

- الملخص -
ABSTRACT

أجري هذا البحث بهدف تحليل العلاقة بين التغيرات المناخية العالمية الناتجة عن زيادة تركيز غاز CO₂ والتغيرات المناخية التي حصلت في سورية، وتحديد الآثار السلبية لزيادة تركيز هذا الغاز على المناخ بشكل عام والمناخ في سورية بشكل خاص مما يساعد صانعي القرار على التفكير بشكل جدي في اتخاذ الإجراءات والتدابير المناسبة للتعامل مع الظروف المتوقع حدوثها والتكيف معها والتخفيف منها ما أمكن.

وقد استخدم برنامج التغيرات المناخية Rclimindex وبرنامج التحليل الإحصائي المعروف spss ونظام المعلومات الجغرافية GIS حيث استخدمت بيانات من 23 محطة أساسية في سورية لدراسة تغيرات درجة الحرارة و60 محطة لدراسة تغيرات سماكة الهطول، كما أجريت الدراسة على ثلاث محطات أساسية بشكل تفصيلي في سورية وكانت النتيجة :
- ارتفاع متزايد في متوسط درجة الحرارة بشكل عام ودرجة الحرارة العظمى بشكل خاص وأكبر قيم للزيادة كانت في أشهر الصيف.
- انخفاض واضح في كمية الهطول السنوي يعود إلى تناقص كمية الهطول في أيام الهطول وليس إلى تناقص عدد أيام الهطول على مدار السنة.

المقدمة

Introduction

التغير المناخي هو: اختلال في الظروف المناخية المعتادة كالحرارة وأنماط الرياح والمتساقطات التي تميز كل منطقة على الأرض. عندما نتحدث عن تغير المناخ على صعيد الكرة الأرضية نعني تغيرات في مناخ الأرض بصورة عامة. وتؤدي وتيرة وحجم التغيرات المناخية الشاملة على المدى الطويل إلى تأثيرات هائلة على الأنظمة الحيوية الطبيعية.

إن تفاعل العناصر المناخية (إشعاع، حرارة، رطوبة جوية، هطول، رياح، ضغط جوي، تبخر وتبخر -نتج) مع بعضها البعض يؤدي إلى تشكل مختلف أنواع الطقس المنتظمة وغير المنتظمة، التي تعطي لكل منطقة خصائصها المناخية المميزة. العناصر المناخية بدورها هي نتيجة تفاعل مجموعة من العوامل المناخية مثل: خط الطول والعرض، التضاريس، توزع اليابسة والماء، القرب والبعد عن البحار والمحيطات، النبات والتربة ونشاط الإنسان على الطبيعة (عباس 1990). إن ثبات العوامل المناخية وعدم قدرة الإنسان من خلال نشاطاته الحيوية في التأثير على الطبيعة كان السبب في استقرار المناخ على مستوى المناطق الجغرافية وعلى مستوى المناخ الشامل للكرة الأرضية خلال العشرة آلاف سنة الماضية، حتى التغيرات الدورية طويلة الأمد في المناخ تدخل ضمن إطار استقرار المناخ.

إن أهم العناصر المناخية هو الإشعاع (الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي) لأنه يتحكم بباقي العناصر المناخية بشكل مباشر (درجة الحرارة) أو غير مباشر. الإشعاع الشمسي لم يحدث فيه أي تغيير لأن الشمس كانت وما تزال وستبقى على مدى عدة مليارات من السنين تطلق طاقتها بشكل ثابت. تتلقى الكرة الأرضية قسماً من الطاقة الشمسية على شكل أشعة معظمها قصير الموجة يمتص سطح الأرض وغلافها الجوي القسم الأكبر منها ويؤدي إلى رفع درجة حرارتهما ويعكس القسم الآخر. بنفس الوقت يقوم سطح الأرض وغلافها الجوي بإطلاق الطاقة على شكل أشعة تحت حمراء طويلة الموجة، أدى ذلك إلى حدوث توازن بين الأشعة الواردة والصادرة وثبات متوسط درجة الحرارة السنوية للأرض. في تاريخ الأرض الماضي القريب حدثت فترات انخفاض فيها متوسط درجة الحرارة بشكل ملحوظ وأدى إلى امتداد الجليد القطبي ليعطي مساحات واسعة من سطح الأرض (العصور الجليدية) وحدث آخرها قبل 10 آلاف سنة. فسر بعض العلماء ذلك نتيجة انخفاض شفافية الغلاف الجوي وزيادة معامل الانعكاس للكرة الأرضية وغلافها الجوي بسبب حدوث ثورات هائلة ومتلاحقة للبراكين، التي

ألقت بكميات هائلة من الرماد البركاني في الغلاف الجوي ومنعت قسماً كبيراً من الأشعة الشمسية من الوصول إلى سطح الأرض.

تأتي درجة الحرارة بعد الإشعاع من حيث الأهمية لأن الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى جو الأرض وسطحها يتحول معظمه إلى طاقة حرارية تتحكم في توزيع الحياة على سطح الأرض نظراً للارتباط الوثيق بينها وبين جميع العناصر المناخية الأخرى. وما التباين في المناخ بين منطقة وأخرى إلا انعكاس للتباين في درجة الحرارة. فعلى درجة الحرارة واختلافها من مكان لآخر ومن فصل لآخر يتوقف توزيع الضغط الجوي الذي يتحكم بدوره في توزيع الرياح ونظام هبوبها.

ودرجة الحرارة هي المتحكمة في التبخر والتبخر-نتح وترتبط كمية بخار الماء في الجو ارتباطاً وثيقاً بدرجة الحرارة (في حال وجود مسطحات مائية أو رطوبة في التربة) كما أن انخفاض درجة الحرارة إلى مستوى التكاثف يعد شرطاً أساسياً لحدوث التكاثف والهطول بمختلف أشكاله.

ويعد الهطول من العناصر المناخية الهامة وخاصة في المناطق شبه الجافة والجافة والذي يجب أن يوجه إليه اهتمام كبير لأنه يشكل عنصراً حساساً في حياة البشرية.

وتكتسب الأمطار أهمية خاصة في منطقتنا نتيجة لفقرها نسبياً بالمياه السطحية الجارية ونظراً للاعتماد الكبير على الزراعة المطرية البعلية وذلك في مناخ يمتد فيه الجفاف لأكثر من نصف العام وترتفع فيه درجات الحرارة ارتفاعاً كبيراً مما يجعل معدل كمية التبخر السنوي يتجاوز معدل الأمطار في كثير من الأحيان.

إن أهم غازين يتواجدان في الغلاف الجوي بشكل طبيعي ويلعبان دوراً رئيساً في ثبات متوسط درجة حرارة الأرض هما بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون لأن لهما قدرة كبيرة على امتصاص الأشعة طويلة الموجة (تحت الحمراء) الصادرة عن سطح الأرض، حيث يمتصان 90% من الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء. نسبة وكمية بخار الماء في الغلاف الجوي كانت وما تزال ثابتة على الأقل منذ بضع آلاف سنة، أما غاز ثاني أكسيد الكربون، من الناحية النظرية فإن نسبته في الجو لا تنقص على الرغم من استهلاك النباتات له، بل تبقى ثابتة بما أن عمليات التنفس والتخمر والاحتراق تعيده باستمرار إلى الجو. ولكن هل فعلاً أن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون التي تستهلكها النباتات هي نفسها التي تعاد إلى الجو مرة ثانية بحيث تبقى نسبة هذا الغاز ثابتة في الجو؟ في الواقع حتى القرن التاسع عشر كانت الكمية الداخلة إلى العالم الحي تزيد عن الكمية الخارجة منه بحدود واحد على عشرة آلاف وهذا يعادل 11 مليون طن من هذا الغاز (نحال 1987). لكن منذ نهاية القرن التاسع عشر بدأت نسبة غاز ثاني أكسيد

الكربون تزداد في الغلاف الجوي نتيجة ظهور مصدر جديد يطلق هذا الغاز بكميات كبيرة في الجو. فمنذ اكتشاف الوقود الأحفوري بمختلف أشكاله (فحم حجري، نפט، غاز) بدأت الصناعة تتطور بشكل كبير وتسارعت معها وتيرة استهلاك هذا الوقود، بمعنى آخر فإن الكميات الهائلة من الكربون الموجودة في الوقود الأحفوري، والتي دفنت في باطن الأرض وخرجت من دورة الكربون منذ مئات ملايين السنين (منذ العصر الكربوني)، بدأ الإنسان من خلال الثورة الصناعية يعيدها إلى الغلاف الجوي بشكل سريع جداً على شكل غاز ثاني أكسيد الكربون (الخطيب وآخرون 2005). إن ذلك أدى إلى زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وهذه الزيادة مستمرة لأن استخدام الوقود الأحفوري في ازدياد من جهة، ومن جهة أخرى فإن مساحة الغابات، التي تعتبر مع الطبقات السطحية من البحار والمحيطات مسؤولة عن امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، أخذت تتناقص من جراء قطع الإنسان لها لأسباب مختلفة.

إن زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بدأت تحدث خللاً في الميزان الإشعاعي والحراري لمنظومة الأرض – الغلاف الجوي لأن شفافية الغلاف الجوي للأشعة تحت الحمراء الصادرة عن الأرض أصبحت تتناقص مع زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون وبالتالي بدأ متوسط درجة الحرارة الشاملة للأرض بالازدياد.

إن حدوث تغير في أحد أهم العناصر المناخية وهو الإشعاع سوف يؤدي إلى حدوث تغيير في باقي العناصر المناخية وخاصة درجة الحرارة وكمية الهطول وهذا بدوره سيؤثر بشكل مباشر على النباتات والإنتاج النباتي.

إذا كان إدراك تغيرات الطقس الآنية ممكناً بالعين المجردة للإنسان العادي فإن التغيرات المناخية الشاملة وما ينجم عنها من آثار على الإنتاج الزراعي لا يمكن الجزم بحدوثها إلا من خلال الدراسات المناخية التي يقوم بها المختصون في مجال المناخ الزراعي، لأن ذلك يتطلب جمع كميات كبيرة من المعلومات عن العناصر المناخية وعن إنتاجية المحاصيل الزراعية ومن ثم تحليلها إحصائياً وتفسير النتائج.

لمحة عن مناخ سورية *Syria Climate* :

ظهرت دراسات مناخية عن سورية قليلة جدا كدراسة المهندس الزراعي الأمير مصطفى الشهابي ولم تدخل سورية مضمار الدراسات المنظمة إلا بعد الاستقلال في الخمسينيات من القرن الماضي عندما أنشئت مديرية الأرصاد الجوية التابعة لوزارة الدفاع وتأسست شبكة محطات للأرصاد الجوية في أرجاء القطر كافة. (المنظمة العربية للتنمية الزراعية – 1976) ومن أهم خصائص المناخ المتوسطي أيضا هي تبدلات كمية الأمطار من عام إلى آخر علما أن شدة التبدلات تزداد مع ازدياد درجة جفاف المنطقة ولهذا انعكاسات واضحة على حياة الإنسان في هذه المناطق وعلى استغلال الغطاء النباتي الطبيعي والمحاصيل الزراعية والمياه، كما تعتبر هذه الخاصية من العوامل المساعدة على التصحر إذا أسيء استغلال الغطاء النباتي والمياه والتربة لاسيما إذا طالت الفترات الحرجة التي تحصل من وقت لآخر دون إمكانية التنبؤ عن حدوثها، لذا يجب أن نأخذ بعين الاعتبار هذه الخاصية أثناء وضع خطة استغلال المناطق المتوسطية. (نحال – 1970).

يصنف مناخ سورية ضمن مناخ البحر المتوسط ذي الشتاء الرطب الممطر والصيف الحار عديم الأمطار اللذين يفصل بينهما فصلين انتقاليين وتسقط معظم الأمطار في منطقتنا مابين شهري تشرين الأول وأيار ويبلغ التساقط حده الأعظم عادة في كانون الثاني وتتصف أمطار المنطقة بتبايناتها المكانية الكبيرة حيث تختلف كمية الأمطار اختلافا كبيرا بين منطقة وأخرى بفعل الاختلافات الطبوغرافية وعوامل البعد عن البحر والموقع بالنسبة لدرجات العرض. وتنتمي معظم أمطار البلاد إلى مطر الجبهات إذ تكون المنخفضات الشتوية أكثر عددا وأغزر مطرا من المنخفضات الربيعية والخريفية.

وتختلف كمية الهطول باختلاف المناطق من جهة وباختلاف المواسم من جهة أخرى حيث تسقط معظم الأمطار في منطقة الساحل والجبال الساحلية وتقل كلما اتجهنا من الغرب إلى الشرق ومن الشمال إلى الجنوب حيث :

- تتراوح الأمطار بين 600 - 1600 ملم سنويا في منطقة الساحل السوري والجبال الساحلية.

- وبين 500 – 800 ملم في المنطقة الجنوبية الغربية من البلاد وبين 300- 600 ملم في سهول ادلب وحماه وحمص أما بقية المناطق فهي تتراوح بين 100 إلى 300 ملم. (الموسى 2002).

أهمية البحث وأهدافه *The Importance and Purposes*

- تكمن أهمية هذا البحث في تحديد الآثار السلبية لزيادة تركيز غازات الدفيئة (غازي CO_2 و CH_4) على المناخ بشكل عام والمناخ في سورية بشكل خاص. إن الهدف من هذه الدراسة هو تحليل العلاقة بين التغيرات المناخية العالمية الناتجة عن زيادة تراكيز غازات الدفيئة والتغيرات المناخية التي حصلت في سورية وذلك من خلال:
- 1- دراسة التغيرات التي حصلت حتى الآن في تركيز غازي CO_2 و CH_4 والتغيرات التي حدثت في متوسط درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض على مستوى الكرة الأرضية.
 - 2- دراسة العلاقة ما بين التغير العالمي لدرجة الحرارة وتغير درجة الحرارة في سورية.
 - 3- دراسة التغيرات التي طرأت على الخواص الإحصائية لسلاسل درجة الحرارة والموجات الحارة والباردة وأفاق تغيراتها في المستقبل.
 - 4- دراسة سلاسل الهطول، سماكة الهطول الكلية فوق الأراضي السورية والتغيرات التي طرأت على الخواص الإحصائية لسلاسل الهطول واتجاهاتها.
 - 5- إنشاء نماذج للتنبؤ بالتغير في درجة الحرارة وكمية الهطول.

الدراسة المرجعية *Literature Review* :

تعرض تركيز غاز CO₂ في الغلاف الجوي إلى تغيرات خلال الـ 200 مليون سنة الماضية (Berner, 1991, 1997; Petit *et al.*, 1999; Ekart and Cerling, 1999). تشير المعلومات التي تم الحصول عليها من التحاليل الجيوكيميائية إلى أن تركيز غاز CO₂ في الهواء الجوي تعرض إلى انخفاض كبير ومستمر على مدى 75 مليون سنة الماضية، حيث انخفض من 20001 ppm في العصر الطباشيري (قبل حوالي 75 مليون سنة من الآن) إلى قيمة منخفضة وثابتة 276.7 ppm عام 1700 (Berner, 1997; Ekart and Cerling, 1999) أي قبل أن بدأت الثورة الصناعية، و 282.9 ppm عام 1800 و 296.7 ppm عام 1900، أي إنه حتى في بداية الثورة الصناعية كانت الزيادة في التركيز بسيطة لم تتجاوز 20 ppm خلال 200 سنة. بعد ذلك بدأ تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي يزداد بمعدل كبير وخاصة في النصف الثاني من القرن الماضي وبداية القرن الحالي. ففي عام 1950 كان تركيزه 312 ppm ثم ارتفع إلى 325.7 ppm عام 1970 و 354.2 ppm عام 1990 وأصبح 383.5 ppm عام 2007. هذه الزيادة ما هي إلا نتيجة مباشرة لزيادة استخراج واستخدام الوقود الأحفوري المحتوي على الكربون وقطع الغابات وتحويل الأنظمة البيئية الطبيعية إلى أراضي زراعية ومراعي.

في الوقت الحاضر يعتبر موضوع تقدير وتدقيق تغير تركيز غاز CO₂ خلال فترة 1 – 30 مليون سنة الماضية أحد أهم موضوعات الدراسة والبحث لمختلف مجموعات البحث العلمية. من الطرق التي استخدمها Pagani ورفاقه لهذا الغرض دراسة تركيز نظير الكربون C13 في الرسوبيات البحرية لتحديد تركيز غاز CO₂ الجوي خلال الـ 25 مليون سنة الماضية (Pagani *et al.* 1999a,b). تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن تركيز غاز CO₂ الجوي خلال تلك الفترة بقي منخفضاً 200-400 ppm. كما قام Pearson and Palmer وبشكل مستقل استعمال نظائر البورون المشعة في الرسوبيات البحرية ووجدوا أن تركيز غاز CO₂ الجوي بقي منخفضاً 370 ppm خلال الـ 60 مليون سنة الماضية وبين 200 و 300 ppm خلال النصف مليون سنة الماضية. دراسة عينات الجليد القطبي من محطة Vostok في القطب الجنوبي بينت أن تركيز غاز CO₂ الجوي تراوح بين 180 و 280 ppm خلال الـ 420 ألف سنة الماضية. هذا التغير في التركيز ارتبط بشكل مباشر بفترات العصور الجليدية التي حصلت خلال تلك الفترة (Jouzel *et al.*, 1987, 1996, Lorius *et al.*, 1985, Petit *et al.*, 1999).

التغيرات الشاملة الحالية التي تحدث في تركيز غاز CO2 سببها فقط النشاط البشري بكل أنواعه، فمنذ خمسينيات القرن الماضي عندما بدأ الإنسان باستخراج واستعمال الوقود الأحفوري (فحم حجري، نפט، غاز، ...) بشكل مكثف ومتزايد بدأ تركيز هذا الغاز في الغلاف الجوي يتزايد بشكل كبير ووصل إلى مستوى لم يحدث له نظير خلال النصف مليون سنة الماضية، وبذلك بدأت حقبة جديدة في تاريخ الأرض، حيث أصبح للإنسان قدرة على التأثير المباشر في جو الأرض. هذا الإطلاق ذو المنشأ الصناعي لغاز CO2 أدى إلى زيادة تركيزه بحوالي 30% عن التركيز المسجل في محطة Vostok. نحن الآن وصلنا إلى فترة أصبح فيها تركيز غاز CO2 الجوي يتجاوز المعدل الطبيعي الذي كان سائداً عندما تطورت معظم الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة حالياً. هذه التغيرات الشاملة لها تأثير مباشر وغير مباشر على جميع الأنواع الحية (العمليات الحيوية والتطور)، كما لها تأثير على الأنظمة البيئية: على معدل الإنتاجية وعلى حلقة الكربون (Agrell et al., 2000, Mooney et al., 1999).

إن ارتفاع متوسط درجة الحرارة والتغير في المناخ تمت ملاحظتهما في القرن الماضي، والتغيرات المتوقعة خلال القرن الحالي ليس لها مثل في تاريخ الأرض (Jones et al. 1999, 2003). خلال الأربع ملايين سنة الماضية كان متوسط درجة الحرارة السطحية بين 5+ و 35+ درجة مئوية ومنذ عصر Paleozoic Era (240-570 مليون سنة مضت) تراوحت درجة الحرارة بين 10+ و 24+ درجة مئوية. خلال الثلاثة ملايين سنة الماضية مرت على الأرض عدة عصور جليدية. بعض الخبراء يقول إنه خلال المليون سنة الماضية كان هناك 4-5 عصور جليدية والبعض الآخر يقول إنها كانت سبعة عصور. العصر الجليدي الأخير الذي انتهى منذ 10-12 ألف سنة مضت استمر عدة مئات الآلاف من السنين، حيث غطى الجليد حينها ثلث مساحة القارات. لكن خلال 10 آلاف سنة الماضية بقي المناخ ثابتاً نسبياً وبدون تغيير.

إن ارتفاع تركيزات غازات الدفيئة يؤدي إلى مناخ ارضي دافئ فيبدأ الثلج والجليد بالذوبان في مناطق الجليد الدائم مما يؤدي إلى تغير معامل انعكاس هذه المناطق، لأن خصائص السطح تتغير ويصبح لونه داكناً مقارنة بما كان عليه وبالتالي يمتص نسبة أكبر من الأشعة الشمسية التي تصل إليه مسببة بذلك المزيد من الاحترار، مما يؤدي إلى مزيد من الذوبان، وهكذا دواليك.

لقد سبق أن حدثت تغيرات في درجة حرارة الأرض في الماضي. وللوهلة الأولى قد يبدو الأمر وكأننا في مرحلة من الدفاء ضمن نمط دوري. ولكن ثمة فارق هام: تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أعلى كثيراً مقارنة بأية فترة دفاء أخرى في السجلات. وكما نعلم أيضاً فإن شعورنا بتأثير زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي يحدث بعد مرور بعض الزمن. ويعني ذلك أنه حتى في حالة توقف زيادة مستوى ثاني أكسيد الكربون فستستمر درجة حرارة الأرض بالارتفاع. فهذه المرة الأمر مختلف.

مواد وطرائق البحث *Materials and Methods*

تتألف المادة التجريبية مما يلي:

1- البيانات عن سورية:

متوسط درجة الحرارة وكمية الهطول لـ 23 محطة أساسية في سورية (بيانات يومية وشهرية) للفترة 1976 - 2005 من أجل دراسة تغيرات درجة الحرارة والهطول على مستوى المحطة، وبيانات عن مجموع الهطول الشهري لـ 60 محطة موزعة في جميع أنحاء سورية لدراسة تغيرات الهطول وسماكته على مستوى سورية ولنفس الفترة السابقة 1976 - 2005.

2- البيانات الشاملة (للكرة الأرضية):

البيانات التاريخية المستخدمة في البحث هي: بيانات عن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان في الغلاف الجوي ودرجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض منذ 400 ألف سنة وحتى الآن (Petit *et al.*, 1999, Etheridge *et al.*, 1998).

البيانات المقاسة أو المسجلة فهي: المتوسط الشهري لتركيز غازي CH_4 و CO_2 في الهواء الجوي للفترة 1958- 2007 للمحطات المتوفرة (Keeling C.D., Stern *et al.*, 1998) أما بيانات درجة الحرارة المستخدمة فهي متوسط درجة الحرارة الشهرية بالدرجة المئوية للكرة الأرضية للفترة 1880- 2007 (Whorf T.P. 2005, Angell, J.K. 2000., Christy *et al.*, 2000, Hansen *et al.*, 1999, Jacka, T. H. and W. F. Budd. 1998, Jones *et al.*, 1999, 2001, 2003, Jouzel *et al.*, 1987, 1993, 1996, Sterin, A.M., 2000, Vinnikov *et al.*, 1987, 1990).

تم إجراء تحليل السلسلة الزمنية لجميع هذه البيانات وتحليل العلاقة بين غازي الكربون والميثان من جهة وبين كل من درجة الحرارة وكمية الهطول من جهة أخرى باستخدام البرنامج الإحصائي المعروف SPSS. كما تمت دراسة التغيرات التي طرأت على الخواص الإحصائية لسلاسل درجة الحرارة وكمية وخواص الهطول باستخدام برنامج التغيرات المناخية Rclimindex.

المؤشرات التي تم الحصول عليها من برنامج Rclimindex تم تحليلها إحصائياً باستخدام برنامج SPSS لمعرفة معنوية التغيرات التي حصلت.

وباستخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS تمت دراسة التغيرات التي حدثت في كمية الهطول الشهري وتوزعه على مستوى سورية ورسم خرائط الهطول المتساوي وحساب حجم الهطول السنوي لكل سنة خلال فترة الدراسة وتغيراته من سنة إلى أخرى.

النتائج والمناقشة

Results And Discussion

أولاً: دراسة التغيرات التي حصلت حتى الآن في تركيز غازي CO₂ وCH₄ والتغيرات التي حدثت في متوسط درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض على مستوى الكرة الأرضية.

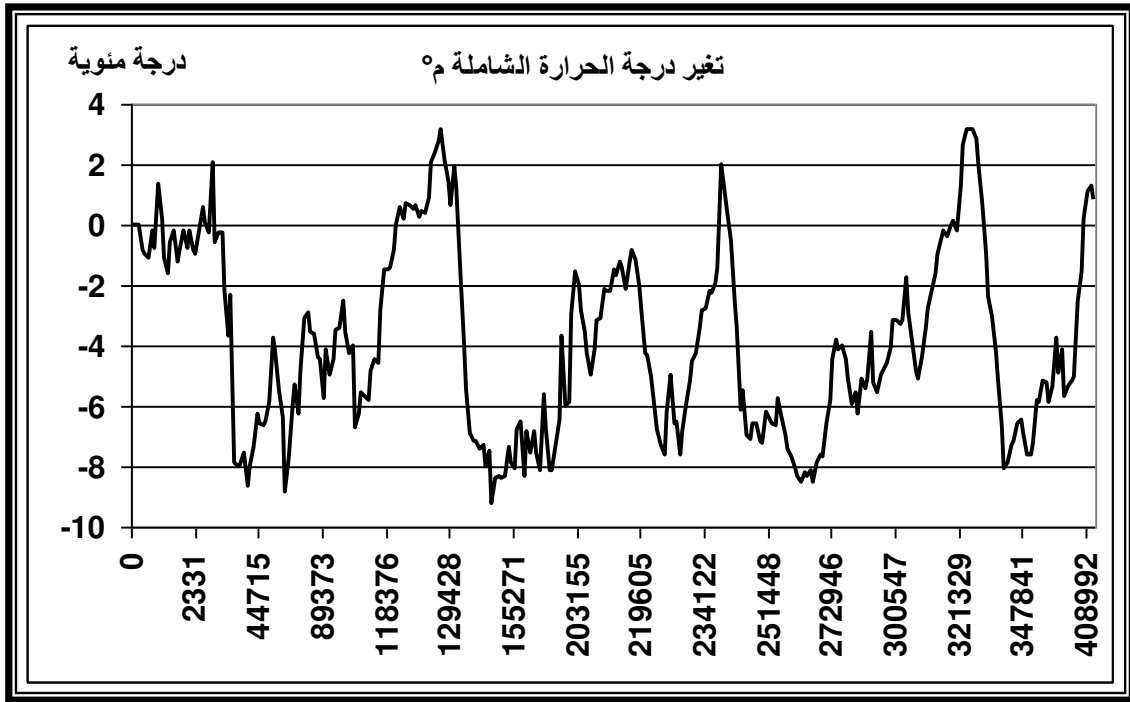
1 - 1 - علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة وتركيز غاز CO₂ منذ 400 ألف سنة وحتى الآن:

يبين تحليل البيانات التاريخية لتركيز CO₂ ومتوسط درجة حرارة الهواء، والتي تم الحصول عليها من عينات الجليد في القطب الجنوبي لفترة 400 ألف سنة قبل الآن، أن بينهما علاقة ارتباط معنوية جداً $R=0.87^{**}$.

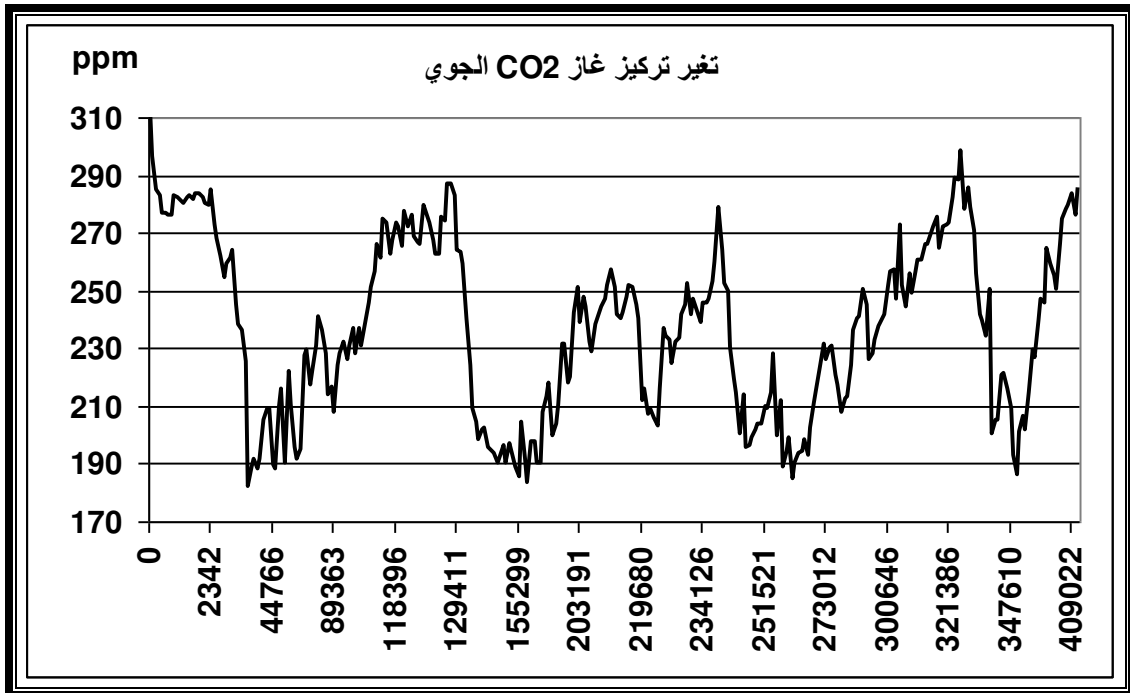
أما علاقة الارتباط بين متوسط درجة الحرارة والزمن فكانت معنوية ومعامل الارتباط بينهما كان $R=-0.13$ كما تمت دراسة علاقة الارتباط بين تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون والزمن وتبين أنها غير معنوية جدول [1]. والشكلين [2,1] يبينان تغير درجة الحرارة وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون منذ 400 ألف سنة وحتى الآن، والشكلين [4,3] يبينان تغير تركيز غازي ثاني أكسيد الكربون والميثان منذ عام 1010 حيث يبدأ الازدياد في تركيزهما في السنوات الأخيرة بشكل كبير.

جدول [1] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة وتركيز غاز CO₂ منذ 400 ألف سنة وحتى الآن:

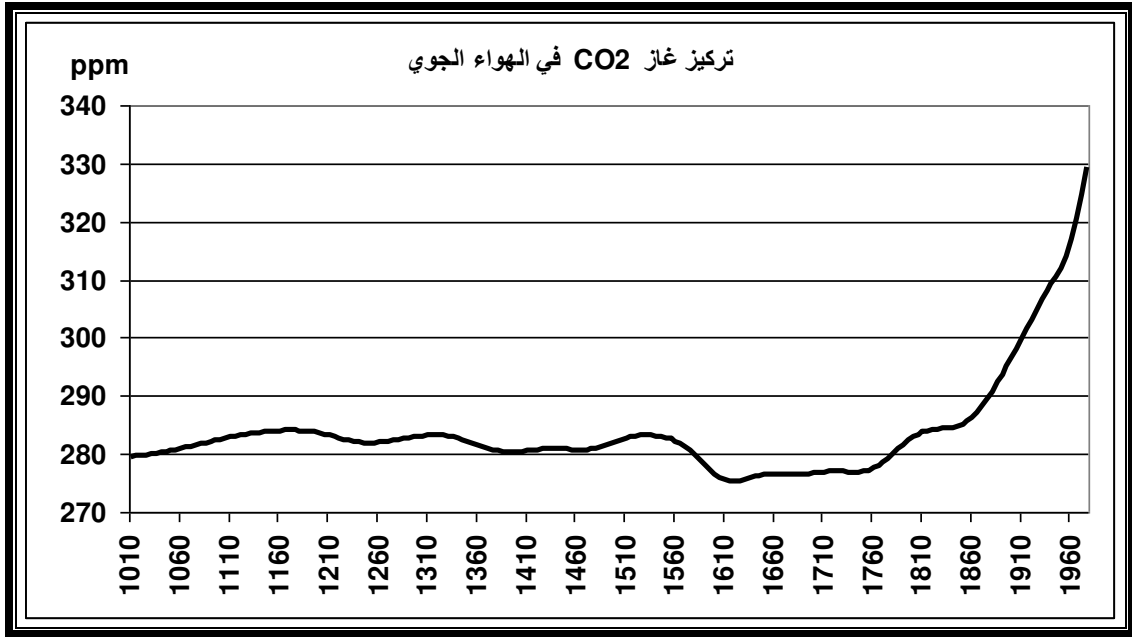
| | Year | CO ₂ ppm | Temperature |
|---------------------|--------|---------------------|-------------|
| Year | 1.00 | -0.06 | -0.13* |
| CO ₂ ppm | -0.06 | 1.00 | 0.87** |
| Temperature | -0.13* | 0.87** | 1.00 |



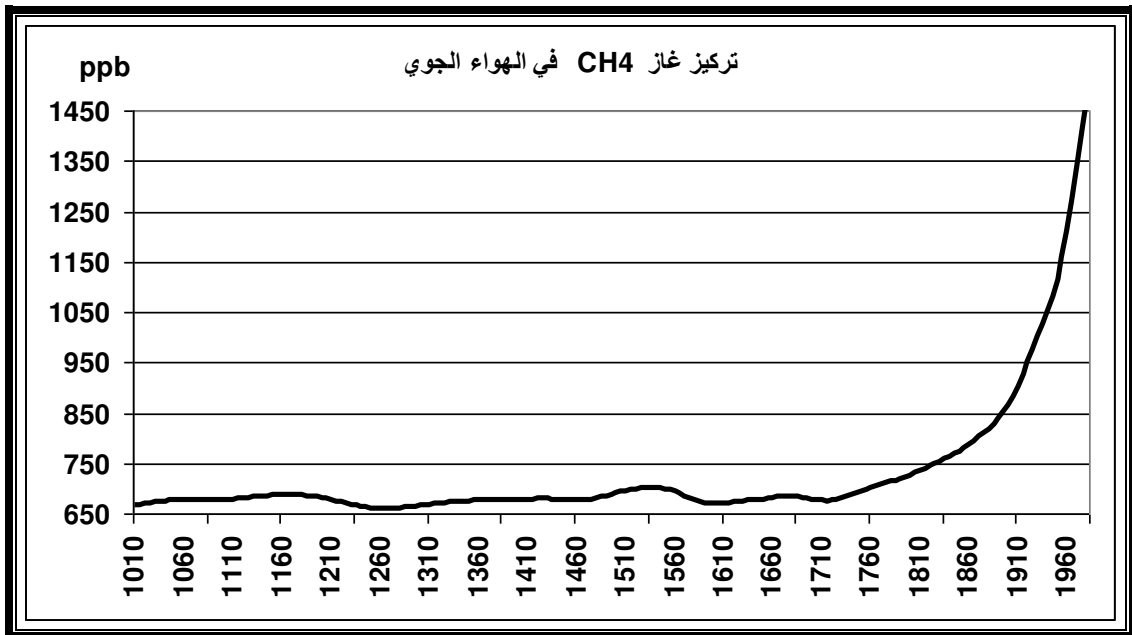
الشكل [1] بين تغير درجة الحرارة الشاملة منذ 400 ألف سنة وحتى الآن.



الشكل [2] يبين تغير تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون منذ 400 ألف سنة وحتى الآن.



الشكل [3] يبين تغير تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي منذ عام 1010.



الشكل [4] يبين تغير تركيز غاز الميثان في الهواء الجوي منذ عام 1010.

1 - 2 - علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة وتركيز غاز CO2 منذ 1880 وحتى 2007:

يبين تحليل البيانات المسجلة لدرجة الحرارة وتركيز غاز CO2 منذ 1880 وحتى 2007 أن هناك علاقة ارتباط معنوية جدا بين الزمن وتركيز غاز CO2 حيث كانت $R=0.93^{**}$ ، وعلاقة ارتباط معنوية جدا بين درجة الحرارة والزمن حيث كانت $R=0.81^{**}$ وأيضا علاقة ارتباط معنوية جدا بين درجة الحرارة وتركيز غاز CO2 حيث كانت $R=0.88^{**}$.

الجدول [2] يبين علاقة الارتباط بينهم. من الجدول نجد أن جميع قيم معامل الارتباط موجبة وبالتالي فإن كل من تركيز غاز CO2 ومتوسط درجة الحرارة الشاملة يتزايد مع الزمن، كما أن ارتفاع درجة الحرارة الشاملة المستمر مرتبط بزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي.

الجدول [2] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة وتركيز غاز CO2 منذ 1880 وحتى 2007 :

| | Year | CO2ppm | Temperature |
|-------------|--------|--------|-------------|
| Year | 1.00 | 0.93** | 0.81** |
| CO2ppm | 0.93** | 1.00 | 0.88** |
| Temperature | 0.81** | 0.88** | 1.00 |

معامل الانحدار: من دراسة علاقة الانحدار من الدرجة الأولى بين الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون وجد أن النموذج معنوي حسب قيمة معامل ارتباط النموذج $R=0.88$ وحسب قيمة F (معامل فيشر) الجدول [3].

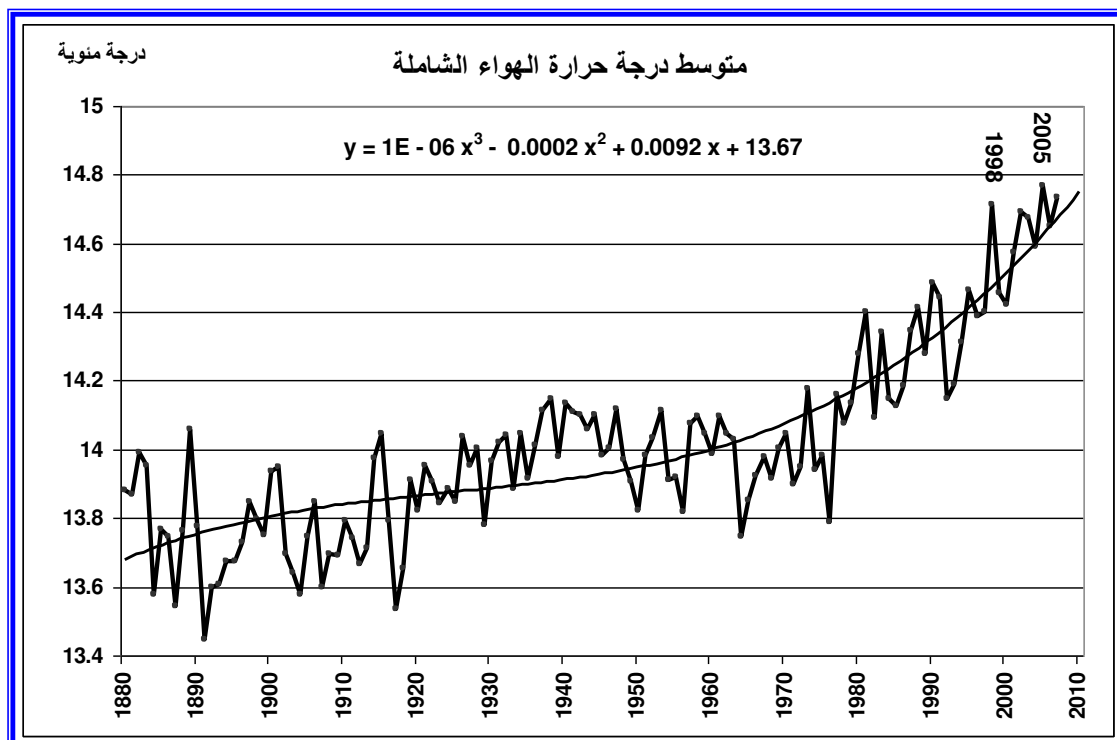
الجدول [3] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون وقيمة معامل فيشر منذ عام 1880 وحتى عام 2007 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.88 |
| R Square | 0.77 |
| Adjusted R Square | 0.77 |
| F | 419.2 |
| Signify F | 0.00 |

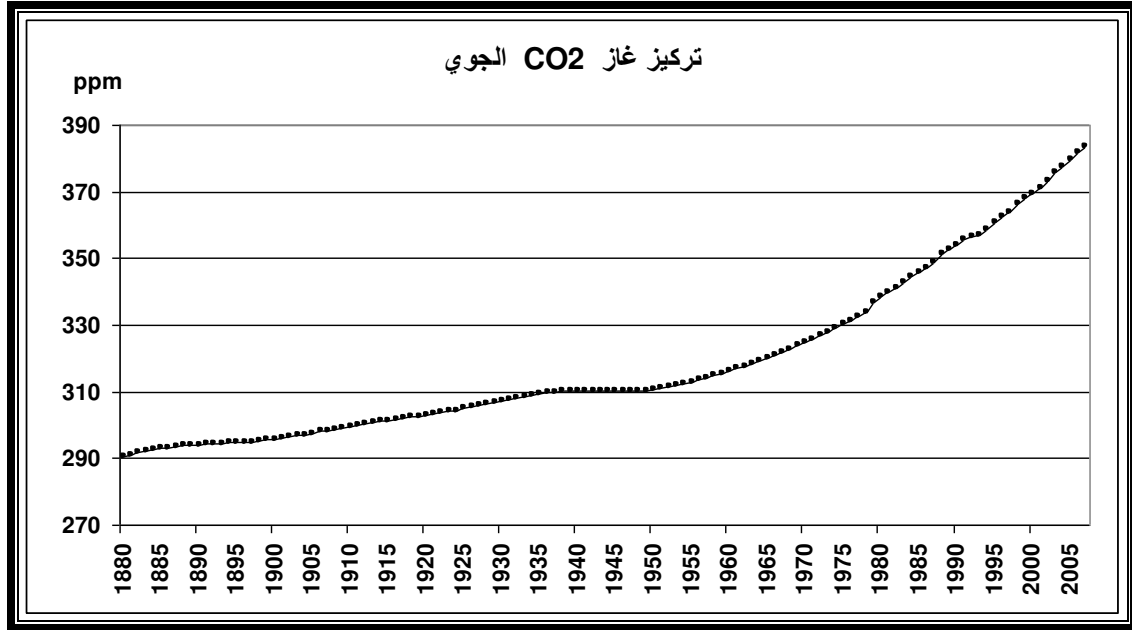
كما أن المتغير درجة الحرارة والثابت معنويان حسب قيمة T الجدول [4] ونلاحظ ازدياداً واضحاً في درجة الحرارة بمرور الزمن وكانت السنوات الأكثر حرارة خلال الفترة 1880 - 2007 هي: 2005، 2007، 1998، 2002 مرتبة تنازلياً، كما هو مبين في الشكل [5]، وأيضا بالنسبة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون كانت هناك زيادة في تركيزه بمرور الزمن الشكل [6].

الجدول [4] يبين قيم معامل ستيودنت وثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون منذ عام 1880 وحتى عام 2007 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|-------------|-------|-------|--------|
| Temperature | 10.86 | 70.25 | 0.00 |
| Constant | 0.01 | 20.47 | 0.00 |



الشكل [5] يبين تغيرات متوسط درجة حرارة الهواء الشاملة ومعادلة ومنحني الانحدار من الدرجة الثالثة منذ عام 1880 وحتى عام 2007.



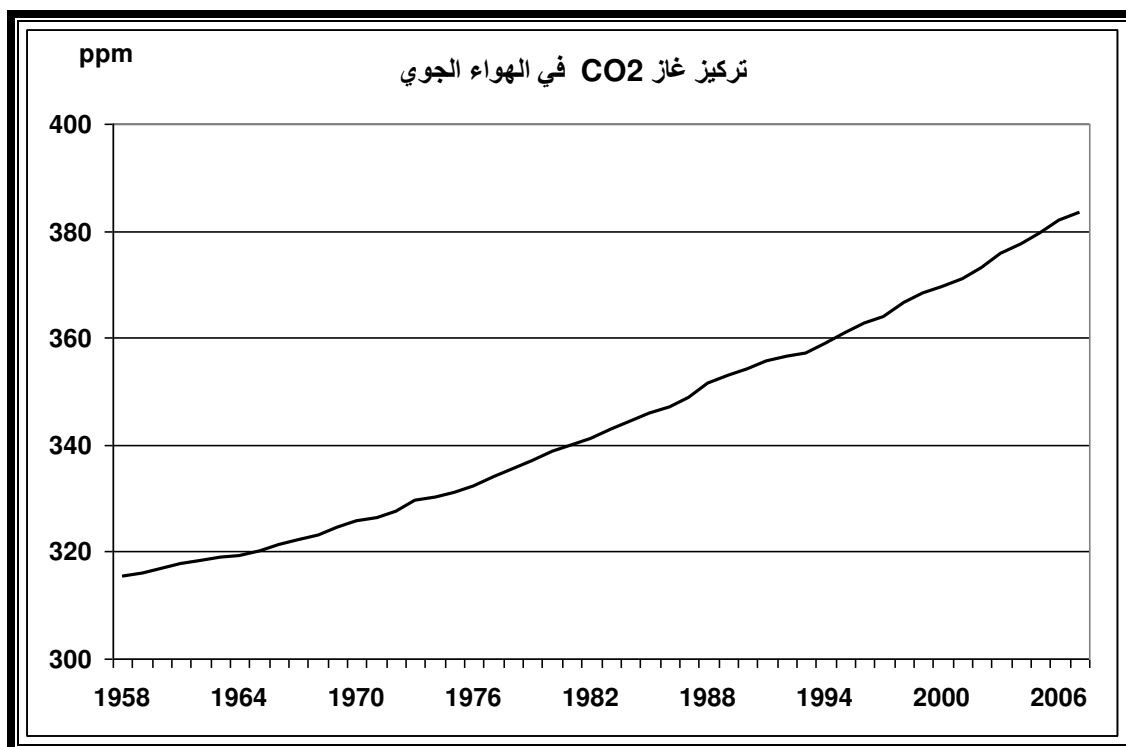
الشكل [6] يبين تغيرات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي منذ عام 1880 وحتى عام 2007.

1 - 3 - علاقة الارتباط بين الزمن والحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون منذ 1958 حتى 2007 :

يبين تحليل البيانات المسجلة لدرجة الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون منذ 1958 حتى 2007 أن هناك علاقة ارتباط معنوية جدا بين الزمن وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وان تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون يزداد مع الزمن خلال الفترة المدروسة حيث كانت $R=0.99^{**}$ وعلاقة ارتباط معنوية جدا بين درجة الحرارة والزمن وان درجة الحرارة تزداد مع الزمن خلال الفترة المدروسة حيث كانت قيمة معامل الارتباط $R=0.78^{**}$ وأيضا علاقة ارتباط معنوية جدا بين درجة الحرارة وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وان درجة الحرارة ترتفع بازدياد تركيز غاز CO_2 وقيمة معامل الارتباط $R=0.81^{**}$ ، والجدول [5] يبين علاقة الارتباط بينهم. كما أن الشكل [7] يبين ازدياد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مع الزمن.

الجدول [5] يبين علاقة الارتباط بين الزمن والحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون منذ 1958 حتى 2007 :

| | Year | CO2ppm | Temperature |
|-------------|--------|--------|-------------|
| Year | 1.00 | 0.99** | 0.78** |
| CO2ppm | 0.99** | 1.00 | 0.81** |
| Temperature | 0.78** | 0.81** | 1.00 |



الشكل [7] يبين ازدياد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مع الزمن منذ 1958 حتى 2007.

1 - 4 - علاقة الانحدار بين الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون منذ 1958 حتى 2007 :
 عند دراسة معامل الانحدار من الدرجة الأولى بين درجة الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون
 وجد أن النموذج معنوي حسب قيمة معامل ارتباط النموذج (0.81) وحسب قيمة معامل فيشر F
 كما أن المتغير درجة الحرارة والثابت معنويان حسب اختبار T كما هو واضح في
 الجدولين [6,7].

الجدول [6] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين درجة الحرارة وغاز ثاني
 أكسيد الكربون وقيمة معامل فيشر منذ عام 1958 حتى عام 2007 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.81 |
| R Square | 0.66 |
| Adjusted R Square | 0.65 |
| F | 94.20 |
| Signify F | 0.00 |

الجدول [7] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين درجة
 الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون منذ عام 1958 حتى عام 2007 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|--------------------|----------|----------|---------------|
| Temperature | 10.08 | 23.35 | 0.00 |
| Constant | 0.01 | 9.71 | 0.00 |

1 - 5 - علاقة الارتباط بين الزمن والحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون والميثان

منذ عام 1900 حتى 2008 :

بنفس الطريقة تمت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن من جهة وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان ودرجة الحرارة من جهة أخرى (بيانات تاريخية ومسجلة) وكانت جميع قيم معامل الارتباط معنوية جداً، كما هو مبين في الجدول [8].
الجدول [8] يبين علاقة الارتباط بين الزمن وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان ودرجة الحرارة منذ عام 1900 حتى عام 2008 :

| | year | CO2_ppm | CH4_ppb | Temperature |
|-------------|---------|---------|---------|-------------|
| year | 1 | 0.934** | 0.970** | 0.705** |
| CO2_ppm | 0.934** | 1 | 0.988** | 0.733** |
| CH4_ppb | 0.970** | 0.988** | 1 | 0.706** |
| Temperature | 0.705** | 0.733** | 0.706** | 1 |

- الانحدار الخطي متعدد المتغيرات بين الحرارة وكل من غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان :
اعتماداً على البيانات السابقة (1900 - 2008) تمت دراسة الانحدار متعدد المتغيرات بين درجة الحرارة كمتغير مرتبط وتركيز غازي ثاني أكسيد الكربون والميثان كمتغيرات مستقلة. وللحصول على نموذج معنوي تطلب ذلك القيام بخطوتين، ففي الخطوة الأولى كان تأثير المتغير المستقل CH4 في النموذج عند الحدود الدنيا للمعنوية حسب قيمة T (T=-1.64) لذلك تم استبعاده في الخطوة التالية وأصبح النموذج معنوياً حسب قيمة معامل الارتباط (R = 0.879) وحسب قيمة F (معامل فيشر) ، كما أن المتغير والثابت معنويان حسب اختبار T الجدولين [9,10].

الجدول [9] يبين قيمة معامل ارتباط النموذجين 1,2 بين درجة الحرارة وكل من غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان وقيمة معامل فيشر منذ عام 1900 حتى عام 2008 :

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | F | Signify F |
|-------|-------|----------|-------------------|--------|-----------|
| 1 | 0.742 | 0.551 | 0.54 | 55.12 | 0.000 |
| 2 | 0.879 | 0.773 | 0.77 | 364.25 | 0.000 |

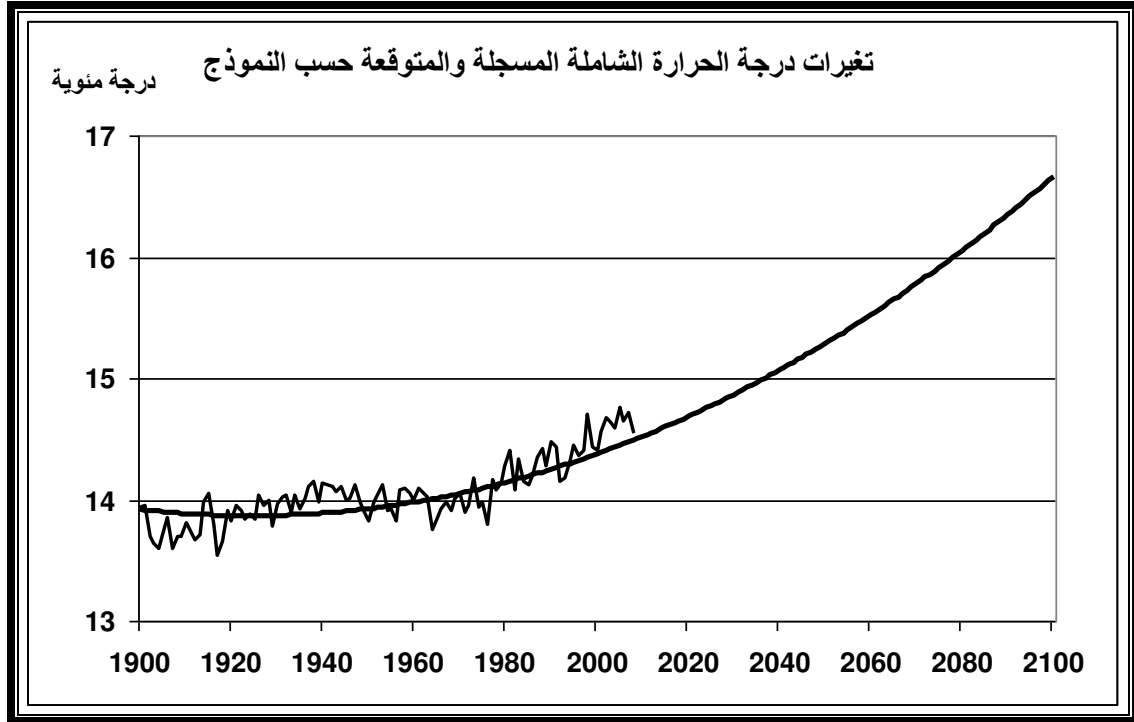
الجدول [10] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي في الخطوة الثانية بين درجة الحرارة وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون منذ عام 1900 حتى عام 2008 :

| Model | Variable | B | T | Sig. T |
|-------|----------|--------|-------|--------|
| 1 | Constant | 9.111 | 6.95 | 0.000 |
| | CO2 | 0.018 | 3.22 | 0.002 |
| | CH4 | -0.001 | -1.64 | 0.105 |
| 2 | Constant | 10.968 | 67.52 | 0.000 |
| | CO2 | 0.010 | 19.09 | 0.000 |

الشكل [8] يبين تغير درجة الحرارة الشاملة المسجلة منذ عام 1900 حتى 2008 ودرجة الحرارة الشاملة المتوقعة حسب نموذج الانحدار الخطي في الخطوة الثانية، وتكون معادلة هذا النموذج:

$$T = 0.010 \times [CO_2] + 10.968$$

حيث T : درجة الحرارة الشاملة المتوقعة.



الشكل [8] يبين تغير درجة الحرارة الشاملة المسجلة منذ عام 1900 حتى 2008 ودرجة الحرارة الشاملة المتوقعة حسب نموذج الانحدار الخطي في الخطوة الثانية.

ثانياً: دراسة العلاقة ما بين التغير العالمي لدرجة الحرارة وتغير درجة الحرارة في سورية:

2 - 1 - علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة في سورية ودرجة الحرارة الشاملة منذ عام 1955 وحتى عام 2005:

تمت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة في سورية ودرجة الحرارة الشاملة فكانت علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة في سورية معنوية عند مستوى الثقة 95% وان درجة الحرارة في سورية ترتفع مع الزمن خلال الفترة المدروسة وكان قيمة معامل الارتباط $R=0.31^*$ ، وكانت علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة الشاملة معنوية جدا عند مستوى الثقة 99% وان درجة الحرارة الشاملة ترتفع مع الزمن خلال الفترة المدروسة وقيمة معامل الارتباط $R=0.85^{**}$ ، وكانت علاقة الارتباط بين درجة الحرارة في سورية ودرجة الحرارة الشاملة معنوية جدا عند مستوى الثقة 99% وقيمة معامل الارتباط $R=0.50^{**}$ ، والجدول [11] يبين علاقة الارتباط بينهم.

الجدول [11] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ودرجة الحرارة في سورية ودرجة الحرارة الشاملة منذ عام 1955 وحتى عام 2005 :

| | Year | t-Syria | t-global |
|----------|--------|---------|----------|
| Year | 1 | 0.31* | 0.85** |
| t-Syria | 0.31* | 1 | 0.50** |
| t-global | 0.85** | 0.50** | 1 |

معامل الانحدار:

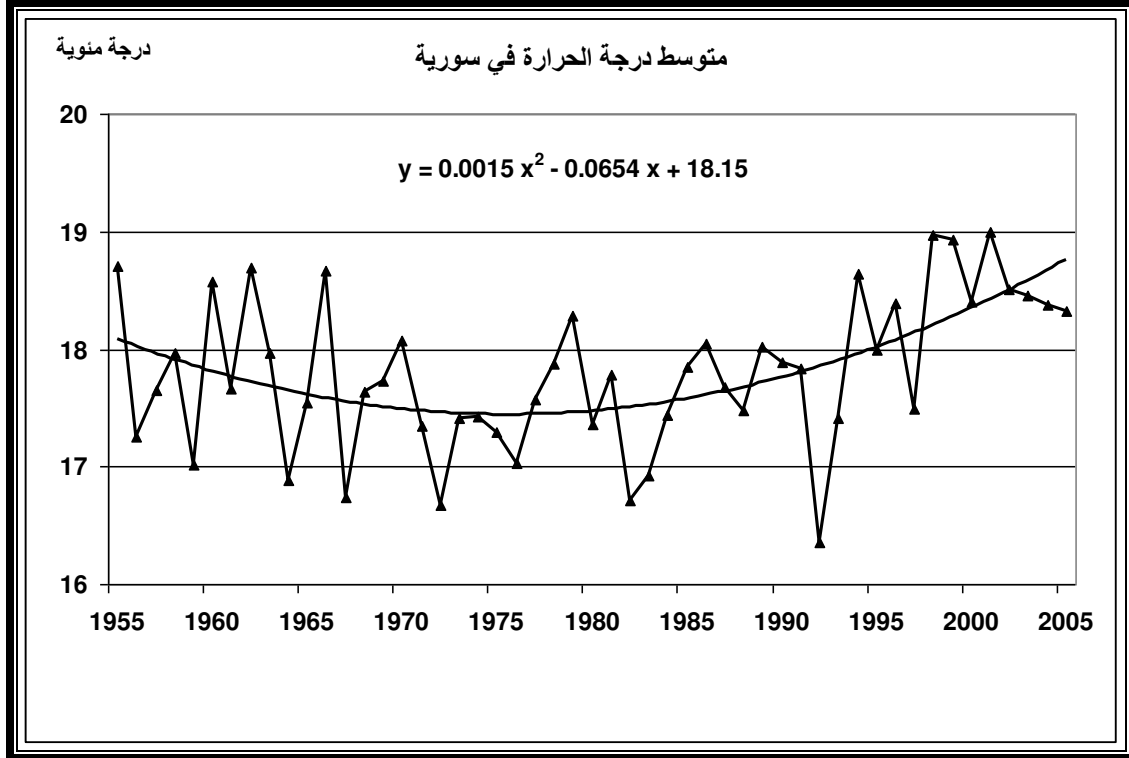
تم دراسة علاقة الانحدار من الدرجة الثانية $Y = aX + bX^2 + c$ بين درجة الحرارة في سوريا والزمن شكل [9-a] ووجد أن النموذج معنوي حسب قيمة معامل ارتباط النموذج ($R=0.55$) وحسب قيمة معامل فيشر F كما أن المتغير الزمن والثابت معنويان حسب اختبار T كما هو واضح في الجدولين [13,12].

جدول [12] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار من الدرجة الثانية بين درجة الحرارة في سوريا والزمن وقيمة معامل فيشر منذ عام 1955 حتى عام 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.55 |
| R Square | 0.3 |
| Adjusted R Square | 0.27 |
| F | 10.37 |
| Signify F | 0.000 |

الجدول [13] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار من الدرجة الثانية بين درجة الحرارة في سوريا والزمن من عام 1955 حتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|--------------------|--------|-------|--------|
| Case Sequence | -0.065 | -3.02 | 0.004 |
| Case Sequence ** 2 | 0.002 | 3.76 | 0.000 |
| Constant | 18.143 | 74.65 | 0.000 |



الشكل [9-a] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة في سورية ومعادلة ومنحني الانحدار من الدرجة الثانية منذ عام 1955 وحتى عام 2005.

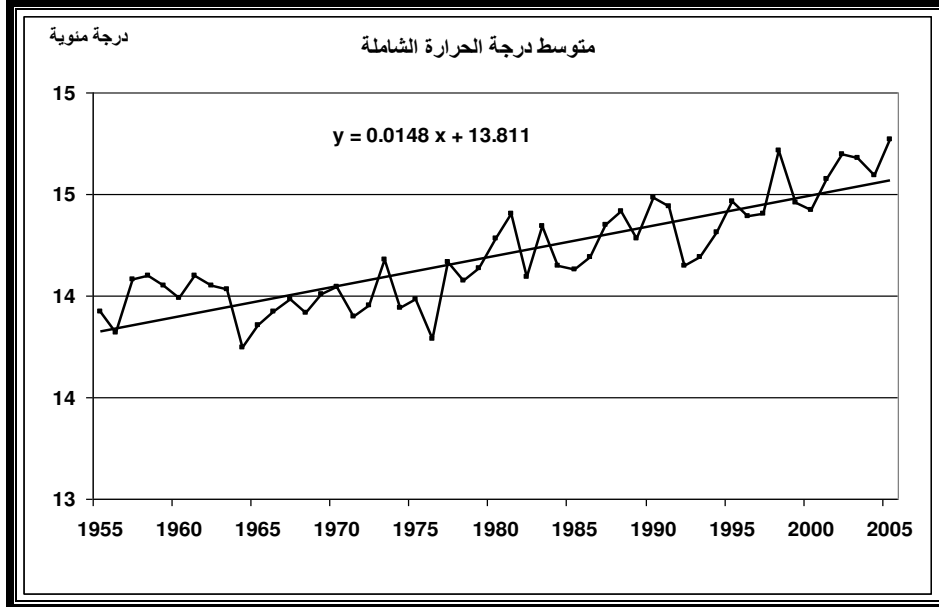
كما تم دراسة علاقة الانحدار من الدرجة الأولى $Y=aX+b$ بين درجة الحرارة الشاملة والزمن الشكل [9-b]، ووجد أن النموذج معنوي حسب قيمة معامل ارتباط النموذج ($R=0.85$) وحسب قيمة معامل فيشر F كما أن المتغير الزمن والثابت معنويان حسب اختبار T كما هو واضح في الجدولين [15,14].

جدول [14] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين درجة الحرارة الشاملة والزمن وقيمة معامل فيشر منذ عام 1955 حتى عام 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.85 |
| R Square | 0.72 |
| Adjusted R Square | 0.71 |
| F | 124.6 |
| Signify F | 0.00 |

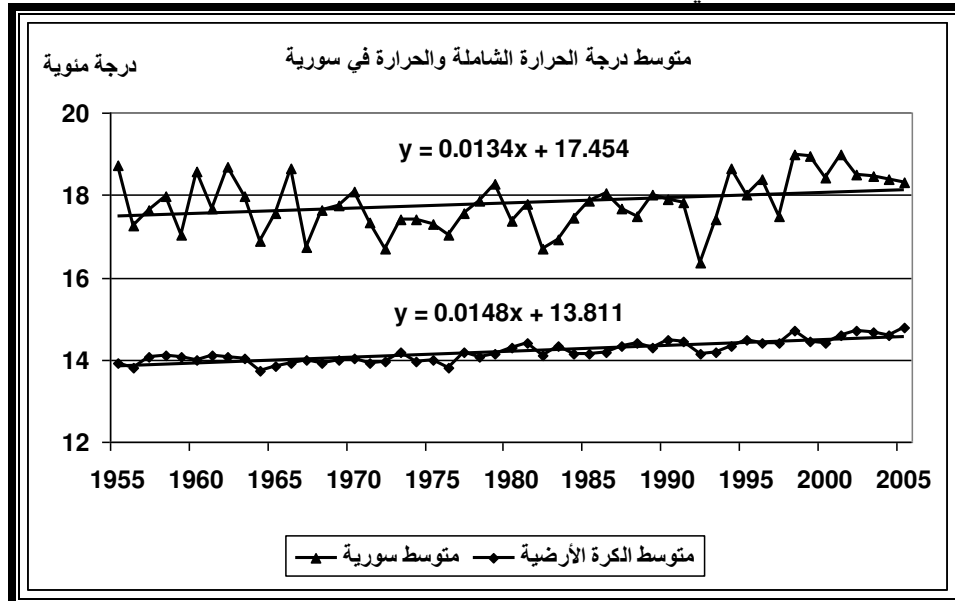
الجدول [15] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين درجة الحرارة الشاملة والزمن من عام 1955 حتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|-------|--------|--------|
| Case Sequence | 0.02 | 11.16 | 0.00 |
| (Constant) | 13.81 | 337.19 | 0.00 |



الشكل [9-b] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة الشاملة ومعادلة وخط الانحدار الخطي منذ عام 1955 وحتى عام 2005.

الشكل [9-c] يبين منحنى التغير في درجة الحرارة الشاملة والحرارة في سوريا والانحدار الخطي لكل منهما، من الشكل نجد أن منحنى التغير صاعد وهذا يعني انه حصل بالفعل ارتفاع في درجة الحرارة الشاملة وفي سوريا.



الشكل [9-c] يبين منحنى التغير في درجة الحرارة الشاملة والحرارة في سوريا ومعادلة وخط الانحدار الخطي لكل منهما منذ عام 1955 وحتى عام 2005 .

ثالثاً : دراسة التغيرات التي طرأت على الخواص الإحصائية لسلاسل درجة الحرارة والموجات الحارة والباردة والهطول وآفاق تغيراتها في المستقبل :

3 - 1 - اللانقية

3 - 1 - 1 - مؤشرات درجة الحرارة :

3 - 1 - 1 - 1 - متوسط درجة الحرارة السنوية :

حدث تغير في متوسط درجة الحرارة السنوية خلال الفترة المدروسة (1976 - 2005)، وكان هذا التغير على الشكل التالي: حصل انخفاض بسيط في متوسط درجة الحرارة خلال الفترة 1980 - 1993 وبعدها بدأت درجة الحرارة بالارتفاع بشكل مطرد وأخذت منحى صاعد حتى نهاية فترة الدراسة الشكل [10]. هذا التغير كان معنوياً جداً عند اختبار من طرف واحد (One tailed) $R = 0.43^{**}$ (Sig. $R = 0.009$) ومعنوي عند اختبار من الطرفين (Two tailed) $R = 0.43^*$ (Sig. $R = 0.018$). عند دراسة علاقة الانحدار مع الزمن وجد أنها معنوية من الدرجة الأولى والثانية والثالثة، ولكن تم اعتماد انحدار الدرجة الثانية لأن قيمة الخطأ القياسي أصغر بقليل منه في نموذج انحدار الدرجة الثالثة مع العلم أن قيمة معامل ارتباط النموذج بين الدرجتين الثانية والثالثة لم يختلف إلا بمقدار 0.01، الجدولين [16,17] يبينان ثوابت نموذج انحدار الدرجة الثانية.

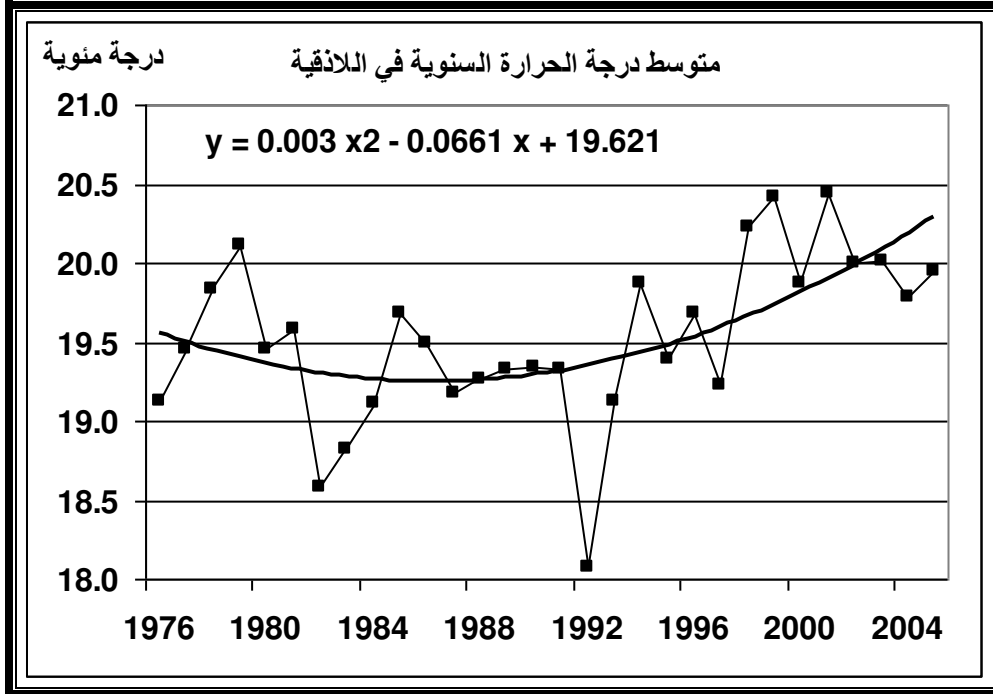
الجدول [16] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار من الدرجة الثانية بين متوسط درجة الحرارة السنوية في اللانقية والزمن وقيمة معامل فيشر من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.58 |
| R Square | 0.34 |
| Adjusted R Square | 0.29 |
| F | 6.89 |
| Signify F | 0.004 |

الجدول [17] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار من الدرجة الثانية بين متوسط درجة الحرارة السنوية في اللانقية والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | -0.068 | -1.78 | 0.087 |
| Case Sequence ** 2 | 0.003 | 2.51 | 0.018 |
| Constant | 19.633 | 76.17 | 0.000 |

تبين قيم نموذج انحدار الدرجة الثانية في الشكل [10] أن متوسط درجة الحرارة السنوية في اللاذقية كانت 19.6 م° في بداية الفترة المدروسة عام 1976 ثم ارتفعت لتصبح 20.3 م° في نهاية الفترة عام 2005، أي إن ارتفاع متوسط درجة الحرارة كان 0.7 م° وهذا يتناسب مع منحى التغير الشامل في متوسط درجة حرارة الأرض.



الشكل [10] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة السنوية في اللاذقية ومعادلة ومنحني الانحدار من الدرجة الثانية خلال الفترة 1976 – 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي في شهري أيار وأيلول ومعنوي جداً في أشهر حزيران وتموز وآب، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية الجدول [18].

الجدول [18] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة لكل شهر على حدة في اللاذقية منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك ٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | آب | أيلول | ت ١ | ت ٢ | ك ١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|------------|------------|------------|
| R | 0.15 | -0.02 | 0.12 | 0.21 | 0.42* | 0.66** | 0.53** | 0.58** | 0.38* | 0.33 | 0.004 | -0.03 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية | معنوية جداً | معنوية جداً | معنوية جداً | معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية جداً وقيمة $R=0.66^{**}$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي، حيث كانت قيمة معامل ارتباط النموذج $R=0.66$ ، وبالتالي تكون معادلة هذا النموذج : $Y= 0.05 t + 22.99$ (حيث: Y متوسط درجة حرارة حزيران، t الزمن) كما في الجدولين [19,20].

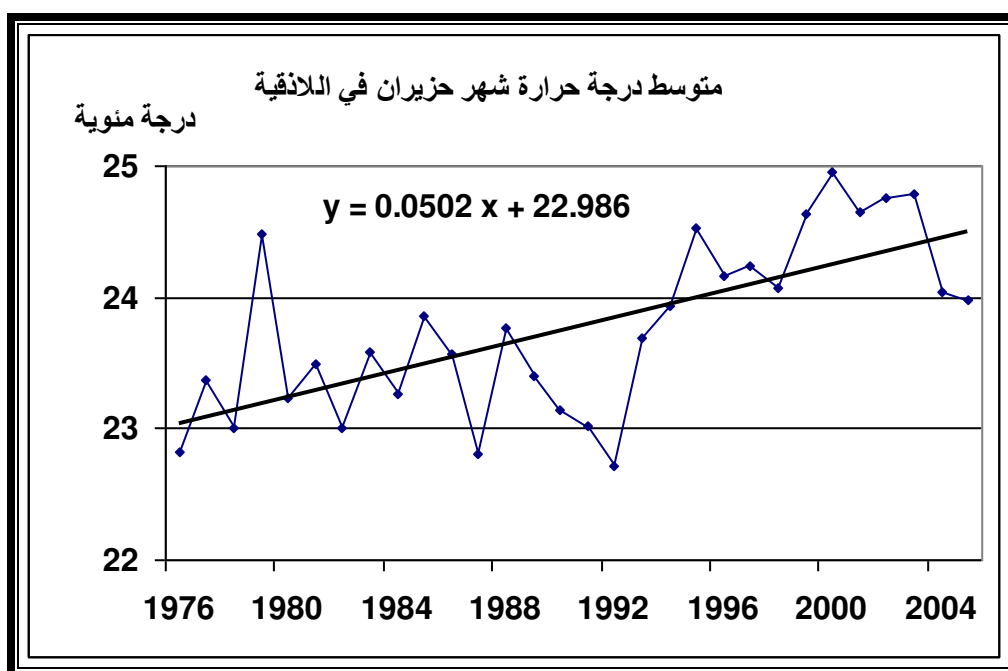
الجدول [19] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة حرارة شهر حزيران في اللاذقية والزمن وقيمة معامل فيشر من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.66 |
| R Square | 0.43 |
| Adjusted R Square | 0.41 |
| F | 21.2 |
| Signify F | 0.000 |

الجدول [20] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة حرارة شهر حزيران في اللاذقية والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.05 | 4.6 | 0.000 |
| Constant | 22.99 | 119.89 | 0.000 |

يبين الشكل [11] متوسط درجة حرارة شهر حزيران في اللاذقية للفترة 1976 – 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 23 م° وينتهي عند 24.5 م°، أي إنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع في متوسط درجة حرارة حزيران خلال فترة الدراسة بمقدار 1.5 م°.



الشكل [11] يبين تغيرات متوسط درجة حرارة شهر حزيران في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 1 - 1 - 2- متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية:
 عند دراسة التغيرات في متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية وجد أنها غير معنوية وذلك
 من قيمة معامل الارتباط $R = 0.31$ (Sig. $R = 0.05$)، لكن عند دراسة علاقة الانحدار من
 الدرجة الثانية مع الزمن وجد أنها معنوية كما هو مبين في الجدولين [22,21].

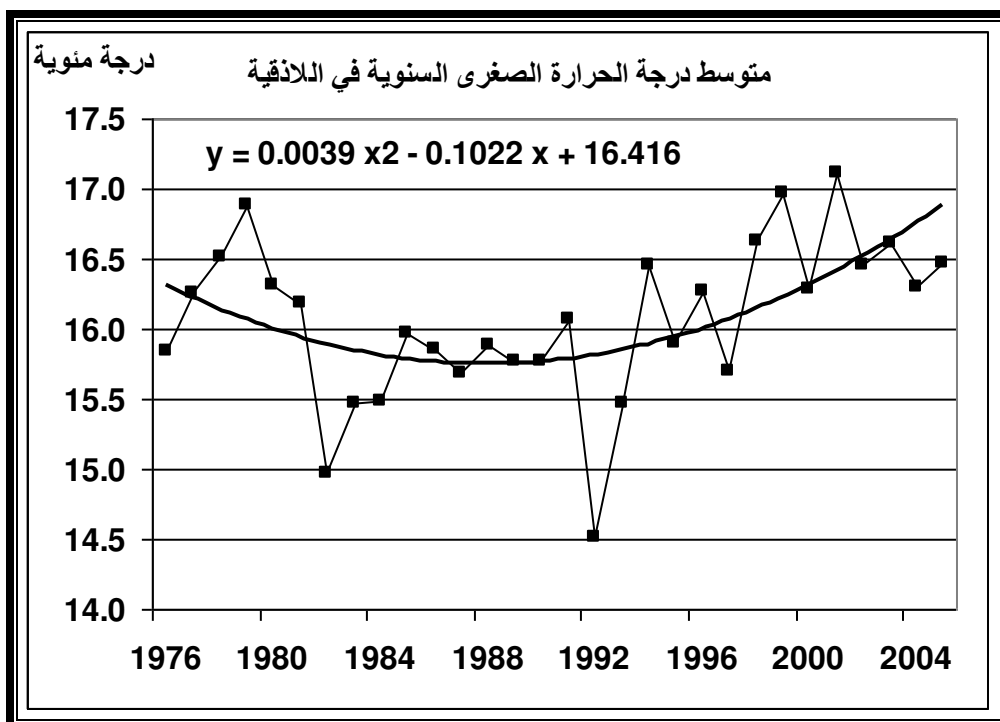
الجدول [21] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار من الدرجة الثانية بين متوسط درجة
 الحرارة الصغرى السنوية في اللاذقية والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 - 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.55 |
| R Square | 0.3 |
| Adjusted R Square | 0.25 |
| F | 5.88 |
| Signify F | 0.008 |

الجدول [22] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار من الدرجة الثانية بين
 متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في اللاذقية والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005:

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | -0.099 | -2.31 | 0.03 |
| Case Sequence ** 2 | 0.004 | 2.85 | 0.01 |
| Constant | 16.41 | 56.93 | 0.00 |

الشكل [12] يبين تغير متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في اللاذقية وانحدار الدرجة
 الثانية، من الشكل نجد أنه حصل انخفاض في الفترة 1981 - 1993 ثم تلاه ارتفاع مستمر
 حتى نهاية فترة الدراسة، ويظهر من الشكل أن القيمة في بداية خط الانحدار كانت 16.3 م°
 وانخفضت إلى 15.8 م° ثم ارتفعت لتصبح 16.9 م° في نهاية الفترة وبالمحصلة كان هناك
 ارتفاع 0.6 م°.



الشكل [12] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في اللاذقية ومعادلة ومنحني الانحدار من الدرجة الثانية للفترة 1976 – 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي في شهر أيار ومعنوي جداً في أشهر حزيران وتموز وأب، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية الجدول [23].

الجدول [23] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لكل شهر على حدة في اللاذقية منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | أب | أيلول | ت١ | ت٢ | ك١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|--------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| R | 0.05 | -0.08 | 0.05 | 0.14 | 0.42* | 0.63** | 0.61** | 0.67** | 0.32 | 0.31 | -0.04 | -0.09 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية | معنوية جداً | معنوية جداً | معنوية جداً | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهرية تمت دراسة شهر آب لأن علاقة الارتباط معنوية جداً بقيمة $R=0.67^{**}$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي، حيث كانت قيمة معامل ارتباط النموذج $R=0.67$ ، وبالتالي تكون معادلة هذا النموذج: $Y = 0.05 t + 23.82$ (حيث: Y متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر آب، t الزمن) كما هو مبين في الجدولين [25,24].

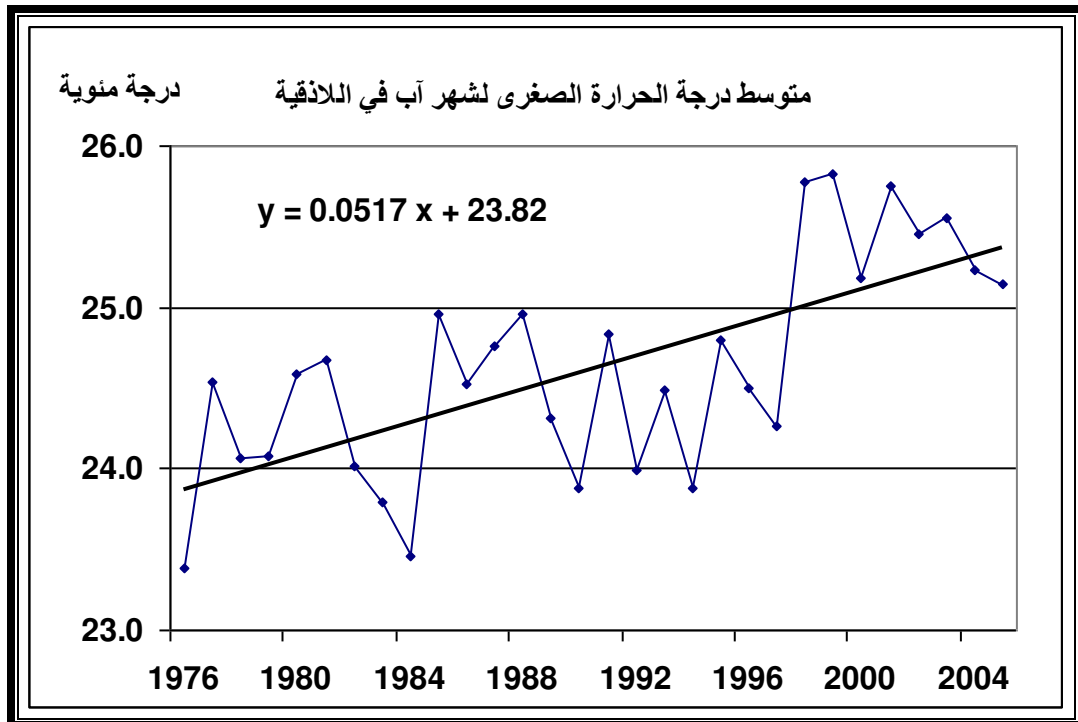
الجدول [24] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر آب في اللاذقية والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.67 |
| R Square | 0.45 |
| Adjusted R Square | 0.43 |
| F | 22.49 |
| Signify F | 0.000 |

الجدول [25] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر آب في اللاذقية والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.05 | 4.74 | 0.000 |
| Constant | 23.82 | 127.21 | 0.001 |

يبين الشكل [13] متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر آب للفترة 1976 – 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 23.9 م° وينتهي عند 25.3 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع خلال فترة الدراسة بمقدار 1.4 م°.



الشكل [13] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر آب في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 1 - 1 - 3 - متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية :

عند دراسة التغيرات في متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية وجد أنها معنوية جدا وذلك من قيمة معامل الارتباط $R = 0.54^{**}$ (Sig. R = 0.002)، وعند دراسة علاقة الانحدار وجد أن الانحدار الخطي فقط هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [27,26].

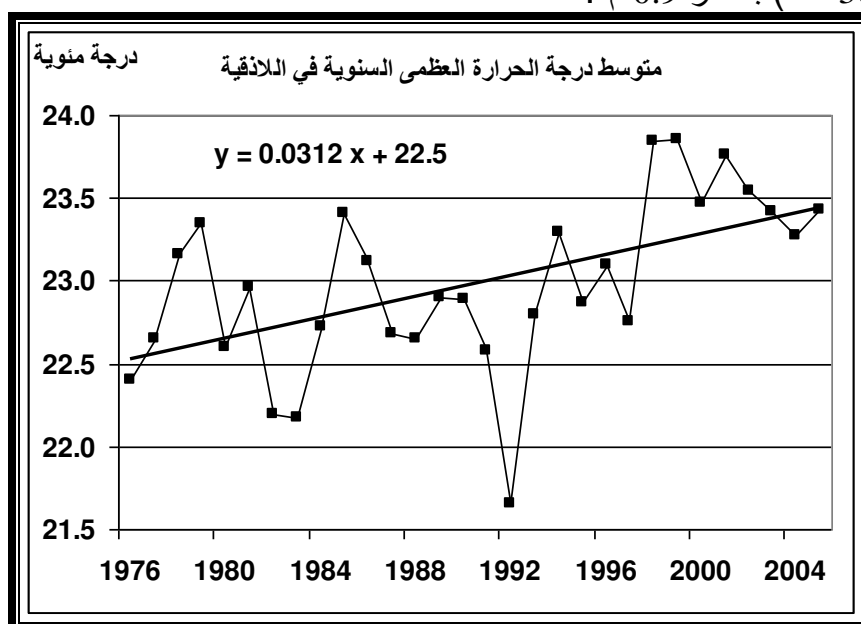
الجدول [26] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في اللاذقية والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 - 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.54 |
| R Square | 0.29 |
| Adjusted R Square | 0.26 |
| F | 11.3 |
| Signify F | 0.002 |

الجدول [27] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في اللاذقية والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.031 | 3.36 | 0.002 |
| Constant | 22.51 | 137.44 | 0.000 |

الشكل [14] يبين تغير متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية والانحدار الخطي. من الشكل نلاحظ أن قيم درجة الحرارة بشكل عام في ازدياد وخط الانحدار صاعد، حيث بلغ فرق القيم بين بدايته ونهايته 0.9 م°، بمعنى أن متوسط درجة الحرارة العظمى قد ارتفع خلال فترة الدراسة (30 سنة) بمقدار 0.9 م°.



الشكل [14] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة العظمى لكل شهر على حدة أن كان هناك تغيراً معنوياً في أشهر أيار وتموز وأيلول ومعنوياً جداً في شهري حزيران وآب، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية جدول [28].

الجدول [28] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة العظمى لكل شهر على حدة في اللاذقية منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | آب | أيلول | ت١ | ت٢ | ك١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|------------|------------|------------|
| R | 0.25 | 0.08 | 0.18 | 0.23 | 0.38* | 0.60** | 0.35* | 0.43** | 0.35* | 0.3 | 0.04 | 0.02 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية | معنوية جداً | معنوية | معنوية جداً | معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية جداً بقيمة $R=0.60^{**}$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي، حيث كانت قيمة معامل ارتباط النموذج $R=0.60$ ، وبالتالي تكون معادلة هذا النموذج: $Y = 0.05 t + 25.79$ (حيث: Y متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران، t الزمن) كما هو مبين في الجدولين [30,29].

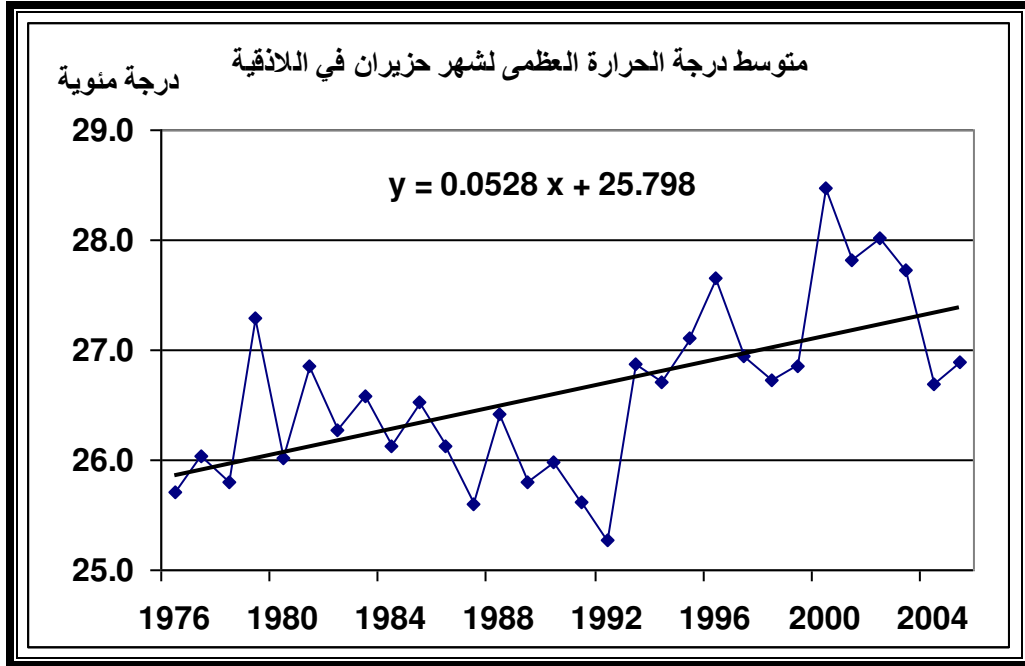
الجدول [29] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في اللاذقية والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005 :

| | |
|-------------------|-------|
| R | 0.6 |
| R Square | 0.35 |
| Adjusted R Square | 0.33 |
| F | 15.35 |
| Signify F | 0.001 |

الجدول [30] يبين قيم معامل ستيودنت وثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في اللاذقية والزمن منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|-------|--------|--------|
| Case Sequence | 0.05 | 3.92 | 0.001 |
| Constant | 25.79 | 106.58 | 0.000 |

يبين الشكل [15] متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران للفترة 1976–2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 25.8 م° وينتهي عند 27.4 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع خلال فترة الدراسة بمقدار 1.6 م°.



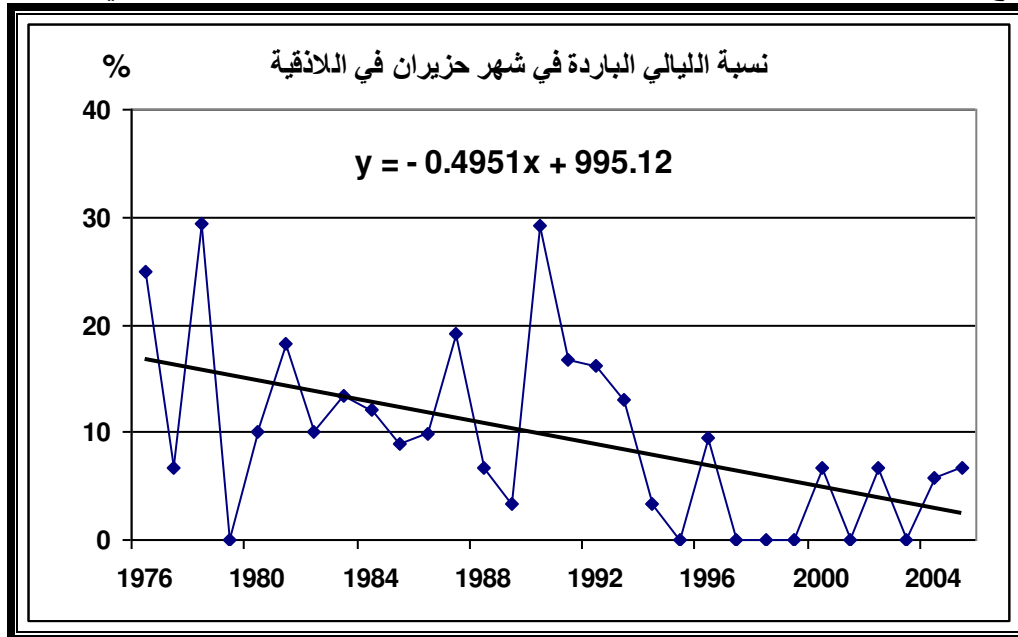
الشكل [15] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 1 - 1 - 4 - الموجات الباردة:

3 - 1 - 1 - 4 - الليالي الباردة:

النسبة المئوية لعدد الليالي التي ينخفض فيها متوسط درجة الحرارة الصغرى عن المئيني 10 (10 percentile). انخفضت نسبة الليالي الباردة بشكل معنوي في شهر أيار ($R = -0.35^*$) ، ومعنوي جداً في أشهر حزيران ($R = -0.52^{**}$)، تموز ($R = -0.49^{**}$) و آب ($R = -0.52^{**}$)، وكان الانخفاض معنوياً أيضاً في المتوسط السنوي ($R = -0.35^*$).

الانحدار الخطي لشهر حزيران كان معنوياً (حسب قيم T و F) وقيمة معامل ارتباط النموذج R = 0.52 ، بمعنى آخر تناقص عدد الموجات الباردة مع الزمن وهذا يتماشى مع الاتجاه العام لارتفاع درجة الحرارة الشامل. الشكل [16] يبين تغير هذا المؤشر والانحدار الخطي.



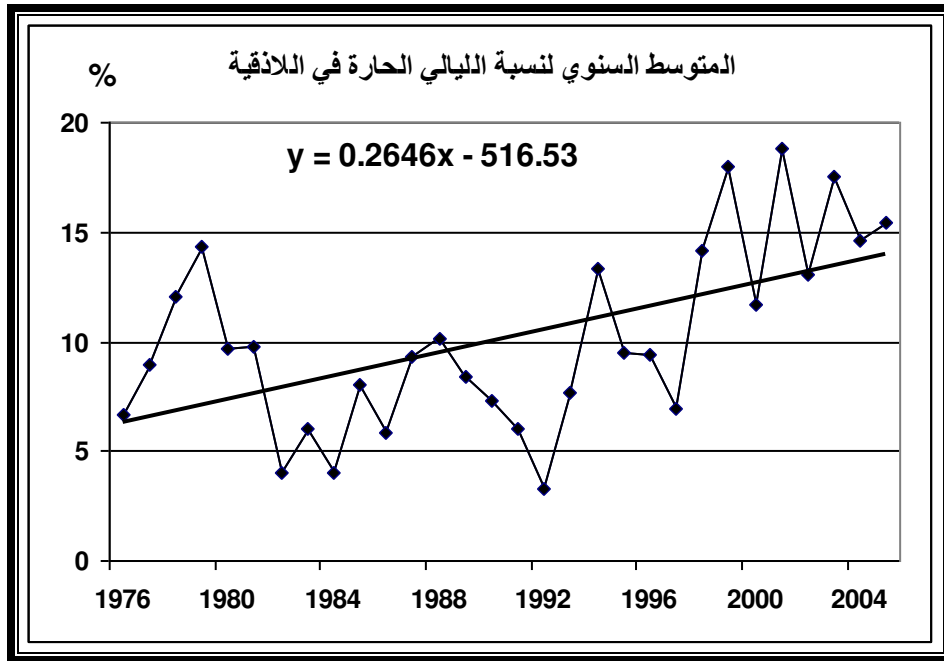
الشكل [16] يبين تغيرات نسبة الليالي الباردة في شهر حزيران في اللاذقية للفترة 1976 – 2005

3 - 1 - 1 - 4 - 2- الأيام الباردة :
النسبة المئوية لعدد الأيام التي ينخفض فيها متوسط درجة الحرارة العظمى عن المئيني 10 (10 percentile). لم يحدث أي تغير معنوي في هذا المؤشر.

3 - 1 - 1 - 5- الموجات الحارة:

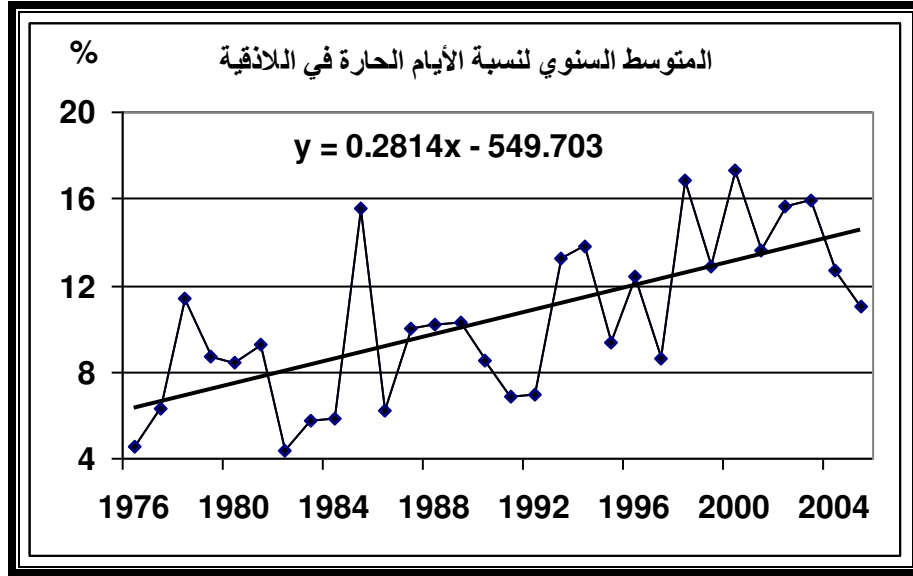
3 - 1 - 1 - 5- الليالي الحارة :

النسبة المئوية لعدد الليالي التي يرتفع فيها متوسط درجة الحرارة الصغرى عن المئيني 90 (90 percentile). ازداد المتوسط السنوي للنسبة المئوية لعدد الليالي الحارة بشكل معنوي جداً حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.55^{**} ، كما كان الانحدار الخطي معنوياً بكافة المقاييس الشكل [17].



الشكل [17] يبين تغيرات المتوسط السنوي لنسبة الليالي الحارة في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

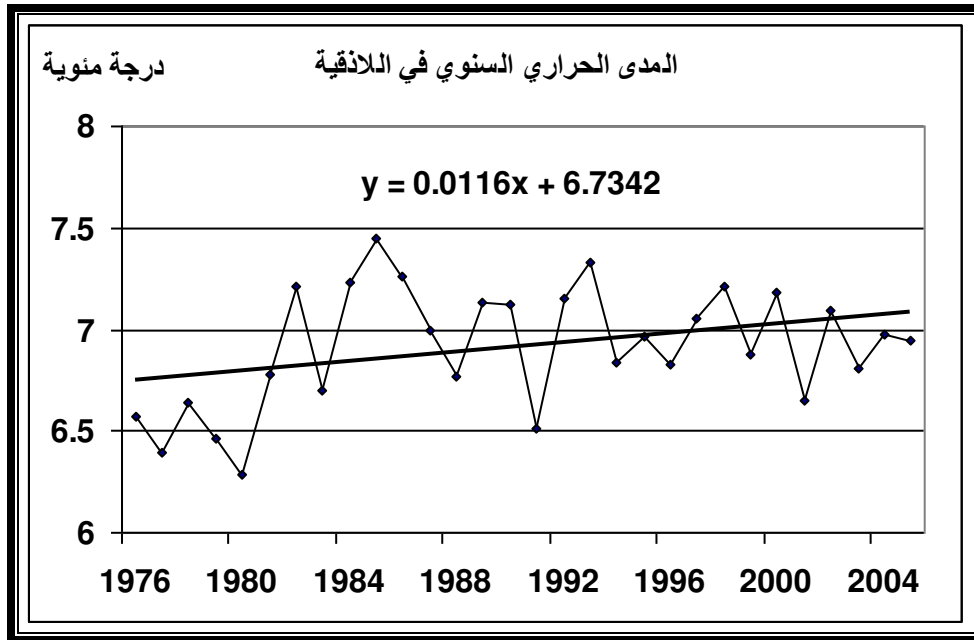
على المستوى الشهري فكان التغير معنوياً جداً في أربعة أشهر (الثلاثة الأولى منها حدث فيها تغيرات معنوية أو معنوية جداً في أغلب المؤشرات المدروسة) وهي: حزيران ($R= 0.58^{**}$)، تموز ($R= 0.63^{**}$)، آب ($R= 0.53^{**}$) و تشرين الأول ($R= 0.5^{**}$).
3 - 1 - 1 - 5- الأيام الحارة : النسبة المئوية لعدد الأيام التي يرتفع فيها متوسط درجة الحرارة العظمى عن المئيني 90 (90 percentile). ازداد المتوسط السنوي للنسبة المئوية لعدد الأيام الحارة بشكل معنوي جداً (زيادة الموجات الحارة يتوافق مع ارتفاع الحرارة الشامل) حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.66^{**} ، كما كان الانحدار الخطي معنوياً بكافة المقاييس الشكل [18].



الشكل [18] يبين تغيرات المتوسط السنوي لنسبة الأيام الحارة في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

على المستوى الشهري فكان التغير معنوياً جداً في شهر حزيران ($R = 0.53^{**}$) فقط.

3 – 1 – 1 – 6 - المدى الحراري: حدث تغير طفيف في المدى الحراري السنوي ولكنه معنوي من طرف واحد (1-tailed)، على المستوى الشهري كان هناك تغير معنوي في المدى الحراري لشهر كانون الثاني ($R = 0.36^*$). الشكل [19] يبين تغير المدى الحراري السنوي والانحدار الخطي.

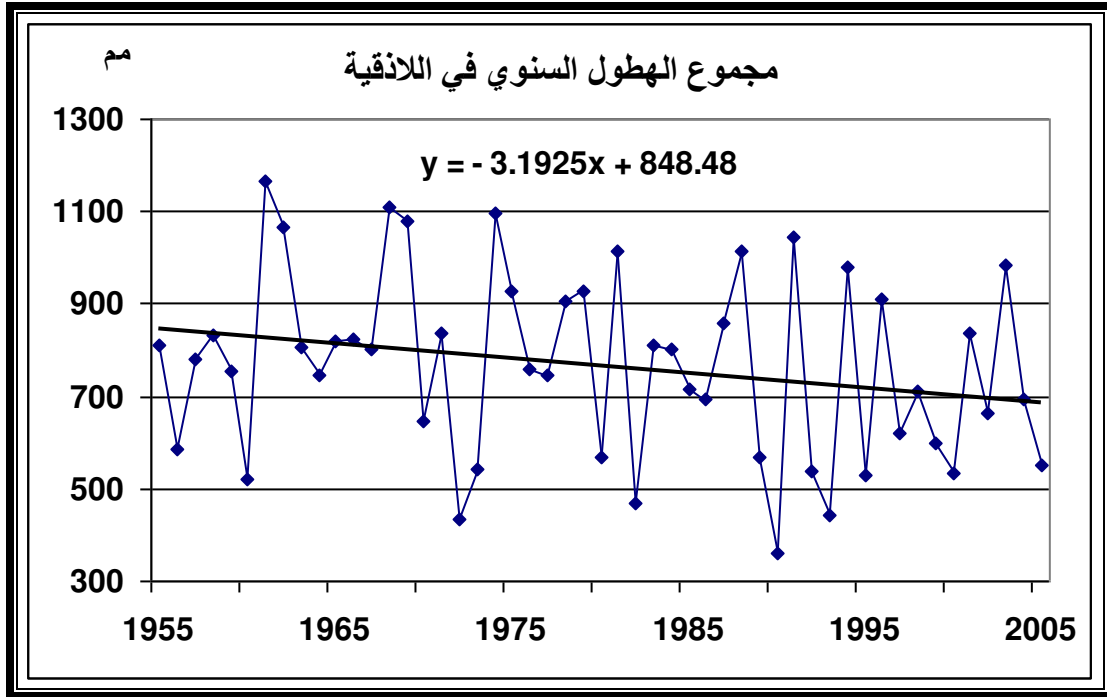


الشكل [19] يبين تغيرات المدى الحراري السنوي في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 1 - 2 - مؤشرات الهطول:

3 - 1 - 2 - 1 - مجموع الهطول السنوي:

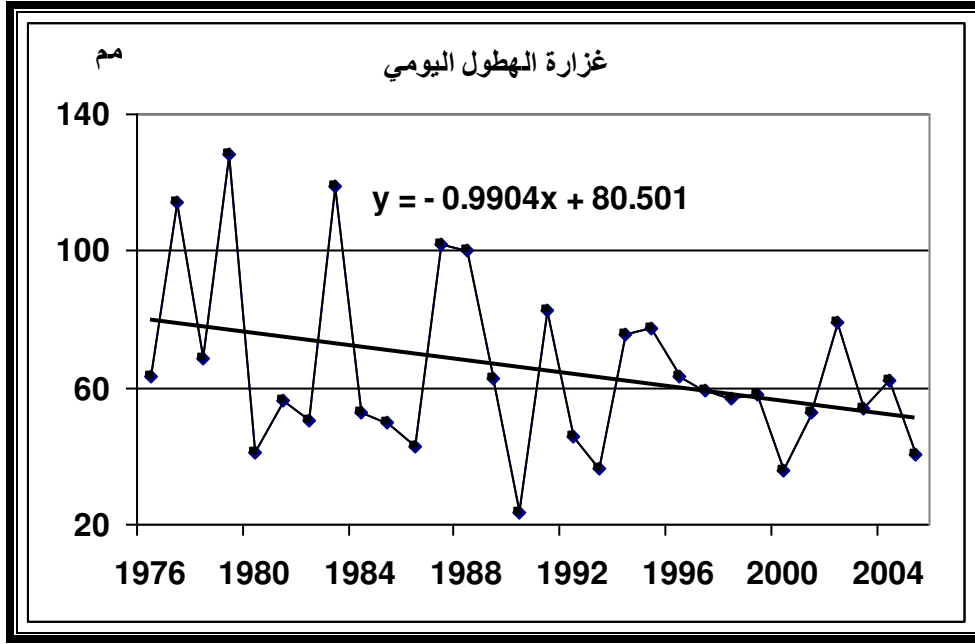
تناقصت كمية الهطول السنوي في اللاذقية خلال الفترة 1976 - 2005 بمقدار 113.2 مم (من 784.8 مم إلى 671.6 مم) علماً أن المتوسط السنوي لهذه الفترة 728.2 مم، ولكن قيمة معامل الارتباط لم تكن معنوية. أما خلال الفترة 1955-2005، حيث المتوسط السنوي لهذه الفترة 765.5 مم، فكان تناقص كمية الهطول السنوي أكبر وكان معامل الارتباط معنوياً ($R = -0.24^*$) والانحدار الخطي أيضاً معنوياً حسب F و T ، فقد بدأ الانحدار الخطي عند القيمة 845.3 مم وانتهى عند قيمة 685.7 مم الشكل [20]، أي إنه حصل انخفاض فعلي في كمية الهطول السنوي خلال الخمسين سنة الماضية بمقدار 159.6 مم.



الشكل [20] يبين تغيرات مجموع الهطول السنوي في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1955 - 2005 .

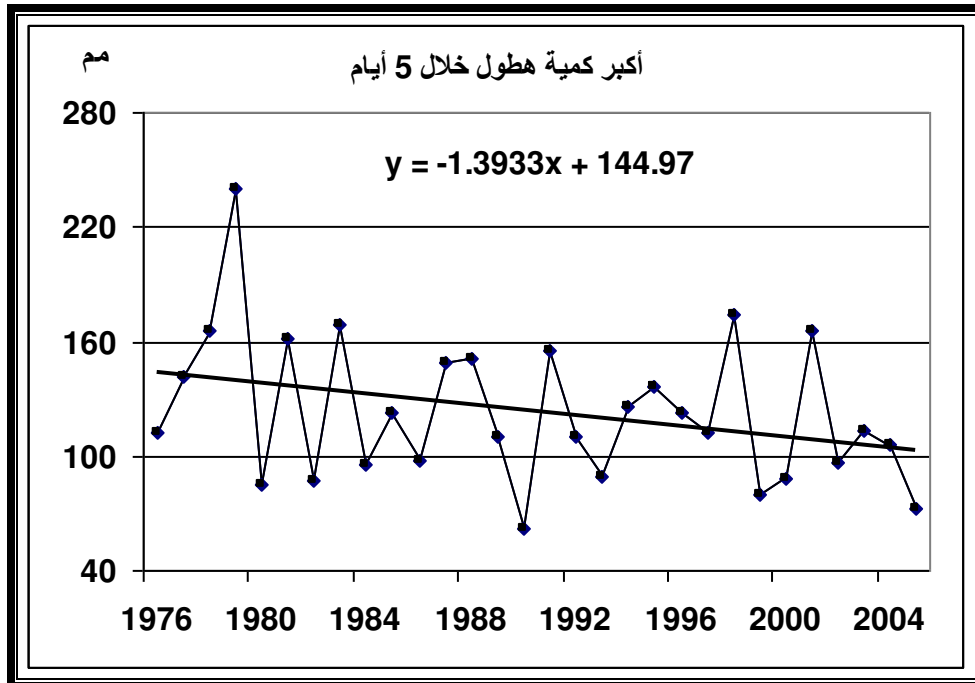
3 - 1 - 2 - 2 - غزارة الهطول اليومي :

المقصود بها أكبر كمية هطول يومي تسجل خلال سنة. انخفضت قيمة هذا المؤشر بشكل معنوي ($R = -0.34^*$)، والانحدار الخطي معنوي ويبدأ عند 79.5 مم عام 1976 وينتهي عند 50.8 مم عام 2005 مم الشكل [21].



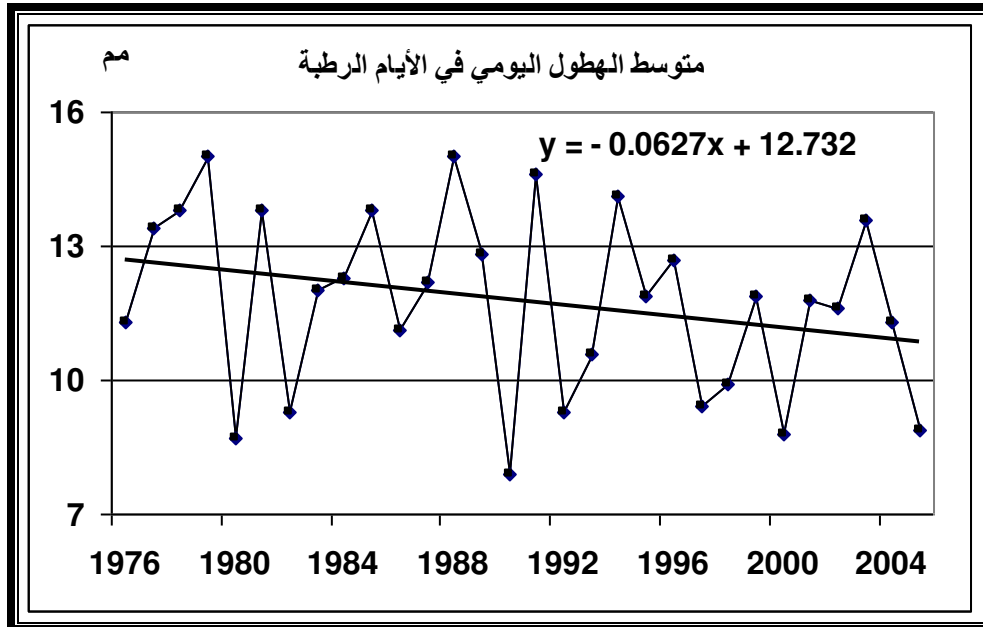
الشكل [21] يبين التغيرات في غزارة الهطول اليومي في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 2 - 1 - 3 - أكبر كمية هطول خلال خمسة أيام متتالية خلال سنة:
 تناقصت قيمة هذا المؤشر بشكل واضح ومعنوي خلال الفترة (1976 – 2005)، فقد كانت قيمة معامل الارتباط معنوية $R = -0.32^*$ والانحدار الخطي أيضاً معنوي حسب F و T ويبدأ عند 142.2 مم عام 1976 وينتهي عند 103.2 مم عام 2005 الشكل [22].



الشكل [22] يبين التغيرات في أكبر كمية هطول خلال خمسة أيام متتالية خلال سنة في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

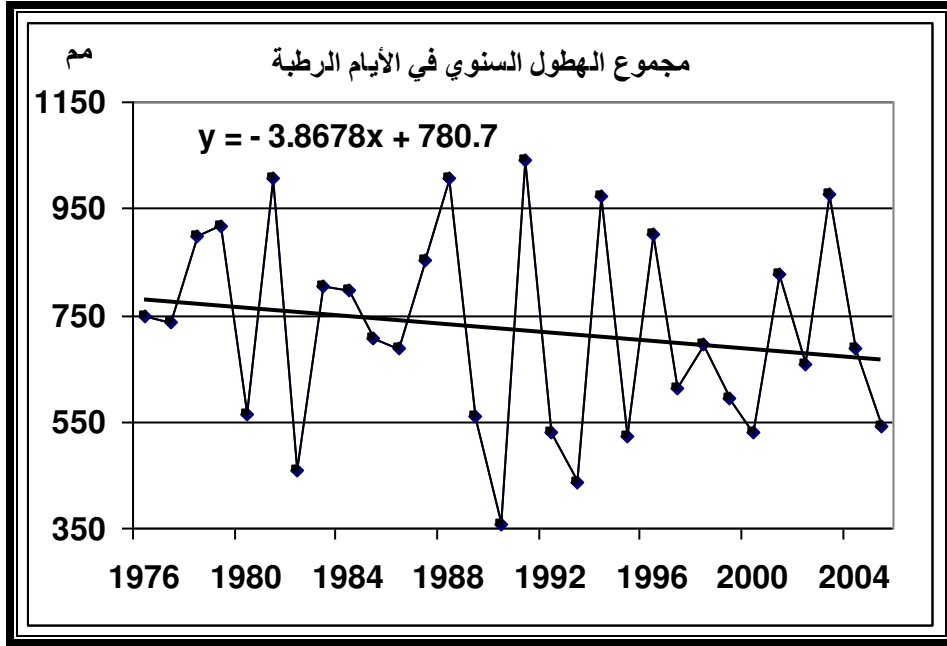
3 - 1 - 2 - 4 - متوسط كمية الهطول اليومي في الأيام الرطبة:
 تحسب قيمة هذا المؤشر عن طريق تقسيم كمية الهطول السنوي على عدد الأيام التي كمية
 الهطول فيها أكبر أو تساوي 1 مم. تناقصت قيمة هذا المؤشر بمقدار 1.8 مم من 12.7 مم عام
 1976 إلى 10.9 مم عام 2005 ولكنها لم تصل إلى حد المعنوية، حيث كانت قيمة معامل
 الارتباط ونموذج الانحدار غير معنوية، الشكل [23].



الشكل [23] يبين التغيرات في متوسط كمية الهطول اليومي في الأيام الرطبة في اللادقية
 ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

3 - 1 - 2 - 5 - عدد الأيام المتتالية خلال سنة ذات الهطول أصغر من 1 مم :
 ازداد هذا العدد خلال فترة الدراسة بمقدار 10.1 يوم من 93.8 يوم عام 1976 إلى 103.9 يوم
 عام 2005، ولم يكن هناك ارتباط معنوي مع الزمن.

3 - 1 - 2 - 6 - مجموع الهطول السنوي في الأيام الرطبة :
 يقصد بذلك كمية الهطول السنوي في الأيام التي هطولها أكبر من 1 مم. معامل الارتباط مع
 الزمن لم يكن معنوياً حيث كانت قيمته $R = -0.18$ علماً أن قيمة معامل الارتباط المعنوية تبدأ
 من 0.17. انخفضت هذه الكمية بمقدار 112.1 مم خلال فترة الدراسة من 776.8 مم عام
 1976 إلى 664.7 مم عام 2005 شكل [24]. هذا الانخفاض هو تقريباً نفس كمية الانخفاض
 في مجموع الهطول السنوي. فإذا أخذنا بعين الاعتبار أن عدد الأيام الرطبة لم يحدث فيها تغير
 خلال هذه الفترة (حوالي 60 يوم)، فهذا يعني انخفاض كمية الهطول اليومية في الأيام الرطبة،
 وهذا ما يؤكد التغير في متوسط كمية الهطول في الأيام الرطبة حيث انخفض حوالي 1.8 مم
 من 12.7 مم عام 1976 إلى 10.9 مم عام 2005 كما في الشكل [23].



الشكل [24] يبين التغيرات في مجموع الهطول السنوي في الأيام الرطبة في اللاذقية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 2 - حلب
3 - 2 - 1 - مؤشرات درجة الحرارة:

3 - 2 - 1 - متوسط درجة الحرارة السنوية:

عند دراسة التغيرات في متوسط درجة الحرارة السنوية حدث تغير في متوسط درجة الحرارة السنوية خلال الفترة المدروسة (1976 - 2005)، وكان هذا التغير معنوياً جداً عند اختبار من طرف واحد (One tailed) $R = 0.43^{**}$ (Sig. $R = 0.008$) ومعنوياً عند اختبار من الطرفين (Two tailed) $R = 0.43^*$ (Sig. $R = 0.016$). وعند دراسة علاقة الانحدار وجد أن الانحدار الخطي فقط هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [31,32].

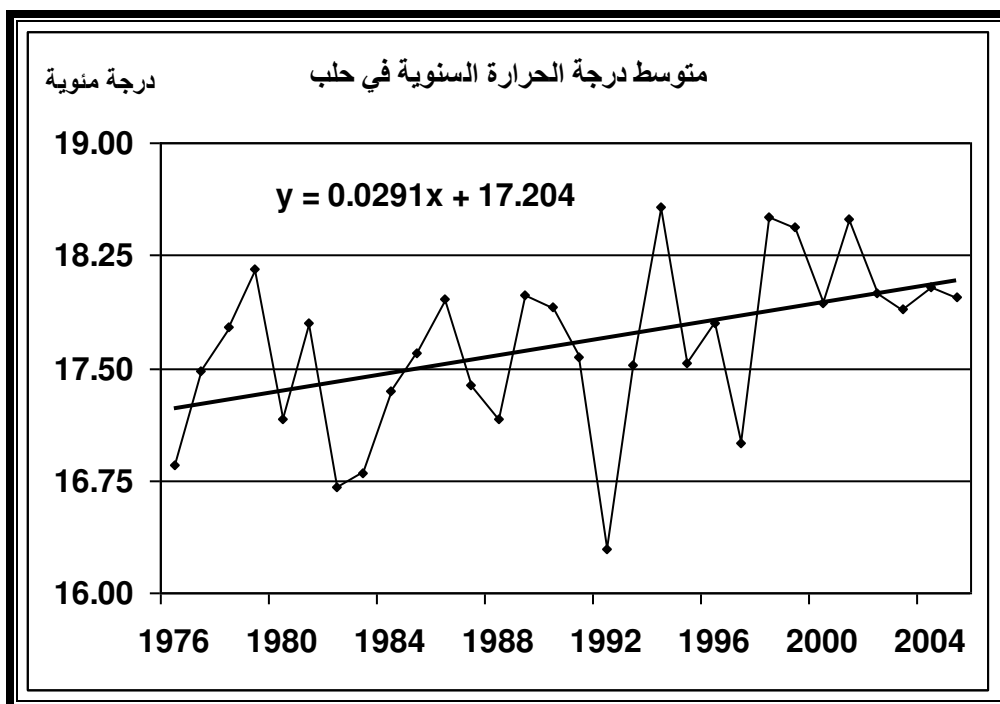
الجدول [31] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة السنوية في حلب والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 - 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.43 |
| R Square | 0.19 |
| Adjusted R Square | 0.16 |
| F | 6.57 |
| Signify F | 0.016 |

الجدول [32] يبين قيم معامل ستيودنت وثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة السنوية في حلب والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.029 | 2.56 | 0.02 |
| Constant | 17.204 | 89.32 | 0.00 |

الشكل [25] يبين تغير متوسط درجة الحرارة السنوية والانحدار الخطي. من الشكل نلاحظ أن قيم درجة الحرارة بشكل عام في ازدياد وخط الانحدار صاعد، حيث بلغ فرق القيم بين بدايته ونهايته 0.8 م°، بمعنى أن متوسط درجة الحرارة السنوية قد ارتفع خلال فترة الدراسة (30 سنة) بمقدار 0.8 م°.



الشكل [25] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة السنوية في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي جدا في أشهر حزيران وتموز وآب، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية الجدول [33].

جدول [33] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة لكل شهر على حدة في حلب منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك ٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | آب | أيلول | ت ١ | ت ٢ | ك ١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| R | 0.15 | -0.09 | 0.15 | 0.13 | 0.23 | 0.61** | 0.51** | 0.47** | 0.13 | 0.29 | 0.14 | 0.02 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية جدا | معنوية جدا | معنوية جدا | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية جداً بقيمة $R=0.61^{**}$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي كما في الجدولين [35,34].

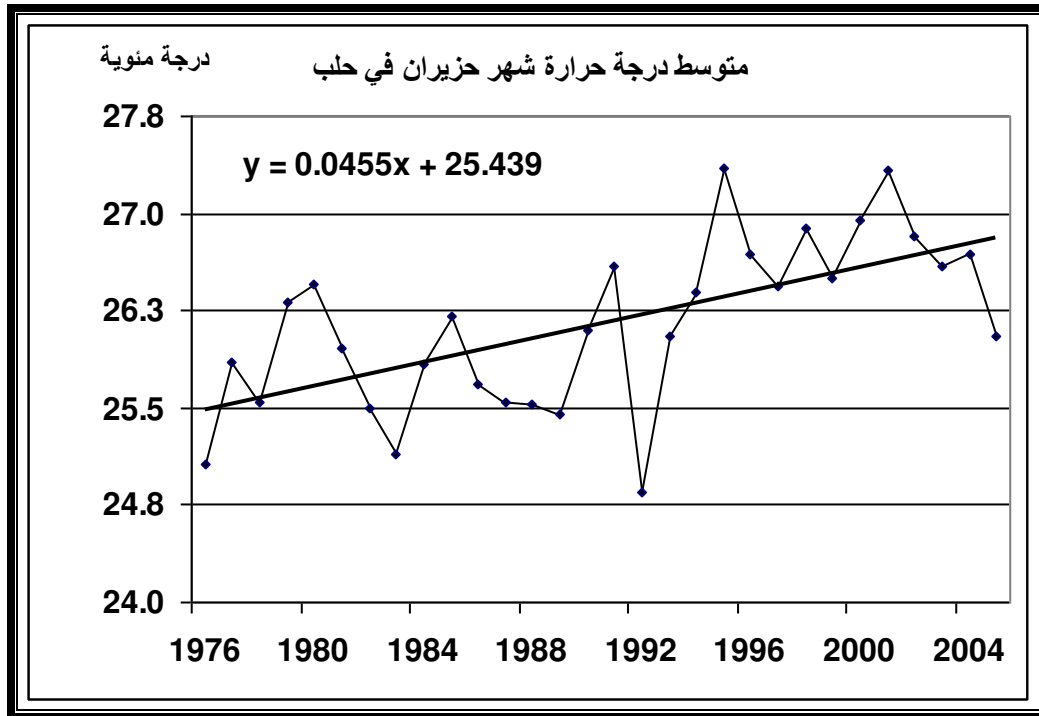
الجدول [34] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة حرارة شهر حزيران في حلب والزمن بقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005 :

| | |
|-------------------|-------|
| R | 0.61 |
| R Square | 0.37 |
| Adjusted R Square | 0.35 |
| F | 16.75 |
| Signify F | 0.00 |

الجدول [35] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة حرارة شهر حزيران في حلب والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|--------|--------|--------|
| Case Sequence | 0.0455 | 4.09 | 0.00 |
| Constant | 25.439 | 130.28 | 0.00 |

يبين الشكل [26] متوسط درجة حرارة شهر حزيران للفترة 1976 – 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 25.5 م° وينتهي عند 26.8 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع في متوسط درجة حرارة حزيران خلال فترة الدراسة بمقدار 1.3 م°.



الشكل [26] يبين تغيرات متوسط درجة حرارة شهر حزيران في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 2 - 1 - 2 - متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية :

عند دراسة التغيرات في متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية وجد أنها معنوية جدا وذلك من قيمة معامل الارتباط $R = 0.48^{**}$ (Sig. R = 0.04)، بدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [37,36].

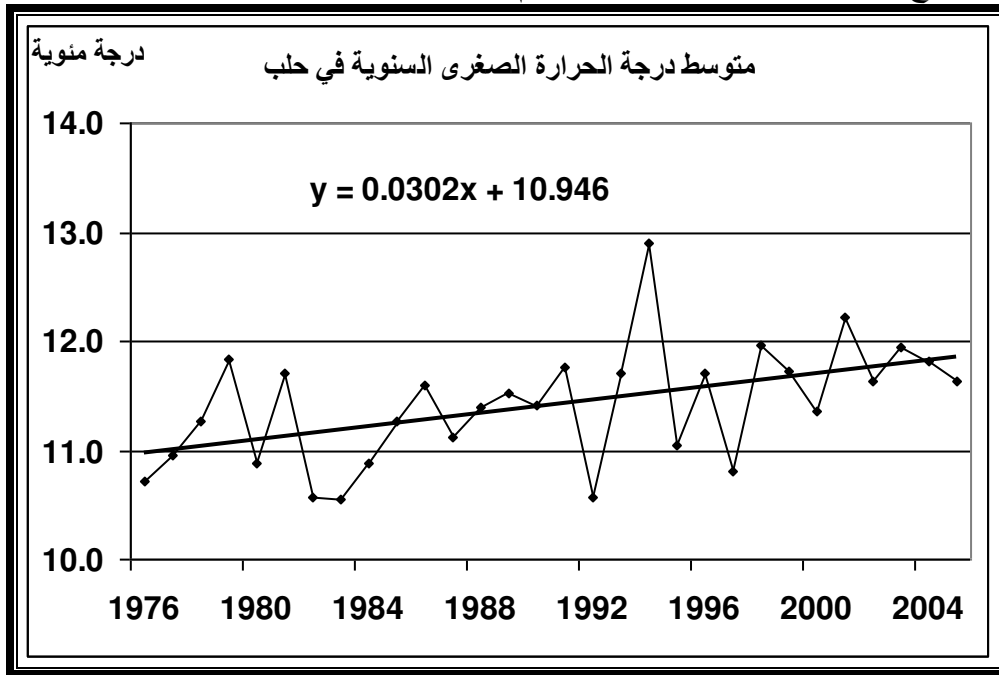
الجدول [36] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في حلب والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005:

| | |
|-------------------|-------|
| R | 0.48 |
| R Square | 0.23 |
| Adjusted R Square | 0.20 |
| F | 8.22 |
| Signify F | 0.008 |

الجدول [37] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في حلب والزمن منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|--------|-------|--------|
| Case Sequence | 0.030 | 2.87 | 0.008 |
| Constant | 10.946 | 61.03 | 0.000 |

يبين الشكل [27] متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية للفترة 1976 - 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 11 م° وينتهي عند 11.8 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع خلال فترة الدراسة بمقدار 0.8 م°.



الشكل [27] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي جداً في أشهر حزيران وتموز وأب، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية جدول [38].

جدول [38] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لكل شهر على حدة في حلب منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك ٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | أب | أيلول | ت ١ | ت ٢ | ك ١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------|------------|------------|
| R | 0.09 | -0.2 | 0.03 | 0.13 | 0.24 | 0.74** | 0.71** | 0.64** | 0.24 | 0.30 | 0.18 | 0.01 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية جداً | معنوية جداً | معنوية جداً | غير معنوية | معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية جداً بقيمة $R=0.74^{**}$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي، حيث كانت قيمة معامل ارتباط النموذج $R = 0.74$ كما في الجدولين [40,39].

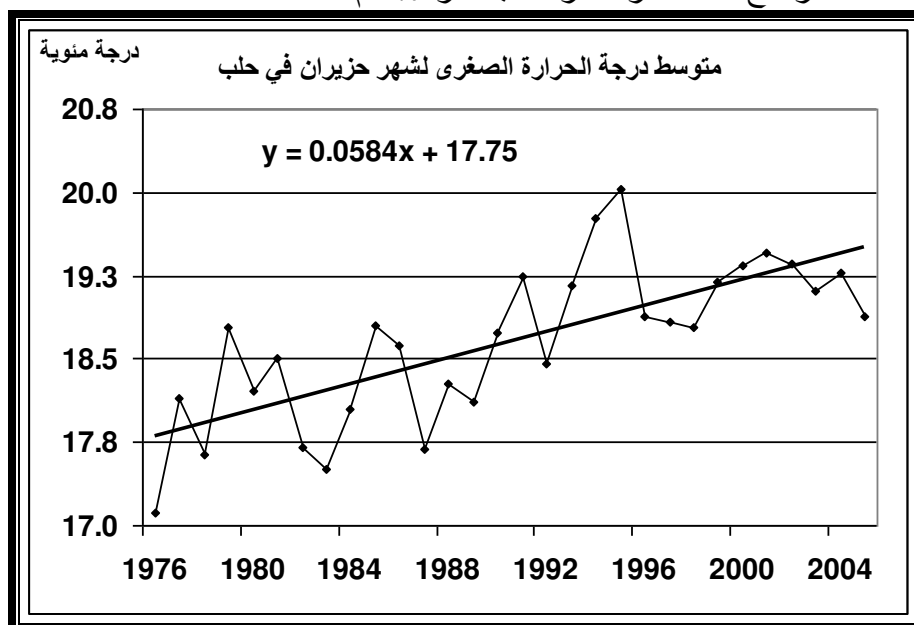
الجدول [39] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران في حلب والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.74 |
| R Square | 0.54 |
| Adjusted R Square | 0.52 |
| F | 32.81 |
| Signify F | 0.000 |

الجدول [40] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران في حلب والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.058 | 5.73 | 0.00 |
| Constant | 17.75 | 97.36 | 0.00 |

يبين الشكل [28] متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران للفترة 1976 – 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 17.8 م° وينتهي عند 19.5 م°، أي إنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع خلال فترة الدراسة بمقدار 1.7 م°.



الشكل [28] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

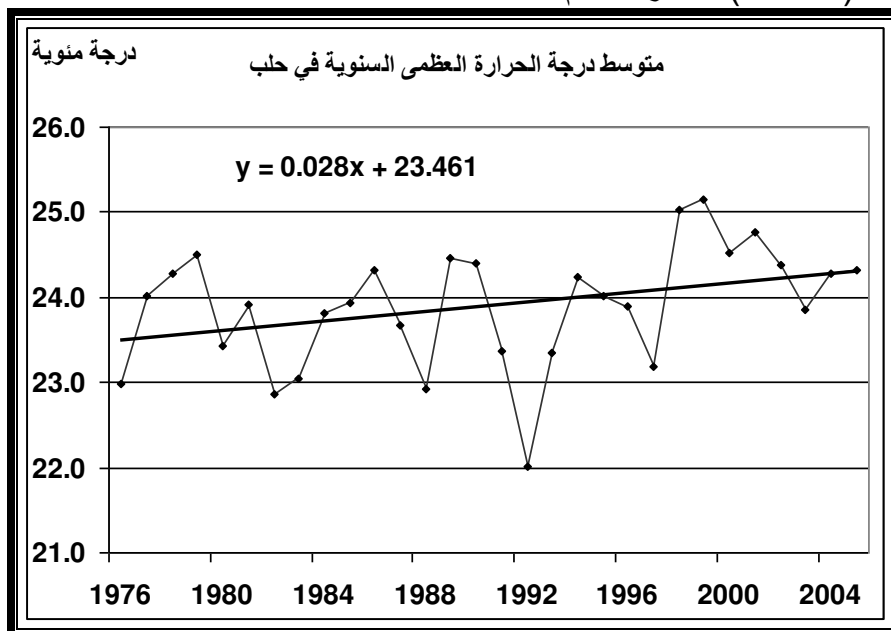
3 - 2 - 1 - 3 - متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية :
 عند دراسة التغيرات في متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية وجد أنها معنوية وذلك من قيمة معامل الارتباط $R = 0.35^*$ (Sig. $R = 0.029$)، وعند دراسة علاقة الانحدار وجد أن الانحدار الخطي فقط هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [42,41].
 الجدول [41] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في حلب والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 - 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.35 |
| R Square | 0.12 |
| Adjusted R Square | 0.09 |
| F | 3.88 |
| Signify F | 0.059 |

الجدول [42] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في حلب والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.028 | 1.97 | 0.059 |
| Constant | 23.461 | 93.12 | 0.000 |

الشكل [29] يبين تغير متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية والانحدار الخطي. من الشكل نلاحظ أن قيم درجة الحرارة بشكل عام في ازدياد وخط الانحدار صاعد، حيث بلغ فرق القيم بين بدايته ونهايته 0.8 م°، بمعنى أن متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية قد ارتفع خلال فترة الدراسة (30 سنة) بمقدار 0.8 م°.



الشكل [29] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة العظمى لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي في شهري حزيران وتموز، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية جدول [43].

جدول [43] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة العظمى لكل شهر على حدة في حلب منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ٢ ك | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | آب | أيلول | ت ١ | ت ٢ | ك ١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| R | 0.22 | -0.1 | 0.21 | 0.13 | 0.21 | 0.35* | 0.31* | 0.28 | 0.02 | 0.25 | 0.07 | 0.03 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية | معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية وقيمة $R=0.35^*$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي، حيث كانت قيمة معامل ارتباط النموذج $R = 0.35$ ، كما في الجدولين [45,44].

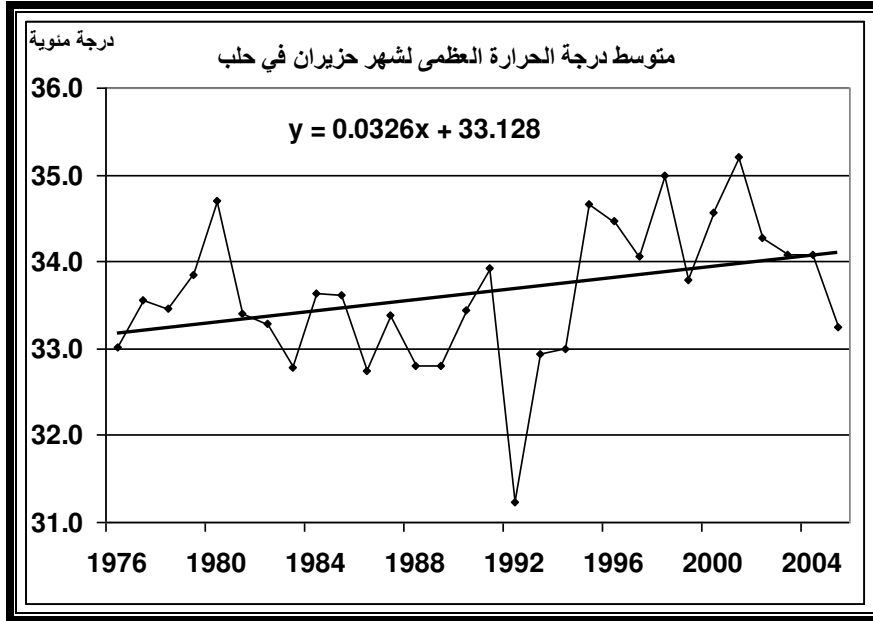
الجدول [44] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في حلب والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005 :

| | |
|-------------------|-------|
| R | 0.35 |
| R Square | 0.12 |
| Adjusted R Square | 0.09 |
| F | 3.86 |
| Signify F | 0.059 |

الجدول [45] يبين قيم معامل ستيودنت وثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في حلب والزمن منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

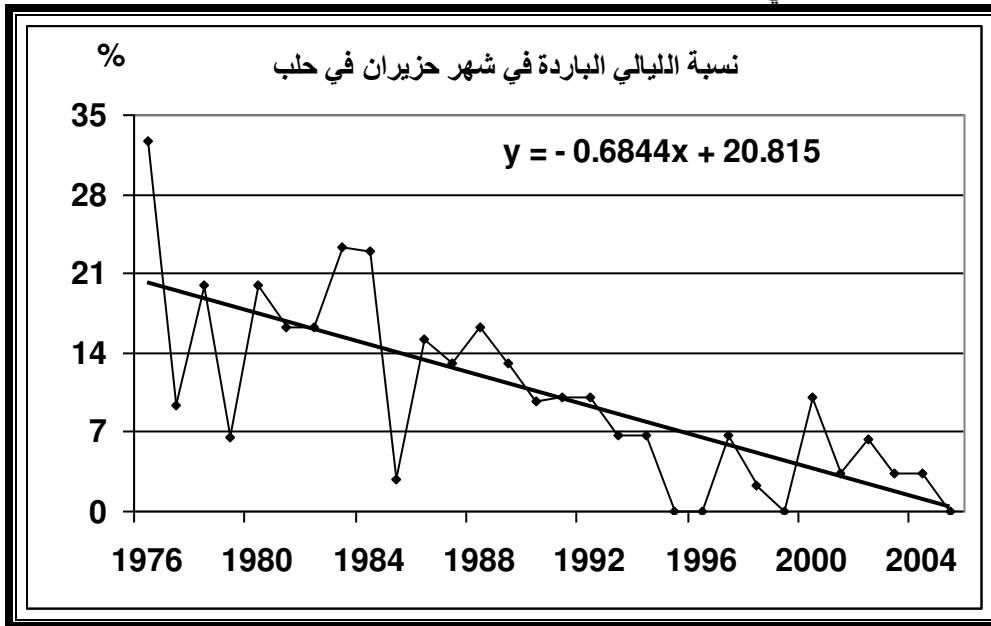
| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|--------|--------|--------|
| Case Sequence | 0.0326 | 1.96 | 0.059 |
| Constant | 33.128 | 111.01 | 0.000 |

يبين الشكل [30] متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران للفترة 1976 – 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 33.1 م° وينتهي عند 34.1 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع خلال فترة الدراسة بمقدار 1 م°.



الشكل [30] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.
3 – 2 – 1 – 4 - الموجات الباردة:
3 – 2 – 1 – 4 - الليالي الباردة:

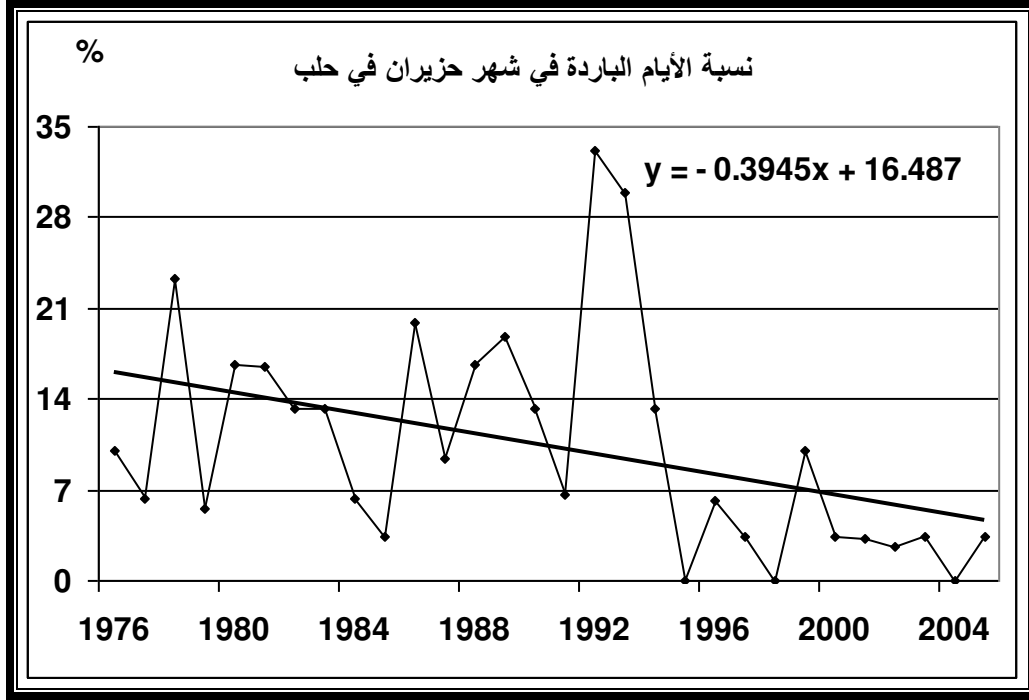
النسبة المئوية لعدد الليالي التي ينخفض فيها متوسط درجة الحرارة الصغرى عن المئيني 10 (10 percentile) انخفضت نسبة الليالي الباردة بشكل معنوي جدا في الأشهر حزيران ($R = -0.74^{**}$)، تموز ($R = -0.55^{**}$) و آب ($R = -0.60^{**}$)، وكان الانخفاض معنوياً جداً في المتوسط السنوي أيضاً ($R = -0.56^{**}$). إن تناقص عدد الموجات الباردة مع الزمن يتوافق مع الاتجاه العام لارتفاع درجة الحرارة الشامل. الانحدار الخطي لشهر حزيران كان معنوياً (حسب قيم T و F) وقيمة معامل ارتباط النموذج $R = 0.74$ ، الشكل [31] يبين تغير هذا المؤشر والانحدار الخطي.



الشكل [31] يبين تغيرات نسبة الليالي الباردة في شهر حزيران في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 2 - 1 - 4 - 2 - الأيام الباردة :

النسبة المئوية لعدد الأيام التي ينخفض فيها متوسط درجة الحرارة العظمى عن المئيني 10 (10 percentile). انخفضت نسبة الأيام الباردة بشكل معنوي فقط في شهر حزيران (R = - 0.40*)، وكان الانخفاض غير معنوي في الأشهر الأخرى وفي المتوسط السنوي (R = - 0.27). الانحدار الخطي لشهر حزيران كان معنوي (حسب قيم T و F) وقيمة معامل ارتباط النموذج R = 0.40، الشكل [32] يبين تغير هذا المؤشر والانحدار الخطي.

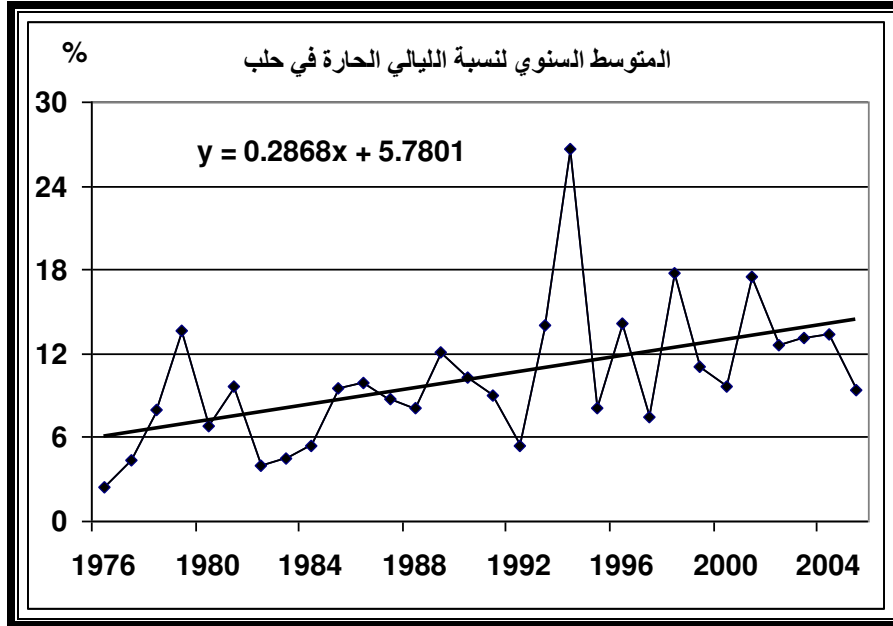


الشكل [32] يبين تغيرات نسبة الأيام الباردة في شهر حزيران في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

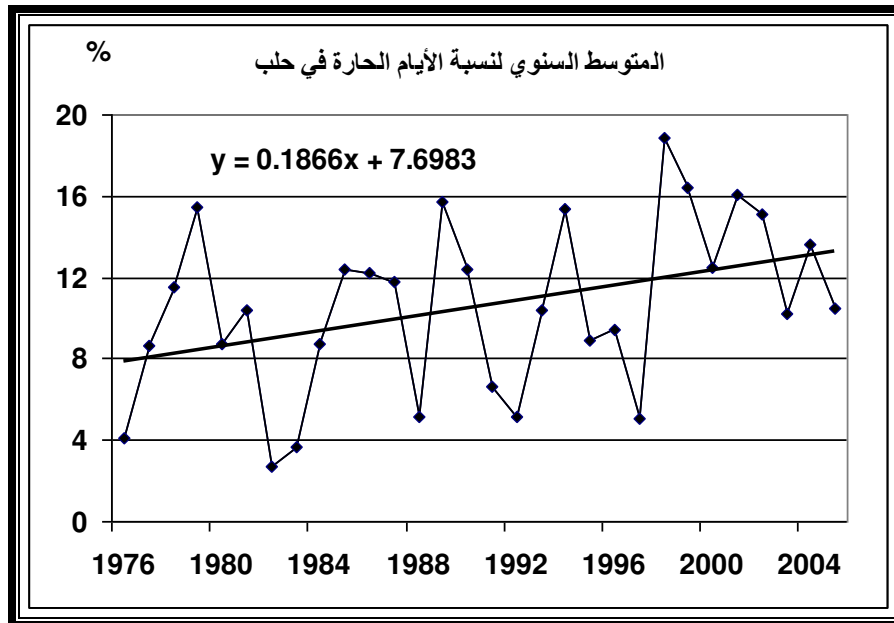
3 - 2 - 1 - 5 - الموجات الحارة:

3 - 2 - 1 - 5 - الليالي الحارة :

النسبة المئوية لعدد الليالي التي يرتفع فيها متوسط درجة الحرارة الصغرى عن المئيني 90 (90 percentile). ازداد المتوسط السنوي للنسبة المئوية لعدد الليالي الحارة بشكل معنوي جداً حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.51^{**} ، كما كان الانحدار الخطي معنوياً بكافة المقاييس الشكل [33].

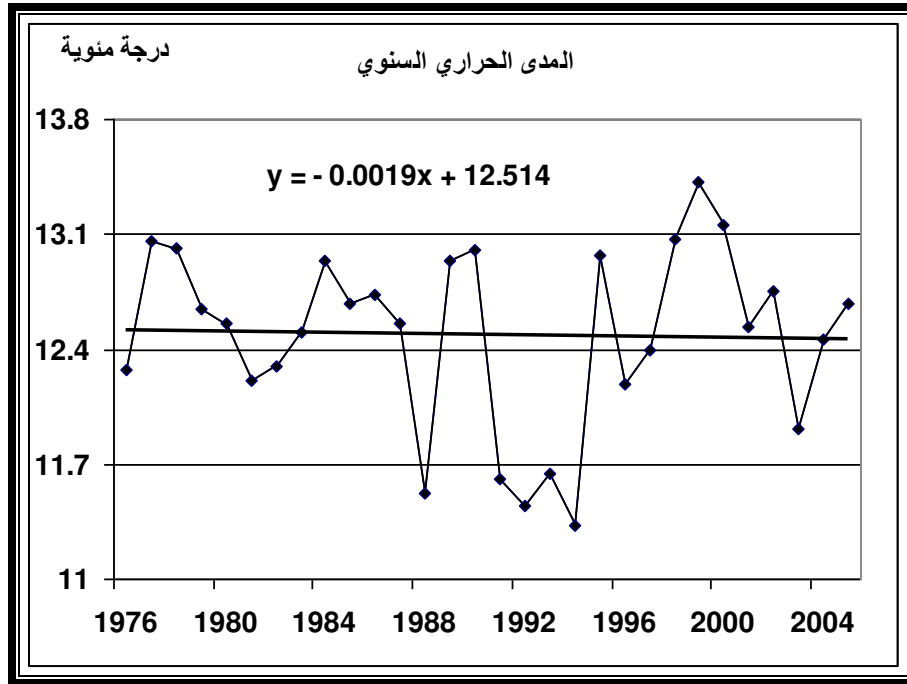


الشكل [33] يبين تغيرات المتوسط السنوي لنسبة الليالي الحارة في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005. على المستوى الشهري فكان التغير معنوي جداً في شهري تموز ($R = 0.62^{**}$)، وآب ($R = 0.47^{**}$) ومعنوي في تشرين الأول ($R = 0.37^*$).
 3 - 2 - 1 - 2 - الأيام الحارة : النسبة المئوية لعدد الأيام التي يرتفع فيها متوسط درجة الحرارة العظمى عن المئتين 90 (90 percentile). ازداد المتوسط السنوي للنسبة المئوية لعدد الأيام الحارة بشكل معنوي حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.39^* ، كما كان الانحدار الخطي معنوياً بكافة المقاييس الشكل [34].



الشكل [34] يبين تغيرات المتوسط السنوي لنسبة الأيام الحارة في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005. على المستوى الشهري لم يكن التغير معنوياً في أي شهر من الأشهر. مما سبق نجد أن هناك زيادة في عدد الموجات الحارة وخاصة في السنوات الأخيرة.

3 - 2 - 1 - 6 - المدى الحراري: حدث تغير طفيف في المدى الحراري السنوي ولكنه لم يصل إلى حد المعنوية، على المستوى الشهري لم يكن هناك أي تغير معنوي في المدى الحراري لأي شهر. الشكل [35] يبين تغير المدى الحراري السنوي والانحدار الخطي.

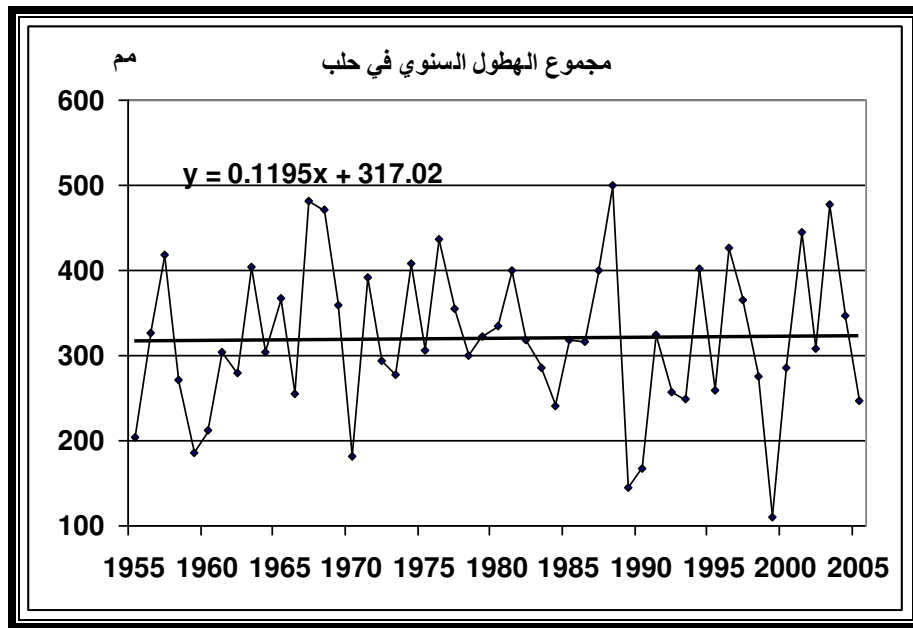


الشكل [35] يبين تغيرات المدى الحراري السنوي في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

3 - 2 - 2 - مؤشرات الهطول:

3 - 2 - 2 - 1 - مجموع الهطول السنوي:

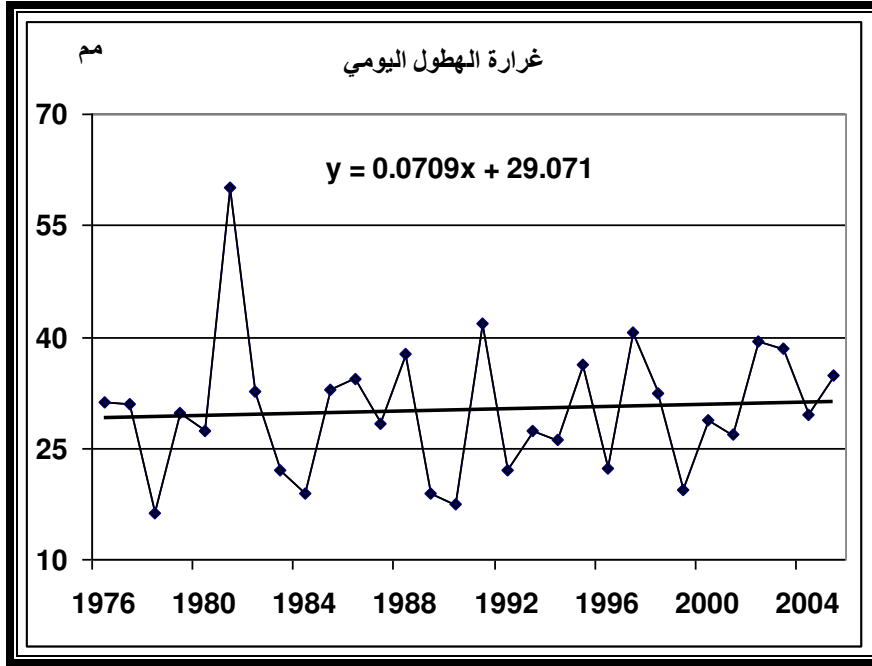
تناقصت كمية الهطول السنوي في حلب خلال الفترة 1976 - 2005 بمقدار 23.4 مم (من 332.3 مم إلى 308.9 مم) علماً أن المتوسط السنوي لهذه الفترة 320.6 مم، ولكن قيمة معامل الارتباط لم تكن معنوية. أما خلال الفترة 1955-2005، حيث المتوسط السنوي لهذه الفترة 320.1 مم، لم نلاحظ أي تغير واضح في كمية الهطول السنوي وكان معامل الارتباط غير معنوي ($R = - 0.02$) والانحدار الخطي والانحدار من الدرجة الثانية والثالثة لم تكن معنوية حسب T و F، فقد بدأ الانحدار الخطي عند القيمة 317.1 مم وانتهى عند قيمة 323.1 مم شكل [36]، أي أنه حصل ارتفاع بسيط في كمية الهطول السنوي خلال الخمسين سنة الماضية بمقدار 5 مم.



الشكل [36] يبين تغيرات مجموع الهطول السنوي في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

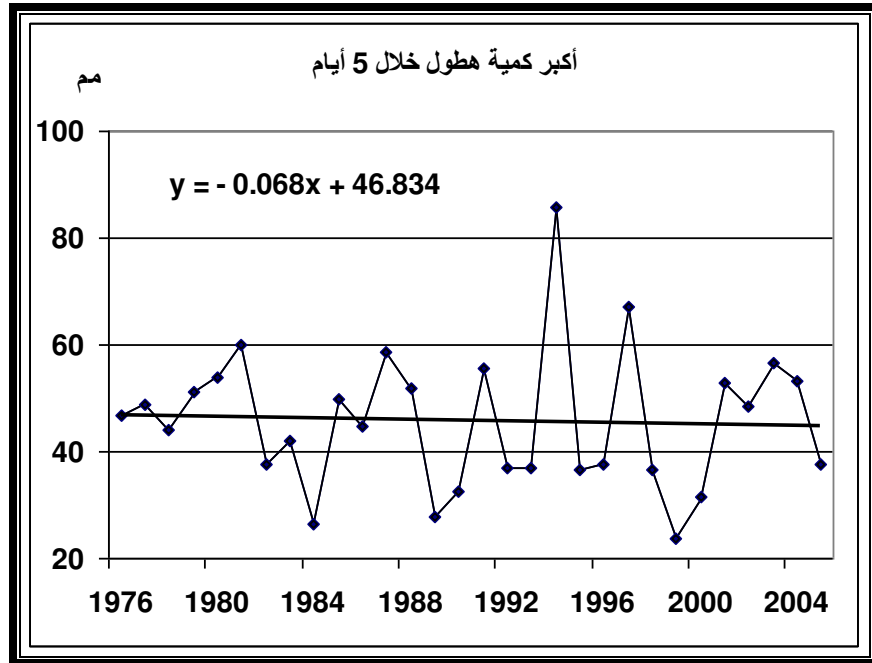
3 - 2 - 2 - 2 - غزارة الهطول اليومي:

المقصود بها أكبر كمية هطول يومي تسجل خلال سنة. ارتفع قيمة هذا المؤشر بمقدار 2.1 مم وبشكل غير معنوي ($R = 0.07$)، والانحدار الخطي غير معنوي أيضاً ويبدأ عند 29.1 مم عام 1976 وينتهي عند 31.2 مم عام 2005 شكل [37].



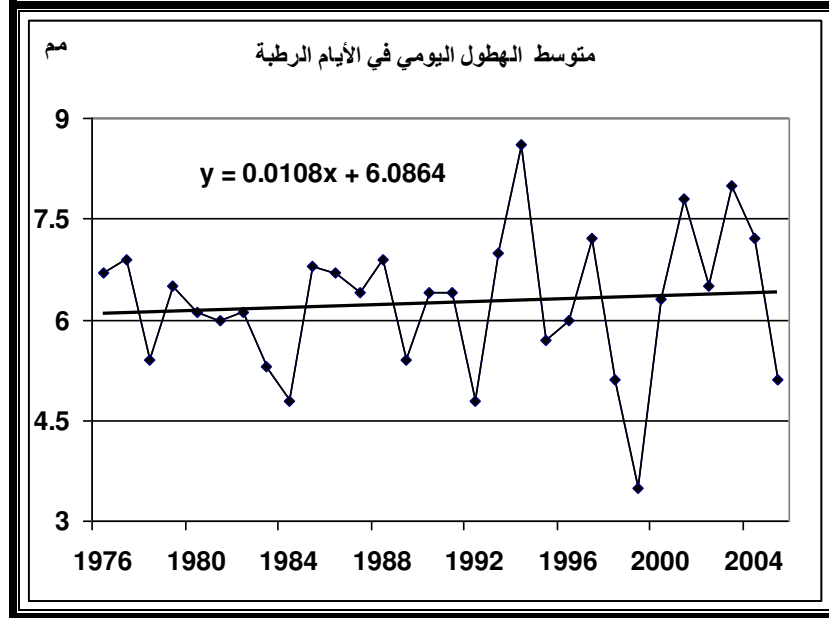
الشكل [37] يبين تغيرات غزارة الهطول اليومي في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 2005 – 1976.

3 - 2 - 2 - 3- أكبر كمية هطول خلال خمسة أيام متتالية خلال سنة:
تناقصت قيمة هذا المؤشر بمقدار بسيط (2 مم) وغير معنوي خلال الفترة (1976 – 2005)،
فقد كانت قيمة معامل الارتباط غير معنوي $R = -0.05$ والانحدار الخطي أيضاً غير معنوي
حسب F و T ويبدأ عند 46.8 مم عام 1976 وينتهي عند 44.8 مم عام 2005 شكل [38].



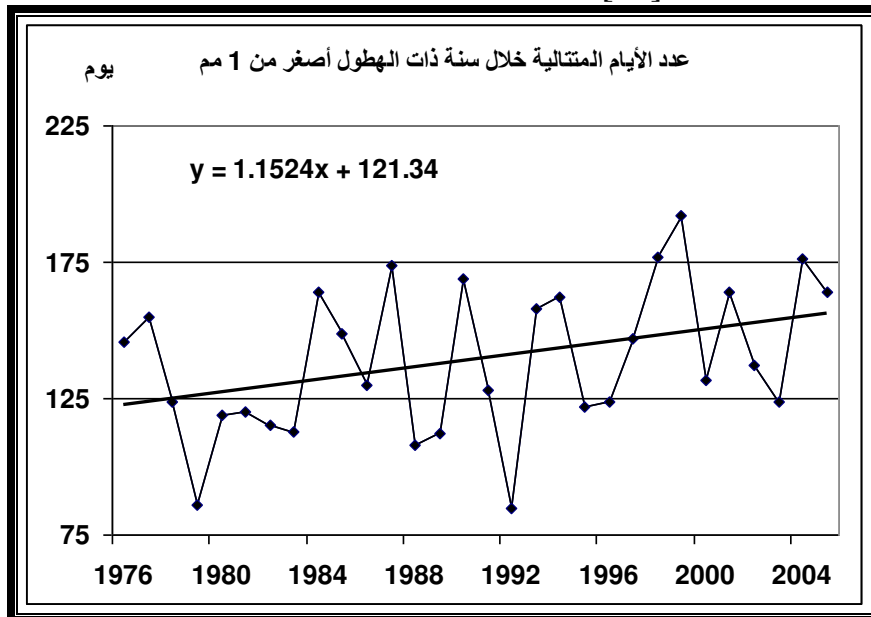
الشكل [38] يبين تغيرات أكبر كمية هطول خلال خمسة أيام متتالية خلال سنة في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 2005 – 1976.

3 - 2 - 2 - 4- متوسط كمية الهطول اليومي في الأيام الرطبة:
 تحسب قيمة هذا المؤشر عن طريق تقسيم كمية الهطول السنوي على عدد الأيام التي كمية
 الهطول فيها أكبر أو تساوي 1 مم. ارتفع قيمة هذا المؤشر بمقدار 0.3 مم من 6.1 مم عام
 1976 إلى 6.4 مم عام 2005 ولكنها لم تصل إلى حد المعنوية، حيث كانت قيمة معامل
 الارتباط ونموذج الانحدار غير معنوية، شكل [39].



الشكل [39] يبين تغيرات متوسط الهطول اليومي في الأيام الرطبة في حلب ومعادلة وخط
 الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

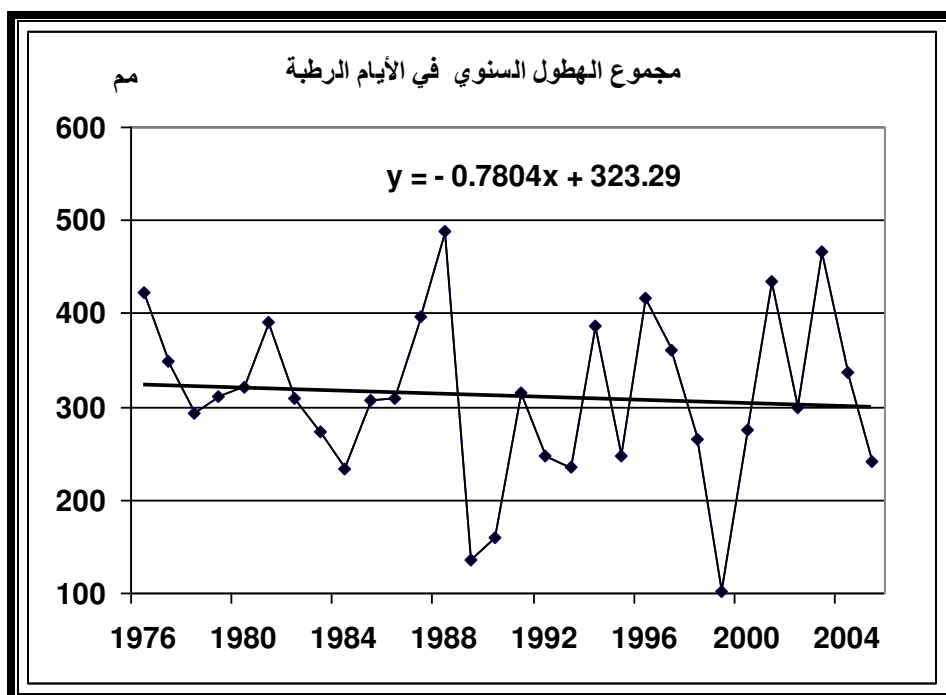
3 - 2 - 2 - 5- عدد الأيام المتتالية خلال سنة ذات الهطول أصغر من 1 مم:
 ازداد هذا العدد خلال فترة الدراسة بمقدار 33.4 يوماً من 122.5 يوماً عام 1976 إلى 155.9
 يوماً عام 2005، وكان هناك ارتباط معنوي مع الزمن ($R = 0.37^*$). كما كان الانحدار الخطي
 معنوياً بكافة المقاييس الشكل [40].



الشكل [40] يبين تغيرات عدد الأيام المتتالية خلال سنة ذات الهطول أصغر من 1 مم في حلب
 ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

3 - 2 - 2 - 6- مجموع الهطول السنوي في الأيام الرطبة:

يقصد بذلك كمية الهطول السنوي في الأيام التي هطولها أكبر من 1 مم. معامل الارتباط مع الزمن لم يكن معنوياً حيث كانت قيمته $R = -0.07$ علماً أن قيمة معامل الارتباط المعنوية تبدأ من 0.69. انخفضت هذه الكمية بمقدار 22.6 مم خلال فترة الدراسة من 322.5 مم عام 1976 إلى 299.9 مم عام 2005 شكل [41]. هذا الانخفاض هو تقريباً نفس كمية الانخفاض في مجموع الهطول السنوي. فإذا أخذنا بعين الاعتبار أن عدد الأيام الرطبة لم يحدث فيها تغير خلال هذه الفترة (حوالي 60 يوم)، فهذا يعني انخفاض كمية الهطول اليومية في الأيام الرطبة.



الشكل [41] يبين تغيرات مجموع الهطول السنوي في الأيام الرطبة في حلب ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

3 - 3 - القامشلي

3 - 3 - 1 - مؤشرات درجة الحرارة:

3 - 3 - 1 - 1 - متوسط درجة الحرارة السنوية:

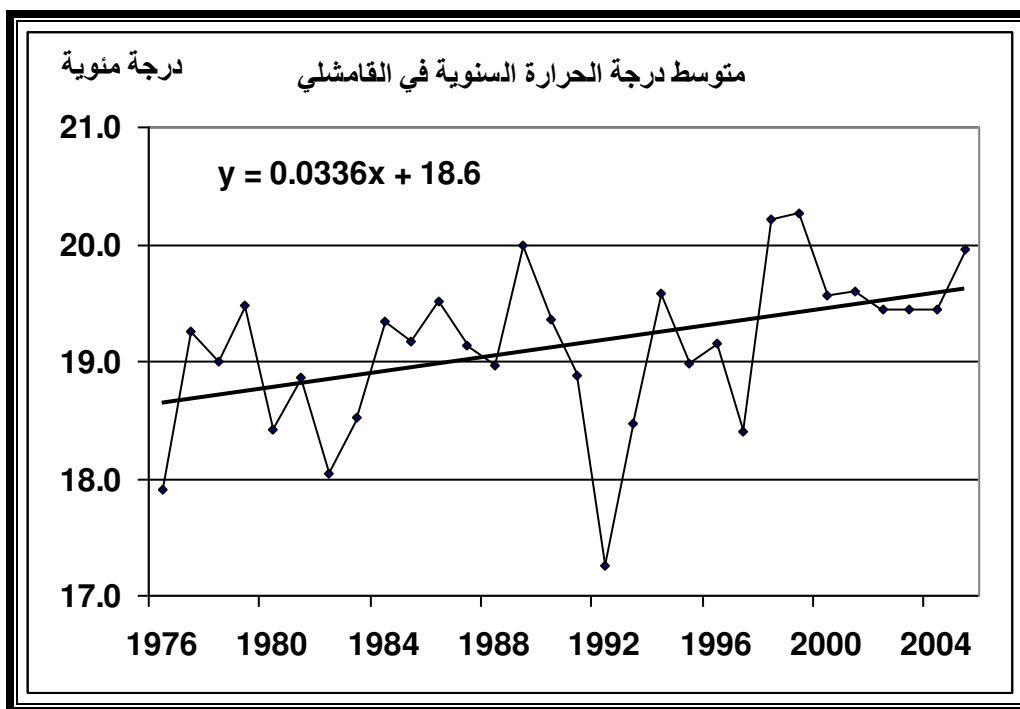
حدث تغير في متوسط درجة الحرارة السنوية خلال الفترة المدروسة (1976 - 2005)، هذا التغير كان معنوياً جداً عند اختبار من طرف واحد (One tailed) $R = 0.43^{**}$ ومعنوياً عند اختبار من الطرفين (Two tailed) $R = 0.43^*$ الشكل [42] ، وعند دراسة علاقة الانحدار وجد أن الانحدار الخطي فقط هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [46,47]. الجدول [46] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة السنوية في القامشلي والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 2005 - 1976 :

| | |
|--------------------------|------|
| R | 0.43 |
| R Square | 0.18 |
| Adjusted R Square | 0.15 |
| F | 6.2 |
| Signify F | 0.02 |

الجدول [47] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة السنوية في القامشلي والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.033 | 2.49 | 0.02 |
| Constant | 18.60 | 78.06 | 0.00 |

الشكل [42] يبين تغير متوسط درجة الحرارة السنوية والانحدار الخطي. من الشكل نلاحظ أن قيم درجة الحرارة بشكل عام في ازدياد وخط الانحدار صاعد، حيث بلغ فرق القيم 1 م° بين بدايته 18.6 م° ونهايته 19.6 م° ، بمعنى أن متوسط درجة الحرارة السنوية قد ارتفع خلال فترة الدراسة (30 سنة) بمقدار 1 م°.



الشكل [42] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة السنوية في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي خلال الفترة 1976 – 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي في أشهر تموز وآب وتشرين الأول ومعنوي جداً في شهر حزيران، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية جدول [48].

جدول [48] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة لكل شهر على حدة في القامشلي منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك ٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | آب | أيلول | ت ١ | ت ٢ | ك ١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------|--------|------------|--------|------------|------------|
| R | 0.29 | 0.07 | 0.15 | 0.14 | 0.21 | 0.54** | 0.39* | 0.32* | -0.01 | 0.42* | 0.11 | 0.16 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية جداً | معنوية | معنوية | غير معنوية | معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية جداً وقيمة $R=0.54^{**}$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [50,49].

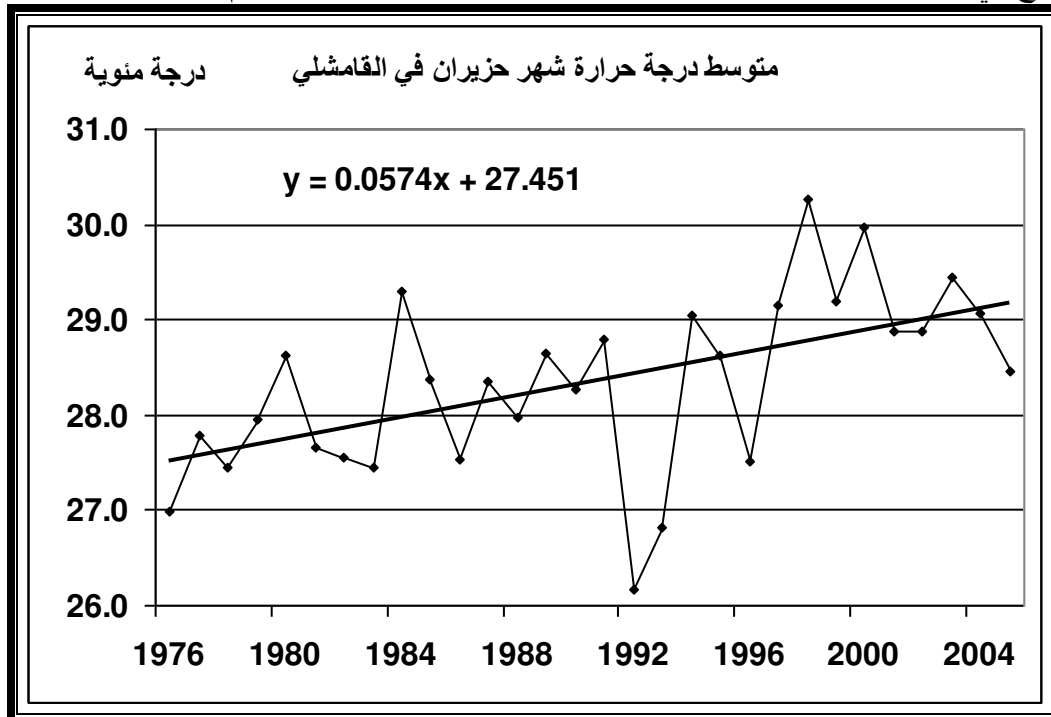
الجدول [49] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة حرارة شهر حزيران في القامشلي والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005:

| | |
|-------------------|-------|
| R | 0.54 |
| R Square | 0.29 |
| Adjusted R Square | 0.26 |
| F | 11.39 |
| Signify F | 0.002 |

الجدول [50] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة حرارة شهر حزيران في القامشلي والزمن منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|-------|-------|--------|
| Case Sequence | 0.057 | 3.37 | 0.002 |
| Constant | 27.45 | 91.36 | 0.000 |

يبين الشكل [43] متوسط درجة حرارة شهر حزيران للفترة 1976 - 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 27.5 م° وينتهي عند 29.2 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع في متوسط درجة حرارة حزيران خلال فترة الدراسة بمقدار 1.7 م°.



الشكل [43] يبين تغيرات متوسط درجة حرارة شهر حزيران في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005 .

3 - 1 - 2 - متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية:

عند دراسة التغيرات في متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية وجد أنها معنوية وذلك من قيمة معامل الارتباط $R = 0.37^*$ ، وعند دراسة علاقة الانحدار وجد أن الانحدار الخطي فقط هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [51,52].

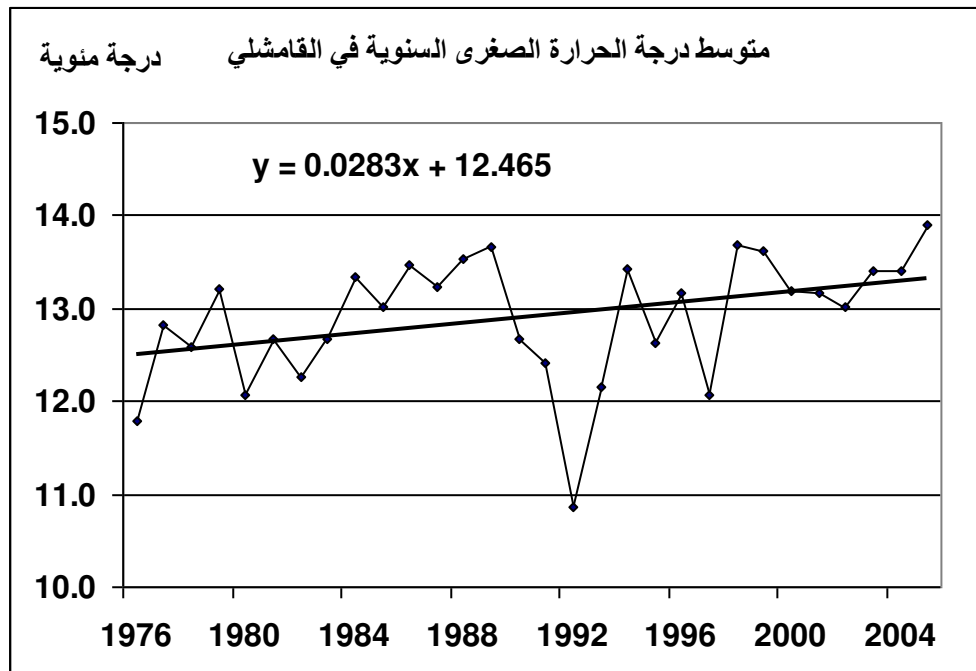
الجدول [51] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في القامشلي والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 - 2005 :

| | |
|-------------------|-------|
| R | 0.37 |
| R Square | 0.14 |
| Adjusted R Square | 0.11 |
| F | 4.45 |
| Signify F | 0.044 |

الجدول [52] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في القامشلي والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|--------|-------|--------|
| Case Sequence | 0.028 | 2.11 | .044 |
| Constant | 12.465 | 52.79 | 0.000 |

يبين الشكل [44] تغير متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في القامشلي للفترة 1976 - 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 12.5 م° وينتهي عند 13.3 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع خلال فترة الدراسة بمقدار 0.8 م°.



الشكل [44] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة الصغرى السنوية في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

التغير في متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي في شهري تموز وتشرين الأول وتغير معنوي جدا في شهر حزيران، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية جدول [53].

جدول [53] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لكل شهر على حده في القامشلي منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك ٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | آب | أيلول | ت ١ | ت ٢ | ك ١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|
| R | 0.25 | -0.10 | 0.12 | 0.13 | 0.11 | 0.49** | 0.32* | 0.28 | 0.02 | 0.39* | 0.09 | 0.13 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية جدا | معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية جداً بقيمة $R=0.49^{**}$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي معنوي، حيث كانت قيمة معامل ارتباط النموذج $R = 0.49$ ، وثابت النموذج معنوية حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [55,54].

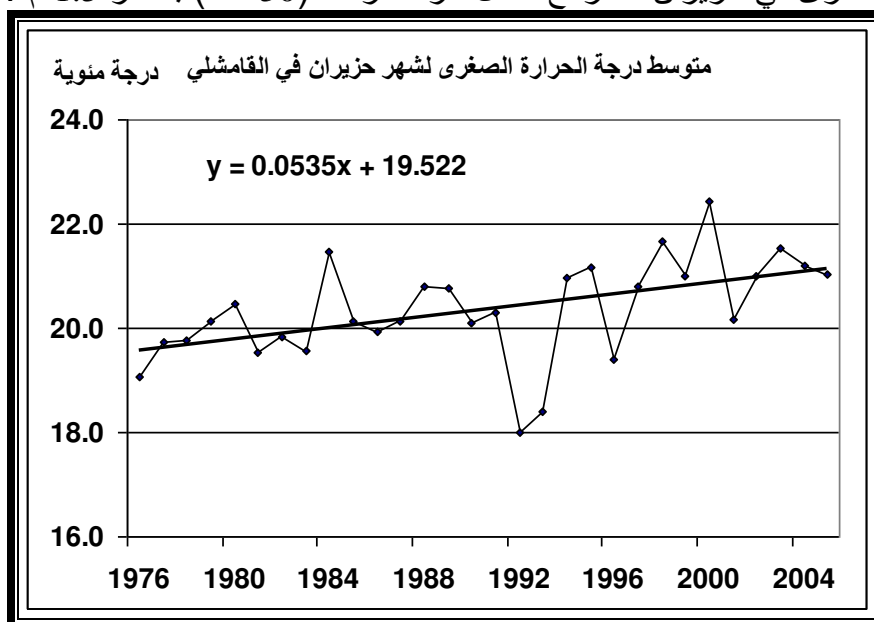
الجدول [54] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران في القامشلي والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.49 |
| R Square | 0.24 |
| Adjusted R Square | 0.21 |
| F | 8.75 |
| Signify F | 0.006 |

الجدول [55] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران في القامشلي والزمن منذ عام 1976 حتى 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.053 | 2.96 | 0.006 |
| Constant | 19.52 | 60.80 | 0.000 |

الشكل [45] يبين تغير متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران والانحدار الخطي. من الشكل نلاحظ أن قيم درجة الحرارة بشكل عام في ازدياد وخط الانحدار صاعد، حيث بلغ فرق القيم 1.5° م بين بداية الخط (19.6° م) ونهاية الخط (21.1° م) ، بمعنى أن متوسط درجة الحرارة الصغرى في حزيران قد ارتفع خلال فترة الدراسة (30 سنة) بمقدار 1.5° م.



الشكل [45] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر حزيران في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 1 - 3 - 3 - متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية:
 عند دراسة التغيرات في متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية وجد أنها معنوية وذلك من قيمة معامل الارتباط $R = 0.43^*$ ، وعند دراسة علاقة الانحدار وجد أن الانحدار الخطي فقط هو المعنوي حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [57,56].

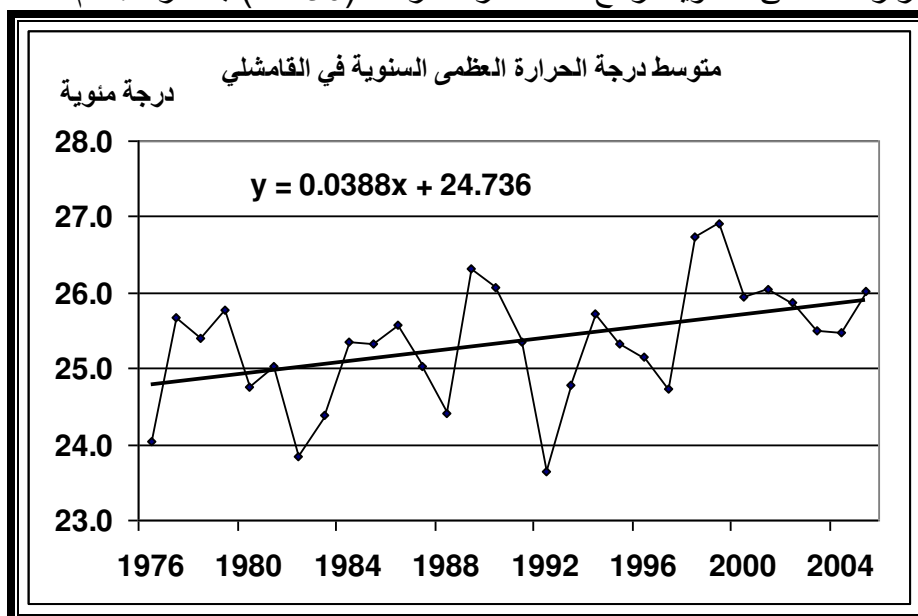
الجدول [56] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في القامشلي والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 - 2005 :

| | |
|--------------------------|-------|
| R | 0.43 |
| R Square | 0.18 |
| Adjusted R Square | 0.15 |
| F | 6.37 |
| Signify F | 0.018 |

الجدول [57] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في القامشلي والزمن من عام 1976 وحتى عام 2005 :

| Variable | B | T | Sig. T |
|----------------------|----------|----------|---------------|
| Case Sequence | 0.038 | 2.52 | 0.018 |
| Constant | 24.736 | 90.64 | 0.000 |

الشكل [46] يبين تغير متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية والانحدار الخطي. من الشكل نلاحظ أن قيم درجة الحرارة بشكل عام في ازدياد وخط الانحدار صاعد، حيث بلغ فرق القيم 1.1° م بين بداية خط الانحدار (24.8° م) ونهاية خط الانحدار (25.9° م) ، بمعنى أن متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية ارتفع خلال فترة الدراسة (30 سنة) بمقدار 1.1° م.



الشكل [46] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005 .

التغير في متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية:

أظهرت دراسة علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة العظمى لكل شهر على حدة أنه كان هناك تغير معنوي جدا في شهر حزيران وتغير معنوي في أشهر تموز وآب ونشرين الأول، أما باقي الأشهر فكانت علاقة الارتباط غير معنوية جدول [58].

جدول [58] يبين علاقة الارتباط بين الزمن ومتوسط درجة الحرارة العظمى لكل شهر على حدة في القامشلي منذ عام 1976 وحتى عام 2005 :

| الشهر | ك٢ | شباط | آذار | نيسان | أيار | حزيران | تموز | آب | أيلول | ت١ | ت٢ | ك١ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|------------|--------|------------|------------|
| R | 0.29 | -0.03 | 0.16 | 0.15 | 0.26 | 0.52** | 0.41* | 0.33* | -0.04 | 0.38* | 0.11 | 0.16 |
| المعنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | غير معنوية | معنوية جدا | معنوية | معنوية | غير معنوية | معنوية | غير معنوية | غير معنوية |

وكمثال على التغير في متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية تمت دراسة شهر حزيران لأن علاقة الارتباط معنوية جداً بقيمة $R=0.52^*$ هي أكبر القيم، وبدراسة الانحدار مع الزمن وجد أن الانحدار الخطي هو المعنوي، حيث كانت قيمة معامل ارتباط النموذج $R=0.52$ ، وثابت النموذج معنوية حسب قيمة F وقيم T كما في الجدولين [60,59].

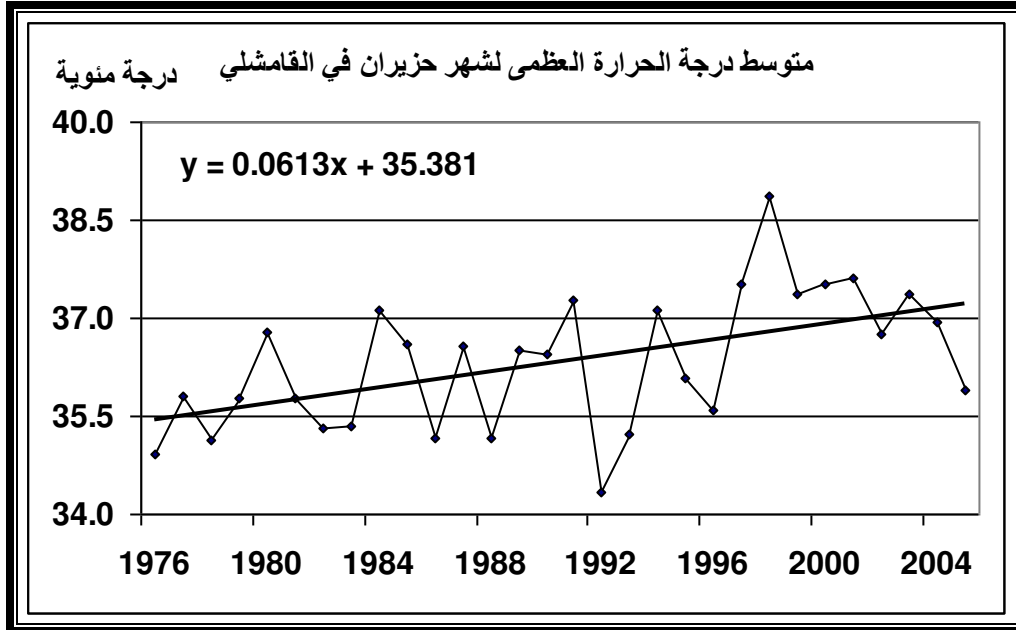
الجدول [59] يبين قيمة معامل ارتباط نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في القامشلي والزمن وقيمة معامل فيشر للفترة 1976 – 2005 :

| | |
|-------------------|-------|
| R | 0.52 |
| R Square | 0.27 |
| Adjusted R Square | 0.24 |
| F | 10.29 |
| Signify F | 0.003 |

الجدول [60] يبين قيم معامل ستيودنت و ثوابت معادلة نموذج الانحدار الخطي بين متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في القامشلي والزمن منذ عام 1976 حتى عام 2005:

| Variable | B | T | Sig. T |
|---------------|--------|--------|--------|
| Case Sequence | 0.061 | 3.21 | 0.003 |
| Constant | 35.381 | 104.19 | 0.000 |

يبين الشكل [47] متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران للفترة 1976 – 2005 والانحدار الخطي الذي يبدأ بقيمة 35.4 م° وينتهي عند 37.2 م°، أي أنه حسب هذا النموذج الخطي قد حصل ارتفاع في متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران خلال فترة الدراسة بمقدار 1.8 م°.

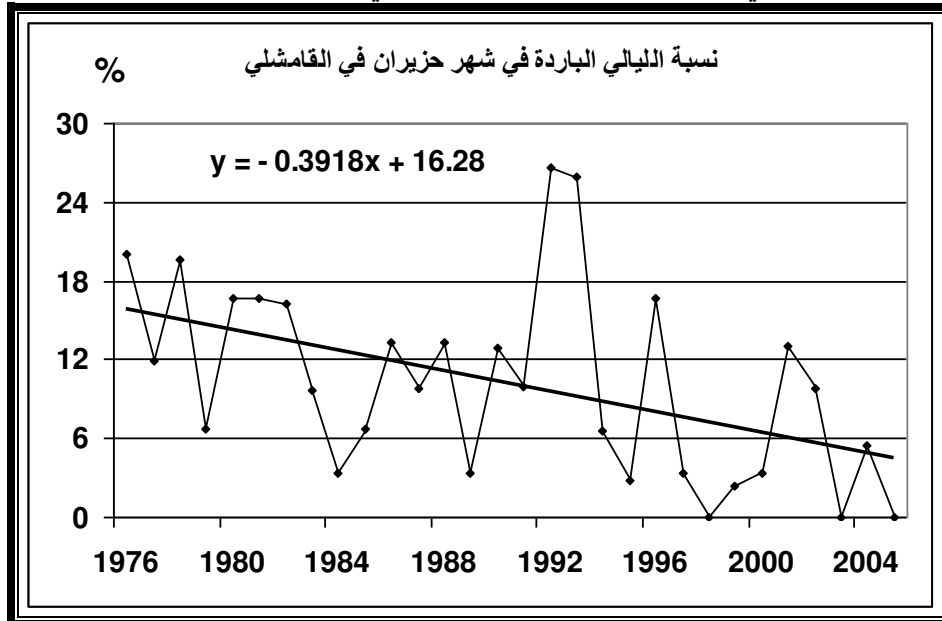


الشكل [47] يبين تغيرات متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر حزيران في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 3 - 1 - 4 - الموجات الباردة :

3 - 3 - 1 - 4 - الليالي الباردة:

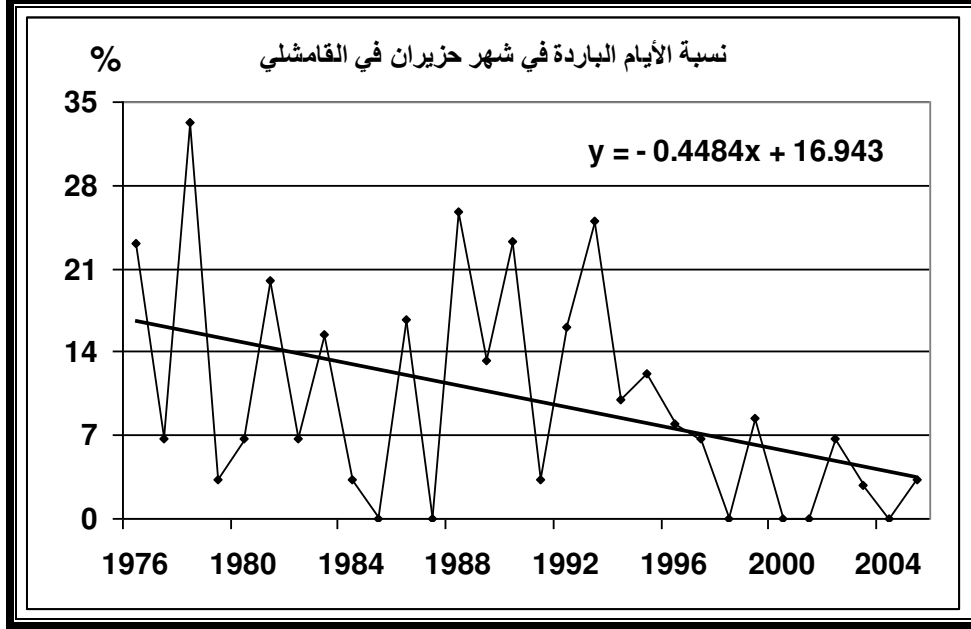
النسبة المئوية لعدد الليالي التي ينخفض فيها متوسط درجة الحرارة الصغرى عن المئيني 10 (10 percentile). انخفضت نسبة الليالي الباردة بشكل معنوي جداً في شهر حزيران ($R = - 0.47^{**}$) وبشكل معنوي في شهري تموز ($R = - 0.46^*$) و آب ($R = - 0.42^*$)، وكان الانخفاض معنوياً أيضاً في المتوسط السنوي ($R = - 0.36^*$). الانحدار الخطي لشهر حزيران كان معنوياً (حسب قيم T و F) وقيمة معامل ارتباط النموذج $R = 0.47$ ، الشكل [48] يبين تغير هذا المؤشر في شهر حزيران والانحدار الخطي.



الشكل [48] يبين تغيرات نسبة الليالي الباردة في شهر حزيران في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3-3-1-4-2 - الأيام الباردة :

النسبة المئوية لعدد الأيام التي ينخفض فيها متوسط درجة الحرارة العظمى عن المئيني 10 (10 percentile). انخفضت نسبة الأيام الباردة بشكل معنوي في شهري حزيران ($R = - 0.43^*$) وتموز ($R = - 0.45^*$) وكذلك في المتوسط السنوي ($R = - 0.40^*$)، وكان الانخفاض غير معنوي في الأشهر الأخرى. الانحدار الخطي لشهر حزيران كان معنوياً (حسب قيم T و F) وقيمة معامل ارتباط النموذج $R = 0.43$ ، الشكل [49] يبين تغير هذا المؤشر والانحدار الخطي في شهر حزيران.

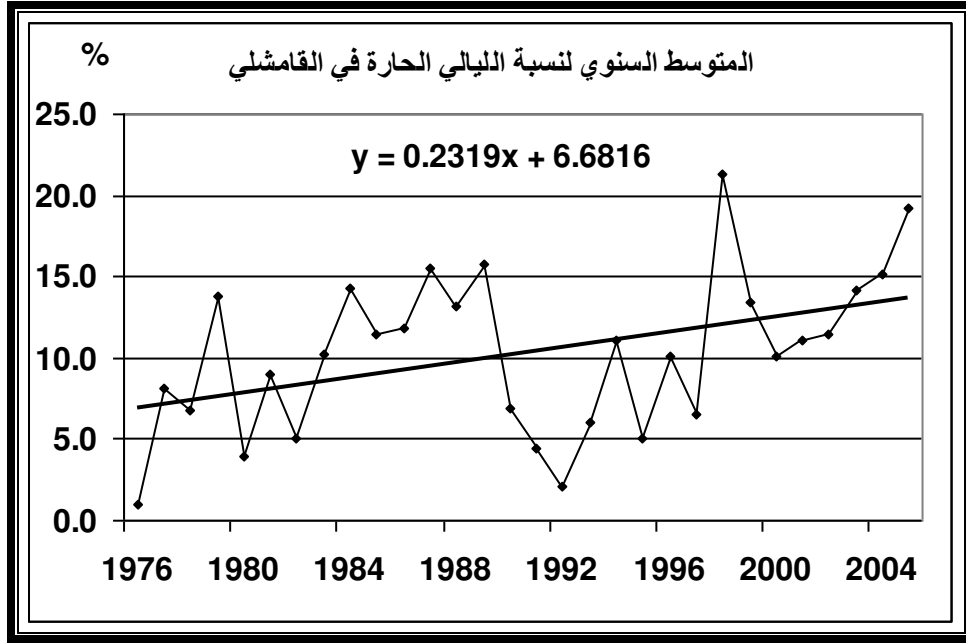


الشكل [49] يبين تغيرات نسبة الأيام الباردة في شهر حزيران في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3-3-1-5 - الموجات الحارة :

3-3-1-5-1 - الليالي الحارة :

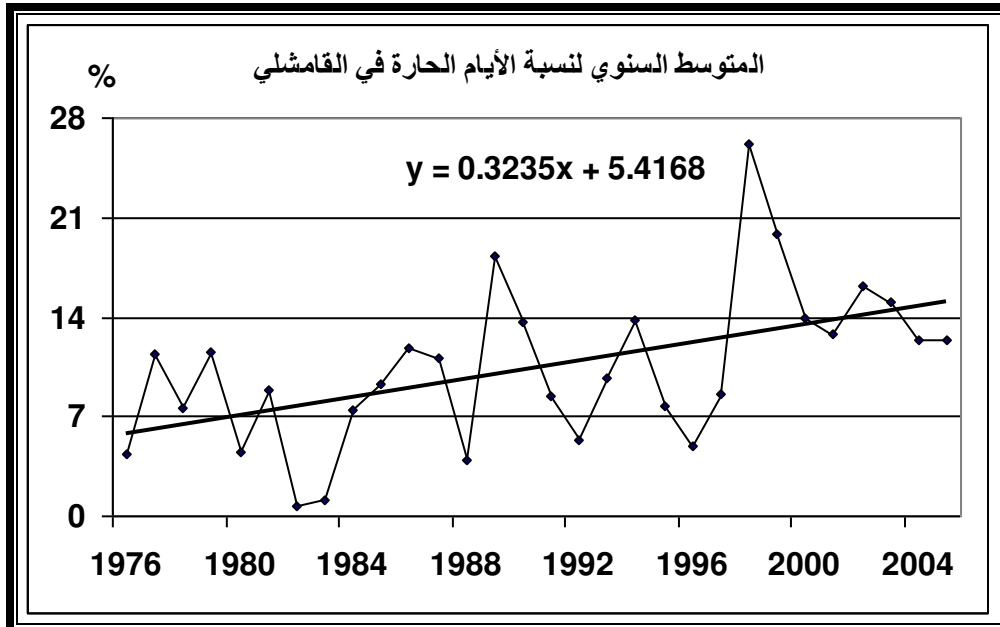
النسبة المئوية لعدد الليالي التي يرتفع فيها متوسط درجة الحرارة الصغرى عن المئيني 90 (90 percentile). ازداد المتوسط السنوي للنسبة المئوية لعدد الليالي الحارة بشكل معنوي حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.42^* ، كما كان الانحدار الخطي معنوياً بكافة المقاييس الشكل [50]. أما على المستوى الشهري فكان التغير معنوي في شهري حزيران ($R = 0.41^*$) وكانون الأول ($R = 0.33^*$). بينما كان التغير معنوي جداً في شهر تشرين الأول ($R = 0.45^{**}$).



الشكل [50] يبين تغيرات المتوسط السنوي لنسبة الليالي الحارة في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 1 - 5 - 2 - الأيام الحارة

النسبة المئوية لعدد الأيام التي يرتفع فيها متوسط درجة الحرارة العظمى عن المئيني 90 (90 percentile). ازداد المتوسط السنوي للنسبة المئوية لعدد الأيام الحارة بشكل معنوي جداً حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.51^{**} ، كما كان الانحدار الخطي معنوياً بكافة المقاييس الشكل [51].

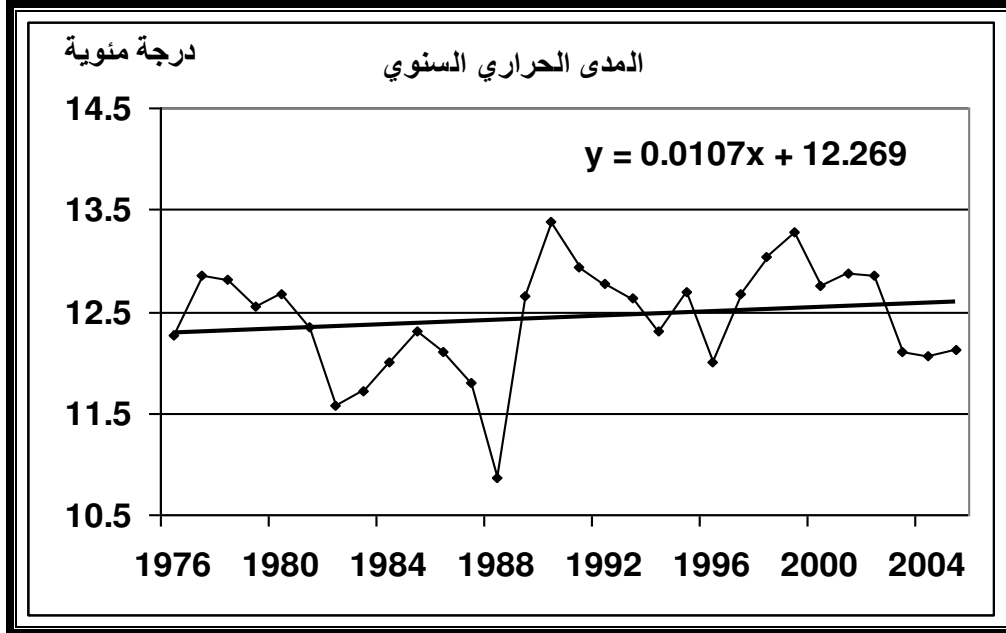


الشكل [51] يبين تغيرات المتوسط السنوي لنسبة الأيام الحارة في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

على المستوى الشهري فكان التغير معنوي في شهر تشرين الأول ($R= 0.42^*$) فقط.

3 - 1 - 6 - المدى الحراري:

حدث تغير طفيف في المدى الحراري السنوي ولكنه لم يصل إلى حد المعنوية. على المستوى الشهري لم يكن هناك تغير معنوي للمدى الحراري في أي شهر من السنة. الشكل [52] يبين تغير المدى الحراري السنوي والانحدار الخطي.

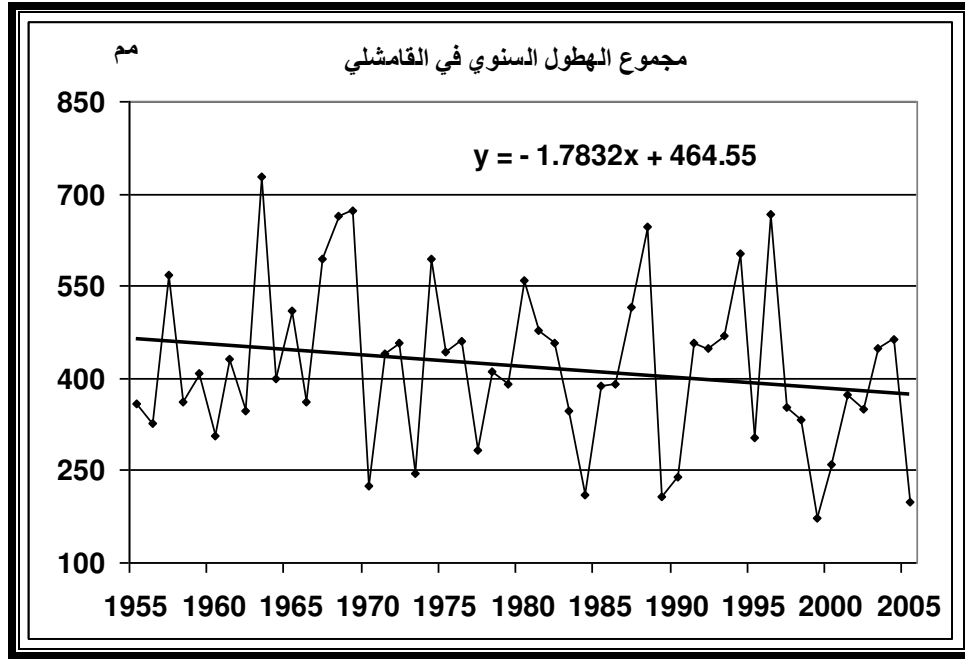


الشكل [52] يبين تغيرات المدى الحراري السنوي في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

3 - 3 - 2 - مؤشرات الهطول:

3 - 3 - 2 - 1 - مجموع الهطول السنوي:

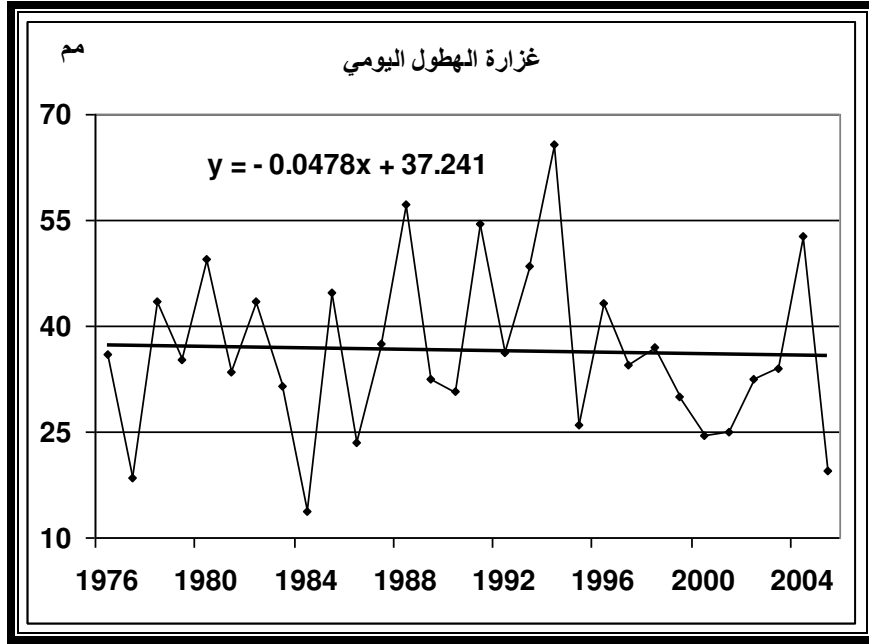
تناقصت كمية الهطول السنوي في القامشلي خلال الفترة 1976 - 2005 بمقدار 71.2 مم (من 431.7 مم إلى 360.5 مم) علماً أن المتوسط السنوي لهذه الفترة 396.1 مم، ولكن قيمة معامل الارتباط لم تكن معنوية. وأيضاً خلال الفترة 1955 - 2005، حيث المتوسط السنوي لهذه الفترة 418.2 مم، فكان تناقص كمية الهطول السنوي أكبر ولكن معامل الارتباط لم يكن معنوياً ($R = -0.19$) والانحدار الخطي أيضاً غير معنوي حسب F و T ولكنه يأخذ منحى هابطاً، فقد بدأ الانحدار الخطي عند القيمة 462.8 مم وانتهى عند قيمة 373.6 مم شكل [53]، أي أنه حصل انخفاض في كمية الهطول السنوي خلال الخمسين سنة الماضية بمقدار 89.2 مم. إن كون تناقص كمية الهطول السنوي غير معنوية يعود إلى التشتت الكبير في قيم الهطول بين سنة وأخرى، فقد بين تحليل بيانات الهطول للفترة 1955 - 2005 أن: أدنى قيمة هي 171.8 مم عام 1999، أعلى قيمة 728.3 مم عام 1963، الانحراف المعياري 135.9 مم وهذه القيمة تعتبر كبيرة بالنسبة لمتوسط هطول هذه الفترة والذي يساوي 418.2، أي أن الانحراف المعياري يساوي 32.5 % من قيمة المتوسط.



الشكل [53] يبين تغيرات مجموع الهطول السنوي في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

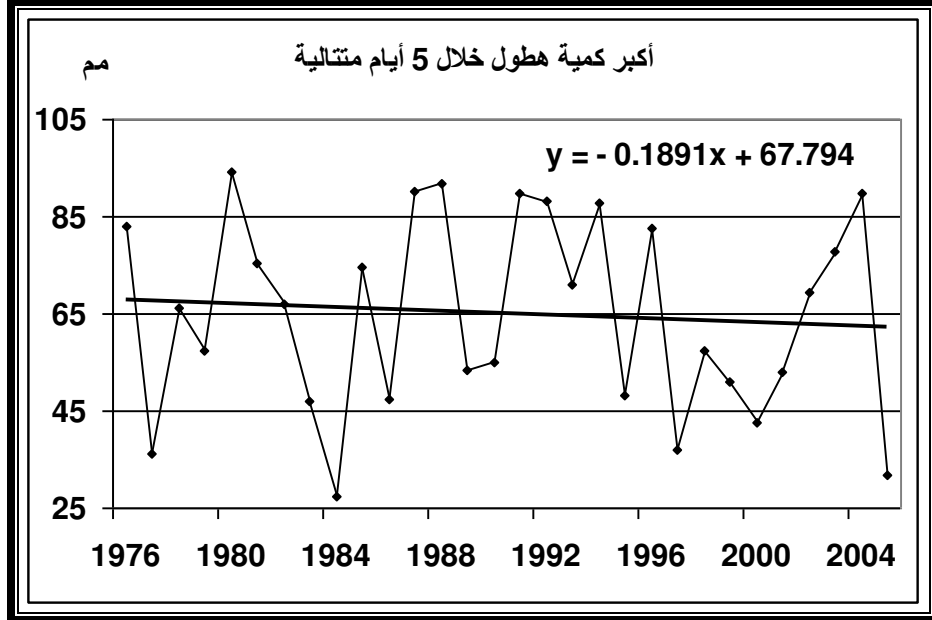
3 - 3 - 2 - 2 - غزارة الهطول اليومي:

المقصود بها أكبر كمية هطول يومي تسجل خلال سنة. انخفضت قيمة هذا المؤشر بشكل غير معنوي ($R = -0.03$)، وكان الانحدار الخطي غير معنوي حسب F و T ولكنه يأخذ منحى هابطاً، ويبدأ عند 37.2 مم عام 1976 وينتهي عند 35.8 مم عام 2005 شكل [54].



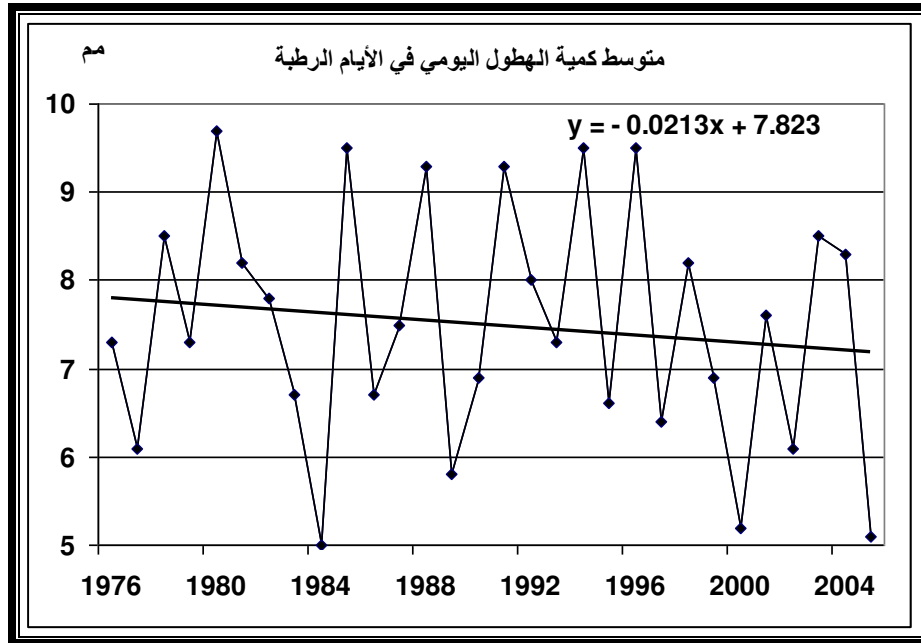
الشكل [54] يبين تغيرات غزارة الهطول اليومي في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

3 - 2 - 3 - أكبر كمية هطول خلال خمسة أيام متتالية خلال سنة:
انخفضت قيمة هذا المؤشر بشكل غير معنوي ($R = -0.08$)، وكان الانحدار الخطي أيضا غير معنوي حسب F و T ولكنه يأخذ منحى هابطاً، ويبدأ عند 67.6 مم عام 1976 وينتهي عند 62.1 مم عام 2005 شكل [55].



الشكل [55] يبين تغيرات أكبر كمية هطول خلال خمسة أيام متتالية خلال سنة في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

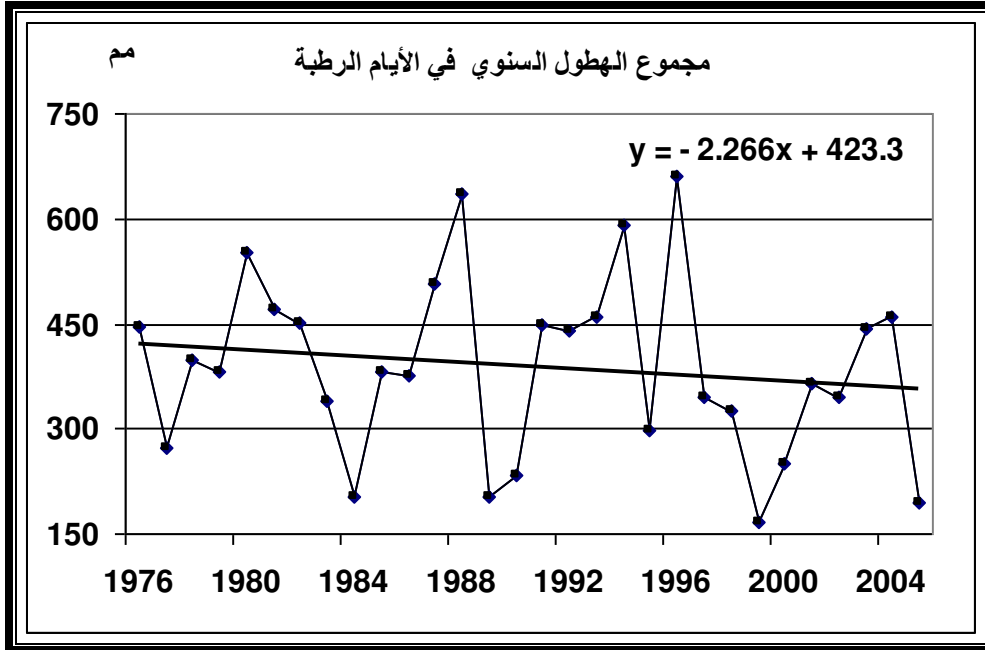
3 - 3 - 2 - 4 - متوسط كمية الهطول اليومي في الأيام الرطبة:
 تحسب قيمة هذا المؤشر عن طريق تقسيم كمية الهطول السنوي على عدد الأيام التي كمية
 الهطول فيها أكبر أو تساوي 1 مم. تناقصت قيمة هذا المؤشر بمقدار 0.6 مم من 7.8 مم عام
 1976 إلى 7.2 مم عام 2005 ولكنها لم تصل إلى حد المعنوية، حيث كانت قيمة معامل
 الارتباط ونموذج الانحدار الخطي غير معنوية، شكل [56].



الشكل [56] يبين تغيرات متوسط الهطول اليومي في الأيام الرطبة في القامشلي ومعادلة وخط
 الانحدار الخطي للفترة 1976 - 2005.

3 - 3 - 2 - 5 - عدد الأيام المتتالية خلال سنة ذات الهطول أصغر من 1 مم:
 ازداد هذا العدد خلال فترة الدراسة بمقدار 3.8 يوم من 139.4 يوم عام 1976 إلى 143.2 يوم
 عام 2005، ولم يكن هناك ارتباط معنوي مع الزمن.

3 - 3 - 2 - 6 - مجموع الهطول السنوي في الأيام الرطبة:
 يقصد بذلك كمية الهطول السنوي في الأيام التي هطولها أكبر من 1 مم. معامل الارتباط مع
 الزمن لم يكن معنوي حيث كانت قيمته $R = -0.15$ علماً أن قيمة معامل الارتباط المعنوية تبدأ
 من 0.40. انخفضت هذه الكمية بمقدار 65.7 مم خلال فترة الدراسة من 421 مم عام 1976
 إلى 355.3 مم عام 2005 شكل [57]. هذا الانخفاض هو تقريباً نفس كمية الانخفاض في
 مجموع الهطول السنوي. فإذا أخذنا بعين الاعتبار أن عدد الأيام الرطبة لم يحدث فيها تغير
 خلال هذه الفترة (حوالي 50 يوم)، فهذا يعني انخفاض كمية الهطول اليومية في الأيام الرطبة،
 وهذا ما يؤكد التغير في متوسط كمية الهطول في الأيام الرطبة حيث انخفض حوالي 0.6 مم
 من 7.8 مم عام 1976 إلى 7.2 مم عام 2005 (كما في الشكل السابق [56]).

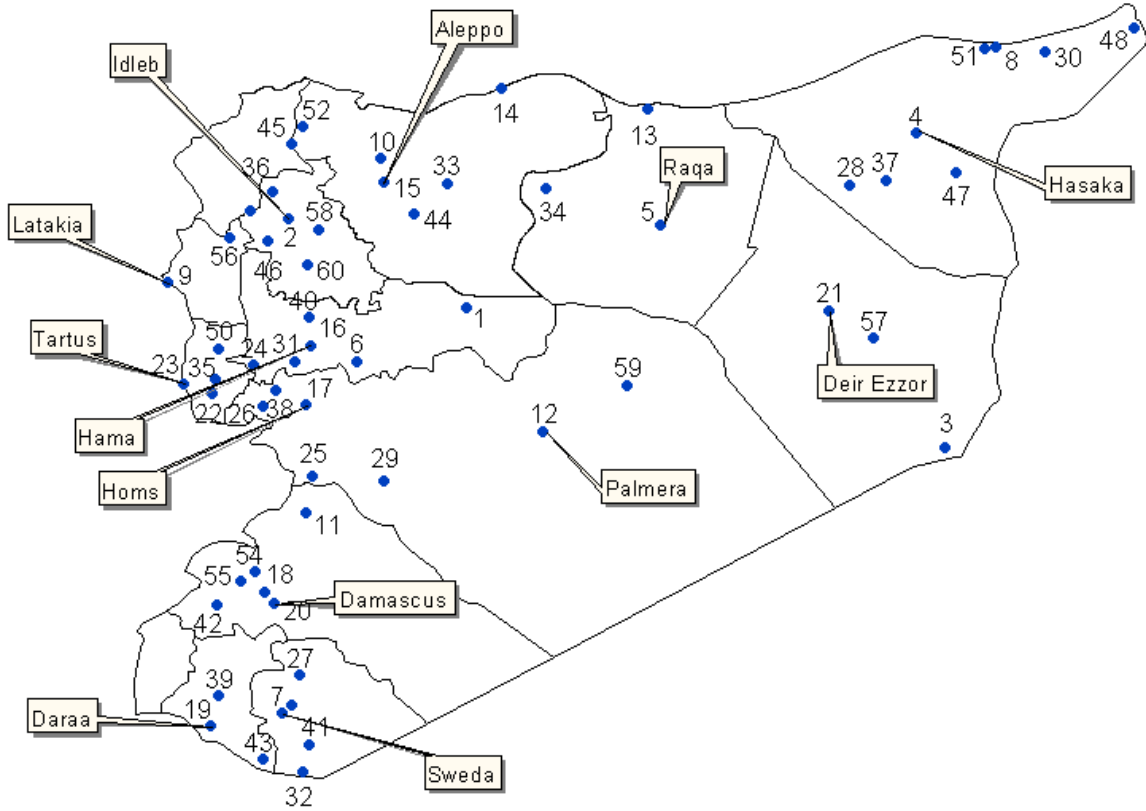


الشكل [57] يبين تغيرات مجموع الهطول السنوي في الأيام الرطبة في القامشلي ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 1976 – 2005.

رابعاً : سماكة الهطول الكلية فوق الأراضي السورية:

تم إجراء دراسة التغيرات في كمية الهطول السنوي وتوزعه الجغرافي باستخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS. فقد تم تنسيق بيانات مجموع الهطول السنوي بشكل يناسب الـ GIS لـ 60 محطة، موزعة في جميع أنحاء سورية وتغطي كل المناطق بشكل منتظم تقريباً ولفترة 30 سنة (1976 – 2005)، ثم إنزال معلومات الهطول هذه على خريطة بمقياس 1/3000000، بعد ذلك تم إنشاء شريحة مستقلة لخطوط الهطول المتساوي لكل سنة من سنوات الدراسة وحساب حجم الهطولات السنوية فوق كافة الأراضي السورية انطلاقاً من حساب مساحة الحقل المتشكل بين خطي تسوية متتاليين ثم ضربت هذه المساحة بسماكة الهطول المتوسطة وهي القيمة المتوسطة بين قيمتي خطي التسوية اللذين يحصران هذا الحقل. بهذه الطريقة تم رسم خرائط خطوط الهطول المتساوي لكل سنة على حدة ولمتوسط كل عشر سنوات ومتوسط كامل فترة الدراسة. الشكل [58] يبين توزع المحطات في سورية مع أرقامها والجدول [61] يبين أسماء هذه المحطات حسب الأرقام في الخريطة ومعدل هطولها خلال فترة الدراسة.

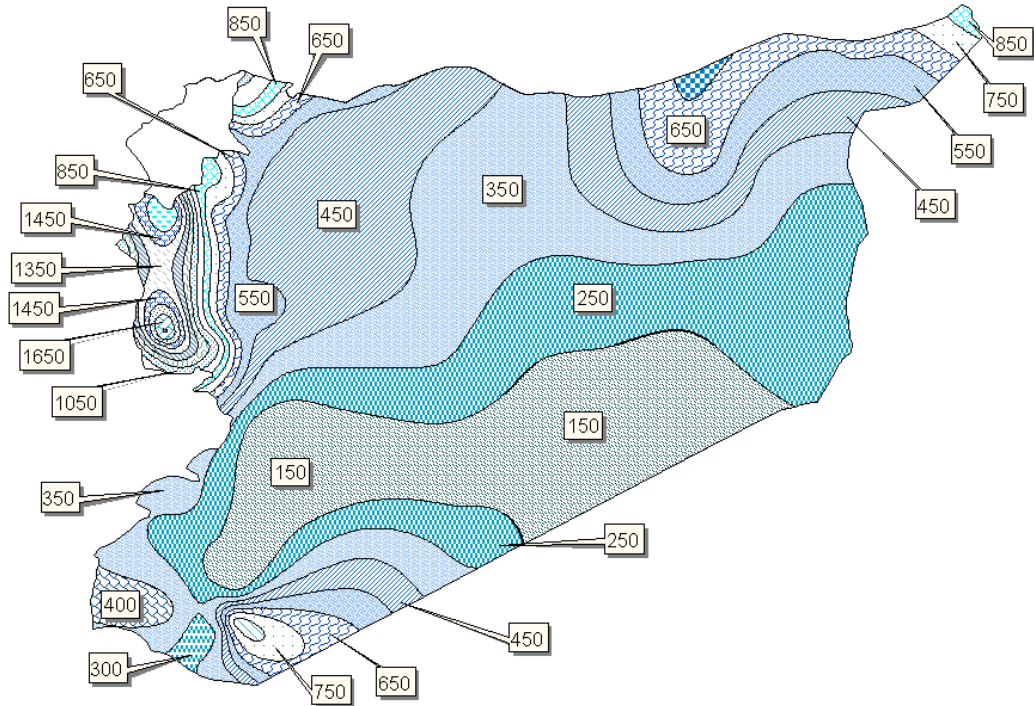
تبين هذه الخرائط التفاوت الواضح في كمية الهطول السنوي بين سنة وأخرى، ومثال على ذلك خريطة خطوط الهطول المتساوي لعام (1988) في الشكل [59] وخريطة خطوط الهطول المتساوي لعام (1989) في الشكل [60].



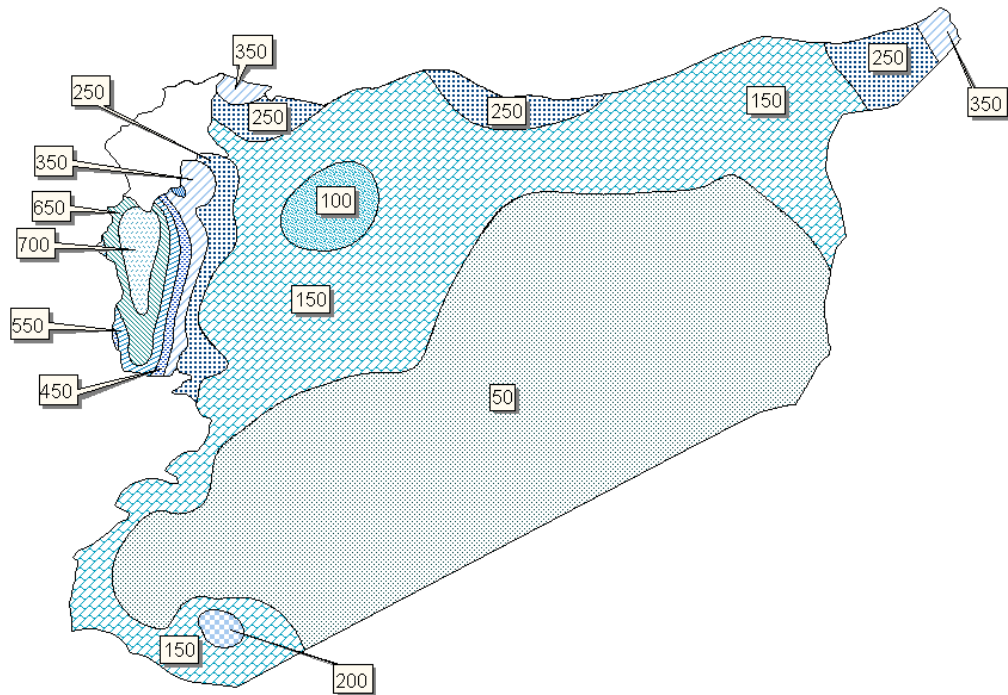
الشكل [58] يبين توزع المحطات في سورية مع أرقامها

الجدول [61] يبين أسماء المحطات ومعدل هطولها خلال فترة الدراسة :

| الرقم | اسم المحطة | معدل الهطول | الرقم | اسم المحطة | معدل الهطول |
|-------|---------------|-------------|-------|------------------|-------------|
| 1 | اثريا | 189.3 | 31 | ببرين | 316.3 |
| 2 | ادلب | 529.5 | 32 | خربة عواد | 226.4 |
| 3 | البوكمال | 126.1 | 33 | حميمية | 263.1 |
| 4 | الحسكة | 259.7 | 34 | جرنية | 198.2 |
| 5 | الرققة | 182.8 | 35 | دريكيش | 1184.9 |
| 6 | السلمية | 291.1 | 36 | دركوش | 612.7 |
| 7 | السويداء | 325.1 | 37 | خويتلة | 204.0 |
| 8 | القامشلي | 396.1 | 38 | سد تليل | 645.8 |
| 9 | اللاذقية | 728.2 | 39 | شيخ مسكين | 329.8 |
| 10 | المسلمية | 322.4 | 40 | صوران | 330.3 |
| 11 | التبك | 117.3 | 41 | عرمان | 413.9 |
| 12 | تدمر | 126.9 | 42 | عرطوز | 195.1 |
| 13 | تل ابيض | 268.5 | 43 | طيسيا | 194.2 |
| 14 | جرابلس | 311.5 | 44 | طاط | 280.4 |
| 15 | حلب | 320.6 | 45 | مروانة فوقاني | 500.0 |
| 16 | حماه الزراعية | 347.1 | 46 | محنبل | 558.0 |
| 17 | حمص | 401.2 | 47 | متعافية | 195.8 |
| 18 | خرابو | 154.6 | 48 | مالكية | 499.8 |
| 19 | درعا | 233.0 | 49 | كفر تخاريم | 562.4 |
| 20 | دمشق الدولي | 135.3 | 50 | قدموس | 1231.7 |
| 21 | دير الزور | 146.0 | 51 | هيمو | 378.6 |
| 22 | صافيتا | 1090.9 | 52 | ميركان | 599.2 |
| 23 | طرطوس | 829.8 | 53 | مفعلة | 546.0 |
| 24 | البياضية | 741.1 | 54 | معرونة | 218.7 |
| 25 | البريج | 163.1 | 55 | معربا | 224.6 |
| 26 | الزعرانة | 692.8 | 56 | بداما | 1063.5 |
| 27 | بثينة | 232.0 | 57 | الميادين | 140.1 |
| 28 | أم مدفع | 227.5 | 58 | سراقب | 337.0 |
| 29 | القرينين | 111.8 | 59 | سد الوادي الكبير | 159.6 |
| 30 | القحطانية | 388.4 | 60 | تل منس | 366.0 |



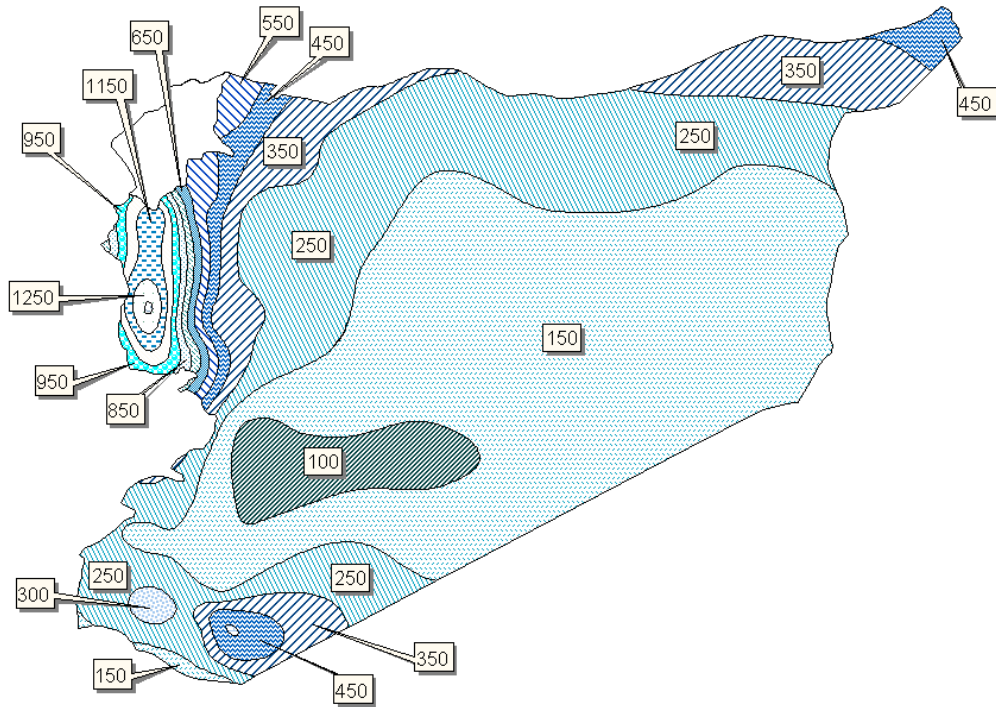
الشكل [59] يبين خريطة خطوط الهطول المتساوي لعام 1988



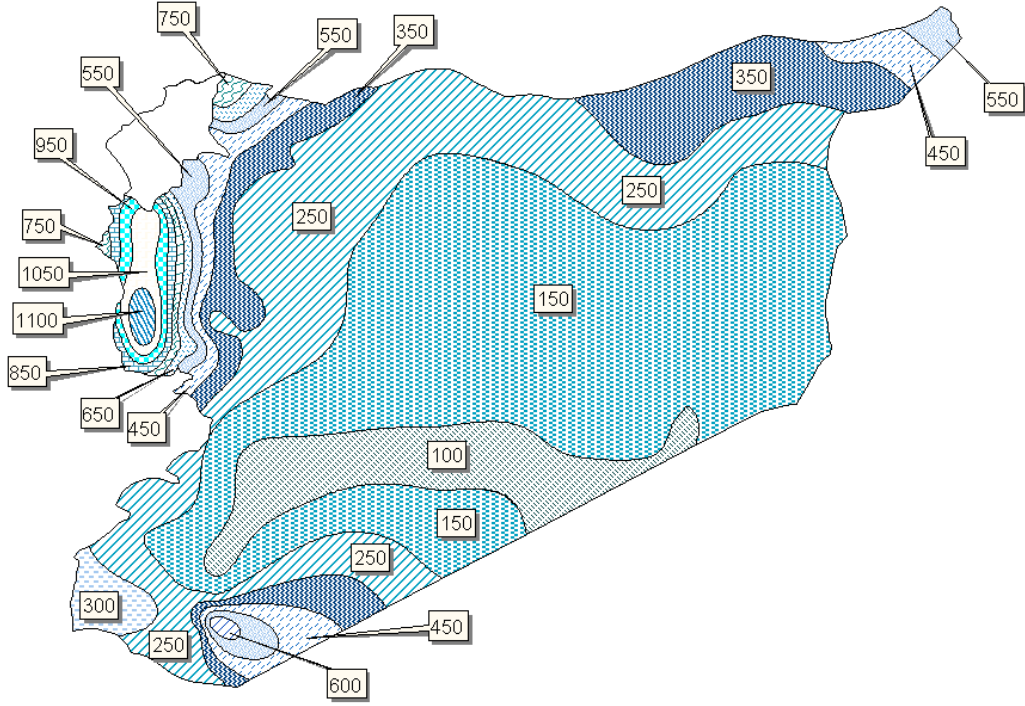
الشكل [60] يبين خريطة خطوط الهطول المتساوي لعام 1989

من الشكلين السابقين نلاحظ أن كمية الهطول عام 1988 كانت جيدة جداً، حيث تجاوز فيها الهطول المعدل العام لفترة الدراسة في جميع المحطات وقد سجل حجم الهطول في هذه السنة أكبر رقم خلال فترة الدراسة حيث بلغ 72.37 كيلومتراً مكعباً. أما كمية الهطول عام 1989 فكانت متدنية جداً وأقل من المعدل العام في جميع المحطات وكان حجم الهطول فيها هو الأقل خلال فترة الدراسة حيث بلغ 23.19 كيلومتر مكعب.

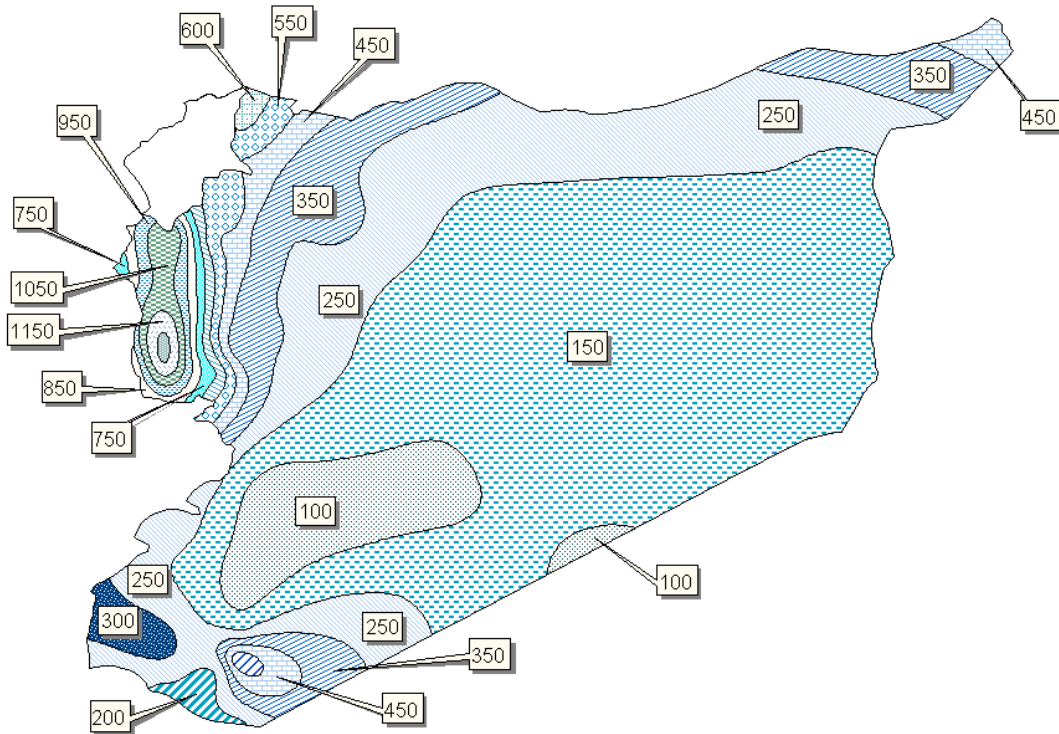
الأشكال [63,62,61] تبين خرائط خطوط الهطول المتساوي لمتوسط الهطول السنوي لكل عشر سنوات، حيث يبين الشكل [61] خطوط الهطول المتساوي لمتوسط الهطول السنوي خلال الفترة 1976-1985، الشكل [62] للفترة 1986 – 1995 والشكل [63] للفترة 1996-2005. أما الشكل [64] فيبين خريطة خطوط الهطول المتساوي لمتوسط الهطول السنوي لكل فترة الدراسة 1976 – 2005.



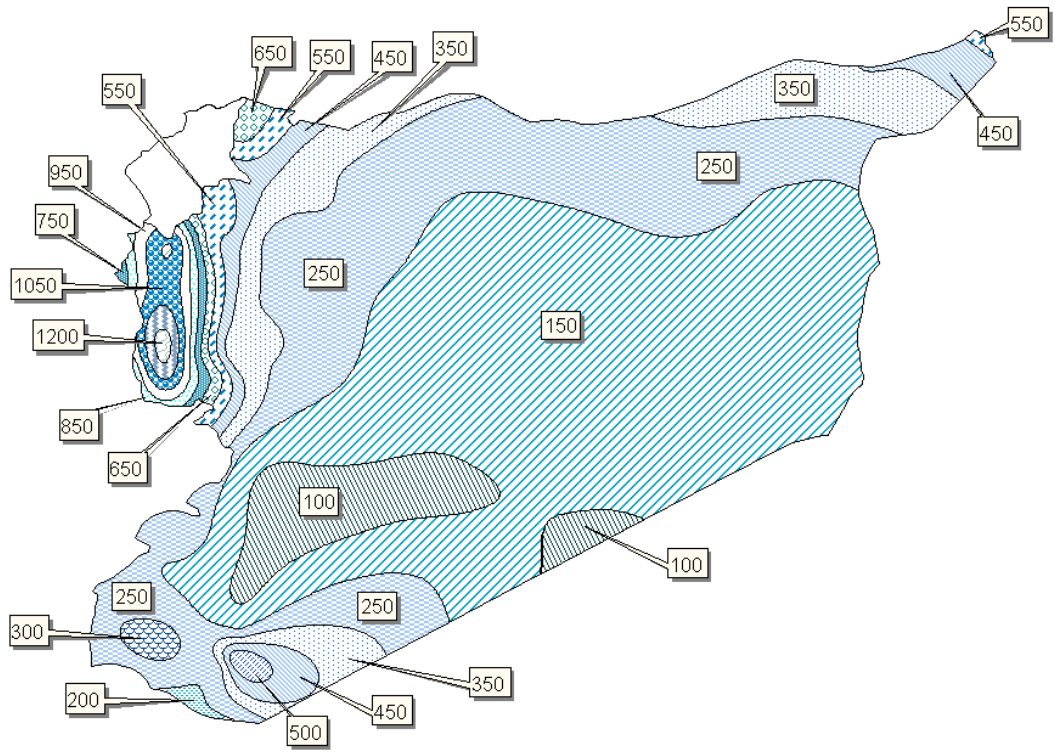
الشكل [61] يبين خريطة خطوط الهطول المتساوي لمتوسط الهطول السنوي لفترة 1976-1985



الشكل [62] يبين خريطة خطوط الهطول المتساوي لمتوسط الهطول السنوي للفترة 1986 – 1995



الشكل [63] يبين خريطة خطوط الهطول المتساوي لمتوسط الهطول السنوي للفترة 1996-2005



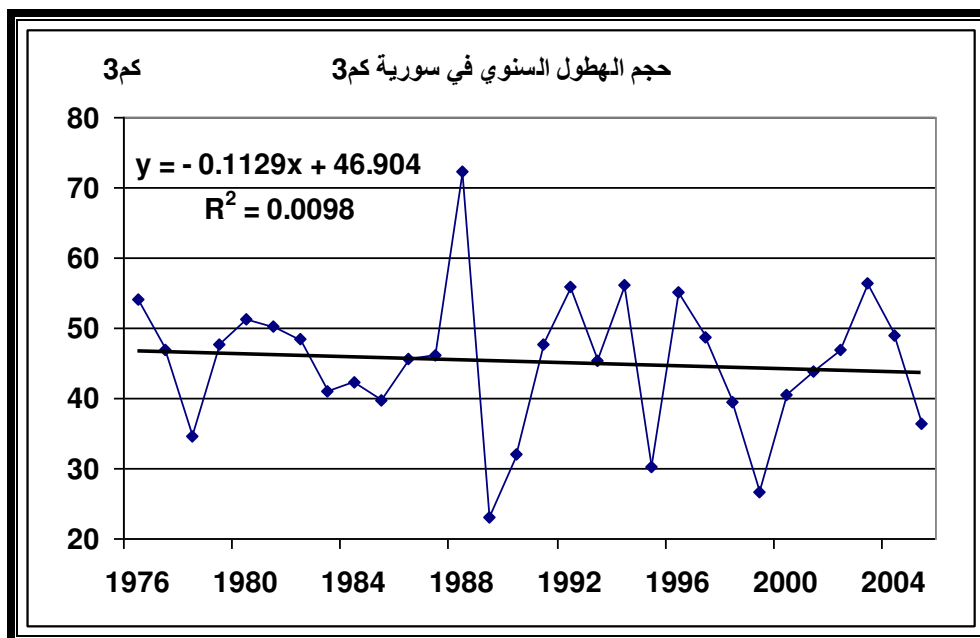
الشكل [64] يبين خريطة خطوط الهطول المتساوي لمتوسط الهطول السنوي للفترة 1976-2005

بعد أن تم رسم خرائط الهطول المتساوي لسورية لكل سنة على حدة خلال فترة الدراسة (باقي خرائط خطوط الهطول المتساوي السنوية توجد في الملحق) تم حساب حجم الهطول السنوي لكل سنة ومتوسط حجم الهطول خلال فترة الدراسة الذي بلغ 45.155 كيلومتر مكعب كما هو مبين في الجدول [62].

الجدول [62] يبين حجم الهطول السنوي في سورية بالكيلومتر المكعب :

| حجم الهطول بالكيلومتر المكعب | السنة |
|------------------------------|---------|
| 54.172 | 1976 |
| 46.808 | 1977 |
| 34.507 | 1978 |
| 47.807 | 1979 |
| 51.312 | 1980 |
| 50.288 | 1981 |
| 48.460 | 1982 |
| 40.965 | 1983 |
| 42.430 | 1984 |
| 39.869 | 1985 |
| 45.721 | 1986 |
| 46.186 | 1987 |
| 72.370 | 1988 |
| 23.191 | 1989 |
| 31.942 | 1990 |
| 47.800 | 1991 |
| 55.885 | 1992 |
| 45.439 | 1993 |
| 56.162 | 1994 |
| 30.243 | 1995 |
| 55.124 | 1996 |
| 48.702 | 1997 |
| 39.586 | 1998 |
| 26.783 | 1999 |
| 40.490 | 2000 |
| 43.860 | 2001 |
| 46.989 | 2002 |
| 56.331 | 2003 |
| 48.900 | 2004 |
| 36.314 | 2005 |
| 45.155 | المتوسط |

عند إجراء تحليل إحصائي لتغير حجم الهطول السنوي مع الزمن وجد أن علاقة الارتباط غير معنوية $R = -0.099$ وعند دراسة الانحدار الخطي وجد أنه غير معنوي ولكنه يأخذ منحى هابطاً حيث بدأ بقيمة 46.79 كم3 وانتهى عند قيمة 43.52 كم3 أي بانخفاض مقداره 3.27 كيلومتر مكعب. الشكل [65] يبين التغير في حجم الهطول السنوي والانحدار الخطي خلال فترة الدراسة في سورية.



الشكل [65] يبين تغير حجم الهطول السنوي في سورية ومعادلة وخط الانحدار الخطي للفترة 2005-1976.

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions & Recommendations

مما سبق نجد المنحى العام للحرارة والهطول هو:

- ارتفاع متزايد في متوسط درجة الحرارة بشكل عام ودرجة الحرارة العظمى والصغرى بشكل خاص وأكبر قيم للزيادة كانت في أشهر الصيف.
- انخفاض واضح في كمية الهطول السنوي يعود إلى تناقص كمية الهطول في أيام الهطول وليس إلى تناقص عدد أيام الهطول على مدار السنة.

هذه التغيرات ما هي إلا بداية انعكاس التغيرات المناخية الشاملة على المنطقة والتي سببها تزايد الإطلاق الصناعي لغازات الدفيئة وقطع الغابات الجائر وما تتعرض له من أشكال التدمير والتخريب. إن ظاهرة الجفاف التي بدأت تهيمن على المنطقة هي في تزايد وبالتالي سوف يزداد الطلب على الماء - الذي أساساً تعاني المنطقة من نقصه - في مختلف المجالات وخاصة الزراعية.

لذلك لا بد من اتخاذ كل الإجراءات الممكنة لمواجهة هذه المشكلة القادمة والتخفيف قدر الإمكان من أثارها السلبية، من هذه الإجراءات:

- 1- التخلي تماماً عن طرق الري التقليدية والتحول إلى طرق الري الحديثة وخاصة الري بالتنقيط.
- 2- خفض زراعة المحاصيل ذات الاحتياجات المائية العالية مثل القطن والشوندر السكري إلى أدنى حد ممكن واستبدالها بمحاصيل أخرى أقل استهلاكاً للماء وذات مردود اقتصادي مشابه.
- 3- تحديد المقننات المائية للمحاصيل الزراعية الرئيسية والعمل بها.
- 4- التركيز بشكل أكبر على استنباط أصناف جديدة مقاومة للجفاف.
- 5- الاستفادة القصوى من الأمطار الهاطلة عن طريق تطوير وتوسيع طرق حصاد المياه.

Abstract

Studying the climatic changes of Syria and its reflections on the rainfall

This research designed to analysis the relationship between climatic changes in Syria and international climatic changes that caused by rising of co2 gas concentration.

The other targets of this research are to define the negative effects for that increasing of co2 gas concentration on international climate in general and in Syria in particular.

This study may pay decision makers to take the measures and steps in order to deal with expected conditions to happen and how to adapt with these circumstance, and the way to reduce of their effects as possible as.

We have used Rclimdex climatic changes program and Spss the well known statistics analytic program and Geographic Information System GIS, where the study has been carried out 23 essential climatic centers in Syria for studying temperature changes and 60 climatic centers in Syria for studying amount of rainfall changes. The study was effectuated on 3 basic centers are detailed in Syria, and the consequences are as follows:

- Increasing in growing average of temperature in general and especially in the utmost temperature. The most temperature rates were in summer months.
- clear decreasing annual raining fall amount that attributed to decrease of raining fall amount in raining fall days and not ascribed to decreased in raining fall days throughout the year

المراجع العربية

- ١- الخطيب محمد وآخرون، 2005- علم البيئة. منشورات جامعة حلب - كلية الزراعة.
- ٢- الموسى ، فواز، 2002- الخصائص المناخية للحرارة والأمطار في منطقة شرقي المتوسط (دراسة في الجغرافية العامة) - القاهرة.
- ٣- عباس جميل، 1990 - المناخ والأرصاد الزراعية. منشورات جامعة حلب - كلية الزراعة.
- ٤- نحال ، إبراهيم - المناخ المتوسطي 1970.
- ٥- نحال إبراهيم، 1987 - أساسيات علم البيئة وتطبيقاته. منشورات جامعة حلب - كلية الزراعة.

المراجع الأجنبية *References*

- 1- **Agrell, J., E. P. McDonald, and R. L. Lindroth. 2000.** Effects of CO₂ and light on tree phytochemistry and insect performance. *Oikos* 88:259–272.
- 2- **Angell, J.K. 2000. Global, hemispheric, and zonal** temperature deviations derived from radiosonde records. In *Trends Online: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A.
- 3- **Berner, R. A. 1991.** A model for atmospheric CO₂ over Phanerozoic time. *Am. J. Sci.* 291:339–376.
- 4- **Berner, R. A. 1997.** The rise of plants and their effect on weathering and atmospheric CO₂. *Science* 276:544–546.
- 5- **Christy, J.M., R.W. Spencer, and W.D. Braswell. 2000.** MSU Tropospheric temperatures: Data set construction and radiosonde comparisons. *J. Atmos. Oceanic Tech.* 17:1153-1170.
- 6- **Ekart, D. D. and T. E. Cerling. 1999.** A 400 million year carbon isotope record of pedogenic carbonate: Implications for atmospheric carbon dioxide. *Am. J. Sci.* 299:805–817. Fry, B., A. Joern, and P. L. Parker. 1978. Grasshopper food web analysis: Use of carbon isotope ratios to examine feeding relationships among terrestrial herbivores. *Ecology* 59:498–506.
- 7- **Etheridge, D.M., L.P. Steele, R.J. Francey, and R.L. Langenfelds,** Atmospheric methane between 1000 AD and present: Evidence of anthropogenic emissions and climatic variability. *Journal of Geophysical Research*, 103, D13, 15,979-15,993, **1998.**
- 8- **Hansen, J., R. Ruedy, J. Glascoe, and M. Sato. 1999.** GISS analysis of surface temperature change. *J. Geophys. Res.* 104, 30997-31022.
- 9- **Jacka, T. H. and W. F. Budd. 1998.** Detection of temperature and sea ice extent changes in the antarctic and southern ocean. *Ann. Glaciol.* 27:553-559.
- 10- **Jones, P.D., and A. Moberg. 2003.** Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extended revision and update to 2001. *J. Climate* 16:206-223.
- 11- **Jones, P.D., and A. Moberg. 2003.** Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extended revision and update to 2001. *J. Climate* 16:206-223.
- 12- **Jones, P.D., M. New, D.E. Parker, S. Martin, and I.G. Rigor. 1999.** Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews of Geophysics* 37:173-199.

- 13- **Jones, P.D., T.J. Osborn, K.R. Briffa, C.K. Folland, B. Horton, L.V. Alexander, D.E. Parker, and N.A. Rayner, 2001.** Adjusting for sample density in grid-box land and ocean surface temperature time series. *J. Geophys. Res.* 106:3371-3380.
- 14- **Jouzel, J., C. Lorius, J.R. Petit, C. Genthon, N.I. Barkov, V.M. Kotlyakov, and V.M. Petrov. 1987.** Vostok ice core: a continuous isotope temperature record over the last climatic cycle (160,000 years). *Nature* 329:403-8.
- 15- **Jouzel, J., C. Waelbroeck, B. Malaize, M. Bender, J.R. Petit, M. Stievenard, N.I. Barkov, J.M. Barnola, T. King, V.M. Kotlyakov, V. Lipenkov, C. Lorius, D. Raynaud, C. Ritz, and T. Sowers. 1996.** Climatic interpretation of the recently extended Vostok ice records. *Climate Dynamics* 12:513-521.
- 16- **Jouzel, J., N.I. Barkov, J.M. Barnola, M. Bender, J. Chappellaz, C. Genthon, V.M. Kotlyakov, V. Lipenkov, C. Lorius, J.R. Petit, D. Raynaud, G. Raisbeck, C. Ritz, T. Sowers, M. Stievenard, F. Yiou, and P. Yiou. 1993.** Extending the Vostok ice-core record of palaeoclimate to the penultimate glacial period. *Nature* 364:407-12.
- 17- **Keeling C.D., Whorf T.P., and the Carbon Dioxide Research Group Scripps Institution of Oceanography (SIO) University of California La Jolla, California USA 92093-0444 May 2005**
- 18- **Lorius, C., J. Jouzel, C. Ritz, L. Merlivat, N.I. Barkov, Y.S. Korotkevich, and V.M. Kotlyakov. 1985.** A 150,000-year climatic record from Antarctic ice. *Nature* 316:591-96.
- 19- **Mooney, H. A., J. Canadell, F. S. Chapin, III, J. R. Ehleringer, Ch. Koerner, R. E. McMurtrie, W. J. Parton, L. F. Pitelka, and E.-D.Schulze. 1999.** Ecosystem physiology responses to global change. In B. H. Walker, W. Steffen, J. Canadell, and J. Ingram (eds.), *The terrestrial biosphere and global change: Implications for natural and managed ecosystems*, pp. 141–189. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- 20- **Pagani, M., K. H. Freeman, and M. A. Arthur. 1999b.** Late Miocene atmospheric CO₂ concentrations and the expansion of C₄ grasses. *Science* 285:876–879. **Pearson, P. N. and M. R. Palmer. 2000.** Atmospheric carbon dioxide concentrations over the past 60 million years. *Nature* 406:695–699.
- 21- **Pagani, M., M. A. Arthur, and K. H. Freeman. 1999a.** Miocene evolution of atmospheric carbon dioxide. *Paleoceanography* 14: 273–292.
- 22- **Petit, J. R., J. Jouzel, D. Raynaud, N. I. Barkov, J.-M. Barnola, I. Basile, M. Benders, J. Chappellaz, M. Davis, G. Delaygue, M. Delmotte, V. M. Kotlyakov, M. Legrand, V. Y. Lipenkov, C. Lorius, L. Pe´pin, C. Ritz, E. Saltzman, and M. Stievenard. 1999.**

- Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399:429–436.
- 23- **Sterin**, A.M., **2000**. Variations of upper-air temperature in 1998-1999 and their effect on long period trends. Proc. 24th Annual Climate Diagnostics and Prediction Workshop. NOAA. pp. 222-225.
- 24- **Stern** D.I. and **Kaufmann** R.K. Center for Energy and Environmental Studies, Boston University, 675 Commonwealth Avenue, Boston, Massachusetts 02215, U.S.A. Last revision - August **1998**.
- 25- **Vinnikov**, K.Ya., P.Ya. **Groisman**, and K.M. **Lugina**. **1990**. Empirical data on contemporary global climate changes (temperature and precipitation). *Journal of Climate* 3:662-77.
- 26- **Vinnikov**, K.Ya., P.Ya. **Groisman**, K.M. **Lugina**, and A.A. **Golubev**. **1987**. Mean air temperature variations of the Northern Hemisphere for 1841-1985. *Soviet Meteorology and Hydrology* 1:37-45.