تاريخ الإرسال (2016/08/14)، تاريخ قبول النشر (2016/10/31)

استخـــــدام التحليل الطيفي لبناء نموذج رياضي للتنبؤ بالمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي

م. د عبد علي حمد الدليمي [*,1]

[1] قسم الاقتصاد، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة الانبار – العراق.

[*] البريد الالكتروني للباحث المرسل:
E-mail address: Abidh1965@yahoo.com

الملخص:

يعدّ عنصر الحرارة من اهم العناصر المناخية ذات التاثير المباشر او غير المباشر في بقـــية العـــناصر المنـــــاخية الاخرى. و تباين تاثير تلك العناصر ادى الى تباين درجات الحرارة وتاثيرها في النواحي الاقتصادية والاجتماعية المختلفة.

يهدف هذا البحث الى استخدام التحليل الطيفي في ايجاد نموذج رياضي للسلسلة الزمنية للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي للمدة 1984- 2012 . توصلت هذه الدراسة الى ان السلسلة الزمنية المدروسة لها سلوك دوري خلال (12) شهراً ، وان النموذج الرياضي المقترح اعتمد على مركبة دورية واحدة. ويمكن استخدام هذا النموذج للتنبوء بالمعدلات الشهرية للحرارة في السنوات اللاحقة .

كلمات مفتاحية:

التحليل الطيفي ، قوة الطيف ، اوزان الدور، دالة الكثافة الطيفية

Using the spectral analysis to build a mathematical model for forecasting the monthly averages of the temperature degrees in Al-Ramadi city

Abstract

Temperature is considered as the most important climatic element that has a direct or indirect effect on other climatic elements.Variation of these elements results in a variation in temperature degrees and their impacts on various social and economic aspects .

This research aims at using the spectral analysis to findout a mathematical model of the time series for the monthly averages temperature degrees in Al- Ramadi city for the period 1984-2012. The study has concluded that the studied time series has periodic effects through the (12) months whereby the proposed mathematical model based on one cyclical component. This model can be used to predict the monthly averages of temperature in subsequent years.

Keywords:

Spectral Analysis , Power Spectrum , Period gram Spectral Density Function

المقدمة:

يعدّ عنصر الحرارة من اهـــم واكـــثر عناصر المنـــاخ تاثيرا في حـــياة الانسان، إذ يوثر في نشاطه ومسكنه وغذائه وصحته . وتـــعـــد درجة الحرارة من اهم العناصر المناخية ذات التاثير المباشر او غير المباشر في بقـــية العـــناصر المنـــــــاخية. وان تباين تاثير تلك العناصر ادى الى تباين درجات الحرارة وتاثيرها في مختلف النواحي الاقتصادية والاجتماعية .

ان دراسة تحليل السلاسل الزمنية لها تطبيقات كثيرة وفي المجالات الاقتصادية ، السكانية ، الطبية والمنـــــــاخية كافة، لان الهدف الأساس من تحليل السلاسل الزمني هو الوصول الى نموذج رياضي أو طريقة مناسبة تربط قيم السلسلة الزمنية بالقيم السابقة لها اوأخطائها للتنبؤ بالقيم المستقبلية لهذه السلسلة ،ولمعرفة ما يحتمل أن يحدث للظاهرة المدروسة؛ وهذا يؤدي الى مساعدة المخططين وصانعي القرار في تلك المجالات الى اتخاذ القرار المناسب والصحيح .

2- هدف البحث

يهدف البحث الى بناء نموذج رياضي باستخدام التحليل الطيفي للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي للمدة من 1984- 2012 ،على ضوء النمط الدوري لسلوك السلسلة الزمنية المدروسة لمعدلات الحرارة ، واستـــــــــــخدام هذا النموذج في التنبوء للاشهر في السنوات اللاحقة.

3- فرضية البحث

ان السلسلة الزمنية للمعدلات الشهرية لد رجات الحرارة في مدينة الرمادي لها نمط دوري منتظم وان استخدام التحليل الطيفي يعطي نموذجا جيدا لتمثيل هذه السلسلة.

4- منهجية البحث

اعتمد البحث على استخدام المنهج الوصفي التحليلي ،إذ تم التطرق في الجانب النظري الى التحليل الطيفي ومن ثم الحصول على البيانات الخاصة بالمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي للمدة 1984-2013 واستخدام البرامج الاحصائية Statistica ver.7 و spss V.18 وبرنامج STATGRAPHICS VER.15 في التحليل للوصول الى النتائج المطلوبة.

5-الدراسات السابقه

هنالك العديد من الدراسات التي تناولت درجة الحرارة وعلاقتها مع بقية العناصر المناخيه الاخرى وتاثيرها على مختلف مجالات الحياة الاقتصاديه والاجتماعيه وغيرها وفي مختلف البلدان ولكن الكثير من هذه الدراسات كان يستخدم تحليل السلاسل الزمنيه باتجاه الزمن ومنها دراسة(حسين، 2008) اذ توصلت الدراسة الى ان افضل نموذج رياضي لتمثيل المعدلات الشهريه لدرجـــــات الحـــــــرارة في مدينـــــة الموصل هو بطريقة ونترس الموسميه ، كما بينت دراسة (الجبوري و عبدالله ،2012)ان السلسلة الزمنية للمعدلات الشهريه لدرجات الحرارة في سامراء غير مستقره وان افضل نموذج لتمثيل السلسلة الزمـــنية هو ARIMA(3,1,2) ودراسة (الخالدي، 2002) تم فيها دراسة سلاسل زمنيه مختلفه لدرجات الحرارة ولعدة محطات في العراق وتم الحصول على نماذج مختلفه لتمثيل السلاسل الزمنية المدروسه ،ودراسة (الجنابي و حسين ،2002) حيث توصلت الدراسة ان هناك اختلاف وتباين في الاتجاه العام الفصلي لدرجات الحرارة في السلاسل الزمنية المدروسه.، ودراسة (العبيدي، 1989) توصلت الى ان نموذج الانحدار الذاتي AR(1) هو الافضل في تمثيل السلسلة الزمنيه من بين النماذج المدروسة ، ودراسة (محمد ،1982) تطرق الى دراسة نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكامله وان هذه النـــــــماذج هي الافـــــــضل في تمثيل الســـــــلسلة الزمنـــــيه لـــــــدرجات الحـــــرارة في مدينة بغداد.

اما هـــــذه الدراسة تـــــتميز عن بقية الدراسات لـــــكونها تستخدم التحليل الطيفي في دراسة تحليل السلسلة الزمنيه لعنصر درجة الحرارة لان الدراسات السابقه التي كانت تدرس تحليل السلاسل الزمنيه في مجال الزمن .

6- الجانب النظري

ان احد اساليب تحليل السلاسل الزمنية هوالتحليل باتجاه التكرار (Frequency Domain Analysis) ، اوما يسمى بالتحليل الطيفي (Spectral Analysis) الذي يشير إلى الطريقة المعطاة لتقدير دالة الكثافة الطيفية (SpectralDensity Function) للسلاسل الزمنية المستقرة ،والتي تدرس تحليل

السلاسل في نطاق التكرار أو التردد (Frequency)، حيث توصف الدالة للسلسلة الزمنية في حدود سلوك دالة الجيب والجيب تمام ولتكرارات مختلفة من خلال تحويل فورير (Fourier Transform) .

ويستخدم التحليل الطيفي فى معرفة السلوك الذي تسلكه السلاسل الزمنية وبيان تركيبها وتوضيح أهم المركبات التى تساهم في تباين السلسلة عن طريق مساهمة الترددات المختلفة الأطوال فى التباين

نفرض أن $\{Y_t\}_{t=1}^{\infty}$ سلسلة زمنية مستقرة وبافتراض ان سلسلة قيم التغاير المشترك الذاتي γ_k قابلة للجمع المطلق (absolutely summable) أي ان $\sum_{k=-\infty}^{\infty}|\gamma_k|<\infty$ ، فقوة الطيف(**Power Spectrum**) للسلسلة الزمنية Y_t هي الدالة $p(w)$ المعرفة بالصيغة الرياضية(Cryer& Sikchan ,2008:330) الآتية:-

$$p(w)=\frac{1}{2\pi}\sum_{k=-\infty}^{\infty}\gamma_k e^{-iwk} \qquad ....(1)$$

حيث ان $w=2\pi f$ تمثل عدد الزوايا النصف قطرية (radians) في وحدة الزمن

واما التكرار $f=\frac{k}{n}$ فهو عدد الدورات في وحدة الزمن

ويمكن أعادة كتابة المعادلة (1) بالصيغة الآتية :-

$$p(w)=\frac{1}{2\pi}\sum_{k=-\infty}^{\infty}\gamma_k(\cos(wk)-i\sin(wk))$$

$$=\frac{1}{2\pi}\gamma_0(\cos(0)-i\sin(0))+\frac{1}{2\pi}(\sum_{k=1}^{\infty}\gamma_k(\cos(wk)+\cos(-wk)-i\sin(wk)-i\sin(-wk)) \qquad ...(5)$$

$$=\frac{1}{2\pi}(\gamma_0+2\sum_{k=1}^{\infty}\gamma_k Cos(wk)) \qquad ...(2)$$

ويمكن اعادة تعريف الدالة $p(w)$ بدلالة الارتباط الذاتي ρ_k ، فمن المعادلة (2) نحصل على:

$$p(w)=\frac{\gamma_0}{2\pi}\left[1+2\sum_{k=1}^{\infty}\rho_k\cos(w_k)\right] \qquad ... \qquad (3)$$

لذلك نجد ان دالة الارتباط الذاتي تدرس السلسة الزمنية في مجال الزمن، وان قيم الدالة تكون مرتبطة مع بعضها مما يؤدي إلى صعوبة تفسير قيمها. بينما دالة قوة الطيف هي التي تدرس السلسلة في مجال التكرار والتي تعطي للدالة قيماً مستقلة عن بعضها للترددات المختلفة ؛وعند معرفة إحدى الداليتين يمكن معرفة الأخرى .

ويتم الحصول على دالة الكثافة الطيفية Spectral) $f(w)$ density Function) وبالصـــــــــتيغة الرياضيةالآتية(Chatfield ,1996: 98) :-

$$f(w)=\frac{p(w)}{\sigma_z^2}$$

اذن

$$f(w)=\frac{1}{2\pi}\left[1+2\sum_{k=1}^{\infty}\rho_k\cos(w_k)\right] \qquad ... \qquad (4)$$

فاذا اردنا أن نمثل السلسلة الزمنية Y_t بدلالة الجيوب والجيوب تمام فإن القيمة التقديرية لاية مشاهدة في السلسلة الزمنية (Hamilton,1994:160) تعطى بالصيغة الرياضية الآتية:-

$$\hat{Y_t}=\mu+\sum_{i=1}^{n/2}\alpha_i Sin(2\pi*f_i*t)+\beta_i Cos(2\pi*f_i*t) \qquad ...(5)$$

حيث ان α_i و β_i تمثل المعاملات ويتم ايـــــجـــــادهـــــا بالصيغ الرياضية التاليه: -

$$\alpha_i=(2/n)\sum_{i=1}^{n/2}y_t*Sin(2\pi*f_i*t) \qquad ...(6)$$

$$\beta_i = (2/n)\sum_{i=1}^{n/2} y_t * Cos(2\pi * f_i * t) \quad ...(7)$$

وان $\mu = \bar{y}$ تمثل معادلة الاتجاه العام

ان الصيغة الرياضية المعطاة بالمعادلة(5) تمثل معادلة الاتجاه العام والمركبات الدوريه التي تتبعها السلسلة الزمنية. وكما هو معلوم ان عدد المركبات الدورية التي يمكن وضعها في النموذج هو نصف عدد المشاهدات المدروسة في السلسلةالزمنية. ونظرا لصعوبة اجراء العمليات الحسابات في حالة كون السلسلة تحتوي على عدد كبير من المركبات ، لذلك يفضل ان تضاف مركبة تلو الاخرى الى معادلة الاتجاه العام ، ويحسب معامل التحديد الى ان نصل الى قيمة مقبولة له حيث ان الصيغة الرياضية لمعامل التحديد هي :-

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum(Y_t - \bar{Y})^2} .$$

اما اردنا ان نمثل السلسلة الزمنية Y_t بموجة واحده فان القيمة التقديرية لاية مشاهدة تعطى بالصيغة الرياضية الآتية:-

$$\hat{Y}_t = \alpha_1 \mathrm{Sin}(2\pi * f_i * t) + \beta 1 \mathrm{Cos}(2\pi * f_i * t) \quad ... \quad (8)$$

وان

$$\alpha_1 = V_1 Cos(\Phi) \ , \ \beta_1 = V_1 Sin(\Phi)$$

$$V_1 = \sqrt{\alpha_1^2 + \beta_1^2} \ , \ Cos(\Phi) = \alpha_1 / V_1 \ , \ Sin(\Phi) = \beta_1 / V_1$$

حيث ان V_1 تمثل سعة التوافق و Φ تمثل زاوية الطور للتوافق

وكما هو معلوم ان

$$Sin(Z+T) = Sin(Z)Cos(T) + Cos(Z)Sin(T) \quad ... (9)$$

فاذا كان $Z = 2\pi f_1 t$ وان $T = \Phi$ وبالاعتماد على المعادلة (9) يمـــــكن اعـــــادة كتـــــابة المعادلة (8) بالصيغة الرياضية الآتية:-

$$\hat{Y}_t = V_1 Sin(2\pi f_i t + \Phi) \quad ... \quad (10)$$

وهذه المعادلة تمثل السلسلة الزمنية بموجة توافقية واحدة.

ويمكن تمثيل السلسلة الزمنية بـــــــــــ(m) من الموجات التي يجب اضافتها لكي نحصل قيمة مقبولة لمعامل التحديد وهذه الموجات بسعات واطوار مختلفة ويمكن كتابتها بالصيغة الرياضية الآتية :-

$$\hat{Y}_t = \sum_{i=1}^{M} V_i Sin(2\pi f_i t + \Phi_i) \quad ... \quad (11)$$

ويمكن تبسيط المعادلة(11) بالصيغة الرياضية **الآتية:**-

$$\hat{Y}_t = b0 + b1 * t + V_1 Sin(2\pi f_1 t + \Phi_1) + ... + V_m Sin(2\pi f_m t + \Phi_m) \quad ... \quad (12)$$

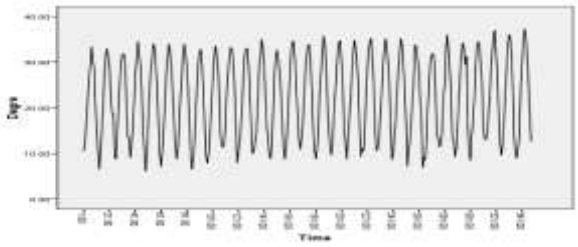
حيث ان $b0$ = معامل القطع في معادلة الانحدار الخطي البسيط بين درجة الحرارة و الزمن.

$b1$ الميل في معادلة خط الانحدار الخطي البسيط بين درجة الحرارة والزمن.

7- الجانب التطبيقي

تعدّ مدينة الرمادي مركز محافظة الانبارفي العراق وتقع بين دائرة عرض $33\ 25'$ ودائرة طول $43\ 18'$. ولاغراض التطبيق العملي تم اخذ البيانات من الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية – قسم المناخ والخاصة بمحطة الرمادي، والتي تمثل المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة للمدة من 1984 -2013 وكـــــــــما فـــي الملحق(1). وتم استخدام بيانات المعدلات الشهرية للحراة للمدة 1984-2012 في بناء النموذج الرياضي. واما المعدلات الشهرية للحرارة لعـــــــام 2013 فقد استخدمت للمقارنة مع القيم المقدره من النموذج لمعرفة دقة هذا النموذج .

ولاغراض التطبيق العملي تم ادخال البيانات الى البرنامج الاحصائي spss، والتي تمثل معدلات الشهرية لدرجات الحراره في الرمادي والتي تمثل المتغير المعتمد Y_i والبالغ عددها (348) شهرا و تمثل الزمن المتغير المستقل (X_i) . وتم رسم السلسلة الزمنيه للمعدلات الشهرية للدرجات الحراره في مدينة الرمادي وكما في الشكل (1).



شكل(1) يبين المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي للمدة 1984-2012

ومن ملاحظة شكل (1) نجد ان هناك تذبذبات منتظمة في سلوك المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة للسلسلة الزمنية المدروسة . وللتاكد من ذلك تم ايجاد معادلة الانحدار الخطي البسيط للعلاقة بين الزمن (t) والمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة لمدينة الرمادي ، وكانت بالصيغة الرياضية **الآتية** :-

$$\hat{Y}_t = 21.087 + 0.006\ X_t$$

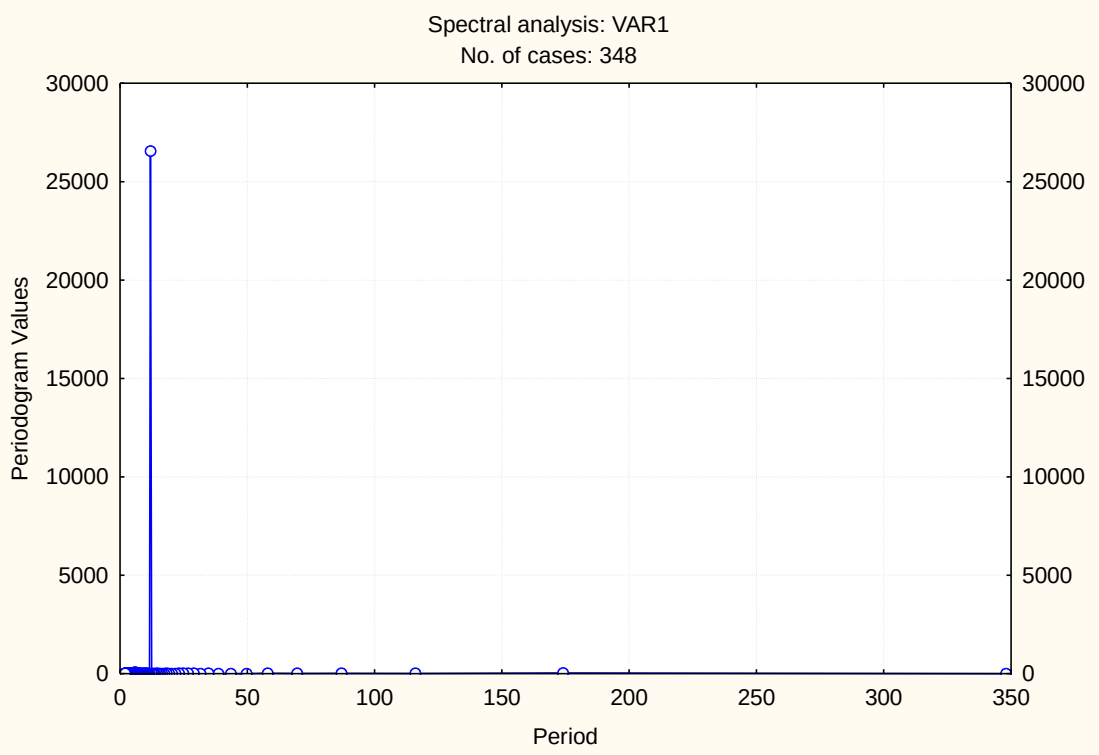
ويلاحظ ان قيمة الميل للانحدار صغيرة جدا مما يوحي ان خط الانحدار يكون موازيا الى الزمن ، وكما كانت قيمة معامل التحديد $R^2 = 0.004$ ، وهي قيمة صغيرة جدا ، وهذا يعطي مبرراً لاستخدام الانحدار غير الخطي مثل التحليل الطيفي للكشف عن النمط الدوري للتغير في المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة.

ولمعرفة النمط الدوري للسلسلة الزمنية المدروسة تم ايجاد الدورية ومعاملات مركبات التحليل الطيفي باستخدام البرنامج الاحصائي Statistica Ver.7 ؛ وذلك بالاعتماد على البيانات الخاصة بالمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي للمدة من 1984-2012 وكانت النتائج كما في الجدول الآتي والشكل (2).

جدول (1) يبين قيم معاملات فورية لكل مركبة، وقيم سعة واوزان كل دور للسلسلة الزمنية المدروسة .

No	Frequency التردد	Period الدور	Cosine Coff.معامل	Sine Coff. معامل	periodogram اوزان الدور	Density الكثافه
1	0.083333	12.0000	12.3369-	0.650495-	26556.10	26556.10
2	0.166667	6.0000	0.4633-	0.520438	84.48	84.48
3	0.005747	174.000	0.4131	0.157767	34.02	34.02
4	0.034483	29.0000	0.0476	0.356283-	22.48	22.48
5	0.017241	58.0000	0.3104	0.149201	20.64	20.64
6	0.405172	2.4681	0.0375	0.341752	20.57	20.57
7	0.011494	87.0000	0.3090-	0.130550-	19.58	19.58
8	0.043103	23.2000	0.2657	0.179448-	17.88	17.88
9	0.255747	3.9101	0.271934-	0.1439	16.47	16.47
10	0.068966	14.5000	0.2357-	0.154972-	13.85	13.85

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج البرنامج الاحصائي Statistica ver.7



شكل (2) يبين قيم اوزان الدور peridogram للسلسلة الزمنية المدروسة

من ملاحظة نتائج الجدول (1) والشكل رقم (2) تبين ان المركبة ذات الوزن الاكبر للدور الذي يهيمن على السلسلة الزمنية المدروسة قـــدره (12) شهرا وان قيمة اختبار ـــيشر $\varsigma = 0.07 < 0.1$ وهذا يؤكد ان المركبة ذات الدور (12) شهرا مهيمنة على السلسلة المدروسة ، إذ اظهرت نتائج التحليل الطيفي انها تفسر 82% من المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة للسلسلة المدروسة ، لذلك يـــــــــكون النموذج المقترح لتقدير المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في الرمادي مـــــعتـــــمدا على هذه المركبة ، الى جانب قيم $b0\ ,\ b1$ من معادلة الانحدار الخطي ، وبالاعتماد على المعادلة (5) تكون الصيغة الرياضيه للنموذج المقترح هي:

$$\hat{Y_t} = 21.087 + 0.006 * t - 0.6505 * Sin(0.52381 * t) - 12.3369 * Cos(0.52381 * t)$$

تم استخدام اسلوب تحليل الانحدار الخطي البسيط بين القيم $\hat{Y}_t$ الحقيقيه Y_t التي ادخلت في بناء النموذج والقيم المتنبأ لها اعتمادا على النموذج المقترح ، إذ اظهرت نتائج التحليل ان قيمة معامل التحديد $R^2 = 0.82$ بين القيم الحقيقية والمتنبأ بها ، اي ان السلسلة التقديرية تفسر (82 %) من السلسلة الاصلية للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة وان قيمة جذر متوسط مربعات الخطا (Root Mean Square Error)RMSE كانت (1.215) كما كانت قيـــمة المختبر الاحصائي F ذات فروق معنوية في جدول تحليل التباين في تحليل الانحدار اذ كانت قيمة (Sig.=0.00).

ولغرض مقارنة دقة النموذج المقترح تم ادخال البيانات الى البرنامج الاحصائي STATGRAPHICS VER.15 والتي تمثل المعدلات الشهريه لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي والبالغ عددها (348) شهرا وذلك لايجاد افضل نموذج لتمثيل البيانات وتبين من نتائج البرنامج ان افضل نموذج هو نموذج SARIMA (1,0,0)x(0,1,2)12 وذلك لان له اقل قيمة لجذر متوسط مربعات الخطا (Root Mean Square Error)RMSE من بين النماذج الاخرى حيث كانت قيمته (1.423) وكما مبين في الملحق (2) ، كـــما تم استخدام اســـلوب تحليل الانحدار الخـــــــــــطـــــــــي

البسيط بين القيم الحقيقيه Y_t التي ادخلت في بناء النموذج والقيم المتنبأ لها $\hat{Y}_t$ اعتمادا على النموذج SARIMA (1,0,0)x(0,1,2)12 ، إذ اظهرت نتائج التحليل ان قيمة معامل التحديد $R^2 = 0.73$ بين القيم الحقيقية والمتنبأ بها ، اي ان السلسلة التقديرية تفسر (73 %) من السلسلة الاصلية للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة . وكما كانت قيمة المختبر الاحصائي F ذات فروق معنوية في جدول تحليل التباين في تحليل الانحدار اذ كانت قيمة (Sig.=0.00).

من خلال المقارنة نجد ان النموذج المقترح اكثر دقة في التنبوء من بقية النماذج حيت كانت قيمة معامل التحديد (82%) وهي اكبر من قيمة معامل التحديد(73%) للنموذج SARIMA (1,0,0)x(0,1,2)12 وكذلك قيمة RMSE التي كانت (1.215) للنموذج المقترح وهي اصغر من قيمة للنموذج SARIMA (1,0,0)x(0,1,2)12 التي كانت (1.423).

كما تم استخدام النموذج المقترح لايجاد القيم المتنبأ بها للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة لاشهر العام 2013 ومقارنة هذه القيم مع القيم الحقيقية للمعدلات الشهرية للدرجات الحرارة وكما موضح في الجدول (2)، إذ تبين ان مقدار الخطا صغيرة بين القيم الحقيقية والمتنبأ بها . وهذا يبين مدى الدقة لهذ النموذج .

جدول (2) يبين القيم الحقيقية والمتنبا بها لمعدلات درجات الحرارة الشهرية للعام 2013

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y_t	10.7	13.5	19.1	25.7	31.1	33.2	35.1	33.7	30.3	22.4	18	9.5
$\hat{Y}_t$	10.1	14.4	19.5	25.2	30.5	33.4	34.6	32.8	29.2	21.5	16.9	8.8
E	0.6	-0.9	-0.4	0.5	0.6	-0.2	0.5	0.9	1.1	0.9	1.1	0.7

حيث ان $E = Y_t - \hat{Y}_t$ تمثل مقدار الخطا بين القيم الحقيقية والمتنبأ بها للمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة لاي شهر، وكما تم استخدام النموذج المقترح للتنبوء بالمعدلات الشهرية درجات الحرارة في مدينة الرمادي للعام 2014 وكما مبين في الجدول الآتي : -

جدول (3) يبين القيم المتنبأ بها للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في الرمادي للعام 2014

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	12.7	17.3	23.6	29.7	33.1	34.1	35.6	33.8	31.4	23	18.9	11.4

8-الاستنتاجات والتوصيات :-

ان اهم النتائج التي توصل اليه هذا البحث هي:-

1-ان السلسلة الزمنية للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي تسلك سلوكا دوريا منتظما قدره (12) شهرا وهذا ما يؤكد فرضية البحث.

2-ان نموذج التحليل الطيفي اكثر ملاءمة من بقية النماذج المدروسة لتمثيل السلسلة الزمنية المدروسة وهذا ما أكدته نتائج التحليل العملي للبحث .

3- اعتمد النموذج الرياضي المقترح على مركبة طيفية واحدة، وذلك لانها فسرة ماقيمته 82% من السلسلة الزمنيه للمعدلات الشهريه لدرجات الحرارة المستخدمه في بناء النموذج المقترح.

اما اهم التوصيات فهي :-

1 – يوصي الباحث باستخدام النموذج الرياضي المقترح الذي تم التوصل اليه في التنبوء بالمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في السنوات اللاحقة ، وذلك لوضع الخطط المستقبلية اللازمه لمعالجة الارتفاع في درجات الحرارة من قبل الجهات ذات العلاقة.

2- يوصي الباحث باستخدام التحليل الطيفي في دراسة العناصر المناخية الاخرى ولمناطق مختلفة من القطر.

3 – يوصي الباحث الباحثين في هذا المجال الى التوسع في دراسة التحليل الطيفي ، ولا سيما في حالة كون السلسلة الزمنية تحتوي على عدة متغيرات مستقلة .

المصادر والمراجع:

اولا: المصادر العربية.

الجنابي ، صلاح حميد ، حسين سري بدر (2002): توزيع الحرارة الفصلي ، مجلة البحوث الجغرافية ، (5) ،98-122.

الجبوري ، نهاد شريف خلف و عبدالله هبه هاني (2012): نموذج السلسلة الزمنية للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة سامراء ، مجلة تكريت للعلوم الادارية والاقتصادية ، 8 (25)،143-158

العبيدي، عبدالغفور جاسم (1989):تحليل ونمذجة السلسلة الزمنية للمعدلات الشهريه لدرجات الحرارة في مدينة الموصل، (رسالة ماجستير غير منشورة) ، كلـــية العـــــلوم ، جامعة الموصل، العراق.

الخالدي، جاسم محمد (2002) : تحليل السلاسل الزمنية لدرجة الحرارة في العراق، (رسالة ماجستير غير منشوره) كلية العلوم ، جامعة بغداد ، العراق

بـــــري ، ماجد عدنان (2002): طرق التنبوء الاحصائي ، الجزء الاول ، جامعة الملك سعود ، السعوديه.

حسين ، الهام عبدالكريم (2008) : استخدام طريقة ونترس للتنعيم للتكهن بقيم السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة في مدينة الموصل ،المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، (8)، 223-232.

فاندال، والتر (1992). السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس جنكنز تعريب عبد المرضي حامد العزام، دار المريخ للنشر، الرياض، السعودية.

محمد ، سعدون محسن (1982): دراسة نماذج الانحدار الذاتي والاوساط المتحركه غير المستقرة ARIMA مع تطبيق للتنبوء بدرجات الحـــــــــرارة لمدينة بـــــــغداد، (رسالة ماجستير غير منشوره)، كلية الادراة والاقتصاد، جامعة بغداد ، العراق.

ثانيا : المصادر الاجنبية

Bloomfield, p.(2000) : Fourier analysis of time series :An Introduction ، 2nd ed,

John Wiley, NewYork .

Box, G.E and Jenkins G.M (1976):Time series analysis: forecasting and

Control, San Francisco,Calif , Holden Day .

Brockwell, P.J and Richard A.D (2002): Introduction to time Series and forecasting , Springer Verlag, New York.

Chalfield,C.(2004): The analysis time series: An Introduction, 6th ed., NewYork, Chapman and Hall.

Cryer,J.D and Sikchan K.(2008):Time Series Analysis with Application in R, 2nd ed, Springer Science – Business media,LLC.

Hamilton, J.D (1994): Time series analysis, Princeton university press, princton

, New jersey.

ملحق(1) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي للمدة (1984-2013)

السنة	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت1	ت2	ك1
1984	10.5	12.5	16.7	21.6	25.9	29.5	33.3	30.5	28.8	20.6	15.4	10.3
1985	6.5	10.0	14.9	20.5	27.5	31.4	32.9	31.1	29.1	22.2	18.8	18.8
1986	9.3	8.7	14.1	20.8	26.1	30.4	31.7	31.8	30.1	22.5	13.5	13.5
1987	9.1	11.8	15.2	20.7	27.1	31.0	34.5	32.0	29.1	23.7	14.1	11.1
1988	6.1	9.2	17.0	24.1	28.2	30.8	34.0	33.1	28.7	24.1	16.1	9.8
1989	7.2	10.7	15.7	21.0	27.4	30.9	33.9	32.0	29.1	23.3	17.4	11.6
1990	8.8	10.5	16.0	22.6	26.0	32.1	33.9	31.9	28.5	24.0	16.7	9.9
1991	6.5	9.0	12.3	20.2	25.3	30.6	32.6	32.7	28.3	22.6	14.8	9.0
1992	7.9	10.2	15.0	20.5	25.5	30.7	33.5	32.3	29.0	24.1	14.3	11.6
1993	11.4	12.2	17.0	24.2	27.8	31.5	33.2	32.9	30.0	24.7	15.8	8.0
1994	10.2	12.7	16.4	21.1	28.4	32.0	33.0	32.9	28.6	22.4	14.8	9.9
1995	10.6	12.7	14.8	20.6	29.0	31.2	35.0	33.1	28.8	22.4	15.9	13.3
1996	9.7	8.8	12.9	20.1	27.9	31.4	32.7	30.4	27.5	23.6	16.4	11.6
1997	8.7	11.2	15.1	22.1	27.4	32.9	34.6	34.3	29.8	23.5	17.9	12.8
1998	10.9	13.5	16.7	22.6	28.5	31.6	33.7	33.9	29.1	24.3	15.2	10.9
1999	8.8	10.8	14.9	23.8	27.5	31.6	35.7	33.9	29.4	21.8	14.9	11.8
2000	9.6	12.1	18.6	22.7	27.1	32.1	34.4	34.7	30.2	24.8	14.7	12.7
2001	8.7	13.0	17.7	21.5	27.4	31.9	34.8	33.1	30.0	25.1	16.1	9.3
2002	11.0	10.5	15.1	23.0	28.6	32.8	34.5	35.2	30.0	25.3	15.5	10.7
2003	10.8	12.3	18.4	22.2	28.2	32.3	35.1	33.4	30.3	25.8	16.7	8.6
2004	9.8	14.1	16.8	23.6	27.9	32.0	35.1	33.8	29.3	23.6	17.2	7.2
2005	10.5	12.5	16.7	21.6	25.9	33.8	33.3	30.5	28.4	21.8	18.0	6.9
2006	9.0	8.6	13.1	20.8	26.1	30.4	31.7	31.8	30.1	22.5	13.5	13.5
2007	11.4	12.3	14.5	22.9	24.6	33.0	35.9	32.6	28.3	22.9	12.9	12.8
2008	9.3	11.1	16.1	22.2	27.7	31.8	34.2	33.1	29.4	31.2	15.8	10.3
2009	8.5	13.9	17.1	21.9	28.7	33.7	34.5	33.8	29.2	25.2	15.6	13.2
2010	13.0	14.0	18.7	22.2	29.3	32.5	36.2	37.0	31.5	26.4	17.9	12.0
2011	9.6	12.0	16.7	22.6	28.5	33.7	36.1	35.2	30.8	23.2	13.2	9.5
2012	9.0	11.2	14.8	24.7	29.6	34.6	37.3	35.6	31.7	25.9	18.7	12.6
2013	10.7	13.5	19.1	25.7	31.1	33.2	35.1	33.7	30.3	22.4	18.0	9.5

المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية – قسم المناخ (بيانات غير منشوره)

ملحق (2) يبين نتائج بعض النماذج لبيانات السلسلة الزمنية للمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرمادي

Model Comparison

Models

(A) ARIMA(1,0,0)x(0,1,2)12 with constant
(B) Linear trend = 19.1731 + 0.00543146 t
Seasonal adjustment: Multiplicative
(C) Simple exponential smoothing with alpha = 0.0955
Seasonal adjustment: Multiplicative
(D) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0.0317
Seasonal adjustment: Multiplicative
(E) Winter's exp. smoothing with alpha = 0.1468, beta = 0.0215, gamma = 0.0972

Estimation Period

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE
(A)	1.42338	1.05837	6.56979	-0.04392	-1.22421
(B)	1.47187	1.08399	6.76668	-0.02047	-1.05229
(C)	1.49217	1.1082	6.75356	0.030707	-0.7804
(D)	1.48942	1.10251	6.77679	0.008933	-0.8928
(E)	1.65319	1.26078	7.69624	-0.16731	-2.24334

(1) the root mean squared error (RMSE)
(2) the mean absolute error (MAE)
(3) the mean absolute percentage error (MAPE)
(4) the mean error (ME)
(5) the mean percentage error (MPE)

SARIMA Model Summary

Parameter	*Estimate*	*Stnd. Error*	*t*	*P-value*
AR(1)	0.314	0.052	6.031	0.000
SMA(1)	0.788	0.054	14.692	0.000
SMA(2)	0.146	0.053	2.749	0.006
Mean	0.065	0.017	3.835	0.000
Constant	0.0447951			

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج البرنامج الاحصائي STATGRAPHICS VER.15