

دراسة مناخية للأمطار فوق المملكة العربية السعودية

إعداد

د / مطيرة خويتم المطيري

جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن - كلية الآداب -
قسم جغرافيا - الرياض - المملكة العربية السعودية

المستخلص:

في هذا البحث تم دراسة ميل ومسلك كمية الأمطار وتغيرها فوق المملكة العربية السعودية. وقد وجد أن أعلى قيم لمعامل التغير في الأمطار ظهرت في فصل الصيف بينما أقل قيم كانت في فصل الشتاء. وبصفة عامة فإنه قد وجد أن معامل التغير في الأمطار في فصل الربيع دالة في خطوط العرض حيث وجد أنه يتناقص تدريجياً من المحطات الشمالية إلى المحطات الجنوبية في المملكة. وقد وجد أن أعلى قيم لمعامل التغير في فصل الربيع تظهر فوق المنطقة الشرقية للمملكة بينما أقل قيم كانت فوق المحطات الجبلية. ووجد أيضاً أن أعلى قيم لمعامل التغير في فصل الخريف ظهرت فوق شرق المنطقة الوسطى من المملكة. وقد أوضح تحليل ميل ومسلك الأمطار لمحطات المملكة أنه توجد زيادة في كمية الأمطار بوجه عام خلال الفترة الممتدة من ١٩٩٢ حتى ١٩٩٦م على كل المحطات وأن القيم العظمى لهذه الزيادة كانت حول عام ١٩٩٧م.

١. المقدمة

تختلف كمية سقوط الأمطار على المملكة العربية السعودية من سنة إلى أخرى ومن فصل إلى آخر، وكذلك من منطقة إلى أخرى، وذلك نظراً لاتساع مساحتها، وموقعها الجغرافي في المنطقة شبه مدارية. ويظهر ذلك في تأثير مناطق المملكة في بعض السنوات بهطول أمطار غزيرة ينتج عنها سيول جارفة، تخلف وراءها دماراً، بينما في سنوات أخرى يقل المطر إلى حد الجفاف ومن ثم فهناك تذبذب في كمية سقوط الأمطار بين السنوات والشهور للمنطقة الواحدة. وقد بين المشاط (٢٠٠٦م) في دراسته السينوبتيكية للحالة الجوية المصاحبة لظاهرة الأمطار الشديدة على مدينة جدة خلال فصل الخريف لعام ١٩٩٦م، أن المرتفع الجوي مرتفع سيبيريا ساعد في عمل جدار يزود المنطقة بكتلة هوائية باردة، في حين يعمل منخفض البحر الأحمر على تزويد المنطقة بكتلة هوائية دافئة ورطبة، والتي ساعدت على وجود تدرج حراري وقص للرياح (wind shear)، وبالتالي إلى عملية عدم استقرار ديناميكي. وأشار القرشي (Al-Qurashi, 1986) في دراسته لإقليم جنوب غرب المملكة العربية السعودية أن الإقليم يتأثر في فصل الصيف بالرياح الجنوبية الغربية المندفعة بفعل جذب مركز الضغط المنخفض، فتصعد للمرتفعات وتبرد وتسبب هطول للأمطار الصيفية، وأن كمية الأمطار وتوقيتها تختلف في المكان الواحد من سنة إلى أخرى وخلال الشهور أيضاً، فهناك تذبذب في الأمطار والمناطق التي معدلاتها عالية كالجبال، فهي أكثر انتظاماً في أمطارها عن غيرها من

حيث التذبذب، حيث تسقط معظم أمطارها في فصل الصيف، في حين تكون باقي مناطق المملكة جافة، وتقل نسبة الأمطار الصيفية باتجاه الشمال والشرق . وأوضحت دراسة (Tsvieli and Zangvil, 2005) لأخدود البحر الأحمر الذي يعتبر امتداد لمنخفض السودان (Red sea trough) أن تأثيره يظهر في شهر أكتوبر ونوفمبر، وأعلى تأثير له في شهر ابريل، ويختفي تأثيره من شهر يونيه إلى أغسطس، وان الموقع الطولي للمنخفض يتحرك للغرب من سبتمبر إلى يناير، ويتراجع للشرق مرة أخرى في شهر فبراير إلى مايو . والشهور الممطرة يصاحبها امتداد لمنخفض البحر الأحمر باتجاه الشمال على شرق البحر الأبيض المتوسط، ووجود منخفض جوي علوي على مستوى ٥٠٠ ملليبار فوق شرق البحر المتوسط . وتوصل (Hastenrath, 2000) إلى أن النمط العادي لحدوث الأمطار على غرب القطاع الأفريقي المواجه للمحيط الأطلسي وقلب الساحل، هو وجود منطقة التقارب الاستوائية (Intertropical Convergence Zone) فوق سطح المياه الدافئة للمحيط الأطلسي، بين خط العرض ٠٨-١١ درجة شمالا، وأعلى منطقة تجميع للطبقة السفلية للغلاف الجوي القريبة من خط عرض ٢٠ درجة شمالا فوق الغرب الأفريقي، والرياح النفاثة الشرقية على مستوى ٢٠٠ ملليبار بين خط الطول ٠٥-٠٨ درجة شمالا، والرياح النفاثة الشرقية فوق الغرب الأفريقي على مستوى ٦٠٠ ملليبار بين خطي عرض ١٥-١٨ درجة شمالا. وصنفت (Bischoff, 2003) في دراستها للأنماط السينوبتيكية العامة والتي تؤثر باستمرار على جنوب أمريكا الجنوبية إلى ثمانية أنواع من الأنماط، واستخدمت في ذلك التصنيف الارتفاعات على مستوى ٥٠٠ ملليبار للفترة (١٩٨٠ - ١٩٨٨). التقسيم الموضوعي للأنماط السينوبتيكية بقى لفترة طويلة هو العامة الأساسية لطرق المناخ السينوبتيكي (Yarnal 1993, Yarnal et al. 2001). وقد تم تطوير مجموعة متنوعة من التقسيمات للدوران في الغلاف الجوي . وقد تكونت الغالبية من هذه التقسيمات لبلدان واحدة أو لمناطق محدودة (Peczely 1957, Schuepp 1957, Muller 1977, Bradka et al. 1961, Yarnal 1993). ولكن العديد منهم أسس أو استند على أنواع الدوران على مساحات كبيرة تضم بلاد كثيرة مثل أوروبا، معها الجزر البريطانية، وبحار القطب الشمالي (Vangengeim 1952, Hess and Brezowsky 1969, Lamb 1972, Dmitriev 2000)، وحتى على الكرة الأرضية كلها (Dzrdzeevskij 1968, Girs 1971). وقد تم عمل العديد من التصنيفات لأنواع الدوران الهوائية في الغلاف الجوي (Jenkinson and Collison 1977, Huth 1993, Schubert)

1994, Bardossy et al. 1995, Chen 2000, Linderson 2001). الهدف من هذا البحث هو عمل دراسة مناخية للأمطار فوق المملكة العربية السعودية

٢. منطقة الدراسة

لدراسة الأمطار على المملكة العربية السعودية كان لا بد من التعرف على الموقع والملاحج الجغرافية لها. فنجد أن المملكة العربية السعودية تقع في أقصى الجنوب الغربي من قارة آسيا بين دائرتين عرض ١٥,٥ - ٣٢,٥ درجة شمالاً، وخطي طول ٥٦ - ٣٥,٥ درجة شرقاً ويحدها غرباً البحر الأحمر وشرقاً الخليج العربي والإمارات وقطر، وشمالاً الكويت والعراق والأردن، وجنوباً اليمن وسلطنة عمان. ومساحتها حوالي أربعة أخماس شبة جزيرة العرب حيث تقدر بأكثر من ٢,٢٥٠,٠٠٠ كيلومتر مربع (شكل ١). أن المساحة الكبيرة للمملكة العربية السعودية جعلها تتنوع في تضاريسها. فعلى امتداد البحر الأحمر سهل تهامة الساحلي الذي يبلغ طوله حوالي ١١٠٠ كيلومتر ويتسع عرضه ليبلغ ٦٠ كيلومتراً في الجنوب ويضيق كلما اتجه شمالاً عند خليج العقبة، وترتفع إلى الشرق من هذا السهل سلسلة جبال السروات الشاهقة والتي يتراوح ارتفاعها ما بين ٩٠٠٠ قدم في الجنوب ويقل الارتفاع تدريجياً كلما اتجهنا شمالاً لتصل إلى ٣٠٠٠ قدم، وتنحدر منها أودية كبيرة تتجه شرقاً. يلي هذه السلسلة من جهة الشرق هضبة نجد ومرتفعاتها التي تنتهي شرقاً بكثبان الدهناء، ومن الشمال تمتد سهول نجد إلى منطقة حائل حتى تتصل بصحراء النفود الكبرى، كما يوجد بها بعض المرتفعات الجبلية مثل جبال طويق والعارض وأجا وسلمى، أما صحراء الربع الخالي فهي تشكل الجزء الجنوبي الشرقي من المملكة وهي منطقة صحراوية كبيرة تتكون من كثبان رملية تقدر مساحتها حوالي ٦٤٠٠٠٠٠ كيلومتر مربع.

٣- البيانات والطرق المستخدمة

البيانات: تم الحصول على بيانات الأمطار لمحطات المملكة العربية السعودية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة. ويوضح جدول ١ وشكل ١ أسماء ومواقع محطات الرصد السطحية بالمملكة العربية السعودية.

الطرق المستخدمة

(أ) تجانس البيانات

تم استخدام اختبار بارثلت في هذه الدراسة وذلك لدراسة تجانس البيانات مع المراعاة في الاعتبار توزيع جاوس لقيم الأمطار. وتم استخدام وانجاز الطريقة بأسلوب بسيط وذلك بتقسيم المتسلسلة الزمنية لقيم الأمطار إلى عدد k من الفترات الجزئية بحيث تكون ($k \geq 2$). وتم حساب المتغير S_k^2 باستخدام علاقة ميتشيل (Mitchell et al., 1966) حسب المعادلة التالية:

$$S_k^2 = \frac{1}{n} \left(\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2 \right) \quad (1)$$

حيث تتغير المجاميع مع العدد n لقيم المتسلسلة الزمنية وتعبر $\sum i$ عن الفترة الجزئية k . تتم مقارنة النسبة بين القيم العظمى والصغرى بين (S_{\max}^2 / S_{\min}^2) مع تلك القيم التي طبقها بيرسون وهارتلي (Pearson and Hartley, 1958) وذلك من أجل تعيين قيمة النسبة المئوية ذات أعلى معنوية.

(ب) معامل التغير

تم حساب معامل الاختلاف لكل محطة على حدة من الصيغة الآتية:

$$COV = 100 * SD / \mu \quad (2)$$

حيث تمثل SD الانحراف المعياري و μ متوسط قيم الأمطار لعدد N من السنين.

(ج) ميل ومسلك البيانات

تم تطبيق طرق مختلفة لدراسة اتجاه ومسلك وتقلبات الأمطار في منطقة الدراسة، وهذه الطرق هي:

- الأنحدار الخطي حيث تستخدم طريقة المربعات الصغرى

يمكن دراسة مسلك واتجاه التغير في الأمطار بواسطة طريقة المربعات الصغرى باستخدام خط الأنحدار البسيط مع الوقت كمتغير مستقل (Panofsky and Brier, 1963). ولاتكون خصائص الاتجاه والميل بالضرورة نتيجة للتغير المناخى الحقيقى في العديد من المواقع. وسوف يتم حساب وأيجاد ميل خط الانحدار للمتسلسلات الزمنية للأمطار لجميع محطات المملكة.

- اختبار مان كيندال الاحصائي

تم استخدام اختبار مان كيندال الإحصائي لاكتشاف أي ميل أو اتجاه ممكن في سلاسل بيانات الأمطار لجميع محطات المملكة وكذلك لاختبار المغزى الإحصائي لقيم الميل من عدمه (Sneyers, 1990; Schonwiese and (Rapp, 1997 and Hasanean, 2004).

(د) التغيرات العقدية

وللتعرف على التغيرات العقدية في سلوك الأمطار فوق المملكة العربية السعودية تم استخدام طريقة المتوسطات الفصلية التراكمية (cumulative annual means) وميزة هذه الطريقة هي الكشف والتعرف على التغيرات الزمنية في المتسلسلات الزمنية للأمطار. وتعرف طريقة تراكم المتوسطات الفصلية للمتسلسلات الزمنية على النحو التالي:

$$y_j = \frac{1}{j} \sum_{i=1}^j x_i, \quad j = 1, 2, \dots, N.$$

(12)

حيث x_i هو الكمية الكلية للأمطار و N هو عدد سنوات البيانات المستخدمة بالطبع فإن

$$y_{j=N} = \bar{x}(N)$$

٤- النتائج والمناقشة:

٤ . ١ - تجانس البيانات

تعتبر دراسة تجانس البيانات مهمة وضرورية في علم المناخ. وتختلف دراسة التجانس حسب عناصر المناخ المختلفة. فالتغيرات المصطنعة والتي من صنع الانسان المؤثرة على البيئة المحلية أحد مصادر عدم تجانس في السجلات التاريخية للبيانات المناخية. وقد تم دراسة تجانس بيانات الأمطار لجميع محطات المملكة بواسطة اختبار بارتلث (Mitchell et al., 1966). ويوضح جدول ٢ نتائج اختبار بارتلث لمتوسطات الأمطار السنوية. وقد أظهرت النتائج تجانس بيانات الأمطار على جميع المحطات ما عدا محطة وادي الدواسر وذلك بالأخذ في الاعتبار النسبة (S_{\max}^2 / S_{\min}^2) مع درجة معنوية تصل إلى ٩٥ ٪ كما تم توضيحه بواسطة (Mitchell et al., 1966). كما وجد أن بيانات الأمطار لمحطات القيصومة ونجران وشرورة تعاني قليلا من عدم التجانس.

٤ . ٢ - المتوسطات السنوية للأمطار

تم تحليل قيم الأمطار السنوية لجميع محطات المملكة العربية السعودية (٢٨ محطة) كما تم حساب ورسم ميل وسلوك كل محطة. يوضح شكل ٢ المتوسط السنوي للأمطار لمحطات طريف وعرعر الجوف ورفحا وتبوك والقيصومة وحائل والقصيم والظهران والوجه والأحساء والرياض القديمة لفترة البيانات المقاسة لكل محطة. ومن المثير للاهتمام ملاحظة وجود قمتين عاليتين للأمطار لمحطة عرعر، تظهر الأولى في عام ١٩٧٩م والثانية عام ١٩٨٢م. كما يبين الشكل أن أعلى قيم سنوية لمحطة رفحة كانت في عام ١٩٨١م بينما أقل قيمتين للمتوسط السنوي ظهرت في عامي ١٩٩٣ و ٢٠٠٠م وبالنسبة لمحطة عرعر، فأعلى قيم سنوية للأمطار كانت في عام ١٩٧٨م، بينما أقل قيمة في عام ٢٠٠٨م، ويلاحظ من الشكل أن ميل ومسلك الأمطار على هذه الثلاث محطات كان سالباً. ويتضح من الشكل أيضاً أنه بالرغم من أن الأمطار على محطة الجوف قليلة إلا أن ميل ومسلك الأمطار عليها موجب. ووجد أن أعلى متوسط سنوي للأمطار على محطة رفحا كان عام ١٩٨٣م. يتضح من الشكل أيضاً أن ميل ومسلك الأمطار السنوية على محطتي تبوك والقيصومة سالباً وأن كميات الأمطار التي تستقبلها القيصومة أكثر من التي تستقبلها تبوك خلال فترة الدراسة. ويبين الشكل أنه توجد أربع قيم عالية للمتوسط السنوي للأمطار على محطة حائل وجميعها تزيد عن ٢٠ملم، الأولى ظهرت عام ١٩٧٦م والثانية والثالثة عامي ١٩٨٢، ١٩٨٤ والأخيرة كانت عام ١٩٩٣م ويتضح أيضاً أنه يوجد تغير كبير في قيم الأمطار على حائل خلال فترة البيانات المتاحة مع وجود مسلك وميل موجب. كانت أعلى قيم استقبلتها محطة القصيم عام ١٩٨٢م، حيث كان المتوسط السنوي أعلى من ٤٠ ملم، بينما أقل قيمة استقبلتها هذه المحطة كانت في عام ١٩٩٠م. ويلاحظ وجود تغير ملحوظ في قيم الأمطار لمحطة الظهران خلال فترة البيانات المتاحة مع وجود ميل ومسلك موجب. توجد ثلاث قيم عليا للأمطار على الظهران (أكثر من ٢٠ ملم)، أولها كانت عام ١٩٧٢م بينما الثانية والثالثة كانت في عامي ١٩٧٦ و ١٩٨٢م. ويتضح من الشكل أيضاً أنه بالرغم من أن مسلك وميل المتسلسلة الزمنية للأمطار لمحطة الوجه موجب إلا أنها استقبلت كميات قليلة من الأمطار خلال الفترة المتاحة. كما في بعض المحطات يتضح أنه توجد موجة طولها الموجي ٤ سنوات مسيطرة على متسلسلة قيم الأمطار السنوية لمحطة الرياض القديمة، مع وجود ثلاث قيم عظمى على امتداد فترة البيانات وجميعها تزيد عن ٢٠ ملم وقد ظهرت في أعوام ١٩٧٢ و ١٩٧٦ و ١٩٩٥م.

يوضح شكل ٣ متوسط قيم الأمطار السنوية لمحطات المدينة ينبع وجدة والطائف ومكة المكرمة والباحة وبيشة وخميس مشيط وأبها ونجران وشرورة وجيزان خلال فترة البيانات المتاحة لكل محطة. ويبين الشكل وجود تغير ملحوظ في مسلك متسلسلة متوسط الأمطار السنوية لمحطة المدينة بالرغم من أن كميات الأمطار على المدينة بصفة عامة قليلة، ومسلك وميل الأمطار على المدينة موجب. كما يوضح الشكل أن أعلى قيم للأمطار على مدينة ينبع كانت في أعوام ١٩٩٢ و ١٩٩٣ و ٢٠٠٨ بينما أقل قيمة للأمطار السنوية على مدينة ينبع كانت في عام ١٩٩٥م. وكانت أعلى قيمة سنوية للأمطار فوق جدة في عام ١٩٩٦م حيث وصلت إلى ٢٤ ملم في حين أن القيم العظمى الأخرى لم تتعدى ١٠ ملم، كما لم تشهد جدة أمطار لأكثر من عشر سنوات. ومن الشكل يتضح أن مسلك السلسلة الزمنية للأمطار فوق مدينة الطائف يمثل موجة طولها الموجي ٥ اعوام، وأن أعلى قيم للأمطار فوق الطائف كانت في عامي ١٩٩٢ و ١٩٩٦م. بينما أعلى قيم للأمطار السنوية على مدينة مكة المكرمة ظهرت في عامي ١٩٨٥ و ١٩٩١م، وأن مسلك وميل الأمطار على محطات جدة والطائف ومكة موجب، بينما مسلك وميل الأمطار السنوية على محطات وادي الدواسر والباحة وبيشة وخميس مشيط كان سالبا. وكانت القيم المتوسطة للأمطار السنوية لكل من محطة بيشة وخميس مشيط هي ٨,٥ و ١٧ ملم على الترتيب. اتضح من الشكل أن مسلك المتسلسلة الزمنية للقيم السنوية لمحطة أبها متشابه جدا مع بيشة وخميس مشيط ويرجع ذلك لقرب هذه المحطات من بعضها، ولذلك فإن ميل المتسلسلة الزمنية لقيم الأمطار السنوية لهذه المحطات موجب.

٤ . ٣ - التغيرات السنوية والعقدية للأمطار

٤ . ٣ . ١ - معامل الاختلاف

تم تقدير معامل التغير (الاختلاف) (Cofecient Of Variation; COV) لبيانات الأمطار السنوية والفصلية لجميع محطات المملكة كما يوضح ذلك شكل ٤. ويتضح من شكل ٤ أن قيم معامل الاختلاف للأمطار فصل الصيف أعلى من تلك التي في فصول الشتاء والخريف والربيع. وبصفة عامة معامل الاختلاف لفصل لشتاء يزيد تدريجيا من شمال المملكة إلى جنوبها. ومن ثم فإن أعلى قيم لمعامل الاختلاف تظهر على جنوب المملكة خاصة عند محطات وادي الدواسر ونجران وشرورة. بينما تظهر القيم العليا لمعامل الاختلاف في وسط المملكة عند محطتي ينبع والأحساء.

وظهرت أعلى قيم لمعامل الاختلاف لقيم الأمطار السنوية على محطات الوجه وينبع وجدة ووادي الدواسر ونجران وشرورة بينما أقل قيم ظهرت على

محطات القيصومة والباحة وخميس مشيط. ويوضح شكل ٤ معامل الاختلاف لأمطار فصل الربيع، حيث يتضح أن أعلى تغير واختلاف يظهر على المنطقة الغربية للمملكة ويتضح ذلك من قيم الاختلاف على محطات تبوك والوجه والمدينة وينبع وجدة ومكة. وكانت أقل قيم لمعامل التغير في هذا الفصل على المحطات الجبلية (الطائف - الباحة - خميس مشيط- وأبها). كما يوضح شكل ٤ أن قيم معامل الاختلاف لأمطار فصل الصيف أكبر من نظيراتها في الفصول الأخرى وأن أعلى قيم تظهر فوق المنطقة الشمالية من المملكة، بينما أقل قيم ظهرت فوق جنوب غرب المملكة. كما يوضح شكل ٤ أيضا أن مدى معامل التغير لفصل الصيف يتراوح بين ٥,٦٦ عند طريف إلى ٠,٦٤ عند أبها. ويبين شكل ٤ أيضا معامل الاختلاف لفصل الخريف، حيث يتضح من الشكل أن معامل الاختلاف يتغير من منطقة إلى أخرى حيث وجدت أعلى قيم فوق شرق المنطقة الوسطى (الظهران - الوجه - الأحساء - الرياض - نجران وشرورة) وكانت أعلى قيمة لمعامل الاختلاف لفصل الخريف عند الأحساء (٣,٤٥) بينما أقل قيمة عند رفحا (٠,٩٠).

٤-٣-٢: ميل ومسلك الأمطار

تم دراسة مسلك وميل الأمطار فوق المملكة العربية السعودية وذلك بحساب الميل لبيانات الأمطار السنوية لكل محطة من محطات المملكة. وقد تم اجراء الدراسة باستخدام طريقتين هما : طريقة الانحدار الخطي وأختبار مان كندل الإحصائي. وسوف يتم فيما يلي مناقشة المفاهيم المهمة لتغيرات المدى الطويل والاتجاهات للمتسلسلات الزمنية للأمطار.

- طريقة الانحدار الخطي

يوضح شكل ٥ نتائج حساب ميل ومسلك الأمطار بطريقة الانحدار الخطي لبيانات الأمطار السنوية لمحطات المملكة. ويوضح الشكل وجود زيادة في الأمطار السنوية لمحطات الجوف - الوجه - المدينة - ينبع - جدة والطائف - مكة - نجران - شرورة وجيزان. وعلى جانب آخر يوجد نقص في الأمطار على باقي المحطات.

- أختبار مان كيندال الإحصائي

تم استخدام اختبار مان كيندال الإحصائي لاكتشاف أي ميل أو اتجاه ممكن في سلاسل بيانات الأمطار لجميع محطات المملكة وكذلك لاختبار المغزى الإحصائي لقيم الميل من عدمه (Sneyers, 1990;) وقد قام (Huth, 1999) بعمل دراسته وتقييم مفصل لاختبار البيانات المناخية

والمقارنة بين أساليب تقدير مستوى أهمية حساب ومعرفة الميل والاتجاه للبيانات المناخية. ويعتبر نمط التوزيع المكاني غير معقد، على الرغم من أن النتائج الإحصائية لاختبار مان كندل تعطي كلاهما الميل السالب والموجب. يوضح شكل ٥ شكل ٦ النتائج الإحصائية لاختبار مان كيندال لجميع محطات المملكة. وقد وجد أن ميل واتجاه موجب لبيانات الأمطار السنوية لأحدى عشر محطة بينما ميل واتجاه سالب لباقي المحطات. وقد وجد أن نتائج اختبار مان كيندال من حيث القيم الموجبة والسالبة لميل واتجاه كل محطة يتفق تماما مع القيم المناظرة والناجمة عن طريقة الانحدار الخطي من الدرجة الأولى.

٤-٣-٣: المعدل السنوي التراكمي

في هذا القسم تم تحليل التغيرات ذات المدى الطويل لمسلك الأمطار السنوية بالنظر إلى التغيرات الزمنية للأمطار السنوية. ولتصور التغيرات العقدية وبين العقدية في سلوك الأمطار السنوية، ثم حساب المعدل السنوي التراكمي لأنه يكشف التغيرات الزمنية في هياكل المتسلسلات الزمنية لبيانات الأمطار المناخية والتي لا يمكن التعرف عليها في البيانات الخام. علاوة على ذلك فإن طريقة المعدلات (المتوسطات) التراكمية لها تأثير تجانس تنعيم (smoothing) على غرار طرق المرشحات المختلفة (Lozowski et al., 1989). ثبوت فترات التغير المتناوب سواء بالزيادة أو النقصان في الأمطار والتي تختلف في الطول يمكن التعرف عليها في السلاسل الزمنية للأمطار السنوية. ويوضح شكل ٧ وشكل ٨ سلوك الأمطار خلال فترة البيانات المتاحة لكل محطة. وبدراسة متأنية للنتائج التي تم الحصول عليها للمحطات المختلفة تقودنا إلى الاستنتاجات المهمة التالية:

- بالنسبة لمحطة طريف وجد أن قيم موجبة لاتجاه ومسلك الأمطار هي السمة الغالبة خلال الفترة من ١٩٨٠ حتى ١٩٩٥. تلي هذه الفترة قيم سالبة للاتجاه حتى نهاية فترة البيانات.
- حصلت القريبات وعرعر على كمية أمطار أعلى من متوسط المعدل السنوي التراكمي في الفترة من ١٩٧٨ حتى ١٩٨٢ وكذلك في الفترة من ١٩٨٦ حتى ١٩٩٢، تلي هذه الفترة بميل واتجاه سالب حتى نهاية فترة البيانات المتاحة.
- وجد أن المعدل السنوي التراكمي لكل من محطة الجوف ورفحا وتبوك له نفس السلوك خلال فترة البيانات المتاحة، حيث أظهرت المحطات من ميل واتجاه سالب خلال فترة البيانات الأولى تلاها ميل موجب عام ٢٠٠٤. وفي آخر خمس سنوات شهدت نقصان تدريجي في كمية الأمطار.

- بالنسبة لمحطة القيصومة فقد وجد أن مسلك المعدل السنوي التراكمي للأمطار يتذبذب حول متوسطه على مدار فترة البيانات المتاحة.
- باستثناء الفترة من ١٩٨١ حتى ١٩٨٨ (اتجاه موجب)، فإن قيم المعدل السنوي التراكمي للأمطار القصيم يتذبذب حول متوسطه.
- وجد تماثل كبير بين نتائج محطة الوجه والأحساء، حيث يمكن تقسيم مسلك المعدل السنوي التراكمي للأمطار المحطة إلى فترتين، الأولى تمتد من بداية فترة البيانات حتى عام ١٩٩٣ واتجاه الأمطار فيها سالب، بينما الثانية والتي تليها تمتد إلى نهاية فترة البيانات فإن الميل فيها موجب.
- كما وجد تقلبات كبيرة في المعدل السنوي التراكمي حول متوسطه لمحطة الظهران خلال الفترة من ١٩٧١ إلى ١٩٨٧ تلي هذه الفترة ميل سالب صغير حتى عام ٢٠١٠م. تؤكد النتائج التي تم الحصول عليها أنه يوجد نقص في الأمطار على المدينة المنورة في الفترة من ١٩٧٠ حتى ١٩٨٤ تلي ذلك زيادة في الأمطار حتى نهاية فترة البيانات ٢٠١٠م.
- فترة واضحة من الزيادة في الأمطار والاتجاه الموجب لمدينة جدة حدثت ما بين ١٩٧٠ حتى ١٩٧٥م، تلي هذه الفترة تقلبات موجبة ذات سعة صغيرة حول متوسط المعدل السنوي التراكمي في الفترة من ١٩٧٥ حتى ١٩٨١ على جانب آخر كان الميل والاتجاه السلبي هو السمة الغالبة طوال الفترة من ١٩٨١ حتى ١٩٩٦ تلاها اتجاه إيجابي إلى نهاية فترة الدراسة.
- نتيجة لقرب المسافة بين مكة المكرمة ومحطة الطائف، فتظهر نتائجهما تشابه شديد حيث يمكن ملاحظة الميل والاتجاه السلبي الذي يظهر من بداية البيانات لكل محطة حتى عام ١٩٩٠ تقريبا تلاه اتجاه إيجابي وزيادة في الأمطار حتى نهاية فترة الدراسة.
- أيضا بسبب قرب المسافة بين بيشة وأبها فإن مسلك المعدل السنوي التراكمي للمحطتين متشابه، حيث وجد أن المعدل السنوي التراكمي موجب خلال الفترة من ١٩٨٠ حتى عام ٢٠٠٠ تلاها فترة من الاتجاه السالب للمعدل السنوي التراكمي حتى نهاية فترة الدراسة.
- تمثل محطات نجران وشرورة وجيزان الجزء الجنوبي الغربي من المملكة لذا فإن نتائجها متشابهة، وقد وجد أن اتجاه وميل المعدل السنوي التراكمي لها سلبي من بداية البيانات حتى عام ١٩٩٦ تقريبا، تلاه اتجاه وميل إيجابي حتى نهاية فترة الدراسة.

الهدف من هذا البحث هو عمل دراسة مناخية للأمطار فوق المملكة العربية السعودية، وقد تم ذلك باستخدام بيانات الأمطار على محطات المملكة. وقد تم دراسة تجانس بيانات الأمطار لجميع محطات المملكة حيث أظهرت النتائج تجانس بيانات الأمطار على جميع المحطات ما عدا محطة وادي الدواسر كما وجد أن بيانات الأمطار لمحطات القيصومة ونجران وشرورة تعاني قليلا من عدم التجانس. وقد تم كذلك دراسة ميل ومسلك كمية الأمطار وتغيرها فوق المملكة العربية السعودية. حيث وجد أن أعلى قيم لمعامل التغير في الأمطار ظهرت في فصل الصيف بينما أقل قيم كانت في فصل الشتاء. وبصفة عامة فإنه قد وجد أن معامل التغير في الأمطار في فصل الربيع دالة في خطوط العرض حيث وجد أنه يتناقص تدريجيا من المحطات الشمالية إلى المحطات الجنوبية في المملكة. وقد وجد أن أعلى قيم لمعامل التغير في فصل الربيع تظهر فوق المنطقة الشرقية للمملكة بينما أقل قيم كانت فوق المحطات الجبلية. ووجد أيضاً أن أعلى قيم لمعامل التغير في فصل الخريف ظهرت فوق شرق المنطقة الوسطى من المملكة. وقد أوضح تحليل ميل ومسلك الأمطار لمحطات المملكة أنه توجد زيادة في كمية الأمطار بوجه عام خلال الفترة الممتدة من ١٩٩٢ حتى ١٩٩٦ م على كل المحطات وأن القيم العظمى لهذه الزيادة كانت حول عام ١٩٩٧ م. وقد وضع تحليل ميل ومسلك المتسلسلات الزمنية للأمطار السنوية باستخدام اختبار مان كيندال أنه يوجد ميل موجب لأكثر من ١٦ محطة بينما لوحظ ميل سالب في حوالي ١٠ محطات. ووجد أن سلوك الاتجاهات السلبية أو الإيجابية للمحطات بطريقة مان كيندال متنسقة للغاية مع القيم المقابلة من طريقة المربعات الصغرى. وقد بينت دراسة المعدل السنوي التراكمي لهطول الأمطار فوق المملكة العربية السعودية عن دعمها لفكرة "الثبات" الممتد على مدار عدة سنوات، على الرغم من أن استمرار بسيط من عام إلى آخر قد يكون واضحاً. قد تكون الزيادة في هطول الأمطار على المملكة العربية السعودية في التسعينيات مرتبطة بارتفاع درجات الحرارة (جونز وآخرون، ١٩٩٩)؛ كما لاحظ كارل وآخرون، ٢٠٠٠ أن الاحترار السريع منذ سبعينيات وتسعينيات القرن الماضي يرتبط بشكل أو بآخر بالأنماط السائدة لتقلب الدورة العامة للرياح وسلوكها في العقود الأخيرة.

المراجع

المراجع العربية

- عبدالوهاب مشاط (٢٠٠٦): دراسة إحصائية وإجمالية (سينوبتكية) لحالة شديدة المطر فوق مدينة جدة بلمملكة العربية السعودية. مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس. ٣٣٥-٣٥٨.

References

- Al-Qurashi, M. A. (1981) Synoptic climatology of the rainfall in the southwest region of Saudi Arabia. Western Michigan University, Kalamazoo, Michigan, U.S.A.
- Hastenrath, S. (2000) Interannual and longer term variability of upper air circulation over the tropical Atlantic and West Africa in boreal summer. International Journal of Climatology, Vol. 20, Issue12: 1415- 1430.
- Bischoff, S. (2003) The 500 and 1000 hPa weather type circulations and their relationship with some extreme climatic conditions over southern South America. International Journal of Climatology, Vol. 23, Issue 5: 541
- Tsvieli, Y. and Zangvil, A. (2005) Synoptic climatological analysis of 'wet' and 'dry' Red Sea Troughs over southeastern Mediterranean. International Journal of Climatology, Vol. 25, Issue 15: 1997.
- Yarnal B. 1993: Synoptical climatology in environmental analysis. Belhaven Press. London, 195 pp.

- Yarnal B., Comrie A.C., Frakes B. & Brown D. P. 2001. Developments and prospects in synoptic climatology. Int. J. Climatol. 21: 1923- 1950.
- Peczely G. 1957: Grosswetterlagen in Ungarn. OMSZ 30. Budapest, 29 pp.
- Schuepp M. 1957: Klassifikationsschems: Beispiele und Probleme der Alpenwetterstatisik. La Meteorologie, serir 4(45-46): 291-299.
- Muller R. A., 1977: Asynptic climatoligy for environmental baseline analysis: New Orleans. J. Apple. Meteorol. 16: 20- 33.
- Bradka J., Drevikovsky A., Gregor Z. & Kolesar J. 1961: Pocasi na uzemi Ceca s Moravy V typickych povetrnostich situacia ch. CHMU, Prague, 31pp.
- Vangengeim G, Ya., 1952: Principles of the macro-circulational methd of long-term meteorological forecasts for the Arctic. Trudy AANII 34: 11-66.
- Hess P. and Brezowsky H., 1969: Katalog der Grosswetterlagen Ruopas, Bericht des Deutschen Wetterdienstes Nr. 113, Bd. 15, 2nd edn., Deutscher wetterdienst, Offenbach am Main, 70pp.
- Lamb H.H., 1972 : British Isles weather types and a register of the daily sequence of circulation pattern, 1861- 1971. Geophys. Mem. 116. 85pp.
- Dmitriev A. A., 2000: Dynamics of atmospheric proceses over the Russian Arctic aeas. Sankt-Peterburg, Gidrometeoizdat, 233pp.

- Dzerdzeevskij B.L., 1968: Circulation mechanisms in the atmosphere of the northern Hemisphere during the 20th century. Inst, Geogr. An SSSR, Moscow, 240pp.
- Girs A.A., 1971: Many year fluctuations of atmospheric circulation and long-term hydro-meteorological forecasts, Gidrometeoizdat, Leningrad, 280 pp.
- Jenkinson, A. F. and Collison, F.P., 1977: an initial climatology of gales over the North Sea, Synoptic Climatology Branch Memorandum No. 62, Meteorological Office, Bracknell, 18pp.
- Huth R., 1993: An example of using obliquely rotated principle components to detect circulation types over Europe. Meteorol. Zeitschrift N.F. 2: 285-293.
- Schubert, S., 1994: A weather generator based on the European "Grosswetterlagen". Clim. Res. 4: 191-202.
- Bardossy. A., Duckstein. L. and Bogardi I., 1995: Fuzzy rule-based classification of atmospheric circulation patterns. Int. Climatol. 15: 1087-1097.
- Chen. D., 2000: A monthly circulation climatology for Sweden and its application to a winter temperature case study. Int. J. Climatol. 20: 1067-1076.
- Linderson. M.L., 2001: Objective classification of atmospheric circulation over southern Scandinavia. Int J. Climatol. 21: 155-169.

Climatological study of rainfall over Saudi Arabia

M. K. Al-Mutairi

Faculty of Arts, Princes Nourah bint Abdulrahman
University, Riyadh, Saudi Arabia

Abstract

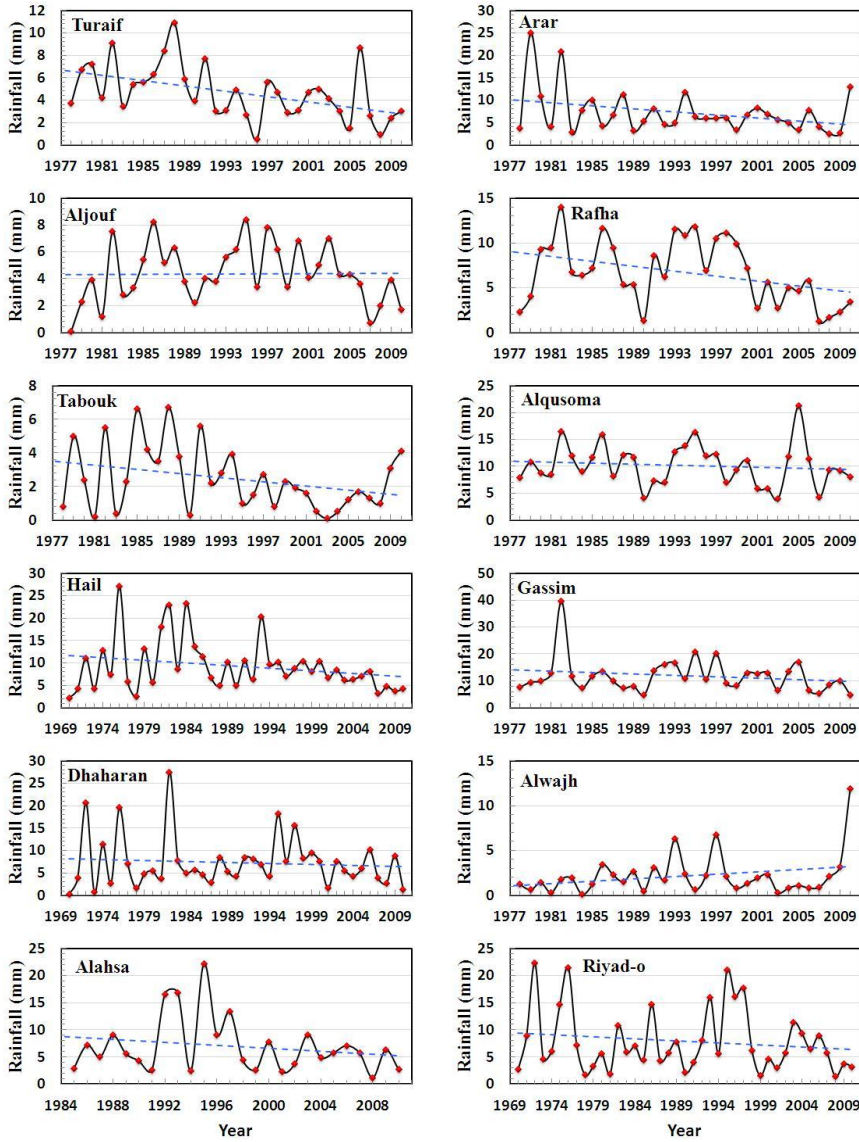
In this paper trend analysis and variability of rainfall over the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) was investigated. The higher values of coefficient of variation (COV) occur during the summer time while the lowest values were found during the winter time. However, during the winter, the COV was found as a function of latitudinal distribution of the stations included in the study, it decreases gradually from the northern stations to the southern one. The higher values of COV in the spring seasons were observed over the western area of the KSA while the lowest appeared to be over the mountains stations. The higher values of COV during autumn were observed over the east of the middle area of the country. The trend analyses indicate that an obvious increase of rainfall occurred around the years of 1992 and 1996 at all stations while the maximum increase at all time was found around the 1997. The increasing of rainfall that occurred in the 1990's could be attributed not only to the human activities but also to the change in the atmospheric circulation.

جدول ١: أسماء محطات الرصد السطحية بالمملكة العربية السعودية، وارتفاعها عن مستوى سطح البحر، ومواقعها من حيث خطوط الطول والعرض، وكذلك فترة البيانات المتاحة لكل محطة.

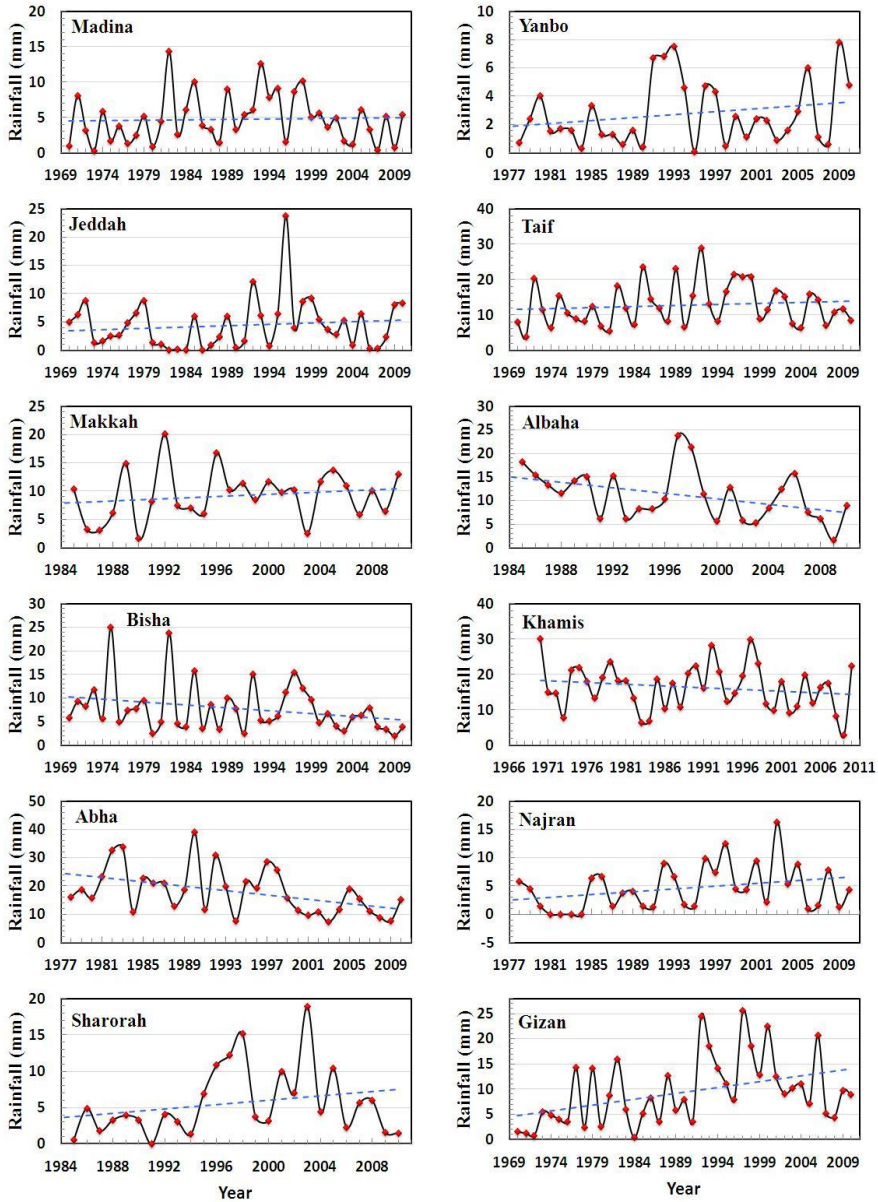
م	اسم المحطة Station Name	خط العرض Lat.	خط الطول Long.	الارتفاع (م) Elevation	فترة توفر البيانات Available Data	عدد السنوات
١	طريف (Turaif)	٣١,٦٨	٣٨,٧٣	٨٥٢,٤٤	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
٢	الغريات (Guriat)	٣١,٤٠	٣٧,٢٨	٥٠٣,٩٠	١٩٨٥ --- ٢٠١٠	٢٦
٣	عرعر (Arar)	٣٠,٩٠	٤١,١٤	٥٤٨,٨٨	١٩٧٩ --- ٢٠١٠	٣٣
٤	الجوف (Aljouf)	٢٩,٧٨	٤٠,٩٨	٦٦٨,٧٤	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
٥	رفحا (Rafha)	٢٩,٦٢	٤٣,٤٩	٤١٣,٠٠	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
٦	تبوك (Tabouk)	٢٨,٣٧	٣٦,٦٠	٤٤٤,١٠	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
٧	القيصومة (Alqusoma)	٢٨,٣١	٤٦,١٣	١٠٠١,٥٢	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
٨	حفر الباطن (Hafribaten)	٢٧,٩٠	٤٥,٥٣	٦٤٦,٧١	١٩٩٠ --- ٢٠١٠	٢١
٩	حائل (Hail)	٢٧,٤٣	٤١,٦٩	٧٦٨,١١	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
١٠	القصيم (Gassim)	٢٦,٣٠	٤٣,٧٦	١٧٨,١٧	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
١١	الظهران (Dhahran)	٢٦,٢٥	٥٠,١٦	١٦,٧٧	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
١٢	الوجه (Alwajh)	٢٦,٢٠	٣٨,٤٧	٣٥٧,٦٠	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
١٣	الأحساء (Alahsa)	٢٥,٢٩	٤٩,٤٨	٢٣,٧٣	١٩٨٥ --- ٢٠١٠	٢٦
١٤	الرياض الجديدة (Riyadh new)	٢٤,٩٢	٤٦,٧٢	٦١٣,٥٥	١٩٨٥ --- ٢٠١٠	٢٦
١٥	الرياض القديمة (Riyadh old)	٢٤,٧١	٤٦,٧٣	٦١٩,٦٣	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
١٦	المدينة المنورة (Madinah)	٢٤,٥٤	٣٩,٦٩	٣,٥٨	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
١٧	ينبع (Yanbo)	٢٤,١٤	٣٨,٠٦	١٤٥٢,٧٥	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
١٨	جدة (Jeddah)	٢١,٧١	٣٩,١٨	٢٤٠,٣٥	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
١٩	الطائف (Taif)	٢١,٤٨	٤٠,٥٥	٦١٤,٣٩	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
٢٠	مكة المكرمة (Makkah)	٢١,٤٣	٣٩,٧٩	٧٠١,٠٢	١٩٨٥ --- ٢٠١٠	٢٦
٢١	وادي الدواسر (Wadi dwaser)	٢٠,٥٠	٤٥,٢٥	٦٣٥,٦٠	١٩٩١ --- ٢٠١٠	٢٠
٢٢	الباحة (Albaha)	٢٠,٢٩	٤١,٦٤	١٦٥١,٨٨	١٩٨٥ --- ٢٠١٠	٢٦
٢٣	بيشة (Bisha)	١٩,٩٩	٤٢,٦١	١١٦١,٩٧	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
٢٤	خميس مشيط (Khamis Moshet)	١٨,٢٩	٤٢,٨٠	٢٠٩٣,٣٥	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١
٢٥	أبها (Abha)	١٨,٢٣	٤٢,٦٦	٢٠٥٥,٩٣	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
٢٦	نجران (Najran)	١٧,٦١	٤٤,٤١	١٢١٢,٣٣	١٩٧٨ --- ٢٠١٠	٣٣
٢٧	شرورة (Sharorah)	١٧,٤٦	٤٧,١٠	٧٢٤,٦٥	١٩٨٥ --- ٢٠١٠	٢٦
٢٨	جيزان أو جيزان (Gizan)	١٦,٩٠	٤٢,٥٨	٧,٢٤	١٩٧٠ --- ٢٠١٠	٤١



شكل ١: أسماء ومواقع محطات الرصد السطحية بالمملكة العربية السعودية.



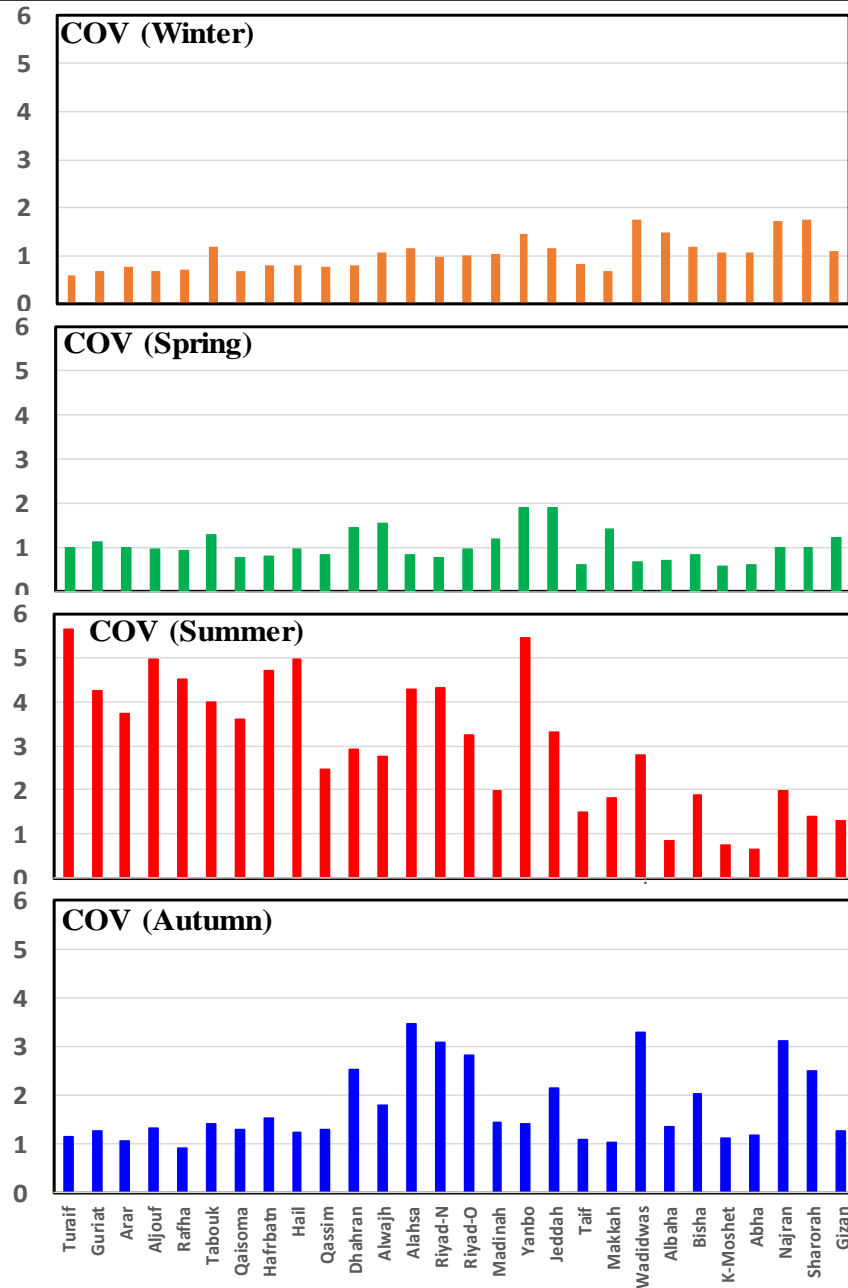
شكل ٢: القيم السنوية للأمطار لمحطات طريف وعرعر والجوف ورفحا وتبوك والقيصومة وحائل والقصيم والظهران والوجه والأحساء والرياض القديمة لفترة البيانات المتاحة لكل محطة.



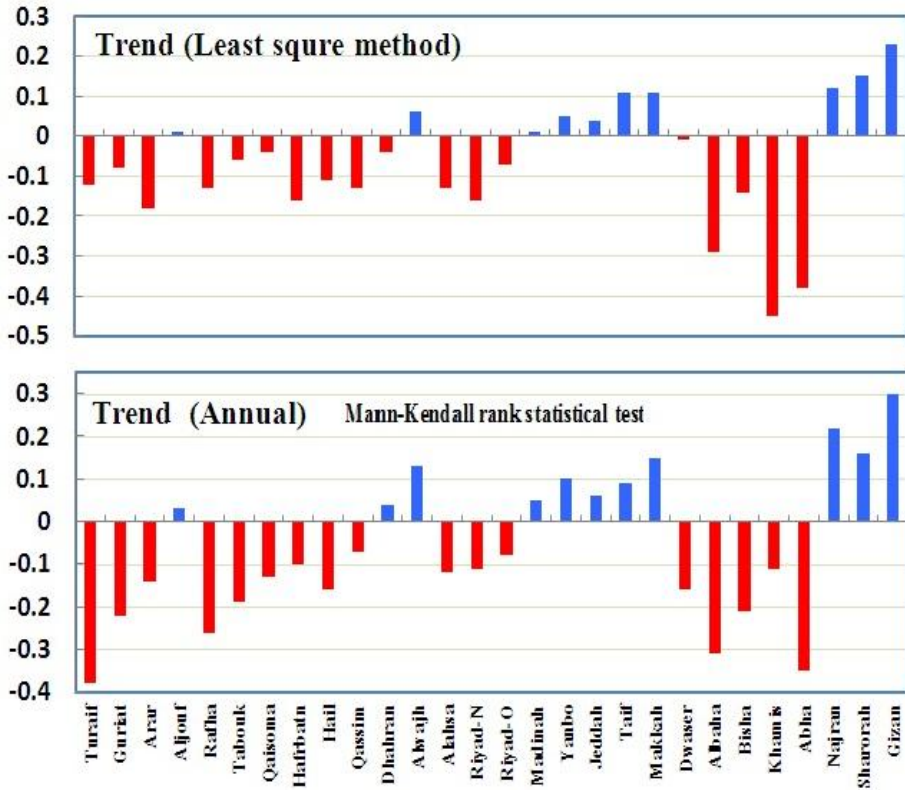
شكل ٣: متوسط قيم الأمطار السنوية لمحطات المدينة المنورة ينبع وجدة والطائف ومكة المكرمة والباحة وبيشة وخميس مشيط وأبها ونجران وشرورة وجيزان خلال فترة البيانات المتاحة لكل محطة.

جدول ٢: نتائج اختبار بارتللت لدراسة تجانس لمتوسطات الأمطار السنوية لجميع محطات المملكة.

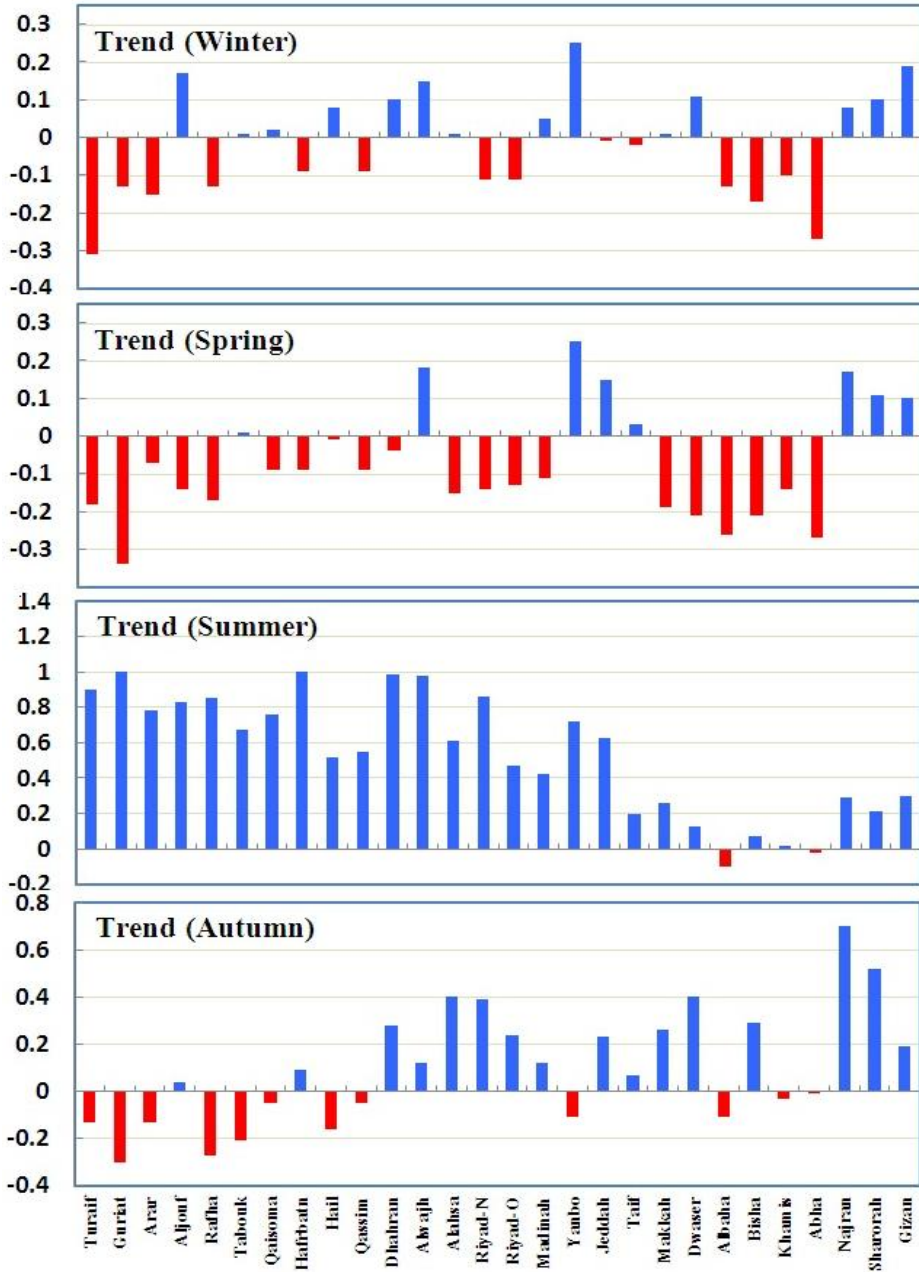
م	اسم المحطة Station Name	N	K	95% Significant point	Homogeneity
١	طريف (Turaif)	١٦	٢	٢,٨٦	٠,٤٨
٢	الغريات (Guriat)	١٣	٢	٣,٢٨	٠,٦٦
٣	عرعر (Arar)	١٦	٢	٢,٨٦	٢,٢٥
٤	الجوف (Aljouf)	١٦	٢	٢,٨٦	٠,٨٥
٥	رفحا أو رفحا (Rafha)	١٦	٢	٢,٨٦	١,٢٨
٦	تبوك (Tabouk)	١٦	٢	٢,٨٦	٠,٤٧
٧	القيصومة (Alqusoma)	١٦	٢	٢,٨٦	٣,٠٧
٨	حفر الباطن (Hafrbaten)	١٠	٢	٤,٠٣	٠,٢٩
٩	حائل (Hail)	٢٠	٢	٢,٦٦	٠,٦٥
١٠	القصيم (Gassim)	١٦	٢	٢,٨٦	١,٠٥
١١	الظهران (Dhahran)	٢٠	٢	٢,٦٦	١,٩٥
١٢	الوجه (Alwajh)	١٦	٢	٢,٨٦	١,٠١
١٣	الأحساء (Alahsa)	١٣	٢	٣,٢٨	١,٩٥
١٤	الرياض الجديدة (Riyadh new)	١٣	٢	٣,٢٨	١,٠٩
١٥	الرياض القديمة (Riyadh old)	٢٠	٢	٢,٦٦	٠,٤٨
١٦	المدينة المنورة (Madinah)	٢٠	٢	٢,٦٦	٠,٧٢
١٧	ينبع (Yanbo)	١٦	٢	٢,٨٦	٠,٧٣
١٨	جدة (Jeddah)	٢٠	٢	٢,٦٦	٢,٥١
١٩	الطائف (Taif)	٢٠	٢	٢,٦٦	١,٧١
٢٠	مكة المكرمة (Makkah)	١٣	٢	٣,٢٨	١,٠١
٢١	وادي الدواسر (Wadi dwaser)	١٠	٢	٤,٠٣	٦,٥٠
٢٢	الباحة (Albaha)	١٣	٢	٣,٢٨	١,١٦
٢٣	بيشة (Bisha)	٢٠	٣	٢,٦٦	٠,٩٣
٢٤	خميس مشيط (Khamis Moshet)	٢٠	٢	٢,٦٦	٠,٨٧
٢٥	أبها (Abha)	١٦	٢	٢,٨٦	٠,٤٠
٢٦	نجران (Najran)	١٦	٢	٢,٨٦	٣,٣٨
٢٧	شرورة (Sharorah)	١٣	٢	٣,٢٨	٤,١٣
٢٨	جيزان أو جيزان (Gizan)	٢٠	٢	٢,٦٦	٢,٤٠



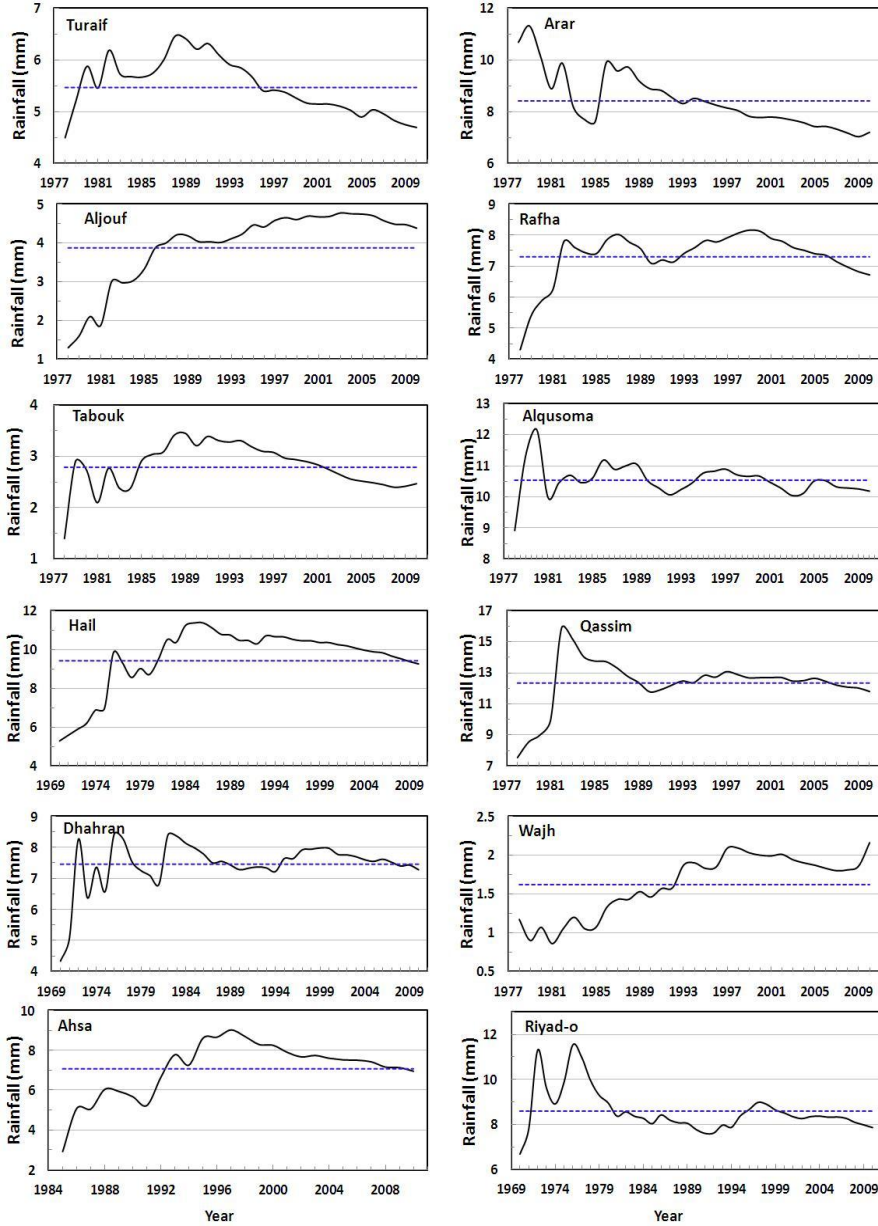
شكل ٤: قيم معامل الاختلاف للأمطار السنوية وأمطار فصول السنة المختلفة لجميع محطات المملكة.



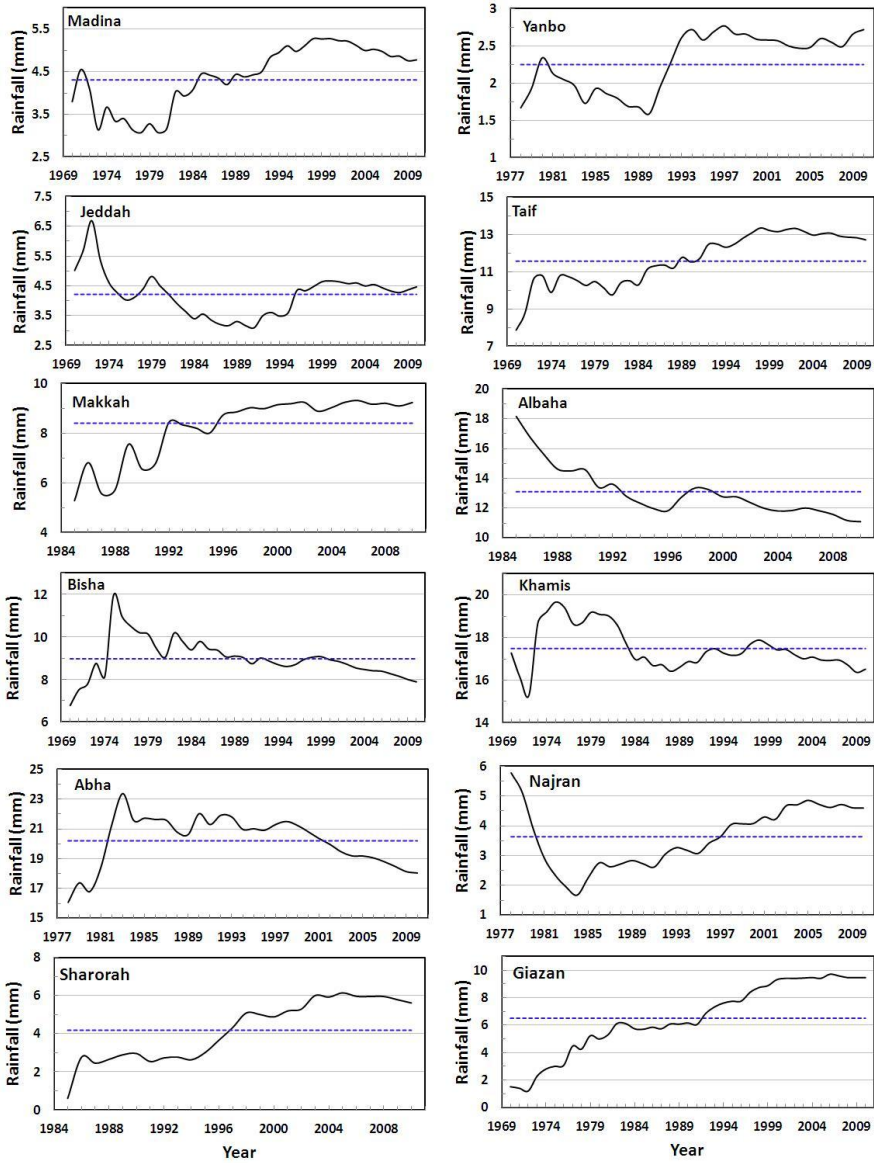
شكل ٥: قيم ميل ومسلك بيانات الأمطار السنوية لجميع محطات المملكة بطريقة الانحدار الخطي وكذلك باستخدام اختبار مان كيندال الاحصائي .



شكل ٦: قيم ميل ومسلك الأمطار باستخدام اختبار مان كيندال الاحصائي لبيانات الأمطار لفصول الشتاء والربيع والصيف والخريف لجميع محطات المملكة.



شكل ٧: قيم المعدل السنوي التراكمي لبيانات الأمطار السنوية لمحطات طريف وعرعر الجوف ورفحا وتبوك والقيصومة وحائل والقصيم والظهران والوجه والأحساء والرياض القديمة.



شكل ٨: قيم المعدل السنوي التراكمي لبيانات الأمطار السنوية لمحطات المدينة المنورة ينبع وجدة والطائف ومكة المكرمة والباحة وبيشة وخميس مشيط وأبها ونجران وشرورة وجيزان.

