

تحليل الكثافة الاحتمالية لمتوسطات درجات الحرارة السنوية الحدية في بعض محطات المنطقة الساحلية السورية باستخدام منحني التوزيع الطبيعي

الدكتور رياض قره فلاح*

(تاريخ الإيداع 25 / 11 / 2013. قبل للنشر في 1 / 6 / 2014)

□ ملخص □

يهدف هذا البحث إلى تحليل ميل خط الاتجاه العام لمتوسط درجات الحرارة السنوية الجافة في بعض محطات الساحل السوري خلال الفترة 1970-2010 لتحديد مقدار تغير درجة الحرارة وتأثير هذا التغير على تغير الكثافة الاحتمالية لحدوث متوسطات درجات حرارة سنوية متطرفة أو شاذة.

أشارت النتائج إلى وجود ارتفاع في درجة الحرارة في جميع المحطات بين 0.8 و 2 درجة سلسيوس وكان هذا الارتفاع هام إحصائياً، كما لم تنخفض درجة الحرارة في جميع المحطات عن معدلها العام خلال العقد الأول من القرن 21 مما ساهم في ارتفاع المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الجافة خلال الفترة 2001-2010 بالمقارنة مع الفترة 1970-2000.

دل تحليل الكثافة الاحتمالية لدرجة الحرارة باستخدام منحني التوزيع الطبيعي في الفترة 2001-2010 إلى وجود تزايد كبير في احتمال ارتفاع متوسط درجات الحرارة السنوية إلى قيم حدية عليا كان احتمال الوصول إليها في الثلاثة عقود الأخيرة لا يتجاوز 5%، أما القيم الحدية الدنيا لمتوسط درجة الحرارة فقد انعدم احتمال حدوثها وأصبحت أعلى بكثير عما كانت عليه في العقود الثلاثة الأخيرة من القرن الماضي.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ ، التطرفات الحرارية ، الكثافة الاحتمالية

* مدرس - قسم الجغرافية - كلية الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Analysis of Probable Density of Extreme Temperatures in Some Stations of the Syrian Coast Region Using Normal Distribution Curve

Dr. Riad Qara - Fallah*

(Received 25 / 11 / 2013. Accepted 1 / 6 / 2014)

□ ABSTRACT □

This piece of research analyzes the general-index change of annual medium temperatures in some stations of the Syrian Coast during the years 1970-2010, so as to identify the amount of change in temperatures and the effect of such a change on the probable density that results in annual medium temperatures that are both extreme and unnormal.

Results point to an increase in temperatures in all those stations between 0.8 and 2 Celsius degrees. This increase is significant statistically. At the same time, temperatures had not gone lower than their general average in all those stations during the first decade of the 21st century, contributing to an increase of the annual average of temperature during the years 2001-2010 in comparison with the years 1970-2000.

Using Natural Distribution Diagram during the years 2001-2010, analysis of the probable density of temperature refers to a great increase in the possibility of having higher extreme temperatures whose value did not exceed 5% over the last three decades. By contrast, lower extreme records had zero probability and got higher than they had been during the three decades of the late century.

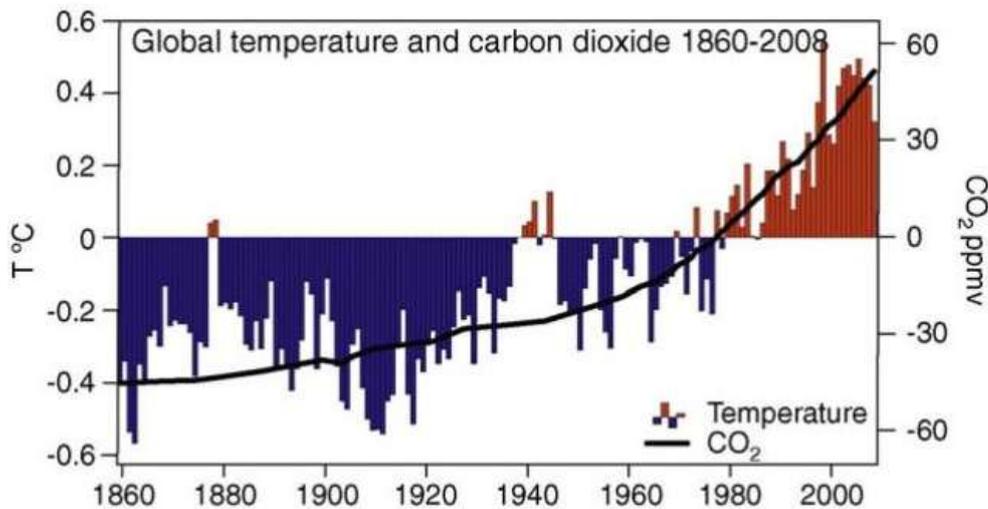
Keywords: Climate Change; Temperature Extremes; Probable Density.

*Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Arts & Humanities, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

يعبر المناخ عموماً عن القيم الوسطى للعناصر المناخية خلال فترة زمنية طويلة، إلا أن الطقس قد يتقلب ويشذ وبالتالي ينحرف بشدة عن هذه القيم الوسطى في مكان معين وخلال فترة زمنية معينة، خاصة إذا استمرت هذه التقلبات الشاذة لفترات زمنية طويلة قد تصل إلى عقود عديدة. يمكن أن يتسبب تغير متوسط درجة الحرارة قرب سطح الأرض بعد فترة زمنية طويلة في حدوث تأثيرات مختلفة على النظام البيئي، ولكن بالتأكيد هذا التأثير لا يقتصر فقط على متوسط درجة الحرارة، بل يمكن أن يكون التأثير الأكبر من خلال تزايد تكرار وبالتالي احتمال حدوث متوسطات درجات حرارة سنوية حدية عليا أو دنيا (Bičarov'a & Fleischer, 2009)، أو ما يسمى بدرجة الحرارة المتطرفة (Extreme Temperature) التي تعد عاملاً رئيسياً مؤثراً ومنتسباً في حدوث الكثير من الأضرار التي تصيب المجالات البيئية والاقتصادية والاجتماعية، والتي قد يصل بعضها لحد الخطورة عندما تتجاوز شدتها قدرة سكان العالم المتزايدة أعدادهم على السيطرة عليها.

تعرف التطرفات المناخية بأنها "حوادث الطقس الشاذة التي تنحرف بشدة عن قيمها الوسطى" (Hohman & Frei, 2003)، كما تفترض حوادث الطقس المتطرفة - بما في ذلك موجات الحر - حدوث تغيرات هامة في تكراراتها وشدات حدوثها (Pongr'acz et al, 2009). يفيد تقرير الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC.2007) بأن الإتجاه الخطي لمتوسط درجة الحرارة العالمي قد ارتفع خلال الفترة 1906-2005 بمقدار وسطي 0.74 °م بالتوازي مع زيادة في تراكيز غازات الدفيئة ممثلة بما يكافؤها من غاز CO₂ (الشكل 1)، ولكن معدل الزيادة كان أكبر من ذلك في العروض الشمالية العليا، ويشير التقرير أن متوسط درجات الحرارة في نصف الكرة الأرضية الشمالي بعد عام 1950 شهدت تناقصاً في عدد الأيام والليالي الباردة، وفي نسبة ظهور الصقيع نتيجة المؤثرات البشرية المنشأ، بينما زادت عدد الأيام والليالي الحارة، وأخذت موجات الحرارة تتكرر أكثر من ذي قبل في مختلف مناطق اليابسة، وهذا أدى إلى انخفاض الطلب على الطاقة للتدفئة وتزايد الحاجة للتبريد.

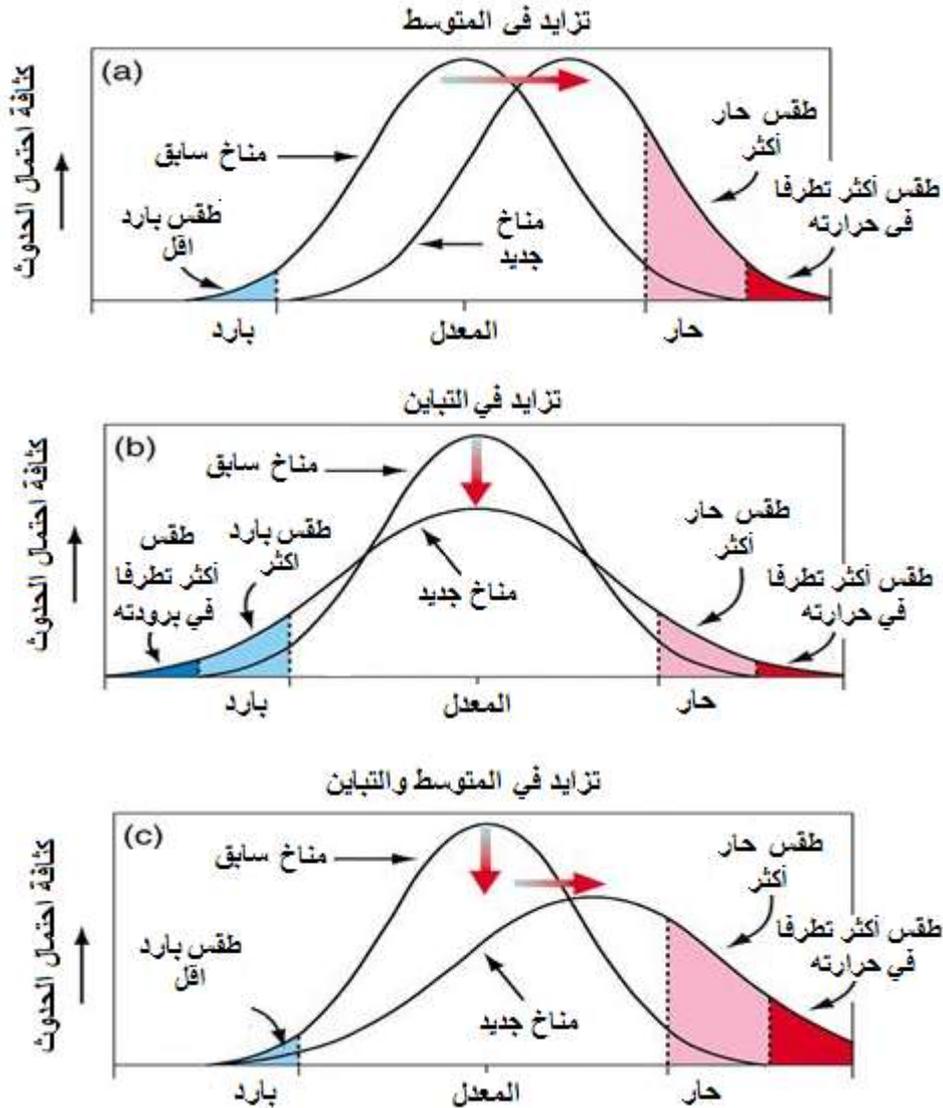


الشكل (1): انحراف متوسط درجات الحرارة السنوية وتركيز غاز CO₂ خلال الفترة 1860-2008

عن معدلها العام خلال الفترة 1901-2000. المصدر: (NCDC, 2014).

يبين (Jungo, 2003) أن التغيرات طويلة الأجل في متوسط درجة حرارة الهواء قرب سطح الأرض ستسبب آثارا مختلفة على النظام البيئي، خصوصا على النباتات والموازنة المائية في التربة والزراعة وصحة الإنسان، ولكن التغيير يمكن أن يكون أيضا من خلال درجات الحرارة المتطرفة خلال الفترات الحارة والباردة، والتي حددت نسبتها بـ 10% من الأيام الأكثر حرارة و10% من الأيام الأكثر برودة خلال العام.

أشار (Schönwiese et al, 2005 & Schönwiese, 2006) بأنه يتوجب على الباحث في مجال التغيرات المناخية بالإضافة إلى تحليل خط الاتجاه العام لمتوسط درجة الحرارة السنوية أن يقوم بمراقبة وتحليل القيم التكرارية لهذه المتوسطات وتغيراتها الزمنية، وبالتالي الكثافة الاحتمالية لمتوسطات درجات الحرارة السنوية الجافة الحدية المرتفعة والمنخفضة لكل محطة. لهذا طورت طريقة جديدة لمراقبة وحساب التطورات الزمنية المستمرة وما يرافقها من تبيان لتغيرات قيمها الاحتمالية النسبية العليا والدنيا كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): تمثيل بياني لنتائج انزياح منحنى التوزيع الطبيعي بسبب ارتفاع متوسط درجات الحرارة وتغيرات المناخ وكثافة احتمال حدوث قيم حدية عليا ودنيا. المصدر: (Rahmstorf & Coumou, 2012).

تقوم هذه الطريقة على أساس مقارنة متوسطات درجات الحرارة السنوية (أو الفصلية) لفترتين زمنيتين من خلال مراقبة مقدار انزياح منحنى التوزيع الطبيعي حيث يرافق تزايد متوسط درجة الحرارة السنوية تزايد في الكثافة الاحتمالية لمتوسط درجات الحرارة السنوية المرتفعة والأكثر ارتفاعاً، وكذلك تناقص في الكثافة الاحتمالية لمتوسط درجات الحرارة السنوية المنخفضة والأكثر انخفاضاً خلال فترتين زمنيتين متعاقبتين.

يدل الشكل أعلاه على اختلاف حالات تغيرات المناخ تبعاً لتزايد متوسط درجة الحرارة مع ثبات التباين - وبالتالي الانحراف المعياري- (الحالة a)، واختلاف التباين الذي يؤدي إلى تزايد في تشتت متوسط درجة الحرارة السنوية دون تغيير في الوسط الحسابي (الحالة b)، وتزايد كل من متوسط درجة الحرارة و التباين (الحالة c).

أهمية البحث وأهدافه :

يتكرر بشكل كبير في علم المناخ سؤال حول العلاقة ما بين تزايد أحداث الطقس المتطرفة وتغير المناخ، وهل الشذوذات وتطرفات الطقس المتزايدة هي نتيجة لتغير المناخ ؟ للإجابة على السؤال السابق ستركز هذه الدراسة بشكل خاص على تحليل الاتجاهات العامة لمتوسط درجة الحرارة السنوية في بعض محطات الساحل السوري المختارة ومعرفة تغيرات تكرارات قيمها السنوية، والكثافة الاحتمالية لتغير قيمها الشاذة. حيث ستقتصر هذه الدراسة على التحليل الكمي لدرجة الحرارة فقط لكون درجة الحرارة تعد العنصر المناخي القائد، والمحرك لباقي العناصر المناخية من جهة، ولكون منطقة البحث تنتمي إلى نطاق المناخ المعتدل الدافئ الذي تتميز فيه السنة بقصر نصفها الشتوي الرطب، وطول نصفها الصيفي الجاف الذي يعاني من عجز مائي من جهة ثانية.

يمكن أن نلخص أهداف البحث بالآتي:

- 1- تحليل السلسلة الزمنية لمتوسطات درجات الحرارة السنوية في بعض محطات إقليم الساحل السوري خلال الفترة 1970-2010 وتحديد مقدار ميل الاتجاه العام لدرجات الحرارة السنوية خلال الفترة الزمنية المدروسة والأهمية الإحصائية لميل خط اتجاهها العام.
- 2- تحديد مقدار تغيرات التوزيعات الاحتمالية لقيم درجة الحرارة السنوية الوسطى الحدية للفترة 2001-2010 بالمقارنة مع الفترة 1970-2000 بالنسب المئوية.

طرائق البحث ومواده:

يعتمد البحث على بيانات مناخية تمثل متوسطات درجات الحرارة السنوية في ست محطات مناخية في المنطقة الساحلية السورية خلال الفترة 1970-2010 موزعة بالتساوي بين محافظتي اللاذقية وطرطوس، وتقع على ارتفاعات مختلفة سهلية وهضبية وجبلية، وقد تم تعويض البيانات المفقودة في محطة القرداحة خلال الفترة 1970-1974 بطريقة النسبة البسيطة بالمقارنة مع محطة مجاورة، وتم التحقق من تجانس البيانات عن طريق اختبار توزيع Z لتجانس البيانات وبمستوى ثقة 95% وفق الصيغة:

$$S_{\varepsilon_1-\varepsilon_2} = \sqrt{\frac{S_1^2}{2n_1} + \frac{S_2^2}{2n_2}}$$

حيث:

 X_1 و X_2 الوسط الحسابي للفترتين المراد المقارنة بينهما. S_1^2 و S_2^2 تباين الفترتين الزمنيتين المقارنتين n_1 و n_2 عدد سنوات الدراسة في كل فترة.

يبين الجدول (1) المحطات والمعطيات الرئيسية المتعلقة بها:

الجدول (1): مواقع وارتفاعات المحطات المدروسة

المحافظة	اسم المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع عن سطح البحر بالمتر
اللاذقية	الأزهرى	35.78	35.52	7
	القداحة	36.05	35.45	300
	صلنفة	36.19	35.60	1159
طرطوس	طرطوس	35.90	34.87	5
	صافيتا	36.12	34.81	370
	القدموس	36.16	35.09	915

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية

تم في البداية إيجاد معادلة الاتجاه العام الخطية لمتوسط درجة الحرارة السنوية في المحطات المذكورة، كما حسبت القيمة الرقمية لمقدار تغيرات درجة الحرارة، ثم اختبرت الأهمية الإحصائية لميل خط الاتجاه العام عن طريق تحليل خط الإنحدار الخطي باستخدام برنامج SPSS وفق الصيغة الآتية:

$$Z = \frac{b - b_0}{S}$$

حيث:

 $b - b_0$ الفرق بين القيمة النظرية والقيمة المحسوبة لمعامل الانحدار بفرض أن القيمة النظرية = الصفر. S الخطأ المعياري وهو يساوي حجم الانحراف المعياري مقسوما على جذر حجم العينة $S = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

ومن ثم حسب الوسط الحسابي والانحراف المعياري لفترتين زمنيتين محددين لمعرفة مقدار التغير في درجة الحرارة الوسطى وانحرافاتها المعيارية واختبرت الأهمية الإحصائية لاختلاف قيمة متوسط درجة الحرارة في الفترة الثانية مقارنة بالفترة الأولى من خلال اختبار (T-test) للعينات صغيرة الحجم.

$$t = \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

من الأهمية بمكان في البحوث المناخية و جوانبها التطبيقية ألا يقتصر تحليل التغيرات المناخية على اتجاهاتها العامة، بل إجراء التحليل الإحصائي لتكرارات واحتمالات تزايد أو تناقص الحوادث المناخية الحدية.

يستخدم منحى التوزيع الطبيعي في تحليل القيم الاحتمالية لمتوسطات السنوية لدرجة الحرارة بالنظر للمساحة الواقعة تحت منحى التوزيع الطبيعي التي تساوي 1 أو 100%، ويرسم منحى التوزيع الطبيعي من خلال تطبيق الصيغة الآتية:

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-u}{\sigma}\right)^2}$$

حيث:

U متوسط درجة الحرارة السنوية خلال فترة الدراسة.

X المتغير العشوائي (متوسط درجة الحرارة السنوية في سنة ما).

σ الانحراف المعياري لدرجة الحرارة السنوية خلال فترة الدراسة.

$$e = 2.71828$$

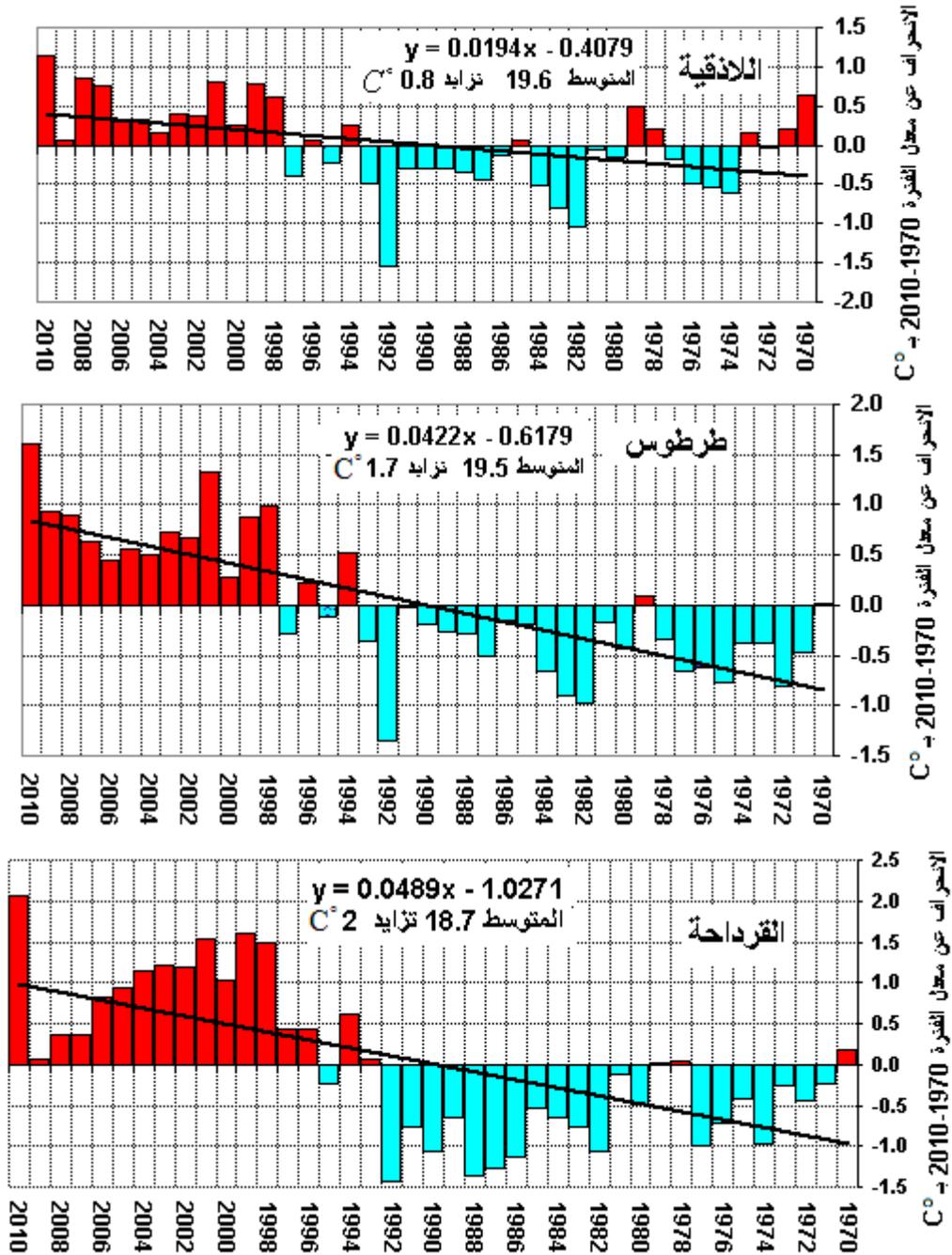
$$\pi = 3.14159$$

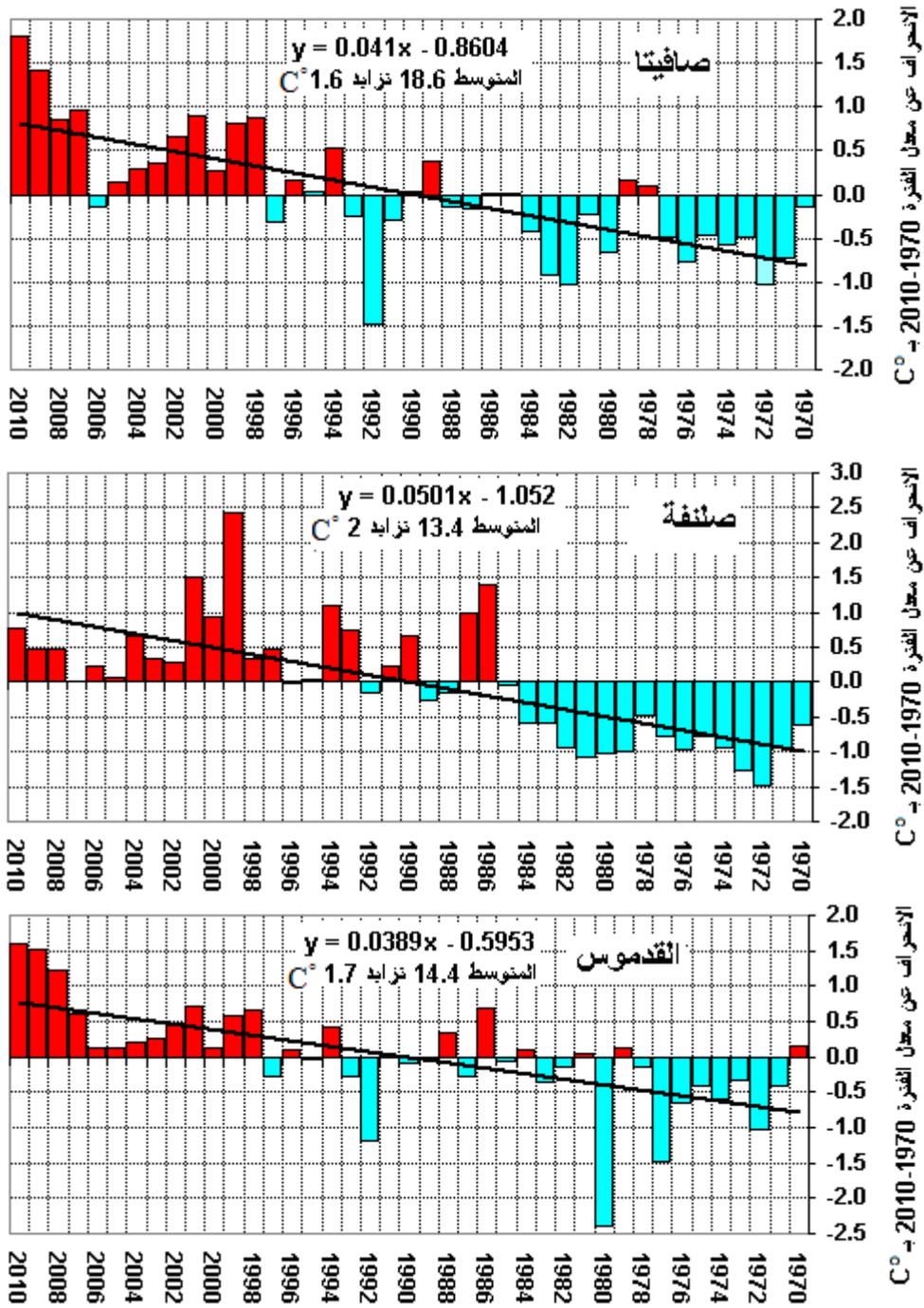
حسبت الكثافة الاحتمالية لدرجات الحرارة الوسطى الحدية للفترة 1970-2010 على أساس القيم التي يقل احتمال حدوثها عن 10% بالنسب المئوية، بحيث تتوزع إلى 5% للقيم الأعلى في درجة حرارتها على يمين المنحنى، و5% للقيم الأدنى في درجة حرارتها على يسار منحى التوزيع الطبيعي، ثم قورنت النتائج مع نتائج الحسابات المتعلقة بالفترة 2001-2010 وحسبت الفروقات.

النتائج والمناقشة:

الإتجاهات العامة لمتوسطات درجات الحرارة السنوية الجافة

ارتفع خط الاتجاه العام لمتوسط درجة الحرارة السنوية الجافة في جميع المحطات المدروسة خلال الفترة 1970-2010، وهذا أدى إلى تزايد متوسط درجة الحرارة السنوية لجميع المحطات خلال فترة الدراسة، يبين الشكل رقم (3) أن انحراف درجة الحرارة نحو الزيادة عن معدلها العام خلال الفترة 1970-2010 بدأ عام 1998 في خمس من المحطات المدروسة ، ولم تتخفص درجة الحرارة عن معدلها بعد ذلك العام حتى بلغت ذروتها عام 2010 في جميع المحطات باستثناء محطة صلفنة التي شهدت ارتفاعاً أقل في متوسط درجة الحرارة السنوية الجافة عام 2010.





الشكل (3): الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة الوسطى عن معدلها للفترة 1970-2010

يبين الجدول (2) قيم ميل خط الانحدار العام السنوي لدرجة الحرارة ومقدار التغير والأهمية الإحصائية لهذا التغير، كما يبين نتائج حساب متوسط درجة الحرارة للفترة 1970-2000 ومقارنتها بالفترة 2001-2010، ويعود مبرر اختيار فترة المقارنة هذه إلى كون المتوسط العالمي لدرجات الحرارة السنوية - وفق ما أشارت إليه المنظمة الحكومية المعنية بتغير المناخ IPCC - قد ارتفع خلال العقد الأول من القرن 21 إلى قيم لم يسبق وأن سجلت منذ

بدء قياسات درجات الحرارة عالميا عام 1860، ومن الجدير هنا بالذكر أن القياسات العالمية تشير إلى أن عامي 1998 و 2010 كانا الأعلى في متوسط درجات حرارتهما السنوية على الإطلاق. ارتفع متوسط درجة الحرارة في جميع المحطات خلال الفترة 2001-2010 بالمقارنة مع 1970-2000، وشهدت محطتي القرداحة وصلنفة أكبر قيمة سنوية لتغير خط الاتجاه العام حيث ارتفعت درجة الحرارة في هاتين المحطتين بمقدار 2 درجة سلسيوس ، والتزايد الأقل كان في اللاذقية بمقدار 0.8 درجة سلسيوس. وكان ميل خط الاتجاه العام لتغير درجات الحرارة ذي أهمية إحصائية في جميع المحطات.

الجدول (2):تغير خصائص درجات الحرارة السنوية في المحطات المختارة 2001-2010

بالمقارنة مع 1970 - 2000 والأهمية الإحصائية للفروق (+ هام إحصائيا ، - غير هام إحصائيا).

المحطة	اللاذقية	القرداحة	صلنفة	طرطوس	صافيتا	القدموس
ميل خط انحدار الحرارة 1970 - 2010 بـ C°	0.8	2	2	1.7	1.6	1.7
الأهمية الإحصائية لميل خط انحدار الحرارة	+	+	+	+	+	+
الانحراف المعياري 1970-2000 بـ C°	0.5	0.8	0.9	0.5	0.5	0.6
الانحراف المعياري 2010-2001 بـ C°	0.4	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6
متوسط درجة الحرارة 2000-1970 بـ C°	19.5	18.4	13.2	19.2	18.4	14.4
متوسط درجة الحرارة 2010-2001 بـ C°	20.1	19.7	13.8	20.3	19.4	15.3
مقدار تزايد متوسط درجة الحرارة السنوية بـ C°	0.6	1.3	0.6	0.9	1	0.9
الأهمية الإحصائية لتغير متوسط درجة الحرارة	+	+	-	+	+	+

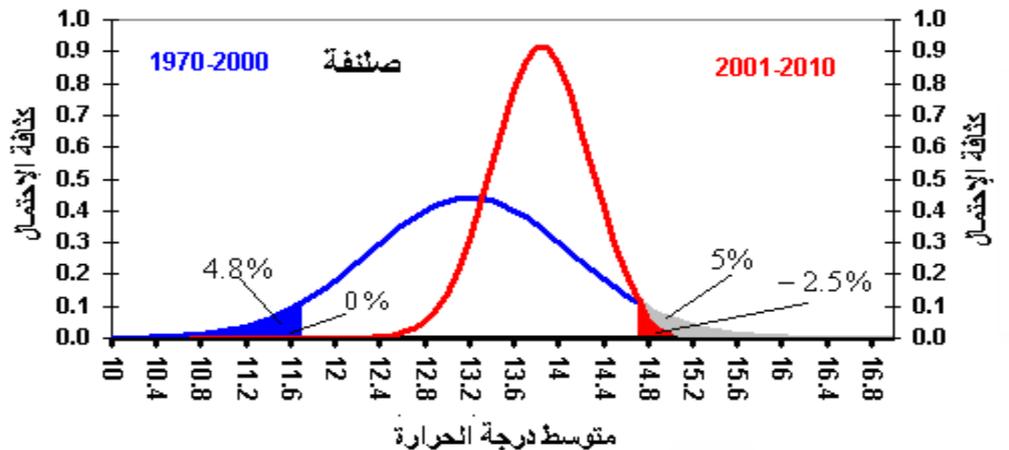
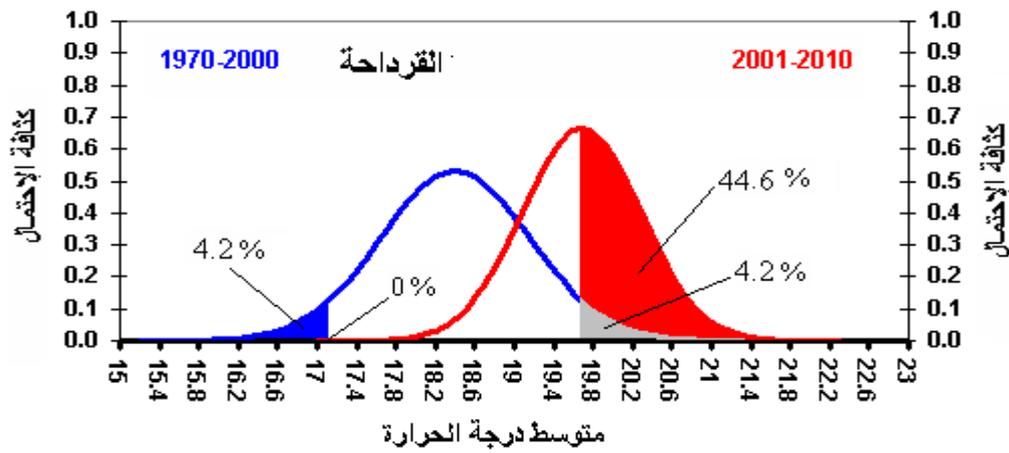
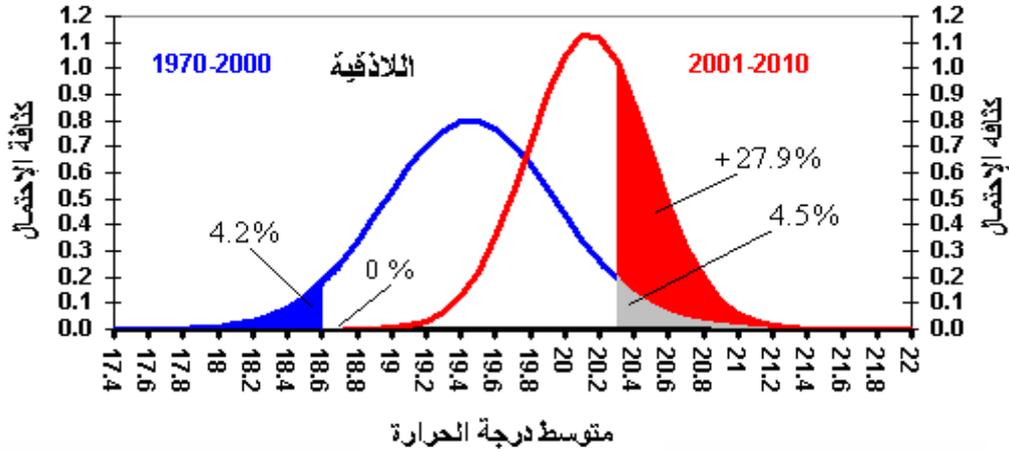
التوزيعات الاحتمالية لدرجات الحرارة

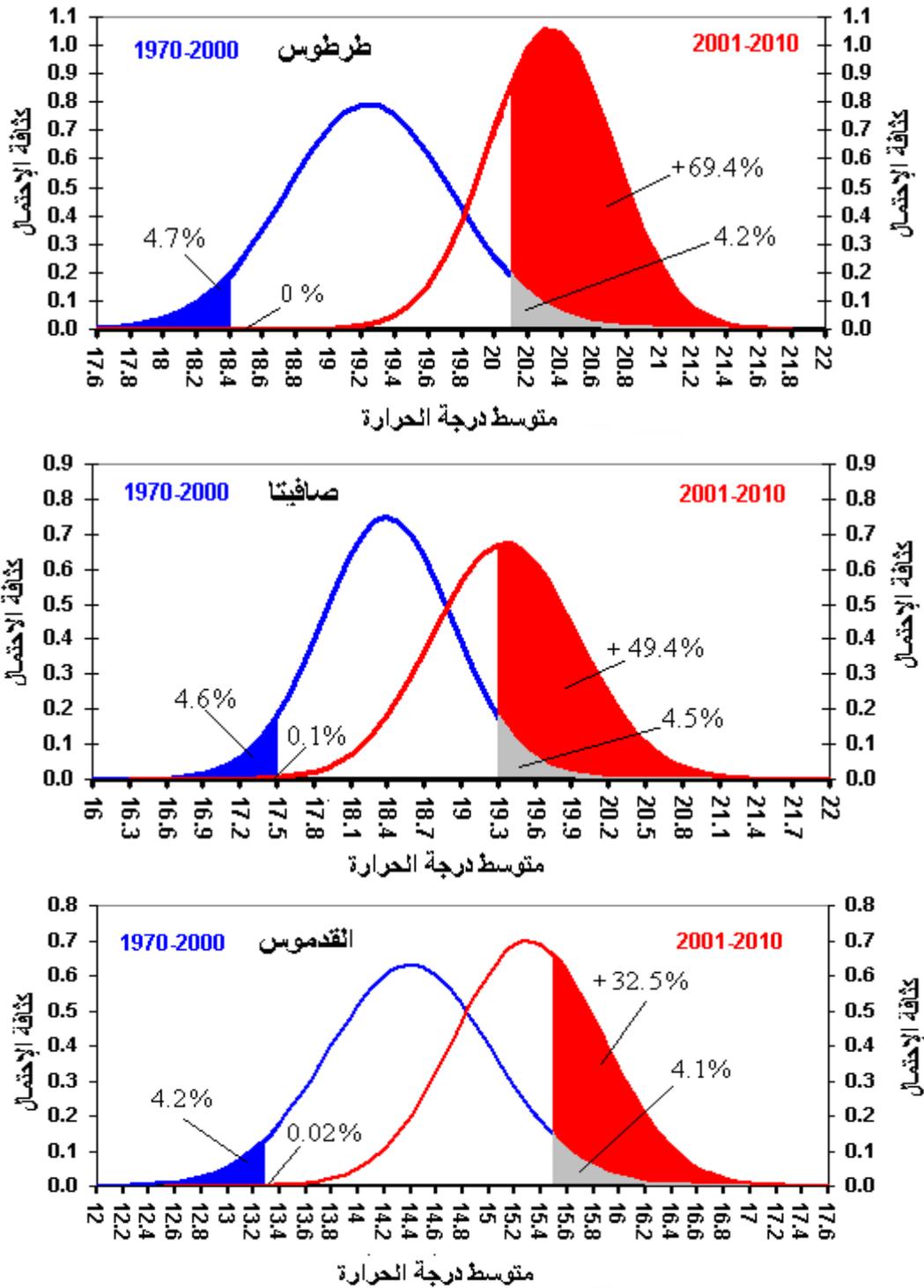
يبيد منحنى التوزيع الطبيعي للفترة 2001-2010 في الشكل (4) تزيادا واضحا في المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة في جميع المحطات المدروسة. أدى ارتفاع درجة الحرارة الوسطى في محطة اللاذقية من 19.5 درجة سلسيوس في الفترة 1970-2000 إلى 20.1 درجة سلسيوس في الفترة 2001-2010 إلى انزياح منحنى التوزيع الطبيعي بمقدار 0.6 درجة سلسيوس، أما الانحراف المعياري فقد تناقص من 0.5 إلى 0.4 درجة سلسيوس وهذا يعني تشتت أقل في درجة الحرارة الوسطى للفترة 2001-2010. كذلك تناقص تشتت درجة الحرارة إلى أدنى قيمة له في محطة صلنفة من 0.9 إلى 0.4 درجة سلسيوس، في حين شهدت محطة القرداحة الانزياح الأكبر في منحنى التوزيع الطبيعي بمقدار 1.3 درجة أكثر خلال العقد الأول من القرن 21 تليها طرطوس والقدموس بمقدار 0.9 درجة سلسيوس. ترافق ارتفاع متوسط درجة الحرارة السنوية والاختلاف في مقدار تشتت قيمها خلال الفترة 2000-2010 بالمقارنة مع 1970-2000 مع حدوث تغير في الكثافة الاحتمالية للقيم الوسطى لدرجة الحرارة عموما والمنتزعة خصوصا بحيث أصبح من المرجح جدا حدوث درجات حرارة سنوية متوسطة مرتفعة لم يكن من المتوقع حدوثها بنفس النسبة خلال الفترة 1970-2000.

أدى ارتفاع متوسط درجة الحرارة السنوية في محطة اللاذقية - الأزهرى من 19.5 درجة سلسيوس خلال الفترة 1970-2000 إلى 20.1 درجة سلسيوس إلى زيادة احتمال وصول متوسط درجة الحرارة السنوية C° 20.3- وهي قيمة كانت تعد حدية عليا خلال الفترة 1970-2000 - من 4.5 % إلى 32.4% خلال العقد الأول من القرن 21 ،

وزيادة مقدارها 27.9% . في حين لم يعد هناك أي احتمال في انخفاض متوسط درجة الحرارة السنوية عن $18.6C$ وهي قيمة حدية دنيا للمتوسط السنوي لدرجة الحرارة خلال الفترة 1970-2000- بعد أن كان احتمال وقوع هذا المتوسط الحراري يبلغ 4.2% فقط.

كذلك الحال في محطتي محافظة اللاذقية الأخرى فقد زاد احتمال حدوث درجة حرارة سنوية وسطى أعلى من $19.7 C$ في محطة القرداحة زيادة كبيرة وصلت إلى 44.6.3% بعد أن كانت 4.2% فقط، وفي صنفه أدى انخفاض مقدار تشتت درجة الحرارة إلى حدوث تراجع طفيف في بعض القيم الحدية بحيث انخفض احتمال حدوث درجة حرارة أعلى من $14.7 C$ من 5% إلى 2.5% بتراجع مقداره 2.5%.





الشكل (4): منحنيات التوزيع الطبيعي لتغير درجة الحرارة السنوية الوسطى في الفترة 2001-2010 بالمقارنة مع الفترة 1970-2000.

شهدت محطات محافظة طرطوس بدورها تزايداً واضحاً في الكثافة الاحتمالية لجميع المتوسطات السنوية، وخصوصاً الحدية منها، ففي محطة طرطوس تزايد احتمال حدوث درجة حرارة أعلى من 20.1C° بمقدار 69.4% في حين لم يعد هناك احتمال لتراجع متوسط درجة الحرارة السنوية عن 18.8C° في أي عام. وفي صافيتنا تزايدت كثافة احتمال درجات الحرارة الحدية العليا التي تساوي أو تزيد عن 19.3C° بمقدار 49.4% ، كما تراجع احتمال

انخفاض متوسطات درجات الحرارة عن 17.5 C° من 4.2% إلى 0.1% . وفي محطة القدموس المرتفعة عن مستوى سطح البحر تزايد احتمال حدوث درجات حرارة سنوية وسطى حدية تزيد عن 15.5 C° بنسبة 32.5% .
يبين الجدول (3) التغييرات التي طرأت على نسب احتمالات حدوث متوسطات درجات حرارة سنوية حدية دنيا وعليا ولعدة مستويات، حيث يظهر الجدول تزيادا" في احتمال حدوث متوسطات درجات حرارة سنوية عليا، وانخفاضا" في احتمال حدوث متوسطات درجات حرارة سنوية دنيا في الفترة 2001-2010 بالمقارنة مع الفترة 1970-2000 :

الجدول (3): نسب تغير القيم الاحتمالية لبعض قيم متوسطات درجات الحرارة السنوية الحدية للفترة 2001-2010 بالمقارنة مع 1970-2000 بـ %.

القيم الحدية الدنيا			القيم الحدية العليا				
18.7 >	19.1 >	19.5 >	20.7 <	20.5 <	20.3 <	متوسط درجة الحرارة السنوية بـ $^\circ\text{M}$	
-6.4	-23.5	-50.0	+4.9	+13.5	+27.9	محطات	اللاذقية
-14.0	-38.7	-68.2	+16.7	+32.9	+52.4	سهلية	طرطوس
القيم الحدية الدنيا			القيم الحدية العليا				
17 >	17.5 >	18 >	20 <	19.7 <	19.3 <	متوسط درجة الحرارة السنوية بـ $^\circ\text{M}$	
-3.1	-11.6	-29.7	+28.1	+44.6	+62.3	محطات	القرداحة
-0.4	-4.5	-21.6	+13.8	+27.4	+49.4	هضبية	صافيتا
القيم الحدية الدنيا			القيم الحدية العليا				
11.5 >	12 >	12.5 >	15.5 <	15 <	14.5 <	متوسط درجة الحرارة السنوية بـ $^\circ\text{M}$	
3	-9.08	-21.6	-0.6	-2	-1.1	محطات	صانفة
13.2 >	13.6 >	14 >	16 <	15.7 <	15.5 <	متوسط درجة الحرارة السنوية بـ $^\circ\text{M}$	
-2.9	-10.3	-25.4	+10.6	+22.4	+32.5	جبلية	القدموس

الاستنتاجات والتوصيات:

أهم الإستنتاجات التي توصل إليها البحث تتلخص فيما يلي:

1-شهد خط انحدار متوسط درجة الحرارة السنوية الجافة في جميع محطات الساحل السوري خلال الفترة 1970-2010 ارتفاعا يتراوح بين 0.8 M° في اللاذقية و 2.8 M° في القرداحة، وهذا الارتفاع كان هاما" إحصائيا في جميع المحطات.

2-ارتفع متوسط درجة الحرارة في العقد الأول من القرن الحالي بين 0.6 M° و 1.6 M° بالمقارنة مع العقود الثلاثة الأخيرة من القرن الماضي.

3-أدى ارتفاع متوسط درجة الحرارة السنوية خلال الفترة 2001-2010 بالمقارنة مع الفترة 1970-2000 إلى تزايد احتمال تردد متوسطات درجات حرارة سنوية عموما، وحدية عليا خصوصا، لم يكن احتمال حدوثها مرتفعا خلال الفترة 1970-2000، ولكنها أصبحت اليوم قيما ممكنة الحدوث بكثافة احتمالية كبيرة.

4-خرج متوسط درجة الحرارة السنوية الحدية الدنيا في جميع المحطات خارج مجال أو فرصة الحدوث، وأصبح احتمال حدوثها في أي عام يساوي الصفر.

التوصيات يمكن إيجازها بما يلي:

- 1- اقتصرت هذه الدراسة على تحليل تغيرات القيم الحدية لمتوسطات درجات الحرارة السنوية الجافة في بعض محطات المنطقة الساحلية، ولكن لا بد من توسيع هذه الدراسة لتغطي كافة الفصول ومختلف المناطق المناخية، وعلى مختلف المستويات الزمنية، حيث تعد دراسة وتحليل التغيرات الفصلية إضافة إلى التغيرات السنوية أكثر أهمية.
- 2- إجراء دراسات تتناول تحليل تغيرات تكرارات القيم اليومية لدرجة الحرارة خلال فترة زمنية طويلة من أجل تبيان مقدار تزايد عدد الأيام الحارة والصيفية وبالتالي تراجع الأيام الصقيعية، وأثر ذلك على الكثير من المجالات الحيوية التي ترتبط بدرجات الحرارة مثل الزراعة والري وطول فصل النمو وتغيرات بداياته ونهاياته.

المراجع:

- 1- الهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ (IPCC 2007)، التقرير التجميعي (النسخة العربية)، جنيف 2007 ص 2.
- 2- حميدان. عباس؛ مخول؛ مطانيوس. جاعوني، فريد؛ ناصر آغا؛ عمار ، الإحصاء التطبيقي، كلية الإقتصاد، جامعة دمشق، 2006. ص 140-141.
- 3- خواجه، خالد زهدي: أساسيات الاحتمالات، المعهد العربي للتدريب والبحوث الإحصائية، بغداد. ص 161-163.
- 4- Bičarová. C and Fleischer. P: Ozone Air Pollution in Extreme Weather Situation Environmental Risk in Mountain Ecosystems. Bioclimatology and Natural Hazards. Springer Science + Business Media B.V. 2009 p 75.
- 5- Hohman.R & Frei. C: Extremereignisse und Klimaänderung: Wissensstand und Empfehlungen des OcCC, Organe consultatif sur les changements climatiques Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung, Bern, September 2003. P 11. (باللغة الألمانية).
- 6- NOAA's National Climatic Data Center (NCDC), (28/4/2014) <https://www.ncdc.noaa.gov/indicators>.
- 7- Patricia. J: Temperaturextreme, OcCC, Organe consultatif sur les changements climatiques Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung, Bern, September 2003. P 48. (باللغة الألمانية).
- 8- Pongr´acz. R, Bartholy. J. Gelyb, G and Szab. P: Detected and Expected Trends of Extreme Climate Indices for the Carpathian Basin. Bioclimatology and Natural Hazards. Springer Science + Business Media B.V.2009. p 15.
- 9- Rahmstorf.S, & Coumou, D. 2012 <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2012/03/extremely-hot/#sthash.TrRGMS.dpuf>.
- 10- Schönwiese. D. C: Trends und Extremereignisse aus Sicht einer statistischen Analyse der Beobachtungsdaten. Institut für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/Main Arbeitsgruppe Klimaforschung. 2006. (باللغة الألمانية)
- 11- Schönwiese. D. C, Staeger. C, und Jonas. T: Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen Schwerpunkt Deutschland . Kurzbericht zum Forschungsvorhaben. Institut für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/Main Arbeitsgruppe Klimaforschung. 2005. (باللغة الألمانية)