إيجاد النموذج العشوائي للتنبؤ بمعدل درجات الحرارة العظمى لمدينة بنغازي باستخدام أساليب التنبؤ الموسمي

د. فارس طاهر*

أ. عبدالرحمن العقيلي**

1. المقدمة

تسلك الكثير من الظواهر الطبيعية سلوك الموسمية في ظهورها وذلك يأتي من طبيعة سلوك المواسم الأ ربعة و بذلك فإن الكثير من السلاسل الزمنية تظهر بمظهر الموسمية وهي ظاهرة إعادة السلسلة لنفسها بعد فترة من الزمن تكون دائماً متساوية، وهناك عدة طرق لمعالجة ونمذجة مثل هذا النوع من السلاسل الزمنية منها طريقة التحليل والتي تعتمد على النموذج الضربي أو النموذج الجمعي. أما الطريقة الثانية لمعالجة السلاسل الموسمية تسمى بطريقة ونتر الموسمية بثلاث معالم ،فيما تتمثل الطريقة الثالثة لمعالجة السلاسل الموسمية في طريقة بوكس جنكنز المضاعفة الموسمية والتي تعتمد على الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة الموسمية. ولذلك كان هدف هذا البحث هو إيضاح هذه الطرق الثلاثة للمعالجة الموسمية إيضاح هذه الطرق الثلاثة والحصول على أفضل النتائج في التنبؤات الموسمية من الطرق الثلاثة للتنبؤات بالمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى لمدينة بنغازي وذلك لأهمية هذه الظاهرة في التأثير على الكثير من المجالات الصناعية والزراعية في الحياة البشرية .

و تُعد طريقة التحليل من أقدم طرق معالجة السلاسل الزمنية ، فقد اقترحت في أوائل القرن العشرين وتتألف من

---

* محاضر ، قسم الإحصاء ، كلية الاقتصاد ، جامعة قاريونس ، بنغازي – ليبيا .

** محاضر ، قسم الإحصاء ، كلية الاقتصاد ، جامعة قاريونس ، بنغازي – ليبيا .

- قدم هذا البحث وُقبل للنشر عام 2005 ف

اتجاهين **الأول** في دراسة الارتباطات التتابعية بين المتغيرات والاتجاه **الثاني** هو دراسة الدورية وبالتالي محاوله عزل مركبة من التغيرات الموسمية والتغيرات الأخرى . وكانت أول المحاولات التي قام بها العالم Peyting عام 1884 وذلك بإزالة الاتجاه وبعض التأثيرات الموسمية عن طريق أخذ المعدلات ، وفي عام 1901 قام العالم Hooker باستخدام طريقة أكثر دقه في إزالة الاتجاه ، وقد تتابعت المحاولات من قبل كل من Spencer عام 1904 وكذلك Anderson وNochmels عام 1914 والذي عمم أسلوب إزالة الاتجاه ، وفي عام 1930 قدم Macauly أسلوب التحليل المعروف اليوم وفي عام 1957 أوجد Skishkin نظام باستخدام الحاسب الآلي لإيجاد الحسابات اللأزمة في طريقه التحليل .

أما طرق التمهيد فقد اشتقت عام 1956 من قبل Brown و Merey عام 1961 وكذلك Brown عام 1963 وأعمال إضافيه قام بها Desopo عام 1961 وفي عام 1976 قام الباحثان Box و Jenkins باشتقاق نماذج ARIMA والتي سميت بإسميهما والتي تطبق لغرض التنبؤ والسيطرة.

2. الجانب النظري :

1.2 طريقه التحليل

decomposition method

تعتمد طريقة التحليل على تجزئة السلسلة الزمنية إلى اربعة مركبا ت ، وهي مركبة الاتجاة T_t ومركبة الدورية C_t ومركبة الخطا E_t ومركبة الموسمية I_t وأن السلسلة الزمنية X_t يمكن أن تجزأ بطريقتين الأولى تدعى بالنموذج الجمعي بحيث يكون النموذج بالصيغة الآتية:

$$X_t=I_t+T_t+C_t+E_t.$$

أما الثانية فتدعى بالنموذج الضربي Multiplicative model بحيث أن النموذج يأخذ الصيغة الآتية:

$$X_t=I_t*T_t*C_t*E_t$$

والتي تدعى بطريقة النسبة للأوساط المتحركة The ratio-to- moving average method.

وتتلخص طريقة إيجاد المركبات بان نجد أولا الأوساط المتحركة بطول الموسم M_t والتي تحتوي على مركبتي الاتجاه T_t وC_t، ثم نفصل هاتين المركبتين في السلسلة الأصلية فنستخرج مركبتي الموسم والخطأ العشوائي وبعد ذلك نستطيع أن نجد مركبه الموسم من إيجاد متوسطات كل موسم للبيانات المتاحة وبذلك نستطيع أن نفصل هذه المركبة لتبقى مركبة الخطأ العشوائي فقط. ثم نقوم بإيجاد مركبة الاتجاه من تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS وبذلك نستطيع أن نفصل مركبة الاتجاه من M_t التي أوجدناها لتبقى مركبة الدورية C_t ونقوم باستخدام أسلوب القسمة في استخراج المركبات من النموذج الضربي وأسلوب الطرح في استخراج المركبات من النموذج الجمعي ، ويُعد حساب مركبة الدورية في المستقبل من أهم الحسابات لأنها تحتاج إلى معرفة مسبقة بالمستوى الاقتصادي أو النشاط الصناعي خلال الفترة التي ينبغي إجراء تنبؤات لها .

2.2 طريقه ونتر للتنبؤ الموسمي

Winters method in seasonality forecasting

تبنى طريقة ونتر على ثلاث معادلات تمهيد،الأولى للإستقرارية والثانية للاتجاه والثالثة للموسمية وبذلك فإن هذه الطرق تمتلك ثلاث معالم وهي α وβ وγ وأن المعادلات الثلاثة تأخذ الشكل الآتي:

$$S_t=\alpha X_t / I_{t-1}+(1-\alpha)(S_{t-1}+ b_{t-1})$$

$$I_t= \beta X_t/ S_t +(1-\beta)I_{t-L}$$

$$B_t=\gamma(S_t-S_{t-1})+(1-\gamma)b_{t-1}$$

أما معادلة التنبؤ للفترة t+m فتكتب بالشكل الأتي:

$$F_{t+m}=(S_t+b_tm)I_{t-L+m}$$

حيث أن L تمثل طول الموسم و m الفترة المستقبلية بعد الفترة t لغرض التنبؤ . أما التقديرات الأوليه بهذه الطريقة فتكون كما يأتي:

$$S_{t+1}=X_{L+1}$$

وكذلك فإن :

$I_1=X_1/\rangle$ و $I_2=X_2/X^-$ ...

$I_L=X_L/X^-$ حيث أن $X^-=\Sigma X_i/L$

وكذلك فإن :

$$b_{L+1}=\frac{(X_{L+1}-X_1)+(X_{L+2}-X_2)+(X_{L+3}-X_3)}{3L}$$

3.2 طريقه بوكس جنكنز الموسمية

The Seasonality Box Jenkins Method

تُعد طريقه بوكس جنكنز من أفضل الطرق في بناء النماذج لتحليل السلاسل الزمنية ، وبنفس الوقت فأنها تحتاج إلي دراسة دقيقة وفهم دقيق لجميع مراحل الطريقة ، حيث يمكن أن نعمم مصطلحات نماذج ARIMA الاعتيادية إلي نماذج لغرض معالجة الموسمية ، وذلك بأن نقترح نماذج AR موسميه ذات الرتبة P ونماذج MA موسميه ذات الرتبة Q وكذلك أخذ الفرق الموسمي D، إذن يكتب النموذج الموسمي كما يأتي:

$$ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^S$$

و S يمثل طول الموسم وأن (p,d,q) تمثل الجزء غير الموسمي وأن $(P,D,Q)^S$ تمثل جزء الموسم بطول S .

لنفرض إن السلسلة Z_T تحتوي على الموسمية وقد طبقنا النموذج غير الموسمي $\Phi_P(B)(1-B)^d Z_t=\Theta_q(B)b_t$

فإن سلسلة البواقي (b_t) سوف لا تكون سلسلة عشوائية ، وإنما تحتوي على ارتباطات غير موضحه بين الفترات ، وإذا فرضنا :

$$\rho_{js}=\frac{E(b_{t-js}-\mu_b)(b_t-\mu_b)}{\sigma_b^{\,2}}$$

$$j=1,2,3,.....$$

تمثل داله الارتباط الذاتي ل (b_t) فأنها تمثل العلاقة غير الموضحة بين الفترات الموسمية والذي يمكن أن يمثل كذلك بنموذج ARIMA كما يأتي:

$$\Phi_p(B^s)(1-B^s)^D b_t=\Theta_Q(B^s)a_t$$

where

$$\Theta_Q(B^s)=1-\Theta_1B^s-\Theta_2B^{2s}-...-\Theta_QB^{Qs}$$

$$\Phi_p(B^s)=1-\Phi_1B^s-0\Phi_2B^{2s}-...-\Phi_pB^{ps}$$

هي متعددات حدود إلى B^s بجذور تقع خارج دائرة الوحدة وأن a_t يمثل حد الخطأ العشوائي بمتوسط صفري. ومن ذلك فإن النموذج الموسمي المضاعف لبوكس جنكنز يمكن أن يكتب كما يأتي:

$$\Phi_p(B^s)\phi(B)(1-B)^d(1-B)^D_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t$$

حيث أن

$$Z_t = \begin{cases} Z_t - \mu \\ Z_t \end{cases} \quad \text{If d=D=0}$$

O/W

وأن الجزء $\Phi_P(B), \theta_q(B)$ يسمى عوامل الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة الاعتيادية على التوالي وأن $\Phi_P(B^S), \Theta_Q(B^S)$ تسمى عوامل الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة الموسمية على التوالي وأن النموذج يمكن أن نرمز له كما يأتي:

$$ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_S$$

حيث تشير S إلى فترة الموسم ومثل ذلك النموذج $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ والذي يمثل بالشكل الآتي:

$$-B)(1-B^{12})Z_t = (1-\theta B)(1-\Theta B^{12})a_t$$

ولغرض تشخيص النماذج الموسمية، يمكن أن نستخدم دالة الارتباط الذاتي ACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF ، حيث أن دالة ACF لها خاصية القطع في نماذج الأوساط المتحركة عند الفترة (q) غير الموسمية و الفترة Q الموسمية وكذلك فإن دالة PACF لها خاصية القطع في نماذج الانحدار الذاتي عند الفترة p للنماذج غير الموسمية والفترة P عند النماذج الموسمية ، وقد ذكر العالم Wei عام 1990 أن ACF تعتبر من أفضل الأساليب في تشخيص النماذج الموسمية .

ولغرض تقدير معالم النموذج الموسمي يمكن أن نستخدم نفس طرق التقدير للنماذج غير الموسمية و التي منها طريقة العزوم Moment Method أو

طريقة الإمكان الأعظم التقريبية Approximate Maximum Likelihood Method أو طريقه الإمكان الأعظم غير التقريبية Exact Maximum Likelihood Method والتي تعتمد على تعظيم الدالة .

$$\ln \ell\left(\phi,\Phi,\theta,\Theta,\mu,\sigma_a^{\,2}\right)= \frac{n}{2}\ln\left(2\Pi\sigma_a^{\,2}\right)-\frac{S_*\left(\phi,\Phi,\theta,\Theta,\mu\right)}{2\sigma_a^{\,2}}$$

حيث أن :

$$S_*\left(\phi,\Phi,\theta,\Theta,\mu\right)= \sum_{t=1}^{n} a_t^{\,2}\left(\phi,\Phi,\theta,\Theta,\mu/Z\right)$$

أما الاختبارات الخاصة بالمطابقة Diagonstic Checking فتتم برسم دالة ACF وكذلك دالة PACF للأخطاء ونلاحظ هل يوجد نمط معين في هذه الأخطاء وعندها نستطيع أن نحسب قبل إحصاءه الاختبار المعدلة Q المقترحة من Box و Pierce عام 1970 حيث أن:

$$Q = n(n+2)\sum_{i=1}^{k}(n-k)\hat{\rho}_i^{\,2}$$

و $\hat{\rho}_i^{\,2}$ يمثل الارتباط الذاتي للأخطاء عند الفترة المزاحة (i) وأن

$$Q \propto \chi_{k-m}^{\,2}$$

أي أن هذه الاحصاءه تتوزع مربع كاي بدرجات حرية(k-m) .

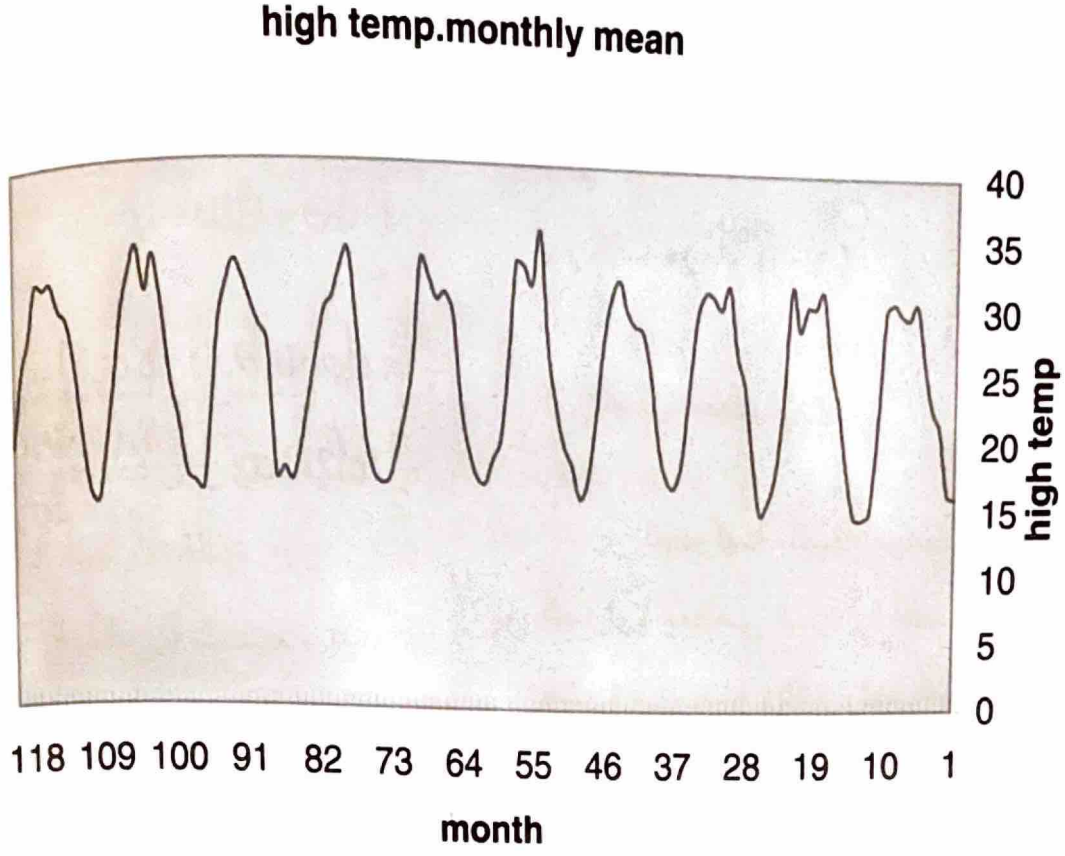
3. الجانب التطبيقي :

تم دراسة سلسلة معدلات درجات الحرارة العظمى الشهرية لمدينة بنغازي للفترة من سنة 1991 ولغاية نهاية سنة 2000 حيث كانت السلسلة مؤلفة من 120 مفردة تمثل المعدل الشهري لدرجات الحرارة العظمى وقد تم رسم هذه السلسلة في الشكل رقم (1) والذي يوضح شكل الموسمية الموجودة في هذه السلسلة.

ويمكن أن نلاحظ وجود الموسمية من رسم سلسلة البيانات وسوف يتضمن الجانب التطبيقي الآتي:

الشكل رقم (1)

متوسطات درجة الحرارة العظمى لمدينة بنغازي



1.3 تطبيق طريقة التحليل
Decomposition Method

تم تطبيق طريقة التحليل باستخدام البرنامج الجاهز Minitab على البيانات المؤلفة من 120 مشاهدة لسلسلة متوسطات درجه الحرارة العظمى لمدينة بنغازي باستخدام النموذج الضربي والنموذج الجمعي كما يأتي:

1.1.3 النموذج الضربي
Multiplicative Model

من تطبيق طريقة النموذج الضربي للتحليل كانت معادلة خط الاتجاه العام هي:

$$Y_t = 23.708 + 1.48E-02 * t$$

وكانت مقاييس الموسمية Seasonal indices كما يأتي:

Period	1	2	3	4	5	6
index	.653	.677	.773	.97	1.135	1.278

Period	7	8	9	10	11	12
index	1.226	1.282	1.247	1.123	.8935	.7403

وقد كانت دقة النموذج باستخدام مقاييس متوسط الأخطاء النسبية والذي يرمز له بالرمز MAPE مساوياً إلى 4.5066 وكذلك متوسط الانحرافات المطلقة MAD مساوي إلى 1.0652 أما متوسط مربعات الانحرافات فقد كان مساوي إلى 2.008 .

أما التنبؤات لمدة 24 شهراً فقد كانت كما يأتي:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16.7	17.3	19.7	24.8	29	32.7	31.4	32.8	31.9	28.8	22.9	19
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16.8	17.4	19.9	25	29.2	32.9	31.6	33.1	32.2	29	23.1	19.1

2.1.3 طريقـــه النمـــوذج الجمعـــي Additive Model

تـم تطبيـق طريقـه النمـوذج الجمعـي للتحليـل باستـــخدام البرنامـــج الجـــاهز Minitab وقد كانت معادلة خط الاتجاه العام كما يأتي :

$$Y_t = 23.708 + 1.48E-02 * t$$

وكانت مقاييس الموسمية كما يأتي :

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
indices	-8.7	-8.1	-5.5	-.7	3.3	6.9	5.5	7	6.1	-1.3	-2.5	-6.5

أما مقاييس دقه النموذج فقد كانت كما يأتي:

MAPE=4.559

MAD=1.0738

MSD=2.002

وكانت التنبؤات لمدة 24 شهراً فقد كانت كما يأتي:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16.8	17.4	20.1	24.9	29	32.5	31.1	32.6	31.7	28.7	23.2	19.2
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
17	17.6	20.2	25	29.1	32.6	31.2	32.8	31.9	28.9	23.3	19.4

ويمكن أن نلاحظ أن دقة استخدام الطريقتين متقاربة من بعضها في حالة النموذج الجمعي أو النموذج الضربي.

2.3 طريقه ونترفي التنبؤ الموسمي

Winter Method in Seso-nality Forcasting

تم تطبيق طريقة ونتر في التنبؤ الموسمي باستخدام البرنامج الجاهز Minitab وقد كانت النتائج حسب المعالم مطبقه كما يأتي:

$\alpha_1 = 0.1, \alpha_2 = 0.2, \alpha_3 = 0.3$ **(1)**

وكانت معايير الدقة المستخدمة كما يأتي:

MAPE=6.275

MAD=1.442

MSD=3.51

$\alpha_1 = 0.1, \alpha_2 = 0.2, \alpha_3 = 0.1$ **(2)**

وكانت معايير الدقة المستخدمة كما يأتي:

MAPE=6.04

MAD=1.395

MSD=3.149

$\alpha_1 = 0.2, \alpha_2 = 0.2, \alpha_3 = 0.2$ **(3)**

وكانت معايير الدقة المستخدمة كما يأتي :

MAPE=5.947

MAD=1.397

MSD=3.312

والتي تعتبر أفضل المعالم لذلك تم اختيارها كمعالم لنموذج ونتر الموسمي بثلاث معالم وعند تطبيق التنبؤات فقد كانت التنبؤات والحدود العليا والدنيا لمدة 24 شهراً كما يأتي :

Period	Forecast	Lower	Upper
1	16.6	13.2	20.1
2	17.3	13.8	20.8
3	20.0	16.4	23.6
4	25	21.3	28.6
5	29.5	25.7	33.2
6	32.9	29.1	36.8
7	32.7	28.7	36.6
8	33.7	29.6	37.7
9	33	29	37.3
10	29.6	25.4	33.8
11	24.4	20.1	28.8
12	19.5	15.1	24
13	17.5	13	22.1
14	18.2	13.5	22.9
15	21.1	16.3	25.9
16	26.3	21.4	31.2
17	31	26	36.1
18	34.7	29.5	39.9
19	34.4	29.1	39.7
20	35.4	30	40.9
21	34.9	29.3	40.4
22	31.1	25.4	36.8
23	25.7	19.9	31.5
24	20.5	14.6	26.5

3.3 طريقة بوكس جنكنز الموسمية

The Seasonality Box and Jenkins Method

تم تطبيق نموذج بوكس جنكنز الموسمي ولغرض اختيار أفضل نموذج تم تطبيق النماذج الآتية :

1. تم تطبيق النموذج ARIMA (2,0,1) (2,0,1) وقد كانت مجموع مربعات البواقي S.S ومتوسط مربعات البواقي M.S كما يأتي:

S.S=304.905 ,M.S= 2.698

2. تم تطبيق النموذج ARIMA(2,0,0)(2,0,1) وكانت معايير الأخطاء كما يأتي:

S.S=309.849 ,M.S=2.718

3. وكذلك تم تطبيق النموذج ARIMA (2,0,2) (2,0,1) وكانت معايير الأخطاء كما يأتي:

S.S=269.832 , M.S=2.409

4. والنموذج ARIMA (1,0,2) (2,0,1)

S.S=309.548 ,M.S=2.739

5. وقد تم تطبيق النموذج ARIMA(3,0,2)(2,0,1) فكانت معايير الأخطاء كما يأتي:

S.S= 303.548 ,M.S= 2.736

6. وكذلك تم تطبيق النموذج ARIMA(2,0,3)(2,0,1) وكانت معايير الأخطاء كما يأتي:

S.S= 261.832 , M.S= 2.351

7. وأخيراً تم تطبيق النموذج الموسمي ARIMA(2,0,3)(2,0,2) وكان النموذج يحمل أقل مجموع مربعات أخطاء كما في أدناه لذلك تم اختياره كنموذج ملائم للتنبؤ وقد تم تقدير المعالم الأ ولية والنهائية مع وجود الثابت كما يأتي:

$$ARIMA\ (2,0,3)\ (2,0,2)_{12}$$

Iter.	S.S.T	Param.									
0	4113	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	15.8
1	3342	.25	.21	.11	.09	.18	.24	.1	.08	.09	10.7
2	2896	.4	.24	.1	-.06	.28	.31	.12	.05	-.06	8.48
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
25	266.3	1.73	-1	-.95	.05	1.5	-.53	-.25	-1.4	-.54	12.4

ومن ذلك فإن التقديرات النهائية للمعالم كانت كما يأتي:

Type	Estimation	S.T.Dev
AR1	1.7328	0.0029
AR2	-1.000	0.0027
SAR 12	-0.9452	0.2609
SAR 24	0.0531	0.2612
MA1	1.4702	0.0223
MA2	-0.5247	0.0852
MA 3	-0.2512	0.0723
SMA 12	-1.4168	0.2176
SMA 24	-0.5397	0.2632
CONSTANT	12.4235	0.115
MEAN	24.5786	0.2274

أمـــا مجمـــوع مربعـــات الأخطـــاء

(البواقي) فقد كانت كما يأتي :

Residual S.S =253.986	**M.s** =2.309	**DF**=110

وكان اختبار (**liung-box**) كما يلي :

Modified	**Box Pierce**	**(Ljung-Box)**	**Chi square**	**Statistic**
Lag	12	24	36	48
Chi square	12.5(DF=3)	20.9(DF=15)	36.4(DF=27)	44.9(DF=39)

أمـا التنبـؤات ولمـدة 24 شـهراً فقد كانت كمـا يـأتي مـع حـدود الثقـة لكل تنبؤ تحت مستوى معنوية 95% :

Period	Forecast	Lower	Upper
1	15.76	12.78	18.74
2	16.13	13.05	19.21
3	19.31	16.23	22.39
4	22.19	19.10	25.27
5	26.66	23.57	29.75
6	32.38	29.29	35.47
7	32.83	29.73	35.93
8	31.26	28.16	34.35

تابع الجدول السابق

Period	Forecast	Lower	Upper
9	30.50	27.40	33.60
10	26.47	23.37	29.57
11	23.50	20.39	26.60
12	19.58	16.47	22.69
13	16.51	13.09	19.97
14	16.62	13.14	20.11
15	18.47	14.98	21.96
16	23.8	20.30	27.29
17	26.85	23.35	30.36
18	28.58	25.07	32.09
19	32.27	28.76	35.79
20	32.34	28.82	35.85
21	30.57	27.05	34.09
22	26.64	23.11	30.17
23	22.45	18.91	25.98
24	18.28	14.74	21.83

4. الاستنتاجات والتوصيات:

1.4الاستنتاجات

1. إن استخدام طريقة التحليل بالنموذج الضربي أو بالنموذج الجمعي أعطت نتائج متقاربة من بعضها ، وقد كانت طريقة النموذج الجمعي أكثر دقه حيث كان متوسط مربعات الأخطاء أصغر في حاله النموذج الجمعي.

2. إن طريقة التمهيد الأسي الثلاثي الموسمية المعروفة بطريقة ونتر كانت أقل دقة من طريقة التحليل ، حيث حققت متوسط مربعات أخطاء أكبر من الطريقة السابقة ولكن تعتبر طريقة أسهل في عملية التطبيق من طريقة التحليل .

3. تعتبر طريقة بوكس جنكنز الموسمية من أفضل الطرق ، حيث حققت أقل مجموع مربعات أخطاء ، إضافة إلى

قيامـــها بتحليل الأخطاء بشكل دقيق مما يوفر إمكانية دراسة خصائص الأخطاء الناتجة.

4. من استخدام طريقة ونتر الموسمية كانت المعالم التي تحقق أقل مجموع مربعات أخطاء هي :

$$\alpha_1 = 0.2, \alpha_2 = 0.2, \alpha_3 = 0.2$$

5.من استخدام طريقة بوكس جنكنز الموسمية كان النموذج المطابق

ARIMA(2,0,3)(2,0 ,2)

$$\left(1-1.733B+B^2\right)\left(1+0.945B^{12}-0.053B^{24}\right)x_t =$$
$$37+\left(1-1.47B+0.525B^2+0.25B^3\right)\left(1+1.417B^{12}+0.54B^{24}\right)a_t$$

3 . عمل نماذج تنبؤ بمتوسطات درجات الحرارة العظمى الشهرية بمختلف أمانات الجماهيرية.

4. عمل نماذج تنبؤ بالظواهر المناخية الأخرى باستخدام نماذج بوكس جنكنز الموسمية .

2.4 التوصيات :

1. استخدام طريقه بوكس جنكنز الموسمية لغرض التنبؤ الموسمي والتي تعتبرمن الطرق وأكثرها تقدما.

2. استخدام التنبؤات والنموذج المقترح في التنبؤ لدرجات الحرارة العظمى الشهرية لمدينة بنغازي في الدراسات المناخية .

المصادر:

1.Abraham,B.andLedolter,J(1983), Statistical Method for forecasting ,Jone Wiley New York.

2.Abraham and Ledolter,J(1984),A note on inverse autocorrelations .Biometrika71. 609-614.

3.Anderson,T.W(1971)The Statistical Analysis of Time Series, John Wiley, NewYork .

4.Box,G.E.P and Pierce,D.A(1970), Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models.JASA,65,1509-1525.

5.Box,G.E.P and Jenkins , G.M(1976),Time Series Analysis: Forcasting and control, 2nd,Holden -Day,Sanfrancisco.

6.Cupingood,L.A and Wei,W.W.S(1986), Seasonal Adjustment of Time Series Using One Sided Filters.Journal of Business and Economic Statistics.4,473-484.
7.Fuller,W.A(1969) Introductions to Statistical Time Series, John Wiley, New York.
8. Hillmer,S.C An Approach to Seasonal Adjustment,JASA.77,63-70.
9. Pierce, D.A(1980) Asurvey of recent developments in Seasonal adjustment, The American Statistician,34,125-134.

الملحق

Year	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.
1991	16.1	16.4	21.2	22.8	26.2	30.5
1992	14.5	14.7	18.2	23.0	26.0	31.3
1993	15.7	14.9	18.9	24.3	26.7	31.6
1994	16.7	17.3	19.9	25.2	28.1	28.5
1995	15.7	18.1	19.5	22.5	26.7	35.2
1996	16.7	17.0	18.9	22.3	29.0	30.5
1997	16.8	16.5	17.3	20.3	28.1	33.4
1998	16.6	17.5	16.8	26.6	27.8	29.5
1999	16.4	17.0	20.9	23.9	29.4	33.1
2000	15.1	15.8	20.0	25.1	28.4	29.2

Year	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1991	29.5	29.8	30.6	30	21.1	15
1992	30.2	30.2	28.5	31.6	23.1	17.8
1993	29.9	30.8	31.1	29.5	24.3	18.7
1994	29.6	31.8	30.5	27.1	21.3	17.0
1995	31.3	32.6	32.9	25.5	19.8	18.4
1996	30.0	31.6	32.9	25.4	21.7	18.9
1997	32.2	30.0	29.0	25.9	22.4	18.6
1998	31.4	32.6	30.8	27.9	21.6	15.9
1999	30.4	33.7	31.8	28.9	23.6	18.9
2000	31.2	30.9	31.3	27.3	24.8	19.4