

دراسة مناخية للأمطار فوق المملكة العربية السعودية

مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية)

د . مطيرة خويتم المطيري
أستاذ الجغرافيا المناخية المشارك
كلية الآداب - جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن

الملخص:

يتناول هذه البحث دراسة ميل واتجاه كمية الأمطار وتغيرها فوق المملكة العربية السعودية. واتضح أن أعلى قيم لمعامل التغير في الأمطار في فصل الصيف بينما أقل قيم في فصل الشتاء. ووجد 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 العربية السعودية. كما وجد أن أعلى قيم لمعامل التغير في فصل الربيع يظهر فوق المنطقة الشرقية للمملكة العربية السعودية بينما أقل قيم كانت فوق المحطات الجبلية. وأيضاً أن أعلى قيم لمعامل التغير في فصل الخريف ظهرت فوق شرق المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية. وقد أوضح تحليل ميل واتجاه الأمطار لمحطات المملكة العربية السعودية وجود زيادة في كمية الأمطار بوجه عام خلال الفترة الممتدة من ١٩٩٢ حتى ١٩٩٦ على كل المحطات وأن القيم العظمى لهذه الزيادة كانت حول عام ١٩٩٧ م.

الكلمات المفتاحية:

الأمطار في المملكة العربية السعودية، معامل التغير في الأمطار، ميل واتجاه كمية الأمطار، المتوسطات السنوية للأمطار، التغيرات السنوية والعقدية للأمطار.

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.

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 العربية السعودية في بعض السنوات بهطول أمطار غزيرة ينبع عنها سيل 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 القرشى (Al-Qurashi, 1986) في دراسته لإقليم جنوب غرب المملكة العربية السعودية أن الإقليم يتأثر في فصل الصيف بالرياح الجنوبية الغربية المنفذة 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 العربية السعودية جافة ، وتقل نسبة الأمطار الصيفية باتجاه شمال وشرق المملكة العربية السعودية . وأوضحت دراسة (Tsvieli and Zangvil, 2005) أن 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 يونيو إلى أغسطس، وان الموقع الطولي لمنخفض يتحرك للغرب من سبتمبر إلى يناير، ويترافق 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 ١١-٠٨ درجة شمالاً، وأعلى منطقة تجمع للطبقة السفلية للغلاف الجوي القريبة من خط عرض ٢٠ درجة شمالاً فوق الغرب الأفريقي، والرياح النفاثة الشرقية على مستوى ٢٠٠ مليبار بين خط الطول ٠٥-٨ درجة شمالاً، والرياح النفاثة الشرقية فوق الغرب الأفريقي على مستوى ٦٠٠ مليبار بين خطى عرض ١٥-١٨ درجة شمالاً. وصنفت (Bischoff, 2003) في دراستها لأنماط السينوبتيكية العامة والتي تؤثر باستمرار على جنوب أمريكا الجنوبيّة إلى ثمانية أنواع من الأنماط ، واستخدمت في ذلك التصنيف الارتفاعات على مستوى ٥٠٠ مليبار للفترة (١٩٨٠ - ١٩٨٨). التقسيم الموضوعي لأنماط السينوبتيكية ظل 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 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) ، وابضاً على الكرة الأرضية بالكامل (Dzerdzeevskij 1968, Girs 1971) . وقد تم عمل العديد من التصنيفات لأنواع الدورات الهوائية في الغلاف الجوي (Jenkinson and Collison 1977, Huth 1993, Schubert 1994, Bardossy et al. 1995, Chen 2000, Linderson 2001) .

٢- منطقة الدراسة

تقع المملكة العربية السعودية بين دائري عرض ١٥.٥ - ٣٢.٥ درجة شمالاً، وخطي طول ٥٦ - ٣٥.٥ درجة شرقاً ويحدها غرباً البحر الأحمر وشرقاً الخليج العربي والإمارات وقطر، و شمالاً الكويت والعراق والأردن، و جنوباً اليمن وسلطنة عمان. ومساحتها حوالي أربعة أخماس شبة جزيرة العرب حيث تقدر بأكثر من ٢٥٠٠٠٠ كيلو متر مربع، شكل (١). فإن مدار بعد المملكة عن النظام الاستوائي هو (٣٠ و ٦ درجة عرضية شمالاً) ، بينما يمر مدار السرطان (٣٠ و ٢٣ درجة شمالاً) في وسط المملكة تقريباً .

وعلى ذلك فالملكة تنحصر بين نظامين مناخيين مختلفي الحرارة والمطر حيث النظام الاستوائي الحار الممطر طوال العام في الجنوب ، والنظام الانتقالي بحر متوسط في الشمال ، بينما يقع معظم أنحاء المملكة تحت تأثير المناخ المداري الجاف غرب القارات المتاثر بهبوب الرياح التجارية الجافة شتاء والرياح القارية الجافة صيفاً جعلها تستقبل الكتل الهوائية الجافة من مختلف الجهات . أما الجزء الجنوبي الغربي من المملكة فهو يقع تحت تأثير الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الرطبة والتي يشتد تأثيرها في الصيف حيث تتواغل نحو جنوب غرب المملكة فتعمل الرياح على رفعها متسقة في سقوط أمطار غزيرة على المرتفعات الجنوبية الغربية (المطيري، ٢٠٠١م).

اتساع مساحة المملكة العربية السعودية جعلها تتتنوع في تضاريسها. فعلى امتداد البحر الأحمر سهل تهامة الساحلي الذي يبلغ طوله حوالي ١٠٠٠ 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، وتتحدى منها أودية كبيرة تتجه شرقاً. ويلي 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 العربية السعودية وهي منطقة صحراوية كبيرة تتكون من كثبان رملية تقدر مساحتها حوالي ٦٤٠٠٠ كيلومتر مربع.

وننفوت كميات الأمطار الساقطة على المملكة ، ومعظم الأمطار الساقطة على المملكة هامشية لكل من :

١. أقليم البحر المتوسط الشتوية ذات الطبيعة الاعصرية التي تسقط على الجزء الشمالي والشمالي الغربي والشمالي الشرقي ويصل تأثيرها إلى الجزء الأوسط .
٢. الأقليم المداري الموسمي والذي يصل تأثيره جنوب غرب المملكة ويزداد خلال لصيف.

جدول (١) موقع محطات الرصد السطحية بالمملكة العربية السعودية .

Years عدد السنوات	Available Data فترة الدراسة م	Elevation الارتفاع (م)	Long. خط الطول	Lat. دائرة العرض	Station Name اسم المحطة	الرقم
33	1978 --- 2010	852.44	38.73	31.68	(Turaif) طريف	1
26	1985 --- 2010	503.9	37.28	31.4	(Guriat) الفريات	2
33	1979 --- 2010	548.88	41.14	30.9	(Arar) عرعر	3
33	1978 --- 2010	668.74	40.98	29.78	(Aljouf) الجوف	4
33	1978 --- 2010	413	43.49	29.62	(Rafha) رفحا	5
33	1978 --- 2010	444.1	36.6	28.37	(Tabouk) تبوك	6
33	1978 --- 2010	1001.52	46.13	28.31	القبصومة (Alqusoma)	7
21	1990 --- 2010	646.71	45.53	27.9	حفر الباطن (Hafrbaten)	8
41	1970 --- 2010	768.11	41.69	27.43	(Hail) حائل	9
33	1978 --- 2010	178.17	43.76	26.3	(Gassim) القصيم	10
41	1970 --- 2010	16.77	50.16	26.25	الظهران (Dhahran)	11
33	1978 --- 2010	357.6	38.47	26.2	(Alwajh) الوجه	12
26	1985 --- 2010	23.73	49.48	25.29	(Alahsa) الأحساء	13
26	1985 --- 2010	613.55	46.72	24.92	الرياض الجديدة (Riyadh new)	14
41	1970 --- 2010	619.63	46.73	24.71	الرياض القديمة (Riyadh old)	15
41	1970 --- 2010	3.58	39.69	24.54	المدينة المنورة (Madinah)	16
33	1978 --- 2010	1452.75	38.06	24.14	(Yanbo) ينبع	17
41	1970 --- 2010	240.35	39.18	21.71	(Jeddah) جدة	18
41	1970 --- 2010	614.39	40.55	21.48	(Taif) الطائف	19
26	1985 --- 2010	701.02	39.79	21.43	مكة المكرمة (Makkah)	20

20	1991 --- 2010	635.6	45.25	20.5	وادي الدواسر (Wadi dwaser)	21
26	1985 --- 2010	1651.88	41.64	20.29	الباحة (Albaha)	22
41	1970 --- 2010	1161.97	42.61	19.99	بيشة (Bisha)	23
41	1970 --- 2010	2093.35	42.8	18.29	خميس مشيط Khamis) (Moshet)	24
33	1978 --- 2010	2055.93	42.66	18.23	أبها (Abha)	25
33	1978 --- 2010	1212.33	44.41	17.61	نجران (Najran)	26
26	1985 --- 2010	724.65	47.1	17.46	شرورة (Sharorah)	27
41	1970 --- 2010	7.24	42.58	16.9	جيزان (Gizan)	28

الجدول من أعداد الباحثة بالاعتماد على:
الرئاسة العامة للرصد وحماية البيئة وبيانات وزارة الكهرباء والمياه وبيانات من
حرس سلاح الحدود.



شكل(١) الموقع الجغرافي للمحطة المناخية السطحية بالمملكة العربية السعودية

٣- البيانات والطرق المستخدمة في الدراسة

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

الطرق المستخدمة في الدراسة:

(أ) تجسس البيانات

تم استخدام اختبار بارتلت لدراسة تجسس البيانات مع المراعة في الاعتبار توزيع جاوس لقيم الأمطار. وتم استخدام وانجاز الطريقة باسلوب 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:

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

حيث تتغير المجاميع مع العدد n لقيم المتسلسلة الزمنية وتعبر i عن الفترة الجزئية. تم مقارنة النسبة بين القيم العظمى و الصغرى بين $(S_{\max}^2 / S_{\min}^2)$ مع تلك القيم التي طبقها بيرسون و هارتل (Pearson and Hartley, 1958) وذلك من أجل تعين 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 واتجاه البيانات

تم تطبيق طرق مختلفة لدراسة ميل و اتجاه و تقلبات الأمطار في المملكة العربية السعودية ، وهذه الطرق هي:

- الانحدار الخطي حيث تستخدم طريقة المربعات الصغرى.

يمكن دراسة ميل واتجاه التغير في الأمطار بواسطة طريقة المربعات الصغرى باستخدام خط الانحدار البسيط مع الوقت كمتغير مستقل (Panofsky and Brier, 1963). ولا تكون خصائص الاتجاه والميل بالضرورة نتيجة للتغير المناخي الحقيقي في العديد من الواقع. وسوف يتم حساب وأيجاد ميل خط الانحدار للمتسلسلات الزمنية للأمطار لجميع محطات المملكة العربية السعودية.

أختبار مان كيندال الإحصائى:

تم استخدام اختبار مان كيندال الإحصائي لاكتشاف أي ميل او اتجاه ممكناً في سلاسل بيانات الأمطار لجميع محطات المملكة العربية السعودية و ذلك 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 و التعرف على التغيرات الزمنية في المتسلسلات الزمنية للأمطار في المملكة العربية السعودية و تعرف طريقة تراكم المتوسطات الفصلية للمتسلسلات الزمنية على النحو التالي:

$$y_j = \frac{1}{j} \sum_{i=1}^j x_i, \quad j = 1, 2, \dots, N. \quad (12)$$

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 لمحطات المملكة العربية السعودية

تعتبر دراسة تجانس البيانات مهمة في علم المناخ. و تختلف دراسة التجانس حسب عناصر المناخ المختلفة. فالتغيرات البشرية و التي أحدثها الإنسان المؤثرة على البيئة المحلية أحد مصادر عدم تجانس في السجلات التاريخية للبيانات المناخية. وقد تم دراسة تجانس بيانات الأمطار لجميع محطات المملكة العربية السعودية بواسطة اختبار بارتلت (Mitchell et al., 1966). و يوضح جدول (٢) نتائج اختبار بارتلت لمتوسطات الأمطار السنوية. وقد أظهرت النتائج تجانس بيانات الأمطار على جميع المحطات بالمملكة العربية السعودية ما عدا محطة وادي الدواسر (ربما بسبب نقلها من مكانها) و ذلك بالأأخذ في الاعتبار النسبة S^2 / S^2_{\max} مع درجة معنوية تصل إلى ٩٥ % كما تم توضيحه بواسطة (Mitchell et al., 1966). كما وجد عدم تجانس بيانات الأمطار لمحطات القصومة و نجران و شرورة . جدول (٢) نتائج اختبار بارتلت لدراسة تجانس لمتوسطات الأمطار السنوية لجميع محطات المملكة العربية السعودية.

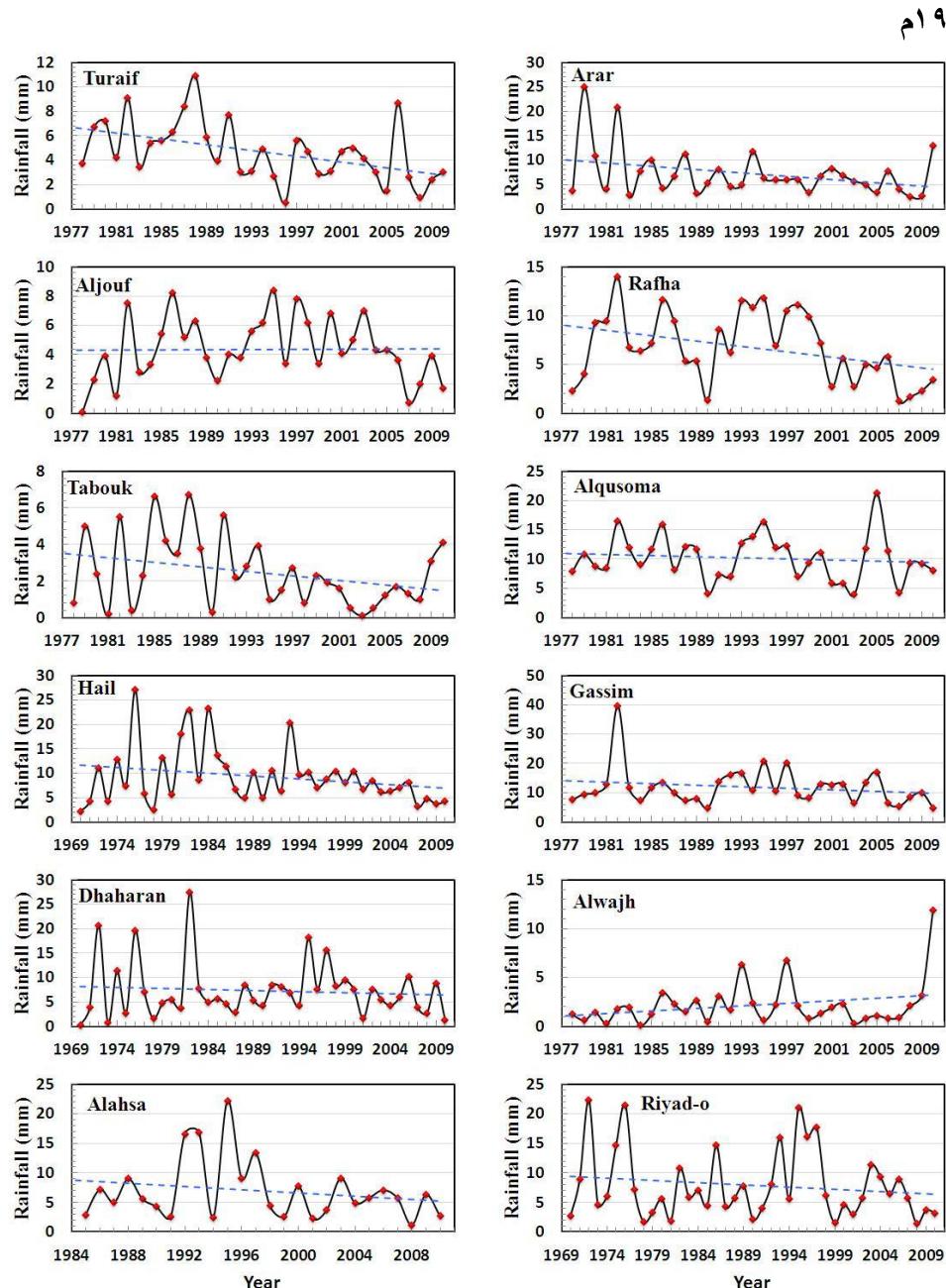
Homogenit y	95% Significant point	K	N	Station	No
0.48	2.86	2	16	Turaif	1
0.66	3.28	2	13	Guriat	2
2.25	2.86	2	16	Arar	3
0.85	2.86	2	16	Aljouf	4
1.28	2.86	2	16	Rafha	5
0.47	2.86	2	16	Tabouk	6
3.07	2.86	2	16	Alqaisoma	7
0.29	4.03	2	10	Hafrbatn	8
0.65	2.66	2	20	Hail	9
1.05	2.86	2	16	Qassim	10
1.95	2.66	2	20	Dhahran	11
1.01	2.86	2	16	Alwajh	12
1.95	3.28	2	13	Alahsa	13
1.09	3.28	2	13	Riyadh new	14
0.48	2.66	2	20	Riyadh Old	15
0.72	2.66	2	20	Madinah	16
0.73	2.86	2	16	Yanbo	17
2.51	2.66	2	20	Jeddah	18
1.71	2.66	2	20	Taif	19
1.01	3.28	2	13	Makkah	20
6.5	4.03	2	10	Wadi dwaser	21
1.16	3.28	2	13	Albaha	22
0..93	2.66	3	20	Bisha	23
0.87	2.66	2	20	Khamis Moshet	24
0.4	2.86	2	16	Abha	25
3.38	2.86	2	16	Najran	26
4.13	3.28	2	13	Sharorah	27
2.4	2.66	2	20	Gizan	28

٤ . ٢ - المتوسطات السنوية للأمطار في المملكة العربية السعودية

تفاوت معدل كميات الأمطار الساقطة تبعاً لاختلاف مسارات المنخفضات الجوية واختلاف الموقع والظروف المحلية الجوية والتضاريسية للمنطقة، وتم 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 والجوف ورفحا وتبوك والقيصومة وحائل والقصيم والظهران والوجه والأحساء والرياض القديمة خلال فترة الدراسة.

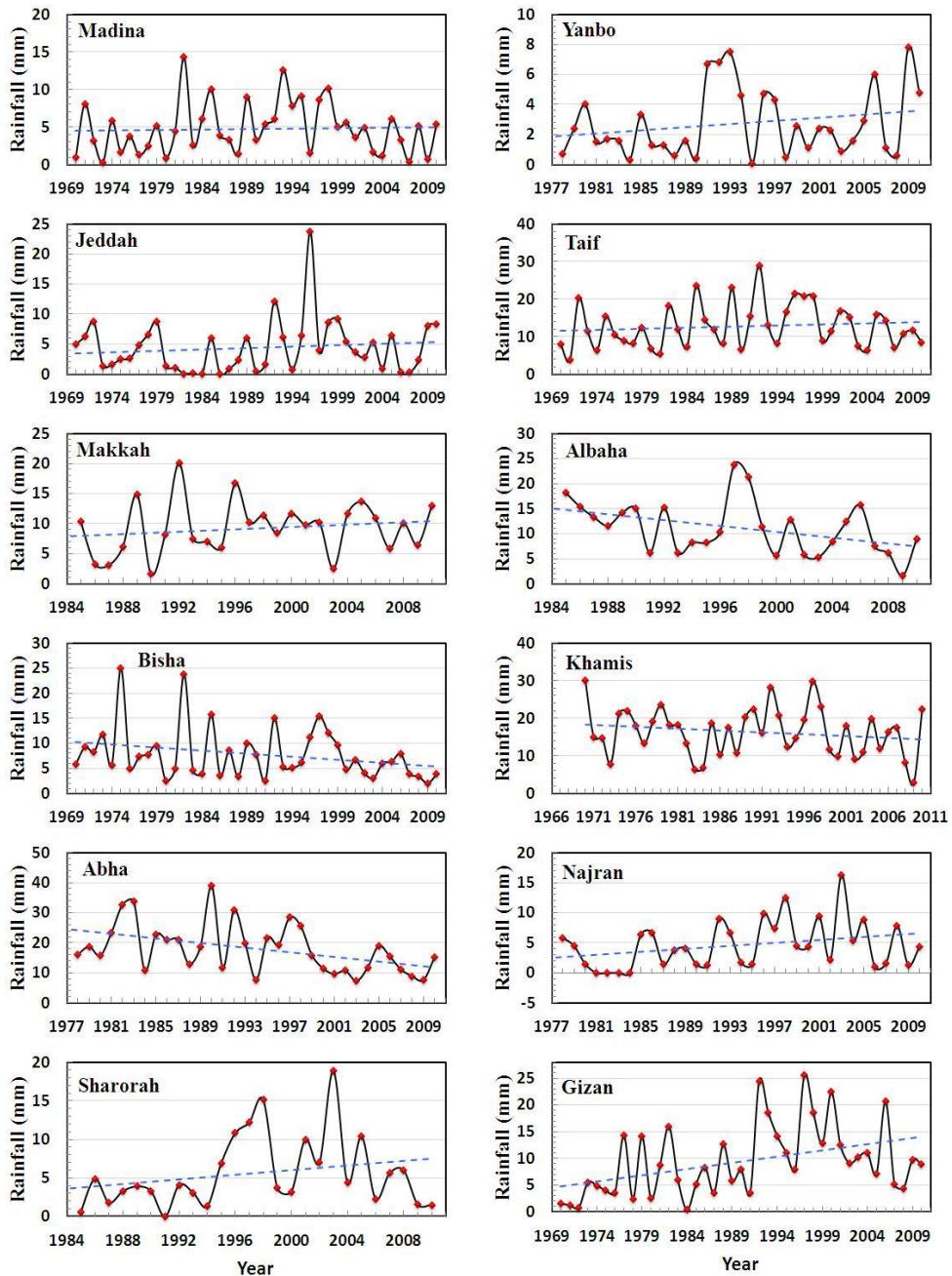
ويلاحظ وجود قمتين عاليتين للأمطار لمحطة عرعر، تظهر الأولى في عام ١٩٧٩ و الثانية في عام ١٩٨٢. كما يبين الشكل أن أعلى قيم سنوية لمحطة رفحا كانت في عام ١٩٨١ م بينما أقل قيمتين للمتوسط السنوي تظهر في عامي ١٩٩٣ - ١٩٩٠ م وبالنسبة لمحطة عرعر، فأعلى قيم سنوية للأمطار كانت في عام ١٩٧٨ م، بينما أقل قيمة في عام ٢٠٠٨ م، ويلاحظ من الشكل أن ميل و مسلك الأمطار على هذه الثلاث محطات كان بالسالب، ويتبين من الشكل أيضاً أن الأمطار على محطة الجوف قليلة إلا أن ميل و مسلك الأمطار عليها موجب. ويظهر أعلى متوسط سنوي للأمطار على محطة رفحا كان عام ١٩٨٣ م. يتضح من الشكل أيضاً أن ميل و مسلك الأمطار السنوية على محطتي تبوك والقيصومة سالباً وأن كميات الأمطار على القيصومة أكثر من التي تستقبلها تبوك خلال فترة الدراسة. ويبيّن الشكل أنه توجد أربع قيم عالية للمتوسط السنوي للأمطار على محطة حائل و جميعها تزيد عن ٢٠ ملم، الأولى ظهرت عام ١٩٧٦ م والثانية والثالثة عامي ١٩٨٢ ، ١٩٨٤ و الأخيرة كانت عام ١٩٩٣ م و يتضح أيضاً أنه يوجد تغير كبير في قيم الأمطار على حائل خلال فترة الدراسة مع وجود مسلك وميل موجب. كانت أعلى قيم بمحطة القصيم عام ١٩٨٢ م، حيث كان المتوسط السنوي أعلى من ٤٠ ملم، بينما أقل قيمة في عام ١٩٩٠ م. ويلاحظ وجود تغير ملحوظ في قيم الأمطار لمحطة الظهران خلال فترة الدراسة مع وجود ميل و مسلك موجب. وايضاً توجد ثلاثة قيم علياً للأمطار على الظهران (أكبر من ٢٠ ملم)، أولها كانت عام ١٩٧٢ م بينما الثانية والثالثة كانت في عامي ١٩٧٦ و ١٩٨٢ م. ويتبين من الشكل أيضاً أنه بالرغم من أن مسلك و ميل المتسلسلة الزمنية للأمطار لمحطة الوجه موجب إلا أنها استقبلت كميات قليلة من الأمطار خلال فترة

الدراسة. وفي بعض المحطات يتضح وجود موجة طولها الموجي ٤ سنوات مسيطرة على متسلسلة قيم الأمطار السنوية لمحطة الرياض القديمة، مع وجود ثلات قيم عظمى على امتداد فترة البيانات و جميعها تزيد عن ٢٠ ملم وقد ظهرت في أعوام ١٩٧٦ و ١٩٧٢ و ١٩٩٥



شكل (٢) القيم السنوية للأمطار لمحطات طريف و عرعر والجوف و رفحا وتبوك والقيصومة و حائل و القصيم والظهران و الوجه و الأحساء و الرياض القديمة لفترة البيانات المتاحة لكل محطة.

يوضح شكل (٣) متوسط قيم الأمطار السنوية لمحطات المدينة ينبع و جدة و الطائف و مكة المكرمة والباحة و بيشة و خميس مشيط و أبها و نجران و شرورة وجيزان خلال فترة الدراسة لكل محطة. ويبين الشكل وجود تغير ملحوظ في مسلك متسلسلة متوسط الأمطار السنوية لمحطة المدينة المنورة بالرغم من أن كميات الأمطار على المدينة المنورة بصفة عامة قليلة، ومسلك وميل الأمطار على المدينة موجب. كما يوضح الشكل أن أعلى قيم للأمطار على محطة ينبع كانت في أعوام ١٩٩٢ و ١٩٩٣ و ٢٠٠٨ بينما أقل قيمة للأمطار السنوية على محطة ينبع كانت في عام ١٩٩٥م. وكانت أعلى قيمة سنوية للأمطار فوق جدة في عام ١٩٩٦م حيث وصلت إلى ٤٢ ملم في حين أن القيم العظمى الأخرى لم تتعدي ١٠ ملم ، كما لم تشهد جدة أمطار لأكثر من عشر سنوات. ومن الشكل يتضح أن مسلك السلسلة الزمنية للأمطار فوق 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 مكة المكرمة ظهرت في عامي ١٩٨٥ و ١٩٩١م، وأن مسلك و ميل الأمطار على محطات جدة و الطائف و مكة موجب، بينما مسلك و ميل الأمطار السنوية على محطات وادي الدواسر و الباحة و بيشة و خميس مشيط كان سالباً. وكانت القيم المتوسطة للأمطار السنوية لكل من محطة بيشة و خميس مشيط هي ٨.٥ و ١٧ ملم على الترتيب. ويتبين من الشكل أن مسلك المتسلسلة الزمنية لقيم السنوية لمحطة أبها مشابه جداً مع بيشة و خميس مشيط ويرجع ذلك لقرب هذه المحطات من بعضها، ولذلك فإن ميل المتسلسلة الزمنية لقيم الأمطار السنوية لهذه المحطات موجب.



شكل (٣) متوسط قيم الأمطار السنوية لمحطات المدينة المنورة ينبع و جدة و الطائف و مكة المكرمة والباحة و بيشة و خميس مشيط و أبها ونجران و شرورة وجيزان خلال فترة البيانات المتاحة لكل محطة.

٤ . ٣ - التغيرات السنوية والعقدية للأمطار في المملكة العربية السعودية

٤ . ١ . ٣٠ - معامل الاختلاف

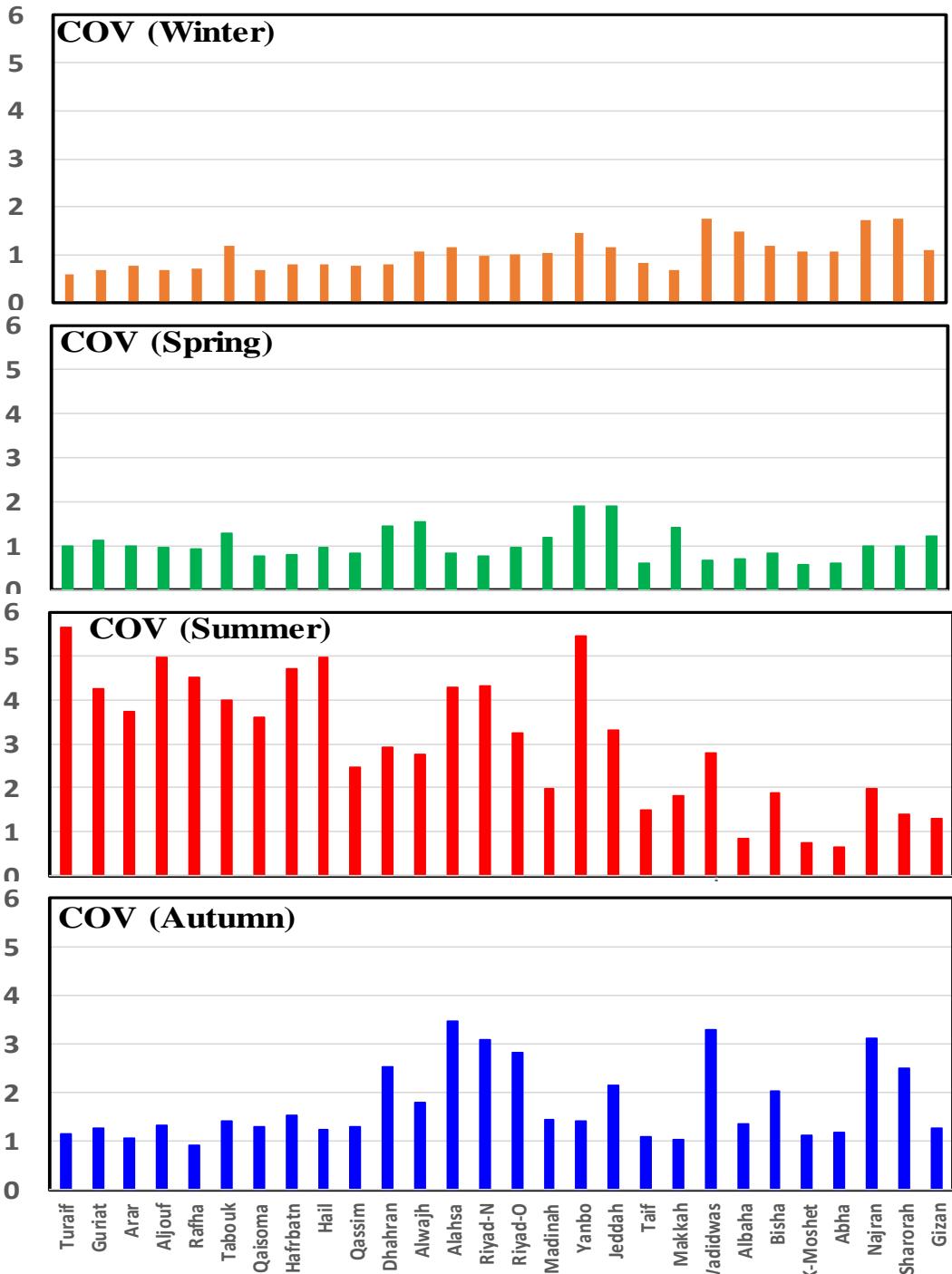
تم تقدير معامل التغير (الاختلاف) (Cofecient Of Variation; COV)

لبيانات الأمطار السنوية و الفصلية لجميع محطات المملكة العربية السعودية كما يوضح ذلك شكل (٤). أن قيم معامل الاختلاف لأمطار فصل الصيف أعلى من فصول الشتاء و الخريف و الربيع. وبصفة عامة معامل الاختلاف لفصل لشتاء يزيد تدريجيا من شمال المملكة العربية السعودية إلى جنوبها. ومن ثم فإن أعلى قيم لمعامل الاختلاف تظهر على جنوب المملكة العربية السعودية خاصة عند محطات نجران و شرورة. بينما تظهر القيم الاعلى لمعامل الاختلاف في شرق المملكة العربية السعودية عند محطتي ينبع و الأحساء.

و ظهرت أعلى قيم لمعامل الاختلاف لقيم الأمطار السنوية على محطات المملكة العربية السعودية في الوجه و ينبع و جدة و وادي الدواسر و نجران و شرورة، بينما أقل قيم للأمطار السنوية ظهرت على محطات المملكة العربية السعودية في القيصومة و الباحة و خميس مشيط.

ويوضح شكل (٤) معامل الاختلاف لأمطار فصل الربيع على محطات المملكة العربية السعودية، يتضح أن أعلى تغير و اختلاف يظهر على المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية، ويتحقق ذلك من قيم الاختلاف على محطات تبوك و الوجه و المدينة و ينبع و جدة و مكة. وكانت أقل قيم لمعامل التغير في هذا الفصل على المحطات الجبلية (الطائف - الباحة - خميس مشيط - و أبها). كما يوضح شكل (٤) أن قيم معامل الاختلاف للأمطار فصل الصيف أكبر من باقي الفصول، و تظهر أعلى قيم فوق المنطقة الشمالية من المملكة العربية السعودية، بينما أقل قيم ظهرت فوق جنوب غرب المملكة العربية السعودية، ويتحقق من الشكل (٤) أيضا أن مدى معامل التغير لفصل الصيف يتراوح بين ٥.٦٦ في طريف إلى ٠.٦٤ في أبها. ويبين شكل (٤) أيضا معامل الاختلاف لفصل الخريف، حيث يتضح من الشكل أن معامل الاختلاف يتغير من منطقة إلى أخرى حيث يظهر أعلى قيم فوق شرق ووسط وجنوب المملكة العربية السعودية في الظهران - الوجه - الأحساء - الرياض

نجران و شرورة، وكانت أعلى قيمة لمعامل الاختلاف لفصل الخريف في الأحساء (٣.٤٥) بينما أقل قيمة في رفحا (٠٠٩٠).



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

٤-٣-٢: ميل واتجاه الأمطار في المملكة العربية السعودية

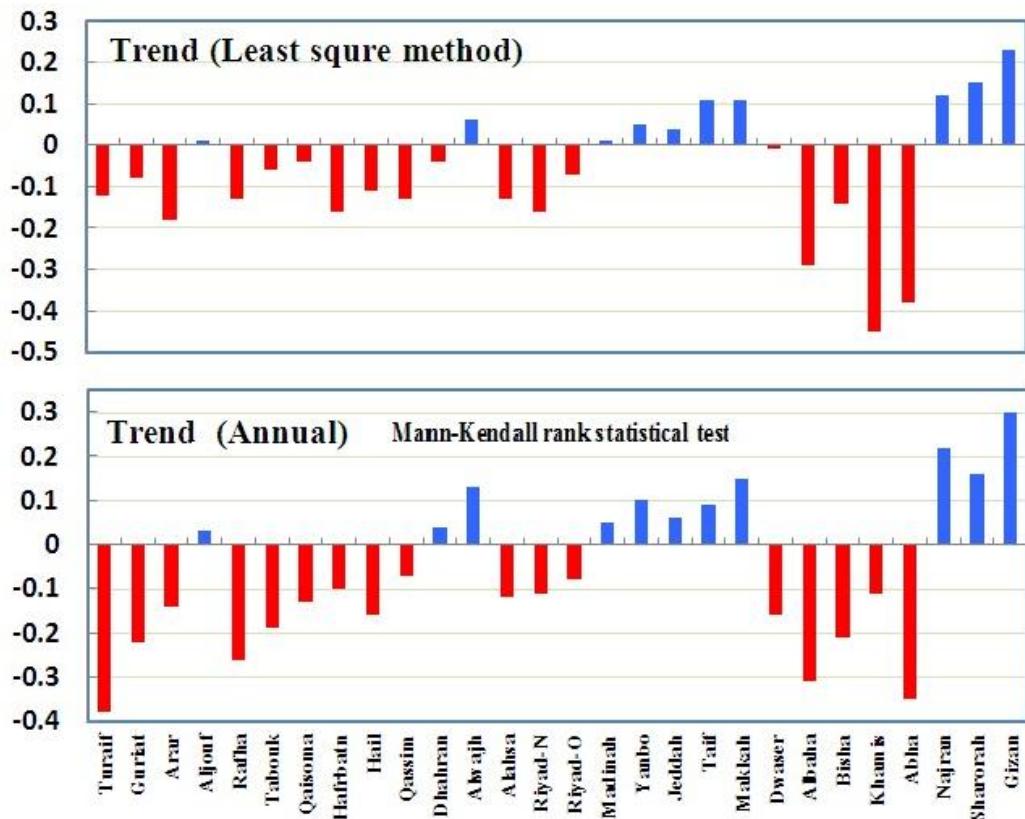
تم دراس اتجاه و ميل الأمطار فوق المملكة العربية السعودية و ذلك بحساب الميل لبيانات الأمطار السنوية لكل محطة من محطات المملكة العربية السعودية ، وقد تم اجراء الدراسة باستخدام طريقتين هما : طريقة الانحدار الخطى وأختبار مان كندل الاحصائى. وسوف يتم فيما يلى مناقشة المفاهيم المهمة لتغيرات المدى الطويل و الاتجاهات للتسلسلات الزمنية للأمطار.

- طريقة الانحدار الخطى:

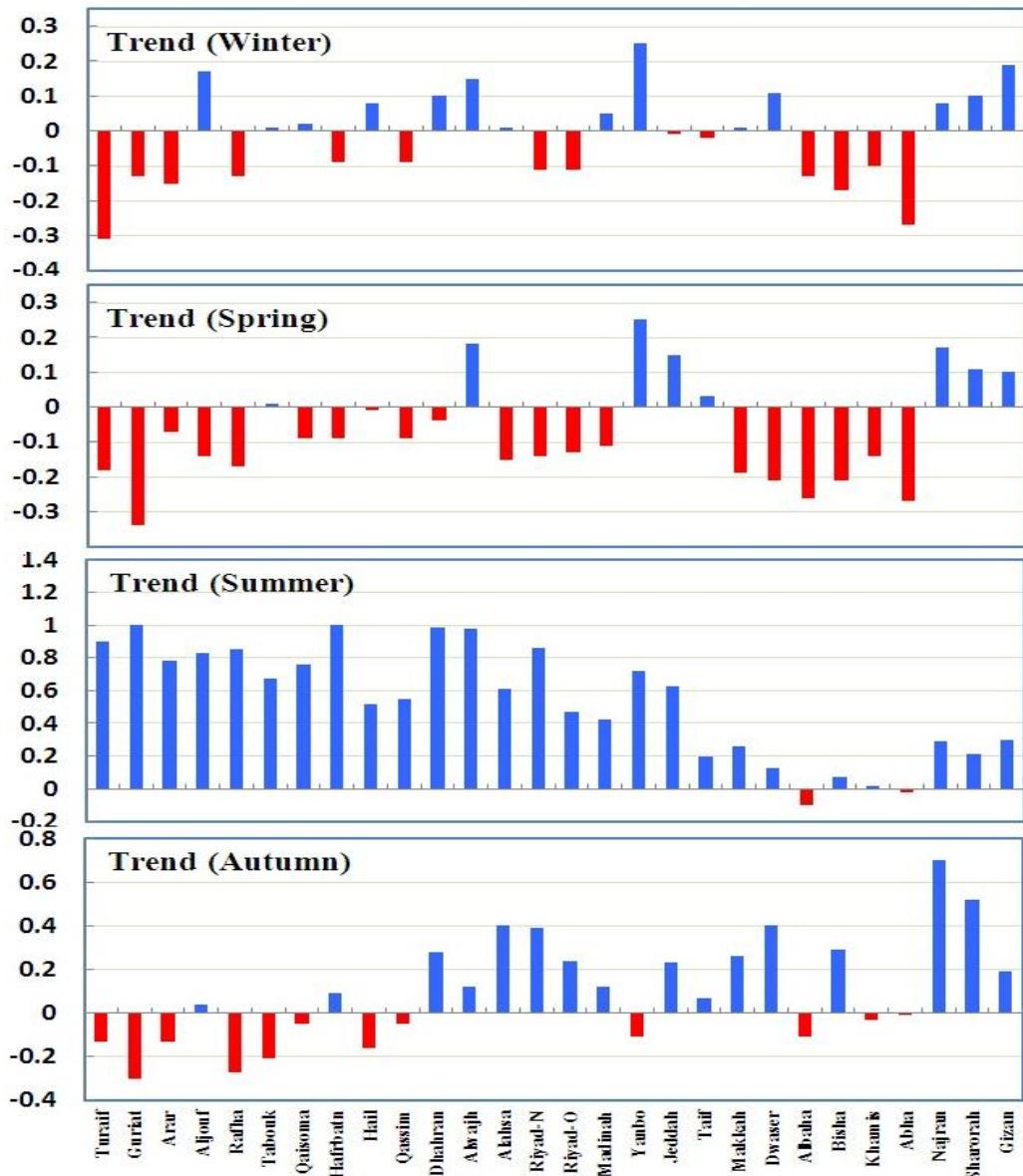
يتضح من الشكل (٥) نتائج حساب ميل واتجاه الأمطار بطريقة الانحدار الخطى لبيانات الأمطار السنوية لمحطات المملكة العربية السعودية. ويوضح الشكل وجود زيادة في الأمطار السنوية لمحطات الجوف - الوجه - المدينة - ينبع - جدة و الطائف - مكة - نجران - شرورة و جيزان. وبالمقابل يوجد نقص في الأمطار السنوية على باقى المحطات.

- اختبار مان كيندل الاحصائى

تم استخدام اختبار مان كيندل الإحصائي لاكتشاف أي ميل او اتجاه ممكن في سلاسل بيانات الأمطار لجميع محطات المملكة و ذلك لاختبار المفهوى الإحصائي لقيم الميل Sneyers, 1990; Schonwiese and Rapp, 1997 and 2004 (Hasanean, 2004). وقد قام (Huth, 1999) بعمل دراسه و تقييم مفصل لاختبار البيانات المناخية و المقارنة بين أساليب تقدير مستوى أهمية حساب و معرفة 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) النتائج الإحصائية لاختبار مان كيندل لجميع محطات المملكة العربية السعودية. وقد وجد أن ميل و اتجاه موجب لبيانات الأمطار السنوية لأحدى عشر محطة بينما ميل و اتجاه سالب لباقي المحطات. وقد وجد أن نتائج اختبار مان كيندل من حيث القيم الموجبة و السالبة لميل و اتجاه كل محطة يتتفق تماما مع القيم المناظرة و الناتجة عن طريقة الانحدار الخطى من الدرجة الأولى.



شكل (٥) قيم ميل ومسلك بيانات الأمطار السنوية لجميع محطات المملكة بطريقة الانحدار الخطى وكذلك باستخدام اختبار مان كيندال الاحصائى .

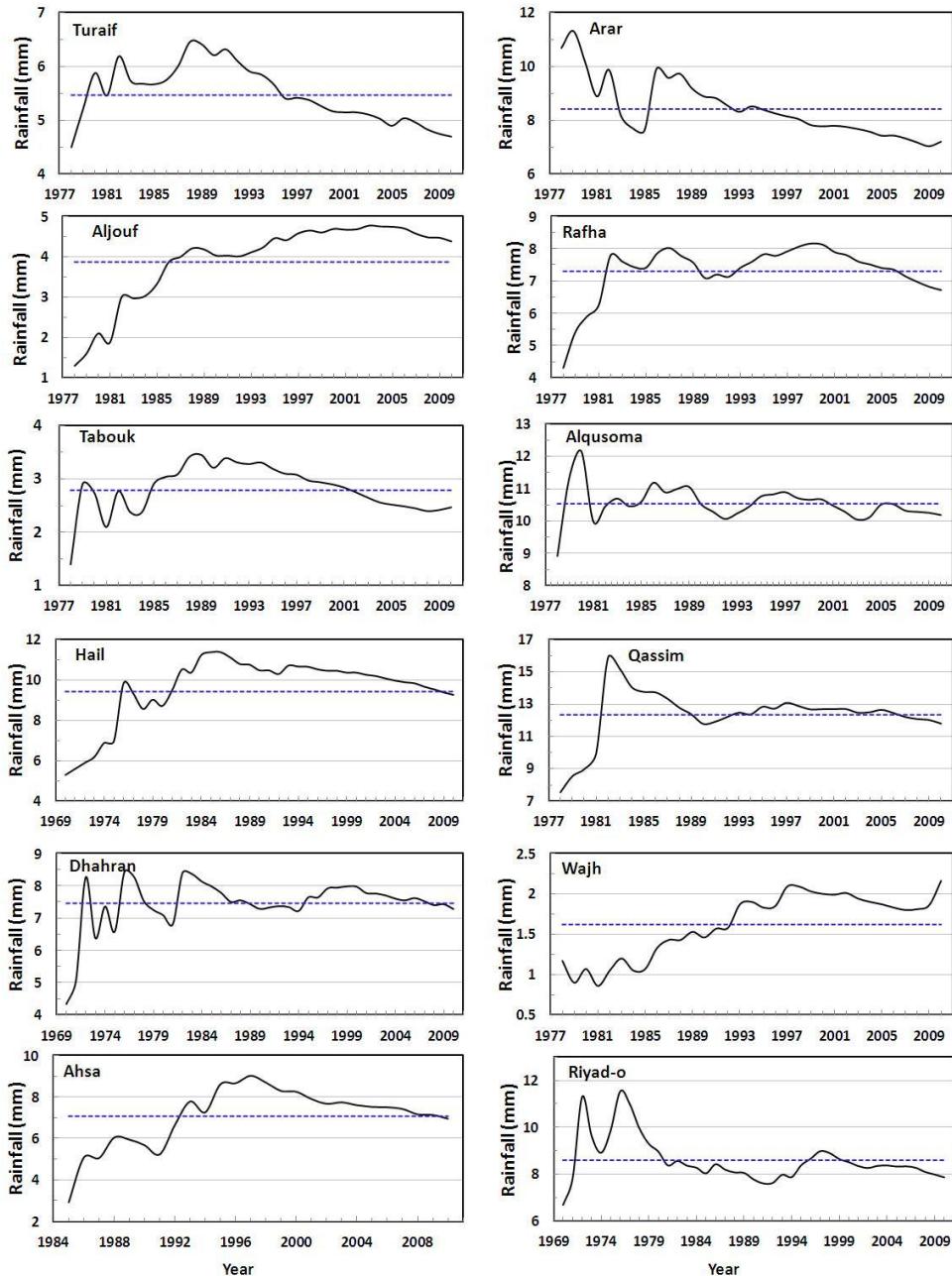


شكل (٦) قيم ميل ومسلك الأمطار باستخدام اختبار مان كيندل الاحصائي لبيانات الأمطار لفصول الشتاء والربيع والصيف والخريف، لجميع محطات المملكة.

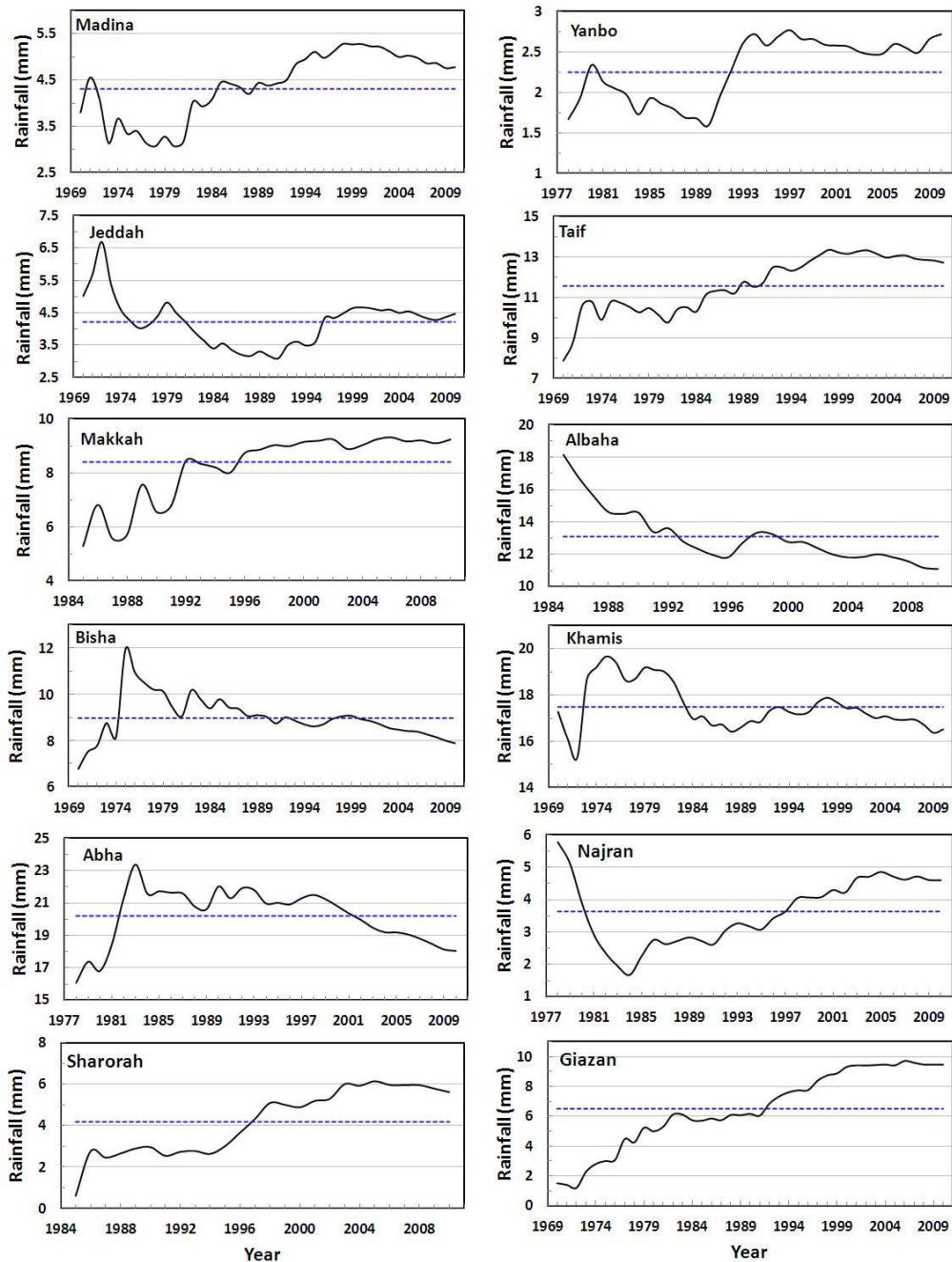
٤-٣-٣: المعدل السنوي التراكمي

في هذا القسم تم تحليل التغيرات ذات المدى الطويل لمسلك الأمطار السنوية بالنظر إلى التغيرات الزمنية للأمطار السنوية. ولتصور التغيرات العقدية و بين العقدية في سلوك الأمطار السنوية ، ثم حساب المعدل السنوي التراكمي لأنه يكشف التغيرات الزمنية في

هيأكل المتسلسلات الزمنية لبيانات الأمطار المناخية و التي لا يمكن التعرف عليها في البيانات الخام. علاوة على ذلك فإن طريقة المعدلات (المتوسطات) التراكمية لها تأثير Lozowski et al., (1989). وثبت فترات التغير المتتالية سواء بالزيادة او النقصان في الأمطار و التي تختلف في الطول و يمكن التعرف عليها في السلسلة الزمنية للأمطار السنوية. ويوضح شكل (٧) و شكل (٨) سلوك الأمطار خلال فترة دراسة البيانات لكل محطة .



شكل (٧) قيم المعدل السنوى التراكمى لبيانات الأمطار السنوية لمحطات طريف و عرعر الجوف و رفحا وتبوك والقصومة و حائل و القصيم والظهران و الوجه و الأحساء و الرياض .



شكل (٨) قيم المعدل السنوى التراكمى لبيانات الأمطار السنوية لمحطات المدينة المنورة
ينبع و جدة و الطائف و مكة المكرمة و الباحة و بيشة و خميس مشيط و أبها و نجران و
شورة وجيزان.

النتائج:

تم التوصل إلى مجموعة من النتائج :

- وجد أن قيم موجبة لاتجاه ومسلك الأمطار هي السمة الغالبة لمحطة طريف خلال الفترة من ١٩٨٠ حتى ١٩٩٥م، تلي هذه الفترة قيم سالبة للاتجاه حتى نهاية فترة الدراسة.
- تحظى القرىات وعرعر بكمية أمطار أعلى من متوسط المعدل السنوي التراكمي في الفترة من ١٩٧٨ حتى ١٩٨٢م ، وكذلك في الفترة من ١٩٨٦ حتى ١٩٩٢م ، تلي هذه الفترة بميل و اتجاه سالب حتى نهاية فترة الدراسة.
- يظهر المعدل السنوي التراكمي لكل من محطة الجوف و رفحا و تبوك نفس السلوك خلال فترة الدراسة، حيث أظهرت المحطات ميل و اتجاه سالب خلال الفترة الأولى تلاها ميل موجب عام ٢٠٠٤م ، وفي آخر خمس سنوات شهدت نقصان تدريجي في كمية الأمطار.
- يتذبذب مسلك المعدل السنوي التراكمي للأمطار حول متوسطه بمحطة القصومة على مدار فترة الدراسة.
- يوجد تماثل كبير بين محطة الوجه والأحساء ، حيث يمكن تقسيم مسلك المعدل السنوي التراكمي لأمطار المحطة إلى فترتين، الأولى تمتد من بداية فترة الدراسة حتى عام ١٩٩٣م واتجاه الأمطار فيها سالب ، بينما الثانية و التي تليها تمتد إلى نهاية فترة الدراسة فان الميل فيها موجب.
- توجد تقلبات كبيرة في المعدل السنوي التراكمي حول متوسطه لمحطة الظهران خلال الفترة من ١٩٧١ إلى ١٩٨٧م 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 ١٩٨٤م تلي ذلك زيادة في الأمطار حتى نهاية فترة الدراسة ٢٠١٠م.
- تظهر فترة واضحة من الزيادة في الأمطار و الاتجاه الموجب لمحطة 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 ١٩٨١م على جانب آخر كان الميل و الاتجاه السلبي هو السمة الغالبة طوال الفترة من ١٩٨١ حتى ١٩٩٦م ثم اتجاه إيجابي إلى نهاية فترة الدراسة.

- تتشابه نتائج مكة المكرمة ومحطة الطائف يمكن ملاحظة الميل و الاتجاه السلبي الذي يظهر من بداية فترة الدراسة لكل محطة حتى عام ١٩٩٠ م تقريباً تلاه اتجاه إيجابي و زيادة في الأمطار حتى نهاية فترة الدراسة.
- أيضاً تتشابه نتائج بيشة وأبها يظهر مسلك المعدل السنوي التراكمي للمحطتين متتشابه، حيث وجد أن المعدل السنوي التراكمي موجب خلال الفترة من ١٩٨٠ حتى عام ٢٠٠٠ م ، ثم فترة من الاتجاه السالب للمعدل السنوي التراكمي حتى نهاية فترة الدراسة.
- متتشابه نتائج محطات نجران و شرورة و جيزان ، وجد أن اتجاه وميل المعدل السنوي التراكمي لها سلبي من بداية البيانات حتى عام ١٩٩٦ م ، ثم اتجاه و ميل ايجابي حتى نهاية فترة الدراسة.

المراجع:

المراجع العربية:

- عبد الوهاب مشاط (٢٠٠٦) : دراسة إحصائية وإجمالية (سينوبтика) لحالة شديدة المطر فوق مدينة جدة بململكة العربية السعودية. مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس. ٣٣٥ - ٣٥٨.
- الأحيدب، إبراهيم سليمان، (١٩٩٢م) ، توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، سلسلة الدراسات الخاصة، معهد البحوث والدراسات الإسلامية، ط١ ، جامعة الدول العربية ، القاهرة
- عزيز ، خديجة ، (١٩٩٣م) ، السمات التوزيعية لكميات الامطار ومدى تغيراتها في المنطقة الوسطى ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة الملك سعود ، الرياض.
- الكليب ، عبدالملك علي، (١٩٨٢م) ، الامطار في شبه الجزيرة العربية ، الندوة الاولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية ، الكويت ، المجلد الثاني .
- المطيري، مطيرة خويتم، (٢٠٠١م)، التحديد المناخي للمناطق الملائمة للسياحة في المملكة العربية السعودية دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة دكتوراة غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة لاميرة نورة بنت عبدالرحمن، الرياض.
- المطيري، مطيرة خويتم، (٢٠١٧م)، العواصف الرعدية وأحوال الطقس المصاحبة في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية دراسة مناخية، مجلة العلوم العربية والإنسانية، المجلة العلمية لجامعة القصيم، المملكة العربية السعودية، المجلد ١١، العدد ٢ ، ص ص ١١٧٦-١١٢٣.
- المطيري، مطيرة خويتم، (٢٠١٨م)، تحليل الأمطار اليومية القصوى وكثافة الأمطار لمنطقة حائل بالمملكة العربية السعودية ، مجلة كلية الآداب (الإنسانيات والعلوم الاجتماعية) جامعة القاهرة، المجلد (٧٨) العدد (٣) .

المراجع الأجنبية:

- 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 climatology 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 povetnostich 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 Europas, 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.
- Dzerdzevskij 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 Branvh 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.