المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (14) 2008
ص ص [223–232]

استخدام طريقة ونترس للتنعيم في التكهن بقيم السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة في مدينة الموصل

الهام عبد الكريم حسين*

- -

الملخص

يتناول هذا البحث التكهن باستخدام طريقة ونترس للسلاسل الزمنية الموسمية،وذلك باستخدام البيانات التي تمثل المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة لمدينة الموصل في العراق للفترة 1985-2000 . وتبين ان هذه الطريقة ذات كفاءة في التكهن بعد مقارنة نتائجه مع البيانات الاصلية .

Using Winters' Method of smoothing in Forecasting Time Series of Temperature in Mosul city

ABSTACT

This research tackles a forecasting by using Winters' methode for seasonal time series by using the data which represent the monthely average of temperature to Mosul city in Iraq for the period 1985-2000. It is clearly that the method is efficient after comparing the results of forecasting with the origenal data .

المقدمة :

ان الهدف من بناء نموذج رياضي يخص ظاهرة فيزياوية معينة هو لبيان تصرف هذه الظاهرة عن طريق حسابها بوصفها كمية محددة في زمن محدد من خلال أشتقاق القوانين الخاصة بتلك الظاهرة (Sathe , 2005) . كما ان الهدف من نمذجة السلاسل الزمنية هو لبناء نظام سيطرة،هذا النظام يعتمد اساسا" على التكهن. هذا وقد اخذ مصطلح التكهن يتردد بكثرة في موضوع السلاسل الزمنية اكثر من استخدام مصطلح التنبؤ لذلك فان نتائج التكهن تُشتق

---

* مدرس مساعد- قسم انظمة الحاسبات - المعهد التقني - الموصل

تاريخ التسلم : 9 /2008/3 ــــــــــــــــ تاريخ القبول : 4 /2008/9

من النظرية العامة لتطوير التنبؤ الخطـي (Wei , 1990) ،ويعـد التمهيـد Smoothing من الطرائق المستخدمة في التكهن والذي يعرَف على انه صقل او تنعيم للبيانات التي فيها تشويش .(الكوراني،2006) .

هدف البحث :

ان هدف البحث يتمثل باستخدام طريقة ونترس للـتكهن للسلاسـل الزمنيـة الموسمية ومعرفة كفاءتها بعد مقارنة البيانات الاصلية مع نتائج التكهن .

الجانب النظري :

1- طريقة ونترس للتنعيم الاسي الخطي الموسمي :

Winters' Linear and Seasonal Exponential Smoothing

تطورت طرائق التنعيم في نهاية الخمسينات،واحد هـذه التطـورات هـو التنعيم الاسي Exponential Smoothing وقد نُشرت هذه الطريقة في بداية الستينات ومنذ ذلك الوقت فان مفهوم التنعيم الاسي بدأ ينمو وبدأت هذه الطريقة تُستخدم في الكثيـر من التطبيقات وبصورة رئيسـية الـتكهن Forecasting (Makridakis , 1978). ان الاساس في نموذج التنعيم الموسمي هو المعادلة الاتية (Williams,et al , 1996) :

$$F_{t+1} = \alpha\, y_t + (1-\alpha)F_t \qquad (1)$$

حيث ان :

F_{t+1} : تكهن السلسلة الزمنية y_t للفترة t+1 .

y_t : القيمة الحقيقية عند الزمن t .

F_t : تكهن السلسلة الزمنية للفترة t .

α : ثابت التنعيم وتنحصر قيمته بين $0\leq \alpha \leq 1$

وقد برهن نظرية التنعيم الاسي Brown &Meyer في العام 1961 اذ يقـول انه في كل سلسلة زمنية مثلX_t يوجد لكل t تعدد حدود وحيد كما في المعادلة الاتية:

$$F_{t+m}=a_t+b_tm+\frac{c_t}{2}m^2+\cdots+\frac{g_t}{k}m^k \quad ; t=0,1,2,... \quad (2)$$

حيث ان :

m : تمثل عدد الدورات المتكهن بها .

a,b,c,…g : ثوابت التمهيد الاسي للفترة t .

ومن المعادلة (2) يمكن اشتقاق كل طرائق التنعيم التي تعد حالات خاصة من التنعيم الاسي .

ومن طرائق التنعيم الاسي:

1- طريقة التنعيم الاسي البسيط Singal Exponential Smoothing .

2- طريقة هولت : Holt s Two-Parameters .

3- طريقة براون الرباعية :Brown s Quadratic .

4- طريقة ونترس للتنعيم الاسي الخطي الموسمي : Winters' Linear and Seasonal Exponential Smoothing
(Makridakis,1978)

وغيرها من الطرائق التي بمرور الزمن تطورت حسب تطور الحاجة الى طرائق جديدة في التكهن.وقد تناول هذا البحث طريقة ونترس للتنعيم الاسي الخطي الموسمي اذ تعتمد هذه الطريقة على ثلاث معادلات ، كل معادلة تعمل على تنعيم المعلمة الخاصة بها،وهذه الطريقة مشابهة لطريقة هولت لكنها تختلف عنها في انها تتضمن ثلاثة ثوابت تنعيم قيمها محصورة بين [0,1] ، فضلا عن ان هذه الطريقة (طريقة ونترس) تتعامل مع البيانات الموسمية. ومعادلات هذه الطريقة هي (Makridakis , 1978) :

$$S_t = \alpha\,(y_t - I_{t-L}) + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \qquad (3)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \qquad (4)$$

$$I_t = \gamma(y_t - S_t) + (1 - \gamma)\, I_{t-L} \qquad (5)$$

حيث ان :

y_t : السلسلة الزمنية الاصلية وتكون موسمية .

S_t : سلسلة القيم بعد التنعيم وتسمى بعامل التعديل الموسمي .

α : ثابت التنعيم الموسمي .

L : طول الموسمية .

b_t : سلسلة قيم تنعيم الاتجاه العام.

β : ثابت تنعيم الاتجاه العام .

I : معامل المركب الموسمي .

γ : ثابت تنعيم المركب الموسمي .

اما التكهن فيعتمد على المعادلة الاتية (الكوراني ، 2006) :

$$F_{t+m} = S_t + b_t m + I_{t-L+m} \qquad (6)$$

هذه الطريقة تسمى طريقة ونترس المكيف او طريقة ونترس مضافا اليها ثابت التنعيم (Additive - Winters') وذلك لاضافة ثابت التنعيم (β - 1) الى المعادلة (4)،وهذه الاضافة قد تسبب مشكلة ما في التحليل لانها تكون كمية غير ثابتة لذلك فقد تم تعديل تلك المعادلات الى المعادلات الاتية (Makridakis,1978) :

$$S_t = \alpha \frac{y_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \qquad (7)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)\, b_{t-1} \qquad (8)$$

$$I_t = \gamma \frac{y_t}{S_t} + (1-\gamma)\, I_{t-L} \qquad (9)$$

وقد سميت هذه المعادلات بنموذج بنموذج ونترس المضاعف(الضربي) Multiplicative Winters'.اما طريقة التكهن فهي كما في المعادلة الاتية (Makridakis,1978) :

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m)\, I_{t-L+m} \qquad (10)$$

وتستخدم طريقة ونترس المضاعف في حالة وجود اتجاه عام للسلسلة الموسمية اما طريقـة ونتـرس المضـاف فتسـتخدم فـي حالـة عـدم تـوافر اتجـاه عـام (Menezes,2005) .

2- **التغيرات الموسمية : Seasonal Effects**

تظهر في العديد من السلاسل الزمنية تاثيرات قد تكون شهرية او اسبوعية او يومية عند فترات معينة من السنة،مثل هذه التاثيرات تسمى التاثيرات الموسمية او التغيرات الموسمية ويمكن ملاحظة هذه التغييرات بوضوح في دالتـي الارتبـاط الذاتي Autoregressive Function والتي يرمز لها بالرمز ACF والارتباط الذاتي الجزئي Partial Autoregressive Function ويرمز لها بـ ـ PACF (Sela,2004) والتي تتبع نموذجا معينا من نماذج ARMA او ARIMA ،فلـو فرضنا ان لدينا سلسلة زمنية ربع سنوية (s=4) ونفرض انها تتبع عملية انحـدار ذاتي موسمي من الرتبة الاولى فاننا يمكن ان نعبر عن ذلك بالمعادلة الاتية :

$$y_t = \varphi_1 y_{t-s} + \varepsilon_t \qquad (11)$$

حيث ان :

y_t : تمثل المشاهدة الحالية للسلسلة .

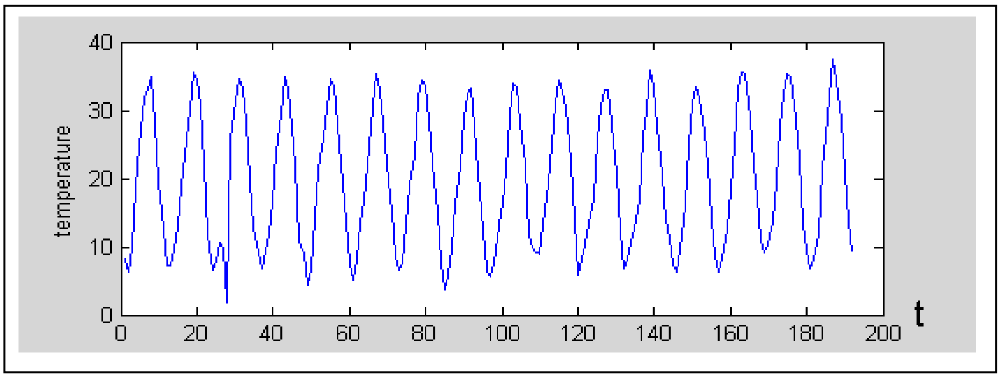
φ_1 : معلمة الانحدار الذاتي الموسمي .

s : مقدار التغير الموسمي .

ويرمز لهذا النموذج بالرمز $AR(1)_S$ او بالرمز SAR(1) (فاندل ، 1992) .

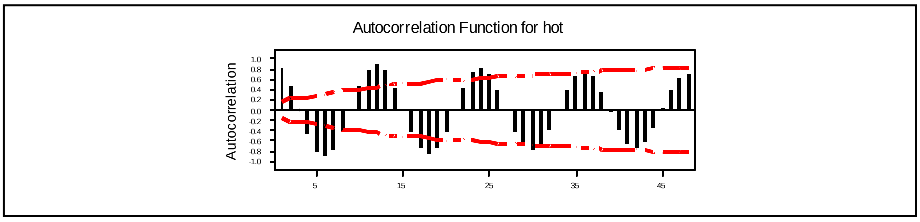
الجانب العملي :

في هذا الجانب سوف نطبق ماعرضناه سابقا" على بيانـات تمثـل المعـدلات الشهرية لدرجات الحرارة لمدينة الموصل في العراق للفترة مـن 1985 - 2000 (البيانات مأخوذة من رسالة الماجستير الحافظ ، 2007). وقد أسـتخدم برنـامجي SAS و Minitab الاحصائيين في التحليل . الشكل (1) يمثل بيانات السلسلة :



الشكل (1): بيانات السلسلة الزمنية للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الموصل للفترة من 1985 – 2000

يتبين من الشكل ان السلسلة الزمنية مرحلية stationary (ليس لها اتجاه عام) والشكل رقم (2) يبين دالة الارتباط الذاتي ACF :



الشكل (2) : يمثل دالة الارتباط الذاتي للسلسلة

اذ يتبين من الشكل وجود تغيرات موسمية مقدارها 12 ، وبما ان السلسلة ليس لها اتجاه عام وانها موسمية لذلك فان الطريقة المناسبة هي طريقة ونتـرس المضـاف والجدول (1) يمثل النتائج حسب اخر 20 قيمة بالمعلمـات $\alpha = 0.1$، $\beta = 0.2$ و $\gamma = 0.2$ التي تم تحديدها بعد تجربة عدة قيم لها ومن ثم اختيار افضـلها وذلـك بالاعتماد على MAD والذي يساوي بعد تحديد المعلمـات 1.6 وMSE والـذي يساوي4.04:

حيث ان :

$$MAE = \frac{1}{m}\sum_{t=1}^{m} | y_t - \hat{y}_t | \qquad (12)$$

$$MSE = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^{m} (y_t - \hat{y}_t)^2 \qquad (13)$$

وان :

y_t : تمثل القيمة الحقيقية لدرجة الحرارة .

$\hat{y}_t$: تمثل القيمة المتكهن بها .

m : تمثل المجموع الكلي لعدد القيم المتكهن بها .

الجدول (1) : نتائج طريقة ونترس المضاف لاخر 20 قيمة

t	Actual data	**Seasonal Adjustment Factor Smoothing (S)**	Trend Smoothing (b)	Seasonal Smoothing (I)
173	27.6	22.9335	0.200972	4.2609
174	32.2	23.1594	0.205963	10.2922
175	35.4	23.1877	0.170412	13.6160
176	34.8	23.1661	0.132021	12.6540
177	28.7	23.1576	0.103920	7.2842
178	22.8	23.0365	0.058902	0.7892
179	13.4	22.9631	0.032449	-7.0277
180	9.4	22.6824	-0.030181	-12.0384
181	6.7	22.5042	-0.059786	-13.7560
182	8.3	22.2019	-0.108283	-12.3845
183	11.8	21.9218	-0.142653	-8.7952
184	21.2	21.6348	-0.171529	-2.6515
185	26.3	21.7545	-0.113278	4.3325
186	31.9	21.6810	-0.105320	10.2980
187	37.4	21.5789	-0.104677	14.0317
188	34.5	21.7052	-0.058480	12.6899
189	28.6	21.6666	-0.054494	7.2309
190	20.8	21.5825	-0.060421	0.5172
191	13.8	21.3710	-0.090647	-7.1092
192	9.2	21.2351	-0.099699	-12.0198

وكانت النتائج التي تم الحصول عليها بالاعتماد على المعادلات (3 ، 4 ، 5) كما ياتي :

$S_{192} = \alpha\ (y_{192} - I_{180}\ )\ + (1 - \alpha)\ (S_{191} + b\ _{191})$
$S_{192} = (0.1)\ (9.2 + 12.038\ ) + 0.9\ (21.37 – 0.0906\ )$
$S_{192} = 21.2$

$b_{192}\ = 0.2\ (\ S_{192} – S_{191}) + (\ 1 – 0.2\ )\ b_{191}$
$b_{192} = 0.2\ (\ 21.2 – 21.37) + (1 – 0.2)\ (- 0.09)$
$b_{192} = - 0.10$

$I_{192} = \gamma\ (y_{192} – S_{192}) + (1- \gamma)\ I_{192-12}$
$I_{192} = 0.2(9.2 - 21.2) + (1- 0.2)\ (- 12.038)$
$I_{192} = 0.2\ (-12)\ (12) - 9.63$
$I_{192} = - 2.4 - 9.63$
$I_{192} = - 12.03$

اذ يلاحظ ان قيم b_{192} ، I_{192} مقاربة جدا لقيمها في الجدول اعلاه والتي تساوي 0.099 – ، 12.019 - على التوالي .

اما قيم التكهن فهي كالاتي :

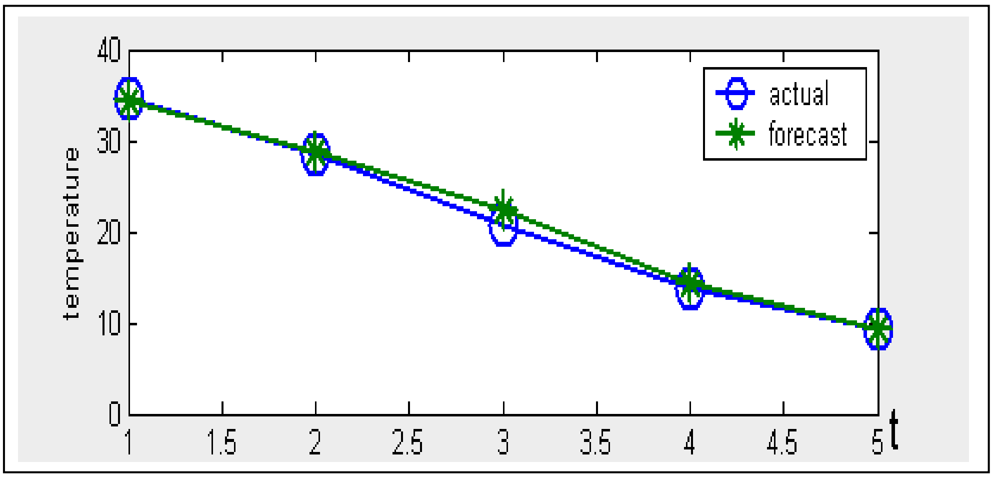
$F_{191+1} = S_{191} + b_{191}(1) + I\ _{191-12+1}$
$F_{192}\ \ = 21.2 - 0.1 - 12.03$
$F_{192}\ \ = 9.07$

وهذه القيمة ايضا" مقاربة لقيمة التكهن التي تم التوصل اليها عن طريق برنـامج Minitab والمبينة في الجدول (2) :

الجدول (2) : قيم التكهن للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الموصل

t	Actual data	Forecast
188	34.5	34.3007
189	28.6	28.8724
190	20.8	22.3190
191	13.8	14.4435
192	9.2	9.3744
MSE		0.573

والشكل (3) يوضح القيم الحقيقية مقارنة مع القيم المتكهن بها :



الشكل (3) : مقارنة القيم الحقيقية مع القيم المتكهن بها بطريقة ونترس المضاف

يتبين من الشكل اعلاه مدى تقارب القيم المتكهن بها التي تحمل الرمز * من قيم البيانات الاصلية التي رمز لها بالرمز o .

الاستنتاجات :

1- من نتائج التكهن التي تم التوصل اليها من الجدول (2) والموضحة في الشـكل (3)،يتبين ان الطريقة ذات كفاءة في التكهن وتعطي نتائج جيدة ومقبولة .

التوصيات :

1- نوصي باستخدام الطرائق الجديدة من طرائق التنعيم في التكهن ومن ثم مقارنتها مع طريقة ونترس للتنعيم الاسي لمعرفة الطريقة الاكفأ .

2- استخدام برنامج SASفي التحليل لأنه يختصر الكثير من الوقت فـي حسـاب وتقـدير المعاييرالمسـتخدمة فـي الحكـم علـى كفـاءة النمـاذج مثـل AIC,MSE,MAPA,... وغيرها التي لاتتوفر في الكثير من البرامج الاحصـائية الجاهزة .

المصـــادر :

1- الحافظ ، هبة سليمان داؤود (2007) : " مقارنة متكهنات بوكس – جينكنز مع بعض لاساليب الذكائية مع التطبيق " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق .
2- الكوراني ،جيهاني فخري صالح (2007) : " التنبؤ باستخدام طرائـق التمهيـد الاسي لنماذج ARIMA الموسمية مع التطبيق " ، رسالة ماجسـتير غيـر منشورة ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق .
3- فاندل ، والتر (1992) : " السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس – جينكنز " ، تعريب عبد المرضي حامد العـزام ، دار المـريخ للنشـر ، الرياض ، المملكة العربية السعودية .
4- Makridakis,S., Wheel Wright and Mc Gee,E.(1978) : " Forecasting : Methods And Application " , John Wiley&Sons,New York,U.S.A
5- Menezes, Prof. Bernard, (2005) : "On Decomposition and combining method in time series forecasting " M.Tech.Seminar Report, Submitted in fulfillment of the requirement for the degree of master of technology,Kanwal Rekhi school of Information technology, Indian Institute of technology Bombay Mumbia.
6- Sath,Saket K.,(2005) : " Time Series Analysis " M. Tech. Seminar Report, Submitted in fulfillment of the requirement for the degree of master of technology ,Department of electrical engineering , Indian Institute of technology Bombay.
7- Sela, Rebecca(2004):" Forecasting time series data " , stern business school .
8- Wei, WilliamW.S(1990) : "time series analysis,Univariate and multivariate methods " , Addison – Wesley Publishing Company .
9- William,A.S, Anderson.D.R. and Sweeney . D.J (1996). "Statistical for business and economics " , 6th .ed. , west Publishing company Minne apolis / st.panl.New York , Los Angeles, San Francisco.