اتجاهات التغير في درجات الحرارة في مصر خلال أحد عشر عِقداً (١٩٠١/٢٠١٠)

المؤتمر الدولي " البيئة والسكان والتنمية في دول العالم الإسلامي " جامعة الأزهر ١٣-١٥ ديسمبر ٢٠١٦

مقدمة

تعد درجة الحرارة من أهم العناصر المناخية سواء على المستوى المحلي أو العالمي. إذ تتحكم في توزيعات نطاقات الضغط الجوي، ومن ثم الدورة العامة للرياح، فضلاً عن الرياح المحلية والموسمية التي تنشأ نتيجة لتباين درجات الحرارة فيما بين اليابس والمسطحات المائية. وتصنف الكتل الهوائية وفقاً لدرجات الحرارة ، فهناك الكتل القطبية وتقابلها الكتل المدارية.

وفي وقتنا الحاضر ، أصبحت الدراسات والمقالات المناخية الأكثر انتشاراً بين فروع العلم الحديث. إذ أصبحت المناقشات والتقارير الخاصة بظاهرة الدفء العالمي ، تغير المناخ ، تأثيرات ظاهرة النينو تتصدر الصحف، والبرامج التليفزيونية ، بل والأفلام الأكثر روجاً والأعلى إيرادات في دور العرض الأجنبية. ويمكن إدراك أهمية المناخ حينما يتم الإعلان عن منح الهيئة الدولية لتغير المناخ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) جائزة نوبل للسلام [John.J.Hidore&Others,2010].

وإذا كان تغير المناخ وتحديداً اتجاهات التغير في درجات الحرارة أحد أهم مجالات البحث العالمية لما لها من تأثيرات واسعة على حياة الإنسان ورفاهيته والأنشطة البشرية ، فإن الوضع في مصر لا يختلف كثيراً([1]).

وتعتبر تقلبات الطقس الطارئة وتغيرات المناخ خاصةً تلك التي ترتبط بدرجات الحرارة هي الأكثر كلفة لكونها تؤثر في النشاط البشري ومن ثم الاقتصاد القومي ، كما وقد تؤثر في السلوكيات الاجتماعية للمواطنين لما تفرضه من أستخدام كثيف للأجهزة الكهربائية بهدف تعديل الطقس ، فضلاً عن تدبير نفقاته . هذا ويتغير

[1] -تشير التقديرات الاقتصادية على سبيل المثال إلى أن الدخل القومي لكندا يفقد ١٢ بليون دولار كندي / سنوياً للإنفاق على وسائل التكيف مع الطقس والمناخ بالاضافة لحوادث الطرق الناتجة عن سوء الأحوال الجوية Adrey,J. & others (2001),

المناخ الأقليمي والعالمي من سنة إلى أخرى ومن عقد إلى آخر وفقاً للتقلبات الطبيعية Natural Fluctuation في النظام المناخي Climate System[٢] .وتغير المناخ عبارة عن حدوث تغير واضح في خصائص متوسطات أحد عناصر المناخ [٣] يتبعها تغير في الملامح البيئية والأنشطة البشرية [فليبو ، ٢٠٠٩ ، ص ٤٣].

هذا ، وبدراسة اتجاه التغير في درجة الحرارة في مصر خلال القرن العشرين وأوائل القرن الحادي والعشرين ، يتضح الاختلاف في مقدار هذا التغير [٤] واتجاهه من عِقد لآخر[٥] ومن سنة لأخرى[٦] .

وتهدف هذه الورقة البحثية إلى رصد تذبذب درجات الحرارة وتقلباتها، ومن ثم تحديد الاتجاه العام لتغير درجات الحرارة في مصر خلال القرن العشرين والعِقد الأول من القرن الحادي والعشرين (١٩٠١ / ٢٠١٢).

وقد اعتمدت الدراسة على سجلات لدرجات الحرارة في مصر بصفةٍ عامة دون تحديد لمحطات الرصد لأن أغلبها بدأ الرصد في أقدمها أواخر الثلاثينيات وأوائل الأربعينيات. وهكذا، فإن بيانات درجات الحرارة المتاحة هي بيانات لمتوسطات

---

[٢] - قد جاء في تقرير المنظمة العالمية للأرصاد الجوية في العدد الصادر في يوليو ١٩٩٩ في دراسة عن التغير في نظام المناخ العالمي أن أعلى درجة حرارة قد تم تسجيلها في كل من كندا وقبرص واليونان . كما أعلنت هذه الدراسة أن أعلى درجة حرارة للأرض قد سجلت خلال سنة ١٩٩٨ منذ ١٣٩ سنة ، وقد بلغ متوسط الارتفاع في درجة الحرارة العالمية ٠.٥٧ْم . وأن الفترة خلال عامي ١٩٧٧ / ١٩٩٧ قد شهدت أسرع معدل ارتفاع في درجات الحرارة [محمود ، أكتوبر ١٩٩٩ ص ١٠] . ويرى البعض إنه من واقع التحليلات التي أجرتها المراكز المناخية الرئيسية أن ، المتوسط العالمي لدرجة الحرارة خلال عام ٢٠٠٦ كان أعلى من المعدل السنوي للفترة ١٩٦١/١٩٩٠ على المستوى العالمي ، وقدبلغ في حده الأدنى ٠.٤٢ْم ، وبلغ في حده الأقصى ٠.٥٤ْم [الجعفري ، ٢٠٠٧ ، ص ٢٥]

[٣] - مما يعني عدم تأثير تغيرات الطقس في تغير المناخ ، ومن ثم تنقطع العلاقة السببية بين تغير المناخ وفقاً لتغير الطقس بحيث لا يتبع تغير الطقس حدوث انتقال من اقليم مناخي إلى آخر قد يكون نقيضه مثل الانتقال من مناخ معتدل إلى مناخ حار أو العكس . وأن تغير المناخ يعني الانتقال من اقليم مناخي لآخر شريطة أن يستمر ذلك لفترات زمنية طويلة . وهذا ما يميز التغير المناخي Climatic Change عن اختلاف المناخ Climatic Variability الذي قد يحدث من سنة إلى أخرى .[المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، مركز هادلي Hadley للأرصاد الجوية البريطانية ، وحدة بحوث المناخ ، جامعة East Anglia ، المملكة المتحدة ، ٢٠٠٦] .

[٤] - قد تم تحديد مقدار التغير في درجات الحرارة في كل محطة على حدة من خلال المعادلة التالية : مقدار التغير بالدرجات المئوية= درجة الحرارة في بداية مدة الدراسة - درجة الحرارة في نهاية مدة الدراسة / عدد سنوات الدراسة [الصالح ، ١٩٧٩ ص ١٣٦] [إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٤٣ – ٢٦٠]. أما اتجاه التغير فقد تم من خلال حساب المتوسطات المتحركة الثلاثية ، وقد تم تمثيلها في خط الاتجاه [أبو راضي ، ١٩٨٣] .

[٥] - يتضح من واقع التحليلات التي أجرتها المراكز المناخية الرئيسية أن المتوسط العالمي لدرجة الحرارة خلال عام ٢٠٠٦ كان أعلى من المعدل السنوي للفترة ١٩٦١/١٩٩٠ على المستوى العالمي بما يتراوح بين ٠.٤٢ْم – ٠.٥٤ْم [الجعفري ، أكتوبر ٢٠٠٧ ، ص ص ٢٢-٢٩] .

[٦] - يتضح من واقع التحليلات التي أجرتها المراكز المناخية الرئيسية أن المتوسط العالمي لدرجة الحرارة خلال عام ٢٠٠٦ كان أعلى من المعدل السنوي للفترة ١٩٦١/١٩٩٠ على المستوى العالمي بما يتراوح بين ٠.٤٢ْم – ٠.٥٤ْم [الجعفري ، أكتوبر ٢٠٠٧ ، ص ص ٢٢-٢٩] .

درجات الحرارة الشهرية خلال سنوات الدراسة. وقد استندت على بيانات مواقع الشبكة الدولية الأنترنت المعنية برصد العناصر المناخية والظواهر الجوية وهي

http://en.tutiempo.net/climate/egypt.htmml

http://meteociel.fr/modeles/archives/

ويمكن تتبع التغيرات في درجات الحرارة على عدة محاور:

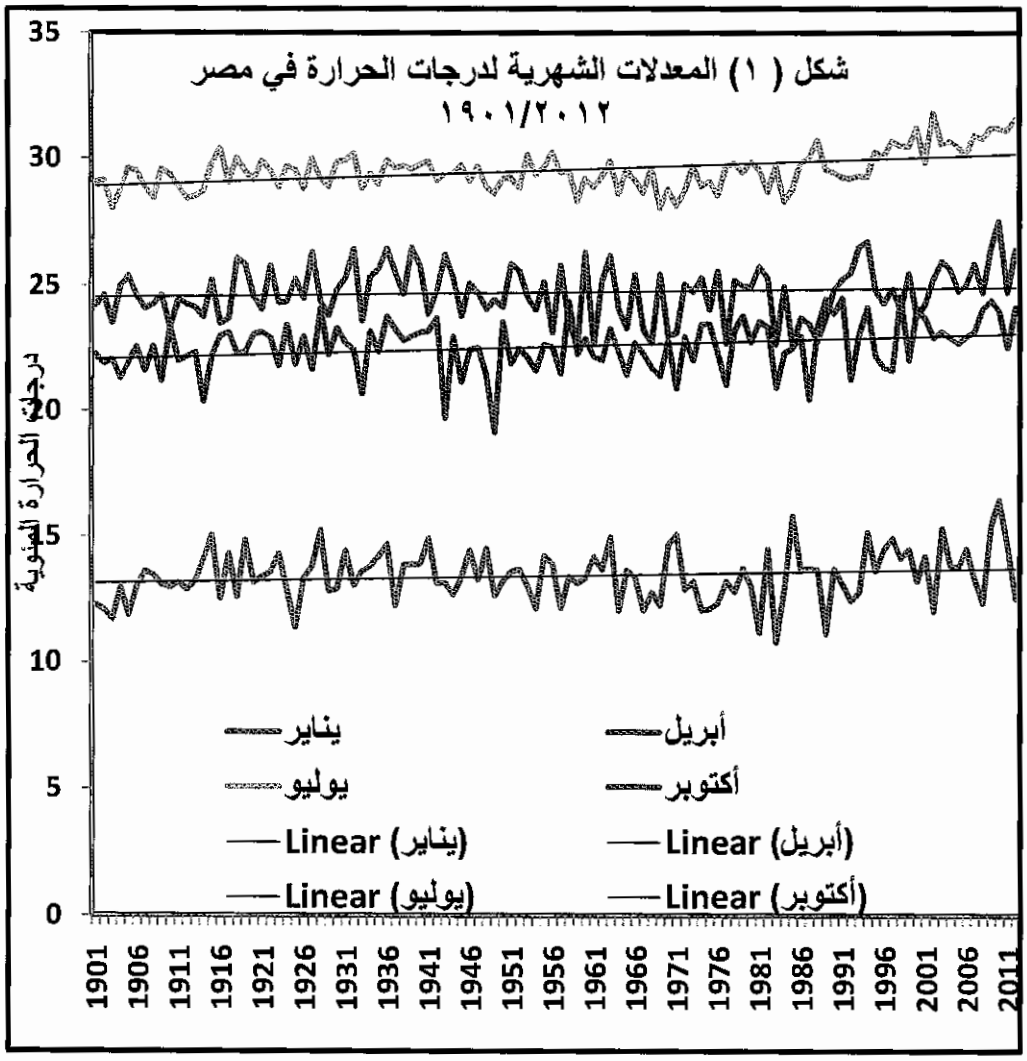
١. المعدلات الشهرية
٢. المعدلات الفصلية
٣. المعدلات السنوية
٤. المعدلات خلال عقود سنوات الدراسة (١٩٠١/١٩١٠)

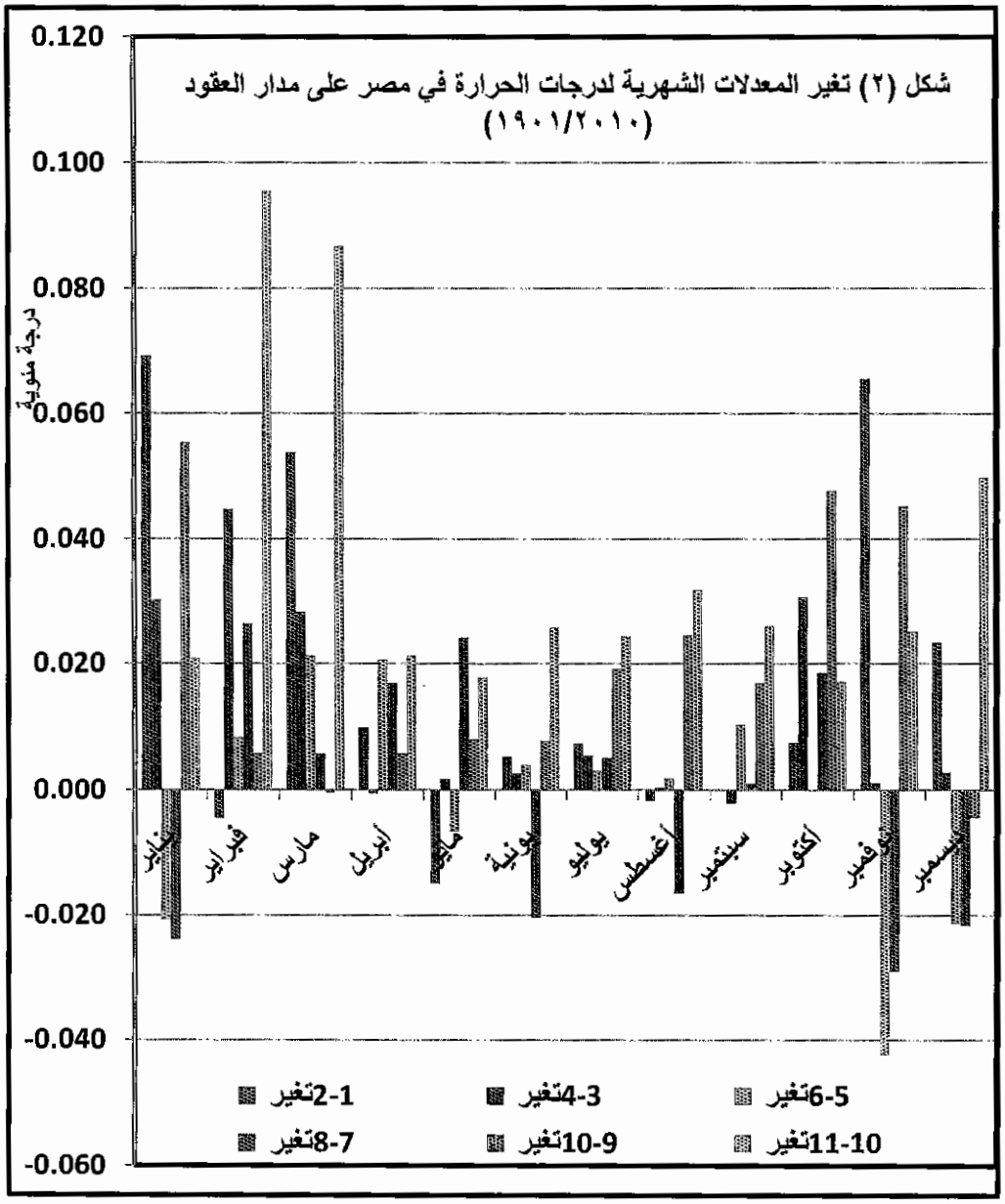
١ – التغير في المعدلات الشهرية

(١ – ١) التغير في معدلات شهور الشتاء

يمكن تتبع التغيرات الشهرية لمعدلات درجة الحرارة خلال ١١٠ سنة (١٩٠١/٢٠١٠) ، بتتبع التغيرات في المعدلات الشهرية لأربعة شهور تمثل الفصول الأربعة. وقد بلغ أقل معدل لدرجة الحرارة لشهر يناير "فصل الشتاء" ١٢.٧١١ م خلال العقد الأول (١٩٠١/١٩١٠) ، ليرتفع ليبلغ أعلى معدل ١٤.١٢٦ م خلال العقد الحادي عشر (٢٠٠١/٢٠١٠)، بينما المعدل العام خلال سنوات الدراسة بلغ ١٣.٤٣٢ م، ممثلاً بذلك أقل انحراف معياري بين شهور السنة.وهكذا يمثل شهر يناير أقل القيم والمعدلات مقارنةً بشهر فبراير وشهر ديسمبر. وتأخذ معدلات شهر يناير ذات الاتجاه نحو الارتفاع كغيرها من شهور الشتاء(شكل (١)) .وقد تميز التغير في المعدلات الشهرية ليناير أنها في مجملها تغيرات بالقيم الموجبة باستثناء التغير في العقد الثامن مقارنة بالعقد السابع، إذ بلغ مقدار التغير السالب (-٠.٠٢٤ م) ، وكذلك التغير السالب الثاني ، وإن كان أقل في قيمته وحدث في العقد السادس مقارنة بالعقد الخامس، إذ بلغ (-٠.٠٢٤ م) . وهكذا يتماشى اتجاه التغير[٧] لمعدل درجة الحرارة لشهر يناير مع شهر ديسمبر، بينما اقتصر التغير السالب في شهر فبراير على العقد الأول بقيمة تغير بلغت (-٠.٠٠٤ م)الشكل(٢).

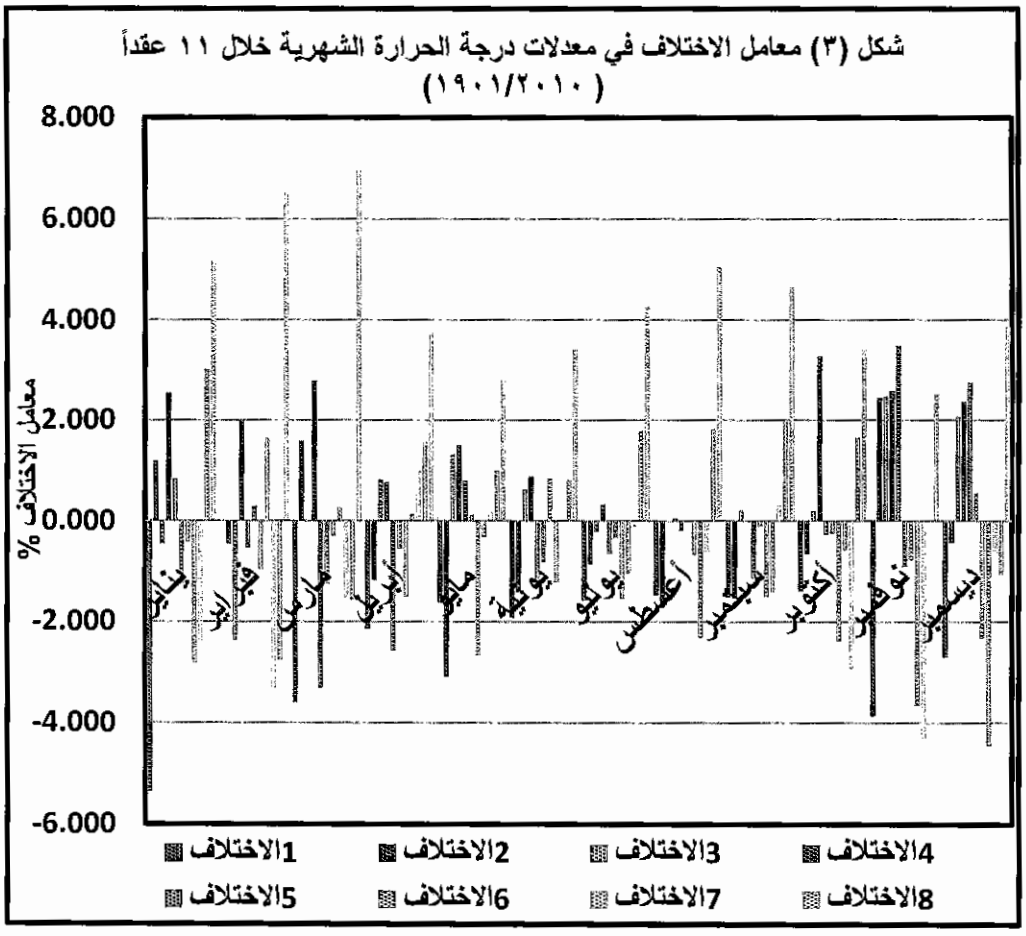
[٧] - مقدار التغير الفصلي في درجات الحرارة فيما بين عقود الدراسة = (معدل درجة الحرارة الفصلية خلال العقد - معدل درجة الحرارة الفصلية خلال العقد السابق) / معدل درجة الحرارة الفصلية خلال العقد السابق


شكل (١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في مصر
١٩٠١/٢٠١٢
درجات الحرارة المئوية
35
30
25
20
15
10
5
0
1901
1906
1911
1916
1921
1926
1931
1936
1941
1946
1951
1956
1961
1966
1971
1976
1981
1986
1991
1996
2001
2006
2011
يناير
أبريل
يوليو
أكتوبر
Linear (يناير)
Linear (أبريل)
Linear (يوليو)
Linear (أكتوبر)



وقد انخفضت المعدلات الشهرية خلال فصل الشتاء مقارنة بالمعدل العام، فانعكس ذلك على قيم معامل الاختلاف السالبة خلال العقد الأول (١٩٠١/١٩١٠)، ليبلغ حدها الأقصى خلال شهر يناير (-٥.٣٦٤ %) ، مقابل (-٢.٧٠٨ %) لشهر ديسمبر ، وأقلها خلال شهر فبراير (-٠.٠١٦ %). إذ بلغت معدلات الشهور الثلاث ١٢.٧م ، ١٥.٠م، ١٤.٥م لينار وفبراير وديسمبر بالتوالي. كما ارتفع معامل

الاختلاف بالسالب خلال العقد الثامن (١٩٧١/١٩٨٠)، ليبلغ حده الأقصى في شهر ديسمبر (- ٤.٤٥٦ %) كنتيجة لانخفاض المعدل الشهري إلى ١٤.٢ْم مقابل ١٤.٨٨ْم كمعدل عام. وقد تميز شهر فبراير فقط بمعامل اختلاف موجب بلغ ١.٦٤٢ %، كما يتضح في شكل (٣). وقد ارتفعت معدلات شهور فصل الشتاء خلال العقد الحادي عشر (٢٠٠١/٢٠١٠) مقارنةً بالمعدل العام على مدى أحد عشر عقداً. وقد اتضح ذلك في قيم التغير الموجبة (شكل ٢) وقيم معامل الاختلاف[٨] الموجبة (شكل ٣)، خاصةً في شهر فبراير إذ بلغ (٦.٥٢٤ %).



[٨] - معامل الاختلاف للمعدل الفصلي خلال العقد = (معدل درجة الحرارة الفصلية خلال العقد – المعدل الفصلي العام خلال عقود الدراسة) ÷ المعدل الفصلي العام خلال عقود الدراسة × ١٠٠

(١ –٢) التغير في معدلات شهور الربيع

تتميز معدلات درجة الحرارة لشهور الربيع خلال العقد الأول (١٩٠١/١٩١٠) بانخفاضها مقارنة بالمعدل العام على مدى أحد عشر عقداً. وقد انعكس ذلك على معامل الاختلاف بالقيم السالبة فبلغت حدها الأعلى في مارس (-٣.٦٠٢ %)، يليه أبريل (-٢.١٤٨ %)، وأخيراً مايو (-١.٦٢٥ %). وقد شهر مايو أعلى معامل اختلاف سالب (-٣.٠٩٦ %) خلال العقد الثاني (١٩١١/١٩٢٠) ، ليقترب من مثيله في شهر مارس خلال العقد الخامس (١٩٤١/١٩٥٠) كما يتضح في شكل (٣). وقد تميز العقد الحادي عشر (٢٠٠١/٢٠١٠) بمعامل اختلاف موجب يصل حده الأقصى في مارس (٦.٩٦٨ %)، وحده الأدنى في مايو (٢.٧٩١ %) كنتيجة لارتفاع المعدل الشهري ليبلغ ٢٣.٤ ْم ، و٢٧.٣ ْم لكلٍ منهما بالتوالي كما يتضح في شكل (٣). وقد تميزت شهور الربيع بتغير موجب في أغلبه خاصةً خلال التغير في العقد الحادي عشر مقارنة بالعقد العاشر (شكل ٢). ويعكس خط الاتجاه الحالي والمتوقع لدرجات الحرارة خلال شهر أبريل بكونها تتجه نحو الارتفاع بصفةٍ عامة.

(١ –٣) التغير في معدلات شهور الصيف

تتقارب معدلات درجات الحرارة خلال شهور الصيف ، إذ تبلغ ٢٨.٩٢ ْم، ٢٩.٤٨٥ ْم، و ٢٩.٥٦٥ ْم لشهر يونيو، يوليو و أغسطس على التوالي. كما تتقارب المعدلات الشهرية خلال العقود .وقد انعكس ذلك على معدلات قيم الانحراف المعياري على مدى ١١٠ سنة، إذ تبلغ ٠.٤٤٤ ، ٠.٥٠١، ٠.٥٩٢ للشهور الثلاث بالتوالي. وقد انحصر التغير السالب في في أغسطس في العقد الثاني مقارنةً بالعقد الأول (-٠.٠٠٢ ْم)، وفيما بين العقد الثامن مقارنةً بالعقد السابع (-٠.٠١٧ ْم) . ثم توالت التغيرات الموجبة في المعدلات الشهرية لتبلغ حدها الأقصى خلال العقد الحادي عشر كما يتضح في شكل (٢). وتتميز معدلات شهور الصيف بتقاربها على مدار ١١٠ سنة ، فانعكس ذلك على منحنى درجة الحرارة لشهر يوليو كمثال لشهور الصيف كما يتضح في شكل (١). ويشير خط اتجاه الحرارة خلال شهر يوليو باتجاه المعدلات نحو الارتفاع خلال سنوات الدراسة ، وكذلك الحال بالنسبة للاتجاه المتوقع.

(١ – ٤) التغير في معدلات شهور الخريف

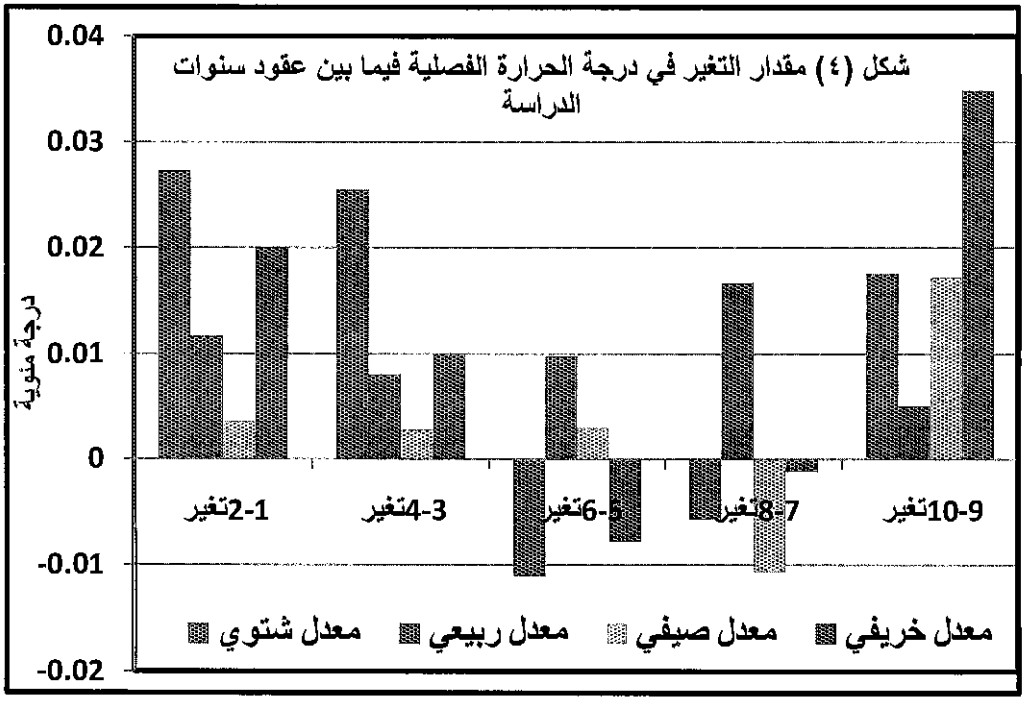
تتقارب معدلات درجة الحرارة خلال شهور فصل الخريف بصفة عامة مع مثيلتها لفصل الربيع كفصلين انتقاليين. وتتميز المعدلات الشهرية بالتذبذب الشديد على مدار ١١٠ سنة مثلها في ذلك مثل شهور فصل الربيع كما يتضح من منحنى الحرارة لشهر أكتوبر مقارنةً بشهر يناير " فصل الشتاء " وكذلك شهر يوليو " فصل الصيف"في شكل (١). وقد انعكس ذلك التذبذب في معدلات درجة الحرارة على معامل الاختلاف.إذ تميز العقد الأول بمعامل اختلاف سالباً ، بلغ حده الأعلى في شهر نوفمبر (-٣.٨٦٣ %)، مقابل حده الأدنى في أكتوبر(-١.٣٩٥ %). وتتعددت القيم السالبة في معامل الاختلاف في أغلب العقود (الثاني ، الخامس ، السادس، السابع ، الثامن ، التاسع)، وإن كان أعلى معامل اختلاف سالب في العقد التاسع، وبلغ (-٤.٣٢١ %) خلال شهر نوفمبر ليمثل أعلى معدل اختلاف سالب في هذا العقد ليس فقط بالنسبة لشهور الخريف ، بل باقي شهور السنة كما يتضح في شكل (٣). بينما حدث أعلى معامل اختلاف موجب (٤.٦٦٨ %) خلال العقد الحادي عشر (٢٠٠١/٢٠١٠) لشهر سبتمبر حينما بلغ المعدل ٢٨.٩ْم مقارنة بالمعدل العام ٢٧.٦٤٣ْم على مدى ١١٠ سنة، ويعد ذلك المعدل الأعلى بين شهور فصل الخريف كما يتضح في شكل (٣). وتتميز معدلات شهور الخريف بالتغير الموجب فيما بين العقود إلا التغير السالب الوحيد خلال شهر سبتمبر فيما بين العقد الرابع (١٩٣١/١٩٤٠) والعقد الثالث (١٩٢١/١٩٣٠)، وبلغ (-٠.٠٠٢ ْم). وقد حدث تغير بالسالب خلال شهر نوفمبر فيما بين العقد السادس (١٩٥١/١٩٦٠) والعقد الخامس (١٩٤١/١٩٥٠) وبلغ (-٠.٠٤٢ ْم) ممثلاً أعلى تغير بالسالب بين شهور الخريف على مدى أحد عشر عقداً كما يتضح في شكل (٢). هذا ، وإن كانت التذبذبات حادة خلال شهور الخريف وتحديداً خلال شهر أكتوبر، إلا أن خط منحنى التغير في المعدلات الشهرية في اتجاه نحو الارتفاع ، وإن كان أقل من مثيله في شهر أبريل الانتقالي أيضاً.

٢ – التغير في درجات الحرارة الفصلية

(٢-١) التغير في درجات الحرارة خلال فصل الشتاء

يتميز التغيرفي المعدلات الشتوية على مدار عقود الدراسة في كونه تغيراً موجباً بصفة عامة ، ويستثنى من ذلك التغير فيما بين العقد السادس والعقد الخامس

، وفيما بين العقد الثامن والعقد السابع. ويعني ذلك التغير السالب أن المعدل الشتوي لدرجات الحرارة خلال العقد السادس كانت أقل مما كانت عليه خلال العقد الخامس.إذ بلغ المعدل الشتوي خلال العقد السادس (١٩٥١/١٩٦٠) ، بلغ ١٤.٤٢٢ْم ، مقابل ١٤.٥٨٤ْم خلال العقد الخامس (١٩٤١/١٩٥٠). كما انخفض المعدل خلال العقد الثامن (١٩٧١/١٩٨٠) إذ بلغ ١٤.١٧١ْم ، مقابل ١٤.٢٥٢ْم خلال العقد السابع (١٩٦١/١٩٨٠). وهكذا، فإن أكبر تغير سالب في المعدل الشتوي حدث خلال العقد السادس. وقد بلغ أقل معدل شتوي خلال العقد السادس ١٣.٢ْم سنة ١٩٥٩ ، بينما أعلى معدل شتوي بلغ ١٥.٨ْم سنة ١٩٦٠. أما بالنسبة للعقد الثامن ، فقد بلغ أقل معدل شتوي ١٣.٤ْم سنة ١٩٧٤، بينما أعلى معدل شتوي بلغ ١٥.٠ْم سنة ١٩٧٣.

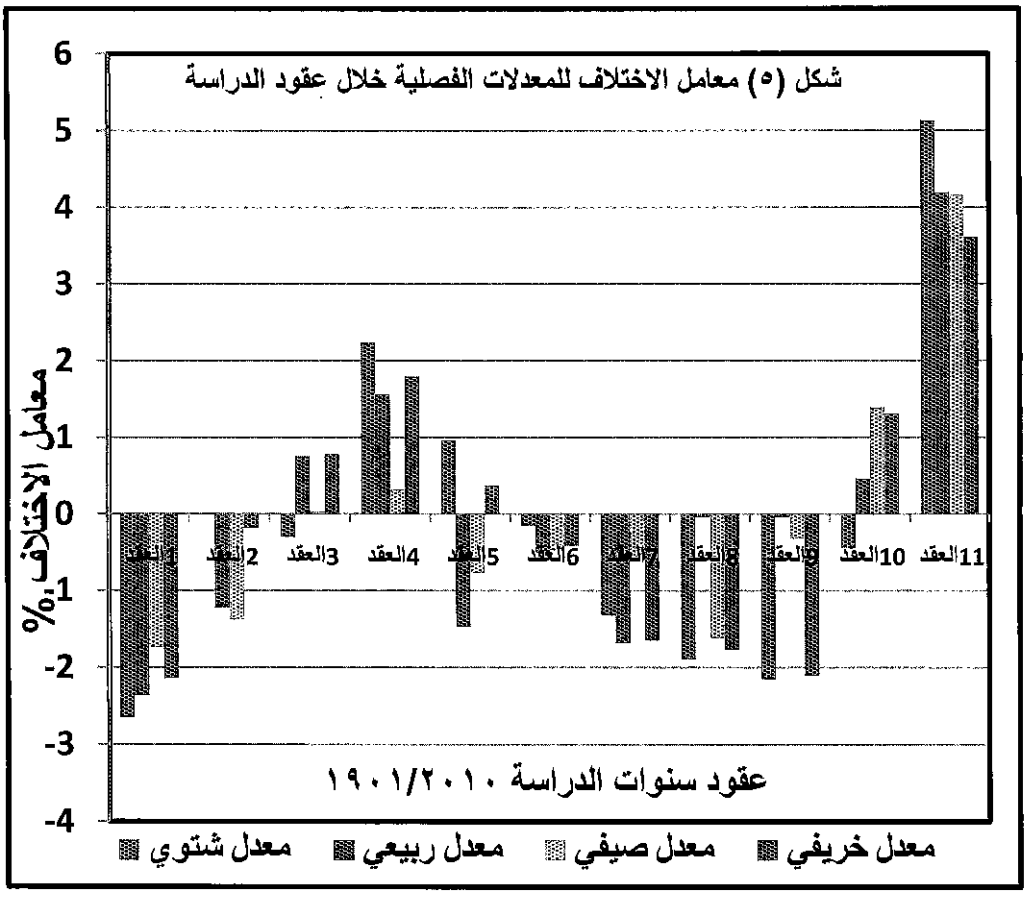


وقد انعكس ذلك بوضوح على معامل الاختلاف، إذ بلغ معامل الاختلاف الشتوي خلال العقد الثامن (١.٨٩٣-%) ، مقابل (٠.١٥٦-%) خلال العقد السادس.

ويتضح من الشكل (٥) أن أعلى معامل اختلاف للمعدل الشتوي حدث خلال العقد الأول (١٩٠١/١٩١٠) ، إذ بلغ (٢.٦٥٢- %)، مما يعني أن معدلات درجة

الحرارة للفصل الشتوي كانت منخفضة أوائل العقد الأول ، ثم أخذت في الارتفاع لتبلغ أعلى المعدلات خلال العقد الحادي عشر (٢٠٠١/٢٠١٠). وجدير بالذكر، أن هذا المعدل للاختلاف كان الأعلى بين جميع الفصول وبين كل العقود.

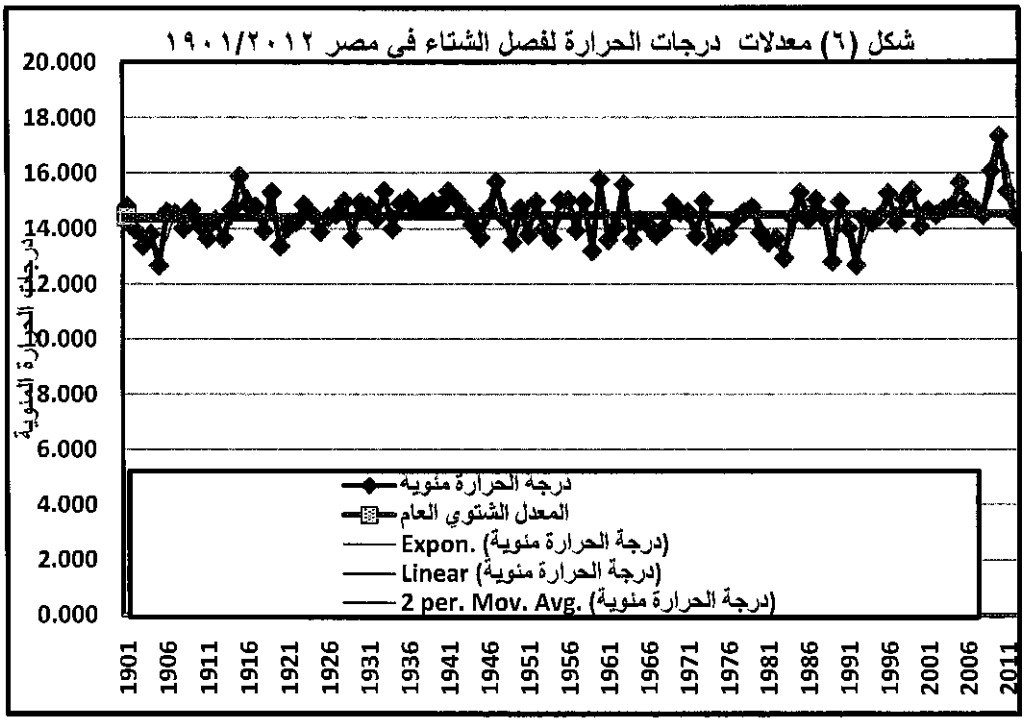
هذا، وقد بلغ أقل معدل شتوي خلال عقود الدراسة ١٢.٧ْم في عامي ١٩٠٥ و ١٩٩٢ أي في العقد الأول والعقد العاشر. بينما بلغ أعلى معدل شتوي ١٧.٣ْم سنة ٢٠١٠ خلال العقد الحادي عشر، مما يشير إلى اتجاه معدلات درجة الحرارة الشتوية نحو الارتفاع خلال العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. ويعد هذا المعدل مرتفعاً بمقارنته بالمعدل الشتوي العام خلال عقود الدراسة (١٩٠١/٢٠١٠). وقد انعكس ذلك بوضوح في ارتفاع معامل الاختلاف الموجب خلال العقد الحادي عشر ليبلغ١٣١٥.٥ % كأعلى معامل اختلاف موجب على مستوى العقود وفصول السنة أيضاً. ويتضح من شكل (٦) اتجاه المعدلات الشتوية نحو الارتفاع من خلال المتوسطات المتحركة وخط الاتجاه.إذ بلغ المعدل الشتوي العام خلال سنوات الدراسة (١١٠ سنة) ، بلغ ١٢.٦٧٨ْم ، وقد بلغت نسبة السنوات التي تجاوزت ذلك المعدل ٤٩%، أي ما يقترب من نصف المدة.

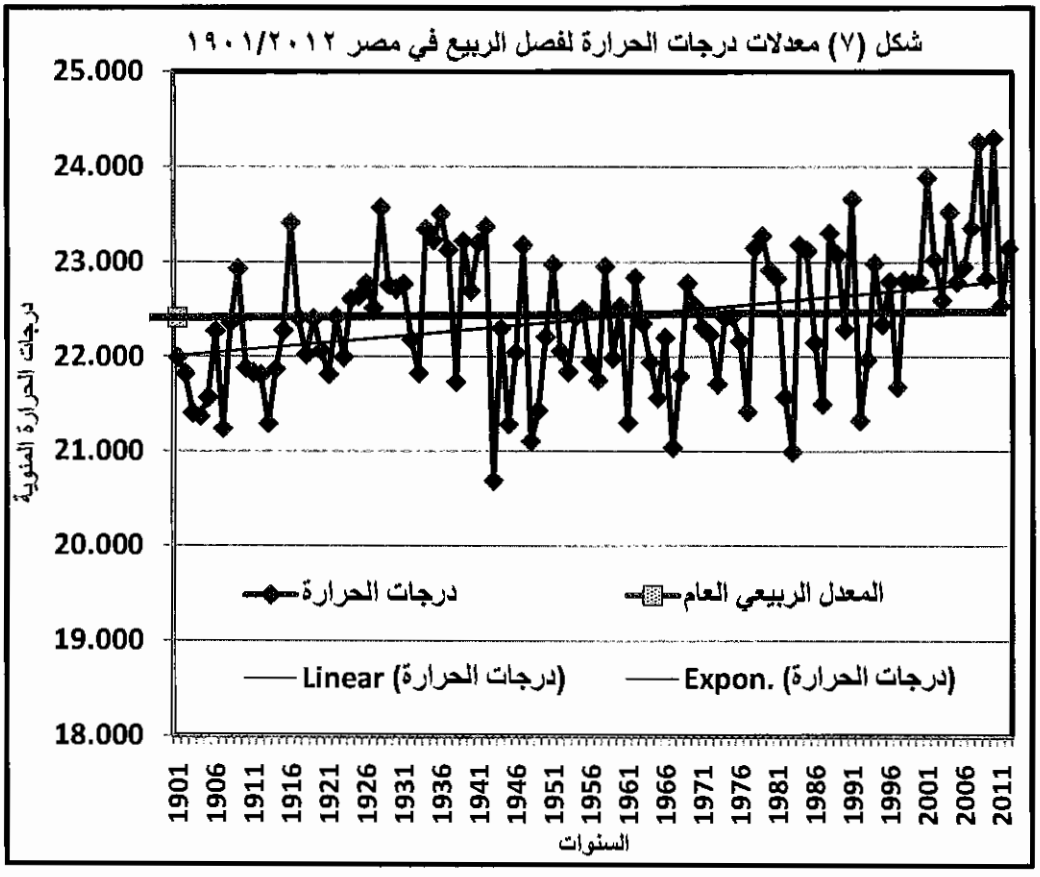


(٢-٢) التغير في درجات الحرارة خلال فصل الربيع

يتميز فصل الربيع بكونه الفصل الوحيد الذي يستأثر بالتغيرات الموجبة في المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة على مدى ١١٠ سنة. وقد حدث أعلى تغير موجب في العقد الثامن (١٩٧١/١٩٨٠) مقارنةً بالعقد السابع (١٩٦١/١٩٧٠). وقد بلغ أقل معدل لفصل الربيع ٢٠.٧ ْم سنة ١٩٤٣، مقابل أعلى معدل لفصل الربيع وبلغ ٢٤.٣ ْم سنة ٢٠١٠ كما يتضح في الشكل (٧). كما يشير خط الانحدار والمتوسطات المتحركة إلى اتجاه معدلات درجة الحرارة خلال الفصل الربيعي نحو الارتفاع على مدى ١١٠ سنة كما من خط الانحدار لسنوات الدراسة وكذلك لخط التنبوء للمعدلات الفصلية للربيع (شكل ٥) . وقد بلغ معدل درجات الحرارة في الفصل الربيعي خلال عقود الدراسة ٢٢.٤ ْم.وبلغت النسبة المئوية للسنوات التي تجاوز معدلها خلال

فصل الربيع ، تجاوز المعدل العام خلال مدة الدراسة ٤٩% كما هو الحال في الفصل الشتوي. وقد بلغ أعلى معامل اختلاف في العقد الحادي عشر (٢٠١٠/٢٠١) إذ بلغ ٤.١٩٤٣ %، ليسجل ثاني أعلى معامل اختلاف(بعد الفصل الشتوي) على مستوى عقود الدراسة فيما بين الفصول الأربعة كما يتضح من شكل (٥).





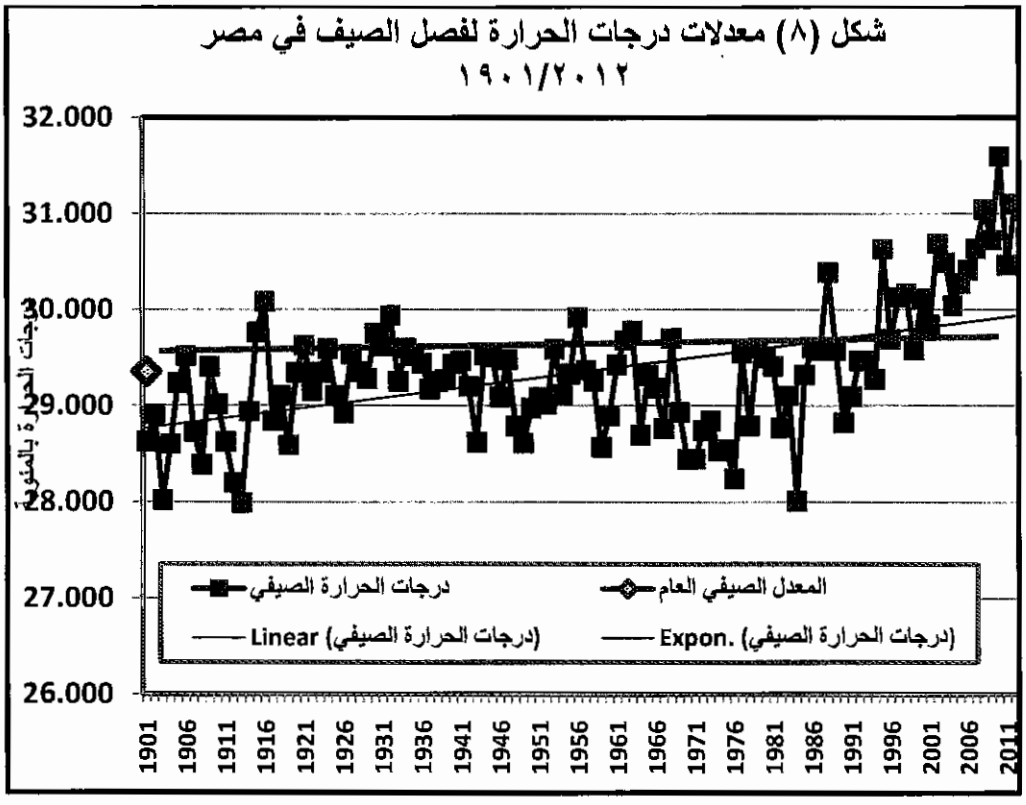
(٢-٣) التغير في درجات الحرارة خلال فصل الصيف

تتميز معدلات درجات الحرارة لفصل الصيف بالارتفاع على مدى ١١ عقد تمثل مدة الدراسة. وقد انعكس ذلك على اتجاه التغير في المعدلات فيما بين العقود، إذ كانت قيم التغير موجبة باستثناء التغير في العقد الثامن (١٩٧١/١٩٨٠) مقارنةً بالعقد السابع (١٩٦١/١٩٧٠)، ليمثل بذلك التغير بالسالب في معدلات فصل الصيف كما يتضح في شكل (٤) . وقد انعكس ذلك على معدل معامل الاختلاف الذي بلغ ٤.١٦٥ % على مدى أحد عشر عقداً (١٩٠١/٢٠١٠) كما يتضح في شكل (٥).

ويتضح من الشكل (٨) أن أقل معدل لدرجات الحرارة لفصل الصيف قد بلغ ٢٨.٠ °م وقد تكرر في السنوات ١٩٠٣ ، ١٩١٣ ، وأخيراً في سنة ١٩٨٤. وقد بلغ في المقابل أعلى معدل لدرجات الحرارة لفصل الصيف ٣١.٦ °م سنة ٢٠١٠، مما يشير إلى اتجاهها نحو الارتفاع خلال القرن العشرين والعقد الأول من القرن الحادي

والعشرين . وقد انعكس ذلك على خط الانحدار للسنوات الدراسة ، بل وخط الاتجاه بالتنبوء للسنوات أخرى قادمة. هذا، وقد بلغ المعدل العام ٢٩.٤ °م لدرجات الحرارة لفصل الصيف خلال أحد عشر عقداً. وانخفض عدد السنوات التي تجاوز خلالها ذلك المعدل العام ، لتبلغ نسبتها ٣٤% فقط ، وهي النسبة الأقل بين فصول السنة.

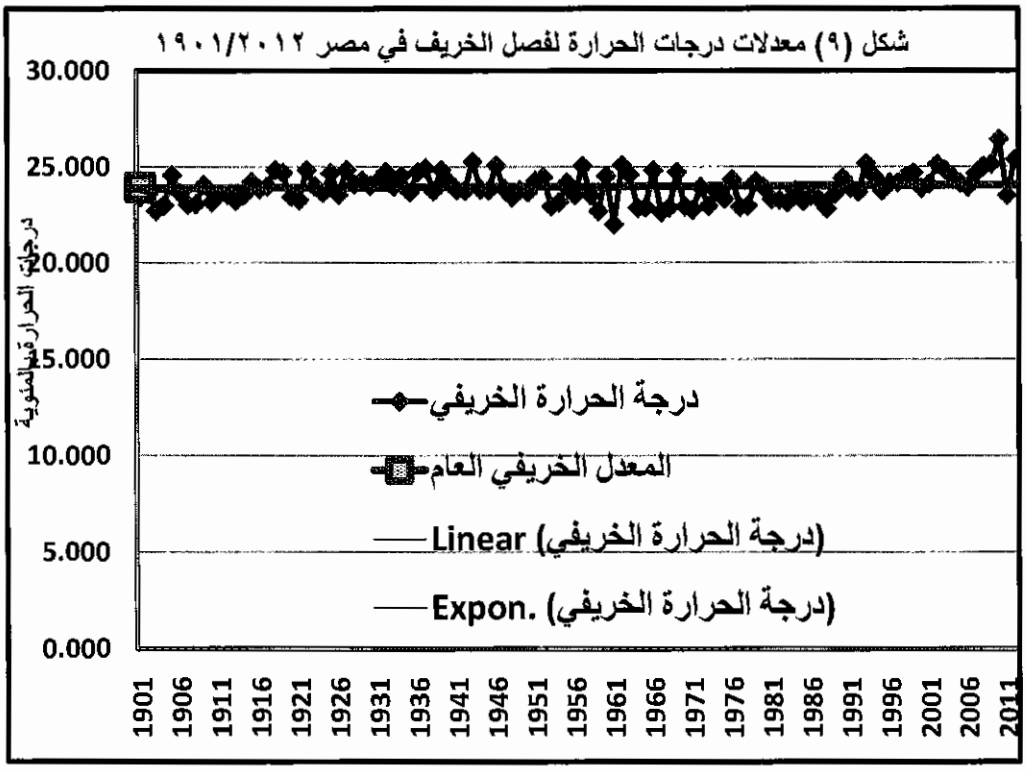
شكل (٨) معدلات درجات الحرارة لفصل الصيف في مصر
١٩٠١/٢٠١٢



(٢-٤) التغير في درجات الحرارة خلال فصل الخريف

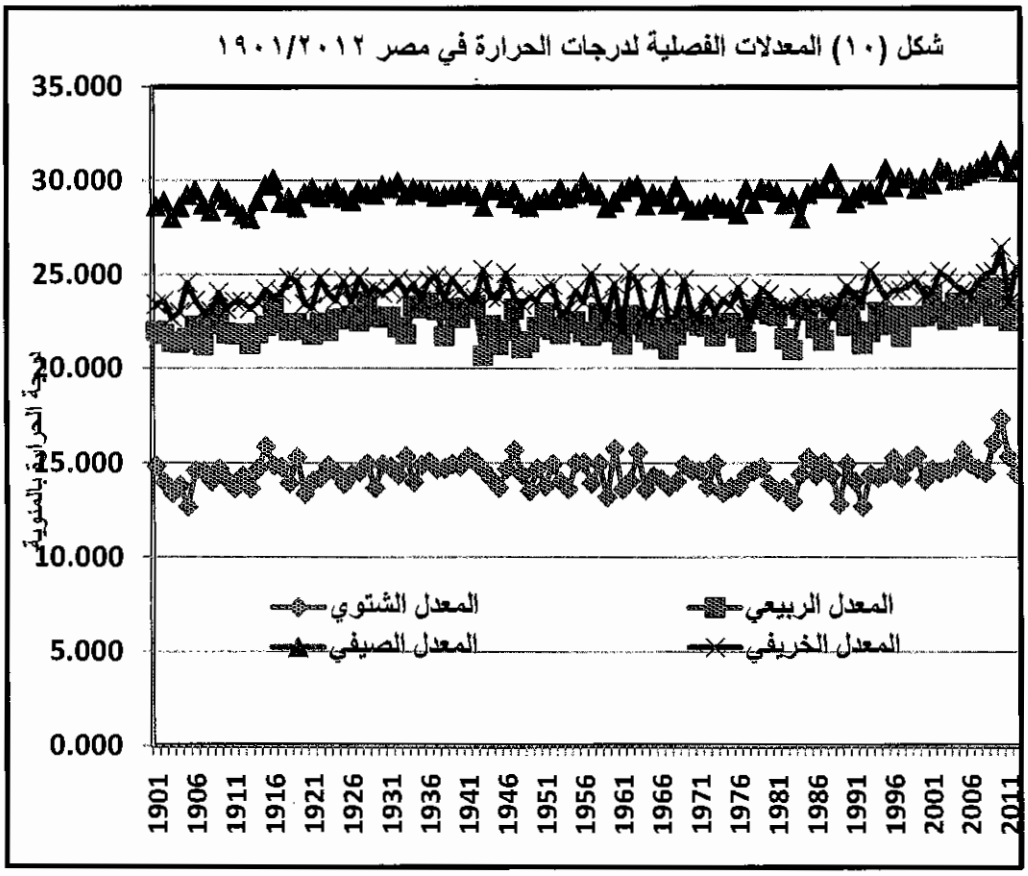
قد حدث تغير بالقيم السالبة في معدلات درجة الحرارة لفصل الخريف خلال العقد السادس (١٩٥١/١٩٦٠) إذ بلغ المعدل الخريفي ٢٣.٨٣٢ °م مقارنة بالعقد الخامس (١٩٤١/١٩٥٠) بمعدل بلغ ٢٤.٠٢ °م. كما انخفض المعدل خلال العقد الثامن (١٩٧١/١٩٨٠) إذ بلغ ٢٣.٥٠٦ °م، مقابل ٢٣.٥٣٥ °م خلال العقد السابع (١٩٦١/١٩٨٠).وهكذا، فإن أكبر تغير سالب في المعدل الخريفي قد حدث خلال العقد السادس مثله في ذلك مثل المعدل الشتوي، وإن كان بقيم تغير أقل كما يتضح في الشكل (٤) . وقد انعكس ذلك على قيم معامل الاختلاف ، إذ كانت أعلى معدل لمعامل الاختلاف في العقد الأول (مثله في ذلك مثل فصول السنة الأخرى)، وبلغت (-

٢.١٤٩ %) لتحتل الترتيب الثالث بعد فصل الشتاء وفصل الربيع كما يتضح في الشكل (٥). كما بلغ ثاني أعلى معامل الاختلاف بالسالب (-٢.١١ %) خلال العقد التاسع (١٩٩٠/١٩٨١)، لتظهر بعد ذلك قيم معامل الاختلاف الموجبة في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين لتبلغ (٣.٦١٠٩ %) خلال العقد الحادي عشر (٢٠١٠/٢٠٠١). وهكذا تتجه معدلات درجة الحرارة خلال فصل الخريف نحو الارتفاع كما يتضح من خط الانحدار للسنوات الدراسة وكذلك لخط الاتجاه للتنبوء لسنوات قادمة كما يتضح من شكل (٩). وقد بلغت النسبة المئوية لعدد السنوات التي تجاوزت المعدل الخريفي العام (٢٣.٩٣ م) ، بلغت ٤٤.٥%، لتتجاوز نسبتها لفصل الصيف ، وتقل عن نسبتها في فصلي الشتاء والربيع.



وقد بلغ أقل معدل لدرجات الحرارة خلال فصل الخريف ٢٢.٠ م سنة ١٩٦١، مقابل أعلى معدل ٢٦.٤ م سنة ٢٠١٠ . ويشير ذلك إلى انخفاض معدلات درجة الحرارة لفصل الخريف خلال النصف الأول من القرن العشرين لتبلغ أعلى معدلاتها خلال العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. وتقترب معدلات درجات الحرارة لفصل الخريف (٢٣.٩ م) من مثيلتها لفصل الربيع (٢٢.٤ م)كفصلين انتقاليين. بينما

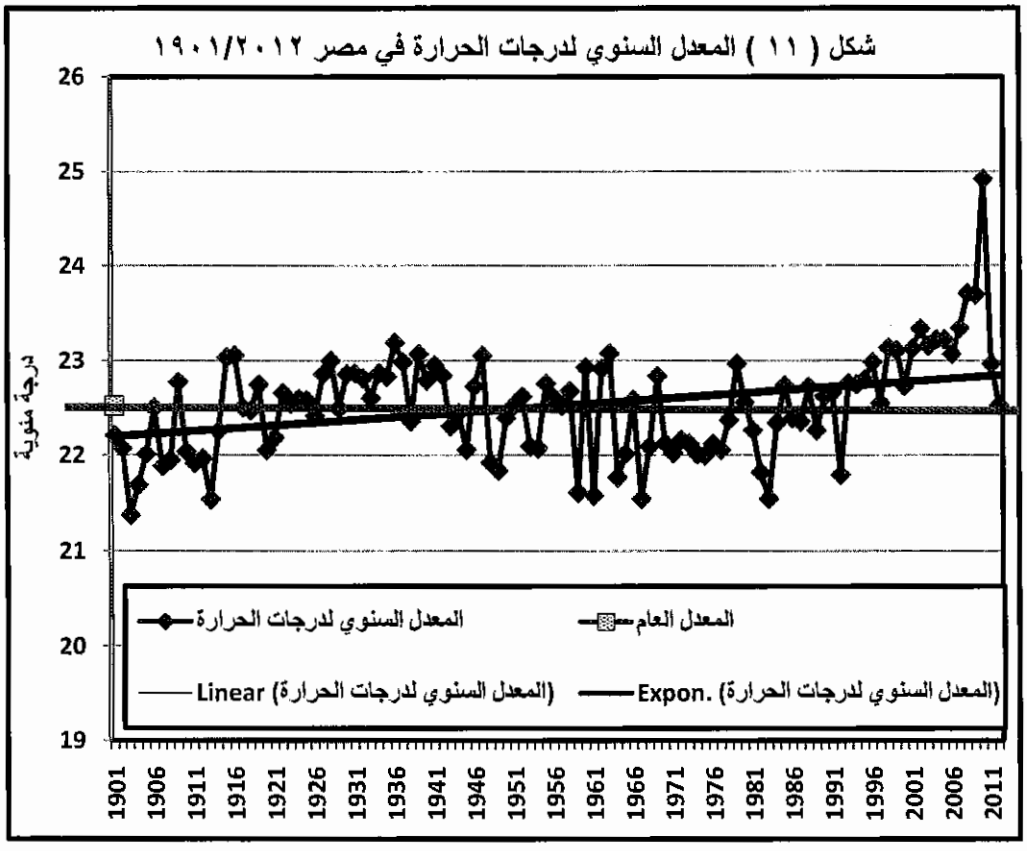
يتسع الفرق كثيراً بين الانقلابين، إذ يبلغ المعدل ١٤.٤ °م للانقلاب الشتوي مقابل ٢٩.٤ °م لمعدل الانقلاب الصيفي. وتسع أيضاً الفرق فيما بين معدل فصل الخريف ٢٣.٩ °م الذي يمثل مقدمة لفصل الشتاء الذي يبلغ معدله ١٤.٤ °م، بفرق حوالي ٩.٥ °م، وكذلك الحال بالنسبة لمعدل فصل الربيع ٢٢.٤ °م كمقدمة لفصل الصيف الذي يبلغ معدله ٢٩.٤ °م، بفرق ٧.٠ °م فقط. وهكذا، تتقارب معدلات درجة الحرارة لفصل الخريف مع معدلات فصل الصيف، بينما تتسع الفروق بين معدلات فصل الربيع ومعدلات فصل الشتاء كما يتضح في الشكل (١٠).



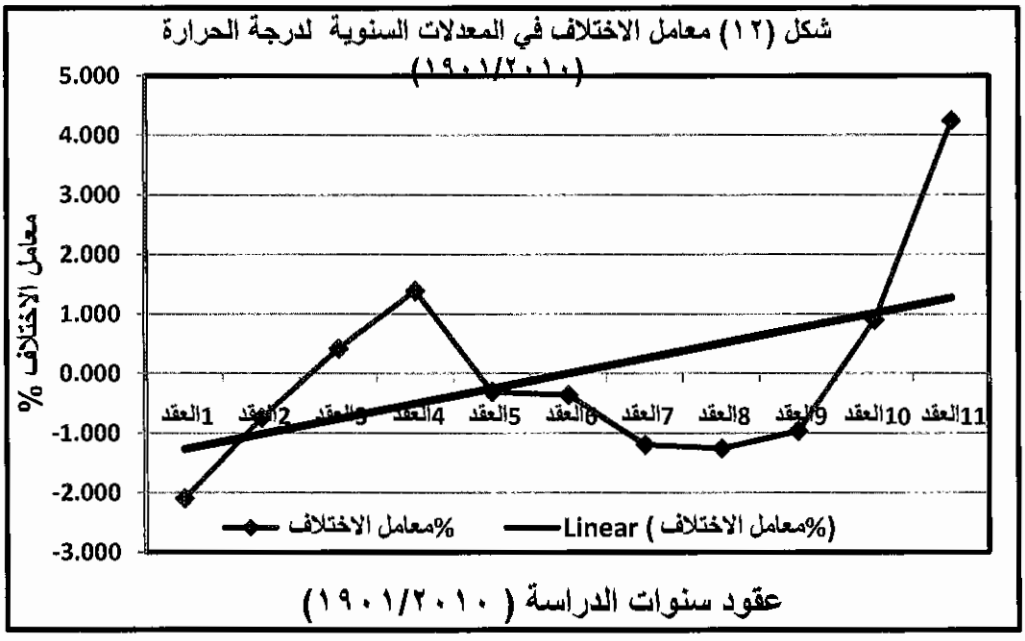
٣- التغير في المعدلات السنوية

قد بلغ المعدل السنوي العام على مدى ١١٠ سنة ٢٢.٥٣ °م، وقد بلغت النسبة المئوية لعدد السنوات التي تجاوز خلالها المعدل ٥٢.٧%. وكانت في أغلبها خلال التسعينيات من القرن العشرين وآوائل القرن الحادي والعشرين كما يتضح في

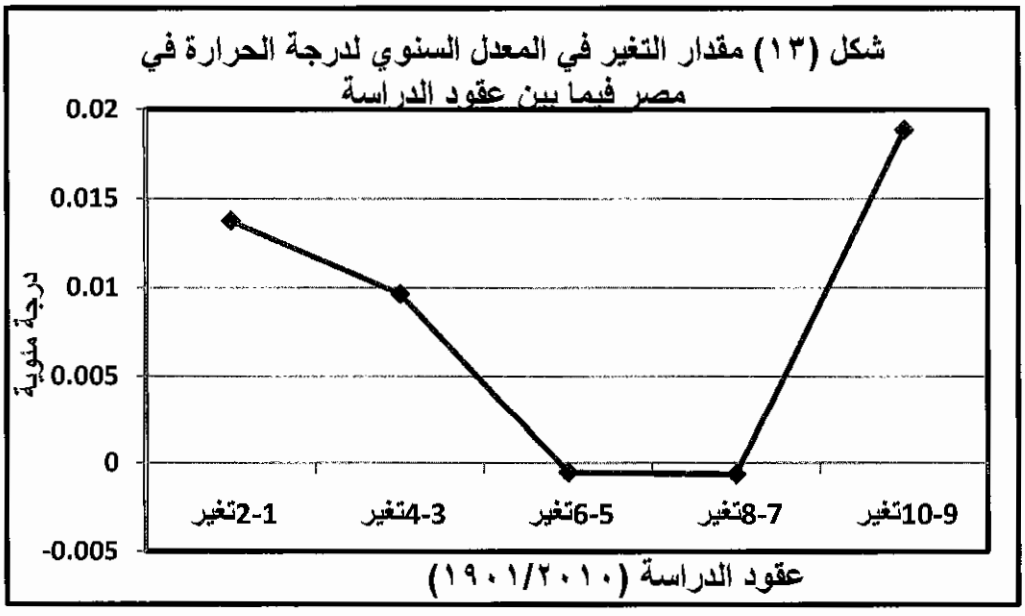
شكل (١١). وقد بلغ أدنى معدل سنوي خلال أحد عشر عقداً ، ٢١.٥°م سنة ١٩١٣، ١٩٦٧، ١٩٨٣. وبلغ في المقابل أعلى معدل سنوي ٢٥.٠°م سنة ٢٠١٠.

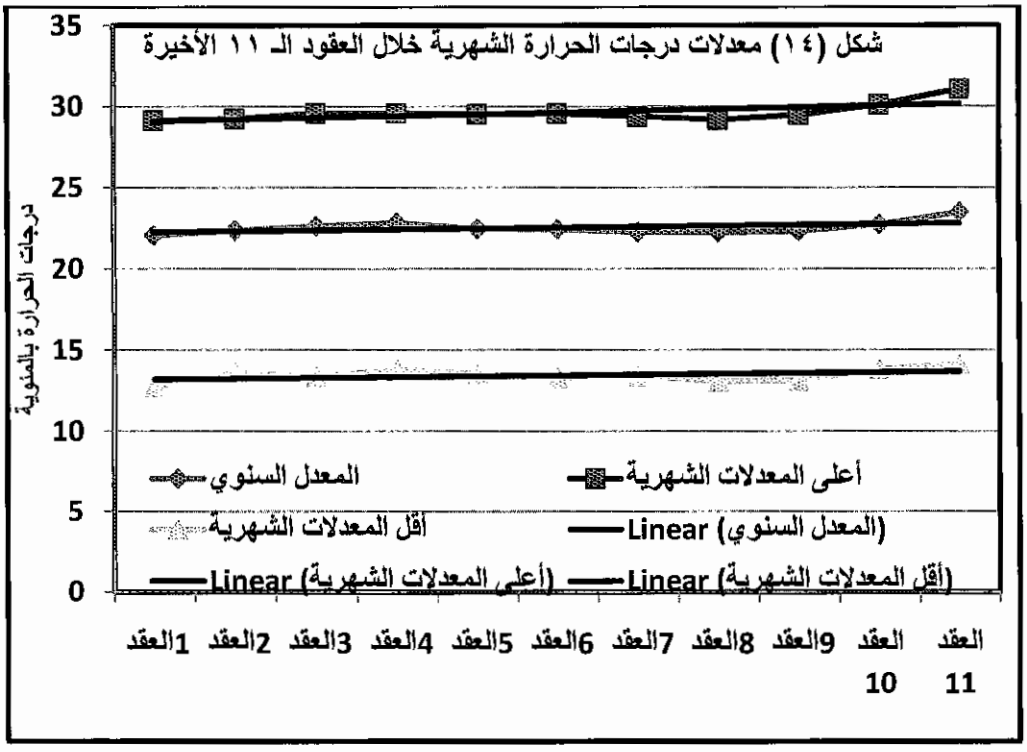


ويتضح من شكل (١٢) أن قيم معامل الاختلاف سالبة خلال ٧ عقود (العقد ٩،٨،٧،٦،٥،٢،١)، مقابل القيم الموجبة خلال ٤ عقود (العقد ١١،١٠،٤،٣). وبلغ أقل معامل الاختلاف بالسالب (-٢.٠٩٦ %) خلال العقد الأول، مقابل أعلى معامل اختلاف موجب (٤.٢٣٩ %) في العقد الحادي عشر، وقد انعكس ذلك في شكل خط الانحدار لمعامل الاختلاف. أما فيما يتعلق بالتغير في المعدلات السنوية، فقد اقتصر التغير بالسالب فيما بين العقد السادس (١٩٦٠/١٩٥١) والعقد الخامس (١٩٥٠/١٩٤١)، والآخر فيما بين العقد الثامن (١٩٨٠/١٩٧١) والعقد السابع (١٩٧٠/١٩٦١) وكلاهما ضئيل لا يتجاوز (-٠.٠٠٠٦١ °م) ، بينما ارتفع التغير ليبلغ (٠.٠١٨٨٥٧°م) فيما بين العقد الحادي عشر (٢٠١٠/٢٠٠١) والعقد العاشر (٢٠٠٠/١٩٩١) كما يتضح في شكل (١٣).



ويتضح من تحليل الأشكال (١١، ١٢، ١٣، ١٤) أن اتجاه المعدل السنوي لدرجات الحرارة نحو الارتفاع سواء خلال سنوات الدراسة بل والارتفاع أيضاً كما هو متوقعاً لسنوات قادمة.





النتائج

١. بلغ المعدل الشتوي العام خلال سنوات الدراسة (١١٠ سنة) ١٢.٦٧٨°م ، وبلغت نسبة السنوات التي تجاوزت ذلك المعدل ٤٩%، أي ما يقترب من نصف مدة الدراسة.

٢. ارتفعت معدلات شهور فصل الشتاء خلال العقد الحادي عشر (٢٠١٠/٢٠٠١) مقارنةً بالمعدل العام على مدى أحد عشر عقداً. وقد اتضح ذلك في قيم التغير الموجبة وقيم معامل الاختلاف الموجبة، خاصةً في شهر فبراير إذ بلغ (٦.٥٢٤ %).

٣. بلغ المعدل العام ٢٩.٤°م لدرجات الحرارة لفصل الربيع خلال أحد عشر عقداً. وانخفض عدد السنوات التي تجاوز خلالها ذلك المعدل العام ، لتبلغ نسبتها ٣٤% فقط ، وهي النسبة الأقل بين فصول السنة.

٤. تميزت المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة بالتغير الموجب في أغلبه خاصةً التغير في العقد الحادي عشر مقارنة بالعقد العاشر .

٥. يشير خط اتجاه الحرارة خلال شهر يوليو باتجاه المعدلات نحو الارتفاع خلال سنوات الدراسة ، وكذلك الحال بالنسبة لاتجاهها المتوقع.

٦. تتميز معدلات شهور الصيف بتقاربها على مدار ١١٠ سنة . ويشير خط اتجاه الحرارة خلال شهر يوليو (كمثال لشهور الشتاء) باتجاه المعدلات نحو الارتفاع خلال سنوات الدراسة ، وكذلك الحال بالنسبة للاتجاه المتوقع.

٧. تتقارب معدلات درجة الحرارة خلال شهور فصل الخريف بصفة عامة مع مثيلتها لفصل الربيع كفصلين انتقاليين.

٨. تتجه معدلات درجة الحرارة خلال فصل الخريف نحو الارتفاع سواء خلال سنوات الدراسة وبالتنبوء لسنوات قادمة. وقد بلغت النسبة المئوية لعدد السنوات التي تجاوزت المعدل الخريفي العام (٢٣.٩٣°م) ، بلغت ٤٤.٥%، لتتجاوز نسبتها لفصل الصيف ، وتقل عن نسبتها خلال فصلي الشتاء والربيع.

٩. اتجاه المعدل السنوي لدرجات الحرارة نحو الارتفاع ليس فقط خلال سنوات الدراسة بل والارتفاع أيضاً كما هو متوقعاً لسنوات قادمة.

١٠. بلغ المعدل السنوي العام على مدى ١١٠ سنة ٢٢.٥٣°م، وبلغت النسبة المئوية لعدد السنوات التي تجاوزت المعدل ٥٢.٧%.

المراجع غير العربية

١. بيري ، ص. ز . وص . ي . شورلي : الغلاف الجوي والطقس والمناخ ، مترجم : عبد القادر عبد العزيز علي ، مراجعة : يوسف عبد المجيد فايد ، المجلس الأعلى للثقافة ، القاهرة ، سنة ١٩٩٠ .

٢. إبراهيم ، علي عيسى (٢٠٠٤) : الأساليب الاحصائية والجغرافيا ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

٣. أبو راضي ، فتحي عبد العزيز (١٩٨٣) : الأساليب الكمية في الجغرافيا ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

٤. الجعفري ، أحمد عطية (أكتوبر ٢٠٠٧) : ملامح المناخ العالمي لعام ٢٠٠٦ ، مجلة الأرصاد الجوية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية .

٥. فليبو ، جورجي (أبريل ٢٠٠٩) : أقلمة معلومات التغيرات المناخية لتقييم التأثيرات وعمل إجراءات التكيف المناخي ، ترجمة: درويش أحمد : مقالة منشورة في معهد السلام للفيزياء النظرية ، تريستا ، ايطاليا ، النشرة الدورية للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، أبريل ٢٠٠٨ ، المجلد ٥٧ ، مجلة الأرصاد الجوية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية .

٦. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (٢٠٠٦): مركز هادلي Hadly للأرصاد الجوية البريطانية ، وحدة بحوث المناخ ، جامعة East Anglia ، المملكة المتحدة .

٧. المركز الوطني للبيانات المناخية (٢٠٠٨): الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي ، الولايات المتحدة الأمريكية .

ثانياً : المراجع غير العربية :

1. Adrey, J. & Others (2001): Weather Information and Road Safety, ICLR, No.15, Institute for Catastrophic Loss Reduction, London, Ontario.PP.1-3.

2. John J.Hidore& Others (2010): Climatology- An Atmospheric Science.

ملخص البحث

اتجاهات التغير في درجات الحرارة في مصر خلالأحد عشر عِقداً (١٩٠١/٢٠١٢)

المؤتمر الدولي " البيئة والسكان والتنمية في دول العالم الإسلامي " جامعة الأزهر ١٣-١٥ ديسمبر ٢٠١٦

تعد درجة الحرارة من أهم العناصر المناخية سواء على المستوى المحلي أو العالمي. إذ تتحكم في توزيعات نطاقات الضغط الجوي، ومن ثم الدورة العامة للرياح، فضلاً عن الرياح المحلية والموسمية التي تنشأ نتيجة لتباين درجات الحرارة فيما بين اليابس والمسطحات المائية. وتصنف الكتل الهوائية وفقاً لدرجات الحرارة ، فهناك الكتل القطبية وتقابلها الكتل المدارية.

وفي وقتنا الحاضر ، أصبحت الدراسات والمقالات المناخية الأكثر انتشاراً بين فروع العلم الحديث.وإذا كان تغير المناخ وتحديداً اتجاهات التغير في درجات الحرارة أحد أهم مجالات البحث العالمية لما لها من تأثيرات واسعة على حياة الإنسان ورفاهيته والأنشطة البشرية ، فإن الوضع في مصر لا يختلف كثيراً.

وتهدف هذه الورقة البحثية إلى رصد تذبذب درجات الحرارة وتقلباتها، ومن ثم تحديد الاتجاه العام لتغير درجات الحرارة في مصر خلال القرن العشرين والعِقد الأول من القرن الحادي والعشرين (١٩٠١ / ٢٠١٢).

وقد اعتمدت الدراسة على سجلات لدرجات الحرارة في مصر بصفةٍ عامة دون تحديد لمحطات الرصد لأن أغلبها بدأ الرصد في أقدمها أواخر الثلاثينيات وأوائل الأربعينيات. وهكذا، فإن بيانات درجات الحرارة المتاحة هي بيانات لمتوسطات درجات الحرارة الشهرية خلال سنوات الدراسة. وقد استندت على بيانات مواقع الشبكة الدولية الأنترنت المعنية برصد العناصر المناخية والظواهر الجوية وهي http://en.tutiempo.net/climate/egypt.htmml

النتائج

١. بلغ المعدل الشتوي العام خلال سنوات الدراسة (١١٠ سنة) ١٢.٦٧٨°م ، وبلغت نسبة السنوات التي تجاوزت ذلك المعدل ٤٩%، أي ما يقترب من نصف مدة الدراسة.

٢. ارتفعت معدلات شهور فصل الشتاء خلال العقد الحادي عشر (٢٠٠١/٢٠١٠) مقارنةً بالمعدل العام على مدى أحد عشر عقداً. وقد اتضح ذلك في قيم التغير الموجبة وقيم معامل الاختلاف الموجبة، خاصةً في شهر فبراير إذ بلغ (٦.٥٢٤ %).

٣. بلغ المعدل العام ٢٩.٤°م لدرجات الحرارة لفصل الربيع خلال أحد عشر عقداً. وانخفض عدد السنوات التي تجاوز خلالها ذلك المعدل العام ، لتبلغ نسبتها ٣٤% فقط ، وهي النسبة الأقل بين فصول السنة.

٤. تميزت المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة بالتغير الموجب في أغلبه خاصةً التغير في العقد الحادي عشر مقارنة بالعقد العاشر .

٥. يشير خط اتجاه الحرارة خلال شهر يوليو باتجاه المعدلات نحو الارتفاع خلال سنوات الدراسة ، وكذلك الحال بالنسبة لاتجاهها المتوقع.

٦. تتميز معدلات شهور الصيف بتقاربها على مدار ١١٠ سنة . ويشير خط اتجاه الحرارة خلال شهر يوليو (كمثال لشهور الشتاء) باتجاه المعدلات نحو الارتفاع خلال سنوات الدراسة ، وكذلك الحال بالنسبة للاتجاه المتوقع.

٧. تتجه معدلات درجة الحرارة خلال فصل الخريف نحو الارتفاع سواء خلال سنوات الدراسة وبالتنبوء لسنوات قادمة. وقد بلغت النسبة المئوية لعدد السنوات التي تجاوزت المعدل الخريفي العام (٢٣.٩٣°م) ، بلغت ٤٤.٥%، لتتجاوز نسبتها لفصل الصيف ، وتقل عن نسبتها خلال فصلي الشتاء والربيع.

٨. اتجاه المعدل السنوي لدرجات الحرارة نحو الارتفاع ليس فقط خلال سنوات الدراسة بل والارتفاع أيضاً كما هو متوقعاً لسنوات قادمة.

٩. بلغ المعدل السنوي العام على مدى ١١٠ سنة ٢٢.٥٣°م، وبلغت النسبة المئوية لعدد السنوات التي تجاوزت المعدل ٥٢.٧%.