كلية الإدارة والاقتصاد -جامعة الموصل

تنمية الرافدين العدد ٩٩ مجلد ٣٢ لسنة ٢٠١٠

ص ص[١ -٣٣]

مقارنة بين طريقتي التنقية المكيفة وهولت - ونترس المضاعفة للتنبؤ المستقبلي بقيم السلاسل الزمنية الموسمية

الدكتور صفاء يونس الصفاوي
أستاذ مساعد
كلية علوم الحاسبات والرياضيات - جامعة الموصل

مثينة عبدالله مصطفى
مدرس مساعد
كلية البيئة - جامعة الموصل

المستخلص

إن الغاية الأساسية من طرائق السلاسل الزمنية تتمثل بالحصول على نماذج يمكن استعمالها لوصف مشكلة معينة وبالنتيجة التنبؤ بالسلوك المستقبلي للظاهرة المدروسة والتي هي من المواضيع المهمة والأساسية للعلوم الإحصائية ، فمثلا التنبؤ بدرجات الحرارة اليومية وأسعار العملات في أسواق المال وكذلك في مجالات الصناعة والزراعة.

لقد أدت التقنيات الحاسوبية الحديثة دوراً مهماً وفعالاً في التنبؤ وصنع القرار المطلوب من خلال التوقعات المطلوبة أو المطلوب إهمالها، حيث يفيد هذا الاتجاه الإداريين في اختيار أفضل الأعمال من خلال التنبؤ الذي يعد تخطيطاً مهماً وثمرة عمل فعالة في الإدارة والسيطرة باستخدام أساليب التنبؤ الفعالة لكثير من الشركات.

فكثير من العمليات التنظيمية لمختلف التطبيقات يتم الوثوق والاعتماد على الدقة في التنبؤ الناتج من السيطرة على التنبوءات إحصائيا.

ونظرا لأهمية التنبؤ بطرقه المختلفة جاء هدف هذا البحث المتمثل بإجراء مقارنة بين التنقية المكيفة الموسمية وطريقة هولت -ونترس المضاعفة في التنبؤ باستخدام نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية والمفاضلة بينهما بالاعتماد على معيار متوسط مربعات الخطأ (MSE) للتنبؤ بالقيم المستقبلية لنماذج السلاسل الزمنية الموسمية.

A Comparison between Adaptive Filtering and Hollt-Winters Multiplicative in Seasonal Time Series Forecasting

Saffa'a.Y.Al Saffawi (PhD)
Assistant Professor
Department of Statistics
University of Mosul

Muthaina .A.Al Dulaimi
Assistant Lecturer
College of Environment
University of Mosul

Abstract

The primary purpose of the modalities for the time series models can be used to describe particular problem and the result accession future behavior of the phenomenon

تأريخ استلام البحث ٢٠٠٨/١٠/١٩ تأريخ قبول النشر ٢٠٠٩/٤/٢١

studied which is one of the important issues of science and basic statistical example accession temperature daily and exchange rates in financial markets, thus in the fields of industry and agriculture.

The computer technology has played an important role of modern and effective in decision making and accession required by expectations or to be neglected as the effect of this trend for managers to select the best in the business of accession, which is planning the result of an important and effective management and control using methods of accession of many companies. Many regulatory processes of the various applications can be trusted and rely on the accuracy of the accessions to control the output of the statistical forecasts.

In view of the importance of accession deviation, it was different of the goal of this research for a comparison between the method of purification and seasonal Holt way and in the accession using the remote and moving averages, and compare the standard based on the mean square error (MSE) to assume the future values of the seasonal time series models.

١. المقدمة

يعد موضوع التمهيد الآسي من الإجراءات الإحصائية المهمة في التنبؤ ومعالجة عدم الإستقرارية في السلسلة الزمنية، ويمكن تعريف التمهيد الآسي بأنه عملية صقل أو تنعيم للبيانات التي فيها تشويش، وهو نوع من أنواع عملية التقدير التي أثبتت نجاحها من خلال دراسة الحالات التي تتغير مع الزمن، وبذلك يصبح بالإمكان إجراء التحليل الإحصائي عليها.

لقد وجد في الآونة الأخيرة أن هناك اهتماماً متزايداً بطريقة التنقية المكيفة الموسمية Adaptive Filtering seasonal في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ بها حيث إن لهذه الطريقة القابلية على التكيف مع معادلة التنبؤ للسلسلة العشوائية، إذا كانت تلك المعالم تتغير من حين لآخر للحصول على التنبؤ الملائم للسلسلة الزمنية.

إن من أهم المشاكل التي تواجه الباحثين عند القيام بتحليل سلسلة زمنية هو إستقرارية السلسلة من عدمها والتي يمكن أن تؤثر في دقة الأنموذج الرياضي الذي يروم كل باحث الوصول إليه بأقل خطأ ممكن ليساعده على اتخاذ القرار بشكل, صحيح وانطلاقا من هذه الأهمية فقد ارتأينا معالجة عدم الإستقرارية في بيانات السلسلة الزمنية باستخدام هذين الأسلوبين، ومن ثم معالجة مسألة التنبؤ التي نحن بصددها.

٢. طريقة التنقية المكيفة الموسمية Seasonal Adaptive Filtering Method

إن أسلوب التنقية المكيفة المقدم من قبل الباحثين Makridakis and Wheel Wright في عام ١٩٧٧ تضمن حساب وتنقيح معالم نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة، وذلك بإضافة حد متكون من الأخطاء المتنبئ بها ومشاهدات الظاهرة وقيمة ثابتة معلومة تحدد سرعة الوصول إلى ذلك التنقيح، أي الوصول إلى القيم المثلى النهائية للمعلمات.

وقد كانت التنقية المكيفة تستخدم لنماذج الانحدار الذاتي في ذلك الوقت فقط وفي عام ١٩٧٨ تم توسيع المفردات لتشمل الانحدار الذاتي المتسلسل مع نماذج أخطاء المتوسطات المتحركة والسلاسل الزمنية غير المستقرة.

وفي عام ١٩٧٩ أثبت كلا من (Nau and Oliver) أن أسلوب التنقية المكيفة والتنبؤ الذي قدم من قبل Makridakis and Wheel Wright كان مرناً وبسيطاً من حيث الاستخدام وذات تكيف ذاتي للمعلمات، ويمكن إستخدامه مع عدد قليل من البيانات، ومن

الجدير بالذكر أن المعلمات تتغير في هذه الطريقة من فترة إلى أخـــرى وليـــست ثابتـــة. (الطائي، ٢٠٠٣) و(Makridakis,1978)

٢ -١ التنقية المكيفة الموسمية لأنموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركـــة مـــن الرتبة $(p,d,q)_s$

Seasonal Adaptive Filtering For ARIMA $(p,d,q)_s$

إن أنموذج $ARIMA(p,d,q)_s$ يمكن أن يكتب بالصيغـــــة:

$$Z_t = \varphi_{1s} Z_{t-s} + \varphi_{2s} Z_{t-2s} + \cdots + \varphi_{ps} Z_{t-ps} + a_t - \theta_{1s} a_{t-s} - \ldots - \theta_{qs} a_{t-qs} \qquad (2\text{-}1)$$

حيث إن :

$t = 1,2,\cdots,n$

s = فترة الموسم

a_t: عبارة عـــن مركبة الخطأ العشوائي بوسط حسابي مساو للصفر وتباين $\sigma^2 a_t$.

$\varphi_{1s}, \ldots, \varphi_{ps}$ عبارة عن معلمات AR غير المعلومة.

$\theta_{1s}, \ldots, \theta_{ps}$ عبارة عن معلمات MA غير المعلومة.

يمكن تقدير المعلمات على وفق طريقة المربعات الصغرى غيـــر الخطيـــة non– linear least square method باستـــخدام أسلوب steepest descent - الانحـــدار المتـــدرج بمعنى استخدام الميول Gradients عند البحث عن الأصغر، حيـــث إن Gradients الميول عند أي نقطة على سطح الاستجابـــة يمـــكن إيجادها عـــــن طريـــق اشـــتقاق دالـــــــة متوسط مربعات الخطأ Mse المتمثلة a^2_t وتكون على وفق الصيغة الآتيـــة: [Jones *et.al.*, 2004]

$$a_t = Z_t - \varphi_{1s} Z_{t-s} - \ldots - \varphi_{ps} Z_{t-ps} + \theta_{1s} a_{t-s} + \ldots + \theta_{qs} a_{t-qs} \qquad (2\text{-}2)$$

وبتربيع طرفي المعادلة نحصل على

$$a^2_t = (Z_t - \varphi_{1s} Z_{t-s} - \ldots - \varphi_{ps} Z_{t-ps} + \theta_{1s} a_{t-s} + \ldots + \theta_{qs} a_{t-qs})^2$$

وبالاشتقاق الجزئي بالنسبة إلى كل من $\varphi_{1s}, \ldots, \varphi_{ps}$ وكذلك بالنسبة إلى كل من $\theta_{1s}, \ldots, \theta_{qs}$ نحصل على :

$$\frac{\partial a^2_t}{\partial \varphi_{is}} = -2a_t Z_{t-is}$$

$$i = 1,2,\ldots,p$$
$$j = 1,2,\ldots,q \qquad (2\text{-}3)$$

$$\frac{\partial a^2_t}{\partial \theta_{js}} = 2a_t a_{t-js}$$

وباستخدام الأسلوب التكـــراري يمكن أن نستنتـــج بأن المعلمات المكيفـــة المعدلـــة هي:

[AL-Nasir, 2002]

$$\varphi^*_{1s} = \varphi_{1s} - k \nabla a^2 \qquad (2\text{-}4)$$

حيث إن:

φ^*_{1s} : تمثل المعلمة المعدلة (المكيفة) الجديدة (Adaptive Parameter).

φ_{1s} : تمثل المعلمة القديمة قبل التعديل.

k : تمثل ثابتاً اختيارياً يقوم بالسيطرة على سرعة التقارب من خلال عدد مرات التكرار المستخدمة.

∇a^2 : تمثل متجه التدرج (Gradient Vector) لـ a^2 ومنها نجد :

$$\varphi^*_{is} = \varphi_{is} + 2ka_t Z_{t-i} \qquad (2\text{-}5)$$

والمستخدمة في نماذج الانحدار الذاتي وكذلك فإن:

$$\theta^*_{js} = \theta_{js} - 2ka_t a_{t-j} \qquad (2\text{-}6)$$

إن الصيغ (5 -2) و(6 -2) تطبق بشكل متكرر إلى الحد أو النقطة التي ينعدم فيها الاختزال أو التخفيض لمتوسط مربعات الخطأ (Mse) عند هذه النقطة، وعليه فإن عملية التعديل (التنقية) تنتهي، وإن القيمة النهائية للمعلمة تستخدم للتنبؤ (prediction).

ومن الصيغة (1 -2) تكون أخطاء البواقي المعدلة الجديدة:

$$a^*_t = Z_t - \varphi^*_{1s} Z_{t-1} - \varphi^*_{2s} Z_{t-2s} - \ldots - \varphi^*_{ps} Z_{t-ps} + \theta^*_{1s} a_{t-s} + \ldots + \theta^*_{qs} a_{t-qs} \qquad (2\text{-}7)$$

$$a_t = a^*_t - a_t$$
$$= -(\varphi^*_{1s} - \varphi_{1s}) Z_{t-1} - \ldots - (\varphi^*_{ps} - \varphi_{ps}) Z_{t-ps} + (\theta^*_{1s} - \theta_{1s}) a_{t-1} + \ldots + (\theta^*_{qs} - \theta_{qs}) a_{t-qs}$$

أو

$$a_t = -2ka_t \{Z^2_{t-1} + \ldots + Z^2_{t-p} + a^2_{t-1} + \ldots + a^2_{t-q}\} \qquad (2\text{-}8)$$

وبقسمة المعادلة (8 -2) على a_t ينتج :

$$\frac{|\nabla a_t|}{a_t} = 2k\{Z^2_{t-1} + \ldots + Z^2_{t-p} + a^2_{t-1} + \ldots + a^2_{t-q}\} \qquad (2\text{-}9)$$

ومن العلاقة الأخيرة يمكن استنتاج:

$$0 < k < \frac{1}{\{Z^2_{t-1} + \ldots + Z^2_{t-p} + a^2_{t-1} + \ldots + a^2_{t-q}\}} \qquad (2\text{-}10)$$

٣. التمهيد الآسي للسلاسل الزمنية

Exponential Smoothing of Time Series

إن طرائق التنبؤ باستخدام التمهيد الآسي للسلاسل الزمنية غير الموسمية، تكون غير ملائمة للسلاسل الموسمية والتي قد توجد في بعض الحالات الجوية مثل معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة والتي لابد من معالجتها بطرائق تنبؤ خاصة بالسلاسل الموسمية، وإن هذه الطرائق سميت بهذه التسمية وذلك لإعطاء المشاهدات السابقة أوزان ذات قيم غير متساوية، طالما أن هذه الأوزان تتناقص أسيا من نقاط البيانات الأكثر حداثة. ويمكن أن نوضح ذلك من خلال معادلة التمهيد الآتية (James, 2003):

$$S'_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \qquad \ldots (3.1)$$

حيث تعرف $\left(S_t'\right)$: بالتمهيد الإحصائي (Smoothed Statistic)، أما $\left(S_{t-1}'\right)$ فهي تمثل قيمة التنبؤ للفترة السابقة $(t-1)$ لهذا الأنموذج، ويدعى (α) بثابت التمهيد (Smoothing Constant)، و $\left(Y_t\right)$ تمثل السلسلة الأصلية.

٣-١ طريقة هولت ونترس الموسمي المضاعف

Holt- Winter's Multiplicative Seasonality Method

إن طرائق التمهيد الآسي تتعامل تقريباً مع أي نوع من البيانات طالما إذا كانت البيانات غير موسمية،أما إذا كانت البيانات موسمية فإن هذه الطرائق لاتستطيع معالجة المشكلة لوحدها،حيث إن طريقة Holt تميزت بقلة الحسابات والخزن، حيث إنها تكون مفيدة عندما يتم التنبؤ لعدد كبير من المشاهدات، على الرغم من أنها تطبق على السلسلة الزمنية التي لاتتضمن موسمية، حيث تأخذ هذه الطريقة التنبؤ إلى الفترة السابقة وتعدله باستخدام خطأ التنبؤ، حيث تتغير α بشكل نظامي وأوتوماتيكي من فترة إلى أخرى، بما يسمح به نمط البيانات، ويتم التنبؤ بالبيانات المتضمنة اتجاه، بمعنى إن القيمة الجديدة تكون إما أكبر أو أقل من القيم السابقة ثم توسعت من قبل الباحث Winters(1960) لكي تأخذ بنظر الاعتبار الموسمية.وإن طريقة Holt-Winters تستند على ثلاث معادلات للتمهيد ولتكوين معادلة التنبؤ لطريقة Holt-Winter's Multiplicative يتطلب إيجاد ثلاث مركبات لقيم التمهيد وهي مركبة عامل التعديل الموسمي l_t والاتجاه b_t والمركبة الموسمية S_t وتكون بالصيغة الآتية:(Celia *et.al.*,2002)

Seasonal adjustment Factor

$$l_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-S}} + (1-\alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \qquad \ldots (3.2)$$

في هذه المعادلة يقسم العامل الأول على عدد الموسمية S_{t-s} ، وذلك لغرض تقليل الموسمية في Y_t. وهذا التعديل يمكن أن يوضح عندما تكون S_{t-s} أكبر من الواحد والذي يظهر عندما تكون قيمة الفترة $t-s$ أكبر من المعدل في الموسمي،وعند قسمة Y_t على هذا العدد الذي يكون أكبر من الواحد سوف يعطي قيمة مشابهه للقيمة الأصلية بعد تنسيبها مساوية للكمية الناتجة من أن الموسمي للفترة $t-s$ أعلى من المتوسط.أما التعديل المضاد فانه يظهر عندما يكون عدد s الموسمي أقل من الواحد، ويلاحظ بأنه يتم استخدام قيمة S_{t-s} في هذه التعديلات بسبب أن S_t لايمكن حسابها إلى أن يتم معرفة قيمة l_t من هذه المعادلة.

حيث إن :

s :هي طول الموسمية (مثلاً عدد الشهور أو الربيعات (Quarters) في السنة).

l_t :تمثل عامل التعديل للسلسلة.

b_t :تمثل الاتجاه.

S_t :تمثل المركبة الموسمية.

وان $0<\alpha<1$

والمعادلة الآتية تمثل تمهيد الاتجاه للسلسلة:

$$\text{Trend} \qquad b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1-\beta) b_{t-1} \qquad \ldots (3.3)$$

حيث إن : $0<\beta<1$

ومعادلة المركبة الموسمية تكون كالآتي:

$$\text{Seasonal} \qquad S_t = \gamma \frac{Y_t}{l_t} + (1-\gamma) S_{t-S} \qquad \ldots (3.4)$$

حيث إن : $0<\gamma<1$

وتمثل هذه المعادلة الأوزان التي تعطى إلى عامل الموسمية المحسوبة حديثاً مع γ وعدد الموسمية الحالي المقابل إلى الموسم نفسه مع ($1-\gamma$)، ويلاحظ أن عامل الموسمية الأولى يحسب للفترة $t-s$ طالما أن s تمثل طول الموسم،وهذه المعادلة قابلة للمقارنة مع دليل الموسمي الذي تم إيجاده كقيمة إلى القيمة الحالية للسلسلة Y_t مقسوم على قيمة التمهيد المفردة للسلسلة l_t،فإذا كان Y_t أكبر من l_t تكون النسبة أكبر من الواحد وعلى العكس تكون النسبة أقل من الواحد.

ومن المهم أن l_t في هذه الطريقة هي قيمة تمهيد (متوسط) إلى السلسلة، أي إنها مكافئة إلى القول إن السلسلة معدّلة موسمياً. (عبد الرسول، ١٩٨١)

أما معادلة التنبؤ لهذه الطريقة فهي بالصيغة الآتية:

$$\textit{Forecast} \qquad F_{t+M} = (l_t + b_{t \times M}) S_{t\text{-}S+M} \qquad \ldots (3.5)$$

حيث إن:

F_{t+M} : تمثل التنبؤ الى الفترة القادمة M .

M :تمثل طول مسافة التنبؤات الـــ F_{t+M} .

S_{t-S+M} :هي تمهيد المركبة الموسمية للفترة $t+M$.

إيجاد القيم الأولية لطريقة Holt-Winter's Multiplicative

إن كل طرائق التمهيد الآسي تحتاج للقيم الأولية للمركبات للبدء بالخوارزمية ولإيجاد تنبؤ طريقة Holt-Winters Multiplicative نحتاج للقيم الأولية للمستوى (Level) l_t، والاتجاه (Trend) b_t والمركبة الموسمية S_t.حيث نحتاج على الأقل إلى بيانات موسم كامل (s period) ، لذلك نقوم بإعطاء قيم أولية إلى المستوى والاتجاه عند الزمن S بحسب الصيغة الآتية: (Makridakis,1998)

$$l_S = \frac{1}{S}\left(Y_1 + Y_2 + \cdots + Y_S\right) \qquad \ldots (3.6)$$

نلاحظ أن هذه المعادلة عبارة عن متوسط متحرك من الرتبة S ،حيث نتخلص بذلك من الموسمية في البيانات.

أما لغرض إعطاء قيم أولية إلى الاتجاه،من الملائم أخذ موسمين كاملين (2S Period) وبحسب الصيغة الآتية:

$$b_S = \frac{1}{S}\left[\frac{Y_{S+1} - Y_1}{S} + \frac{Y_{S+2} - Y_2}{S} + \cdots + \frac{Y_{S+S} - Y_S}{S}\right] \qquad \ldots (3.7)$$

ويلاحظ أن كل حد من حدود هذه المعادلة عبارة عن تقدير الاتجاه على موسم كامل، حيث إن التقدير الأولي إلى b_S تعطى كمتوسط إلى S من الحدود، وأخيراً فإن المركبة الموسمية يتم إعطاؤها قيماً أولية باستخدام النسبة إلى أول مجموعة بيانات إلى متوسط أول سنة وبحسب الصيغة الآتية:

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_S} \quad , \quad S_2 = \frac{Y_2}{L_S} \quad , \quad \ldots \quad , \quad S_S = \frac{Y_S}{L_S} \qquad \ldots (3.8)$$

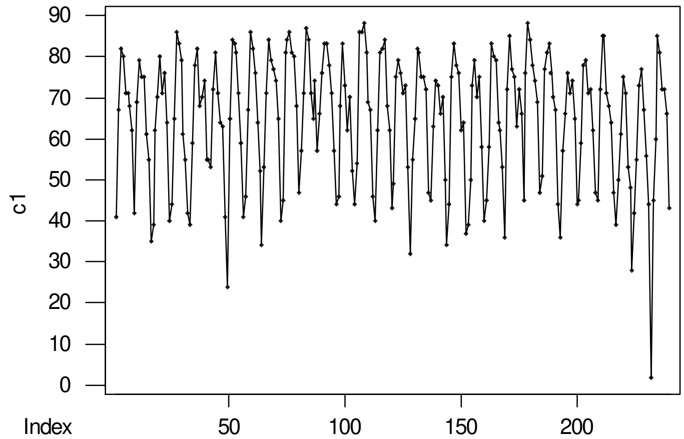
٤. الجانب التطبيقي

يتضمن هذا الجانب عرض الطرائق التي يتم من خلالها التنبؤ بالسلاسل الزمنية وهذه الطرائق هي:

١. التنقية المكيفة الموسمية.

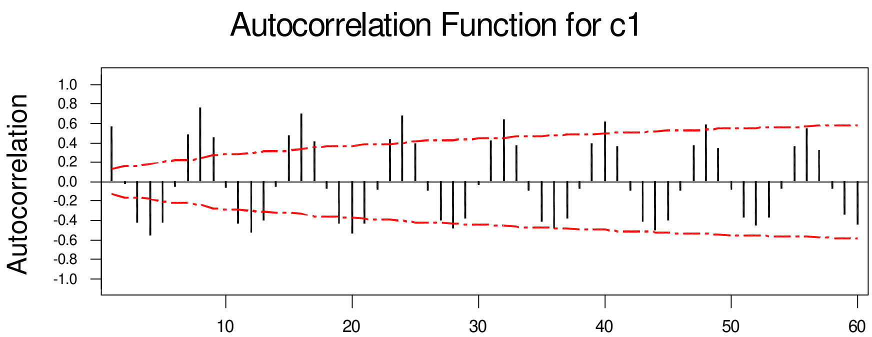
٢. هولت ونترس الموسمي المضاعف.

وقد استخدمت بيانات معدلات الرطوبة النسبية لمدينة الموصل التي تم الحصول عليها من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي للفترة من ١٩٧٣ ولغاية ٢٠٠٣. وتم رسم السلسلة الزمنية وتبين أنها غير مستقرة ومتذبذبة بصورة غير منتظمة.



الشكل ١
رسم السلسلة الزمنية لمعدلات الرطوبة النسبية لمدينة الموصل
للفترة ١٩٧٣ -٢٠٠٣

أما الشكل ٢ فيوضح مقدار دالة الارتباط الذاتي ACF للمشاهدات الخام.



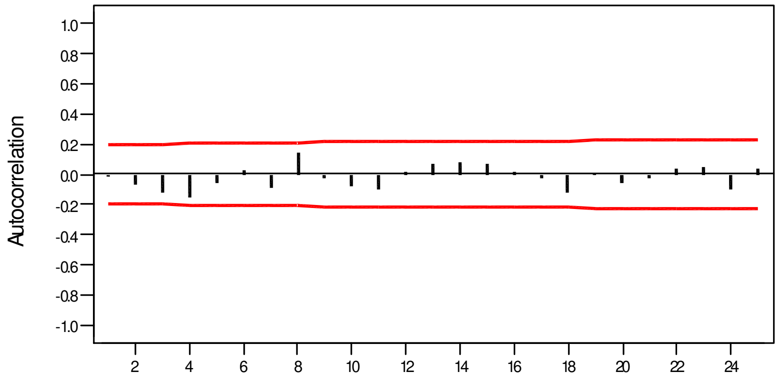
الشكل ٢
دالة الارتباط الذاتي للمشاهدات الخام

ويتضح من الشكل ١ للسلسلة الزمنية والشكل ٢ سلوك دالة الارتباط الذاتي أن السلسلة غير مستقرة وأن هناك أثاراً موسمية.

تم تقدير الإتجاه العام لهذه السلسلة بالاعتماد على معيار متوسط مربع الخطأ إذ تمت ملائمة النماذج، وتبين أن أنموذج الإتجاه العام التربيعي هو الأفضل، فيكون الأنموذج النهائي المقدر للاتجاه العام هو:

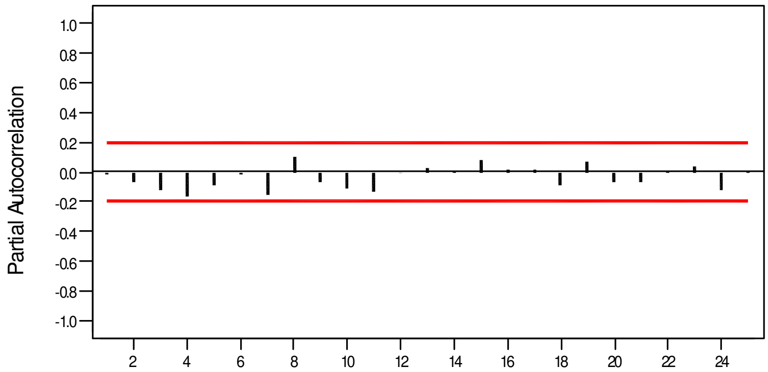
$$Y_t=62.9935-3.7340t+0.2314t^2 \qquad (1-3)$$

ولتحويل السلسلة الزمنية إلى سلسة مستقرة تم أخذ التحويل أللوغـاريتمي لبيانـات السلسلة لتثبيت التباين وكذلك أخذ الفرق الأول (d=1) لتحقيق الإسـتقرارية فـي الوسـط الحسابي ونلاحظ أن هناك نمطاً موسمياً يتكرر حدوثه كل 8 فترات، أي (s=8) ولإزالـة الأثر الموسمي تم أخذ الفرق الموسمي 8(D=1).



الشكل ٣ -أ

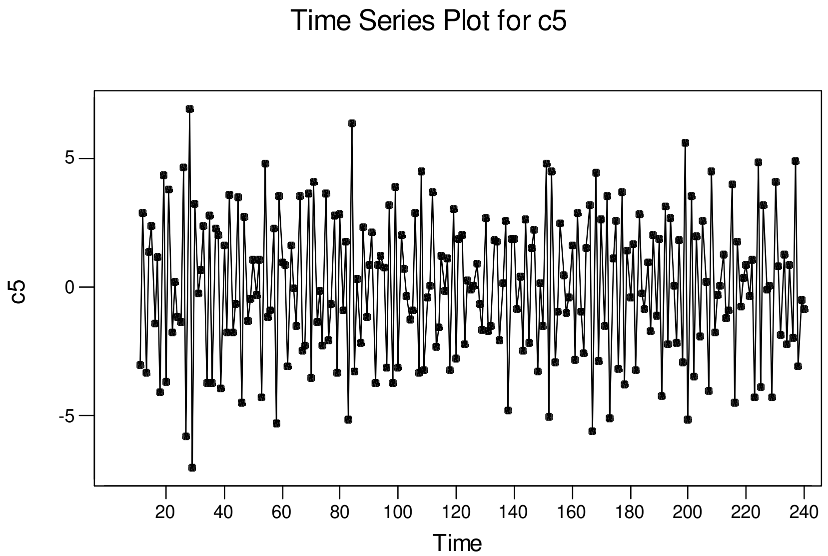
دالة الارتباط الذاتي الجزئي لبواقي الأنموذج ARIMA(2,1,3)s



الشكل ٣ -ب

دالة الارتباط الذاتي لبواقي الأنموذج ARIMA(2,1,3)s.

بعد تثبيت الوسط الحسابي والتباين وإزالة الأثر الموسمي لتحقيق إستقرارية السلسلة تم إيجاد الأنموذج الملائم لبيانات السلسلة ومن خلال ملاحظة دالتـي الارتبـاط الـذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي وبمقارنة أقل MSE للنماذج المقدرة تـم التوصـل إلـى أفضل أنموذج لبيانات السلسلة هوARIMA(2,1,3)s لإمتلاكه أقل قيمة لمعيار أكاكي، وكما هو واضح في الشكل ٣ -أ والشكل٣ -ب.



الشكل ٤
سلوك المشاهدات بعد تحويل السلسلة الزمنية إلى سلسلة مستقرة

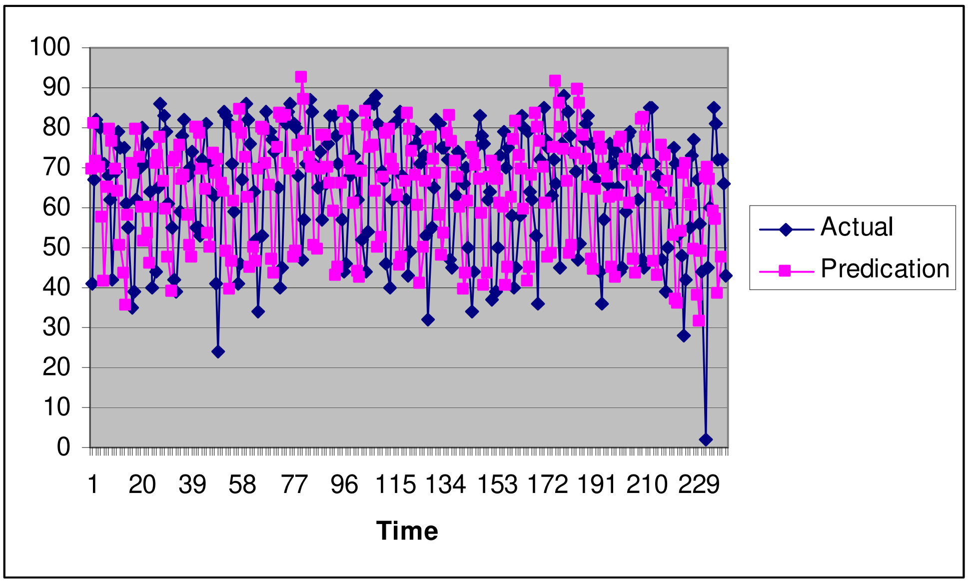
بعد أن تحولت السلسلة الزمنية إلى مستقرة وتم تحديد رتبة الأنموذج يتم استخدام طريقة التنقية المكيفة الموسمية وطريقة هولت ونترس الموسمي المضاعف للتنبؤ المستقبلي لمعدلات الرطوبة النسبية لمدينة الموصل وكانت النتائج على النحو الآتي:

أولاً - باستخدام طريقة التنقية المكيفة الموسمية

لقد تم استخدام البرنامج الحاسوبي المعد من خلال (Macros) ومن خلال شاشة التشغيل (MS-Dos) وتشغيله وعرض نتائجه من خلال شاشات نظام (Minitab) وقد كانت البيانات على وفق الأنموذج ARIMA(2,1,3) ، وتم تحديد معالم النموذج الابتدائية (φ_1=-1.40103) و (φ_2=-1..17536) و (θ_1=0.24726) و (θ_2=0.23285) (θ_3=0.51039) وقيمة (MSE=0.01) وكذلك الأخطاء العشوائية (Residuals)، وطبقت المعادلات الواردة في الجانب النظري، وتم التوصل إلى أفضل قيم للمعلمات وبأقل متوسط مربعات خطأ تم الحصول عليه. أما معايير جودة التنبؤ فكانت كما يأتي:

$$MSE=(1/M)\sum_{L=1}^{M} e_t^{\,2}(L) \qquad (2\text{-}3)$$

$$MAPE=\{(1/M)\sum_{L=1}^{M} |\, e_t(L)/X_{t+L}|\}\ 100\% \qquad (3\text{-}3)$$



الشكل ٥

يمثل رسم القيم التنبوئية مع القيم الحقيقية لمعدلات الرطوبة النسبية بطريقة التنقية المكيفة

ثانياً - باستخدام طريقة هولت ونترس الموسمي المضاعف

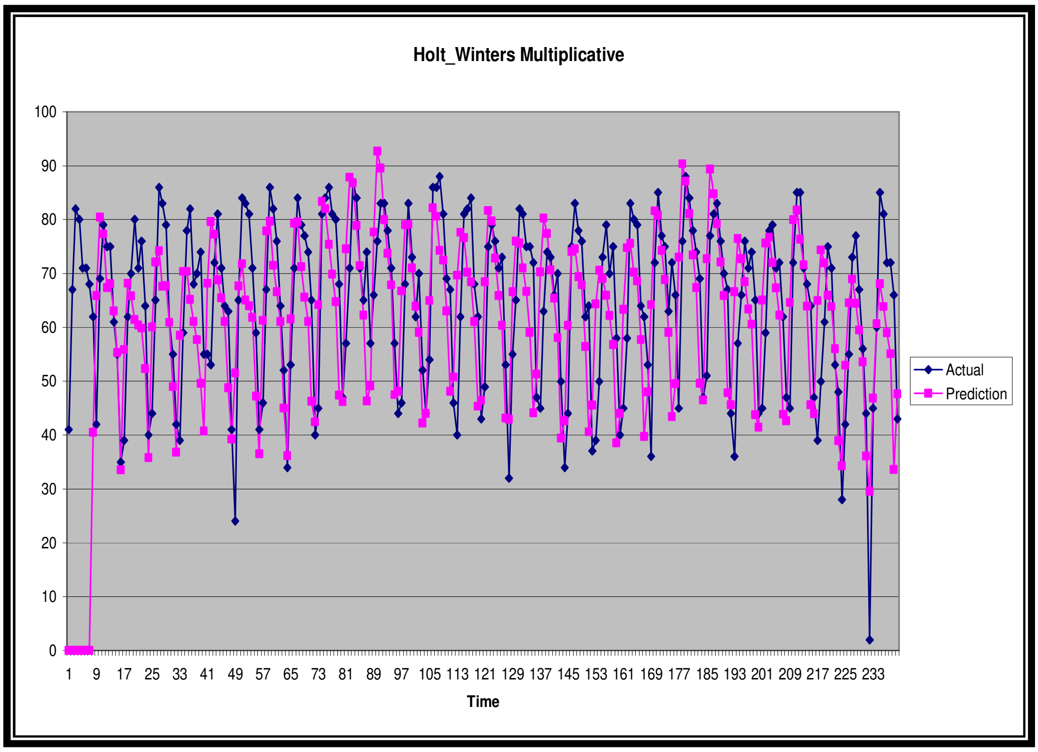
لقد تم استخدام النظام الجاهز MATLAB لغرض الوصول الى قيم التنبؤ وحسابها بشكل دقيق فقد تم تحديد القيم المثلى للمعلمات (α,β,γ) وذلك عن طريق متوسط مربعات الخطأ من خلال تجربة جميع التوافيق الممكنة على معادلة التنبؤ للسلسلة الزمنية واستخراج أقل (MSE)

$$MSE=(1/M)\sum_{L=1}^{M} (y_L-\hat{y}_L)^2$$

حيث إن (y_L) تمثل قيم المشاهدة و $(\hat{y}_L)$ تمثل القيم بعد إجراء التمهيد على البيانات و n تمثل عدد المشاهدات .

ومن ثم الحصول على معلمات التمهيد $(\alpha=0.2)$ و $(\beta=0.01)$ و $(\gamma=0.2)$ وبعد إجراء عملية التمهيد على البيانات تم الحصول على أفضل أنموذج بعد أخذ الفروقات المناسبة، فكان ARIMA(0,2,3) هو أفضل أنموذج لامتلاكه أقل قيمة لمعيار أكاكي والتي ساوت (933.91) وأقل (MSE) والتي تساوي (٦٢,٧)، وتم تقدير معلماته باستخدام نظام Minitab وكما في المعادلة الآتية:

$$Y_t = -0.33890 -0.4631\ a_{t-8} -0.4753a_{t-16} - 0.5644a_{t-24}+a_t$$



الشكل ٦
يمثل رسم القيم التنبوئية مع القيم الحقيقية لمعدلات الرطوبة النسبية بطريقة هولت ونترس

ولغرض المقارنة مابين الأسلوبين تم اعتماد المعايير الإحصائية: معدل مربعات الخطأ (MSE)، ومعدل القيم المطلقة لنسب الأخطاء (MAPE).

الجدول ١
المعايير الإحصائية للأسلوبين

MSE	MAPE	الطريقة المستخدمة
53.8	4.533	التنقية المكيفة
62.7	7.233	هولت ونترس

وكما هو واضح فإن طريقة التنقية المكيفة الموسمية قد تفوقت على طريقة هولت ونترس الموسمي المضاعف على وفق المعايير الإحصائية المستخدمة. وبذلك تكون التنقية المكيفة هي الطريقة الأفضل والأكثر دقة للتنبؤ بهذه السلسلة الزمنية.

الاستنتاجات

إن أهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل إليها من خلال الدراسة هي:

١. تفوقت طريقة التنقية المكيفة الموسمية على طريقة هولت ونترس الموسمي المضاعف، حيث تم الحصول على نتائج ذوات قيم أقل للمعايير الاحصائية المستخدمة لحساب أخطاء التنبؤ، لذلك تعدّ التنقية المكيفة الموسمية هي الطريقة الأفضل والأكثر دقة في التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة الزمنية قيد الدراسة.

التوصيات

على ضوء الاستنتاجات التي تم التوصل إليها نقترح مايأتي:

١. نوصي بدراسة طرائق التمهيد الآسي الأخرى مثل Winters additive ومقارنتها مع التنقية المكيفة.

٢. إجراء دراسات باستخدام طرائق التمهيد الآسي غير الموسمية ومقارنة النتائج مع طريقة التنقية المكيفة.

٣. استخدام طرائق الشبكات العصبية والخوارزميات الجينية وهي من الأساليب الذكائية في التكهن للسلاسل الزمنية وعمل مقارنة بين أداء هذه الأساليب والأساليب التقليدية كنماذج بوكس جنكيز، فضلا عن إمكانية استخدام طريقة Unobserved (UCM) Components في هذا المجال.

المراجع

أولاً - المراجع باللغة العربية

١. الطائي، فارس غانم أحمد، ٢٠٠٣، دراسة مقارنة بين طرائق بوكس وجنكيز وطريقة التنقية المعدلة في التكهن، اطروحة دكتوراه، غير منشورة كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.

٢. عبد الرسول، محمود جواد، ١٩٨١، دراسة إحصائية تطبيقية للمقارنة بين النماذج الآسية ونماذج بوكس وجنكيز في التوقعات المستقبلية مع تطبيق عملي، رسالة ماجستير، غير منشورة كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

ثانياً - المراجع باللغة الاجنبية

1. Al-Nasir. Abdul Majeed Hamza, 2002, "Forecasting Performance of Adaptive Filtering and Box-Jenkins Techniques (An Empirical Investigation), Baghdad college of Economic Science University.
2. Celia F., Balaji V. Les S. , Asish G., Amar R, 2002, Forecasting Women's Apparel Sales Using Mathematical modeling , International Journal of Clothing Science and Technology 15(2).
3. James W. Taylor, 2003, Exponential Smoothing with a Damped Multiplicative Trend, International Journal of Forecasting, Vol. 19.
4. Jones, D. Appadwedula, S., Berry, M., Haun, M. Moussa, D. and Sachs D., 2004, AdaptiveFiltering: LMS Algorithm, http//www.cnx.vice.edu/content/m 10481/latest/.
5. Makridkis, S., Wheel Wright, S. G., 1978, Forecasting: Methods and Application, John Wiley, New York.
6. Makridkis, S., Wheel Wright, S. and HYd man,R., 1998, Forecasting: Methods and Application, 3rd ed., John Wiley, New York.