مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (34) العدد (5)2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (34) No. (5) 2013

اتجاه تغير قرينة الجفاف لديمارتون وعلاقته بتغير درجة الحرارة وكمية الأمطار في محطة اللاذقية خلال الفترة (1968-2008)

الدكتور رياض قره فلاح*

(تاريخ الإيداع 13 / 2 / 2012. قبل للنشر في 14 / 10 / 2012)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى تحديد الإتجاهات السنوية العامة طويلة الأمد، لكل من درجة الحرارة والأمطار بهدف تحديد قيم الإتجاهات السنوية العامة لمعدلات قرينة الجفاف لديمارتون، حيث تم اختيار محطة اللاذقية المناخية.

أهم النتائج التي توصل إليها البحث هي وجود تغير في درجة الحرارة في محطة اللاذقية من التناقص بمعدل 0.9 درجة سلسيوس خلال الفترة (1970-1992)، إلى التزايد بمقدار 1.3 درجة سلسيوس خلال الفترة من (1992-2008)، وإلى حدوث تراجع في معدلات الأمطار خلال الفترة المدروسة بمقدار 5 مم كل سنة، مع ملاحظة عدم وجود تغيير بعد عام 1992، مما أدى إلى حدوث تزايد في معدلات الجفاف.

الكلمات المفتاحية: قرينة ديمارتون ، الجفاف ، تغيرات المناخ.

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

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (34) العدد (5)2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Arts and Humanities Series Vol. (34) No. (5) 2013

Direction Change of Presumption of Drought Dimarton and its Relationship to Changing Temperatures and Rainfall in Lattakia-Station during the period (1968-2008)

Dr. Riad Qara - Fallah*

(Received 13 / 2 / 2012. Accepted 14 / 10 / 2012)

□ ABSTRACT □

This research aims at assigning the long term annual general trends of both temperature and rainfall in order to determine the general annual trends of Dimarton´s drought rates presumption during 1968-2008. In this regard, Lattakia's climatic station has been chosen.

One of most important results of this research is the existence of real change in the temperature in Lattakia's climatic station from a decrease with a rate 0.9 C° during 1970-1992 to an increase with 1.3 C° during 1992-2008. The research also shows that there is a decline in rainfall rated 5 mm per year. It is also noted that there is no real change after 1992. This led to a rise in the draught rates according to Dimarton´s presumption

Keywords: Dimarton presumption, draught, climate change.

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

مقدمة:

يوضح التقرير التجميعي لتغيرات المناخ (IPCC, 2007) في مرفقه الثاني، بأن مصطلح **التغيرات المناخية** يشير إلى تغير في حالة المناخ يمكن تحديده (عن طريق استخدام اختبارات إحصائية مثلا) بتغيرات في متوسطات خصائصه، تدوم لعقود أو فترات أطول من ذلك. تشير القياسات الرصدية إلى أن الإتجاه الخطي للمتوسط العالمي لدرجة درجة الحرارة السطحية للفترة مابين 1906–2005 قد ارتفع بمقدار 0.74 ± 0.18 °م. الجدير ذكره أن أحد عشر سنة من السنوات الإثنتي عشر الواقعة مابين 1995– 2006 كانت من أحر السنوات في سجل قياسات درجات الحرارة السطحية العالمية منذ بداية التسجيلات عام 1860. عدا عن ذلك من المرجح جدا أن يكون متوسط درجات الحرارة في نصف الكرة الشمالي في النصف الثاني من القرن العشرين الأعلى منذ 1300 سنة على الأقل.

يعرف (IPCC, 2007) **الجفاف** على أنه "الظاهرة التي تحدث عندما تنخفض معدلات الأمطار كثيرا إلى مادون المستويات العادية المسجلة ، مما يسبب اختلالا هيدرولوجيا خطيرا يؤثر تأثيرا ضارا على نظم إنتاج موارد الأراضي". وفي (مينغه، 1999) عرفه بارو بأنه " أوساط تتعرض باستمرار فصليا أو مؤقتا لنقص ملحوظ في الرطوبة" ، وعرفه (صيام، 1989) بأنه "نتاج العلاقة بين المياه المتوفرة والحاجة إليها، فعندما تكون المياه الضائعة عن طريق التبخر أكبر من المياه الهاطلة يحدث الجفاف". بين (الراوي & السامرائي،1990) أن ثورنثويت عرف الجفاف على انه "عدم قدرة الرطوبة الجوية أو رطوبة التربة على الإنبات أو حيث تكون الرطوبة الجوية و رطوبة التربة غير كافية للعمليات اللازمة للإنبات".

لابد من التمييز بين مصطلحين مناخيين متقاربين هما القحولة والجفاف، **فالقحولة** (Aridity) تعكس عجزا مطريا مستمرا، لكنه يرتبط أيضا بمعطيات مناخية أخرى من درجات حرارة مرتفعة ورطوبة نسبية منخفضة وتبخر متواصل. أما **الجفاف** (Drought) فينتج عن نقص مطري مؤقت، وهو حالة مناخية لا تقتصر على الصحارى بل تجتاح جميع المناطق المناخية، حيث تحتوي جميع القارات بما فيها أوروبا على مساحات جافة، والجفاف ظاهرة زمنية (فترة جفاف)، أما القحولة فهي ظاهرة مكانية (منطقة قاحلة)، ولابد لتحديد الجفاف بالمعايير الكمية من أخذ مدة الفصل الرطب بعين الإعتبار وتاريخ بدايته، حيث يبدأ فصل المطر عندما يصل مجموع الهطولات إلى 20 مم خلال يوم واحد أو يومين متتاليين (مينغة، 1999).

يرتبط المناخ مع دورة المياه في الطبيعة بعلاقة تبادلية وثيقة، حيث إن تذبذب أو تغير النظام المناخي سوف يؤثر بشكل مباشر على الدورة المائية، فارتفاع متوسطات درجات الحرارة يؤدي إلى تغير في معدلات الأمطار والتبخر– النتح الممكن. يتبخر بالمتوسط من مياه سطح الأرض ما نسبته 64 % من الأمطار الهاطلة خلال فصل المطر، حيث يبلغ معدل الأمطار 973 ملم (Baltenweiller et al , 1995). في بلد كسوريا يقع ضمن العروض المعتدلة الحارة التي تتميز بصيف جاف طويل وحار، وشتاء قصير ومائل للبرودة، من المؤكد أن نسبة التبخر فيه تتجاوز النسبة العالمية الوسطى بكثير، حيث تختلف وتتذبذب فيه الأمطار كثيرا من منطقة لأخرى، ومن عام إلى آخر.

أدى ارتفاع المتوسط العالمي لدرجة الحرارة بناءً على تقرير المنظمة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2007) إلى تزايد مساحة المناطق المتأثرة بالجفاف في العروض الوسطى منذ عام 1980، كما انخفضت كمية المياه العذبة المتوفرة. أما في القارة الأسيوية أدى ازدياد تكرار الظواهر المناخية المتطرفة في المناطق المعتدلة

والمدارية إلى تكرار حدوث فترات الجفاف وحرائق الغابات والفيضانات وانخفاض معدلات الجريان السطحي وتناقص المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة.

تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية (AFED, 2009) يقول صراحة بأن البلدان العربية تعد من البلدان الأكثر تعرضا في العالم للتأثيرات المحتملة لارتفاع معدلات درجات الحرارة التي قد تتجاوز درجتين مئويتين بحلول عام 2035، عدا عن تراجع معدلات الأمطار مع اضطراب وتيرتها في منطقة تعاني في الأصل من موجات الجفاف وشح المياه، والذي سيصل إلى مستويات خطيرة عام 2025. سيتسبب هدر المياه في سوريا سواء عن طريق ممارسات الري غير السليمة أو عن طريق الإستهلاك البشري للمياه الذي يفوق في معدلاته مقاييس الإستهلاك الدولية إلى هدر نصف الموارد المائية ، كما أن نظام الزراعة البعلية المعتمد على مياه الأمطار يجعل من الإنتاج الزراعي السنوي والأمن الغذائي مرتبطان بشكل كبير بسقوط المطر مما يجعل من موضوع تغير المناخ عاملا منذرا بتزايد الجفاف.

تعد سوريا بطبيعة الحال من المناطق التي تتعرض بشكل كبير للتغيرات المناخية كما يشير تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية (AFED, 2009). يبين (الموسى، 2007) أن 75 % من مساحة سورية تتلقى أمطارا أقل من 500 مم، ولا تتجاوز مساحة المناطق التي تزيد أمطارها عن 1000 مم 5 %، وهذه النسبة تتركز في مرتفعات المناطق الرطبة، كما يشير (Kaniewskia et al, 2012) إلى أن المنطقة الشمالية الشرقية من سوريا قد مرت خلال الفترة من 2007-2010 بظروف جفاف حادة أدت إلى حدوث هبوط في الإنتاجية الزراعية وهجرة كبيرة للسكان في أقسى فترة جفاف مرت بها المنطقة الشرقية. ويشير تقرير المجلس العربي للمياه (Arab Water council, 2009) إلى صعوبات متوقعة في تأمين المياه للسقي في بلد كسوريا يعتبر أهم بلد زراعي عربي تساهم الزراعة فيه بنحو 19.2 % في الناتج المحلي الإجمالي.

تم في هذا البحث بناء" على ما سبق التحقق من وجود تغيرات في درجة الحرارة وكمية الأمطار وأثر ذلك على تغير قيم قرينة الجفاف لديمارتون. كانت محطة الأزهري الواقعة في شمال مدينة اللاذقية مجال تطبيق هذه الدراسة.

أهمية البحث وأهدافه:

تنبثق أهمية هذا البحث من كون موضوع التغيرات المناخية أخذ حيزا كبيرا من اهتمام دول العالم والمؤسسات المعنية بالبيئة لما تنطوي عليه هذه التغيرات من مخاطر بيئية واقتصادية واجتماعية حادة. يشير تقرير المنظمة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2007) إلى أن تغير النظام المناخي العالمي بات أمرا لا لبس فيه، يستدل على ذلك من خلال تزايد درجات حرارة الهواء وتزايد ارتفاع سطح المياه المحيطية في مختلف مناطق العالم. هذا الإرتفاع في درجات درجة الحرارة كان له تداعيات سلبية على البلاد العربية، حيث تضاءلت الموارد المائية فيها، والتي لا تشكل في الواقع سوى 1% من موارد المياه العذبة في العالم (AFED, 2009).

بما أن الهطل هو المصدر الرئيسي للمياه العذبة، لذا تعد دراسة تباينات درجة الحرارة – وبالتالي تباينات معدلات الأمطار – على تباينات وتقلبات قيم قرينة الجفاف من الأسئلة المطروحة الهامة. ما يزيد أيضا من أهمية هذا الأمر أن منطقة الدراسة تنتمي إلى نطاق المناخ المعتدل الدافئ الذي تتميز فيه السنة بقصر نصفها الشتوي الرطب وطول نصفها الصيفي الجاف (موسى، 1990)، مما يجعل من الأهمية بمكان تحديد الوجهة العامة لقيم قرينة الجفاف، وتدارك عواقبه المتعددة التي تطال بعض القطاعات الحيوية كالزراعة وتوافر المياه العذبة على سبيل المثال، خاصة وأن تراجع الزراعة المتمثل بتناقص في إنتاجية المحاصيل في البيئات الأكثر دفئا إلى النصف بسبب الإجهاد

الحراري إذا لم تطبق تدابير بديلة (AFED , 2009)، وتزايد الحاجة لمياه الري، وازدياد خطر الحرائق الكبيرة، وتزايد انتشار الحشرات، وتعرية التربة، وتغير فترات الدورات الزراعية للمحاصيل يعد من أهم آثار التغيرات المناخية التي يتوجب معها أخذ كافة ظروف الإستعداد الجيد لمواجهة التأثيرات التي قد يسببها تزايد الجفاف وفق ما أشار إليه تقرير المنظمة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2007).

أشارت الكثير من الدراسات المحلية التي تناولت موضوع الجفاف عبر الزمن إلى اتجاه الظاهرة العام ولكنها كانت تكتفي بالإشارة إلى السنوات الجافة و السنوات الرطبة وعدد هذه السنوات دون أن تحدد القيمة الرقمية الدقيقة لتغيرات درجة الحرارة خلال فترة الدراسة، وما رافقها من تغير في معدلات الأمطار وبالتالي الجفاف تبعا للطرق العلمية المستخدمة في ذلك، عدا عن عدم قيام هذه الدراسات بتحديد الأهمية الإحصائية لتغيرات متوسطات قيم الظاهرة خلال الزمن، وهذا أمر لا غنى عنه عند دراسة التغيرات المناخية طوية الأمد (أكثر من 30 سنة) وفق ما جاء في المرفق الثاني من التقرير التجميعي لتغيرات المناخ (IPCC, 2007) .

تبعا لما سبق يتلخص **هدف البحث** بما يلي:

تحليل تغيرات عنصري درجة الحرارة ومعدلات الأمطار في مدينة اللاذقية خلال الفترة (1968–2008) من أجل معرفة واقع تطورهما الزمني، واتجاهاتهما العامة، ومقدار تغيراتهما، وتحديد أي الفترات شهدت التغيرات الأكبر، وكيف أدت هذه التغيرات إلى حدوث تغيرات موازية في معدلات الجفاف لنفس الفترة الزمنية تبعا لعلاقة ديمارتون، وتحديد مسؤولية كل من تغيرات كل من درجة الحرارة ومعدلات الأمطار في تغير معدلات الجفاف، إضافة إلى الأهمية الإحصائية لتغير ميل الإتجاه العام لكل من درجة الحرارة ومعدلات الأمطار وقيم قرينة الجفاف بالنسبة للقيمة الصفرية التي تفترض عدم وجود تغير.

طرائق البحث ومواده:

تم الحصول من المديرية العامة للأرصاد الجوية على المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة وكميات الأمطار لمحطة اللاذقية – الأزهري لـ 41 عاما (1968–2008)، هذه المحطة تقع فلكيا على درجة العرض $35'.32^{\circ}$ شمالا وخط الطول $46'.35^{\circ}$ شرقا، وهي ترتفع 7 أمتار عن مستوى سطح البحر.

تم في البداية تحديد وحساب أهم المقاييس الإحصائية (النزعة المركزية والتشتت) للقيم السنوية لدرجة درجة الحرارة ومعدلات الأمطار، ولاحقا لقيم الجفاف حسب قرينة ديمارتون بمساعدة برنامج SPSS الإحصائي. مثل فيما بعد الإتجاه العام الخطي للتغيرات السنوية لكل من متوسطات درجات الحرارة السنوية والمعدلات السنوية للأمطار والجفاف بواسطة برنامج Excel ، كان هذا ضروريا من أجل معرفة القيمة الرقمية لمقدار تغيرات الظاهرة المدروسة تبعا لتقسيمات الزمن المعتمدة في هذا البحث وفق المعادلة التالية:

$$Y = aX + b$$

حيث:

- y القيمة التقديرية للظاهرة المدروسة (درجة الحرارة –كمية الأمطار– قرينة الجفاف لديمارتون).
- a يدل على مقدار تغير الظاهرة المدروسة مع الزمن.
- b قيمة y عند الزمن X .

عند دراسة السلاسل الزمنية تكون قيمة الزمن السابق لزمن بداية الدراسة تساوي الصفر (حميدان وآخرون، 2006).

من المهم جدا في هذا النوع من الدراسات اختبار الأهمية الإحصائية لتغير ميل الإتجاه العام للظاهرة المناخية بالنسبة للقيمة الصفرية التي تفترض عدم وجود تغير، وأهمية تغيرات متوسطات قيمها إحصائيا خلال الزمن، حيث اختبرت الأهمية الإحصائية لمعادلات إنحدار كل من درجة الحرارة والمطر وقيم قرينة الجفاف لديمارتون خلال فترات معينة من خلال تحليل الإنحدار الخطي في برنامج SPSS، كما قورنت الأهمية الإحصائية لتغيرات متوسطات العناصر المناخية المدروسة فيما بعد عام 1992 من خلال اختبار فرضية الأوساط الحسابية (T-test) لمجتمع واحد، حيث أظهرت الدراسة أن عام 1992 كان نهاية مرحلة، بدأت بعدها التغيرات تأخذ منحنى أكثر وضوحا وشدة، باستخدام معادلة الإختبار التالية (حميدان وآخرون، 2006):

$$Z = \frac{|\overline{X} - u|}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}}$$

حيث:

$\overline{X}$ القيمة الرقمية لانحدار درجة الحرارة أو كميات الأمطار أو قرينة الجفاف خلال الفترة المدروسة وتقسيماتها الجزئية.

u القيمة الصفرية لانحدار درجة الحرارة أو كميات الأمطار أو قرينة الجفاف.

$\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ الخطأ المعياري للوسط الحسابي.

σ الإنحراف المعياري لدرجة الحرارة أو كميات الأمطار أو قرينة الجفاف .

n عدد السنوات المدروسة.

لحساب قيم ومعدلات الجفاف استخدمت قرينة الجفاف لديمارتون (De Martonne,1926) التي تصاغ وفق العلاقة التالية:

$$IA = \frac{P}{T + 10}$$

حيث IA قرينة الجفاف السنوية.

P كمية الأمطار السنوية (مم).

T المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (°م).

يكون المناخ جافا (صحراويا) إذا كانت القرينة دون 5، وشبه جاف إذا كانت بين 5 و أقل من 10، وشبه رطب بين 10 و أقل من 20، ورطب بين 20 و أقل من 30، ورطب جدا 30 وما فوق.

من أجل تحديد درجة الإرتباط بين قيم قرينة الجفاف ودرجة الحرارة من جهة، وبين قيم قرينة الجفاف والأمطار من جهة ثانية تم استخدام علاقة معامل الإرتباط بيرسون:

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left(n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right)\left(n\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right)}}$$

x قيمة المتغير المستقل وهو هنا درجة الحرارة ومعدل الأمطار.

y قيمة المتغير التابع وهو قيمة قرينة الجفاف لديمارتون.

n عدد السنوات.

r_{xy} عامل الارتباط بين x y ،، حيث تتراوح قيمته بين 1− و 1.

تم وضع الموديل أو النموذج الذي يربط بين كل من قيم قرينة الجفاف ودرجة الحرارة والأمطار ، ويحدد نسبة مسؤولية كل من درجة الحرارة ومعدل الأمطار في تغير قيم قرينة الجفاف لديمارتون من خلال استخدام معادلة الإنحدار الخطي المتعدد، والتي تصاغ على الشكل التالي:

$$Y = aX_1 + bX_2 + c$$

حيث:

y القيمة التقديرية لقرينة الجفاف لديمارتون. b قيمة معامل انحدار درجة الحرارة X_2

a قيمة معامل انحدار الأمطار X_1 c ثابت

بعد تحديد قيم متغيرات العلاقة السابقة تم حساب حساسية تغيرات قيم قرينة ديمارتون بالنسبة إلى تغير أحد العنصرين المناخيين الداخلين في معادلة الإنحدار الخطي المتعدد، وهما درجة الحرارة ومعدلات الأمطار، وذلك عن طريق تثبيت درجة الحرارة ثم حساب معدلات الجفاف تبعا لتغيرات قيم الأمطار، والأمر ذاته بالنسبة لدرجة درجة الحرارة، حيث تم تغيير قيم درجة الحرارة مع تثبيت قيم الأمطار وحساب معدلات الجفاف.

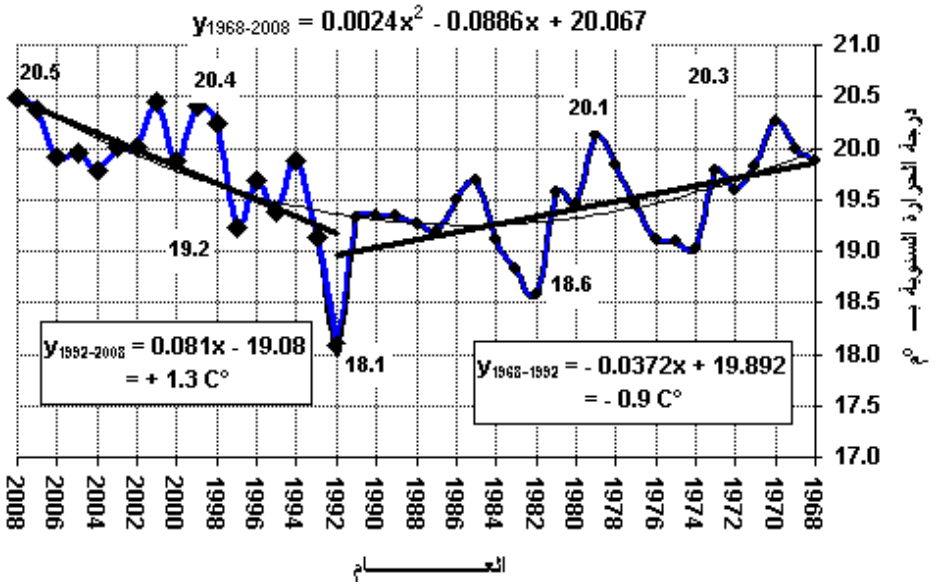
تم حساب كافة المقاييس والإختبارات الإحصائية بواسطة برنامج SPSS ، ومعالجة الأشكال والمنحنيات البيانية بواسطة برنامج EXCEL.

النتائج والمناقشة:

1. الإتجاه العام لدرجة الحرارة

يشير تحليل السلسلة الزمنية لدرجة درجة الحرارة في مدينة اللاذقية خلال41 سنة إلى وجود فترتين زمنيتين متناقضتين في اتجاههما الخطي العام. يبين الشكل البياني (1) أن عام 1992 الذي شهد أدنى متوسط سنوي لدرجة درجة الحرارة (18.1 °م) كان نقطة إنعطاف واضحة أخذ بعده الإتجاه الخطي العام لدرجة درجة الحرارة بالإرتفاع بشكل كبير بمقدار 1.3°م[1] خلال مدة زمنية تبلغ 17 سنة فقط (1992– 2008) بعد أن كان قد شهد انخفاضا واضحا بمقدار 0.9 **°م** خلال فترة زمنية مقدارها 25 سنة تمتد بين (1968–1992).

[1] يحسب مقدار تغير درجة الحرارة أو كمية المطر من معادلة الإتجاه العام بضرب قيمة a وهو مقدار تغير الظاهرة المدروسة في كل عام بعدد السنوات المدروسة، ويتم عادة طرح (1) من عدد السنوات، وهو الزمن اللازم لتجاوز السنة الأولى إلى السنة الثانية.



الشـكل البيـاني 1:الاتجاه العام للحرارة في محطة اللاذقية في الفترة 1968–2008

يبين الشكل أعلاه أيضا أن ثمان سنوات من السنوات الأحد عشر الواقعة بين عامي (1998–2008) قد تجاوز فيها متوسط درجة الحرارة السنوية حاجز الـ 20 °م، وقد سجل المتوسط السنوي الأعلى عام 2008 بـ20.5 °م، في حين لم ينخفض متوسط درجة الحرارة السنوي عن 19.1 °م خلال الفترة ما بعد عام 1992. على العكس من ذلك لم تتجاوز درجة الحرارة في الفترة ما قبل عام 1992 حاجز العشرين درجة إلا في ثلاثة أعوام، سجل أعلاها عام 1970 حيث وصل المتوسط السنوي للحرارة في هذا العام إلى 20.3 °م. يشير تحليل نتائج الإنحدار الخطي لإتجاه درجة الحرارة العام خلال الفترتين المذكورتين إلى وجود تغير مهم إحصائيا بدرجة ثقة تصل إلى 95 %. كما أن تزايد الإتجاه العام الخطي لدرجة الحرارة البالغ 0.5 °م خلال 41 عاما كان أيضا ذو دلالة إحصائية.

يلخص الجدول رقم (1) الخصائص الإحصائية الوصفية لدرجة الحرارة في مدينة اللاذقية خلال كامل فترة الرصد، وخلال فترتي الدراسة الرئيسيتين، والأهمية الإحصائية للتغيرات المحسوبة في ميل خط الإتجاه العام، ومتوسط درجة الحرارة للفترات الزمنية الجزئية بدرجة ثقة 95 %. فعلى الرغم من تقارب قيم المتوسطات الحسابية لدرجة الحرارة خلال الفترات الزمنية المدروسة، وعدم وجود اختلاف حقيقي بين المتوسطات الجزئية و المعدل العام لدرجة الحرارة خلال كامل الفترة (1968–2008) حسب اختبار (t) للأوساط الحسابية، إلا أن الأهمية الحقيقية للتغيرات يحددها دائما الإتجاه العام لدرجة الحرارة الذي شهد – كما ذكر سابقا – هبوطا حتى عام 1992 ومن ثم صعودا حادا" بعد ذاك العام بشكل يحقق دلالة إحصائية واضحة.

الجدول (1): الخصائص الإحصائية لدرجة الحرارة في محطة اللاذقية

خلال كامل فترة الرصد وتقسيماتها بدرجة ثقة 95 % (+ هام إحصائيا ، . غير هام إحصائيا).

الفترة الزمنية	2008–1968	1992–1968	2008–1992
الفترة الزمنية المدروسة (سنة)	41	25	[1]17
الوسط الحسابي لدرجة الحرارة °م	19.6	19.4	19.8
الإنحراف المعياري °م	0.5	0.5	0.6
مقدار تغير الإتجاه العام الخطي لدرجة الحرارة °م °م	+ 0.5	− 0.9	+ 1.3
الأهمية الإحصائية لتغير ميل خط الإتجاه العام لدرجة الحرارة °م	– [2]	+	+
الأهمية الإحصائية لتغير متوسط درجة الحرارة بالنسبة للمعدل العام لكامل الفترة حسب اختبار (t)	فترة المقارنة	–	–
مجال ثقة اختبار (t)	(19.8–19.4)	(19.4–19.2)	(19.8–19.5)

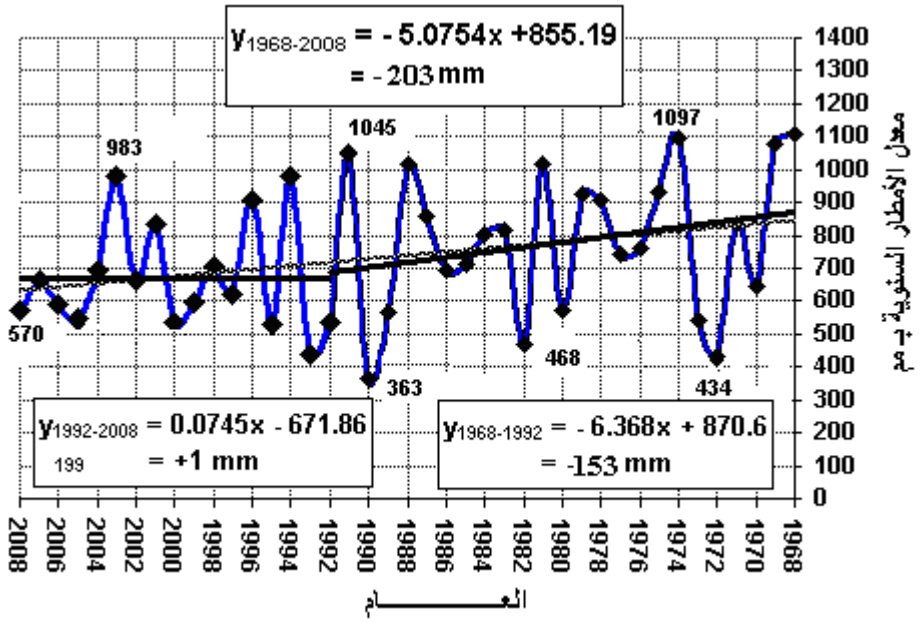
عدا عما سبق فقد سجل مجال الثقة للفترة الزمنية 1992–2008 ارتفاعا واضحا في متوسطات درجات الحرارة بمقدار 0.3 °م بالنسبة للقيم الدنيا، و0.4 °م للقيم العليا خلال 17 عاما فقط ، وذلك بالمقارنة مع الفترة ما بين 1968–1992 التي تمتد إلى 25 عاما. وهذا يعتبر دليلا إحصائيا جازما بوجود ارتفاع في درجات درجة الحرارة في فترة العقدين الأخيرين خاصة إذا ما علمنا أن درجة الحرارة في العامين الذين لم يشملهما البحث (2009–2010) كانت تواصل ارتفاعها حسب القياسات المعتمدة، حيث سجل عام 2010 درجة حرارة لم يسبق لها مثيل محليا منذ بدء التسجيلات في المحطة المدروسة عام 1968.

2. الإتجاه العام للأمطار

شهد الإتجاه العام للأمطار تراجعا خطيا هاما بلغ 203 ملم خلال 41 عاما كما يبين الشكل البياني (2)، هذا التراجع كان كبيرا خلال الـ 25 عاما الأولى حيث وصل إلى 153 ملم، ثم أصبح أقل حدة، حيث بدا خط الإنحدار أكثر ميلا إلى الإستقرار بعد عام 1992، إلا أن معدلات الأمطار خلال الفترة 1992–2008 انخفضت إلى671ملم.

[1]عند جمع عدد السنوات في الفترتين ينتج لدينا 42 عاما، وهذا يعود لاعتبار أن عام 1992 هو عام نهاية الفترة الأولى، وعام بداية الفترة الثانية.

[2] يظهر عند تحليل الإنحدار في برنامج SPSS أن استخدام معادلة المستقيم ليست الطريقة الأمثل لتمثيل درجة الحرارة لكامل الفترة الزمنية، بل كانت المعادلة من الدرجة الثانية هي الأسلوب الأفضل كما هو موضح في الشكل رقم (1) وهذا ما جعل من الأهمية الإحصائية لميل خط الإنحدار ليس ذي دلالة بسبب عملية التعادل الحاصلة مابين الفترة التي تراجع فيها متوسط درجة الحرارة والفترة التي تزايد فيها.



الشـكل البيـاني 2:الاتجاه العام لمعدلات للأمطار في محطة اللاذقية في الفترة 1968-2008

الجدير بالملاحظة أنه وبدء" من عام 1992 لم يتجاوز معدل المطر السنوي حاجز الـ 1000 ملم عما كان عليه الحال أعوام 1991 و 1988 و 1981 و 1974 و 1968، بل لم يتجاوز حاجز 900 ملم إلا في أعوام 1994 و1996 و 2003. هذا يشير إلى تراجع حقيقي في المعدل السنوي العام للأمطار الذي بقي دون 700 ملم في آخر 5 سنوات من فترة الدراسة. ما سبق ذكره يشير إليه حساب المتوسط العام للأمطار الذي بلغ 740 ملم خلال كامل الفترة المدروسة، وهو بذلك يزيد بمقدار 69 ملم عن المعدل العام للفترة (1992-2008) ويقل بمقدار 39 ملم عن المعدل العام للفترة (1968-1992)، كما أن مجال الثقة للحدين الأعلى والأدنى للأمطار قد تناقص بوضوح شديد في آخر 17 عاما بحيث لم يتجاوز الحد الأدنى للأمطار 587 ملم والحد الأعلى للأمطار 755 ملم باحتمال خطأ لا يتجاوز 5 % كما يبين الجدول (2).

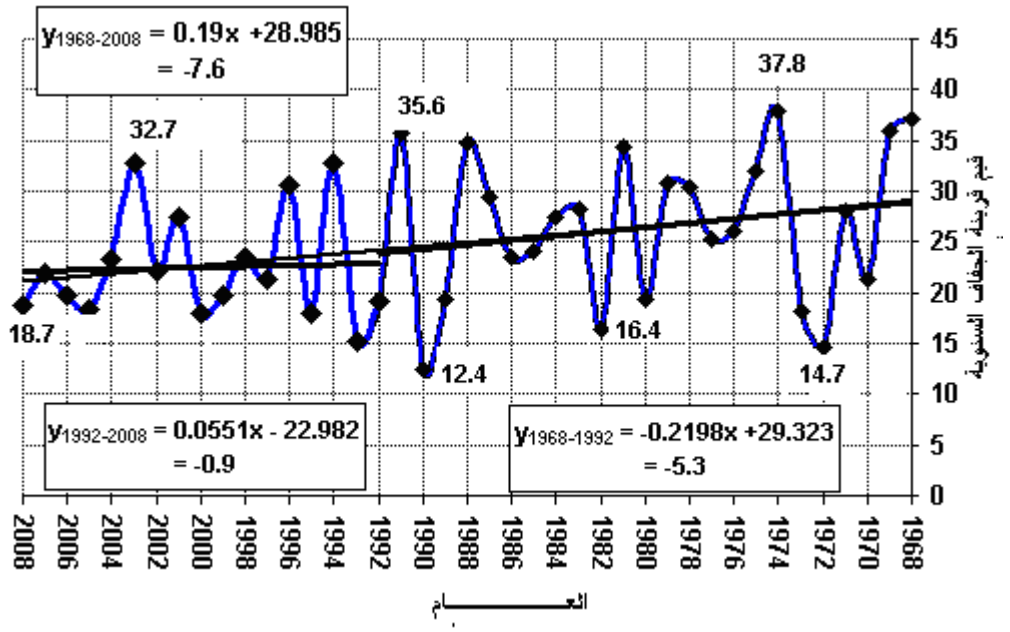
الجدول (2): الخصائص الإحصائية للأمطار في اللاذقية خلال كامل فترة الرصد وتقسيماتها بدرجة ثقة 95 %

(+ هام إحصائيا ، . غير هام إحصائيا).

الفترة الزمنية	1968-2008	1968-1992	1992-2008
الفترة الزمنية المدروسة (سنة)	41	25	17
معدل الأمطار بالمم	740	779	671
الإنحراف المعياري بالمم	205	222	163
مقدار تغير الإتجاه العام الخطي للأمطار بالمم	-203	-153	+1
الأهمية الإحصائية لتغير ميل خط الإتجاه العام للأمطار	+	-	-
الأهمية الإحصائية لتغير متوسط للأمطار بالنسبة للمعدل العام لكامل الفترة حسب اختبار (T-Test)	فترة المقارنة	-	-
مجال ثقة اختبار (T-Test) بالمم	(675-805)	(687-870)	(587-755)

3. الإتجاه العام لمعدلات الجفاف حسب قرينة ديمارتون.

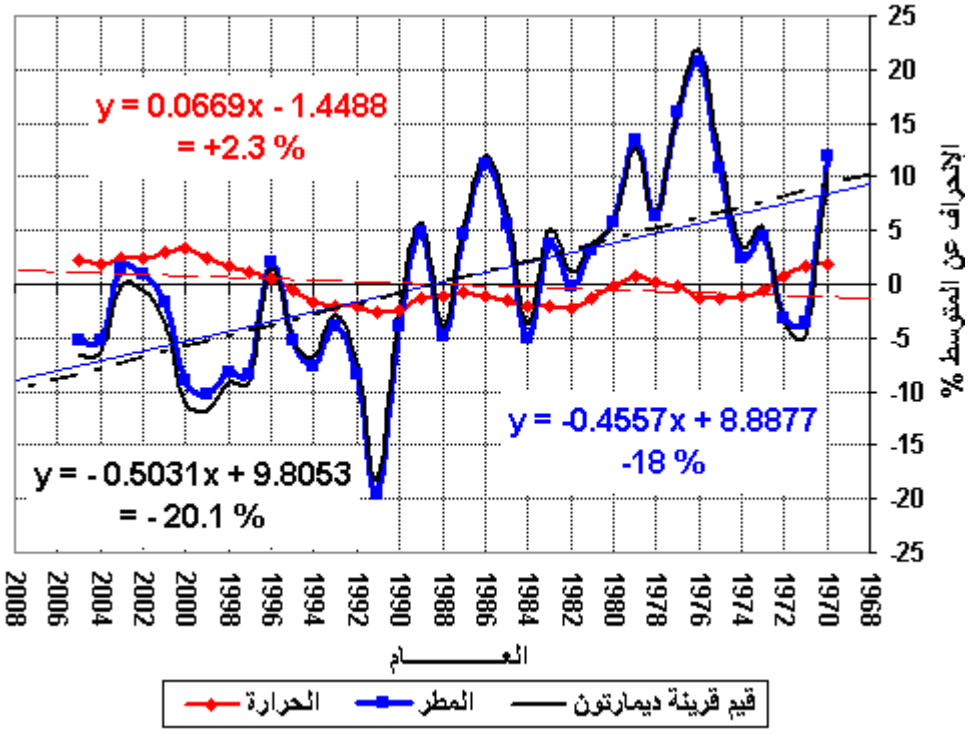
الشكل البياني (3) يمثل قيم قرينة الجفاف حسب ديمارتون، وهو يمثل محصلة العلاقة مابين ارتفاع درجة الحرارة خلال كامل الفترة المدروسة (0.5) °م وعلى الأخص فيما بعد عام 1992 (1.3)°م من جهة، و ما بين تراجع الأمطار خلال كامل الفترة بمقدار 203 مم، مما جعل الإتجاه العام للجفاف حسب قرينة ديمارتون يأخذ منحى التناقص المستمر بمقدار 7.6 . التراجع في المرحلة ما بين 1968–1992 كان أكبر (5.3) بسبب تراجع معدل المطر بشكل كبير في هذه الفترة (153–) مم، رغم أن الإتجاه العام لدرجات درجة الحرارة كان يسير نحو التناقص. إلا أن الاتجاه العام لقيم قرينة ديمارتون في الفترة (1992–2008) استمر في التراجع على الرغم من استقرار وجهة الاتجاه العام للأمطار، ولكن ارتفاع درجة الحرارة خلال هذه الفترة أدى إلى زيادة طفيفة أخرى في اتجاه معدل الجفاف بمقدار 0.9.



الشـكل البيـاني 3:الاتجاه العام لقرينة الجفاف ديمارتون في محطة اللاذقية في الفترة 1968–2008

من دلائل تزايد معدلات الجفاف، خصوصا في الفترة 1992 وما بعد ، التناقص في متوسط قيمة قرينة ديمارتون من 26.7 من عام 1992 وما قبل، إلى 22.5 بدء" من عام 1992 حتى عام 2008. عدا عن ذلك يبين الجدول (3) أن مجال ثقة اختبار (t) بالنسبة لقيم قرينة ديمارتون قد انخفض في حده الأدنى إلى 19.7 بدلا من 23.4 وفي حده الأعلى إلى 25.2 بدلا من 29.5 ، كما أن خط الإنحدار كان ذو دلالة معنوية بالنسبة لكامل الفترة المدروسة مما يشير إلى وجود حالة تغير حقيقي في قيم معدلات الجفاف للفترة (1968–2008).

الشكل البياني (4) يمثل قيم انحرافات درجة الحرارة وكمية الأمطار وقيم قرينة الجفاف عن معدلاتها الوسطى بالنسبة المئوية، حيث يتبين بوضوح أن منحنى الجفاف يماشي منحنى الأمطار مما يدل على الترابط الوثيق بينهما ، كما يبين الشكل نفسه أن قيم الأمطار وقرينة ديمارتون بدأت بالانخفاض عن معدلاتها منذ بداية تسعينيات القرن الماضي. أما درجة الحرارة فقد بدأت منذ عام 1996 تتفوق نسبيا عن قيمتها الوسطى. خطوط الإنحدار المبينة في الشكل المذكور تشير بأن تناقص كميات الأمطار بمقدار 18 % ، وارتفاع درجة الحرارة بمقدار 2.3 %، أدى إلى تناقص قيمة قرينة ديمارتون (أي تزايد معدل الجفاف) بمقدار 20.1%.



الشـكل البيـاني 4: الإنحراف النسبي لدرجات درجة الحرارة ومعدلات الأمطار وقيم قرينة الجفاف عن القيمة الوسطى (متوسط متحرك لكل 10 سنوات).

الجدول (3): الخصائص الإحصائية لقرينة الجفاف لديمارتون في اللاذقية خلال كامل فترة الرصد (ثقة 95 %) المصدر: (+ هام إحصائيا ، - غير هام إحصائيا).

الفترة الزمنية	2008-1968	1992-1968	2008-1992
المدة الزمنية المدروسة (سنة)	41	25	17
متوسط قرينة الجفاف	25	26.7	22.5
الإنحراف المعياري	6.9	7.5	5.4
مقدار تغير الإتجاه العام الخطي لقرينة الجفاف ديمارتون	-7.6	-5.3	-0.9
الأهمية الإحصائية لتغير ميل خط الإتجاه العام لقرينة الجفاف	+	-	-
الأهمية الإحصائية لتغير متوسط قرينة الجفاف بالنسبة للمعدل العام لكامل الفترة حسب اختبار (T-Test)	فترة المقارنة	-	-
مجال ثقة اختبار (T-Test)	(27.2-22.8)	(29.5 - 23.4)	(25.2-19.7)

4. تأثير اتجاهات درجة الحرارة والأمطار على اتجاه قيم قرينة الجفاف لديمارتون.

يشير حساب علاقة ارتباط بيرسون إلى وجود علاقة إيجابية شبه تامة بين تراجع (أو تزايد) قيم قرينة الجفاف و بين تراجع (أو تزايد) معدلات الأمطار، بينما تضعف هذه العلاقة كثيرا بالنسبة للارتباط بين درجة الحرارة (كعنصر مؤثر وحيد) وقيم الجفاف. لذا تكون مسؤولية تناقص الأمطار شبه مطلقة عن تناقص القيم الرقمية لقرينة ديمارتون ، وبالتالي تزايد معدل الجفاف، حيث يبلغ معامل الإرتباط بين قيم قرينة ديمارتون السنوية و قيم الأمطار

السنوية (0.99)، وتبلغ قيمة معامل التحديد 99% تقريبا، بينما تبلغ قيمة معامل الإرتباط (r) بالنسبة لقرينة الجفاف ودرجة الحرارة (0.45−)، وهذا يعني أن مسؤولية درجة الحرارة في حدوث الجفاف لا تتجاوز 20.2 % (الجدول 4).

الجدول (4): قيم معاملي الإرتباط والتحديد بين قيم قرينة الجفاف السنوية لديمارتون وكل من درجة الحرارة وكمية المطر (متوسط متحرك 10 سنوات).

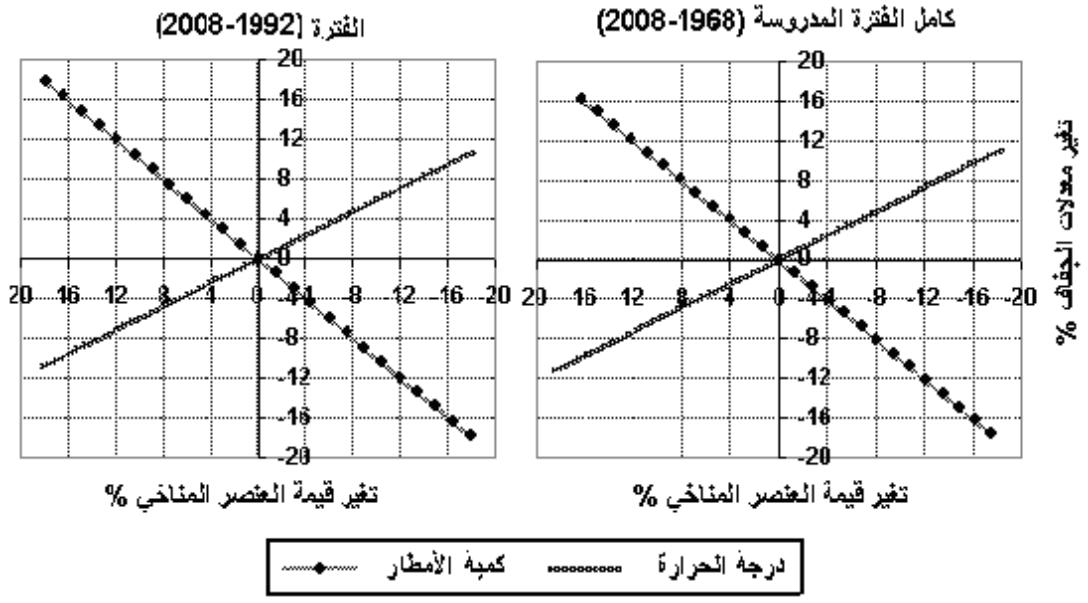
المتغيرات	الإرتباط r	معامل التحديد $(r^2 \times 100)$
جفاف– حرارة	− 0.45	20.2
جفاف – مطر	0.99	98.6

التمثيل الرياضي الدقيق والفعلي لتأثير كل من ارتفاع درجة الحرارة وتراجع الأمطار كعنصرين وحيدين على تزايد معدلات الجفاف حسب ديمارتون في مدينة اللاذقية، يتم باستخدام معادلة الإنحدار الخطي المتعدد. بمساعدة برنامج SPSS الإحصائي تم الوصول إلى المعادلتين المبينتين في الجدول (5) لفترتين زمنيتين هما (1968−2008) و (1992−2008).

الجدول (5): معادلات الإنحدار الخطي المتعدد الممثلة لدور الأمطار (X_1) و درجة الحرارة (X_2) في معدلات الجفاف (y)

معادلة الإنحدار	الفترة الزمنية
$y_{1968\text{-}2008} = 0.034X_1 - 0.779X_2 + 15.201$	القيم السنوية (1968−2008)
$y_{1992\text{-}2008} = 0.033X_1 - 0.662X_2 + 13.139$	القيم السنوية (1992−2008)

أخيرا ومن أجل تحديد مدى حساسية كل من الأمطار ودرجة الحرارة على حدى وتأثيرهما على حدوث تغير في قيم قرينة الجفاف لديمارتون في مدينة اللاذقية خلال الفترة المدروسة بالنسبة المئوية ، تم تحديد مسؤولية درجة الحرارة بعد تثبيت قيم الأمطار المطري عند متوسطها الحسابي للفترة المدروسة ، ثم تحريك قيم درجة الحرارة، وكذلك الأمر بالنسبة الأمطار المطري كما يبين الشكل البياني (5).



الشـكل البيـاني 5: حساسية تغيرات معدلات الجفاف تبعا لتغيرات كل من درجة الحرارة والأمطار بـ %.

يسهل علينا الجدول (6) تحديد النسب المعروضة رقميا في الشكل أعلاه. حيث يتبين أن نسبة تزايد المعدلات المئوية لقرينة الجفاف تساير النسبة المئوية لمعدلات تناقص كميات المطر ، والعكس صحيح، أما درجة الحرارة فيقل تأثيرها عن تأثير كمية المطر، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة بنسبة 10 % يؤدي إلى تزايد معدلات الجفاف بنسبة تقارب 6 %.

الجدول (6): نسبة تغيرات معدلات الجفاف السنوية تبعا لتناقص كميات المطر أو تزايد درجة الحرارة بنسبة 10 %

العنصر المؤثر في حدوث الجفاف	الفترة الزمنية	نسبة تزايد الجفاف (تناقص قيم القرينة)	الفترة الزمنية	نسبة تزايد الجفاف (تناقص قيم القرينة)
تزايد درجة الحرارة 10%	1968-2008	6.1 %	1992-2008	5.9 %
تناقص المطر 10%	1968-2008	10 %	1992-2008	10 %

الاستنتاجات والتوصيات:

أهم **الاستنتاجات** التي توصل إليها البحث تلخص فيما يلي:

1-تميزت الفترة (1968-1992) بتناقص درجة الحرارة بمعدل 0.9°م ، بينما شهدت الفترة (1992-2008) ارتفاع هام إحصائيا لدرجة الحرارة وصل إلى 1.3 °م ، كما ارتفع متوسط وحدي الثقة لدرجة درجة الحرارة بشكل واضح خلال الفترة بعد عام 1992.

2-التراجع الكبير في كميات الأمطار خلال الفترة (1968-1992) الذي بلغ 203 مم، كان له الأثر الكبير في تزايد معدلات الجفاف، بينما أدى استقرار الإتجاه العام لمعدلات الأمطار في الفترة (1992-2008) إلى تزايد معدلات الجفاف بقيمة قليلة (0.9) تعزى إلى الإرتفاع الملفت لدرجة الحرارة خلال هذه الفترة.

3-لا تتعدى مسؤولية درجة الحرارة 20 % في حدوث الجفاف، وعند عزل تأثير تناقص المطر يرتفع هذا التأثير إلى حدود 60 %، بينما يبلغ تأثير تناقص كمية المطر تقريبا 100 % في حدوث الجفاف، سواء بمشاركة أم بعزل تأثير درجة الحرارة.

4-يرتبط الجفاف بشكل مطلق بكميات الأمطار، فتناقص كميات الأمطار سيؤدي حتما إلى تزايد نسبة الجفاف، والعكس صحيح، أي أن تزايد الجفاف يعود بالضرورة إلى تراجع كميات الأمطار، ولكن ليس من المحتم بأن تزايد نسبة الجفاف يرجع فقط إلى تزايد درجة الحرارة ، أو أن تزايد درجة الحرارة فقط سيؤدي حتما إلى حدوث الجفاف.

التوصيات يمكن إيجازها بما يلي:

اقتصرت هذه الدراسة على تحليل القيم السنوية لتغير درجات درجة الحرارة ومعدلات الأمطار وقيم الجفاف، ولا بد من التوسع في دراسة الجفاف لتشمل مختلف المناطق المناخية في سورية وباستخدام مؤشرات مختلفة للجفاف تدخل في حساباتها عناصر مناخية أخرى وعلى المستويات الزمنية كافة.

المراجع:

1- الراوي، عادل & السامرائي، قصي، المناخ التطبيقي،جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة والنشر، بغداد–1990، 112–113.

2- الموسى. فواز، تغيرات الأمطار في سورية خلال الفترة المعاصرة، ندوة الجغرافية والتخطيط، جامعة حلب، 2007، 7.

3- الهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ (IPCC 2007)، التقرير التجميعي، جنيف 2007 ، 78.

4- حميدان. عباس؛ مخول؛ مطانيوس. جاعوني، فريد؛ ناصر آغا؛ عمار ، الإحصاء التطبيقي، كلية الاقتصاد، جامعة دمشق، 2006.

5- صيام. نادر، المناطق الجافة، جامعة دمشق 1989، 1–7.

6- موسى. علي، المناخ الإقليمي، جامعة دمشق، 1990، 349.

7- مينغه. مونيك. الإنسان والجفاف، ترجمة ميشيل خوري، دراسات فكرية، وزارة الثقافة، دمشق، 1999، 3، 8، 50–61.

8- Arab Water council: Arab Countries Regional Report, Final Draft as of February. 2009. 24.

9- Baltenweiller. A, Gurtz. J, Lang. H, Suhla. J: Die Auswirkung von Klimaänderungen auf die Komponenten des Wasserkreislaufs Internationales Sympos-ium im Europäschen Patentamt, München .1995. 73.

10- De Martonne, Emmanuel. Aréisme et indice artidite. Comptes Rendus de L' Acad. Sci, Paris.1926.182.

11- Kaniewskia. D, Van Campo. E, Weissc. H). Drought is a recurring challenge in the Middle East. Environmental Sciences. 2012. 1-6.

12- Report of The Arab Forum For Environment And Development (AFED 2009), Arab Environment Climate Change: Impact of Climate Change on Arab Countries.2009. 17.