تغير الظروف الحرارية والتهطالية في عَمَّان ودوريتها خلال القرن العشرين

الدكتور علي أحمد غانم*

الملخص

استخدمت بيانات المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة وكميات التهطال في مدينة عمان – الأردن للمدة الواقعة بين عامي 1923-1997 م لدراسة اتجاه تغير درجات الحرارة والتهطال باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة مثل المتوسطات المتحركة و الانحدار البسيط ومقاييس النزعة المركزية و التشتت. ولقد تبين أن شدة تناقص متوسطات درجات الحرارة أكبر من شدة تزايدها، وكذلك تبين من خلال تحليل النتائج تناقص المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية خلال القرن العشرين. وقد لوحظ انخفاض في شدة التناقص منذ الثمانينيات، إذ انخفض معامل الانحدار السنوي من (0.023-) إلى (0.005-). و يتوقع أن ينعكس اتجاه تغير درجات الحرارة نحو التزايد خلال السنوات القليلة القادمة إذا ما استمر تكرار حدوث السنوات الجافة والحارة. وتبين أيضاً تناقص في كمية التهطال السنوية خلال مدة الدراسة. و يمكن ملاحظة وجود دورية تهطالية مدتها حوالي 20 سنة ودورية حرارية مدتها حوالي 10 سنوات.

* قسم الجغرافية – الجامعة الأردنية

المقدمة:

اهتم العلماء بدراسة التغيرات المناخية لآثارها المباشرة وغير المباشرة في المجتمعات البشرية في المجالات المختلفة كالطاقة والغذاء والماء والحياة الاقتصادية والاجتماعية (المنيف، 1997 وLamb،1981). وأن أكثر المجتمعات تأثرا هي التي تعيش في الأقاليم المناخية الحدية كأطراف الصحارى، إذ إنّ أي تغير في الأمطار والحرارة بالاتجاه الخطأ يؤدي إلى فشل الزراعة وحدوث المجاعات (Kandel،1992). ويرجع تغير المناخ لأسباب طبيعية وبشرية كثر الحديث عنها في الكتب والأبحاث العلمية ووسائل الإعلام، ولكن التنبؤ بالمناخ مازال غير دقيق لكثرة العوامل التي تؤثر فيه. وهناك ثلاثة أراء حول اتجاه تغير المناخ:

1- رأي أنصار نظرية التسخن الذين يقولون بازدياد معدل درجة حرارة الأرض بسبب تزايد تركيز الغازات الدفيئة (Greenhouse Gases) في الغلاف الجوي . (Lindzen، 1987، 1990 & Kellog).

2- رأي أنصار نظرية التبريد الذين يرون أن العالم متجه نحو عصر جليدي لتناقص درجة حرارة الأرض بسبب ازدياد الشوائب في الغلاف الجوي والتي تحجب جزءا من الأشعة الشمسية. وربما أيضاً لازدياد كثافة الغطاء النباتي المتوقع مع تزايد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون Idso،1984 and Pears، (1994).

3- والمحافظون الذين يعتقدون بأن الطبيعة كفيلة بالمحافظة على نفسها والتخلص من كل أسباب إخلال التوازن الطبيعي (شرف، 1997 وJepma and Munasingh، 1998).

وقام العلماء بدراسة تغير المناخ في محطات وأقاليم العالم المختلفة باستخدام عناصر المناخ وأهمها بيانات درجة الحرارة. ومنهم من اهتم بمقارنة تغير متوسطات درجة الحرارة في محطات مختلفة كدراسة شحادة (1978) لمحطات بلاد الشام

و Rosenan (1963) في الشرق الأوسط، أو دراسة اتجاه تغير المناخ العالمي Mitchel، 1963 and Hansen & Lebedeff، (1987). وتبين نتائج الدراسات القائمة على نمذجة مناخ العالم تبايناً في اتجاه تغير المناخ من إقليم لآخر، ففي حين تتزايد درجات الحرارة أو التهطال في بعض الأقاليم فإنها تتناقص في أقاليم أخرى (Elagib، Mansell; Singer، 2000; Wigley، 1997; 1980). لذلك فإن التغيرات المناخية ستكون ذات نتائج متباينة، فبعض الأقاليم ستتغير نحو الأسوأ (جفاف) بينما يكون التغير نحو الأفضل (أكثر رطوبة) في أقاليم أخرى.

وتعتمد هذه الدراسة على تحليل المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة و كميات التهطال في محطة مطار عمان لمعرفة طبيعة اتجاه تغير المناخ فيها معرفة خاصة والمناطق المجاورة لها معرفة عامة. وسنقوم بتحليل اتجاه تغير متوسطات درجات الحرارة الشهرية والفصلية والسنوية. فاتجاه تغير المناخ في المستقبل له أهمية كبيرة في مجال التخطيط طويل الأمد، إذ يجب أن تؤخذ بالحسبان التغيرات البيئية المختلفة الناتجة عن تغير المناخ والتي لها تأثير في حياة الإنسان في الخطط المستقبلية.

مناخ عمان:

تقع مدينة عمان على دائرة عرض '59 °31 شمالاً و '59 °35 شرقاً، وترتفع 779 متراً عن سطح البحر. و تقع المدينة في المنطقة شبه الصحراوية، و ضمن إقليم مناخ الاستبس البارد BSk وفق تصنيف كوبن. ويسود هذا المناخ في المناطق التي يقل فيها المعدل السنوي لدرجات الحرارة عن 18 °م ويقل المعدل السنوي للتهطال عن 300 ملم. ويبدو تأثير البحر المتوسط واضحاً في المنطقة، إذ إنَّ معامل القارية لمدينة عمان حوالي 35 %، أي أنها تتعرض لكتل هوائية بحرية أكثر من الكتل القارية.

وتحظى المحطة بأطول سجل مناخي في الأردن، إذ افتتحت في عام 1923م. ويبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة 17.3 °م والعظمى 23.4 °م والصغرى 11.3 °م . ولقد تراوحت درجات الحرارة في المدينة بين7.5- °م و 42.8 °م. وتهطل الأمطار

فيها من تشرين الأول إلى أيار بمعدل سنوي 270 ملم ، و تختلف كمياتها من سنة إلى أخرى. ويهطل حوالي 13 % في فصل الخريف و 64 % في فصل الشتاء و 23 % في فصل الربيع (شحادة، 1990). و تراوحت كمية الهطول بين 476 ملم في عام 1938 م إلى 98 ملم في عام 1995 م، ووصل تذبذب الهطول إلى أكثر من انحرافين معياريين ، و بلغ الانحراف المعياري 92 ملم ومعامل التغير 34 %.

البيانات والمنهجية:

اعتمدت هذه الدراسة على تحليل المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية لدرجات الحرارة في عمان للمدة المحصورة بين 1923-1997م. وقد تم الحصول على البيانات من نشرات دائرة الأرصاد الجوية الأردنية. ولتحقيق هدف البحث وهو تحديد اتجاهات تغير درجات الحرارة الشهرية والفصلية والسنوية وتحليلها، وبعد أن تبين أن البيانات ذات توزيع طبيعي (normal) استخدمت الطرائق الإحصائية التالية:

1- مقاييس النزعة المركزية والتشتت مثل المتوسطات والمدى والانحراف المعياري ومعامل التغير coefficient of variation .

2- المتوسطات المتحركة (moving averages) و بعد اختبارها لمدد 5 و7 و9 سنوات، تم اختيار مدة 9 سنوات وذلك لطول مدة الدراسة (75 سنة). وتفيد المتوسطات المتحركة في التخلص من الذبذبات القصيرة المدى، و تقدم توضيحاً عن اتجاهات تغير متوسطات درجات الحرارة بشكل افضل من المتوسطات المتحركة لخمس أو سبع سنوات.

3- استخدام تحليل خطوط الانحدار المستقيمة (linear regression) للتعرف إلى شدة تغير متوسطات درجات الحرارة والتهطال واتجاهه. ولقد اختبرت النتائج أيضاً بالمقاييس المناسبة.

4- حساب الانحرافات التراكمية للمتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية عن المعدل العام لدرجات الحرارة، وهذا الأسلوب يوضح طبيعة تغيير درجات الحرارة خلال مدة الدراسة، ومن ميزاته أن نتائجه لا تتأثر بمتوسط البيانات ولا بحجمها. (Linacre،1992). و دعمت نتائج التحليل الإحصائي باستخدام الجداول والأشكال البيانية الواردة في النتائج.

النتائج والمناقشة:

وكما تختلف درجات الحرارة من مكان لآخر، فإنها تختلف أيضاً من وقت لآخر يوميا وشهريا وفصليا وسنويا، أما الاختلافات اليومية فهي خارج نطاق هذا البحث، لذلك ستناقش النتائج حول الاختلافات الشهرية والفصلية والسنوية.

التغيرات الشهرية:

تختلف متوسطات درجات الحرارة من شهر لآخر. ويبين جدول رقم (1) المعدلات (معدل المتوسطات الشهرية خلال مدة الدراسة) والانحراف المعياري ومعامل التغير لمتوسطات درجات الحرارة الشهرية في مدينة عمان خلال مدة الدراسة 1923-1997م. ويلاحظ من الجدول أن اكثر الشهور حرارةً هو شهر آب بمعدل 25.437ºم وبانحراف معياري 1.11ºم ، بينما يعد شهر كانون الثاني أبرد الشهور بمعدل 7.881 ºم وبانحراف معياري 1.35 ºم . وبذلك يكون المدى الحراري السنوي في عمان 17.55º م. ويبين معامل التغير أن شهور موسم الأمطار (من تشرين الأول إلى أيار) أكثر تذبذبا في حرارتها من شهور موسم الجفاف (من حزيران إلى أيلول). ففي الصيف يكون التذبذب قليلاً إذ تكون درجات الحرارة مرتفعةً و متقاربةً، بينما يزداد التذبذب في فصل الشتاء للتفاوت الكبير نسبياً في درجات الحرارة. فأكبر تذبذب حدث في شهر شباط بمعامل التغير 19.2%. وأقله في شهر تموز بمعامل التغير 3.5%. وقد تبين من البيانات الشهرية أن أدنى متوسط شهري لدرجات الحرارة 3.9 ºم حدث

في شهر شباط عام 1959م، بينما تكرر حدوث أعلى متوسط 28 ºم في شهر آب في عامي 1956 و 1985 م.

جدول رقم 1 : المعدلات والانحرافات المعيارية ومعامل التغير للمتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في عمان للمدة 1923–1997 م.

	الشهر	المعدل ºم	الانحراف المعياري	معامل التغير	الشهر	المتوسط ºم	الانحراف المعياري	معامل التغير
1	7.881	1.35	17.2	7	25.126	0.88	3.5	
2	8.964	1.72	19.2	8	25.437	1.11	4.4	
3	11.715	1.61	13.8	9	23.556	1.10	4.7	
4	16.038	1.61	10.1	10	20.395	1.29	6.4	
5	20.581	1.43	7.0	11	14.769	1.58	10.7	
6	23.656	0.86	3.7	12	9.730	1.48	15.2	
				المتوسط السنوي	17.321	0.56	3.3	

وقد حسبت المدة الزمنية التي تزيد فيها درجات الحرارة على درجة معينة، كما هي في الجدول رقم(2) (انظر الطريقة: Conrad and Pollak، 1962، pp 164- 168). فتبين أن درجة الحرارة التي تزيد على 10 °م حصلت في المدة من بداية شهر آذار حتى منتصف كانون الأول وهي تعادل حوالي 75.9% من عدد أيام السنة، بينما التي زادت على 25 ºم حدثت خلال الفترة من منتصف تموز حتى 22 آب وهي تعادل 10.1% من أيام السنة. ويمكن توظيف ذلك في اختيار المحاصيل الزراعية الملائمة لهذه الظروف ، فالمحاصيل ذات صفر النمو 10 ºم مثل القمح والشعير يمكن زراعتها في المنطقة من منتصف كانون الأول إلى آخر شباط، وذات صفر النمو 15م مثل القطن والأرز يمكن زراعتها من أوائل نيسان إلى منتصف تشرين الثاني. ويستنتج أيضا أن المدة التي كانت فيها درجة الحرارة تقل عن 10 مْ محصورة بين منتصف كانون الأول وأواخر شباط. ومن البيانات الشهرية تبين أن عدد الأيام التي قل فيها متوسط درجة الحرارة عن 5 مْ كانت محدودة جدا.

جدول رقم (2) : المدة التي تزيد فيها درجات الحرارة على

10 ،15 ، 20، 25 مْ في مدينة عمان للمدة 1923-1997.

درجة الحرارة	المدة الزمنية	عدد الأيام	% من عدد أيام السنة
10<	12/14-2/27	277	75.9
15<	11/14-4/8	220	60.3
20<	10/18-5/13	156	42.7
25<	8/22-7/14	37	10.1

أما منحى تغير المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة فهي متباينة في الشدة من حيث التناقص أو التزايد. ويلاحظ من الجدول رقم (3) اتجاه نحو تناقص المتوسطات في معظم الشهور، بينما لوحظ تزايدها في شهور نيسان وحزيران وتموز وأيلول. ويختلف معامل الانحدارregression coefficient من شهر لآخر، فأكثرها كان في شهر تشرين الثاني (0.027-) ثم كانون الأول (0.015-)، واقلها كان في شباط (0.001-). ويبين الجدول قيم اختبار (ت) المنخفضة والتي تدل على ضعف الدلالة الإحصائية في جميع الشهور باستثناء شهري تشرين الثاني وكانون الأول. وبشكل عام إن شدة انخفاض متوسطات درجات الحرارة كانت أعلى من ارتفاعها، وكان ذلك السبب في تناقص متوسط درجات الحرارة في عمان.

جدول رقم (3): معامل الانحدار لمتوسطات درجات الحرارة الشهرية وقيمة اختبار (ت) في عمان للمدة 1923–1997م

الشهر	معامل الانحدار	قيمة ت	الشهر	معامل الانحدار	قيمة ت
1	-0.008	1.3	7	+0.004	0.8
2	-0.001	0.2	8	-0.002	0.4
3	-0.010	1.2	9	+0.002	0.4
4	+0.005	0.7	10	-0.009	1.3
5	-0.006	0.9	11	-0.027	3.4
6	+0.004	0.8	12	-0.015	1.9

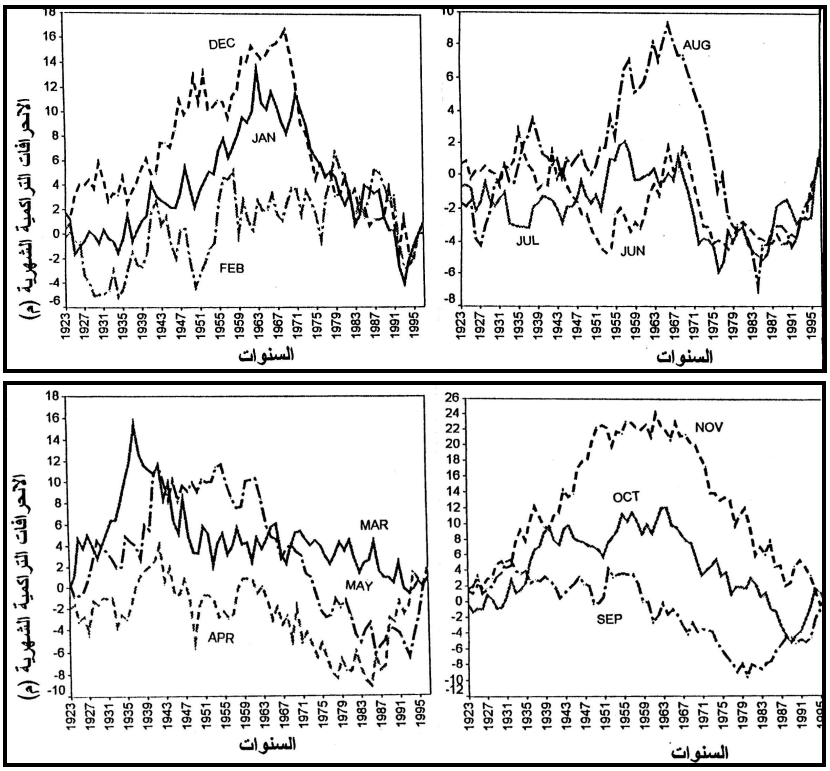
1.8	-0.005	السنوي			

يوضح شكل رقم (1) الـذي يمثـل أن منحنيـات الانحرافـات التراكميـة للمتوسطات الشهرية عن المعدل، اتجاه تغير متوسطات درجـات الحـرارة الـشهرية خلال مدة الدراسة. ويلاحظ أن هناك كثيراً من التـشابه بـين المنحنيـات. فنجـد أن المتوسطات تزايدت في معظم الشهور في العـشرينيات والثلاثينيـات والخمـسينيات والمدة الأخيرة منذ منتصف الثمانينيات. أما التناقص فقد حدث في فترات الأربعينيات والسبعينيات حتى منتصف الثمانينيات، وكان تزايدها في التسعينيات في جميع الشهور باستثناء شهري تشرين الثاني وكانون الأول. وأكثر الشهور تشابها من حيـث تغيـر المتوسطات هي تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني إذ تزايدت من العشرينات وخلال الستينيات ثم تناقصت من السبعينات حتى التسعينيات. و قد يعود تزايد درجات الحرارة خلال العقدين الأخيرين إلى تأثير ظاهرة الدفء و انتشار الملوثـات خاصـة تزايد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو.

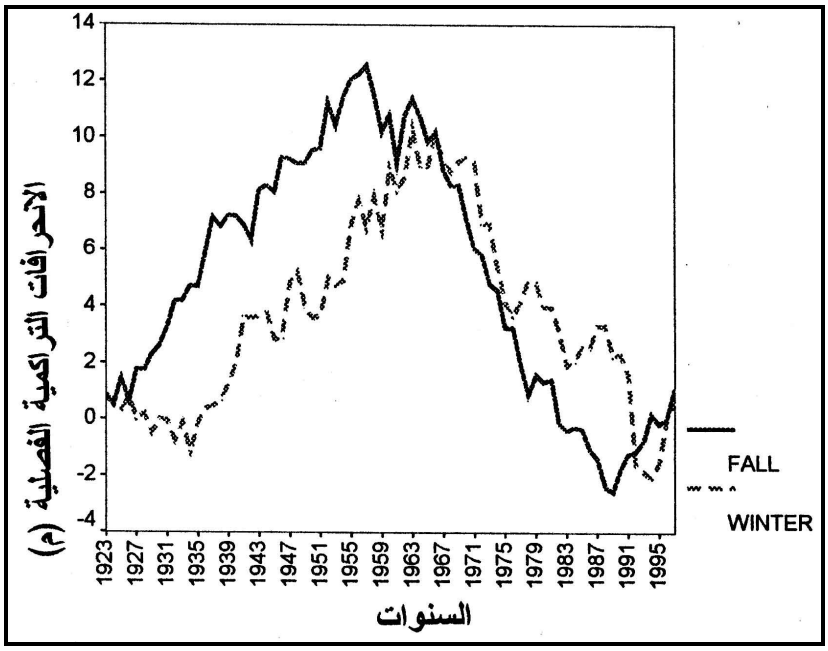
التغير الفصلي:

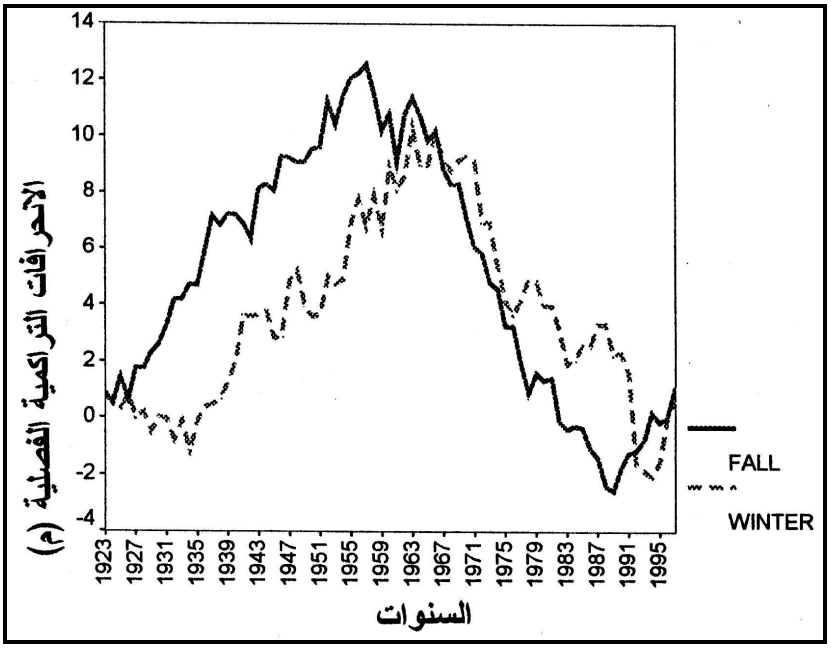
نجد من الجدول رقم (1) أن فصل الخريف أدفأ من فصل الربيـع، ففـصل الخريف لا يزال يتأثر بحرارة الكتل الهوائية المدارية الصحراوية الجافة بينما يتـأثر فصل الربيع أكثر بالكتل الهوائية الباردة نسبياً الشمالية المنشأ التي سيطرت في فـصل الشتاء. فشهر أيلول أدفأ من شهر أيار، وتشرين الأول أدفأ من نيسان، وتشرين الثاني أدفأ من آذار. ويبين الجدول (2) أن متوسط درجات الحرارة زاد علـى 25 °م فـي فصل الصيف (تموز وآب) و قل عن 10 °م في فصل الشتاء (كانون ثاني و شـباط). وتراوحت متوسطات درجات الحرارة بين 20-25 °م خلال النصف الثاني من فـصل الربيع و النصف الأول من فصل الخريف. و حدث أكبر تناقص في تلك المتوسـطات في فصل الشتاء بينما تزايدت في فـصل الـصيف (جـدول 3). ومـن شـكل (2) (الانحرافات التراكمية للمتوسطات الفصلية عن المعدل) يلاحظ اختلاف في اتجاه تغير

درجات الحرارة . فتزايدت المتوسطات في فصلي الخريف والشتاء حتى منتصف الستينيات، بينما كان التذبذب بين الزيادة والنقصان أكبر في فصلي الربيع و الصيف خلال المدة نفسها. كما ويلاحظ تناقص درجات الحرارة عام 1960م في الربيع والخريف وعام 1970 م في الصيف والشتاء. ويظهر من المعطيات المناخية أن التناقص استمر في الخريف والشتاء إلى بداية التسعينيات بينما توقف عند منتصف الثمانينيات في الربيع والصيف. وبشكل عام فإن شدة تناقص متوسطات درجات الحرارة في الخريف والشتاء قادت الاتجاه العام لتغير درجات الحرارة نحو التناقص في عمان.



شكل رقم 1 : الانحرافات التراكمية للمتوسطات الشهرية عن المعدل في عمان خلال مدة الدراسة.





شكل رقم 2: الانحرافات التراكمية للمتوسطات الفصلية عن المعدل في عمان خلال مدة الدراسة.

التغير السنوي :

يبين الشكل رقم (3) التذبذب السنوي في متوسطات درجات الحرارة ومنحنى المتوسطات المتحركة (طول المدة 9 سنوات) في محطة عمان للمدة 1923-1997 م، ويلاحظ من الشكل الاختلافات الكبيرة في المتوسطات من سنة إلى أخرى، إذ كان تناقص المتوسطات عن المعدل (-1.3 °م) أكبر من تزايدها (+1 °م). ومن نتائج تحليل خط الانحدار تبين أن اتجاه تغير متوسط درجات الحرارة في تناقص، وبلغ معامل الانحدار (-0.005) (قيمة ت=1.8) خلال مدة الدراسة.

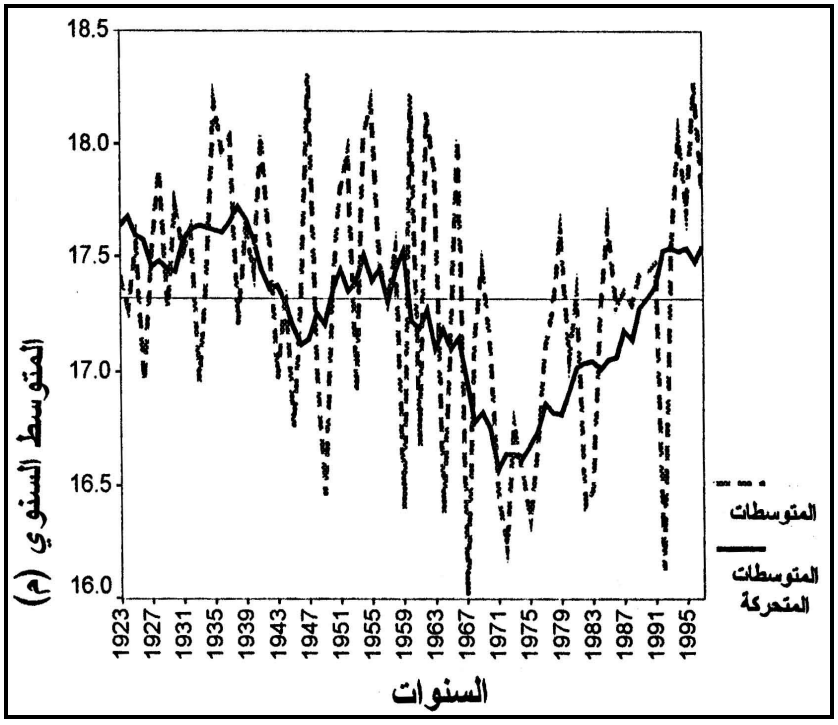
و يمكن بوضوح أكبر ملاحظة اتجاه تغير درجات الحرارة من منحنى المتوسطات المتحركة. و يظهر تناقص درجات الحرارة في العشرينيات و الأربعينيات و الستينيات، وتزايدها خلال الفترات الأخرى في الثلاثينيات و الخمسينيات و من منتصف الثمانينيات حتى 1997 م. ويلاحظ من الشكل أن تغير درجات الحرارة حدث على شكل موجتين في المدة قبل عام 1960م. امتدت الأولى من 1923 م إلى 1938 م و الثانية من 1938 إلى 1958م. و كان تغير درجات الحرارة قليلاً، و ظلت المتوسطات أعلى من المعدل في الموجة الأولى، إذ تناقصت من 17.68 °م عام 1924 م إلى 17.43 °م عام 1930 م، ثم ارتفعت إلى 17.72 °م عام 1938م، و بمدى وصل إلى 0.3 °م. وتضاعف المدى إلى 0.6 °م في الموجة الثانية إذ كان التغير أكبر من الأولى، فانخفضت المتوسطات إلى 17.12 °م في 1946 م ثم عادت و ارتفعت إلى 17.53 °م عام 1959م.

أما الفترة بعد عام 1960 م فتتمثل بوجود موجة واحدة مع ملاحظة ازدياد شدة التغير مقارنة بالفترة الأولى قبل 1960 م ، فانخفضت المتوسطات من 17.53 °م عام 1959 م إلى 16.57 °م عام 1971م وبمدى 1 °م ، ثم تزايدت بالشدة نفسها لتصل إلى 17.54 °م في 1995 م. ويتوافق تزايد درجات الحرارة بعد 1971 م مع تزايدها في كثير من المناطق في العالم وخاصة انتشار حدوث الجفاف الذي أصاب كثيراً من المناطق مثل منطقة الساحل The Sahelجنوب الصحراء الكبرى.

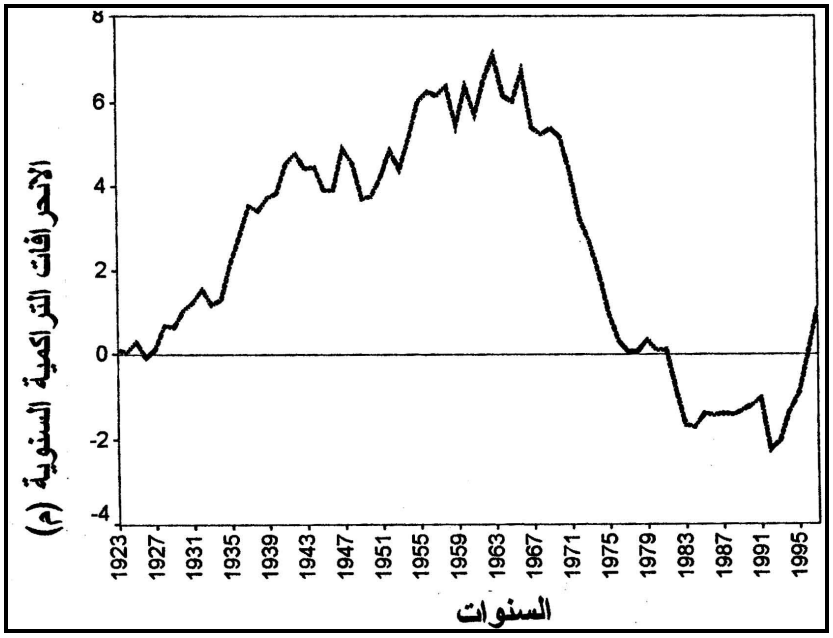
ويلاحظ من الشكل رقم (4) اتجاه التزايد التدريجي في متوسطات درجات الحرارة من العشرينيات حتى 1968م، إذ ارتفعت في هذه المدة (35 سنة) عن معدل الانحراف بنحو0.13. °م ثم تبعها تناقص أكثر شدة حتى منتصف الثمانينيات إذ انخفضت بنحو 0.44 °م ، وهي أكثر من ثلاثة أضعاف الزيادة التي حصلت في المدة السابقة. وتزايدت متوسطات درجات الحرارة منذ منتصف الثمانينيات وخلال التسعينيات. إن تزايد المتوسطات منذ منتصف الثمانينيات في عمان يشابه ما حصل

على مستوى العالم، فقد سجلت في هذه الفترة 7 سنوات من أشد السنوات حرارة في القرن العشرين، وهي 1987، 1988، 1989، 1990، 1991، 1994، 1995.(Singer، Houghton &1997، 199).

ولقد تبين أن متوسطات درجات الحرارة زادت على المعدل في 41 سنة من مدة الدراسة (75 سنة) بينما قلت على المعدل في 34 سنة. وبالرغم من أن عدد السنوات التي زادت فيها درجات الحرارة عن المعدل أكبر، إلا أن اتجاه الحرارة كان نحو الانخفاض في عمان (معامل الانحدار = −0.005) ، وذلك لأن شدة التناقص كانت أكبر من التزايد. فالتناقص المحلي في عمان يختلف عن الاتجاه العالمي إذ زاد معدل درجة حرارة الأرض 0.5 °م خلال القرن العشرين (Jones، Singer& 1994 ، 1997) . فاتجاه تغير درجات الحرارة ليس متشابها في أقاليم العالم المختلفة، بينما لم يطرأ تغير في منطقة الشرق الأوسط خلال القرن العشرين، زادت بمعدل 2- 1 °م في وسط آسيا(Pilifosova، 1997). ولقد رأى شحادة (1978) اتجاه تناقص متوسطات درجات الحرارة في عدة مدن في بلاد الشام مثل دمشق واللد وحلب وبيروت، واستنتج معامل الانحدار في عمان (−0.023) للمدة 1923−1976م وهو أكبر من مقدار القيمة الحالية (−0.005). ويدل ذلك على تزايد في متوسطات درجات الحرارة في عمان منذ الثمانينيات ، ولكنه لم يكن كافياً لتغير الاتجاه العام. و لكن إذا استمر ارتفاع معدلات درجات الحرارة في مطلع القرن الواحد والعشرين كما حدث في أواخر القرن العشرين، فمن المتوقع أن ينعكس إتجاه تغير درجات الحرارة نحو التزايد بدل التناقص الذي ساد خلال القرن العشرين. ومن ذلك يمكن ملاحظة وجود دورية حرارية مدتها حوالي 10-14 سنة.



شكل رقم 3: الذبذبات السنوية لمتوسطات درجات الحرارة والمتوسطات المتحركة في عمان خلال مدة الدراسة



شكل رقم 4: الانحرافات التراكمية للمتوسطات السنوية عن المعدل في عمان 1997.

التهطال السنوي:

يوضح الشكل رقم 5 التذبذبات السنوية في كميات التهطال و منحنى المتوسطات المتحركة (9–سنوات) في مدينة عمان خلال مدة الدراسة. و يلاحظ من الشكل التباين الكبير في كميات التهطال من سنة إلى أخرى، إذ بلغ الانحراف المعياري 92 ملم عن المعدل 270 ملم. ولقد كانت كميات التهطال السنوية أقل من المعدل خلال 42 سنة، أي 54% من مدة الدراسة (78 سنة)، بينما زادت على المعدل في 36 سنة (46%). وتراوحت كميات التهطال من 98 ملم عام 1995م إلى 476 ملم في عام 1938م، و قد وصل مقدار التزايد إلى أكثر من انحرافين معياريين

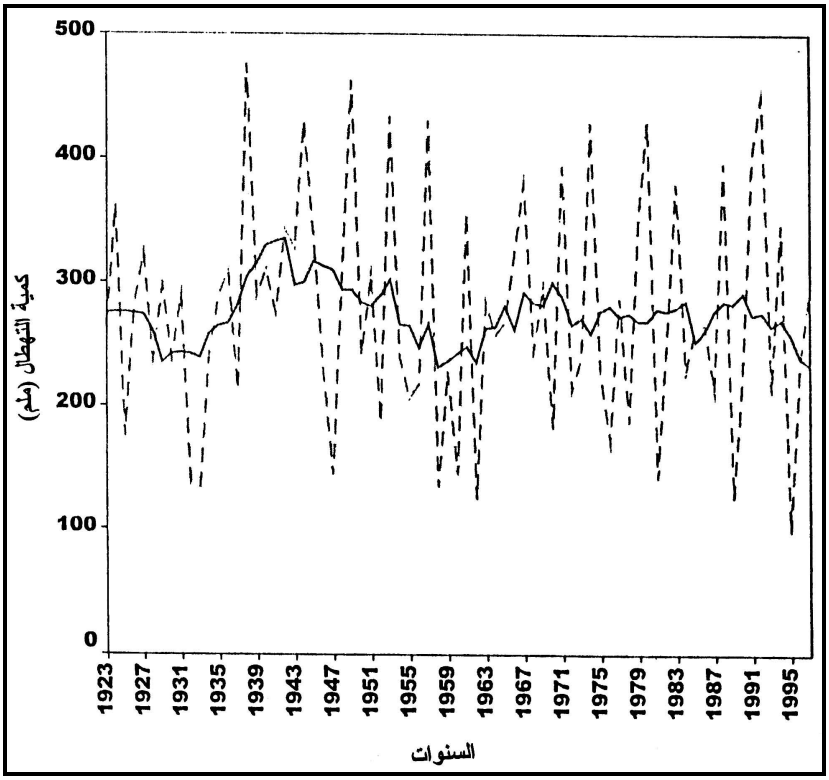
(184 ملم). وتبين أن الاتجاه العام لكميات التهطال كان نحو التناقص، إذ كانت درجة تغير خط الانحدار البسيط −1.73 (قيمة ت=1.45). وبذلك يكون تناقص كميات التهطال السنوية أكبر من تناقص المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة.

و يظهر التباين في اتجاه تغير كميات التهطال السنوية خلال مدة الدراسة من منحنى المتوسطات المتحركة (شكل 5). فيلاحظ تزايدها خلال المدة من أوائل العشرينيات إلى بداية الأربعينيات، و تلا ذلك تناقص ملحوظ خلال الأربعينيات و الخمسينيات، ثم تزايدت كميات التهطال من نهاية الخمسينيات حتى نهاية الستينيات. ولا يظهر اتجاه واضح في تغير التهطال خلال السبعينيات و الثمانينيات باستثناء عام 1982م التي شهدت أقل كمية تهطال منذ بداية الستينات. أما في عقد التسعينيات فلقد تناقصت كميات التهطال و تناقضاً كبيراً، إذ سجلت أدنى حد لها في عام 1995م.

وبمقارنة تغير متوسطات درجات الحرارة (شكل 3) بكميات التهطال السنوية (شكل 5) فإنه يمكن ملاحظة أن لا علاقة ثابتة و منتظمة بينهما. فتناقص كميات التهطال خلال الأربعينيات و الخمسينيات رافقه تناقص في درجات الحرارة خلال الأربعينيات وتزايد خلال الخمسينيات. وكذلك فإن تزايد درجات الحرارة في التسعينيات صاحبه تناقص في كميات التهطال. فالعلاقة إيجابية في بعض الفترات وسلبية في فترات أخرى.

إن التقلبات الكبيرة في كميات التهطال و الحرارة من سنة إلى أخرى تحول دون اكتشاف تغيرات منتظمة فيها. و لكن كما لوحظ وجود دورية حرارية مدتها حوالي 10 سنوات، فإنه يمكن ملاحظة وجود دورية لكميات التهطال مدتها حوالي 20 سنة، الأولى في عقدي العشرينيات و الثلاثينيات و الثانية في عقدي الأربعينيات و الخمسينيات. لذلك قد يمتد تناقص التهطال الذي بدأ في التسعينيات إلى العقد الأول من القرن الواحد والعشرين. و إذ تبين أن هناك علاقة بين الدورية الحرارية و دورة البقع

الشمسية الصغرى (11 سنة)، فربما هناك علاقة بين دورية التهطـــال و دورة البقـــع الشمسية المضاعفة (21 سنة).



شكل رقم 5: الذبذبات السنوية (---) والمتوسطات المتحركة (____) لكميات التهطال في عمان خلال مدة الدراسة.

الخاتمة :

من تحليل النتائج و بشكل عام يلاحظ أن هناك دورية مدتها نحو عشر سنوات في تغير درجات الحرارة، و دورية مدتها نحو عشرين سنة لتغير كميات التهطال. و قد يكون التذبذب في متوسطات درجات الحرارة والتهطال ناتجاً عن التلوث الجوي أو عن أسباب أو تغيرات فيزيائية طبيعية تحدث في الغلاف الجوي غير مفهومة حتى الآن. وعلى الرغم من ارتفاع متوسطات درجات الحرارة خلال الثمانينيات والتسعينيات التي شهدت عدداً من السنوات الحارة، إلا أن عمان شهدت اتجاهاً نحو التناقص. ووجد أن شدة التناقص تقل تدريجيا، فإذا ما تكررت سنوات الجفاف على النمط نفسه فقد يتحول الاتجاه نحو تزايد متوسطات درجات الحرارة خلال السنوات القليلة القادمة. ولكن شدة التناقص الشهري والفصلي سببت التناقص السنوي في متوسطات درجات الحرارة في عمان خلال القرن العشرين، وكذلك تناقصت كميات التهطال .

المراجع

- شحادة، نعمان، 1978: الاتجاهات العامة والحديثة للحرارة في بلاد الشام، دراسات المجلد 5، العدد 2، ص41 – 74.
- شحادة، نعمان، 1990: مناخ الأردن، دار البشير، عمان.

* شرف عبد العزيزطريح،1997: التلوث البيئـــي: حاضـــره ومـــستقبله، مركـــز الاسكندرية للكتاب.

* المنيف، ماجد عبد الله، 1997: البيئة العالمية والتغير المناخي وآثارها الاقتصادية، مجلة العلوم الاجتماعية/ جامعة الملك سعود ، المجلد 25، العدد 4، ص57 – 83.

* Conrad، V. And L.W. Pollak ، 1962: Methods in Climatology، Second Edition، Harvard University Press.

* Elagib، Nadir A. and M. G. Mansell، 2000: Recent Trends And Anomalies in Mean Seasonal And Annual Temperatures Over Sudan، Jour. Arid Environment.، 45، 263-288.

* Hansen، J. and S. Lebedeff، 1987: Global Trends of Measured Surface Air Temperature، Journal of Geophysical Research، 92، 13345 - 72.

* Houghton، John، 1994: Global Warming، Lion Publishing، N. Y .

* Idso، S. B.، 1984: What if Increases in Atmospheric CO2 Have an Inverse Greenhouse Effect? I. Energy Balance Considerations Related to Surface Albedo، Jour. of Climatology، vol. 4، 399-409.

* Jepma، C. and M. Munasinghe،1998 : Climate Change Policy، Cambridge University Press، London.

* Jones، P. D.، 1994: Hemispheric Surface Air Temperature Variations a Reanalysis And an Update to 1993، Journal of Climate، 7: 1794 – 1802

* Kandel، Robert، 1992 : Our Changing Climate، McGraw-Hill، Inc.، N. Y.

* Kellogg، William، 1987: Mankinds Impact on Climate : The Evolution of an Awareness، Climate Change، 10، pp. 113-136.

* Lamb، H. H.، 1981 : Climatic Change And Food Production: Observation And Outlook in The Modern World، The Geo. Journal، Vol. 5. No.2.

* Linacre، Edward، 1992 : Climate Data and Resources، Routledge، London

* Lindzen، Richards، 1990 : Some Coolness Concerning Global Warming، Bull. Amer. Meteor. Soci.، Vol. 71، No. 3 ، pp 288-299.

* Mitchel، J. M.، 1963: On The World -Wide Pattern of Secular Temperature Change، In Changes of Climate، Arid Zone Research 20، Unesco، pp. 161-181 .

* Pearce، F. ، 1994 : Not Warming، But Cooling، New Scientist، 9 July، pp. 37-41

* Pilifosova، O.، 1997: Middle East And Arid Asia، in the Regional Impacts of Climate Change، ed.، by Watson، et. al.، WMO.

* Rosenan، N. ، 1963 : Climatic Fluctuations In The Middle East During the Period of Instrumental Record، In Changes of Climate، Arid Zone Research، 20، Paris : Unesco، pp. 67-73 .

* Singer، Fred S.، 1997 : Hot Talk Cold Science، The independent، Oakland Institute.

* Wigley، T.، et. al.، 1980 : Scenario for A Warm High-Co2 World، Nature، Vol. 283، 17-21.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2001/7/8.