

## تحليل التغيرات الفصلية والسنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية في سورية

رجاء الصالح<sup>(1)</sup> عبد الله أبو زخم<sup>(2)</sup> ومحمد الشهاوي<sup>(3)</sup> وإبراهيم عيد<sup>(4)</sup>  
«رسالة دكتوراه»

### الملخص

تناولت هذه الدراسة التغيرات الفصلية والسنوية في درجة حرارة الهواء السطحية في سورية، اعتماداً على معطيات درجة الحرارة لاثنتي عشرة محطة مناخية من مختلف مناطق سورية. أُجري تحليل الانحدار لدرجة حرارة الهواء باستخدام طريقتي المربعات الصغرى وفلاتر المعدلات المتحركة حسب طريقة Gaussian Low Pass Filter.

أجري تحليل الدورية للمتوسطات السنوية لدرجة الحرارة باستخدام تحويلات فورييه السريعة Fast Fourier Transformations بينت نتائج الانحدار الخطي للمتوسطات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة أنه كان إيجابياً في جميع المحطات باستثناء اللاذقية.

أظهرت نتائج تحليل التقلبات في المتوسطات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة، أن هناك بداية مهمة لفترة دفء في جميع المحطات، بدءاً من عامي 1993، 1994 بالنسبة للمتوسطات السنوية ومتوسط حرارة الشتاء في حين كانت المتوسطات الفصلية في الخريف والصيف والربيع أعلى من المعدل خلال فترة الدراسة.

تتأثر درجة حرارة الهواء السطحية بدورة البقع الشمسية، وظاهرة الذبذبة شبه الثنائية وظاهرة ENSO.

**الكلمات المفتاحية:** درجة الحرارة، تحليل التغير، الانحدار الخطي، المعدلات المتحركة، تحويلات فورييه السريعة، الدورية.

(1) طالبة دكتوراه<sup>(2)</sup> أستاذ - قسم البيئة والحراج - كلية الزراعة - جامعة دمشق ص.ب. 30621 دمشق - سورية

(3) أستاذ - قسم الفلك والأرصاد الجوية - كلية العلوم - جامعة القاهرة.

(4) مدير المناخ - المديرية العامة للأرصاد الجوية - وزارة الدفاع - دمشق، سورية.

## Analysis of Seasonal and Annual Variations in Surface Air Temperature in Syria

ALsaleh. R.,<sup>(1)</sup> A. Abouzakhem,<sup>(2)</sup>  
M. Shahawy,<sup>(3)</sup> and E. Eaid.<sup>(4)</sup>  
«Ph. D Theses»

### ABSTRACT

This study is concerned with the variations in annual and seasonal surface air temperature in Syria, depending on the data from 12 different meteorological stations in Syria.

The analysis of surface temperature trends was performed using Least squares (linear regression) and Moving- averaging filters according to Gaussian low- pass filter.

Fast Fourier Transformation was used for the analysis of periodicity for the annual mean surface temperature.

The results of linear regression showed that the general trend of annual and seasonal temperature in all stations was positive except Latakya.

The results of annual and seasonal temperature, fluctuations revealed the existence of important warming period in all stations starting from 1993-1994 for the average of annual and winter temperature while summer, autumn and spring temperatures averages were above the mean during the study period.

Periodicities analysis showed that the surface air temperature seems to be affected by solar cycle and quasi- biennial oscillation as well as the El-nino southern oscillation.

**Key words:** Temperature, Analysis of change, Linear regression, Moving- averaging, Fast Fourier Transformation, periodicity.

---

<sup>(1)</sup> PhD student, <sup>(2)</sup> Prof., Environment and forest Division, Faculty of Agriculture, Damascus University, P.O.Box: 30621. Damascus, Syria.

<sup>(3)</sup> Prof., Astronomy and Meteorology Division, Faculty of Science, Cairo University, Cairo, Egypt.

<sup>(4)</sup> Director of Climate, General Meteorological Department, lecturer in higher diploma of physics of atmosphere, Damascus University, Faculty of science, Syria

## المقدمة

يعدُّ عنصر الحرارة من أهم العناصر المناخية، حيث تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في العناصر الجوية الأخرى، مثل التبخر والتكاثف وهطول الأمطار والضغط الجوي... الخ ويمكن أن يسبب أي تغير في الحرارة حدوث تغير في المناخ العام أو الإقليمي وحتى المحلي. بدأ الباحثون خلال الثلاثين سنة الماضية بتحليل التقلبات والتغيرات في درجة حرارة الهواء ودراستها من خلال تحديد اتجاه هذا التغير ومقداره في مواقع عديدة من العالم (Mitchell, 1953, 1961؛ Ludwig and Kealoha, 1968؛ Currie, 1981a, b؛ Schonurese, 1978, 1979؛ Landsberg, 1970؛ Manley, 1974؛ Folland *et al.*, 1990؛ Katsoulis and Theoharatos, 1985).

قدر الارتفاع الحراري عالمياً بمقدار 0.2 درجة مئوية لكل عشر سنوات، أو درجة مئوية واحدة حتى عام 2040 مع زيادة بسيطة في المناطق المدارية (IPCC, 1992؛ Mitchell *et al.*, 1995). واهتم Plummer ورفاقه (1998) بدراسة درجات الحرارة المتطرفة النهارية والليلية وبنوا وجود تناقص في عدد الليالي الباردة خلال النصف الثاني من القرن العشرين، وأشار كل من nicholls و torok (1996) إلى التناقص في المدى الحراري اليومي في استراليا ونيوزلندا منذ عام 1996.

ويتوقع Arnell و Rynard (1993) إمكانية حدوث تغيرات مناخية في بريطانيا للعام 2050 متمثلة في زيادة درجة الحرارة السنوية بمعدل 2.2%.

كما اهتمت بعض البحوث بتغيرات درجة الحرارة السنوية والفصلية في غرب إقليم المتوسط وشرقه، وأكدت معظم هذه الدراسات حدوث فترتين من الدفاء، في النصف الأول من القرن العشرين وفي أواخره (Arseni and Wiggly and Farmer, 1982؛ Maheras, 1991؛ Aesawy and Hasanean, 1997).

وكانت درجات حرارة الشتاء في معظم مناطق المتوسط حول المعدل، في حين تزايدت حرارة الصيف خلال العقود الثلاثة الأخيرة.

وقد بينت دراسة الدورية للمعدل السنوي لدرجة حرارة الهواء في بعض المحطات في الوطن العربي (بيروت، الإسكندرية، القاهرة، عمان) وجود دورة مناخية كل 2.1-2.9 سنة، بالإضافة إلى حدوث التسخين التدريجي (Hasanean, 1996؛ Aesawy, 2000).

هدف البحث: دراسة تقلبات وتغيرات درجات حرارة الهواء الفصلية والسنوية وتحليلها في بعض المحطات المناخية في سورية، وتحديد مقدار هذا التغير ودورينه.

## مواد البحث وطرائقه

### 1- المعطيات المناخية:

استخدمت المعطيات المناخية لاثنتي عشرة محطة مناخية رئيسة من مختلف مناطق سورية، متضمنة المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة الجافة، ولفترة زمنية تمتد من تاريخ إدخال جهاز قياس درجة الحرارة الفعلية الجافة للهواء إلى المحطات المدروسة حتى عام 2000. ويوضح الجدول (1) إحدائيات المحطات المختارة.

الجدول (1) إحدائيات المحطات المدروسة وارتفاعها في سورية

المحطة	الارتفاع عن سطح البحر (m)	خط العرض	خط الطول	تاريخ إحدائها
حلب	385	36 10 30	37 14 25	1946
سلمية	448	35 00 35	37 03 20	1946
تدمر	400	34 33 20	38 16 40	1946
حمص	483	34 43 45	36 43 30	1950
قامشلي	449	37 03 20	41 13 40	1952
دمشق	610	33 25 45	36 31 20	1955
تل أبيض	348	36 41 50	38 57 40	1957
الرفقة	246	35 53 50	39 02 30	1957
درعا	543	32 37 30	36 06 20	1958
البوكمال	175	34 27 15	40 54 15	1959
صافيتا	370	34 48 50	36 07 03	1959
اللاذقية	007	35 31 25	35 46 45	1966

### 2- معالجة المعطيات المناخية:

تم حساب المتوسطات السنوية والفصلية، وأجريت اختبارات التجانس نظراً لأهميتها في دراسة التغيرات المناخية، وقد اعتمد اختبار Bartlett إذ تقسم البيانات إلى عدة فترات زمنية متساوية، وكل فترة تسمى بـ  $k$  بحيث لا يقل عددها عن اثنتين، وحسب الاختلاف في كل فترة زمنية والذي يرمز له بـ  $S_k^2$  وفق المعادلة الرياضية الآتية:

$$S_k^2 = 1/n \times ( \sum x_i^2 - 1/n \times (\sum x_i)^2 )$$

حيث  $n$  : عدد السنوات في كل فترة زمنية.  
 $x_i$  : قيم درجات الحرارة في كل فترة  $k$  مقدره بالدرجة المئوية.  
 يليه حساب المعدل  $S^2_{max}/S^2_{min}$  ومقارنته بالقيم المعطاة بالجدول (2) والمأخوذة من الجدول (31) لتوزيع (Pearson and Hartley, 1958).

الجدول (2) معنوية 95% من النقاط للمعدل  $S^2_{max}/S^2_{min}$  كتابع للعدد الكلي  $K$  وعدد السنوات في كل فترة زمنية  $n$ .

K					n
6	5	4	3	2	
29.5	25.2	20.6	15.5	9.60	5
18.7	16.3	13.7	10.8	7.15	6
13.7	12.1	10.4	8.38	5.82	7
10.8	9.70	8.44	6.94	4.99	8
9.03	8.12	7.18	6.00	4.43	9
7.80	7.11	6.31	5.34	4.03	10
6.92	6.34	5.67	4.85	3.72	11
5.72	5.30	4.79	4.16	3.28	13
4.68	4.37	4.01	3.54	2.86	16
3.76	3.54	3.29	2.95	2.46	21
2.91	2.78	2.61	2.40	2.07	31
2.11	2.04	1.96	1.85	1.67	61

وعندما يكون المعدل  $S^2_{max}/S^2_{min}$  أقل من القيم المعطاة في الجدول السابق تكون البيانات متجانسة.

### 3- تحليل الانحدار الخطي لدرجات الحرارة السنوية والفصلية:

يتم بعد التأكد من تجانس البيانات المناخية دراسة الانحدار الخطي حسب نظرية المربعات الصغرى بافتراض وجود علاقة خطية من الدرجة الأولى بين درجة الحرارة والزمن:

$$Y=a+bx$$

حيث  $Y$  : درجة الحرارة كتابع للزمن.

$a, b$  ثوابت.

$X$  : المتحول المستقل أي الزمن.

#### 4- تحليل الانحدار باستخدام طريقة Gaussian Low-Pass Filter:

تهدف هذه الطريقة إلى توضيح التقلبات في متوسطات درجة الحرارة، وفهم طبيعة الاتجاه وخواصه، حيث يتم فلتره الشذوذات الكبيرة وتقليلها مؤدية إلى أقل عدد ممكن من الموجات والاختلافات، كما أن الانحدار في السلاسل المفلترة غير خطي ومتذبذب بفترات ثابتة لا تقل عن عشر سنوات (Mitchel et al., 1966).

وقد تم تطبيق هذه الطريقة على البيانات المناخية للمحطات المدروسة باستخدام برنامج Fortran.7 في قسم الفلك والأرصاد الجوية بجامعة القاهرة.

#### 5- التحليل الطيفي لاكتشاف الدورية في السلاسل الزمنية لدرجة الحرارة: (spectral analysis)

يهدف التحليل الطيفي في الدراسة المناخية إلى اكتشاف النماذج الدورية للمعطيات المناخية، والغرض منها هو تبسيط السلاسل الزمنية المعقدة أو تحويلها إلى مركبات دورية على شكل منحنيات جيبية ذات طول موجي معين وتعدُّ طريقة تحويلات فورييه السريعة إحدى طرائق التحليل الطيفي، وذات كفاءة جيدة في حساب الدورية، وقد تم اعتمادها في هذا البحث.

### النتائج والمناقشة

#### أولاً: اختبار التجانس: Homogeneity Test:

يوضح الجدول (3) نتائج اختبار التجانس للمتوسطات الفصلية و السنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية، ويلاحظ فيه تجانس بيانات جميع المحطات المناخية باستثناء الرقة حيث ظهر عدم تجانس المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة الجافة فقط، وكذلك الحال في محطة البوكمال خلال فصل الخريف. قد يعود هذا إلى تغيير مكان المحطة، أو تغيير الشروط المحيطة بها، أو فقدان بعض المعطيات المناخية.

الجدول (3) نتائج اختبار التجانس للمتوسطات السنوية والفصلية لدرجة حرارة الهواء حسب اختبار Bartlett .

$S^2_{max}/S^2_{min}$					95% significant point	المحطة
المتوسطات						
الخريف SON	الصيف JJA	الربيع MAM	الشتاء DJF	السنوية		
2.44	2.68	3.26	2.47	2.68	7.18	حلب n=9 k=4
4.30	4.50	3.74	1.23	3.12	4.85	سلمية n=11 k=4
3.54	2.38	1.82	1.65	5.50	7.18	تدمر n=9 k=4
3.20	14.2	11.63	6.27	9.69	25.2	حمص n=5 k=5
3.17	4.47	4.13	1.93	3.66	4.50	قامشلي n=12 k=3
2.47	4.42	2.34	3.88	2.70	8.44	دمشق n=8 k=4
1.60	2.67	3.52	1.93	6.45	7.18	تل الأبيض n=9 k=4
2.4	2.38	1.40	2.87	7.78	7.18	الرقبة n=9 k=4
1.44	4.73	2.90	2.82	1.78	6.94	درعا n=8 k=4
6.1	3.04	1.73	1.8	2.36	4.85	البوكمال n=11 k=3
2.25	2.76	3.79	1.39	3.36	7.18	صافيتا n=9 k=4
2.50	2.69	1.88	1.47	2.40	7.18	اللاذقية n=9 k=4

ثانياً: تحليل الانحدار الخطي للمتوسطات الفصلية والسنوية:

تشير نتائج دراسة الانحدار الخطي لدرجة الحرارة، والموضحة في الجدول (4) إلى النتائج الآتية:

- 1- الانحدار الإيجابي للمتوسطات السنوية والفصلية لدرجة الحرارة الجافة وفي جميع المحطات المدروسة باستثناء اللاذقية فكان سلبياً في فصلي الربيع والخريف، وإيجابياً في فصل الصيف فقط، ولم يكن معنوياً خلال فصل الشتاء، وكذلك الحال بالنسبة للمتوسطات السنوية.
- 2- بلغت الزيادة في المتوسطات السنوية قرابة 0.1 درجة مئوية لكل عشر سنوات في تل الأبيض، وحتى 0.5 درجة مئوية في حمص، في حين لم تتجاوز 0.4 درجة مئوية لكل عشر سنوات في دمشق ودرعا.
- 3- تميزت دمشق ودرعا بأعلى مقدار للتزايد في متوسط حرارة الشتاء، حيث كان بحدود 0.5 درجة مئوية لكل عشر سنوات، في حين كان زهاء 0.3 درجة مئوية في القامشلي والبوكمال وصافيتا.

4- تماثلت جميع المحطات في كون الزيادة في متوسطات درجة حرارة الصيف أعلى من المتوسطات السنوية ومتوسطات باقي الفصول. وكانت الزيادة أعلى ما يمكن في دمشق وحمص ودرعا، حيث بلغت 0.7 درجة مئوية لكل عشر سنوات .

5- يلاحظ أنه على الرغم من تقارب إحدائيات محطتي حمص وتدمر إلا أن معدل التزايد في حمص كان ضعف ما هو عليه في تدمر .

الجدول (4) الانحدار الخطي لدرجة حرارة الهواء للمحطات المدروسة في سورية (درجة مئوية لكل عشر سنوات)

المحطة	الفترة	السنوات	المتوسطات				
			السنوية	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
حلب	1965-2001	37	+0.2	+0.1	+0.1	+0.4	+0.1
سلمية	1968-2001	34	+0.3	+0.2	+0.2	+0.5	+0.4
تدمر	1965-2001	37	+0.2	+0.1	+0.2	+0.5	+0.5
حمص	1977-2001	25	+0.5	+0.2	+0.4	+0.7	+0.6
قامشلي	1965-2002	37	+0.3	+0.3	+0.2	+0.5	+0.2
دمشق	1970-2001	32	+0.4	+0.5	+0.3	+0.7	+0.5
تل أبيض	1965-2001	37	+0.1	+0.1	+0.1	+0.3	+0.1
الرقبة	1965-2001	37	+0.1	+0.1	+0.2	+0.1	+0.1
درعا	1978-2001	24	+0.4	+0.5	+0.4	+0.7	+0.5
البوكمال	1968-2001	34	+0.3	+0.3	+0.2	+0.6	+0.5
صافينا	1965-2001	37	+0.2	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2
اللاذقية	1968-2001	35	0.00	0.00	-0.01	+0.1	-0.01

يمكن مما سبق التأكيد على وجود اتجاه نحو ارتفاع درجات حرارة الهواء السطحية بمقادير متباينة، وقد تجاوزت الدرجة المئوية الواحدة خلال فترة الدراسة في دمشق ودرعا وحمص وسلمية والبوكمال بالنسبة للمتوسطات السنوية، ومن درجة ونصف حتى درجتين للمتوسطات الفصلية.

يكشف هذا الانحدار الإيجابي لدرجة حرارة الهواء السطحية في سورية، والذي شمل جميع المحطات باستثناء اللاذقية، عن احتمال تأثر درجة حرارة الهواء في سورية بالتغير الحاصل في المناخ العالمي وارتفاع درجة حرارة سطح الكرة الأرضية، والذي أكده العديد من علماء المناخ. وبذلك يمكن القول: إن هذا الارتفاع في درجة الحرارة خلال الثلاثين سنة الماضية كان عاماً، وشمل جميع المحافظات السورية، وليس مقتصراً على



موقع المحطة. باستثناء بعض المحطات التي أبدت تطرفاً ملحوظاً في نسبة الزيادة. قد يكون هذا نتيجة لتأثرها ببعض الفعاليات البشرية كوجود بعض المعامل القريبة منها، أو قرب الأبنية السكنية كما هو الحال في محطتي دمشق (المطار) وحمص، حيث يؤدي التطور العمراني، واتساع المدن، وقرب الأبنية الإسمنتية من بعضها، إلى اختزان أكبر قدر ممكن من الحرارة، وانحباسها ضمن هذه الأبنية، ويصبح بذلك مناخ المدينة أكثر حرارة ودقناً من المناطق المتطرفة البعيدة، وقد يصل الفرق الحراري إلى عدة درجات مئوية، ويجعل من المدينة كالجزيرة الحرارية. وقد درس ذلك عالمياً من قبل العديد من علماء المناخ المهتمين بأثر التمدن في المناخ المحلي .

(Escourrou,1978; Colacino and Rovelli,1983; Kastoulis,1987; Camilloni and Barros,1997;Toros andTayanc,1997; Manrique and Cancio,2000.)

ومحلياً فلا يزال هناك قصور في دراسة مناخ المدن لإثبات مدى تأثره بالتطور العمراني، والحضاري ويحتاج الأمر إلى دراسة معمقة للمناخ المحلي، وإجراء قياسات دقيقة لدرجة الحرارة داخل المدينة ومقارنتها مع درجة الحرارة خارجها وتقدير الفروق الحرارية، بهدف التوصل إلى السبل الكفيلة بالحد من ظاهرة الجزيرة الحرارية.

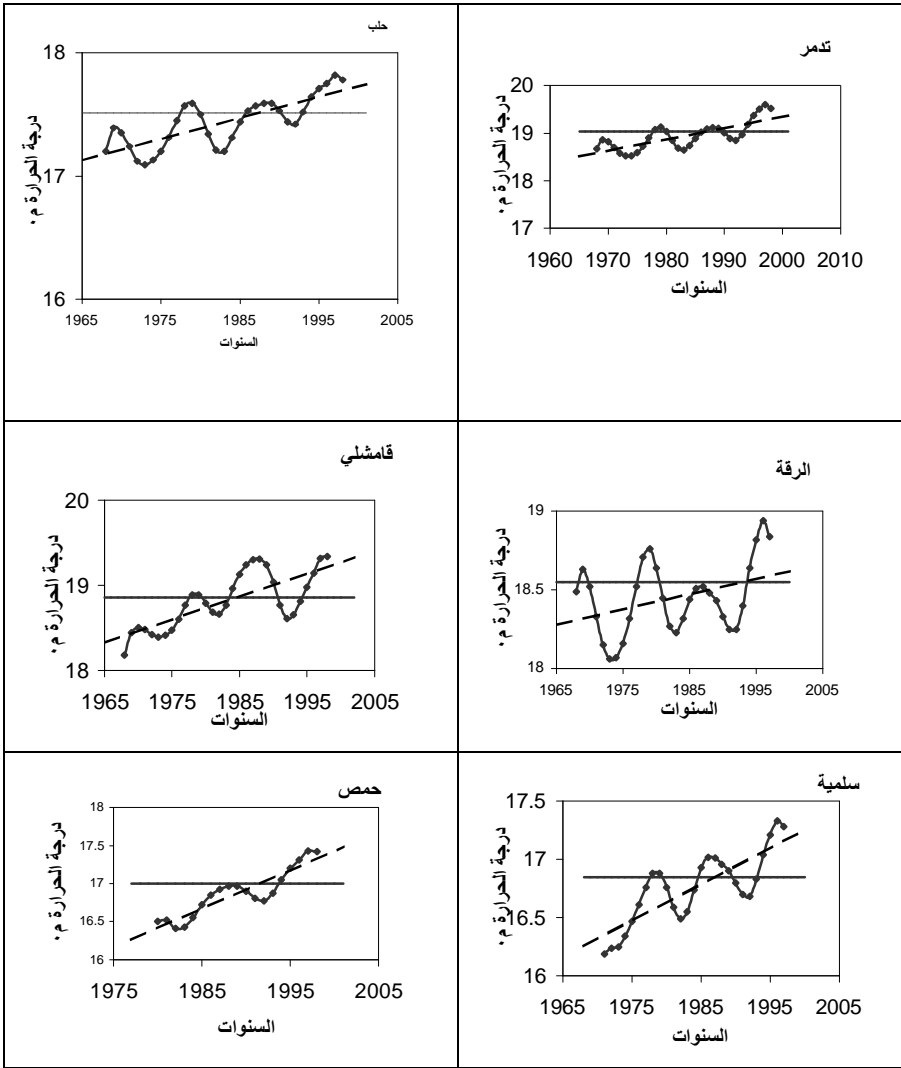
### ثالثاً: دراسة تقلبات درجة حرارة الهواء السطحية:

يوضح الشكل (A1,A2) تقلبات المتوسطات السنوية لدرجة حرارة الهواء الجافة حسب طريقة Gaussian Low-Pass Filter والمشار إليه بالخط المنحني المنقط. ويمكن أن توضح هذه الأشكال النتائج الآتية:

-تسجيل بداية فترة دفاء مهمة في جميع المحطات المدروسة منذ العام 1994، وارتفاع المتوسطات السنوية بمعدل 0.4 حتى درجة مئوية واحدة عن المعدل العام في أغلب المحطات.

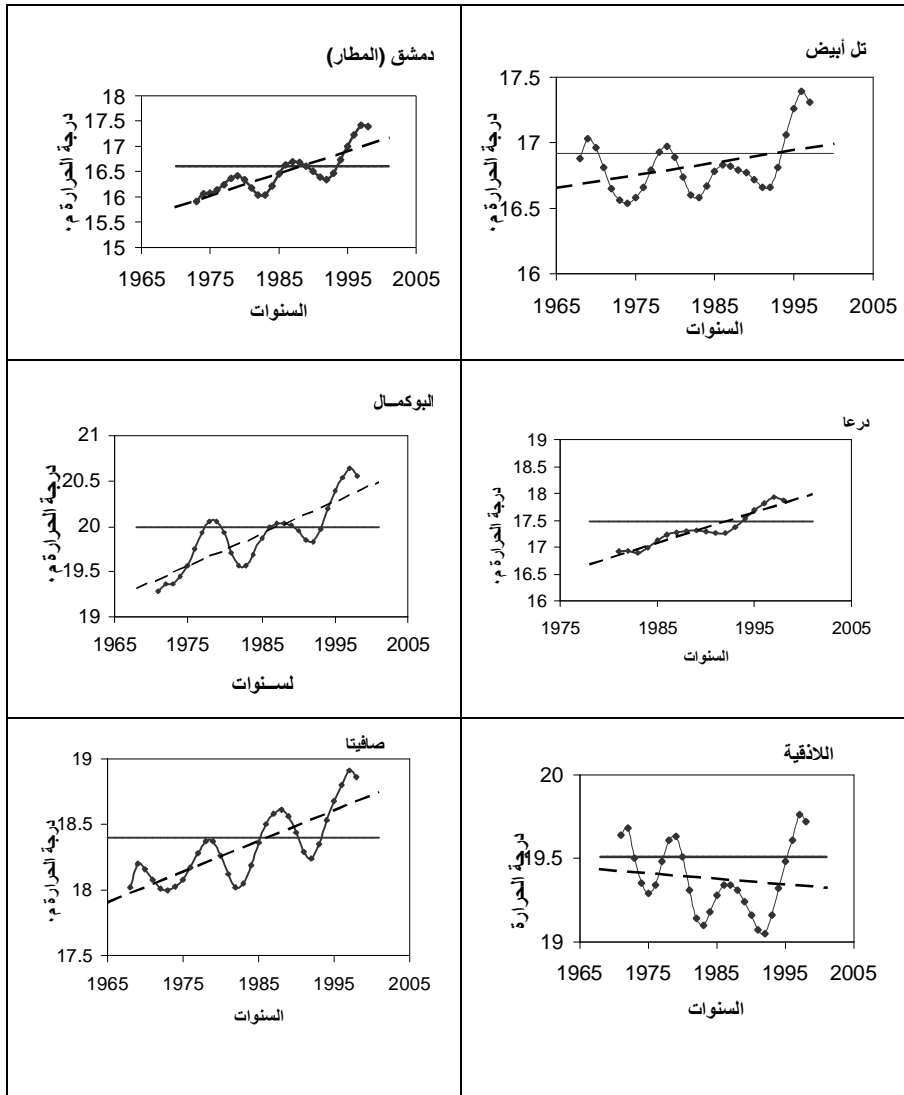
- تميزت الفترة الممتدة من عام 1965-1985 بالبرودة النسبية في جميع المحطات، حيث كانت درجة الحرارة أقل من المعدل أو حوله. وبدءاً من عام 1985 كان هناك ميل تدريجي نحو التزايد، وبلغ ذروته في عام 1987 باستثناء محطتي الرقة وتل الأبيض ودرعا حيث بقيت درجة الحرارة أقل من المعدل أو حوله حتى عام 1994.

- يظهر بوضوح تناوب فترتي البرودة والدفاء بين أعوام 1985-1995 في جميع المحطات المدروسة باستثناء محطتي الرقة وتل الأبيض، وذلك رغم التفاوت بين المحطات في ارتفاع ذروة الدفاء والبرودة.



— — — الانحدار الخطي — — — المعدل السنوي لدرجة الحرارة بالمتوسطي — — — Gaussian Low-Pass Filter

الشكل (A1) تقلبات المتوسطات السنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية حسب طريقة Gaussian Low -Pass filter والاتجاه الخطي لست محطات مناخية رئيسة في سورية



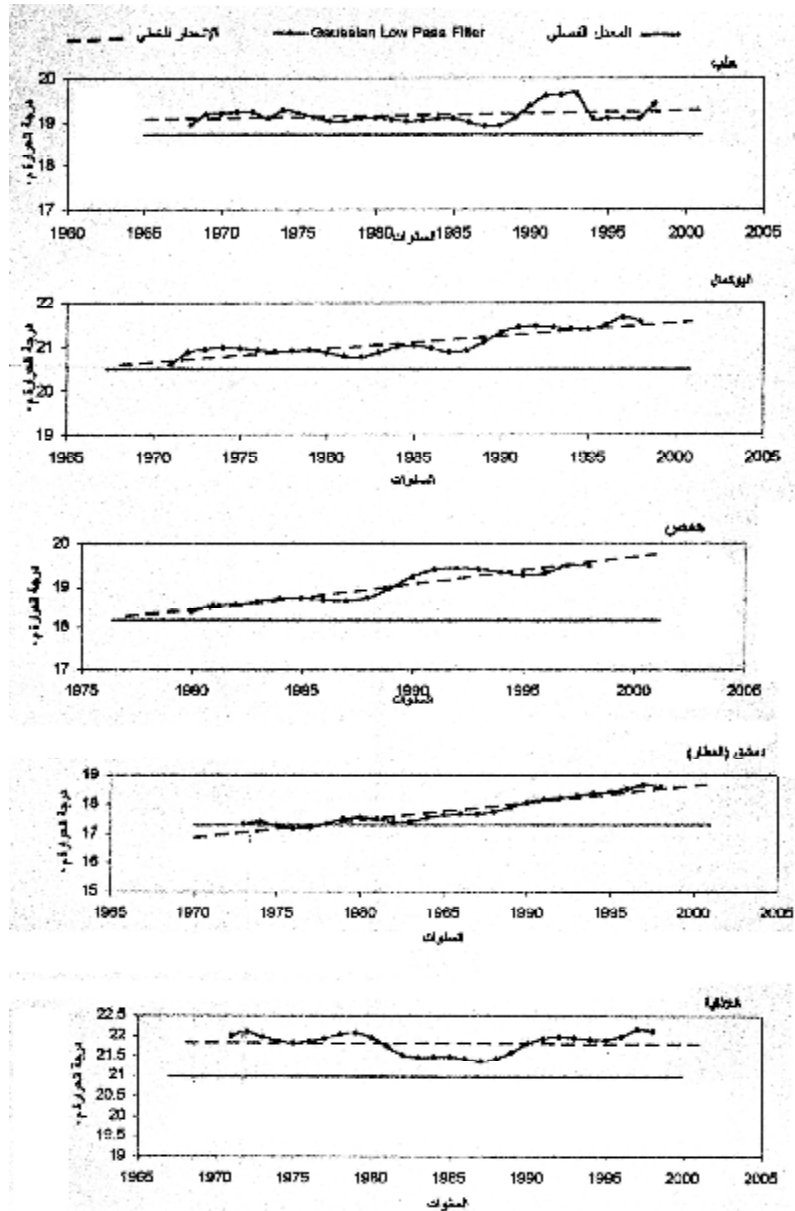
—●— Gaussian Low-Pass Filter — — — — الانحدار الخطي

الشكل (A2) تقلبات المتوسطات السنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية حسب طريقة Gaussian Low -Pass filter والاتجاه الخطي لست محطات مناخية رئيسة في سورية

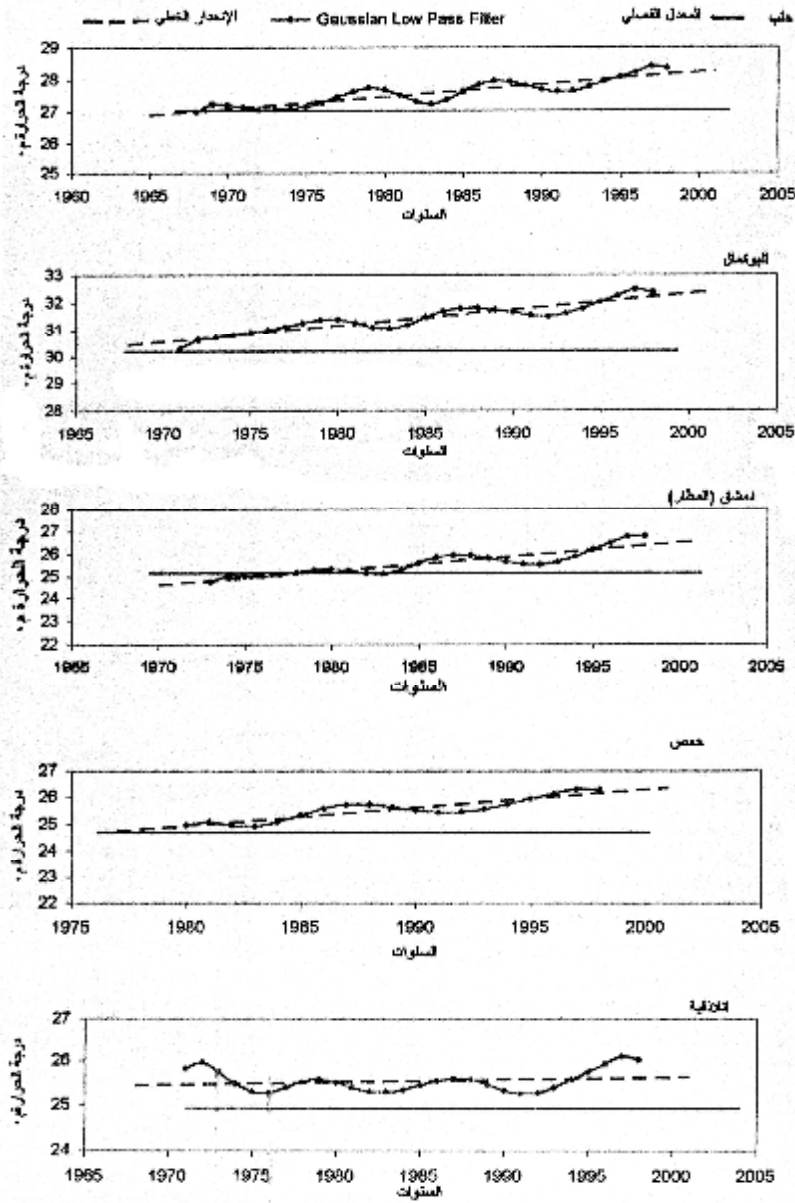
كما تبين الأشكال (a1,a2,a3,a4) تقلبات المتوسطات الفصلية لدرجة حرارة الهواء في خمس محطات تم اختيارها كنموذج لباقي المحطات المدروسة ومن المهم ملاحظته في هذه المخططات أن متوسطات درجة الحرارة في الربيع والخريف والصيف كان أعلى من المعدل في جميع المحطات خلال فترة الدراسة، أما بالنسبة لفصل الشتاء فكانت هناك بداية واضحة لفترة دفاء حول العام 1975 واستمرت حتى العام 1988 في جميع المحطات باستثناء دمشق، حيث تخللت هذه الفترة ثلاث سنوات تحت المعدل بقليل، بالإضافة إلى وجود بداية لارتفاع تدريجي في درجة الحرارة في جميع المحطات حول العام 1993، وبلغ ذروته حول العام 1998 وتراوحت الزيادة في درجة الحرارة من 0.86 درجة مئوية في حلب حتى الدرجتين في دمشق.

وتدل هذه النتائج على أن أواخر القرن العشرين كان أكثر ميلاً نحو الدفاء وخاصة في المناطق الواقعة بين 30-35N وهذا ما يتفق مع ما توصل إليه الباحثون في دراستهم للتقلبات المناخية العالمية. (Parker *et al.*, 1994; Jones, 1994a; Mitchell *et al.*, 1995; Horton, 1995; Karl *et al.*, 1995c; Aesawy and Hasanean, 1997; Aesawy, 2000).

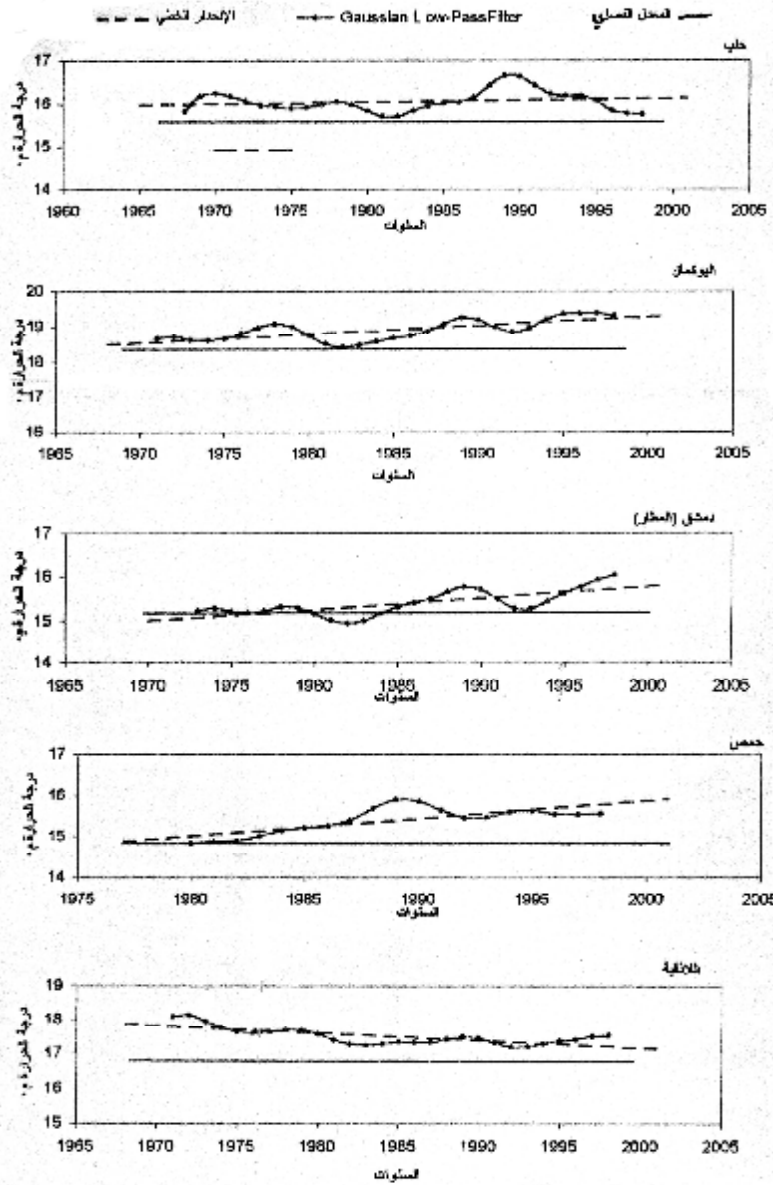
قد يعزى هذا الارتفاع الحراري المحلي في السنوات الخمس الأخيرة إلى زيادة الفعاليات البشرية، والتي نتج عنها زيادة كمية الملوثات الجوية المتمثلة في غاز ثاني أكسيد الكبريت، وأول وثاني أكسيد الكربون وجميع أنواع غازات الدفيئة المصنفة عالمياً، وهذا ما أكدته التقرير الوطني لأهداف التنمية في سورية الصادر عن برنامج الأمم المتحدة الإنمائي للعام 2000، حيث ذكر هذا التقرير أن هناك تزايداً في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (3.5) طن/ السنة للشخص الواحد، ويتفق هذا مع بحوث عديدة في العالم تؤكد إلى أن ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى من الأسباب الرئيسة لارتفاع درجة حرارة الهواء السطحية. (Pilifosova, *et al.*, 1997; Cubasch, *et al.*, 2000).



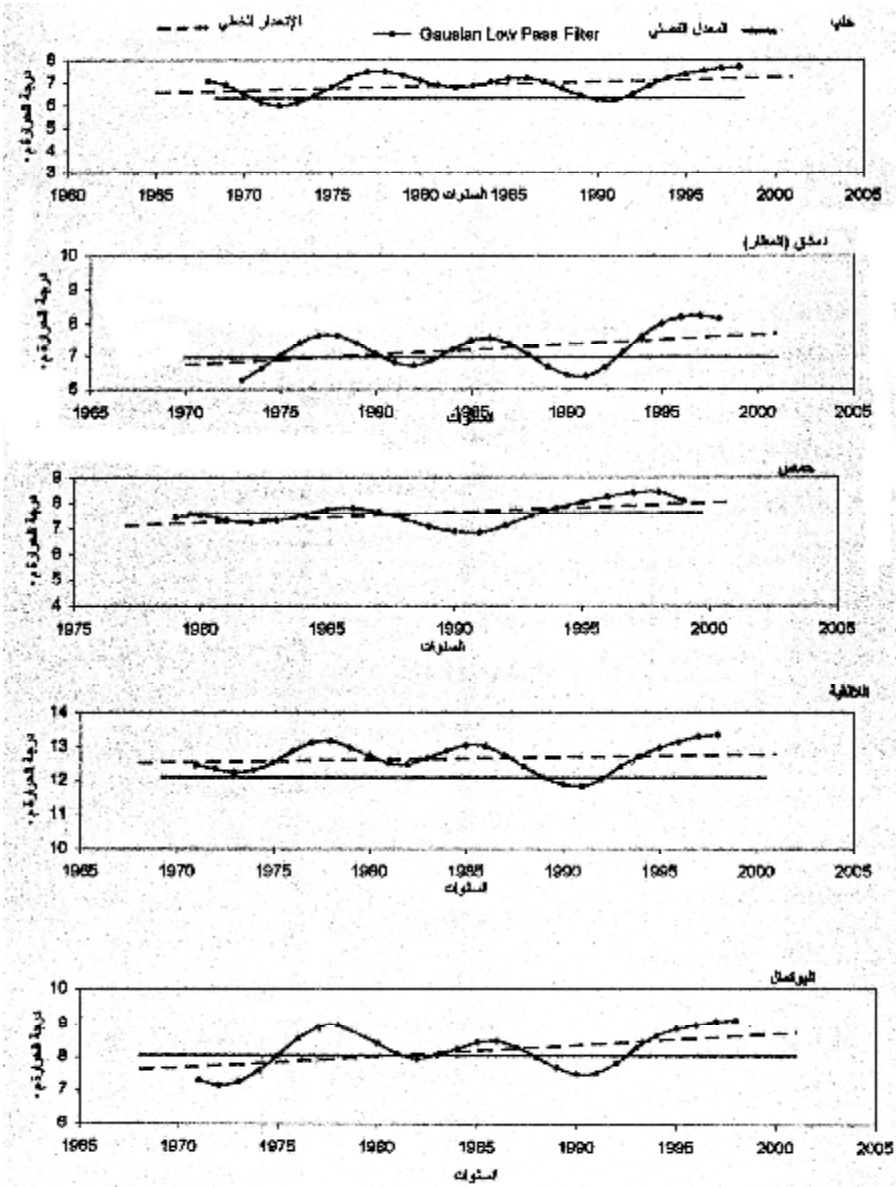
الشكل (a1) تقلبات متوسطات درجة الحرارة في الخريف حسب طريقة Gaussian Low-Pass Filter والاتجاه الخطي لخمس محطات مختارة في سورية.



الشكل (a2) تقلبات متوسطات درجة الحرارة في الصيف حسب طريقة Gaussian Low-Pass Filter والاتحدار الخطي لخمس محطات مختارة في سورية.



الشكل (a3) تقلبات متوسطات درجة الحرارة في الربيع حسب طريقة Gaussian Low-Pass Filter والانحدار الخطي لخمس محطات مختارة في سورية.



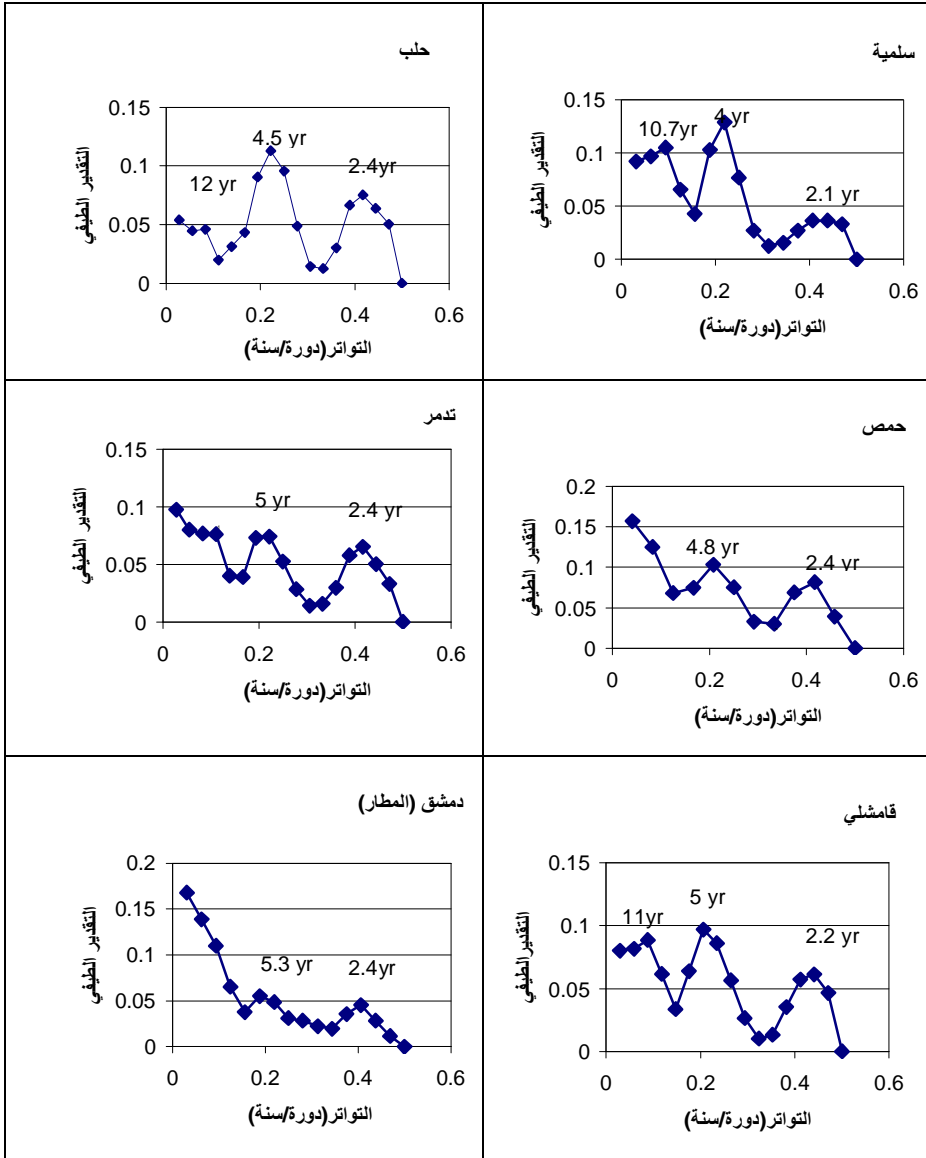
الشكل (a4) تقلبات متوسطات درجة الحرارة في الشتاء حسب طريقة Gaussian Low-Pass Filter والانحدار الخطي لخمس محطات مختارة في سورية.



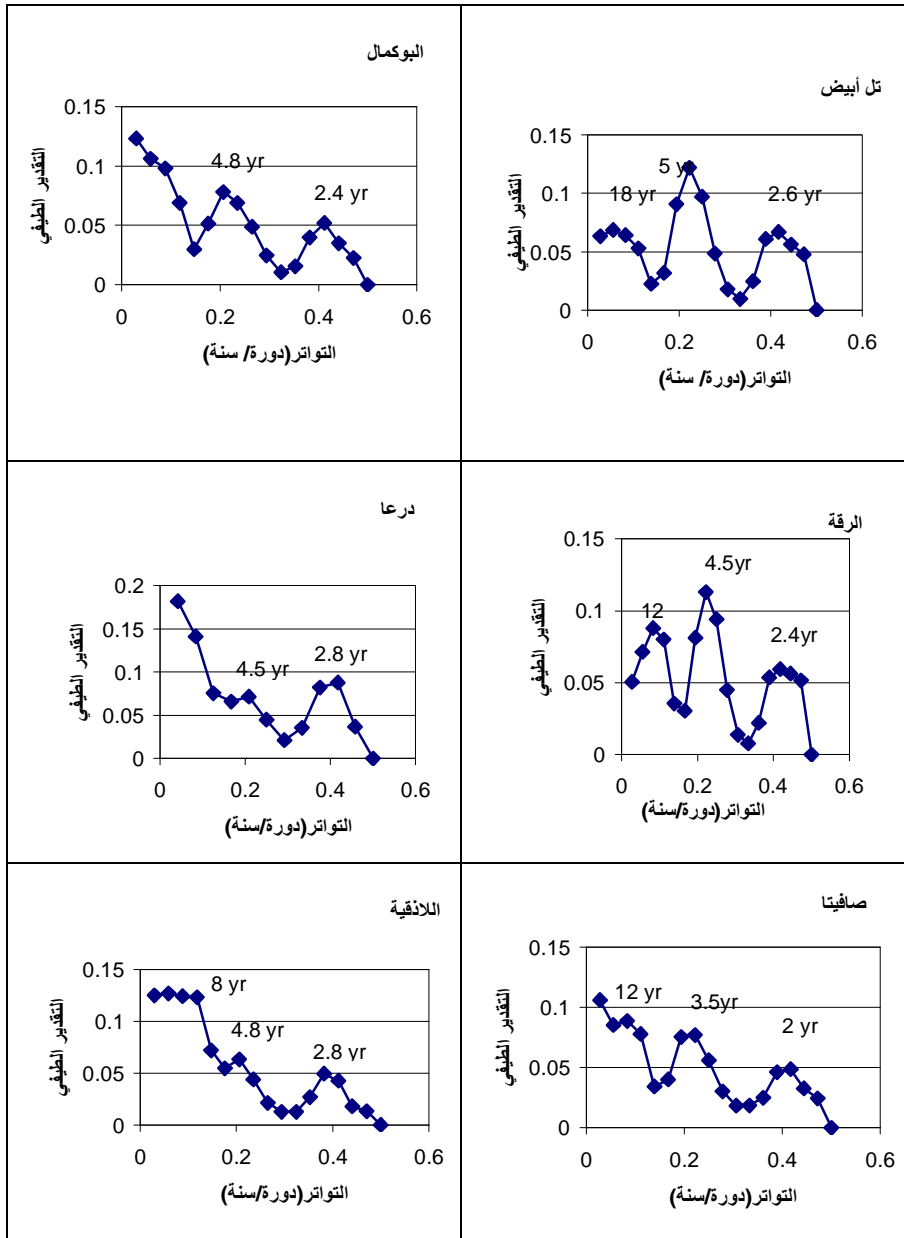
## رابعاً : تحليل الدورية في درجة حرارة الهواء:

يبين الشكل (b1,b2) نتائج تحليل الدورية باستخدام تحولات فورييه السريعة. ويكشف استقراء هذه المخططات عن وجود سيادة لأمواج قصيرة ضمن المجال من 2-2.8 سنة وكذلك في المجال من 4-5 سنوات في جميع المحطات بالإضافة إلى تميز بعض المحطات بوجود الأمواج متوسطة المدى من 8-12 سنة، وهذا يدل على أن الأمواج القصيرة مرتبطة بوجود ذبذبة شبه ثنائية Quasi-Biennial Oscillation وقد أيدت هذه العلاقة من قبل العديد من الباحثين، حيث وجد (Schergag 1967) أن الذبذبة شبه الثنائية تظهر لتؤثر في درجة حرارة النصف الشمالي من الكرة الأرضية كما بين Lamb (1972) أن للذبذبة شبه الثنائية علاقة بالذبذبة الجنوبية Southern Oscillation (تقلبات جوية على المقياس الكبير مظهرة حيدان الضغط الجوي بشكل متناوب ومتعاقب، فتارة يكون عالياً فوق أستراليا ومنخفضاً فوق جنوب الباسفيك أو بالعكس ودورة هذه الذبذبة وسطياً 2.3 سنة. يقابل هذه التغيرات في حقل الضغط الجوي تغيرات في شدة الرياح، والتيارات البحرية، وحرارة سطح المحيط، ونظام الهطول في مناطق المحيط الهادي).

كما أكدت العديد من البحوث أن الأمواج القصيرة من 4-6 سنوات قد تكون مرتبطة بالتيارات البحرية الدافئة، والتي تهب بشكل دوري على شواطئ الإكوادور والبيرو مؤدية إلى ارتفاع حرارة سطح الماء هناك قبل حلول أعياد الميلاد، والمعروفة بظاهرة النينو، مستمرة من عدة أشهر إلى أكثر من عام (W.M.O. 2003). أثبتت الدراسات أن هذه الظاهرة، حدثت خلال عام 1982 حتى عام 1983، وقد لازمها ارتفاع في درجة الحرارة، بلغ أعلى معدل له في هذا القرن، كما تكررت في أعوام مختلفة منها عام 1988 و1995. وأشارت البحوث الحديثة إلى ارتباط هذه الأمواج القصيرة أيضاً بظاهرة EL-Nino Southern Oscillation والتي تربط النينو مع حركة الجو والغيوم ونظام الهطولات، عبر منطقة المحيط الهندي، والهادي المدارية. واستخدمت مثل هذه التحليلات لعدة مؤشرات مناخية مثل الهطول المطري وسرعة الرياح والضغط الجوي ودرجة حرارة سطح البحر (Lau and Sheu, 1988; Rasmusson et al. 1990; Meehl 1987,1993; Barmett,1991; Lau and Song Yang,1996.)



الشكل (b1) الدورية حسب طريقة تحولات فوربييه السريعة للمعدل السنوي لدرجة حرارة الهواء السطحية.



الشكل (b2) الدورية حسب طريقة تحولات فورييه السريعة للمتوسطات السنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية

أما بالنسبة للأمواج في المجال 8-12 سنة فيبدو أنها تتأثر بدورة البقع الشمسية، حيث من المعروف أن هناك جملة من العمليات الفيزيائية تحدث على سطح الشمس، وضمن طبقة الفوتوسفير تتمثل على شكل البقع الشمسية، أو على شكل اندفاعات بركانية شديدة التوهج، ونظراً لدوران الأرض حول نفسها وحول الشمس ودوران الشمس حول نفسها أيضاً، فإن تأثير هذه النشاطات يقع ضمن دورية. فمثلاً من أجل إظهار دور البقع الشمسية يستخدم ما يعرف بعامل فولفو أو عدد فولفو، وقد بينت الدراسات أن قيمة هذا العدد تتغير وفق دورية مقدارها الوسطي 11 عاماً، وهي تتراوح عملياً من 8-17 عاماً. يرتبط مع تغير نشاط البقع الشمسية تغيرات مهمة وتقلبات في المناخ العالمي. وكشفت عدة بحوث في مجال التحليل الطيفي للمعطيات المناخية عن وجود مثل هذه الذروات في شمال أمريكا، وقد ربطت ذلك بدورة البقع الشمسية (Morf et al., 1978; Currie, 1981a,b).

### الاستنتاجات والمقترحات

أولاً: الاستنتاجات :

1. يشير وجود انحدار موجب لدرجة الحرارة، وعلى مساحات كبيرة ومتجاورة في سورية، إلى وجود منعكسات محلية حقيقية للتغير المناخي العالمي المؤكد.
2. تميز العقد الأخير من القرن العشرين بالدفء، وقد أسهمت النشاطات البشرية إسهاماً كبيراً في هذه التغيرات، وبشكل خاص تلك الفعاليات المؤدية إلى تلوث الهواء، وتكون طبقة رقيقة من الملوثات الجوية، وغازات الدفيئة، بالإضافة إلى عمليات قطع الغابات وحرقها، التي ينتج عنها زيادة تركيز أول وثاني أكسيد الكربون.
3. يحمل اكتشاف الدوريات في طياته، قيمة تنبؤية مهمة لعنصر الحرارة، يمكن تعميم دراستها وتتبعها على باقي العناصر المناخية.
4. ينذر هذا الارتفاع في درجة حرارة الهواء، بوجود خطر حقيقي على جميع الأصعدة. تأتي في مقدمتها الزراعة، ذلك أن درجات الحرارة، وأشعة الشمس هي العناصر الرئيسة الكامنة وراء الإنتاج الزراعي، فعلى سبيل المثال لا الحصر يؤثر ارتفاع درجات الحرارة في الليل بصورة سلبية في تكوين الحبوب، على طول موسم نمو المحاصيل، نتيجة لتناقص المدى الحراري. بالإضافة إلى زيادة معدلات التبخر، وهبوط مستويات رطوبة

التربة، ومن ثم تعرض المحاصيل الزراعية للإجهادات، مما يستدعي زيادة عدد الريات.

5. تؤثر درجات الحرارة المرتفعة في حيوية حبوب اللقاح لعدد كبير من المحاصيل الزراعية، ومن ثم تعطيل عمليات الإخصاب. وبالنتيجة فقدان الغلة وخسائر اقتصادية كبيرة للمزارعين.

6. يؤثر ارتفاع درجة الحرارة أيضاً، في الماشية. حيث يقل إنتاج الحليب نتيجة لتعرضها للإجهادات البيئية.

#### ثانياً: المقترحات:

1. إجراء دراسة معمقة لتغيرات باقي العناصر المناخية كالهطول، ونظام الضغط الجوي وربطها بدرجة حرارة الهواء، بهدف الإحاطة بمشكلة تغير المناخ من جميع الجوانب.
2. القيام ببحوث خاصة بمناخ المدن، لمعرفة المقدار الذي تسببه الملوثات الجوية، وغازات الدفيئة، ونظام البناء العمراني في رفع درجة حرارة هواء المدينة.
3. دراسة الآثار المحتملة لارتفاع درجة الحرارة في تطور المحاصيل ذات الأهمية الاقتصادية وإنتاجيتها.
4. التقليل من مصادر التلوث الهوائي بغازات الدفيئة، وغاز ثاني أكسيد الكربون، من خلال التعاون بين جميع الجهات المعنية، من وزارة البيئة والنقل، والزراعة لمواجهة خطر الاحتباس الحراري القادم.
5. إن الزراعة ذاتها، مسؤولة عن نحو ثلث انبعاثات غازات الدفيئة (عمليات الحصاد والحرق وعمليات التخمر الداخلي في كرش الماشية والمجترات، وحقول الأرز) ومن ثم لا بد من العمل على تحسين أساليب إدارة فضلات الماشية، والحد من التوسع في أسلوب (أحصد وأحرق).
6. تطبيق أساليب أفضل في إدارة الأراضي، كتحسين تسميد التربة، وإدارة المياه ومكافحة التعرية، وتشجيع عمليات التحريج الاصطناعي بالأنواع المتحملة للحرارة المرتفعة، والجفاف.
7. البحث عن بدائل نظيفة للطاقة. إذ من الممكن استبدال نحو 20% من استهلاك الوقود الأحفوري في الأجل القصير، باستخدام وقود الكتلة الحية. حيث تتيح الأعشاب السريعة النمو والبذور الزيتية، والمخلفات الزراعية، إمكانيات

كبيرة كبدائل لتوليد الطاقة ومن المهم الإشارة إلى أن لهذه الطاقة العضوية تأثيراً إيجابياً في التنمية الاقتصادية والاجتماعية في الريف.

## REFERENCES

- Aesawy, A. M. and H.M.Hasanean., 1997. Annual and seasonal climatic analysis of surface air temperature variation at six southern Mediterranean stations. *Thero. Appl. Climatol.*, 61,55-68.
- Aesawy, A.M. 2000. Periodicity and Prediction of Annual Surface Air Temperature Over Eastern Mediterranean *Bulgarin Journal of Meteorology and Hydrology*. Vol.11 2000, No 1-2, pp.36-45...
- Arnell, N.W. and Reynard, N.S. 1993. Impacts of Climate Change on River Flow Regimes in the United Kingdom. Institute of Hydrology, NERC, Water Directorat DOE, July 1993. 130p.
- Arseni-Papadiomitriou, A., P. Maheras, 1991. Some statistical characteristics of air temperature variation. *Theor. Appl. Climatol.*, 43,105-112.
- Barnett, T. P. 1991. The interaction of multiple time scales in the tropical climate system. *J. Climate*, 4, 269-285.
- Camilloni, I., Barros, V., 1997. On the Urban Heat Island Effect Dependence on Temperature Trends. *Journal of Climate Change*, 37 (4): 665-681.
- Colacino, M., Rovelli, A., 1983. The early averaged air temperature in Rome from 1782 to 1975. *Tellus*, 35A, 389-397.
- Cubasch, U., R. Voss and U. Mikolajewicz, 2000. Temperature : A parameter Changing Climate and Modified by Climate Change. 46 (3): 257-276.
- Currie, R.G., 1981a. Solar cycle signal in air temperature in North America: amplitude, gradient, phase and distribution. *J. ATMOS. Sci.*, 38, 808-818.
- Currie, R.G., 1981b. Solar cycle signal in earth rotation nonstationary behavior. *Science*, 221, 386-389.
- Escourrou, G., 1978. Climats et types de temps de Normandie. These d'Etat, Atel. Repord. Theses, Univ. Lille 3, 1081pp
- Folland, C. K., Karl, T.R., Vinnikov, K.YA., 1990. Climatic change. The IPCC. Scientific Assessment WMO/UNEP. Report prepared for IPCC by working GROUP1, Edited by Houghton, J.T., Jenkins, G. J. J., and Ephraums, J. J. University Press Cambridge.
- Hasanean, H.M., 1996. Climate Change Over Egypt. M. Sc, Fac. Science, Cairo University, Cairo.
- Horton, E.B., 1995. Geographical distribution of change in maximum and minimum temperatures. *Atmos. Res.*, 37, 102-1718.
- IPCC. 1992. Climate Change 1992. The supplementary report to the IPCC scientific assessment. J.T. Houghton, B.A. Callandar and S. K. Varney (eds). Cambridge University Press. Cambridge

- Jones, P.D., 1994a. Recent warming in global temperature series. *J. Geophys. Res. Lett.*, 21,1149-1152.
- Karl, T. R., R. W. Knight and N. Plummer, 1995c. Trend in high frequency climate variability in the twentieth century. *Nature*, 377, 217-220.
- Katsoulis, B., 1987. Indications of change of climatic from the analysis of air temperature time-series in Athens, Greece. *Climatic Change*, 10,67-79.
- Katsoulis, B., Therhratos, G. A., 1985. Indication of the urban heat island in Athens, Greece. *J. Climate Appl. Meteor. Amer. Met. Soc.*, 24, 1296-1302.
- Lamb, H. H. 1972. *Climate: Present, past and future fundamentals and climate now*. Vol. 1. Methuen, London, 250pp.
- Landsberg, H., 1970. Climate and urban planning. W.M.O, Tech. Note in urban climate No. 108, pp.364-374.
- Lau, K.M., P. J. Sheu. 1988. Annual cycle, quasi-biennial oscillation and southern oscillation in global precipitation. *J. Geophys. Res.*, 93, 10975-10988.
- Lau, K.M., Song Yang. 1996. The Asian monsoon and predictability of the tropical ocean-atmosphere system. – *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 122, 945-957.
- Ludwing, F.L., and Kealoha, J.H., 1968. Urban climatological studies. Final Report Contract CDD-DAHC-20-67-C-0136, Stanford Res. Instit., Calif.
- Manley, G., 1974. Central England Temperature: Monthly means 1659-1973. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 100, 389-405.
- Manrique, E., Cancio, A.F., 2000. Extreme Climatic Events in Dendroclimatic Reconstructions from Spain. *Journal of Climate Change*, 44 (1-2): 123-138.
- Meehl, G.A, 1987. The annual cycle and interannual variability in the tropical Pacific and Indian ocean regions. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 27-50.
- Meehl, G.A. 1993. A coupled air- sea biennial mechanism in tropical Indian and Pacific ocean regions: Role of the ocean. *J. Climate*, 6, 31-41.
- Mitchell, J.M., 1953. On the causes of instrumentally observed secular temperature trends. *J. Meteor.*, 10-4, 244-261.
- Mitchell, J.M., 1961. The temperature of cities. *Weatherwise*, 14, 244-229.
- Mitchell, J. M., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmery, W.L., 1966. Climatic change. W.M.O Tech. Note 79. W.M.O, No 195. TP-100, Geneva, 79pp.
- Mitchell, J. F. B., Johns, T.C., Gregory, J.M. and Tett, F. B. 1995. Climate response to increasing levels of greenhouse gases and sulphate aerosols. *Nature* 376:501-504.
- Morf, M.A., A. Vieira, D.T. Lee., T. Kailath. 1978. Recursive multi-channel maximum entropy spectral estimation. *Geosci. Electron.*, GE-16, 85-95.
- Parker, D.E., P.D. Jones, C.K. Folland and A. Bevan, 1994. Interdecadal change of surface temperatures since the late 19<sup>th</sup> century. *J. Geophys. Res.*, 99, 14373-14399.
- Pearson, E.S., Hartley, H.O., 1958. *Biometric Tables for Statisticians*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England, 240pp.

- Pilifosova, V., I.B. Eserkepova and S.A., Dolgih,1997. Regional Climate Change Scenarios Under Global Warming in Kazakhstan .*J. Climate Change*. 36 (1-2) : 23-40.
- Plummer, N., Salinger, M. J., Nicholls, N., Suppiah, R., Hennessy, K. J., Leighton, R. M.,Trewin, B. C, Page, C. M and Lough, J. M. 1998. Change in climate extreme over the Australian region and New Zealand during the twentieth .*Climatic Change* (accepted).
- Rasmusson, E. M., X. Wang, C. F. Ropelewski. 1990. The biennial component of ENSO Variability. *J. Marine System*, 1, 71-96.
- Scherhag, R. 1967. Bermerkungen zur welt- wetterlag im meteorologischen Jahr 1966-67, Berliner Wetterkarte. Berlin, Free Univ.
- Schonurese, C. D., 1978. On the European air temperature change patterns. *Beitr. Phys. Atmos.*, 51,139-152.
- Schonurese, C. D., 1979. Correlation and phases of band pass filtered European air temperature series. *Contrrib. Atmos. Phys.*, 52,136-146.
- Torok, S. and Nicholls, N. 1996. A historical annual temperature data set for Australian Meteorological Magazine, 45,251-260.
- Toros, H., Tayanc, M., 1997. Urbanization Effects On Regional Climatic Change in Case of Four Large Cities Of Turkey. *Journal of Climate Change*,35 (4): 501-524.
- Wigley, T. M., Farmer, G., 1982. Climate of the Eastern Mediterranean and near East. In: Bintliff,J.L., VanZeist, w. (eds.) *paleocl. Pale Environmental and Human Communication in Eastern Mediterranean Region in Later prehistory*. Bar. Intern. Ser. 133,37pp.
- W.M.O. 2003. *Climate into 21<sup>St</sup>, Century*.

Received	2003/08/02	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2003/12/04	قبول البحث للنشر