسلة في نقطة الاصل ان كانت موجبة او سالبة. وعلى وجه العموم ان التقديرين يلتقيان بعد  $l=14$  وذلك عندما تكون قيمة المعلمة  $\phi_1$  كبيرة أو صغيرة أي انها تقترب من 1 او -1. اما في الحالات الاخرى فان نقطة التلاقي تكون اسرع بكثير من الحالتين السابقتين وعلى وجه التحديد عند  $l=4$  بغض النظر عن حجم السلسلة وقيمة وإشارة  $\theta_1$

والجدول رقم (9) يبين اربعة حالات :

### الحالة الاولى

يكون فيها معدلي متوسطي مربعات الخطأ AMS1 و AMS2 صغيرين ولجميع احجام السلسلة ومنتاظرين للطريقتين مع زيادة بسيطة في قيمة AMS1 . اذ بلغت اصغر قيمة لهما عند T=50 وهي 1.6711 و 1.6381 واكبر قيمة لهما عند T=75 وهي 1.8701 و 1.8043 والفرق صغير بينهما.

### الحالة الثانية

يكون فيها AMS1 و AMS2 كلاهما كبير نسبياً مع زيادة بسيطة في AMS2. اذ بلغت اصغر قيمة لهما عند T=50 وهي 7.3647 و 7.6172 واكبر قيمة لهما معا عند T=75 ايضاً وهي 8.4196 و 8.6860 والفرق صغير بينهما ايضاً.

### الحالة الثالثة

يكون فيها AMS1 و AMS2 كلاهما صغير مع زيادة بسيطة جداً في AMS2 واصغر قيمة لهما معا عند T=100 اذ بلغت 1.1836 و 1.1936 واكبر قيمة لهما معا عند T=75 وهي 1.2829 و 1.2895 بفارق صغير جداً بينهما

### الحالة الرابعة

يكون فيها AMS1 و AMS2 كلاهما صغير بزيادة صغيرة جداً الى AMS2. اذ بلغت اصغر قيمة لهما عند T=50 وهي 1.2257 و 1.2376 واكبر قيمة عند T=75 وهي 1.3131 و 1.3291 بفارق صغير جداً.

أي ان ليس هناك فرقاً معنوياً بين التقديرين للاستشراف للسلاسل الزمنية لجميع الاحجام ولجميع قيم المعلمات وان طريقة الاستشراف بعيد المدى تعطي نتائج افضل من طريقة الاستشراف قريب المدى وذلك لان معدل متوسط مربع الخطأ لها AMS1 يكون في الغالب اقل من معدل متوسط مربع الخطأ للطريقة الثانية AMS2 .

### لانموذج ARIMA (1,1,1) :

يلاحظ من الجدول رقم (5) عندما تكون كلا من قيم  $\theta_1$  و  $\phi_1$  سالبتين مع صغر قيمة  $|\theta_1|$  نسبة إلى  $|\phi_1|$  وجود تقارب في الاستشراف بالطريقتين مع وجود تناظرواوضح بالإشارة ولجميع قيم  $l$  و حجوم السلسلة مع تزايد هذا التقارب للمقدين تبعاً لتزايد قيم  $l$  مع ملاحظة التأثير

الواضح لحجم السلسلة على الطريقتين فضلا عن تقارب الطريقتين حتى الفترة  $l=5$  والابتعاد بالطريقتين بعد هذه القيمة.

اما للجدول (6) حيث  $\theta_1$  موجبة و  $\phi_1$  سالبة مع تقارب تلك القيمتين بالقيمة المطلقة فيلاحظ وجود تقارب بين الطريقتين عدا في الحالة التي فيها  $T=100$  فيلاحظ ابتعاد الطريقتين عن بعضهما وعدم تقاربهما مع استقرار افضل للطريقة المعتمدة على حل معادلات الفروق ويلاحظ ايضا ان تقارب الطريقتين كان عند قيم  $l$  الاقل من 5 وتباعدهما عند تزايد نقاط الاستشراف عن 5.

اما النتائج في الجدول رقم (7) ولقيم  $\theta_1 = 0.2$  و  $\phi_1 = 0.7$  يلاحظ تقارب الطريقتين حتى قيم  $l=3$  وهذا موضح في الشكل رقم (7)، اذ يلاحظ من هذا الشكل ان قيم المحور العمودي كانت متقاربة جدا وتبين النتائج ثبات قيم كلا الطريقتين بعد  $l=5$  واستقرارهم عند القيم  $(-12.3145)$  و  $(-12.8054)$  عندما  $(T=25)$  للطريقة المعتمدة على حل معادلات الفروق وعلى طريقة بوكس-جينكنز على التوالي وعدم التقائهم للفترات الزمنية الابدع وهكذا لباقي قيم  $T$  الاخرى.

للجدول (8) وكما في الجدول (7) يلاحظ محاولة تقارب الطريقتين حتى قيم  $l=3$  مع ثبات قيم الطريقتين كحالة عامة بعد  $l=5$  عند القيمتين  $(-1.7528)$  و  $(-2.6838)$  على التوالي عندما  $(T=25)$  وهكذا لباقي قيم  $T$  الاخرى.

في حين للجدولين (9) و (10) فقد تمت دراسة قيم معدلي متوسطي مربعات الخطأ للطريقة الاولى المعتمدة على حل معادلات الفروق (AMS1) (طريقة الاستشراف بعيد المدى) والطريقة الثانية المعتمدة على استخدام طريقة بوكس - جينكنز (AMS2) (طريقة الاستشراف قريب المدى).

اذ يتضح من الجدول (9) تفوق طريقة الاستشراف بعيد المدى وكحالة عامة على طريقة الاستشراف قريب المدى ولجميع حجوم السلسلة عدا في الحالة الاولى المتمثلة بكون  $(\theta_1 = -0.3$  و  $\phi_1 = -0.8)$  ، اذ اظهرت النتائج تفوق طريقة الاستشراف قريب المدى على نظيرتها، مع ملاحظة ان افضل قيمة لمعدلي متوسط مربعات الخطأ لطريقتي الاستشراف كانت عند حجم سلسلة  $T=50$  ولجميع الحالات عدا حالة  $\theta_1 = -0.3$  و  $\phi_1 = 0.2$  اذ كانتا قيم AMS1 و AMS2 عند  $T=100$  اصغر ما يمكن.

اما للجدول رقم (10) فقد اظهرت النتائج وكحالة عامة تفوق طريقة الاستشراف قريب المدى على طريقة الاستشراف بعيد المدى ولجميع الحالات المستخدمة على الرغم من ان مقدار الخطأ كان ضئيل بين كلتا الطريقتين وهذا اذ يشير الى كون طريقة الاستشراف بعيد المدى تكون بديلا

جيذا عن طريقة الاستشراف قريب المدى في حالة عدم وجود استقرارية في البيانات لكنها ليست الافضل وانما تكون الافضل عند وجود استقرارية في الانموذج المدروس.

## 5- الاستنتاجات والتوصيات

- إمكانية اعتماد طريقة الاستشراف بعيد المدى في حالة كون الانموذج مستقر فضلا عن كونها تعد بديلا جيذا عن طريقة الاستشراف قريب المدى في حالة كون النماذج غير مستقرة.

- إمكانية اعتماد طريقة الاستشراف بعيد المدى لقيم  $l > 14$  عندما  $|\phi_1| > 0.5$  وقيم  $l > 4$  عندما  $|\theta_1| < 0.5$  لانموذج ARMA(1,1).

- يوصى بالبحث عن قيم مثلى للاستشراف للزمن القادم لنماذج من رتب اعلى ولنماذج غير خطية وغير مستقرة وكذلك محاولة استخدام هذه الطريقة في السلاسل الزمنية الاتجاهية.

الجدول والاشكال الاتية توضح النتائج لطريقتي الاستشراف باختلاف حجوم لسلسلة وقيم المعالم لانموذجي ARMA(1,1) و ARIMA(1,1,1).

جدول رقم (1)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج ARMA(1,1) لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = -0.3$  وقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$

	T=25		T=50		T=75		T=100	
	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$
1								
2	0.3752	0.2777	0.0506	0.0417	-1.5518	-1.1699	0.3890	0.1924
3	-0.3002	-0.2222	-0.0405	-0.0334	1.2415	0.9359	-0.3112	-0.1539
4	0.2401	0.1777	0.0324	0.0267	-0.9932	-0.7487	0.2489	0.1231
5	-0.1921	-0.1422	-0.0259	-0.0213	0.7945	0.5990	-0.1992	-0.0985
6	0.1537	0.1138	0.0207	0.0171	-0.6356	-0.4792	0.1593	0.0788
7	-0.1229	-0.0910	-0.0166	-0.0137	0.5085	0.3833	-0.1275	-0.0630
8	0.0984	0.0728	0.0133	0.0109	-0.4068	-0.3067	0.1020	0.0504
9	-0.0787	-0.0582	-0.0106	-0.0087	0.3254	0.2453	-0.0816	-0.0403
10	0.0629	0.0466	0.0085	0.0070	-0.2604	-0.1963	0.0653	0.0323
11	-0.0504	-0.0373	-0.0068	-0.0056	0.2083	0.1570	-0.0522	-0.0258
12	0.0403	0.0298	0.0054	0.0045	-0.1666	-0.1256	0.0418	0.0207
13	-0.0322	-0.0239	-0.0043	-0.0036	0.1333	0.1005	-0.0334	-0.0165
14	0.0258	0.0191	0.0035	0.0029	-0.1066	-0.0804	0.0267	0.0132
15	-0.0206	-0.0153	-0.0028	-0.0023	0.0853	0.0643	-0.0214	-0.0106
16	0.0165	0.0122	0.0022	0.0018	-0.0683	-0.0515	0.0171	0.0085
17	-0.0132	-0.0098	-0.0018	-0.0015	0.0546	0.0412	-0.0137	-0.0068
18	0.0106	0.0078	0.0014	0.0012	-0.0437	-0.0329	0.0109	0.0054
19	-0.0084	-0.0063	-0.0011	-9.3872e-04	0.0349	0.0263	-0.0088	-0.0043
20	0.0068	0.0050	9.1221e-04	7.5098e-04	-0.0280	-0.0211	0.0070	0.0035

جدول رقم (2)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج ARMA(1,1) لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = 0.7$  وقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$

T=25                      T=50                      T=75                      T=100



	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$
1	-2.4944	-2.6320	0.0549	0.0512	1.8836	3.2061	0.4023	0.3288
2	1.9955	2.1056	-0.0439	-0.0409	-1.5069	-2.5649	-0.3218	-0.2630
3	-1.5964	-1.6845	0.0351	0.0328	1.2055	2.0519	0.2574	0.2104
4	1.2772	1.3476	-0.0281	-0.0262	-0.9644	-1.6415	-0.2060	-0.1684
5	-1.0217	-1.0781	0.0225	0.0210	0.7715	1.3132	0.1648	0.1347
6	0.8174	0.8625	-0.0180	-0.0168	-0.6172	-1.0506	-0.1318	-0.1077
7	-0.6539	-0.6900	0.0144	0.0134	0.4938	0.8405	0.1055	0.0862
8	0.5231	0.5520	-0.0115	-0.0107	-0.3950	-0.6724	-0.0844	-0.0690
9	-0.4185	-0.4416	0.0092	0.0086	0.3160	0.5379	0.0675	0.0552
10	0.3348	0.3533	-0.0074	-0.0069	-0.2528	-0.4303	-0.0540	-0.0441
11	-0.2678	-0.2826	0.0059	0.0055	0.2023	0.3443	0.0432	0.0353
12	0.2143	0.2261	-0.0047	-0.0044	-0.1618	-0.2754	-0.0346	-0.0282
13	-0.1714	-0.1809	0.0038	0.0035	0.1294	0.2203	0.0276	0.0226
14	0.1371	0.1447	-0.0030	-0.0028	-0.1036	-0.1763	-0.0221	-0.0181
15	-0.1097	-0.1158	0.0024	0.0023	0.0828	0.1410	0.0177	0.0145
16	0.0878	0.0926	-0.0019	-0.0018	-0.0663	-0.1128	-0.0142	-0.0116
17	-0.0702	-0.0741	0.0015	0.0014	0.0530	0.0902	0.0113	0.0093
18	0.0562	0.0593	-0.0012	-0.0012	-0.0424	-0.0722	-0.0091	-0.0074
19	-0.0449	-0.0474	9.8818e-04	9.2197e-04	0.0339	0.0578	0.0072	0.0059
20	0.0359	0.0379	-7.9054e-04	-7.3758e-04	-0.0271	-0.0462	-0.0058	-0.0047

جدول رقم (3) T=75

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم T = 25, 50, 75, 100  
 لامتداد ARMA(1,1) لقيم  $\phi_1 = 0.2$  و  $\theta_1 = -0.3$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$

	T=25		T=50		T=75		T=100	
	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$
1	-0.1122	-0.0859	0.0655	0.1431	0.0071	-0.1527	0.2460	0.5656
2	-0.0224	-0.0172	0.0131	0.0286	0.0014	-0.0305	0.0492	0.1131
3	-0.0045	-0.0034	0.0026	0.0057	2.8418e-04	-0.0061	0.0098	0.0226
4	-8.9779e-04	-6.8699e-04	5.2404e-04	0.0011	5.6836e-05	-0.0012	0.0020	0.0045
5	-1.7956e-04	-1.3740e-04	1.0481e-04	2.2898e-04	1.1367e-05	-2.4425e-04	3.9358e-04	9.0488e-04
6	-3.5912e-05	-2.7480e-05	2.0962e-05	4.5797e-05	2.2734e-06	-4.8851e-05	7.8716e-05	1.8098e-04
7	-7.1824e-06	-5.4960e-06	4.1923e-06	9.1593e-06	4.5469e-07	-9.7701e-06	1.5743e-05	3.6195e-05
8	-1.4365e-06	-1.0992e-06	8.3846e-07	1.8319e-06	9.0937e-08	-1.9540e-06	3.1487e-06	7.2390e-06
9	-2.8729e-07	-2.1984e-07	1.6769e-07	3.6637e-07	1.8187e-08	-3.9081e-07	6.2973e-07	1.4478e-06
10	-5.7459e-08	-4.3968e-08	3.3539e-08	7.3274e-08	3.6375e-09	-7.8161e-08	1.2595e-07	2.8956e-07
11	-1.1492e-08	-8.7935e-09	6.7077e-09	1.4655e-08	7.2750e-10	-1.5632e-08	2.5189e-08	5.7912e-08
12	-2.2984e-09	-1.7587e-09	1.3415e-09	2.9310e-09	1.4550e-10	-3.1264e-09	5.0379e-09	1.1582e-08
13	-4.5967e-10	-3.5174e-10	2.6831e-10	5.8620e-10	2.9100e-11	-6.2529e-10	1.0076e-09	2.3165e-09
14	-9.1934e-11	-7.0348e-11	5.3662e-11	1.1724e-10	5.8200e-12	-1.2506e-10	2.0151e-10	4.6330e-10
15	-1.8387e-11	-1.4070e-11	1.0732e-11	2.3448e-11	1.1640e-12	-2.5012e-11	4.0303e-11	9.2660e-11
16	-3.6774e-12	-2.8139e-12	2.1465e-12	4.6896e-12	2.3280e-13	-5.0023e-12	8.0606e-12	1.8532e-11
17	-7.3547e-13	-5.6279e-13	4.2929e-13	9.3791e-13	4.6560e-14	-1.0005e-12	1.6121e-12	3.7064e-12
18	-1.4709e-13	-1.1256e-13	8.5859e-14	1.8758e-13	9.3120e-15	-2.0009e-13	3.2242e-13	7.4128e-13
19	-2.9419e-14	-2.2511e-14	1.7172e-14	3.7516e-14	1.8624e-15	-4.0019e-14	6.4485e-14	1.4826e-13
20	-5.8838e-15	-4.5023e-15	3.4344e-15	7.5033e-15	3.7248e-16	-8.0037e-15	1.2897e-14	2.9651e-14

جدول رقم (4)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم T = 25, 50, 75, 100  
 لامتداد ARMA(1,1) لقيم  $\phi_1 = 0.2$  و  $\theta_1 = 0.7$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$

T=25

T=50

17

T=75

T=100

	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$
1	-0.2310	0.0176	0.1350	-0.1270	-0.3171	0.6459	-0.5214	0.9046
2	-0.0462	0.0035	0.0270	-0.0254	-0.0634	0.1292	-0.1043	0.1809
3	-0.0092	7.0445e-04	0.0054	-0.0051	-0.0127	0.0258	-0.0209	0.0362
4	-0.0018	1.4089e-04	0.0011	-0.0010	-0.0025	0.0052	-0.0042	0.0072
5	-3.6963e-04	2.8178e-05	2.1604e-04	-2.0313e-04	-5.0728e-04	0.0010	-8.3430e-04	0.0014
6	-7.3926e-05	5.6356e-06	4.3209e-05	-4.0627e-05	-1.0146e-04	2.0668e-04	-1.6686e-04	2.8946e-04
7	-1.4785e-05	1.1271e-06	8.6417e-06	-8.1253e-06	-2.0291e-05	4.1336e-05	-3.3372e-05	5.7893e-05
8	-2.9571e-06	2.2542e-07	1.7283e-06	-1.6251e-06	-4.0583e-06	8.2671e-06	-6.6744e-06	1.1579e-05
9	-5.9141e-07	4.5085e-08	3.4567e-07	-3.2501e-07	-8.1165e-07	1.6534e-06	-1.3349e-06	2.3157e-06
10	-1.1828e-07	9.0170e-09	6.9134e-08	-6.5002e-08	-1.6233e-07	3.3068e-07	-2.6698e-07	4.6314e-07
11	-2.3656e-08	1.8034e-09	1.3827e-08	-1.3000e-08	-3.2466e-08	6.6137e-08	-5.3395e-08	9.2629e-08
12	-4.7313e-09	3.6068e-10	2.7654e-09	-2.6001e-09	-6.4932e-09	1.3227e-08	-1.0679e-08	1.8526e-08
13	-9.4626e-10	7.2136e-11	5.5307e-10	-5.2002e-10	-1.2986e-09	2.6455e-09	-2.1358e-09	3.7051e-09
14	-1.8925e-10	1.4427e-11	1.1061e-10	-1.0400e-10	-2.5973e-10	5.2910e-10	-4.2716e-10	7.4103e-10
15	-3.7850e-11	2.8854e-12	2.2123e-11	-2.0801e-11	-5.1946e-11	1.0582e-10	-8.5432e-11	1.4821e-10
16	-7.5701e-12	5.7709e-13	4.4246e-12	-4.1602e-12	-1.0389e-11	2.1164e-11	-1.7086e-11	2.9641e-11
17	-1.5140e-12	1.1542e-13	8.8491e-13	-8.3203e-13	-2.0778e-12	4.2328e-12	-3.4173e-12	5.9282e-12
18	-3.0280e-13	2.3084e-14	1.7698e-13	-1.6641e-13	-4.1557e-13	8.4655e-13	-6.8346e-13	1.1856e-12
19	-6.0560e-14	4.6167e-15	3.5397e-14	-3.3281e-14	-8.3113e-14	1.6931e-13	-1.3669e-13	2.3713e-13
20	-1.2112e-14	9.2334e-16	7.0793e-15	-6.6563e-15	-1.6623e-14	3.3862e-14	-2.7338e-14	4.7426e-14

جدول رقم (5)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لامتداد ARIMA(1,1,1) لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = -0.3$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 10$

	T=25		T=50		T=75		T=100	
	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$
1	-3.2156	-3.3243	-5.1040	-5.0397	-3.8982	-4.1712	-8.7294	-9.0581
2	-2.9801	-3.0019	-4.0729	-4.0600	-4.7844	-4.8390	-9.6663	-9.7321
3	-3.1685	-3.2598	-4.8978	-4.8438	-4.0754	-4.3047	-8.9168	-9.1929
4	-3.0178	-3.0535	-4.2379	-4.2168	-4.6426	-4.7322	-9.5164	-9.6242
5	-3.1383	-3.2186	-4.7658	-4.7184	-4.1889	-4.3902	-9.0367	-9.2791
6	-3.0419	-3.0865	-4.3434	-4.3171	-4.5519	-4.6638	-9.4205	-9.5552
7	-3.1190	-3.1921	-4.6813	-4.6381	-4.2615	-4.4449	-9.1134	-9.3344
8	-3.0573	-3.1076	-4.4110	-4.3813	-4.4938	-4.6200	-9.3591	-9.5110
9	-3.1067	-3.1752	-4.6273	-4.5867	-4.3079	-4.4799	-9.1626	-9.3697
10	-3.0672	-3.1211	-4.4543	-4.4224	-4.4566	-4.5920	-9.3198	-9.4828

جدول رقم (6)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لامتداد ARIMA(1,1,1) لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = 0.7$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 10$

	T=25		T=50		T=75		T=100	
	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$

1	-1.6659	-1.3641	-3.1435	-4.3112	-3.5766	-4.5624	-4.1135	-3.1974
2	-0.6835	-0.6231	-0.2361	-0.4696	-1.5343	-1.7315	-3.1883	-3.0051
3	-1.4694	-1.2159	-2.5620	-3.5429	-3.1681	-3.9962	-3.9285	-3.1589
4	-0.8406	-0.7417	-0.7013	-1.0842	-1.8611	-2.1844	-3.3364	-3.0359
5	-1.3437	-1.1211	-2.1899	-3.0511	-2.9067	-3.6338	-3.8100	-3.1343
6	-0.9412	-0.8175	-0.9990	-1.4776	-2.0702	-2.4743	-3.4311	-3.0556
7	-1.2632	-1.0604	-1.9517	-2.7364	-2.7394	-3.4019	-3.7342	-3.1186
8	-1.0056	-0.8661	-1.1895	-1.7294	-2.2041	-2.6598	-3.4917	-3.0682
9	-1.2117	-1.0215	-1.7993	-2.5350	-2.6324	-3.2535	-3.6857	-3.1085
10	-1.0468	-0.8972	-1.3115	-1.8905	-2.2897	-2.7786	-3.5305	-3.0762

جدول رقم (7)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لامتداد  $l = 1, 2, \dots, 10$  وقيم  $\theta_1 = -0.3$  و  $\phi_1 = 0.2$  لامتداد ARIMA(1,1,1)

T=25

T=50

T=75

T=100

	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$
1	-12.2210	-12.6137	-24.4148	-24.6897	-24.5415	-24.7513	-22.6615	-23.0585
2	-12.2958	-12.7671	-24.4767	-24.8065	-24.5689	-24.8206	-22.7339	-23.2103
3	-12.3108	-12.7978	-24.4890	-24.8299	-24.5744	-24.8345	-22.7484	-23.2407
4	-12.3138	-12.8039	-24.4915	-24.8346	-24.5755	-24.8373	-22.7513	-23.2467
5	-12.3144	-12.8051	-24.4920	-24.8355	-24.5757	-24.8378	-22.7519	-23.2480
6	-12.3145	-12.8054	-24.4921	-24.8357	-24.5758	-24.8379	-22.7520	-23.2482
7	-12.3145	-12.8054	-24.4921	-24.8357	-24.5758	-24.8380	-22.7520	-23.2482
8	-12.3145	-12.8054	-24.4921	-24.8357	-24.5758	-24.8380	-22.7520	-23.2483
9	-12.3145	-12.8054	-24.4921	-24.8357	-24.5758	-24.8380	-22.7520	-23.2483
10	-12.3145	-12.8054	-24.4921	-24.8357	-24.5758	-24.8380	-22.7520	-23.2483

جدول رقم (8)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لامتداد  $l = 1, 2, \dots, 10$  وقيم  $\theta_1 = 0.7$  و  $\phi_1 = 0.2$  لامتداد ARIMA(1,1,1)

	T=25	T=50	T=75	T=100
	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$	$\tilde{Z}_T(l)$	$\hat{Z}_T(l)$
1	-1.8501	-2.5950	-1.4205	-1.3394
2	-1.7722	-2.6661	-1.4356	-1.3382
3	-1.7566	-2.6803	-1.4386	-1.3380
4	-1.7535	-2.6831	-1.4392	-1.3379
5	-1.7529	-2.6837	-1.4393	-1.3379
6	-1.7528	-2.6838	-1.4393	-1.3379
7	-1.7528	-2.6838	-1.4393	-1.3379
8	-1.7528	-2.6838	-1.4393	-1.3379
9	-1.7528	-2.6838	-1.4393	-1.3379
10	-1.7528	-2.6838	-1.4393	-1.3379

جدول رقم (9)

يبين معدل متوسطات مربعات الخطأ بين الاستشراف بعيد المدى والسلسلة الاصلية AMS1 والاستشراف قريب المدى

والسلسلة الاصلية AMS2 لنموذج ARMA(1,1)

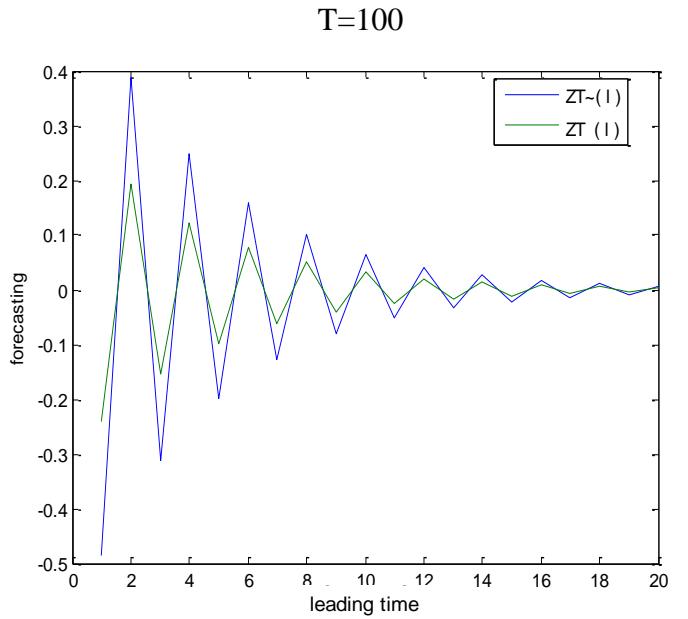
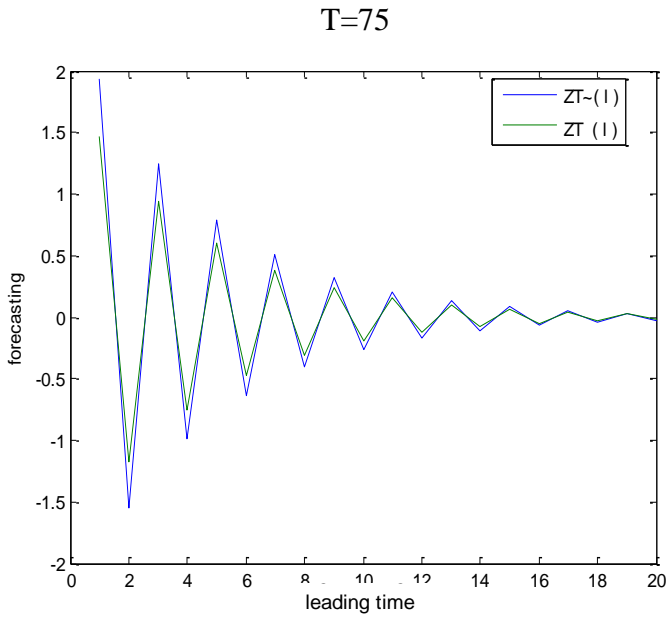
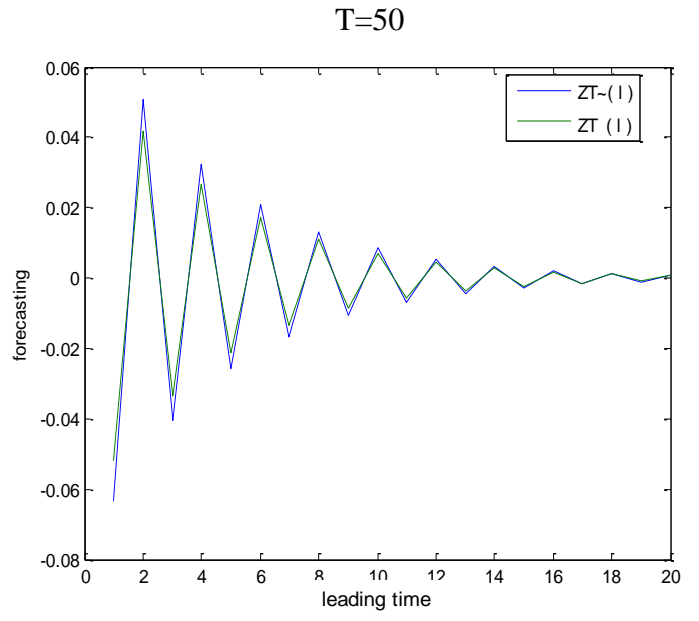
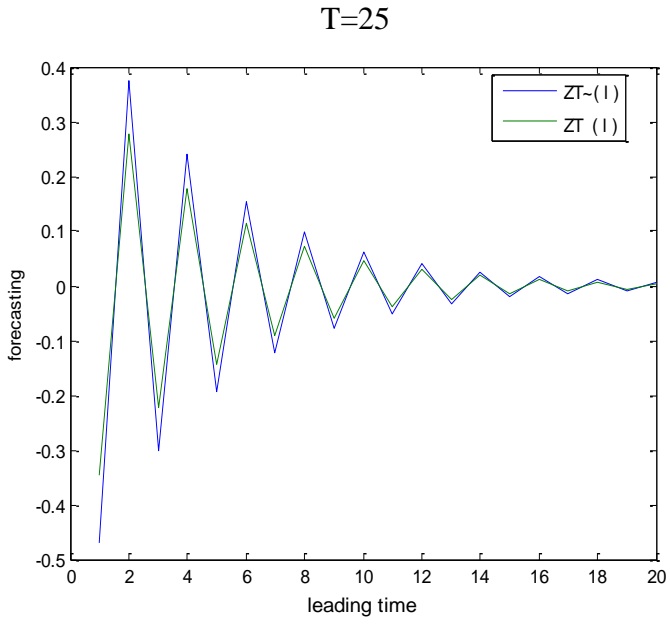
100	75	50	25	T	
1.7980	1.8701	1.6711	1.8401	AMS1	$\phi_1 = -0.8$
1.7619	1.8043	1.6381	1.7710	AMS2	$\theta_1 = -0.3$
7.9604	8.4196	7.3647	8.2412	AMS1	$\phi_1 = -0.8$
8.1933	8.6860	7.6152	8.5059	AMS2	$\theta_1 = 0.7$
1.1836	1.2829	1.2121	1.2333	AMS1	$\phi_1 = 0.2$
1.1936	1.2895	1.2260	1.2447	AMS2	$\theta_1 = -0.3$
1.2758	1.3131	1.2257	1.2934	AMS1	$\phi_1 = 0.2$
1.3023	1.3291	1.2376	1.2936	AMS2	$\theta_1 = 0.7$

جدول رقم (10)

يبين معدل متوسطات مربعات الخطأ بين الاستشراف بعيد المدى والسلسلة الاصلية AMS1 والاستشراف قريب المدى

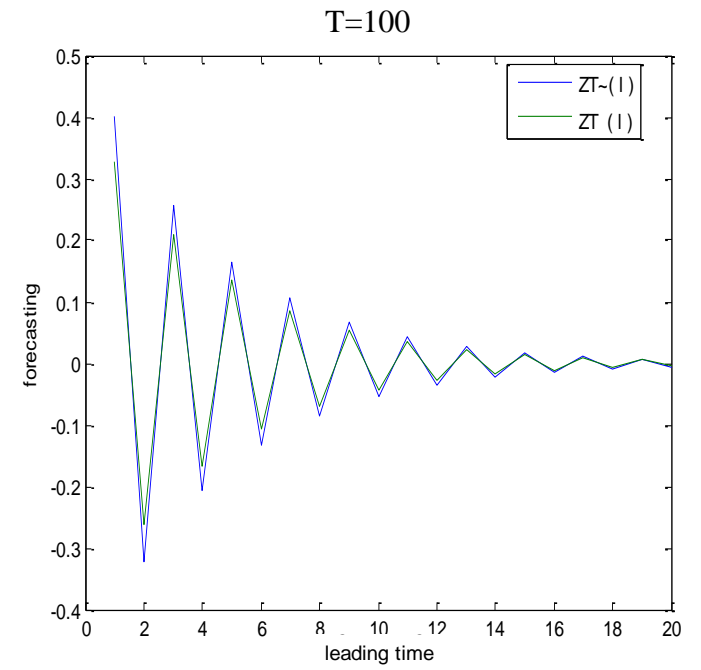
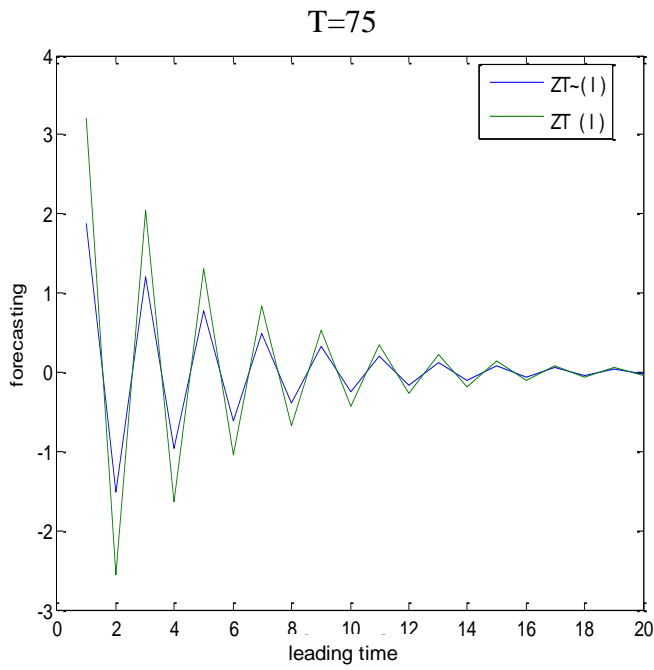
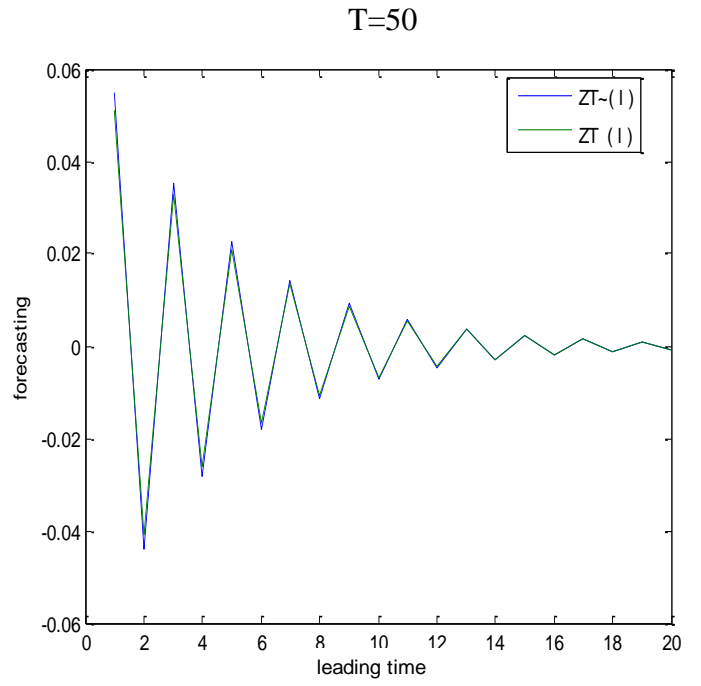
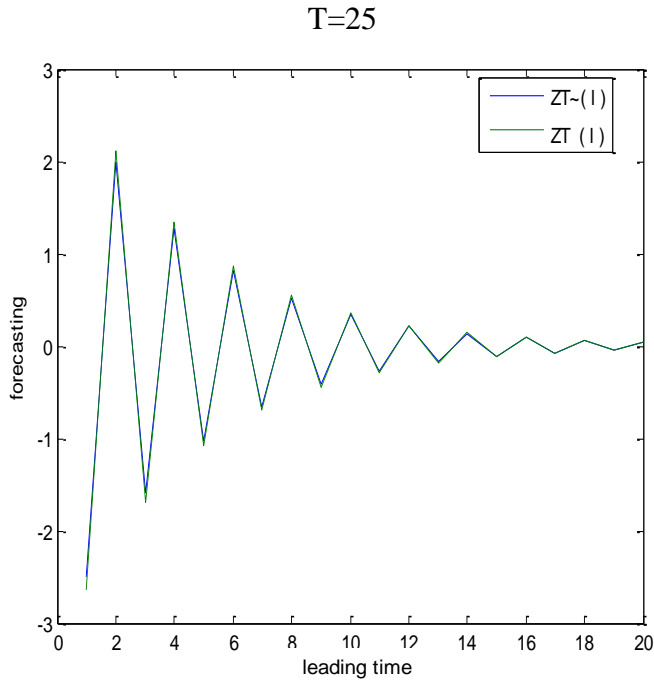
والسلسلة الاصلية AMS2 لنموذج ARIMA(1,1,1)

100	75	50	25	T	
2.6421	2.8835	2.9654	2.9252	AMS1	$\phi_1 = -0.8$
2.6547	2.8530	3.0150	2.9135	AMS2	$\theta_1 = -0.3$
1.9108	2.2154	2.0298	1.9887	AMS1	$\phi_1 = -0.8$
1.8167	2.1049	1.7721	1.7911	AMS2	$\theta_1 = 0.7$
9.9797	13.4287	10.9234	13.0736	AMS1	$\phi_1 = 0.2$
9.7657	13.3957	10.8069	12.8637	AMS2	$\theta_1 = -0.3$
2.5927	2.7040	2.3465	2.3785	AMS1	$\phi_1 = 0.2$
1.5037	2.0228	1.7333	1.7061	AMS2	$\theta_1 = 0.7$



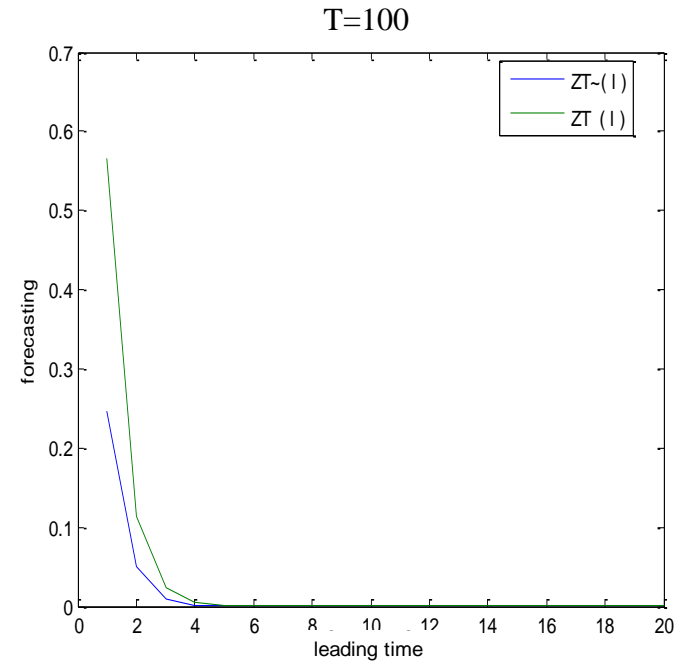
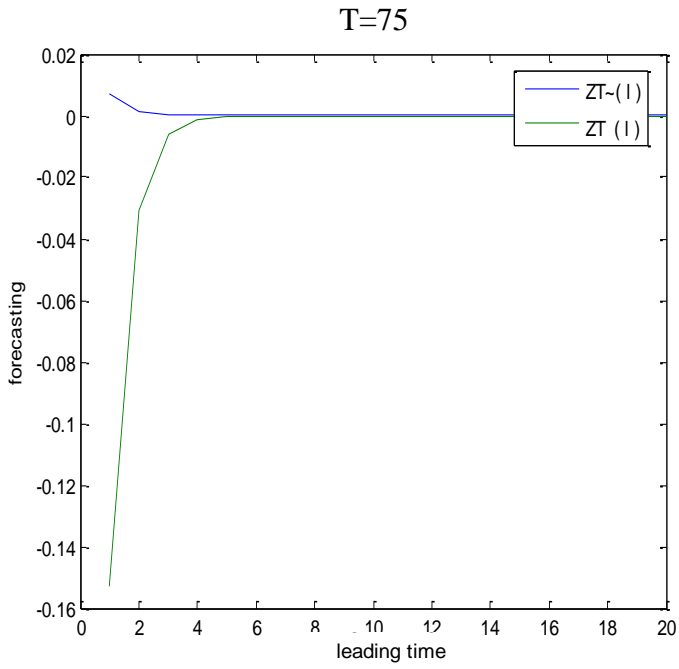
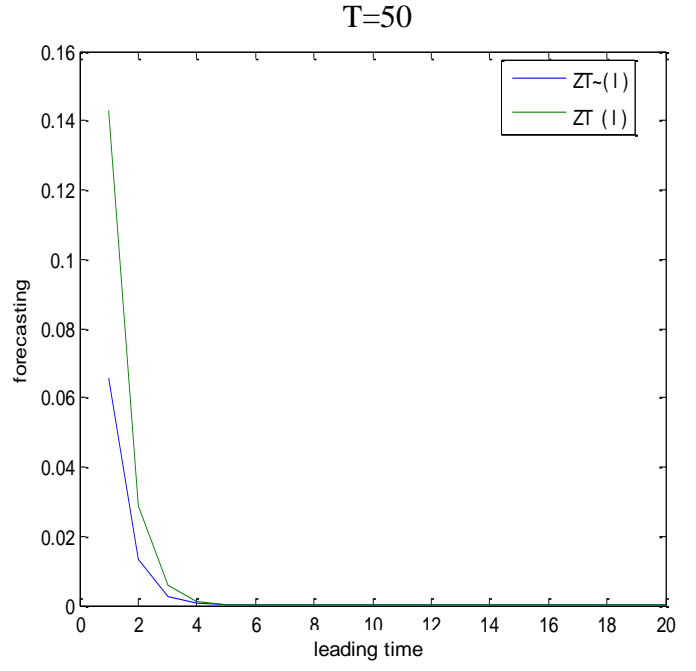
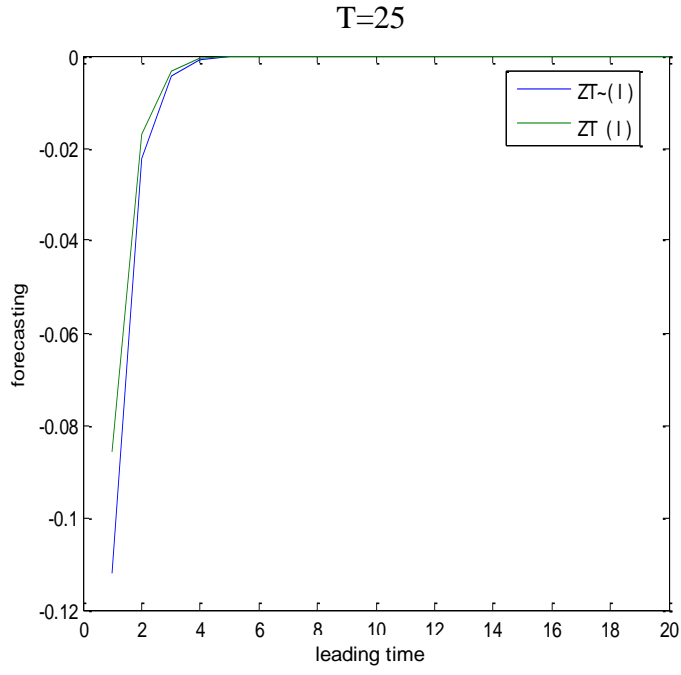
شكل رقم (1)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج  $ARMA(1,1)$  لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = -0.3$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$



شكل رقم (2)

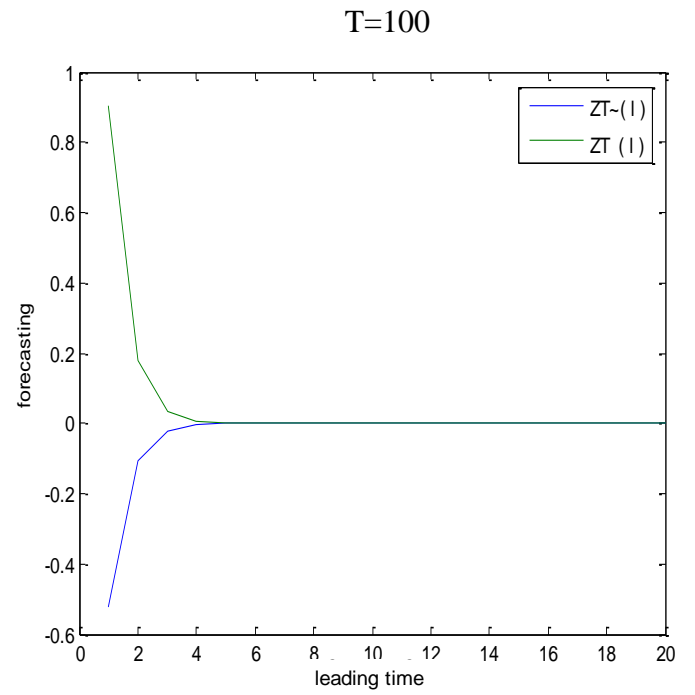
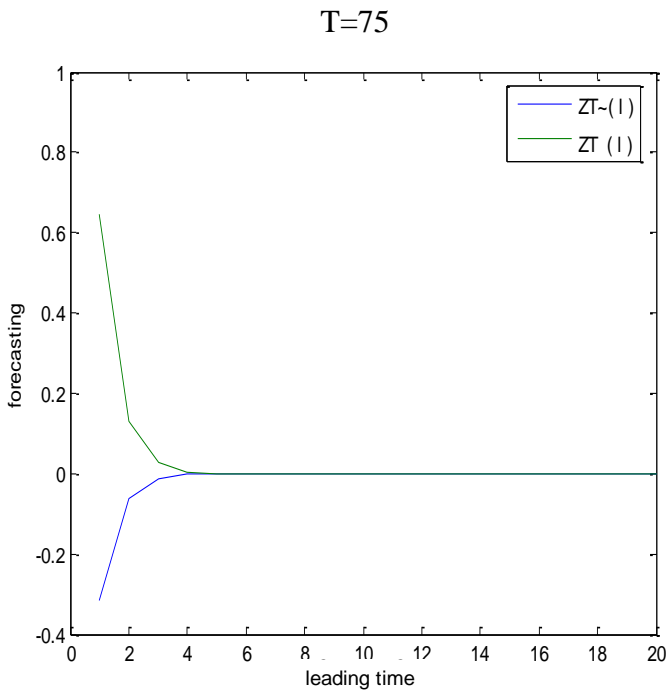
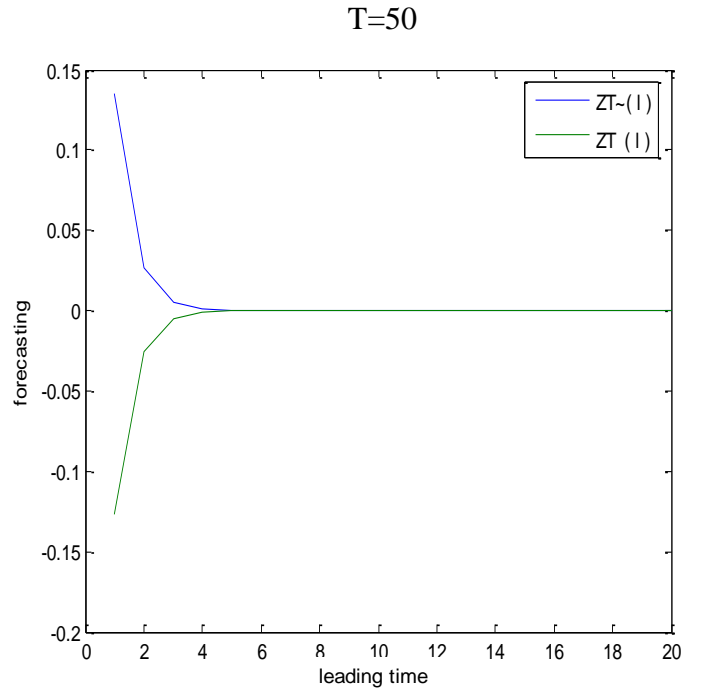
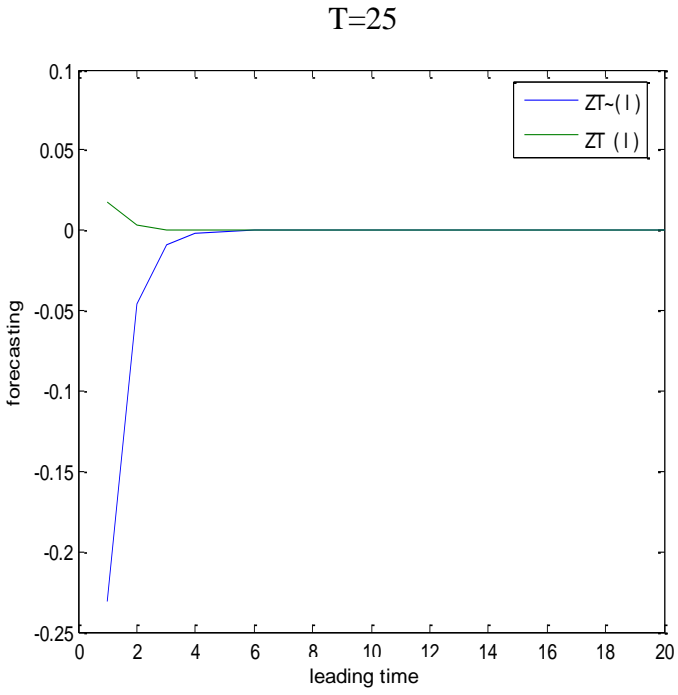
يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج ARMA(1,1) لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = 0.7$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$



شكل رقم (3)

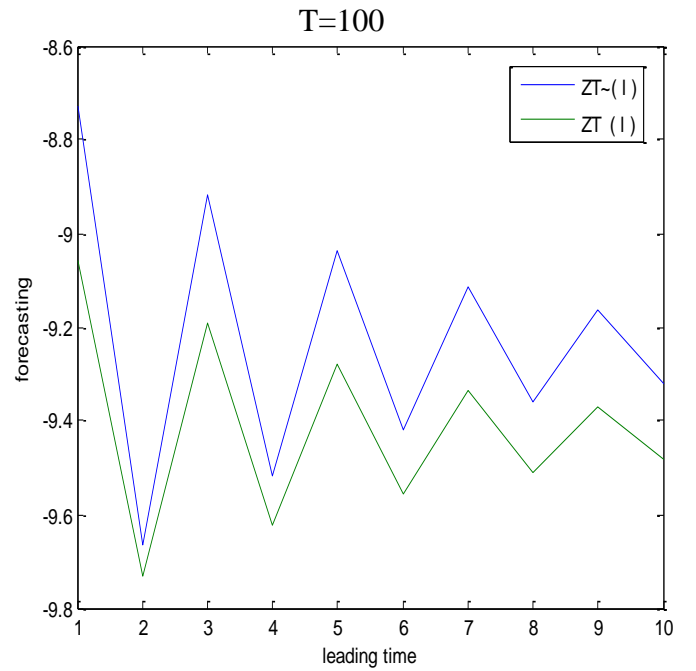
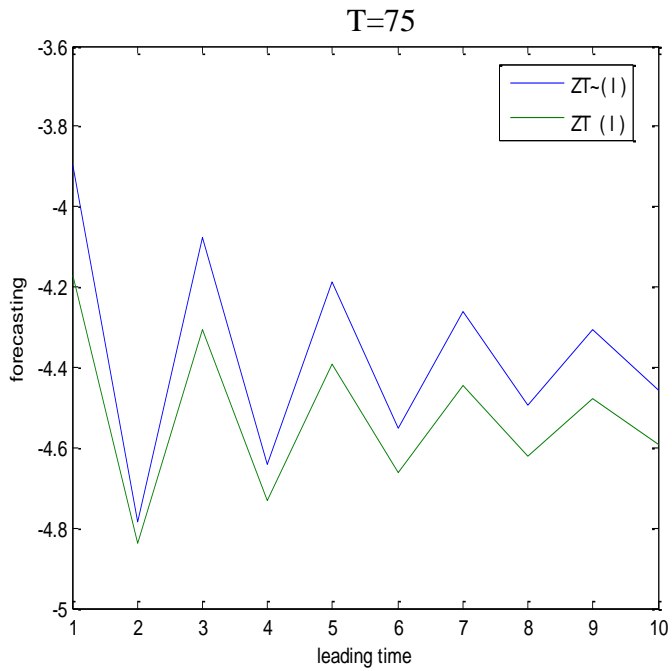
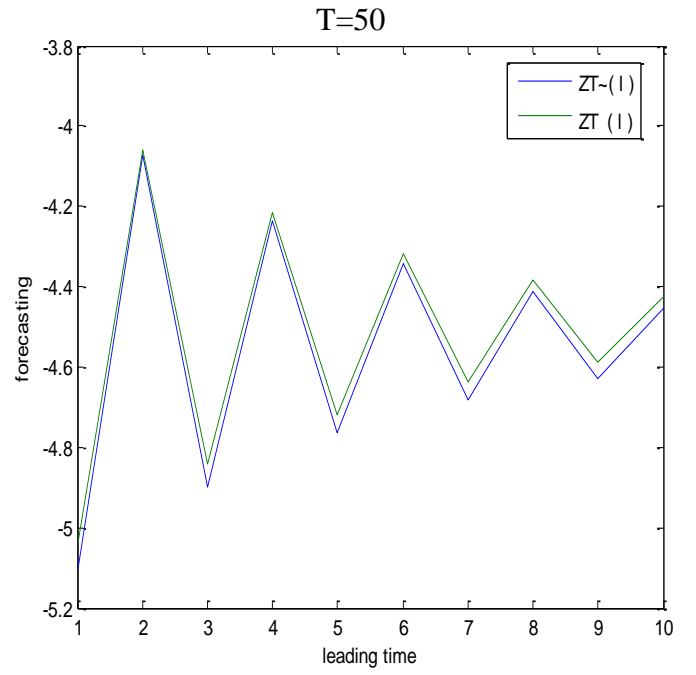
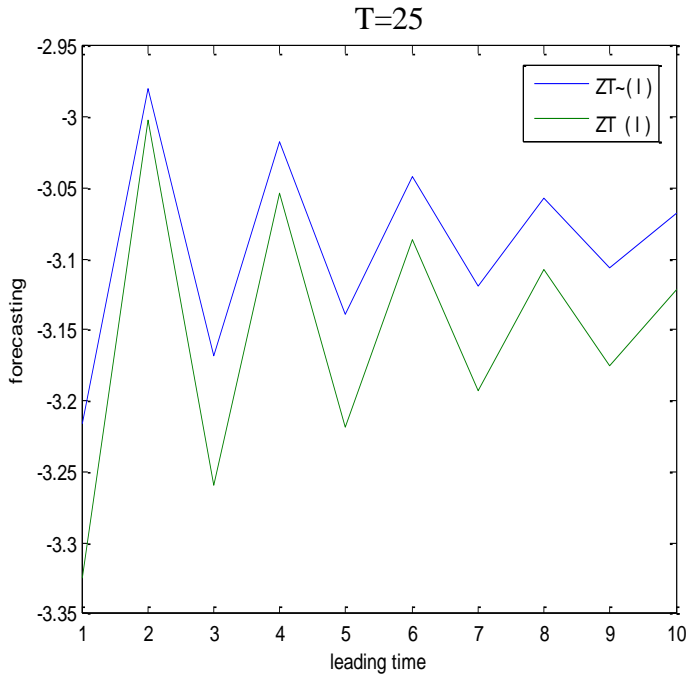
يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج  $ARMA(1,1)$  لقيم  $\phi_1 = 0.2$  و  $\theta_1 = -0.3$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$





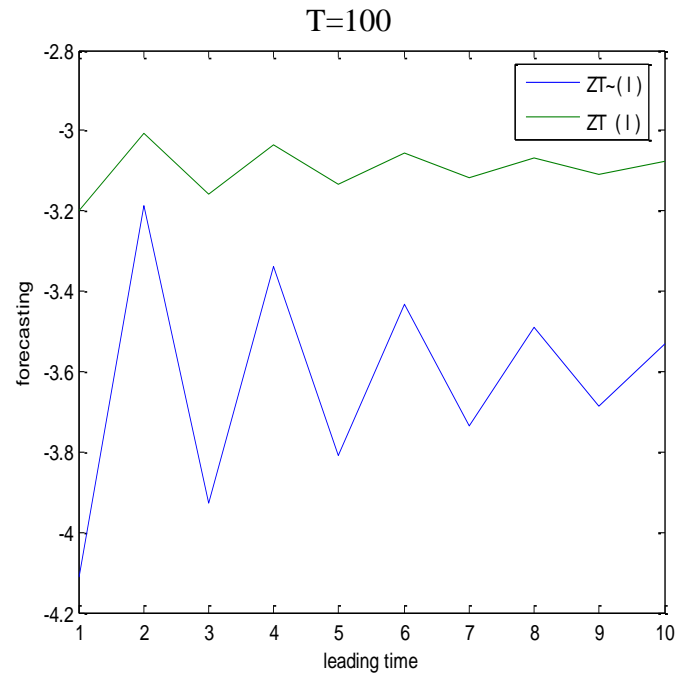
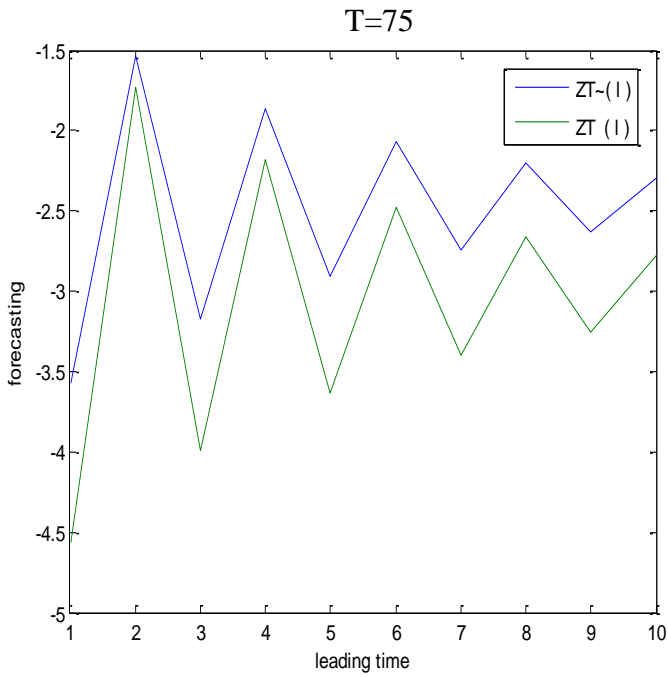
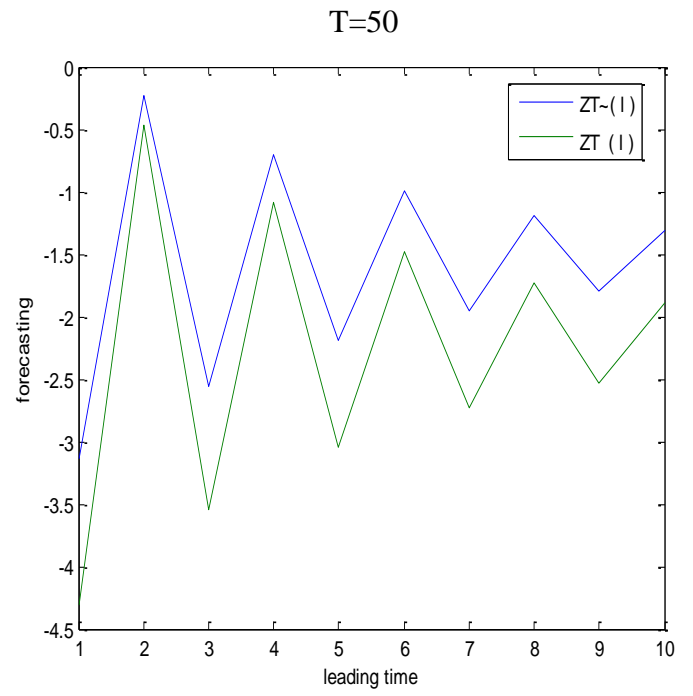
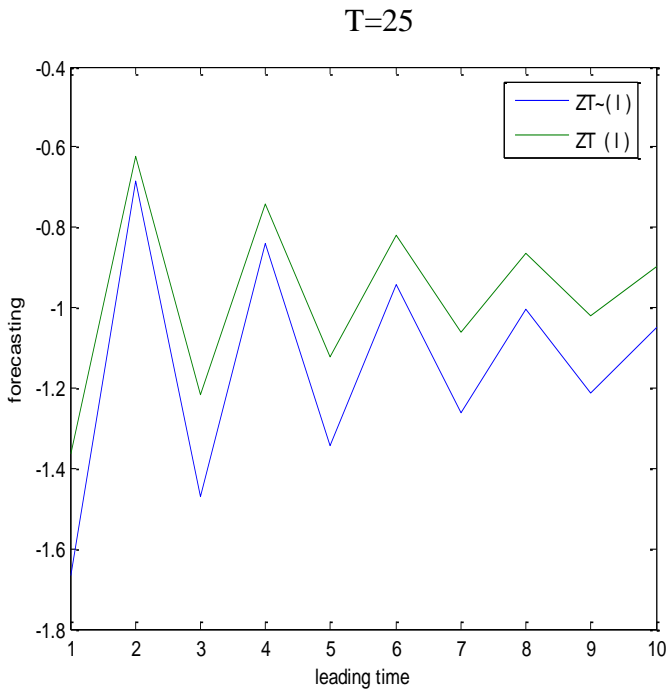
شكل رقم (4)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج  $ARMA(1,1)$  لقيم  $\phi_1 = 0.2$  و  $\theta_1 = 0.7$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 20$



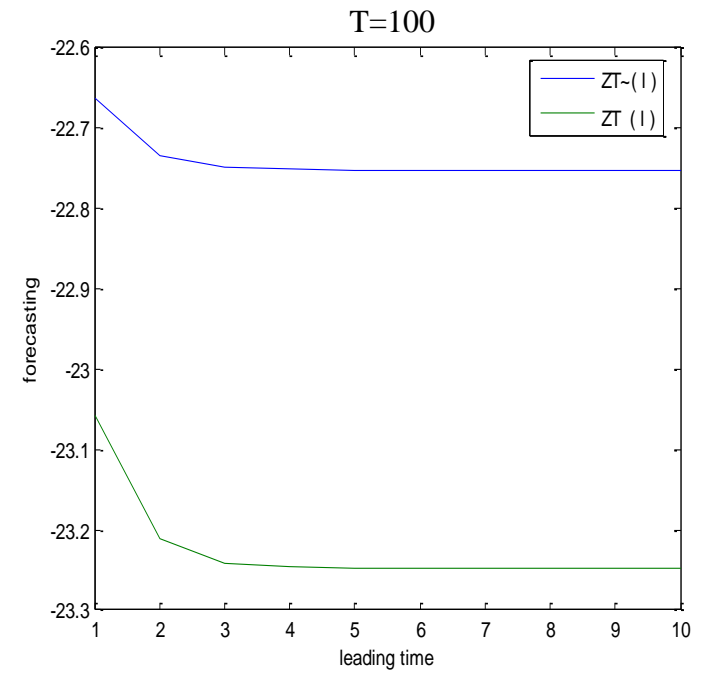
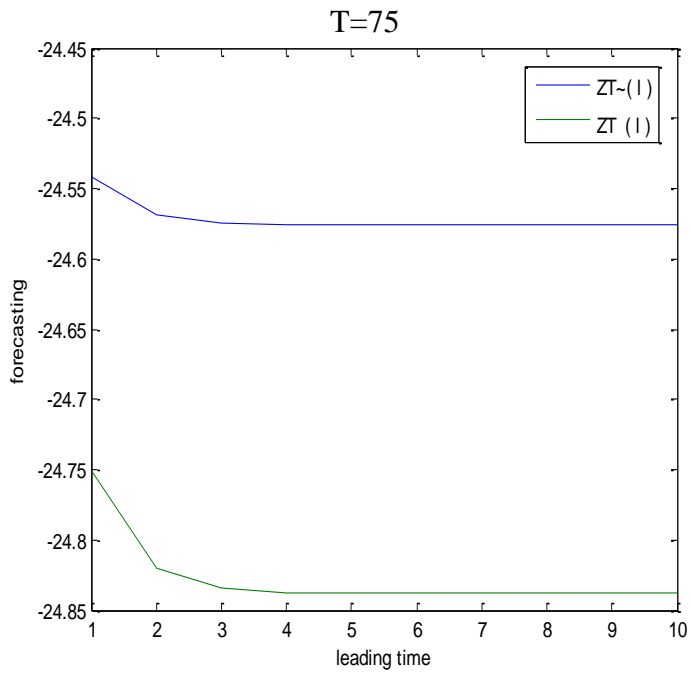
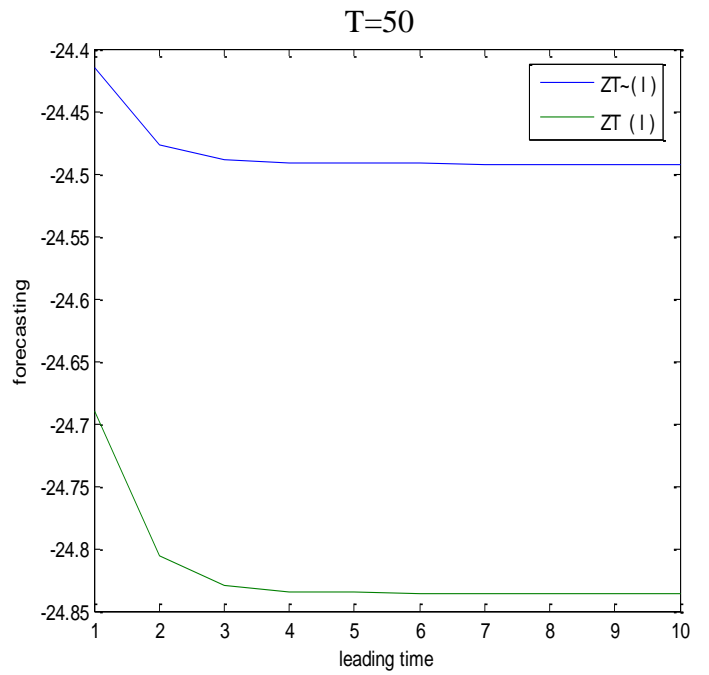
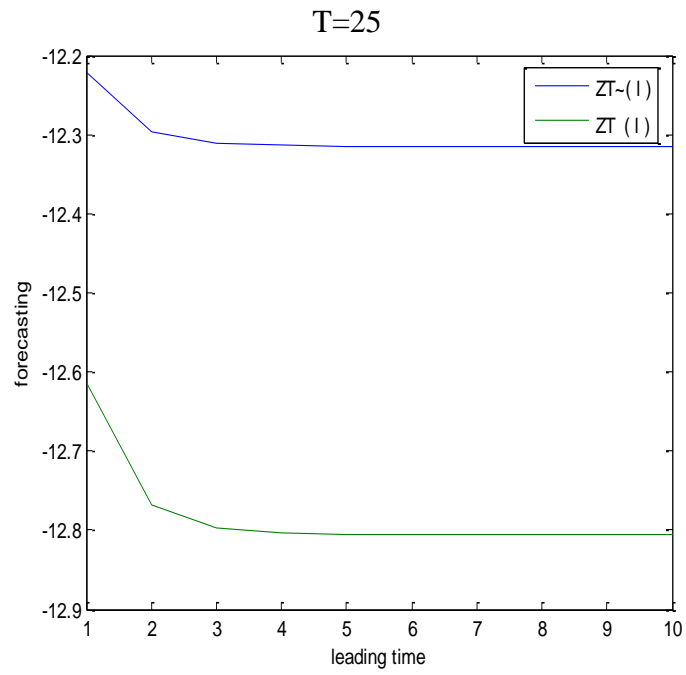
شكل رقم (5)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  ل نموذج  $ARIMA(1,1,1)$  لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = -0.3$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 10$



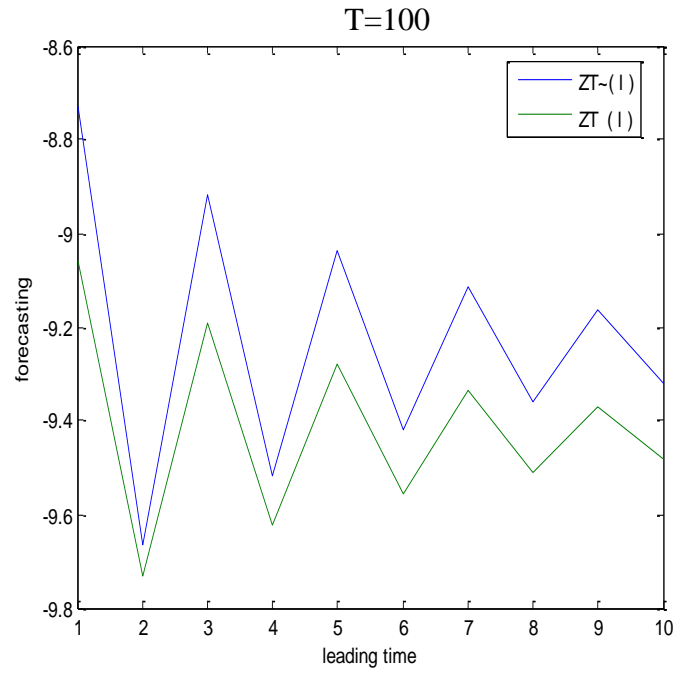
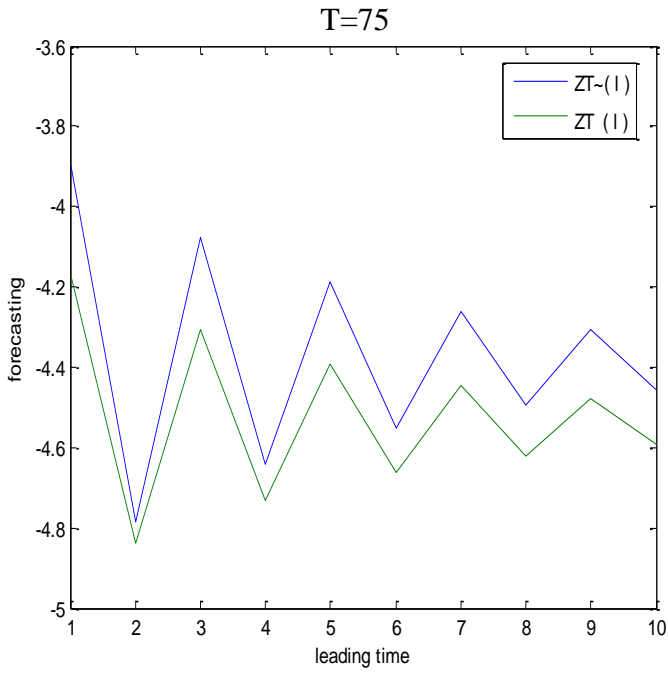
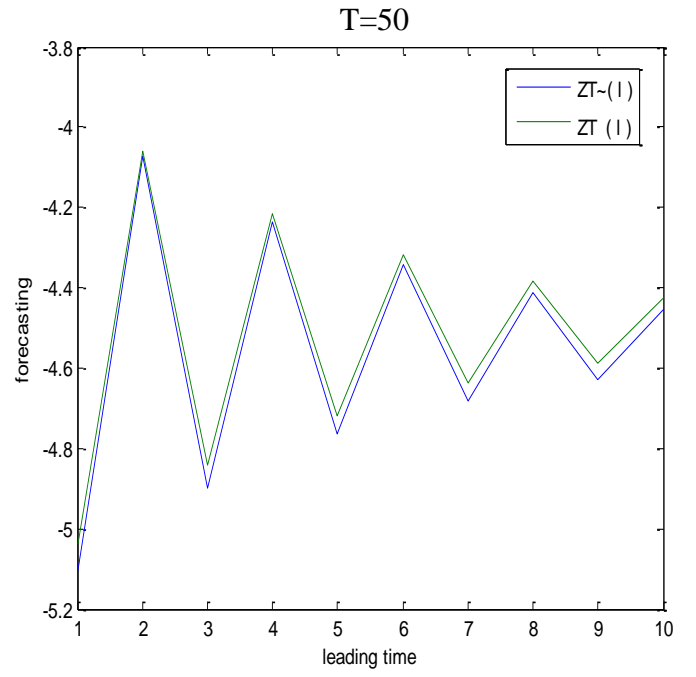
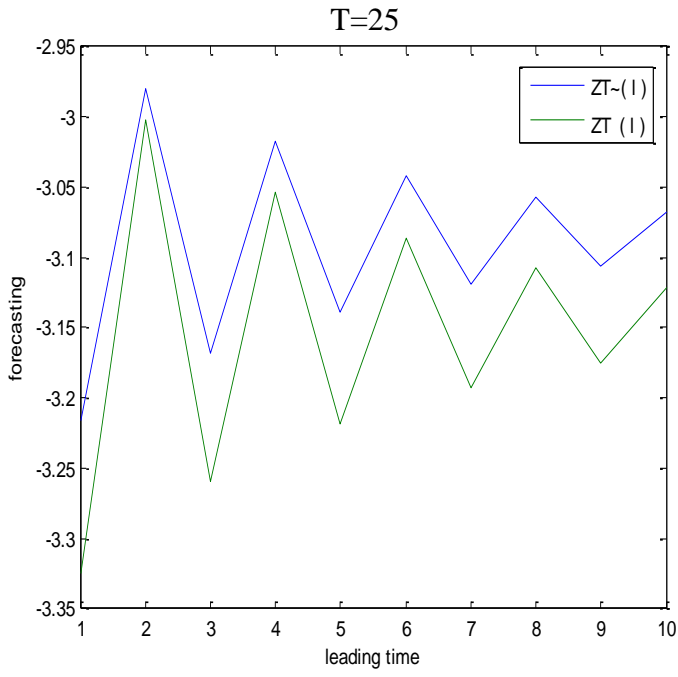
شكل رقم (6)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج  $ARIMA(1,1,1)$  لقيم  $\phi_1 = -0.8$  و  $\theta_1 = 0.7$  وقيم  $l = 1, 2, \dots, 10$



شكل رقم (7)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج  $ARIMA(1,1,1)$  لقيم  $\phi_1 = 0.2$  و  $\theta_1 = -0.3$  ولقيم  $l = 1, 2, \dots, 10$



شكل رقم (8)

يبين الاستشراف بعيد المدى  $\tilde{Z}_T(l)$  والاستشراف قريب المدى  $\hat{Z}_T(l)$  للسلاسل الزمنية لقيم  $T = 25, 50, 75, 100$  لانموذج  $ARIMA(1,1,1)$  لقيم  $\phi_1 = 0.2$  و  $\theta_1 = 0.7$  وقيم  $l = 1, 2, \dots, 10$

## 6- المصادر

### أولاً : المصادر العربية

- 1- محمود , اسيل سمير محمد , مقارنة بين طرائق تحليل وتنبؤ السلاسل الزمنية وتطبيقاتها على مبيعات الشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد , اطروحة دكتوراه , جامعة بغداد , كلية الادارة والاقتصاد (2005) .

### ثانياً : المصادر الاجنبية

- 2- Brochwell, Peter J. & Davis, Richard A., (2002) “Time Series Analysis & forecasting” , 2<sup>nd</sup> edition, Springer Company.
- 3- Box, George E., Jenkins, Gwilym M., Reinsel, Gregory C., (2008) “Time Series Analysis forecasting& Control” , 3<sup>rd</sup> edition.
- 4- Chatfield, Chis, (2000) “Time Series Analysis forecasting” , Chapman & Hall /CRC
- 5- Kirchgassner, G., Wolters, J., (2008) "Introduction to model time series” , Springer - Verlage.
- 6- Makridakis, .S, Wheelwright S.C. Hyndman R.J., (1998) “Forecasting Methods and Applications” , 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons. Inc.
- 7- Milojkovic, J., Litovski, V.(2008) “ Comparison of some ANN based forecasting methods implemented on short time series” , IEEE, PP175–178
- 8- Nate Derby (2008) Time Series Forecasting Methods.  
*Through internet* <http://nderby.org>
- 9- Seater, John J., (2002) “Ordinary Differential and Difference Equations” .  
*Through internet* <http://www4.ncsu.edu>
- 10- Wei, William W.S., Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods (1990), Addison-Wesley publishing company. .