تحديد مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل كمية الأمطار بمحطة أرصاد سرت خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠

أ.م.د. حافظ عيسى خيرالله

جامعة سرت – كلية الآداب / ليبيا

مستخلص

يُعد المناخ من أهم العوامل الجغرافية المؤثرة في الاختلافات المكانية الطبيعية منها والبشرية على سطح الارض، ويأتي المطر في مقدمة عناصر المناخ من حيث الأهمية، فهو مصدر المياه السطحية والجوفية وإن كميات الأمطار وحالات حدوثها وشدتها وتغيراتها المكانية والزمنية هي من الأمور المهمة في إدارة الموارد المائية وخاصةً في المناطق الجافة وشبة الجافة التي تعاني من التذبذب والتباين في كميات الأمطار.

ولقد أجريت هذه الدراسة لتقييم التغير المناخي وحالة الجفاف في منطقة سرت الواقعة بمنتصف الساحل الليبي، ولقد شملت محطة سرت المناخية الواقعة على ٣١,١٢ شمالاً وعلى خط الطول ١٦,٣٥ شرقاً، ولقد اعتمدت هذه الدراسة على البيانات المناخية لكميات الأمطار لمدة ٤٠ سنة خلال الفترة من ١٩٧١ – ٢٠١٠ وتم الحصول على البيانات من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس.

وعليه تهدف الدراسة إلى تحليل اتجاهات التغيرات التي تطرأ على الاتجاه العام لكميات الأمطار السنوية والفصلية في محطة سرت، وذلك لتحقيق فرضية أن التغير المناخي له عظيم الأثر على الاتجاه العام لمجموع الأمطار السنوية والفصلية بالمنطقة، ولتحقيق ذلك تم تحليل خصائص البيانات المناخية للمعدلات الشهرية والفصلية للأمطار خلال فترة الدراسة لتحديد الاتجاه العام Trend باستخدام أساليب إحصائية متنوعة، من أبرزها المتوسطات المتحركة Moving Averages والفروقات المتجمعة (التراكمية) Cumulative Deviation والانحدار الخطي Linear Trend ، وتقييم حالة الجفاف باستخدام (PON).

وقد خلصت الدراسة إلى أن كميات الأمطار تتناقص سنوياً بمعدل (1.6- ملم) خلال الفترة، غير أنها تختلف خلال الفصول حيث يسجل الخريف معدل تناقص بلغ (1.78- ملم)، بينما تسجل بقية الفصول معدلات نحو الزيادة. كما أن ٣٨,٤٦% من السنوات تتجه نحو الجفاف.

المقدمة

تفتقر ليبيا عموماً إلى الموارد المائية السطحية وذلك لقلة تذبذب معدلات سقوط الأمطار وطبيعة التكوينات الجيولوجية (موسى، وآخرون ٢٠١٢: ٢٨)، وأن ٩٠% من مساحتها تقع تحت تأثير المناخ الصحراوي الذي يتميز بندرة أمطاره، و ١٠% فقط من المساحة هي التي تستقبل كمية مناسبة من الأمطار تتمثل في الأطراف الشمالية الشرقية والشمالية الغربية وهي تتصف بشكل عام بالتذبذب وعدم الانتظام (المهدوي، ١٩٩٨: ٨٢ نقلاً عن الصول، ٢٠٠٧: ٢). وتعد نسبة التغير في كمية الأمطار أكثر من نسبة التغير في درجة الحرارة من سنة لأخرى ومن مكان لأخر، وبالتالي كلما كانت المنطقة أقل أمطاراً وأكثر تذبذباً كانت نسبة التغير أكبر كما هو الحال في المناطق الجافة وشبة الجافة في العالم (المعموري، ٢٠١٦: ٣ و موسى، ١٩٨٥: ٢١٧).

ولقد جذب موضوع التغير المناخي اهتمام الكثير من الدارسين والباحثين والهيئات والمنظمات الدولية والاقليمية والعالمية، التي أثبتت أن التغير المناخي الذي حدث في السنوات الأخيرة أثر في كثير من النظم البيئية، والذي من نتائجه ارتفاع درجة الحرارة وتناقص الأمطار على مستوى العالم، حسب ما أشار إليه التقرير الرابع الذي نشرته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ Intergovernmental Panel on Climatic Change (IPCC) (سليم، ٢٠١٦: ١٤٦)، ويعرف التغير المناخي Climate Change بأنه التغير الذي يطرأ على الدورة العامة للغلاف الجوي والظواهر الجوية المرتبطة بها، مثل الأعاصير والمنخفضات الجوية والجفاف والفيضانات وغيرها، نتيجة لظاهرة الاحتباس الحراري (شحادة، ٢٠٠٩: ٣١٥)، كما تعرفه الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغير المناخي IPCC على أنه تغير في حالة المناخ يدوم لفترة زمنية طويلة، نتيجة عمليات طبيعية أو بشرية تؤثر في تركيبة الغلاف الجوي (IPCC,2001: p4).

ومن المتوقع أن يؤدي التغير المناخي إلى تناقص الموارد المائية في حوض البحر المتوسط بحلول عام ٢٠٥٠ ما بين ٢٠– ٣٠% ، كما سيكون تأثيره كبيراً على أمطار فصل الشتاء الناجمة عن المنخفضات الجوية بسبب زحزحة مسارات المنخفضات الجوية شمالاً بشكل خاص، ومع ذلك تظل عملية توقع التأثير المحتمل للتغير المناخي على كميات الأمطار في

حوض البحر المتوسط عملية معقدة (عنانبة، ٢٠١١: ١-٥) كما يمكن مراجعة (& IPCC,2007: p49 Lionello.p,2007: pp153-158)، كما أشار شرف إلى تناقص أمطار السواحل الشمالية في ليبيا بمعدل ٠,٧ مم كل سنة خلال الفترة ١٨٦٨ – ١٩٥٥ (شرف، ١٩٥٨: ٣١٢) في حين تذكر IPCC إلى حدوث تناقص الأمطار السنوية في شمال غرب ليبيا خلال الفترة ١٩٧٠ – ٢٠١٠ بين ٠,١٧٤ – ١,٧ مم، إلى تناقص كمية الأمطار السنوية في منطقة سرت بين ٠ – ٢,٥ مم خلال الفترة ١٩٥١ – ٢٠١٠ (سليم، ٢٠١٦: ١٥٧). وقد ذكر سليم أن توقع السيناريو المناخي A1B أن تناقص الأمطار السنوية بنحو ١٢% والفصلية ما بين ٦ – ١٢%، كما تشير دراسات أخرى إلى تناقص الأمطار السنوية لمنطقة شمال غرب ليبيا بين ١٠ إلى أكثر من ٢٠%، نتيجة التحولات في مسارات العواصف الممطرة نحو الشمال وحدوث زيادة لأمطار الخريف تصل ٦% على المناطق الصحراوية (سليم أ، ٢٠١٦: ٥٧-٦١).

وتكمن **أهمية الدراسة** في كون منطقة سرت منطقة ساحلية ذات تركز سكاني وزراعي، كما أنها تقع ضمن النظم البيئية الهشة التي ستتأثر بنتائج التغير المناخي بشكل كبير خاصةً الإنتاج الزراعي، حيث يعد التغير المناخي هو أحد العوامل المؤثرة على حالة الطقس في حوض البحر المتوسط بشكل عام (Karas,J,2007: pp1)، ومن هنا جاءت **فرضية** الدراسة في أن كميات الأمطار بالمنطقة تتجه نحو التناقص في كمياتها السنوية والفصلية والشهرية خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠ نتيجة التغيرات المناخية، ويتجلى ذلك بخط الاتجاه العام لمجموع الأمطار. ولتحقيق هذه الفرضية حددت **أهداف** الدراسة في الآتي:

١- دراسة تأثير وتحليل اتجاهات التغيرات التي طرأت على الاتجاه العام General Trend لكميات الأمطار السنوية والفصلية والشهرية بمنطقة سرت خلال الفترة من ١٩٧١ – ٢٠١٠.

٢- تحليل كمية الأمطار بالمنطقة كأحد مؤشرات التغير المناخي لمواجهة النقص الذي يحدث في كميتها من خلال الترشيد في استعمال المياه بما يتناسب مع النقص في كمية التساقط والزيادة في الأنشطة البشرية.

منهجية الدراسة:

أولاً البيانات المستخدمة أو مصادر البيانات:

١- المعدلات الشهرية للأمطار في محطة سرت خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠.

٢- الكتب والنشرات والتقارير والبحوث والدراسات المحلية والإقليمية ذات الصلة بموضوع الدراسة.

ثانياً أساليب التحليل:

يعد تحديد الاتجاه العام للأمطار من المواضيع الشائكة التي من السهل أن يقع فيها الباحث في أخطاء جسيمة قد تؤثر كثيراً على النتائج التي قد يخلص إليها خاصةً إذا لم يتوفر أساس علمي مقبول ترتكز عليه تلك النتائج، وعليه حرصاً على الدقة وتوخياً للوصول إلى النتائج السليمة فقد استخدمت أكثر من طريقة إحصائية لتحديد وقياس الاتجاه العام ولتكون كل طريقة اختبار لمدى صحة الطرق الأخرى. ومن أهم الطرق الإحصائية التي استخدمت في هذه الدراسة لتحديد وقياس الاتجاه العام للأمطار السنوية بمحطة سرت خلال الأربعين سنة ما يلي:

١- المتوسطات المتحركة **Moving Averages** : تعد هذه الطريقة من أكثر الوسائل الإحصائية التي استخدمها المناخيون لدراسة طبيعة الذبذبات المناخية المختلفة Climatic Fluctuations (شحادة، ١٩٩١: ١٣٧) وذلك للتقليل من التقلبات غير المنتظمة وبالتالي إظهار التقلبات المنتظمة للأمطار بمنطقة الدراسة.

٢- الانحدار الخطي البسيط **Simple Linear Regression:** وتم تطبيقه لتوضيح الاتجاه العام General Trend للأمطار السنوية والفصلية في منطقة الدراسة للفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠ وذلك باعتبار السنوات متغيراً مستقلاً، والمجموع السنوي والفصلي والشهري للأمطار متغيراً تابعاً.

٣- الفروقات المتجمعة **Cumulated Sums** : تعد من الطرق المتبعة في دراسة التغيرات التي تطرأ على بعض العناصر المناخية، حيث استخدمها (شحادة ١٩٩١، ص١٣٧) في دراسته للاتجاه العام للأمطار في الأردن، كما استخدمها (سليم، ٢٠١٦: ١٤٨) للكشف عن التغيرات التي حدثت في السلسلة الزمنية للأمطار في منطقة مصراتة للفترة ١٩٨٠ – ٢٠١٠.

٤- المتوسط النصفي: وقد استخدم هذا المؤشر لتحديد خط الاتجاه العام لكميات الأمطار السنوية، وذلك من خلال تقسيم البيانات المناخية للمحطة إلى قسمين متساويين، وبما أن عدد سنوات الدراسة فردياً فقد تم إهمال السنة الوسطى من أجل الحصول على مجموعتين متساويتين في عدد البيانات المناخية.

٥- المقارنات النسبية: في هذا الأسلوب الإحصائي تم تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين الأولى من (١٩٧١ - ١٩٩٠) والثانية من (١٩٩١ - ٢٠١٠) كما قسمت فترة الدراسة إلى أربعة عقود متساوية ١٠ سنوات، واستناداً إلى المعدل العام للأمطار خلال هذه الفترة الزمنية الممتدة لـــ ٤٠ سنة تم حساب النسبة المئوية لعدد السنوات التي كان مجموع الأمطار فيها أعلى من المعدل العام وذلك في كل من الفترتين الأولى والثانية وخلال العقود الأربعة، أي بمعنى آخر مقارنة مجموع الأمطار السنوية في سنوات كل فترة وعقد بالمعدل العام للأمطار بالمحطة.

٦- استخدام دليل النسبة إلى المعدل **Percent of Normal Index (PON):** وهو دليل يعطي مؤشراً جيداً عن حالات الجفاف وشدتها (أقويدر، ٢٠١٤: ٢٦٧).

موقع منطقة الدراسة وظروفها المناخية:

تقع مدينة سرت في منتصف الساحل الليبي على البحر المتوسط الذي يبلغ طوله حوالي ١٩٠٠ كم شكل (١)، وتمثل مدينة سرت موقعاً وسطاً حيث تبعد عن خط الحدود الغربية حوالي ٧٠٠ كم وعن خط الحدود الشرقية ٨٥٠ كم وعن الحدود الجنوبية حوالي ١٥٠٠ كم (السبيعي، ٢٠٠٩: ٣٤)، أما موقعها عن المدن الرئيسة فهي تبعد عن مدينة طرابلس ٤٧٠ كم شرقاً، وعن مدينة بنغازي ٦٥٠ كم ومصراتة ٢٥٠كم وإجدابيا ٤٠٠ كم وودان جنوباً ٢٤٠ كم.

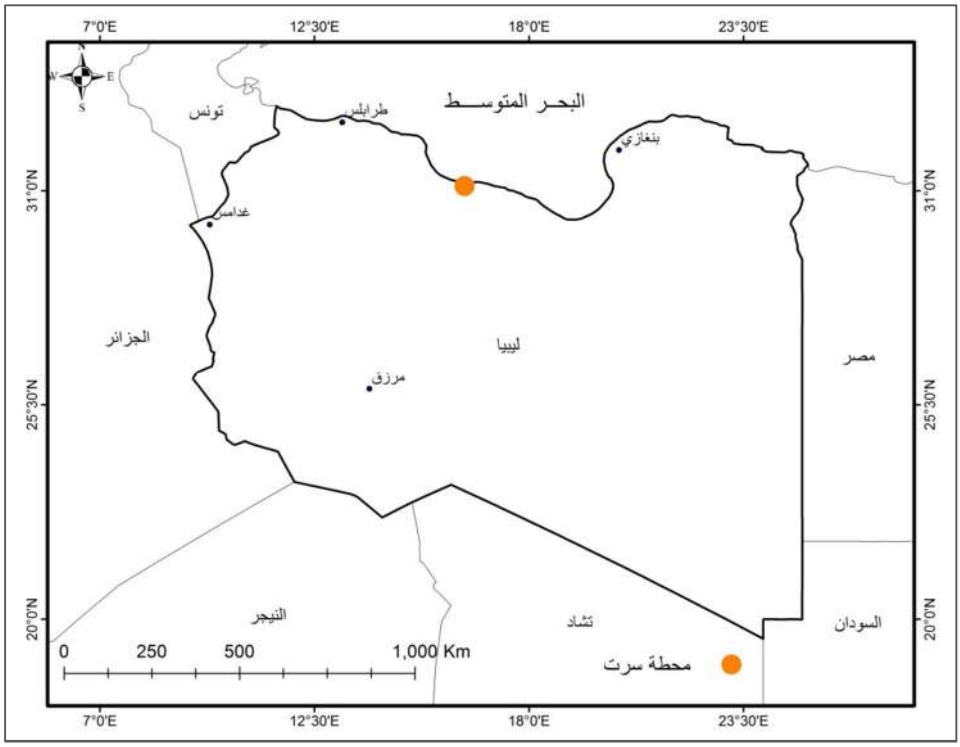
ومناخياً تقع مدينة سرت ضمن المناخات الصحراوية شبه الجافة وبالتحديد مناخ البحر المتوسطMediterranean Climate ، حيث توصل أبو غرسة في دراسته (القيمة الفعلية للمطر والموازنة المائية في منطقة سرت) أن القيمة الفعلية للأمطار أو معامل الجفاف بلغ ٦,٦ ومن هذه النتيجة يتضح أن مناخ منطقة سرت شبه جاف (أبو غرسة، بدون تاريخ: ١٤٠).

ويعد هذا الإقليم المناخي من أبرز الأقاليم المناخية التي يمكن تميزها عن غيرها من الأقاليم الأخرى في العالم، وبتأثر هذا الإقليم المناخي كذلك بالانخفاضات الجوية التي تتجه من

الغرب إلي الشرق مصاحبة للرياح العكسية الغربية متسببة في الإقليم المناخي كذلك بالانخفاضات الجوية التي تتجه من الغرب إلي الشرق مصاحبة للرياح العكسية الغربية متسببة في سقوط الأمطار الإعصارية الغزيرة (أبو العينين، ١٩٩٥: ٤٧١)، وتهطل الأمطار الإعصارية على منطقة الدراسة نتيجة تصارع الكتل الهوائية المختلفة الخصائص في حوض البحر المتوسط مؤثرة على مناطقها في أشهر الشتاء، حيث يزداد ١٦٠ – ١٧٣).

تم الحصول على البيانات المناخية لكميات الامطار لمحطة الارصاد الجوية سرت من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس، وهذه المحطة هي المحطة الرئيسية والوحيدة في منطقة سرت، وتقع في مركز المدينة بالقرب من شاطئ البحر، وترتفع عن مستوى سطح البحر بـــ ١٣ متراً، أما فلكياً فتقع على خط العرض ٣١,١٢ شمالاً وعلى خط الطول ١٦,٣٥ شرقاً (أبو غرسة، بدون تاريخ: ١٣٨).

شكل (١) خريطة ليبيا مبيناً عليها منطقة الدراسة



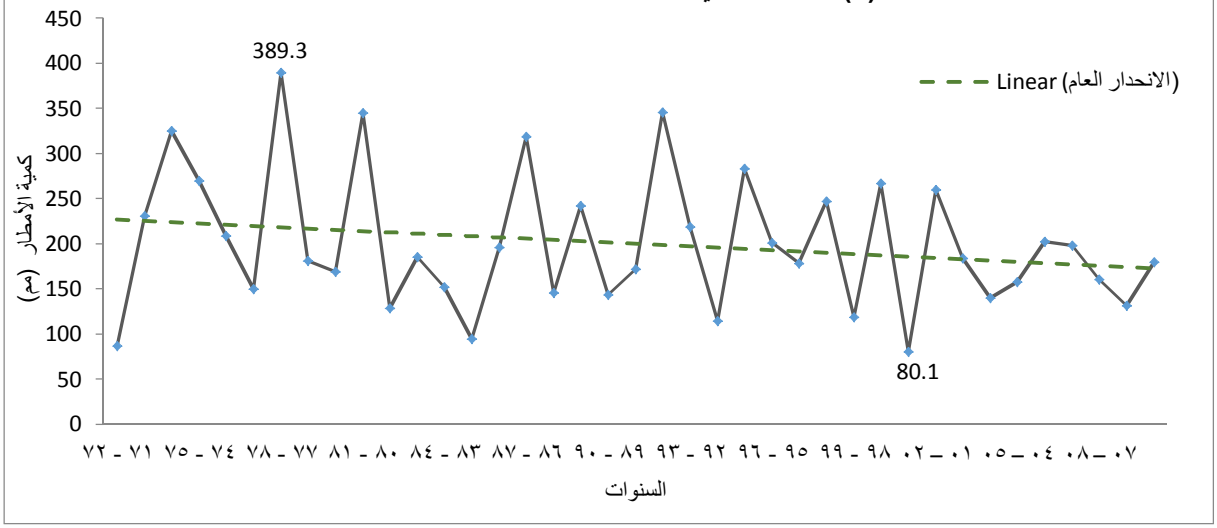
المناقشة والنتائج:

أولاً أثر التغير المناخي على المجموع السنوي للأمطار بمنطقة سرت:

استخدم في هذا البحث كميات الأمطار الشهرية لتحديد طبيعة الاتجاه العام في المعدلات السنوية والفصلية للأمطار بمنطقة سرت للفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠ ومن ثم تطبيق أكثر من طريقة إحصائية لقياس وتحديد الاتجاه العام، أظهرت تلك الطرق مجموعة من النتائج أهمها:

١- من خلال الشكل (٢) يظهر المسار السنوي في كمية الأمطار بالمنطقة والذي يوضح شذوذاً من سنة لأخرى وبشكل واضح، فقد بلغت أعلى كمية أمطار خلال مدة الدراسة في السنة المطرية 1977 – 1978 إذ بلغت 389.3 مم، في حين بلغت أدنى كمية للأمطار ٨٠,١ مم خلال السنة المطرية ٢٠٠٠ – ٢٠٠١ بفارق بلغ ٣٠٩,٢ مم بينهما، وقد شهدت السنوات التي تلت تلك السنة المطرية ١٩٩١ – ١٩٩٢ انخفاضاً في كمية الأمطار كثيراً مما انعكس على الاتجاه العام في كمية الأمطار وبشكل واضح كما هو واضح في المسار السنوي للمحطة مما يعني أن اتجاه الأمطار في المحطة يتجه نحو الانخفاض عن المعدل العام.

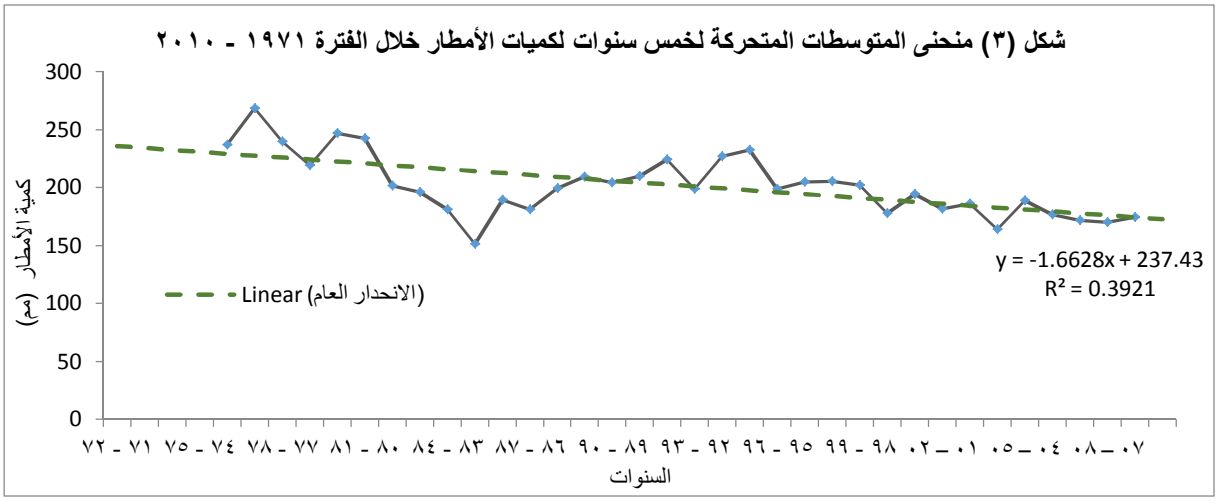
شكل (٢) المعدل السنوي لكمية الأمطار خلال الفترة ١٩٧١ - ٢٠١٠



٢- بلغ المعدل السنوي العام للأمطار (٢٠٠ مم)، ويظهر خلال العمليات الإحصائية الناتجة عن تطبيق معادلة الاتجاه العام[١] لمنحنى المتوسطات المتحركة لخمس سنوات كما هو مبين بالشكل (٣) والبيانات الواردة بالجدول (١)، أن هناك اتجاهاً نحو التناقص للمعدلات السنوية للأمطار بالمنطقة بلغ (1.663- مم)، أما على مستوى الفترة كاملة فقد بلغت نسبة التناقص (64.849- مم).

جدول (١) بعض النتائج الإحصائية لمعدلات الأمطار خلال الفترة ١٩٧١ - ٢٠١٠

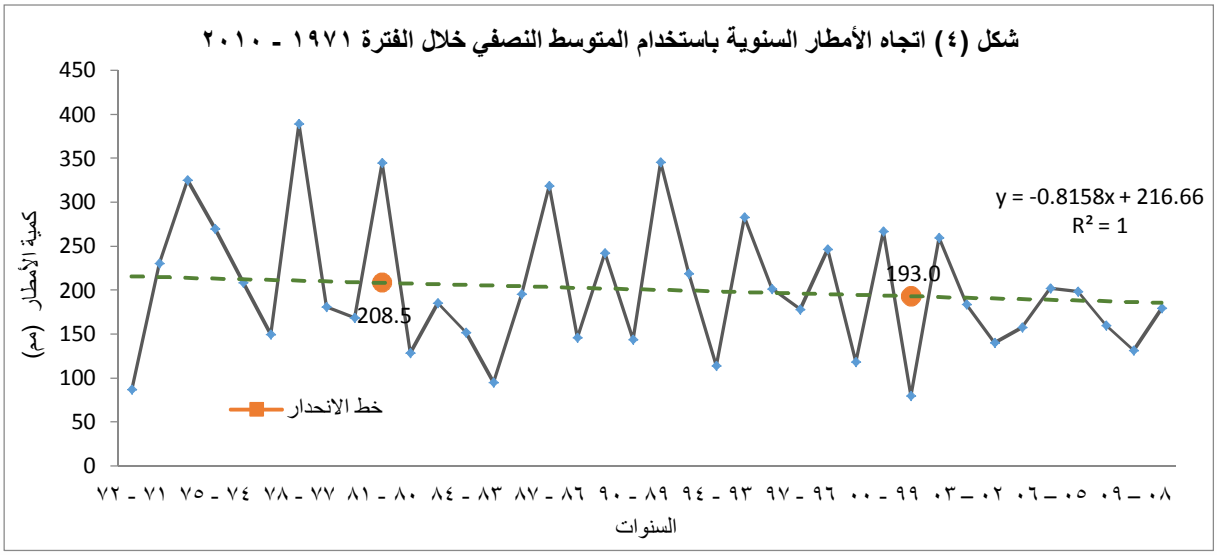
الفترة المناخية	المعدل Mean	الانحراف عن المعدل	الانحراف المعياري StDev	معامل الاختلاف CoefVar	Y	R^2	التغير خلال الفترة كاملة
1971 - 2010	200		٧٥,٥	٣٧.٣٧	٦٦٣-1.	392٠,	٨٤٩.٦٤-
1971 - 1990	٢٠٨,٥	8.5	٨٦,٤	٤١,٤٤	-2.436	0.0252	-46.276
1991 - 2010	١٩٣	-7	٦٦,٢	٣٤,٣٢	-4.655	0.1564	-88.443

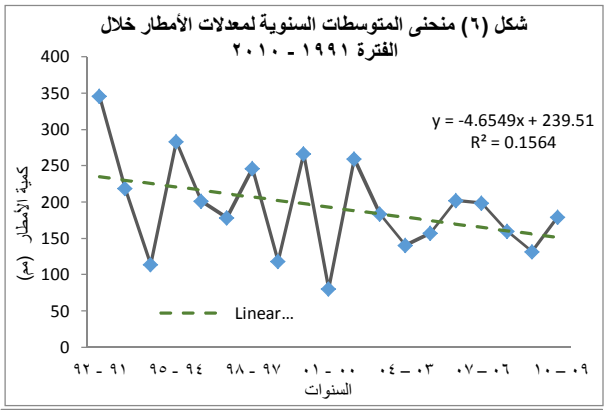


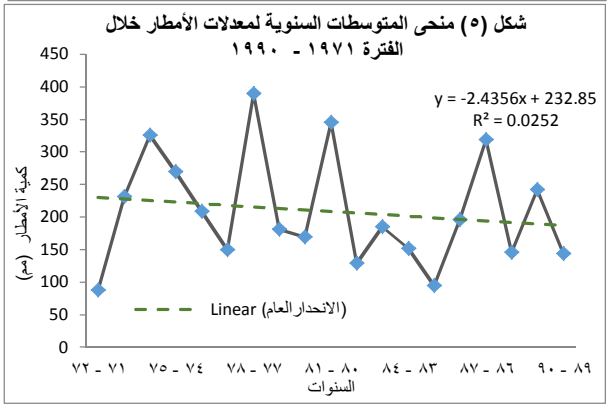
(١) يعد **الاتجاه العام** أحد عناصر السلسلة الزمنية – في علم الإحصاء – التي تدرس التغيرات التي تطرأ على بعض الظواهر الجغرافية، ويتضح في السلسلة على شكل خط ترسمه قيم الظاهرة (كالأمطار)، بسبب ما يحدث لها من تغيرات خلال مدة طويلة من الزمن (صفوح، ١٩٩٠: ٤٣٤)، ومعرفة الاتجاه العام للأمطار يعطي معلومة واضحة عن اتجاه كميات الأمطار خلال تلك المدة سواء نحو الزيادة أم نحو النقصان.

٣- بالمقارنة بين معدلات الأمطار بين فترتين متساويتين ومن خلال دراسة **المتوسط النصفي** لفترتي الدراسة يتبين أن هناك اتجاهاً لتناقص الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة (١٩٧١ – ١٩٩٠) و (١٩٩١ – ٢٠١٠) كما هو موضح بالجدول السابق (١)، يمكننا أن نلمس وجود اتجاه عام في التناقص لكميات الأمطار بين المعدلين يصل إلى (15.5- مم)، كما هو مبين بالشكل (٤)، حيث بلغ متوسط الفترة الأولى (٢٠٨,٥ مم)، بينما سجل متوسط الفترة الثانية (١٩٣ مم)، كما يلاحظ أن معدل التغير في التناقص لكميات الأمطار يرتفع خلال الفترة الثانية ليصل إلى (4.655- مم)، بينما ينخفض خلال الفترة الأولى ليصل إلى (2.436- مم) بفارق (2.219- مم) بين الفترتين كما هو موضح بالشكلين (٥ – ٦).

شكل (٤) اتجاه الأمطار السنوية باستخدام المتوسط النصفي خلال الفترة ١٩٧١ - ٢٠١٠







٤- لقد كشفت الطرق الإحصائية المستخدمة بالبحث وذلك من خلال استخراج انحراف القيم عن معدلها السنوي وذلك كما مثبت بالجدول (٢) إلى وجود اتجاه للتناقص في كميات الأمطار السنوية بالمنطقة مما انعكس على عدد السنوات الرطبة التي تكون فيها الأمطار أعلى من المعدل، فقد بلغ عدد السنوات التي سقطت فيها الأمطار أقل من المعدل ٢٢ سنة بنسبة ٦٠% من فترة الدراسة، وهي أكثر من السنوات التي سجلت أكثر من المعدل إذ بلغت ١٨ سنة فقط ٤٠% فقط، فزيادة السنوات الجافة يعد دليلاً على تناقص الأمطار بمنطقة الدراسة. أما خلال فترتي الدراسة فنلاحظ أن النتائج المبينة في الجدول تتفق إلى حد كبير مع النتائج التي تم التوصل إليها في الطرق السابقة حيث يلاحظ أن نسبة الأمطار في السنوات ذات المجموع السنوي الأعلى من المعدل في الفترة الثانية تقل في المحطة لتصل إلى ٤٠%، كما أن نسبة السنوات التي تقل عن المعدل ترتفع لتصل إلى ٦٠%.

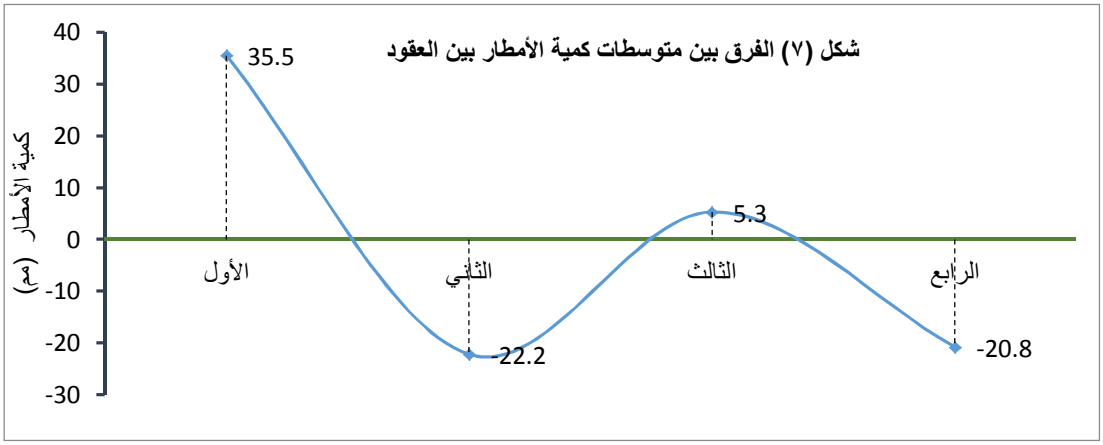
جدول (٢) عدد الانحرافات السالبة والموجبة لمعدلات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠

الفترة	الانحراف السالب	النسبة %	الانحراف الموجب	النسبة %
١٩٧١ – ٢٠١٠	٢٢	٥٥	١٨	٤٥
١٩٧١ – ١٩٩٠	١٠	٥٠	١٠	٥٠
١٩٩١ – ٢٠١٠	١٢	٦٠	٨	٤٠

٥- أما إذا قسمت فترة الدراسة إلى عقود ١٠ سنوات كل عقد نلاحظ من خلال الجدول (٣) والشكل (٧) الموضح له أن هناك تناقصاً واضحاً في كميات الأمطار بين العقود باستثناء الفرق بين العقد الثالث والقاني الذي سجل ارتفاعاً في كميات الأمطار بلغ ٣٣,١ مم، في حين بلغ الفرق بين العقد الرابع والأول (55.6- مم)، و (47.6- مم) بين العقد الثاني والأول.

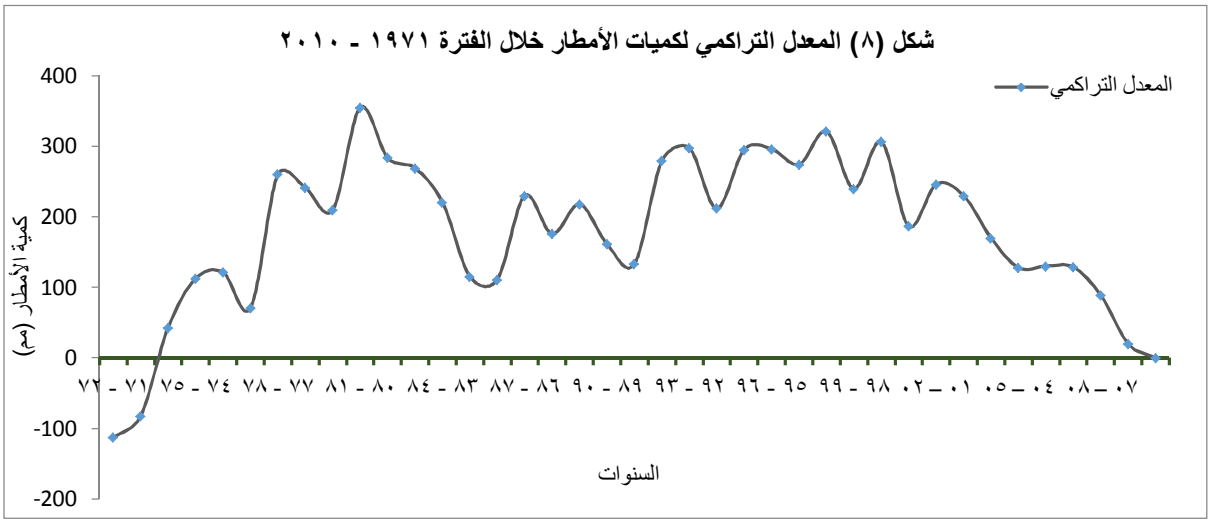
جدول (٣) المعدلات السنوية للأمطار خلال العقود والفرق بينها وبين المتوسط العام خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠

العقد	المتوسط	المتوسط السنوي	الفرق بين متوسط العقد والمتوسط السنوي
الأول من السنة المائية ١٩٧١ – ١٩٧٢ إلى ١٩٨٠ – ١٩٨١	235.5	200	35.5
الثاني من السنة المائية ١٩٨١ – ١٩٨٢ إلى ١٩٩٠ – ١٩٩١	177.8	200	-22.2
الثالث من السنة المائية ١٩٩١ – ١٩٩٢ إلى ٢٠٠٠ – ٢٠٠١	205.3	200	5.3
الرابع من السنة المائية ٢٠٠١ – ٢٠٠٢ إلى ٢٠٠٩ – ٢٠١٠	179.2	200	-20.8



٦- من خلال التحليل الإحصائي لكميات الأمطار خلال فترة الدراسة والمبين بالجدول السابق (١) نلاحظ أن قيمة الانحراف المعياري لكميات الأمطار خلال هذه الفترة١٩٧١ – ٢٠١٠ بلغت (٧٥,٥ مم)، وهذا ما يؤكده ارتفاع قيمة معامل التفسير R^2 البالغ (٠,٣٩٢)، في حين سجلت نسبة التذبذب أو ما يعرف بـــ معامل الاختلاف (٣٧,٧٣ %) بمعنى أن هناك تذبذباً مناخياً كبيراً وكثير الحدوث لكميات الأمطار بالمنطقة، أي أن التذبذب في كميات الأمطار لا يتخذ نسقاً معيناً. أما بالنسبة للمقارنة بين فترتي الدراسة فنلاحظ أن قيمة الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف ترتفع خلال الفترة الأولى وهذا ما يدل على زيادة التشتت والتذبذب خلالها مقارنة بالفترة الثانية.

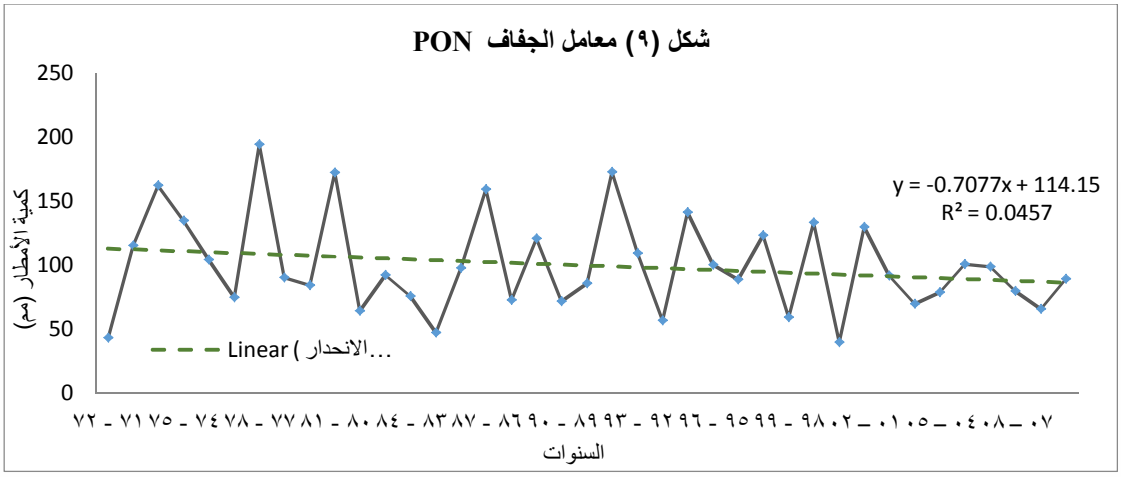
٧- تؤكد نتائج تحليل **الفروقات المجمعة** النتائج التي توصل اليها المتوسطات المتحركة شكل (٨) والذي من خلاله يمكن القول بأن هناك اتجاهاً لتناقص المجموع السنوي للأمطار بمنطقة الدراسة، وكان ذلك واضحاً بداية فترة الدراسة وخلال منتصف الثمانينيات ومع بداية الألفية وإن تخللها فترات من الزيادة كما هو الحال في بداية الثمانينيات والتسعينيات ونهاية التسعينيات.



٨- لتقييم حالة الجفاف لمحطة سرت باستخدام **Percent of normal Index**، ومن خلال الجدول (٤) والشكل (٩) الموضح للسلسلة الزمنية لدليل الجفاف PON بالنسبة للنظام السنوي لمحطة سرت نجد أن السنوات (١٩٧١ – ١٩٧٩ – ١٩٨٢ – ١٩٨٤ – ١٩٨٥ – ١٩٨٧ – ١٩٨٩ – ١٩٩٠ – ١٩٩٢ – ١٩٩٦ – ٢٠٠٠ – ٢٠٠٢ – ٢٠٠٤ – ٢٠٠٧ – ٢٠٠٩ – ٢٠١٠) يقل فيها الـ PON عن ٨٥% عن المتوسط السنوي والتي تعد سنوات جافة تحت المعدل الطبيعي (Below normal) وبلغت نسبتها 38.46% خلال الفترة كاملة، بينما يرتفع هذا المعدل خلال الفترة الأولى ليصل إلى ٤٢,١١% ، وينخفض خلال الفترة الثانية بمعدل ٣٦,٨٤%، أما السنوات التي تقع ضمن المعدل الطبيعي (Near normal) (٨٥% – ١١٥%) فهي تمثل ٣٠,٧٧% خلال الفترة كاملة بينما يقل ليصل إلى ٢١,٠٥% خلال الفترة الأولى ويسجل ٣٦,٨٤% خلال الفترة الثانية، أما السنوات التي تتعدى ١١٥% أي فوق المعدل (Above normal) فيلاحظ أن الفترة الأولى تسجل أعلى نسبة ٣٦,٨٤% بينما يقل خلال الفترة الثانية ٢٦,٣٢%، أما كمعدل عام خلال الفترة كاملة فتصل نسبته إلى ٣٠,٧٧%، وهذا ما يؤكده خط الاتجاه العام لمعامل الجفاف الذي يشير إلى أن المنطقة تؤول إلى أن تكون جافة بمعدل (0.7077- مم سنوياً).

جدول (٤) حالة الجفاف لمحطة أرصاد سرت خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠ وفترتي الدراسة

الفترة	جافة تحت المعدل الطبيعي (Below normal)	طبيعي المعدل الطبيعي (Near normal)	فوق الطبيعي فوق المعدل (Above normal)
الفترة كاملة ١٩٧١ – ٢٠١٠	%٣٨,٤٦	%٣٠,٧٧	%٣٠,٧٧
الفترة الأولى ١٩٧١ – ١٩٩٠	%42.11	%21.05	%36.84
الفترة الثانية ١٩٩١ – ٢٠١٠	%36.84	%36.84	%26.32



ثانيا اثر التغير المناخي على المعدل الفصلي لكميات الامطار :

لتحديد أثر التغير المناخي على المعدل الفصلي لكميات الأمطار (الخريف، الشتاء، الربيع) تم استخدام الطرق الإحصائية التالية:

١- من خلال الجدول (٥) المبين للتحليلات الإحصائية لمعدلات الأمطار الفصلية يتبين أن فصل الشتاء يسجل أعلى المتوسطات الفصلية السنوية لكميات الأمطار الساقطة خلال فترة الدراسة بلغت (١٠٩,٨ مم)، بانحراف معياري بلغ (٥٦,٦٣ مم)، بينما بلغ معامل الاختلاف (٥١,٥٩%)، وتأتي أمطار الخريف بالمرتبة الثانية بمعدل (٦٣,٢ مم) بمعدل

انحراف معياري بلغ (٥٣,٩٩ مم)، بينما يسجل معامل الاختلاف (٨٥,٤٧%) وهي متقاربة جداً بفصل الربيع، أما بالنسبة لمعدل أمطار الربيع فقد بلغت (٢٤,٦ مم) غير أنها تسجل أقل انحراف معياري بلغ (٢١,٠٨ مم).

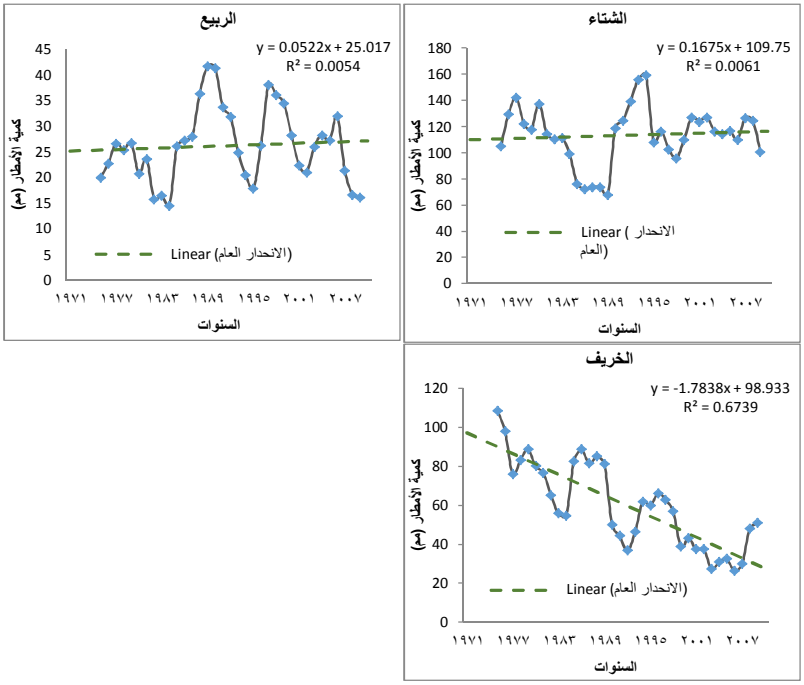
جدول (٥) بعض التحليلات الإحصائية لكميات الأمطار خلال الفصول

الفصل	المتوسط في كمية الامطار	الانحراف المعياري StDev	معامل الاختلاف CoefVar	Y	R	التغير خلال الفترة كاملة
الشتاء	١٠٩,٨	٥٦,٦٣	٥١,٥٩	0.168	0.006	5.863
الربيع	٢٤,٦	٢١,٠٨	٨٥,٧٥	0.052	0.005	1.827
الخريف	٦٣,٢	٥٣,٩٩	٨٥,٤٧	−1.784	0.674	−62.433

٢- تشير منحنيات **المتوسطات المتحركة وتحليل الانحدار** للمعدل الفصلي لكميات الأمطار على وجود اتجاه للتناقص للمعدل الفصلي لكميات الأمطار بمنطقة الدراسة خلال فصل الخريف بلغ (1.784- مم سنوياً)، غير أن هذا التناقص يتباين زمنياً حيث تسجل تناقص واضح إلى سنة ١٩٨٤ ثم يعود للارتفاع مرة أخرى لنهاية العقد الثمانينيات، ثم يعود لتتناقص مع بداية التسعينيات إلى ١٩٩٢، وما تلبث أن ترجع كميات الأمطار للارتفاع حتى منتصف التسعينيات وتعود مرة أخرى للانخفاض وهذه تطول الفترة حتى ٢٠٠٦ لتعود مرة أخرى للارتفاع من جديد كما هو موضح بالشكل (١٠)، في حين أظهر منحى المتوسطات المتحركة وتحليل الاتجاه العام للانحدار للمعدل الفصلي لكميات الأمطار لفصلي الشتاء والربيع كما هو موضح بالشكلين (١١ - ١٢) اتجاهاً نحو الزيادة وإن كانت بسيطة (٠,١٦٨ - ٠,٠٥٢ مم سنوياً) على التوالي، غير أنها تتخللها بعض الفترات التي تظهر اتجاهاً نحو التناقص كما هو الحال خلال عقد الثمانينيات خلال الشتاء، في حين تراوحت نسبة التباين المفسر R^2 للشتاء والربيع على التوالي بين ٠,٠٠٦ - ٠,٠٠٥ مما يعني وجود تفسير ضئيل لنموذج الانحدار لكميات الأمطار الفصلية في منطقة الدراسة كما هو مبين بالجدول السابق (٥).

الأشكال (١٠ – ١١ – ١٢)

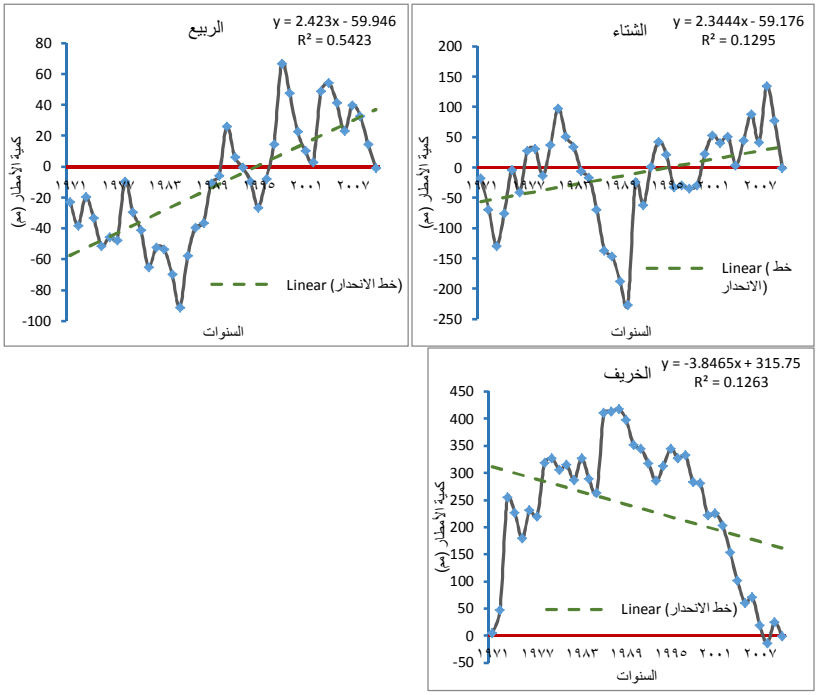
منحنى المتوسطات المتحركة لخمس سنوات خلال فصول السنة ١٩٧١ – ٢٠١٠



٣- تظهر نتائج تحليل السلاسل الزمنية **للفروقات المتجمعة** الأشكال (١٣ – ١٤ – ١٥)، اتجاهاً للتناقص في المعدلات الفصلية لكميات الأمطار في منطقة سرت، فقد سجلت المعدل الفصلي لأمطار الخريف اتجاهاً للتناقص خلال العقدين الأخيرين من الدراسة. حيث تعد سنة ١٩٨٨ نقطة التحول في اتجاه منحنى الفروقات المتجمع نحو تناقص أمطار الخريف والذي استمر الى نهاية فترة الدراسة وقد بلغ معدل التناقص (3.847- مم)، أما المنحنى التراكمي للمعدل الفصلي لأمطار الشتاء فقد أظهر اتجاهاً للزيادة بشكل واضح باستثناء الفترة الممتدة ما بين ١٩٨٥ – ١٩٩٠ التي تظهر اتجاهاً نحو التناقص بشكل واضح، أما خلال الربيع فيكون التذبذب كبير جداً في المعدل التراكمي لكميات الأمطار خلاله.

الأشكال (١٣ – ١٤ – ١٥)

الفروقات المتجمعة للأمطار خلال فصول السنة ١٩٧١ – ٢٠١٠



٤– من خلال الجدول (٦) نلاحظ أن كل الفصول تسجل قيمة أعلى في الانحرافات السالبة، حيث يسجل فصل الربيع أعلى قيمة بلغت ٦٠%، بينما تتساوى هذه القيمة خلال فصلي الشتاء والخريف بنسبة ٥٧,٥%، كما يلاحظ أن فصل الشتاء يسجل أقل عدد سنوات جافة حسب مؤشر pon ١٩ سنة بنسبة ٤٧,٥%، بينما تتساوى عدد السنوات خلال فصلي الربيع والخريف ٢٢ سنة بنسبة ٥٥%، أما بالنسبة لعدد السنوات الرطبة فتصل إلى ٨ سنوات خلال الشتاء والخريف في حين تسجل ٣ سنوات فقط خلال الربيع، أما الفوق الرطبة يسجل الربيع أعلى نسبة تصل ١٥ سنة، و ١٣ سنة خلال الشتاء و ١٠ سنوات في الخريف.

جدول (٦) الانحرافات السالبة والموجبة ومؤشر الجفاف PON خلال الفصول خلال الفترة ١٩٧١ - ٢٠١٠

الفصل	عدد سنوات الانحراف				مؤشر PON للجفاف					
	الانحراف السالب	%	الانحراف الموجب	%	جاف		رطبة		فوق الرطبة	
					عدد السنوات	%	عدد السنوات	%	عدد السنوات	%
الشتاء	٢٣	٥٧,٥	١٧	٤٢,٥	١٩	47.5	٨	20	١٣	32.5
الربيع	٢٤	٦٠	١٦	٤٠	٢٢	55	٣	7.5	١٥	37.5
الخريف	٢٣	٥٧,٥	١٧	٤٢,٥	٢٢	55	٨	20	١٠	25

٥- تظهر نتائج التباين بين فترتي الدراسة على المستوى الفصلي – كما هو مبين بالجدول (٧) – أن هناك فروقاً في المعدلات الفصلية لكميات الأمطار بين فترتي الدراسة، لصالح الفترة الأولى لفصل الخريف، حيث تناقص المعدل الفصلي لأمطار الخريف ليسجل الفرق بين المتوسطين (35.3- مم). في حين تزايد المعدل الفصلي لأمطار فصل الشتاء والربيع لصالح الفترة الثانية عن الفترة الأولى بنحو (٢٢,٦ و ٠,٥ مم) على التوالي.

جدول (٧) المتوسط الفصلي لمعدلات الأمطار خلال فترتي الدراسة والفرق بين المتوسطين

الفصل	الفترة الاولى	الفترة الثاني	الفرق بين المتوسطين
الشتاء	98.5	121.1	22.6
الربيع	24.3	24.8	0.5
الخريف	80.8	45.5	-35.3

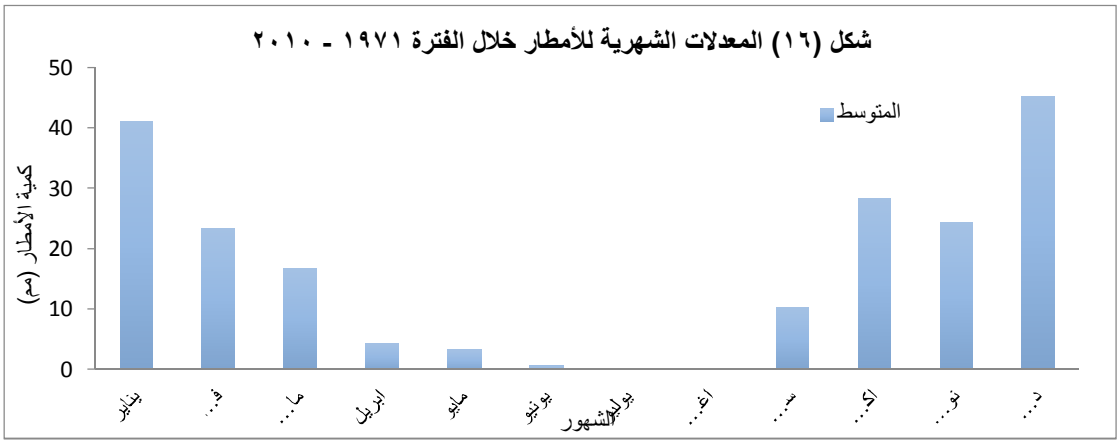
ثالثاً أثر التغير المناخي على المعدل الشهري لكميات الأمطار :

١- يبدأ هطول المطر بمنطقة الدراسة عادةً من شهر سبتمبر بكميات قليلة تتزايد مع تقدم الشهور حتى تصل إلى أعلى معدلاتها في شهر ديسمبر ويناير، ثم تأخذ في التراجع حتى تنتهي تقريباً مع نهاية شهر مايو كما هو مبين بالجدول (٨) والشكل البياني (١٦).

حيث يسجل شهر سبتمبر معدلاً عاماً يقدر بحوالي ١٠,٣٣ مم، يتزايد هذا المعدل في شهر أكتوبر ليصل إلى ٢٨,٤٥ مم ونوفمبر ٢٤,٣٩، وتبلغ قمة الأمطار بشهر ديسمبر ٤٥,٢٦ مم، وبعدها يبدأ المعدل في التراجع والانحدار ويكون بشكل بسيط في يناير إذ يقدر هذا الشهر بـــ ٤١,٢٠ مم، ثم يتراجع بشكل سريع إلى حوالي نصف هذه القيمة خلال فبراير ليصل إلى حوالي ٢٣,٣٣ مم، ويستمر بالتراجع في شهر مارس ليصل إلى ١٦,٨٢ مم، وابريل ٤,٣٦ مم، أما في شهر مايو فيصل إلى أدنى مستوياته اذ يقدر بـــ ٣,٤٠مم.

جدول (٨) المعدلات الشهرية للأمطار ومؤشرات تصنيف الشهور حسب كميات الأمطار خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠

الشهور	المتوسط	PON	المؤشر			Y	R
يناير	41.20	249.2	رطب	20.76	ممطر	0.427	0.186
فبراير	23.33	141.1	رطب	11.76	ممطر	0.746	0.469
مارس	16.82	101.7	فوق	8.48	انتقالي	0.012	0.000
ابريل	4.36	26.4	جاف	2.20	جاف	−0.016	0.003
مايو	3.40	20.6	جاف	1.71	جاف	0.057	0.017
يونيو	0.66	4.0	جاف	0.33	جاف	0.036	0.238
يوليو	0.04	0.2	جاف	0.02	جاف	0.007	0.368
اغسطس	0.16	1.0	جاف	0.08	جاف	0.010	0.125
سبتمبر	10.33	62.5	جاف	5.20	انتقالي	−0.275	0.173
اكتوبر	28.45	172.1	رطب	14.34	ممطر	−0.831	0.359
نوفمبر	24.39	147.5	رطب	12.29	ممطر	−0.678	0.497
ديسمبر	45.26	273.8	رطب	22.81	ممطر	−1.006	0.403



٢- إن هذا النظام ليس ثابتاً خلال كل السنوات بل إنه يختلف من سنة لأخرى ومن شهر لأخر داخل السنة، فعلى سبيل المثال سجل شهر سبتمبر متوسطات أمطار متدنية تصل إلى درجة (الصفر مم) مثلما هو الحال من الفترة ١٩٨٠ إلى الفترة ١٩٨٣ وكذلك في الفترة ١٩٩٢ – ١٩٩٤، في المقابل سجل نفس الشهر في فترات أخرى متوسطات شهرية عالية تفوق الـــ ٣٠ مم كما هو الحال خلال الفترات ١٩٧٧ – ١٩٩١ – ٢٠٠٢ بل تفوق الـــ ١٠٠ مم كما هو سنة ١٩٨٦ وهذا ينطبق على كل الشهور المطيرة دون استثناء.

٣- كما يلاحظ أن قمة المطر ليس لها موعد أو شهر ثابت على الرغم من أنه في غالب السنوات يسجل شهر ديسمبر قمة الأمطار السنوية حيث سجل ٣٧,٥% من الحالات، ولكن في سنوات أخرى تكون قمة المطر في شهر يناير حيث سجلت ٢٢,٥% أما أقل الشهور تسجيلاً لقمة المطر فهما شهري فبراير و سبتمبر ٥% فقط،، بينما في سنوات أخرى قد تكون في شهر نوفمبر أو اكتوبر أو فبراير.

أما على مستوى الفصول فيسجل الشتاء ٦٥% من عدد تكرارات التي تستحوذ على قمة الأمطار، ويليه الخريف بنسبة ٢٧,٥% و ٧,٥% فقط للربيع كما هو مبين بالجدول (٩).

جدول (٩) عدد تكرارات والنسبة المئوية لقمة الأمطار خلال الشهور خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠

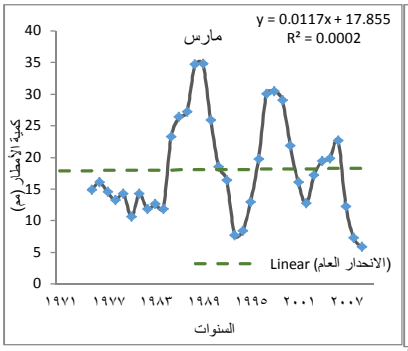
الشهور	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس
التكرار	٢	٦	٣	١٥	٩	٢	٣
النسبة	٥	١٥	٧,٥	٣٧,٥	٢٢,٥	٥	٧,٥

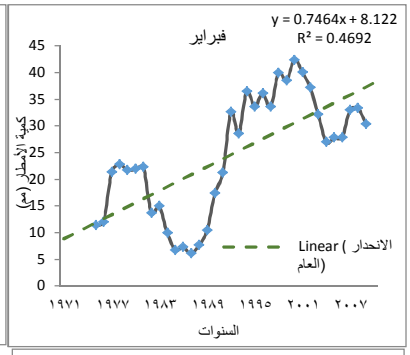
٤- تقسم شهور السنة الى ثلاثة أصناف، هي شهور ممطرة وانتقالية وجافة، ويعد الشهر ممطراً إذا كان معدل مطره أكثر من ١٠% من المعدل السنوي للأمطار، وانتقالياً إذا تراوحت نسبة معدل أمطاره ما بين ٥ – ١٠%، وجافاً إذا كانت النسبة في معدل أمطاره أقل من ٥% من المعدل السنوي للأمطار (الشيباني ١٥٣ عند الصول ١١٢)، وبناء على ذلك تم إعداد الجدول السابق (٨) الذي يبين عدد الشهور الممطرة والانتقالية والجافة وفق بيانات الأمطار بمحطة سرت للأرصاد، ومنه يمكن استخلاص أن السنة تنقسم إلى ٥ شهور ممطرة ابتداءً من أكتوبر وحتى فبراير، و٥ شهور جافة تمتد من ابريل إلى نهاية أغسطس، مع وجود شهرين فقط انتقاليين هما مارس وسبتمبر.

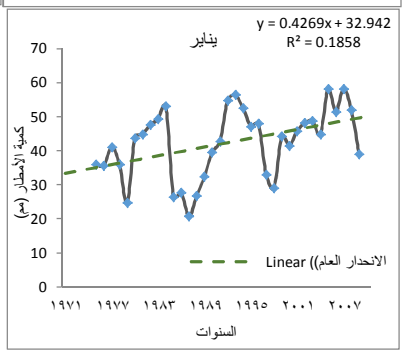
٥- تشير منحنيات **المتوسطات المتحركة لخمس سنوات وتحليل الانحدار** للمعدلات الشهرية لشهور السنة المطرية لكميات الأمطار على وجود اتجاه للتناقص للمعدل الشهري لكميات الأمطار بمنطقة الدراسة خلال شهور الخريف (سبتمبر – أكتوبر – نوفمبر) بلغ (0.275-) (0.831-) (0.678-) مم على التوالي، أما شهر ديسمبر فيعد أكثر الشهور في التغير باتجاه التناقص بلغ (1.006- ملم)، ويعد شهر أبريل أقلها تغيراً حيث سجل (0.016- ملم)، أما بقية الشهور فهي تتجه نحو الزيادة في معدلاتها كما هو مبين بالجدول السابق (٨) والأشكال (١٧ – ١٨ – ١٩ – ٢٠ – ٢١ – ٢٢ – ٢٣ – ٢٤ – ٢٥).

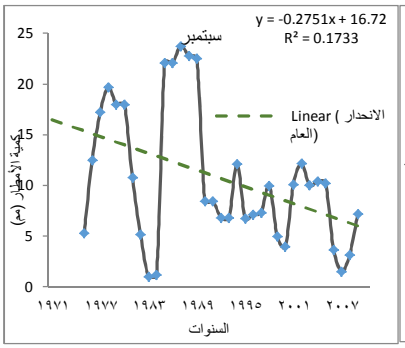
الأشكال من (١٧ – ٢٥)

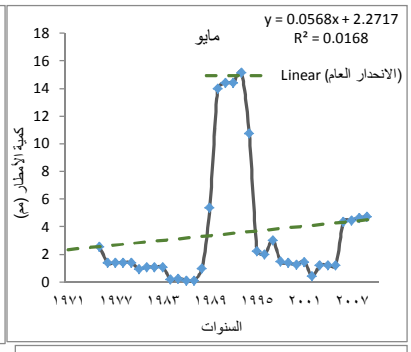
منحنى المتوسطات المتحركة لكميات الأمطار خلال شهور السنة المطيرة خلال الفترة ١٩٧١ –٢٠١٠

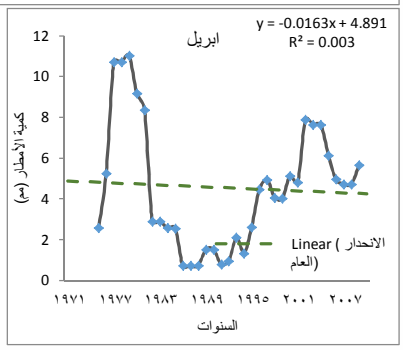


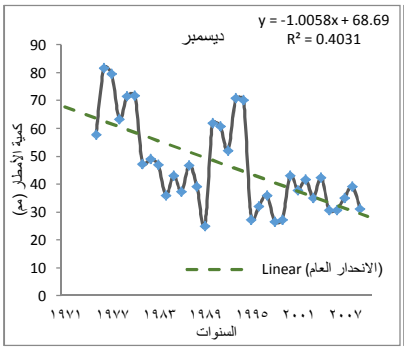


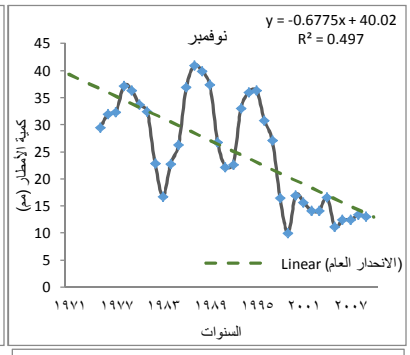


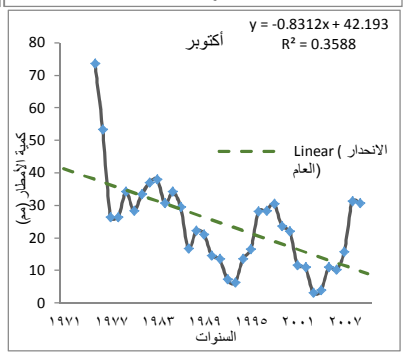












٦- من خلال نتائج التحليل الإحصائي المثبتة بالجدول (١٠) يلاحظ أن شهر ديسمبر يسجل أعلى المتوسطات الفصلية السنوية لكميات الأمطار الساقطة خلال فترة الدراسة بلغ (٤٥,٢٦ مم)، بينما يسجل شهر مايو أقل متوسط بلغ (٣,٤ مم)، أما بالنسبة لأعلى معدل شهري لكمية الأمطار فهو شهر ديسمبر بلغ ٢٢٠,٩ مم، ويليه شهر أكتوبر بـــ ٢٠١٥,٧ مم بالرغم من أن معدله الشهري ٢٨,٤٥ مم فقط، ويأتي شهر أبريل بأقل كمية مطلقة للأمطار بلغت ٢٧,٣ مم. أما بالنسبة للانحراف المعياري فقد سجل شهر ديسمبر أعلى قيمة بلغت (٤٩,٧٩ مم)، بينما سجل أبريل أقل انحراف معياري بلغ (٦,٤٧ مم)، أما بالنسبة للتحليل الإحصائي لمعامل الاختلاف شهري مايو وسبتمبر سجلا أعلى نسبة بلغت (٢٣٤,١٥ ، ١٨٢,٢٢%) على التوالي، بينما سجل فبراير أقل نسبة في معامل الاختلاف بلغت (٧٧,٣٨%).

جدول (١٠) نتائج التحليل الإحصائي لمعدلات الأمطار الشهرية خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠

الشهور	الانحراف المعياري StDev	معامل الاختلاف CoefVar	أقل قيمة	أعلى قيمة
يناير	32.40	78.64	1.00	154.30

الشهور	الانحراف المعياري StDev	معامل الاختلاف CoefVar	أقل قيمة	أعلى قيمة
فبراير	18.05	77.38	0.00	61.90
مارس	18.43	109.58	0.00	68.70
ابريل	6.47	148.22	0.00	27.30
مايو	7.96	234.15	0.00	43.30
يونيو	1.945	293.62	٠0.0	٦٠8.
يوليو	0.2530	632.46	0.00	٠1.6
اغسطس	0.952	568.53	٠0.0	6.0
سبتمبر	18.81	182.22	0.00	104.50
اكتوبر	41.30	145.19	0.00	215.70
نوفمبر	21.81	89.43	0.00	74.50
ديسمبر	49.79	110.01	0.00	220.90

أهم النتائج

١- تناقص كميات الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠ بمقدار (1.66- مم) أما خلال فترتي الدراسة فنلاحظ أن الفترة الثانية ترتفع فيها معدل التناقص ليصل إلى (4.66- مم).

٢- يظهر أثر التغير المناخي على الاتجاه العام لمجموع الأمطار السنوي بالمنطقة بشكل واضح بعد التسعينيات من القرن الماضي، حيث بدأ الاتجاه نحو التناقص وإن كان الاتجاه غير واضح، كما يمكننا أن نلمس وجود اتجاه عام في التناقص لكميات الأمطار بين المعدلين يصل إلى (15.5- مم)وهذا ما أكدته الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة.

٣- بلغ عدد السنوات التي سقطت فيها الأمطار أقل من المعدل ٢٢ سنة بنسبة ٦٠% من فترة الدراسة، بينما بلغت السنوات التي سجلت أكثر من المعدل ١٨ سنة فقط ٤٠% فقط، كما تزايدت عدد السنوات الجافة على حساب السنوات الرطبة بنحو ١٥ سنة جافة (٣٨,٤٦%) مما يدلل على التناقص للأمطار في المنطقة. يعتبر مؤشر على تغير مناخ المنطقة.

٤- ظهور اتجاه لتزايد الأمطار الفصلية في منطقة الدراسة للفترة ١٩٧١ – ٢٠١٠ خلال فصلي الشتاء والربيع بمعدل (٠,١٧ و ٠,٠٥٢ مم على التوالي)، كما ظهر اتجاه واضح لتناقص المعدل الفصلي لأمطار فصل الخريف خلال نفس فترة الدراسة بلغ (1.784- مم).

٥- أن السنة تنقسم إلى ٥ شهور ممطرة ابتداءً من أكتوبر وحتى فبراير، و٥ شهور جافة تمتد من ابريل إلى نهاية أغسطس، مع وجود شهرين فقط انتقاليين هما مارس وسبتمبر.

٦- تشير نتائج تحليل **الانحدار** للمعدلات الشهرية لشهور السنة المطرية لكميات الأمطار على وجود اتجاه للتناقص للمعدل الشهري لكميات الأمطار بمنطقة الدراسة خلال شهور الخريف، أما بقية الشهور فهي تتجه نحو الزيادة في معدلاتها.

مصادر البحث:

١- أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٩٥): أصول الجغرافيا المناخية، دار النهضة العربية، بيروت.

٢- أبو غرسة، التهامي مصطفى (بدون تاريخ): القيمة الفعلية للمطر والموازنة المائية في منطقة سرت، مجلة كلية الآداب، العدد الخامس.

٣- أقويدر، عبد السلام محمد علي وآخرون (٢٠١٤): تقييم حالة الجفاف لبعض المناطق في الجزء الشمالي من ليبيا (شمال برقة) باستخدام Percent of normal Index ، مجلة International Journal for Environment & Global Climate Change المجلد (١٢) العدد (٢).

٤- السبيعي، بشير عبد الله بشير (٢٠٠٩): تأثير التغير الوظيفي على مورفولوجية مدينة سرت ١٩٨٨ – ٢٠٠٦ " دراسة في جغرافية المدن " رسالة ماجستير ، جامعة التحدي سرت كلية الآداب والتربية قسم الجغرافيا.

٥- سليم، علي مصطفى (٢٠١٦): التأثير المحتمل للتغير المناخي على كميات الأمطار في منطقة مصراتة، مجلة جامعة سرت العلمية، العلوم الإنسانية، مجلة علمية محكمة تصدر نصف سنوية عن جامعة سرت، المجلد (٦) العدد (٢) ديسمبر.

٦- سليم، علي مصطفى (٢٠١٦): التغير المناخي وأثره على درجة الحرارة الصغرى في شمال غرب ليبيا خلال الفترة من ١٩٦١ – ٢٠١٠، رسالة دكتوراة (غير منشورة)، عمان، الجامعة الأردنية، الأردن.

٧- شحادة، نعمان (١٩٩١): الاتجاهات العامة للأمطار في الأردن، مجلة دراسات، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن المجلد (٥) العدد (١).

٨- شحادة، نعمان (٢٠٠٩): علم المناخ، ط١، عمان: دار الصفاء.

٩- شرف، عبد العزيز طريح (١٩٥٨): مشكلة الأمطار في ليبيا، مجلة كلية الآداب والتربية، الجامعة الليبية، المجلد (١)، بنغازي، ليبيا.

١٠- الشيباني، معمر حسين (٢٠٠٤): الأمطار وأثرها على الموارد المائية والزراعية بشمال غرب ليبيا، ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الفاتح.

١١- صفوح، خير (١٩٩٠): البحث الجغرافي – مناهجه وأساليبه – دار المريخ للنشر، الرياض.

١٢- الصول، أبوبكر علي سليمان (٢٠٠٧): التذبذب والتباين في معدلات الأمطار بشعبية مصراتة وإمكانية استغلالها، ماجستير جامعة السابع من ابريل، كلية الآداب قسم الجغرافيا.

١٣- عنانبة، صباح (٢٠١١): التأثير المحتمل للتغير المناخي على امطار الشتاء في الأردن، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

١٤- المعموري، بد جدوع أحمد، و أحمد، ضياء صائب (٢٠١٦): تحديد مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل كمية الأمطار في العراق، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد (٢٧) العدد (١).

١٥- مقيلي، أمحمد عياد (١٩٩٥): المناخ، تحرير الهادي مصطفى أبو لقمة وسعد خليل القزيري، الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، ط١، سرت، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع.

١٦- المهدوي، محمد المبروك (١٩٩٨): جغرافية ليبيا البشرية، المنشأة الشعبية للنشر والتوزيع والإعلان، ط٣، بنغازي.

١٧- موسى، عبد الحفيظ عبد الرحمن وآخرون (٢٠١٢): اتجاهات التغير في كميات الأمطار وأثرها على الموارد المائية في إقليم الجبل الأخضر – ليبيا ، International journal for environment and water .

١٨- موسى، على حسن (١٩٨٥): التغيرات المناخية، دار الفكر، دمشق.

19- www.IPCC.Com.IPCC,2001.

20- IPCC, Report (2007): The Fourth Assessment Report .(AR4), http:/www.ipcc.ch/,March 14,2008.

21- Lionello. p , and, Giorgi. f , (2007): ,Winter precipitation and cyclones in the Mediterranean region: future climate scenarios in a regional.

22- Karas ,J,(2007): Climate Change and Mediterranean Region. http:/www.greenpeace.org/.../climate-change-and-the-mediter.