Journal of Nature, Life and Applied Sciences
Volume (4), Issue (4) : 30 Dec 2020
P: 1 - 21

AJSRP
ISSN: 2522-3356

مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية
المجلد (4)، العدد (4) : 30 ديسمبر 2020م
ص: 1 - 21

Spatio-Temporal Analysis of Rainfall Variability and its Prediction in AlQassim Region Using (1987-2017)

Aljazy Khalid Alturki

Ahmad Abdullah Aldughairi

College of Arabic Language and Social studies || Qassim University || KSA

Abstract: This study aimed to analyze the indicators of spatial and temporal distribution of daily, monthly, and seasonal rainfall measurements. It is looking for the possibility of the stability or change of precipitation properties by using the data of the present. Also, it is working with the most important factors that effects on the rainfall, Moreover, many of some statistical methods applied in this study. Using inverted distance weighted Inverse Distance Weighting (IDW) method to generates rain interpolation surface that is tool approves in geographic information systems software.

Rain is an important element of many economic activities. Therefore, the importance of predicting the spatial distribution of precipitation that is important from water rain resources. This study presents an analysis of spatiotemporal variation of the daily, monthly and seasonal rainfall in Qassim region, based on data seven weather stations, that is including, Buraidah, Unaizah, Al Rasa, and the General Authority for Meteorology and Environmental Protection, also Prince Nayef Airport Station between (2017-1987) which period included 31 years for the accuracy of the results.

The study reached to several recommendations that can be used in geographical fields, whether environmental or human, which are related to water resources and torrents, rainwater drainage projects and urban areas to avoid disasters.

Keywords: Variance, Possibility of precipitation, weighted Inverse Distance Weighting.

التحليل المكاني والزماني لتباين التهاطل المطري والتنبؤ به في منطقة القصيم (1987-2017)

الجازي خالد التركي

أحمد بن عبد الله الدغيري

كلية اللغة العربية والدراسات الاجتماعية || جامعة القصيم || المملكة العربية السعودية

الملخص: هدفت هذه الدراسة إلى تحليل مؤشرات التوزيع المكاني والزماني لكميات التهاطل اليومية، الشهرية، الفصلية. ومحاولة التنبؤ باحتمالية ثبات أو تغير خصائص التهاطل المطري من بيانات الحاضر. وتعاملت هذه الدراسة مع أبرز العوامل المؤثرة على تساقط الأمطار. وعلاوة على ذلك تعاملت مع بعض الأساليب الإحصائية، والبرامج الحاسوبية، ونماذج نظم المعلومات الجغرافية مثل أسلوب مقلوب المسافة الموزونة Inverse Distance Weighting (IDW) لبناء سطوح التنبؤ المطري، وقدمت هذه الدراسة تحليلاً للتباين المكاني والزماني اليومي، والشهري، والفصلي للأمطار بمنطقة القصيم من خلال الاعتماد على بيانات 7 محطات مطرية منها ما هو تابع لوزارة البيئة والمياه والزراعة متمثلة في محطات بريدة، وعنيزة، والرس، والبدائع، والمذنب، وعقلة الصقور، والمحطة التابعة للهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة المتمثلة بمحطة مطار الأمير نايف للفترة (1987-2017) بسلسلة زمنية امتدت إلى 31 سنة بما يضمن دقة النتائج.

وتوصلت الدراسة لعدة توصيات يمكن الاستفادة منها في كافة المجالات سواءً البيئية، أو البشرية، ولعل أبرزها ما يتعلق بالموارد المائية والسيول، والعمل على تطوير مشاريع تصريف مياه الأمطار، والحد من الامتداد العمراني وسط مجاري الأودية: لتفادي الكوارث والخسائر الإنسانية، والمادية.

الكلمات المفتاحية: التباين، احتمالية التهاطل، أسلوب مقلوب المسافة الموزونة.

1-1 مقدمة الدراسة:

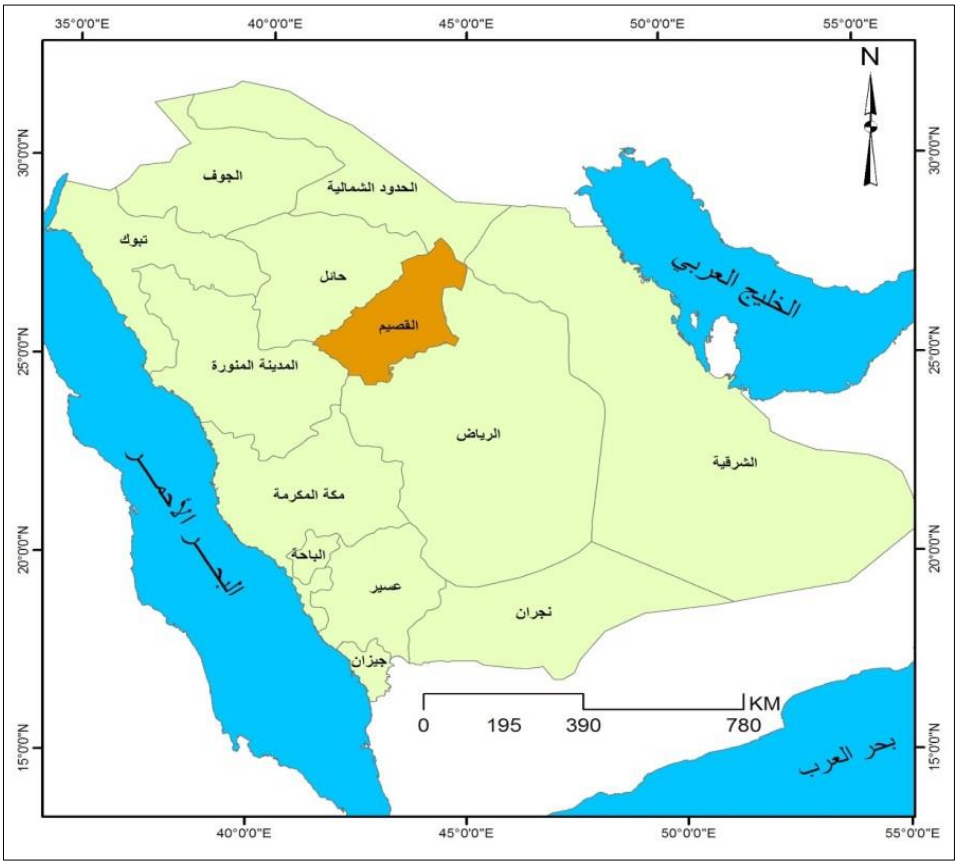
يهطل سنوياً كميات من الأمطار على عموم منطقة القصيم، وتتفاوت هذه الكميات في وقت التساقط من سنة لأخرى، كما تتنوع العوامل التي أدت إلى تلك التباينات المكانية والزمانية، ويلاحظ أنه قد يحدث التهاطل المطري في مواضع دون أخرى من المنطقة، كما يوجد تباينات في معدلاتها المقاسة؛ ولذا فإن هذه الدراسة سوف تقدِّم تحليلاً للتباين المكاني والزماني لنظام تساقط الأمطار بمنطقة القصيم حيث تعد المنطقة من المناطق الجافة ذات المناخ القاري بوجه عام (صحراوي) حيث يكون المناخ حاراً جافاً صيفاً، وبارد شحيح الأمطار شتاءً.

ويعتبر التباين الزماني والمكاني إحدى الخصائص الرئيسة لنظام تهاطل الأمطار بشبه الجزيرة العربية بصورة عامة، وبالمملكة العربية السعودية بصورة خاصة؛ نظراً لامتدادها على أكبر مساحة من أراضي شبه الجزيرة العربية. ولقد أكدت ذلك العديد من الدراسات المناخية والدراسات المهتمة بنظام تهاطل الأمطار بالمملكة العربية السعودية (الصالح، 1994 و1997؛ السيد، 1995؛ Weather et al. , 1991 ; Jones , 1981 ؛ AL Yamani and Sen , 1993).

وتكمن أهمية هذه الدراسة حيث يعد المطر من العناصر المهمة بالدراسات المناخية لدى المناطق الجافة، بحيث يؤثر النظام اليومي للتهاطل على العديد من الأنشطة البشرية، على سبيل المثال فهو يؤثر على حركة النقل الجوي، ووسائل النقل الأخرى، بالإضافة إلى تأثيره على الأنشطة التي تمارس في الهواء الطلق، خاصة في مجال الأعمال الزراعية (موسى، 1988م، ص111-112)، وتعد منطقة القصيم من المناطق الزراعية فهي تتأثر بغزارة المطر وقلته، كما أن التنبؤ بالتوزيع المكاني للأمطار يتيح الاستفادة من موارد الأمطار المائية، كما أنها تخدم العاملين في مجالات عدة منها وزارة البيئة والمياه والزراعة، ووزارة الشؤون البلدية والقروية، وهيئة السياحة، ووزارة التخطيط والاقتصاد، والهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

2-1 منطقة الدراسة:

تقع منطقة القصيم في الجزء الأوسط الشمالي من المملكة العربية السعودية كما يوضح الشكل (1-1)، وتقع فلكياً بين دائرتي العرض 45"24′26°و 40"28′18°شمالاً، وبين خطي الطول 40"41′09°و 25"44′41°شرقاً.



الشكل (1-1) الموقع الجغرافي لمنطقة القصيم.

المصدر: أطلس المملكة العربية السعودية (2014).

ويبلغ أقصى امتداد لها من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي أكثر من 400كم، كما يبلغ أقصى امتداد لها من الجنوب إلى الشمال قرابة 300كم^2، واستناداً للخريطة الإدارية المعتمدة لمنطقة القصيم فإن مساحتها تصل نحو 73,000 كم^2، وتمثل نحو 3.7% من مساحة المملكة، وهي بذلك تأتي في المرتبة الحادية عشرة من حيث المساحة بالنسبة إلى بقية المناطق الإدارية في المملكة (الزهراني،2007).

يتميز سطح منطقة القصيم بالشكل الهضبي المتدرج، والذي تحدده حافات صخرية من شرقها إلى غربها، وتحتضن بينها بحاراً رملية متباينة مثل نفود الثويرات، والمظهور، وكذلك نفود الغميس، ومن أهم الظاهرات المنتشرة بمنطقة القصيم وادي الرمة حيث يمتد من دائرة عرض 85"26′00°و 36"26′40°شمالاً، وخطي طول 49"44′20°و 57"44′00°شرقاً، في ذلك الجزء يخلف وادي الرمة نماذج لإرسابات فيضية، ويحفه عدد من الظواهر الريحية، كالأوشحة الرملية والنباك، إضافة لكثبان طولية كرمال بريدة، واليتيمة، والجراد، ويمتد مجراه حتى يُطمر عند نفود العفجة، وبعدها يكمل مسيرته حتى يُطمر بفعل كُثبان الثويرات القبابية، ورمال المظهور الطولانية بالقرب من بلدة النبقية (الدغيري، 2013).

وكنتيجة حتمية لوقوع منطقة القصيم ضمن النطاق الصحراوي المداري الجاف استناداً لتقسيم كوبن، فإن مناخها يتسم بالصفة القارية المميزة التي تتصف بندرة الأمطار التي يصل معدلها السنوي حوالي 92 ملم، وبالارتفاع في درجات الحرارة التي يصل معدلها السنوي إلى 24.3° (Almisnid, 2005).

3-1 مشكلة الدراسة:

تناولت عدد من الدراسات لمناطق متفرقة من المملكة العربية السعودية موضوع الأمطار بالدراسة والتحليل، في حين نجد أن منطقة القصيم يتميز نظام التساقط المطري بها بالتفاوت الكبير مكانياً وزمانياً مما دعت الحاجة إلى دراسة أنظمته، وتحليل خصائص التباينات المكانية والزمانية لكمياته على مستوى التغيرات اليومية، والشهرية، والفصلية، وعدم توفر دراسات كافية ومفصلة لنظام التساقط بمنطقة الدراسة ماعدا دراسة الدغيري، وبوروبة؛ كان الأولى الاهتمام بهذا العنصر المناخي بشيء من التحليل المستند على بيانات محطات الرصد المزرعة بالمنطقة خلال فترة زمنية امتدت حتى 31 سنة، واهمية التنبؤ بحدوث الأمطار لفترات رجوع تصل حتى 100سنة.

4-1 أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1- تحليل مؤشرات التوزيع المكاني والزماني لكميات التهاطل المطري اليومي، والشهري، والفصلي في منطقة القصيم.
2- استخدام تقنيات التحليل المكاني لإنتاج خرائط التباين المكاني.
3- محاولة التنبؤ باحتمالية ثبات أو تغير خصائص التهاطل المطري من بيانات الحاضر.
4- مناقشة العوامل المؤثرة على التهاطل المطري.

5-1 الدراسات السابقة:

قُدمت العديد من الأبحاث في مجال الدراسات المناخية، واهتمت بدراسة العناصر المناخية بالمملكة العربية السعودية بحيث ظهرت دراسات مناخية مفصلة معتمدة على عنصر مناخي واحد. وكان عنصر الأمطار قد جذب نظر الباحثين لدراسته، ولاسيما تلك الدراسات التي ركزت على الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية حيث تعتبر تلك المناطق الأوفر حظاً ونصيباً من بقية مناطق المملكة العربية السعودية. وسوف تستعرض هذه الدراسة أهم الدراسات التي تناولت التهاطل المطري بالبحث والتحليل كما يلي:

- **دراسة تيان داكان (Tian Daquan,1993)** بعنوان "Rainfall Spatial And Seasonal Variability Analysis In SEMI-ARID Watersheds" هدفت الدراسة إلى تحليل التغير الموسمي والمكاني لمعدل سقوط الأمطار في ولاية أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية، وفحص كيفية تأثير تلك التغيرات على تقدير الامتداد المساحي لسقوط الأمطار. وأشارت الدراسة إلى الأنماط المكانية لسقوط الأمطار بالولاية ففي جنوب شرق أريزونا فصل سقوط الأمطار الرئيسي هو (الصيف) بينما شمال غرب، وشمال شرق أريزونا، فصل سقوط الأمطار الثانوي هو (منتصف الشتاء) وفي شمال غرب أريزونا فصل الجفاف هو السائد.
- **دراسة عبدالباسط ومشاط (Mashat &Abdel Basset, 2011)** بعنوان "Analysis of Rainfall over Saudi Arabia" على 28 محطة موزعة على مناطق المملكة العربية السعودية، وقد بينت هذه الدراسة أن أعلى كمية هطول للأمطار تحدث خلال فصل الربيع على جنوب غرب ووسط وشرق المملكة العربية السعودية، وثاني أكبر كمية لهطول الأمطار تحدث خلال فصل الشتاء على الشرق والشمال الشرقي من المملكة العربية السعودية، ويعتبر فصل الصيف هو الأدنى كمية لهطول الأمطار على المملكة العربية السعودية، باستثناء المناطق الجبلية في المنطقة الجنوبية الغربية. ويتضح أن نمط التوزيع الأفقي لهطول الأمطار خلال فصل الخريف يشبه إلى حد ما

فصل الربيع، وتظهر أهم ميزة سينوباتيكية في الربيع عندما يلتقي الهواء البارد المرتبط بمنخفضات البحر المتوسط الثانوية بالهواء الساخن الرطب الجنوبي المرتبط بحوض البحر الأحمر فوق المملكة العربية السعودية.

- **دراسة (اللوح، حسن، 2017)** بعنوان "التذبذب الزمني والمكاني للأمطار في الضفة الغربية وقطاع غزة خلال الفترة 1995-2014م. هدفت الدراسة إلى توضيح التذبذبات الزمانية في كميات الأمطار في الضفة الغربية وقطاع غزة، ومعرفة الاختلافات المكانية بين المحطات المطرية، ومعرفة إمكانية التنبؤ المستقبلي بالتغيرات المطرية للفترة (1995-2014)، وقد استخدمت الدراسة العديد من البرامج في تحليل البيانات ومعالجتها ومنها : برنامج Spss، و Excel، وبرنامج GIS، وخرجت الدراسة بنتائج نذكر منها –على سبيل المثال- أن سقوط الأمطار بالمنطقة مرتبط بمسارات المنخفضات الجوية مما ينتج عنه تذبذب واضح لكميات الأمطار بين الزيادة والنقصان.
- **دراسة (العنزي، عنود راضي، 2014)** بعنوان: "التحليل التكراري المقارن لتوزيع الأمطار بمنطقة الرياض خلال الفترة 1970-2011م. أظهرت الدراسة تحليلاً للتباينات الزمانية والمكانية لكميات الأمطار اليومية والقصوى والسنوية لدى 11 محطة لقياس الأمطار خلال تلك الفترة الزمنية بمنطقة الرياض، وقد كان من أبرز أهداف هذه الدراسة تحديد خصائص التوزيع المكاني والزماني للأمطار اليومية القصوى والسنوية للفترة الممتدة من 1يناير 1970 وحتى 31 ديسمبر 2011 كما تم دراسة العلاقة بين الأمطار اليومية القصوى، والأمطار الشهرية من جهة، وبين الأمطار الفصلية القصوى، والأمطار السنوية من جهة أخرى كما تم أيضاً تحديد نماذج التوزيع الاحتمالي المناسب لكميات الأمطار اليومية القصوى والسنوية.
- **دراسة (بوروبة، محمد، والدغيري، أحمد، 2015)** بعنوان: " تحليل التباين المكاني لتوزيع الأمطار في منطقة القصيم وسط المملكة العربية السعودية. قدمت تحليلا للتباينات الزمانية والمكانية لكميات التهاطلات السنوية لفترة 31 سنة من 1981-2011م في سبع محطات مختارة من منطقة القصيم، وقد تم تطبيق العديد من الأساليب والفحوص الإحصائية المناسبة للدراسة مثل فحص مربع كاي، وفحص كروسكال-واليس، وفحص فيشر وغيره وكان من نتائج هذه الدراسة أنه تميزت كميات التهاطل السنوي بالمحطات المدروسة بمتوسطات بلغت أقصاها ما يعادل 113.7 ملم بمحطة كراع المرو، وأدناها بما يعادل 60.0ملم بمحطة عقلة الصقور.

6-1 إجراءات البحث وأدواته:

6-1 -1 طرق وأساليب جمع البيانات:

1- المصادر المكتبية المتمثلة بالكتب والمراجع العلمية، والدراسات السابقة سواء كانت أجنبية وعربية، والبحوث والدوريات المختصة بالمجالين النظري والتطبيقي لموضوع الأمطار، وكذلك الكتب والأبحاث التي أشارت إلى نظم المعلومات وتطبيقاتها التي شكلت الإطار النظري للدراسة.

2- البيانات اليومية لكميات الأمطار في سبع محطات مطرية منها ما هو تابع لوزارة البيئة والمياه والزراعة، والمحطة المناخية التابعة للهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة المتمثلة بمحطة مطار الأمير نايف كما هو مبين في الشكل (1-2)، وتشمل هذه البيانات كميات الأمطار اليومية للفترة 1987 وحتى 2017م، والتي امتدت إلى 31 سنة وتتصف هذه الفترة بسجل قراءات مشترك بين المحطات، وتعد هي أطول فترة زمنية مشتركة لبيانات الأمطار في جميع محطات الدراسة، بحيث كانت سنة 2017م هي مرحلة إعداد هذه الدراسة، ويبين الجدول (1-1) الموقع الفلكي للمحطات وارتفاعاتها عن سطح البحر.

الجدول (1-1) محطات الأمطار المختارة في الدراسة خلال الفترة 1987-2017م.

اسم المحطة	الرقم التعريفي	الارتفاع (متر)	الإحداثيات	
			شرق	شمال
محطة مطار الأمير نايف	40405	651	43°45′36"	26°18′42"
بريدة	U107	624	43°56′47"	26° 22′31"
عنيزة	U001	691	44°0′19"	26°5′35"
الرس	U104	687	43°27′21"	25°51′31"
المذنب	U217	640	44°12′30"	25°51′52"
كراع المرو (البدائع)	U004	663	43°44′25."	25°59′58"
عقلة الصقور	U002	785	42°10′18"	25°50′33"

المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام Google Earth.

3- الخرائط وقد تم الاستعانة بالخريطة الطبوغرافية الورقية لمنطقة القصيم ومدنها والتي تم الحصول عليها من أمانة منطقة القصيم بمقياس رسم (1:550:000) لعام 1438هـ، وخرائط الطقس السطحية العلوية التي توضح مراكز الضغط الجوي المؤثرة بمنطقة الدراسة من خلال المواقع المتخصصة بالإنترنت:

- موقع الإدارة الوطنية الأمريكية لعلوم الطقس والبحار:

(National Oceanic And Atmospheric Administratration: NOAA).

الشكل (1-2) الموقع الجغرافي لمحطات الأمطار في منطقة القصيم.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على خارطة أمانة منطقة القصيم لعام 1438هـ.

1-6-2 طرق وتقنيات تحليل البيانات:

يتم تحليل بيانات الأمطار اليومية، والشهرية، والفصلية المسجلة لدى محطات رصد الأمطار بمنطقة الدراسة لتحديد خصائص التوزيع المكاني والزماني لدى تلك المحطات على مستوى التغيرات اليومية والشهرية والفصلية باستخدام برامج التحليل الإحصائي Excel وSPSS.

1-2-6-1 استخدام المعادلات الإحصائية:

1- حساب متوسطات الأمطار اليومية، والشهرية، والفصلية في كل محطة من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{سَ} = \frac{\text{مجـ س}}{\text{ن}}$$

سَ = المتوسط الحسابي.

مجـ س = مجموع البيانات.

ن = عدد العينة.

ويتم تطبيق هذه المعادلة في حساب الغزارة المطرية بقسمة كمية الأمطار السنوية لكل محطة على عدد الأيام الممطرة في تلك الفترة.

2- حساب الانحراف المعياري للأمطار اليومية، والشهرية، والفصلية لكل محطة من خلال ما يلي:

$$\text{ع} = \sqrt{\frac{\text{مجـ}\,[\text{ك}(\text{س}-\text{سَ})^2]}{\text{مجـ ك}}}$$

ع = الانحراف المعياري.

ك = التكرارات.

(س-سَ) = مربع الانحراف عن المتوسط.

مجـ ك = مجموع التكرارات.

3- حساب معامل الاختلاف للأمطار في كل محطة اليومية، والشهرية، والفصلية في كل محطة بتطبيق المعادلة:

$$(\text{ف}) = \frac{\text{ع}}{\text{سَ}}$$

حيث أن:

ف = معامل الاختلاف.

ع = الانحراف المعياري للعينة.

سَ = المتوسط الحسابي لنفس العينة (الكناني، 2014).

4- تحليل تباينات احتمالية حدوث الأمطار اليومية، والشهرية، والفصلية للفترة 1987-2017م وفق المنهجية التالية:

- تحديد رتب كمية الأمطار ضمن السلسلة الزمنية المدروسة، وذلك بترتيب المحطات تنازلياً حسب متوسط الامطار اليومية، والشهرية، والفصلية لكل سنة لحساب كلاً مما يأتي:

1- تحديد فترات الرجوع "Return Period "T:

وتعرف فترة الرجوع بأنها: متوسط المدة الزمنية بالسنين بين هطول كمية معينة من الأمطار، أو كمية أكبر منها. ولذا تعتبر فترة الرجوع متوسط الفاصل الزمني بين حالات Events هطول وقعت خلال عدد كبير من السنين (الصالح، 1994م، ص18). وعلى هذا الأساس فإن كمية الأمطار لفترة رجوع معينة لا تعني أنها سوف تتساقط بالضبط عند الفاصل الزمني الذي تمثله فترة الرجوع، بل إنه من الممكن أن تتساقط الكمية المحسوبة عند فترة الرجوع خلال سنتين متلاحقتين، أو قد لا تحدث خلال فترة أطول من فترة الرجوع (Dunne and Leopold, 1978).

ويمكن حساب فترات الرجوع باستخدام المعادلة التالية:(Viessman, 2002)

$$T = \frac{n+1}{m} \qquad (1)$$

حيث أن:

(T) فترة الرجوع ضمن السلسة الزمنية المدروسة.

(n) هي عدد سنوات فترة التسجيل.

(m) هي رتبة كمية الامطار ضمن السلسلة الزمنية المدروسة.

2- احتساب احتمالية التجاوز "Exceedence Probablity "P:

باستخدام المعادلة التالية :(Muterja, 1986)

$$p = \frac{1}{T} = \frac{m}{n+1} \qquad (2)$$

3- احتساب احتمالية هطول الأمطار (q):

يتم حساب احتمالية هطول الأمطار وفق للمعادلة الآتية:

$$q = 1 - (1-p)^N \qquad (3)$$

بحيث يمثل:

q: احتمالية حدوث الأمطار مستقبلاً خلال فترة N من السنوات.

P: احتمالية التجاوز لأمطار الفترة المسجلة.

N: عدد سنوات التقدير المستقبلي لحدوث الأمطار.(Chow et al,1988).

4- تقدير كميات الأمطار اليومية، والشهرية، والفصلية لفترات الرجوع الممتدة من 5 سنوات وحتى 100 سنة بالمحطات المدروسة باستخدام نموذج Chow.V.T (Chow,1951) بحيث يمثل:

$$xT = X + K_T sd \qquad (4)$$

xT: كمية الأمطار المقدرة لفترة رجوع معينة.

'X: معدل الأمطار للسلسلة الزمنية المدروسة بكل محطة.

sd: الانحراف المعياري لقيم الأمطار.

KT: تمثل معامل التكرار لفترة رجوع معينة (5سنوات، 10سنوات، 25 سنة،.....) (Chow, 1951)، كما بين الجدول (1-2).

ويحسب وفقاً للتوزيع الاحتمالي المعتدل (الطبيعي) كما يلي، باستخدام المعادلة التالية:

$$K_T = Z \qquad (5)$$

$$Z = W - \frac{2.515517+0.802853W+0.010328W^2}{1+1.432788W+0.189269W^2+0.001308W^3} \quad (6)$$

بحيث يمثل:

$$W = \{\ln(\frac{1}{\Sigma P})\}^{0.5} \quad (7)$$

حيث يمثل:

P: احتمالية التجاوز وهي تساوي 1/ T حيث أن T هي فترة الرجوع للسنين.

الجدول (1-2): معاملات التكرار لفترات رجوع تمتد إلى مئة سنة.

فترة الرجوع	معامل التكرار (K_T)
5 سنوات	0.8415
10 سنوات	1.2817
15 سنة	1.5014
25 سنة	1.7511
50 سنة	2.0542
100 سنة	2.3268

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Excel.

1-6-2 - 2 استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS:

استخدمت هذه الدراسة تقنيات التحليل المكاني بأدوات الاستيفاء المكاني ووظائفه، من خلال نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة ببرنامج Arc MAP 10.3. ويرجع تطور التحليل المكاني إلى تطور الجغرافيا الكمية والإحصائية في الخمسينات من القرن العشرين، والذي امتد إلى تطوير النماذج الرياضية وطرق البحث التشغيلي، كما يتمثل التحليل المكاني في كل الطرق والمفاهيم التي تستخدم في مختلف مجالات البحث العلمي التي تدرس الخصائص الطبوغرافية والهندسية والجغرافية للأماكن (عثمان، 2007م، ص ص 141-143).

وقد تم استخدام تقنية الاستيفاء المكاني لنمذجة خارطة التنبؤ المكاني للأمطار بمنطقة الدراسة، وهذه الخرائط تنفرد بخاصية تمثيل السطوح الإحصائية Continuous Surface Maps، بحيث يعتمد الأسلوب العلمي بهذه النماذج على أخذ البيانات المتوفرة في أماكن معينة من هذه المنطقة، ثم التنبؤ بالبيانات في المناطق التي لا توجد بها أية قياسات، وهذه العمليات الرياضية تسمى بالإحصاء المكاني Geostatistical Analysis باستخدام نماذج رياضية حاسوبي، تعتمد بدورها على توابع رياضية إحصائية مناسبة لكل حالة تبعاً للظاهرة المدروسة (الغزاوي، 2019م، ص 944). ويمكن استخدام تقنيات التحليل المكاني في شتى المجالات كدراسة التلوث، والجريمة، والأمطار، الحرارة وغيرها من المجالات.

ومن أبرز الأساليب المستخدمة في معالجة وتحليل وإنتاج خرائط تتناسب مع مشكلة وأهداف الدراسة، والخروج بالنتائج المرجوة ما يلي:

1- أسلوب مقلوب المسافة الموزونة Inverse Distance Weighting (IDW): توفر برامج نظم المعلومات الجغرافية نماذج وطرق إحصائية لإنشاء سطح متصل من واقع بيانات معلومات لعدد من النقاط المتفرقة. ومن طرق

الاشتقاق الرياضية والتي تعتمد على اشتقاق القيمة المجهولة بناء على القيم المعلومة المجاورة لها طريقة النماذج المعكوسة بحيث كلما صغرت المسافة بينهما زاد التأثير (الوزن) وكلما كبرت المسافة قل التأثير (داود، 2018). وتم الاستعانة بهذه التقنية في إخراج خرائط تقدير كميات الأمطار اليومية، والشهرية، والفصلية، لفترات الرجوع من 5 سنوات وحتى 100 سنة.

2- الخرائط الكنتورية Contour: هي عبارة عن الخط الوهمي الواصل بين النقاط التي لها نفس المنسوب، وقد اعتمدت هذه الدراسة على القيم الكنتورية 0.70 في إخراج خرائط معدلات الضغط الجوي للملكة العربية السعودية، وعلى الفاصل الكنتوري 5 في إخراج خرائط معدلات التهاطل المطري بمنطقة القصيم.

7-1 مناقشة النتائج:

من خلال الدراسة الحالية للمحطات مطار الأمير نايف، وبريدة، وعنيزة، والرس، والمذنب، والبدائع، وعقلة الصقور. اتضح أن هنالك تباينات حقيقة في توزيع التهاطل المطري اليومي، والشهري، والفصلي، بين محطات الرصد المطرية المختلفة والتي أكدت عليها نتائج المعالجات الإحصائية، وقد خرجت هذه الدراسة بعدة نتائج لعل أبرزها ما يلي:

1- بلغ متوسط الأمطار اليومية بمنطقة القصيم خلال الفترة (1987-2017) أقل من 5 ملم في محطة عقلة الصقور حيث بلغ متوسطها (4.91) ملم/ يوم، ومحطة البدائع بمعدل بلغ (4.95) ملم/ يوم، بينما نجد أعلى كمية سُجلت بمتوسط بلغ (6.88) ملم/ يوم في محطة بريدة، تلتها محطة المذنب بمعدل (6.77) ملم/ يوم، ثم الرس حيث سجلت (6.75)، ومحطة عنيزة بلغ متوسطها (6.25) ملم/ يوم فيما سَجلت محطة مطار الأمير نايف أدنى قيمة لمتوسط كميات الأمطار حيث بلغ (4.27) ملم/ يوم. في حين نجد أن الانحراف المعياري بلغ أقصاه في محطة عنيزة بما يعادل (3.77) ملم/ يوم، بينما بلغ أدناه لدى محطة مطار الأمير نايف بقيمة (1.38) ملم/ يوم. أما بالنسبة لمعامل الاختلاف فنجد أنه بلغ أدناه في محطة مطار الأمير نايف بما يعادل (0.32) في حين بلغ أقصاه (0.60) في محطة عنيزة؛ مما يدل على أن الأمطار في محطة عنيزة هي الأكثر تذبذباً من أمطار بقية المحطات بالمنطقة، وأن أمطار محطة مطار الأمير نايف تعد هي الأكثر انتظاماً على مستوى محطات القصيم كما يبينها الجدول (1-3).

الجدول (1-3) متوسط الأمطار اليومية في محطات الدراسة خلال الفترة (1987-2017).

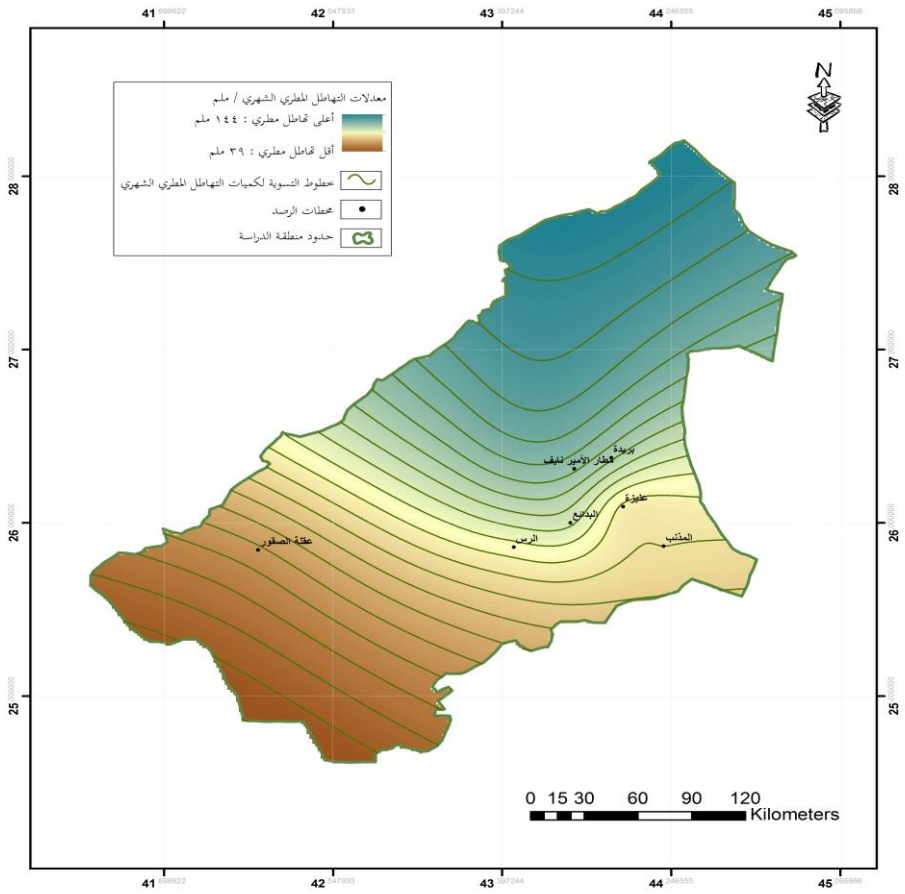
المحطة	المتوسط الحسابي (مل)	الانحراف المعياري	التباين	معامل الاختلاف	الكمية القصوى (مل)	الكمية الدنيا (مل)
مطار الأمير نايف	4.27	1.38	1.90	0.32	8.01	1.56
بريدة	6.88	2.71	7.34	0.39	15.86	2.94
عنيزة	6.25	3.77	14.23	0.60	16.33	2.22
الرس	6.75	3.28	10.73	0.49	15.68	2.45
المذنب	6.77	2.60	6.74	0.38	13.93	2.28
البدائع	4.95	1.97	3.89	0.40	10.99	0.20
عقلة الصقور	4.91	2.52	6.33	0.51	10.11	0.93

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على معلومات المحطات المطرية التابعة لوزارة البيئة والمياه والهيئة العامة للأرصاد بمنطقة القصيم المدروسة للفترة (1987-2017).

2- بينت نتائج تحليل احتمالية الأمطار اليومية أن أعلى احتمالية تساقط للأمطار بمتوسط يومي يبلغ (5 ملم/ يو) خلال فترة رجوع (5) سنوات تعود لمحطة الرس وتبلغ 99.94%، وتعد محطة مطار الأمير نايف هي الأقل احتمالية، وبفارق كبير عن باقي المحطات حيث بلغت احتمالية التساقط فيها 77.52%، أما فيما يتعلق بتقدير كميات الأمطار وفترات الرجوع من 5 سنوات وحتى 100 سنة يتوقع أن تتساقط أعلى كميات من الأمطار اليومية في يوم واحد بمحطة عنيزة، وأدنى كميات من الأمطار بمحطة مطار الأمير نايف، خلال فترات رجوع ممتدة من 10 سنوات وحتى 100 سنة قادمة، أما بالنسبة لفترة رجوع 5 سنوات، فنجد أن أعلى كميات الأمطار اليومية بلغت 9.51 ملم/ يوم، وذلك بمحطة الرس.

3- أما على مستوى كميات الأمطار الشهرية فنجد أن أعلى قيمة سُجلت في شهر يناير بمحطة مطار الأمير نايف حيث بلغ متوسطها (18.33) ملم/ شهر، في حين سَجلت محطة عقلة الصقور أدنى قيمة حيث بلغ متوسطها (9.33) ملم/ شهر، أما شهر فبراير فسُجلت أدنى قيمة في محطة عقلة الصقور بمتوسط بلغ(4.24) ملم/ شهر، وأقصى قيمة لمتوسط الأمطار سجلت بمحطة مطار الأمير نايف بمتوسط (8.55) ملم/ شهر، أما متوسط أمطار شهر مارس فقد بلغ أعلاه في محطة مطار الأمير نايف بما يعادل (21.18) ملم/ شهر، وأقل قيمة سُجلت كانت من نصيب محطة عقلة الصقور (10.62) ملم/ شهر، وفيما يتعلق بمتوسط أمطار شهر أبريل فقد بلغ أقصى قيمة بمتوسط (21.40) ملم/ شهر بمحطة مطار الأمير نايف، ثم تلتها محطة بريدة بمتوسط (19.66) ملم/ شهر، وحلت محطة عقلة الصقور بالمرتبة الأخيرة من بين محطات منطقة الدراسة بمتوسط بلغ أدناه (8.95) ملم/ شهر، ونجد أن متوسط أمطار شهر مايو سجل أعلاه في محطة مطار الأمير نايف حيث بلغ (7.05) ملم/ شهر، في حين لم تتجاوز كميات الأمطار 3 ملم/ شهر في محطتي المذنب، وعقلة الصقور بمتوسط (2.42) (2.28) ملم/ شهر الذي يعد أدنى قيمة لمتوسط الأمطار هذا الشهر.

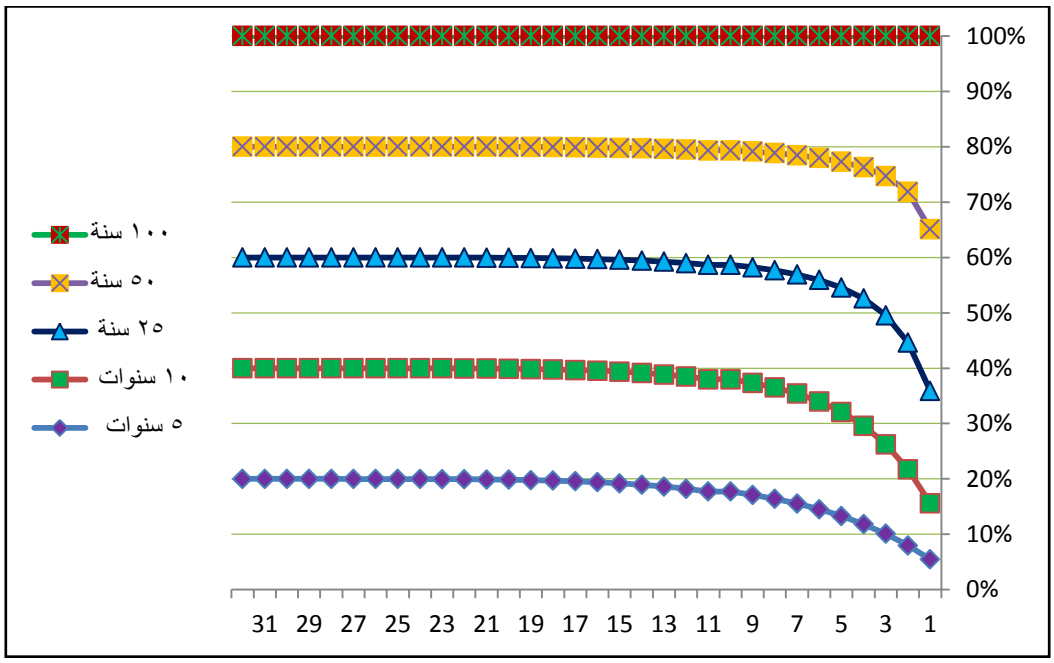
4- وفي شهر أكتوبر سجلت محطة البدائع أعلى متوسط لكميات الأمطار بالمنطقة حيث بلغ (5.81) ملم/ شهر في حين حلت محطة عنيزة في الترتيب الأخير بمتوسط أمطار لم يتجاوز (2.67) ملم/ شهر، وبلغ متوسط قيم الأمطار في شهر نوفمبر أقصاه في محطة بريدة (27.42) ملم/ شهر، تلتها محطة المذنب بمتوسط (26.61) ملم/ شهر، في حين بلغ أدناه بمحطة عقلة الصقور بمتوسط أمطار (15.63) ملم/ شهر، أما شهر ديسمبر بلغ متوسط الأمطار أعلاه في محطة مطار الأمير نايف (15.82) ملم/ شهر، بينما سجلت محطة المذنب أدنى قيمة لمتوسط الأمطار حيث بلغ (6.95) ملم/ شهر والشكل (1-3).



الشكل (1-3) متوسط الأمطار الشهرية السنوي بمنطقة القصيم للفترة (1987-2017).

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على معلومات المحطات المطرية التابعة لوزارة البيئة والمياه والهيئة العامة للأرصاد بمنطقة القصيم المدروسة للفترة (1987-2017).

5- وفيما يتعلق باحتمالية هطول الأمطار الشهرية اتضح أن أعلى احتمالية تساقط للأمطار بمتوسط شهري يبلغ (8 ملم/ شهر) خلال فترة رجوع (5) سنوات تعود لمحطة مطار الأمير نايف وتبلغ 98.12%، وتعد محطة المذنب هي الأقل من حيث احتمالية التساقط الشهرية، وبفارق ملحوظ عن باقي المحطات حيث إن احتمالية التساقط لكمية (8 ملم/ شهر) فيها بلغت 85.73% الشكل (1-4)، وفيما يتعلق بتقدير كميات الأمطار لفترات الرجوع، يتوقع أن تتساقط أعلى كميات من الأمطار في يوم واحد بمحطة مطار الأمير نايف، وأقل كميات من الأمطار بمحطة المذنب، خلال فترات الرجوع من 5 سنوات وحتى 100 سنة.



الشكل (1-4) احتمالية تساقط الأمطار الشهرية (مل) في محطات الدراسة خلال الفترة (1987-2017).

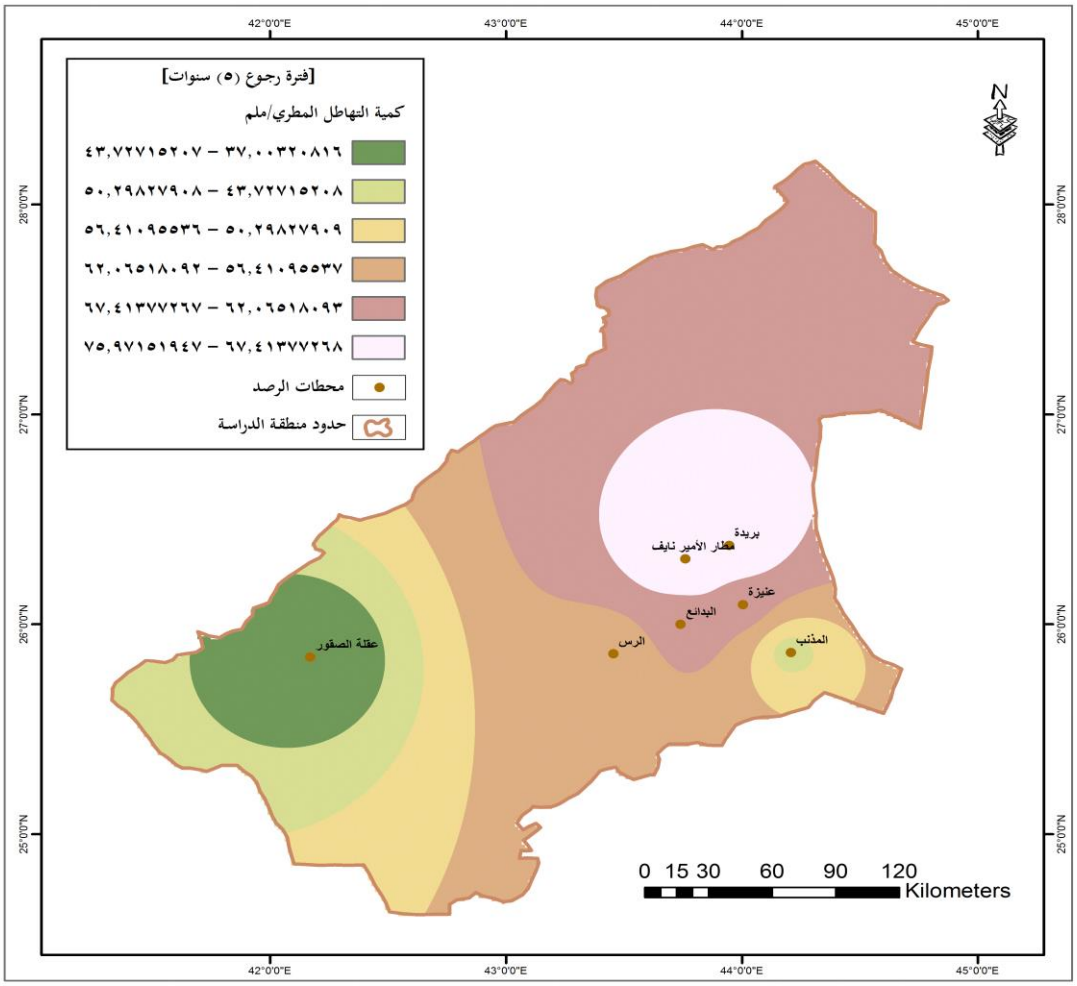
المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Excel.

6- أما فيما يتعلق بكميات الأمطار الفصلية فنجد أن قيم متوسط الأمطار في فصل الشتاء بلغت أعلاها في محطة مطار الأمير نايف حيث بلغ (42.70) ملم/ فصل، بينما سَجلت محطة عقلة الصقور أدنى متوسط لم يتجاوز (22.97) ملم/ فصل، ونجد أن أقصى قيمة للانحراف المعياري سُجلت أيضاً في نفس المحطة حيث بلغ (34.69) بينما سجلت محطة الرس أقل قيمة (20.68).

7- ونجد متوسط الأمطار في فصل الربيع قد بلغ أقصاه في محطة مطار الأمير نايف بمتوسط بلغ (49.63) ملم/ فصل، وأدناه في محطة عقلة الصقور بمتوسط (21.85) ملم/ فصل، كما بلغ الانحراف المعياري أدناه في هذه المحطة بقيمة (18.40)، في حين بلغ أعلاه في محطة بريدة بما يعادل (37.12).

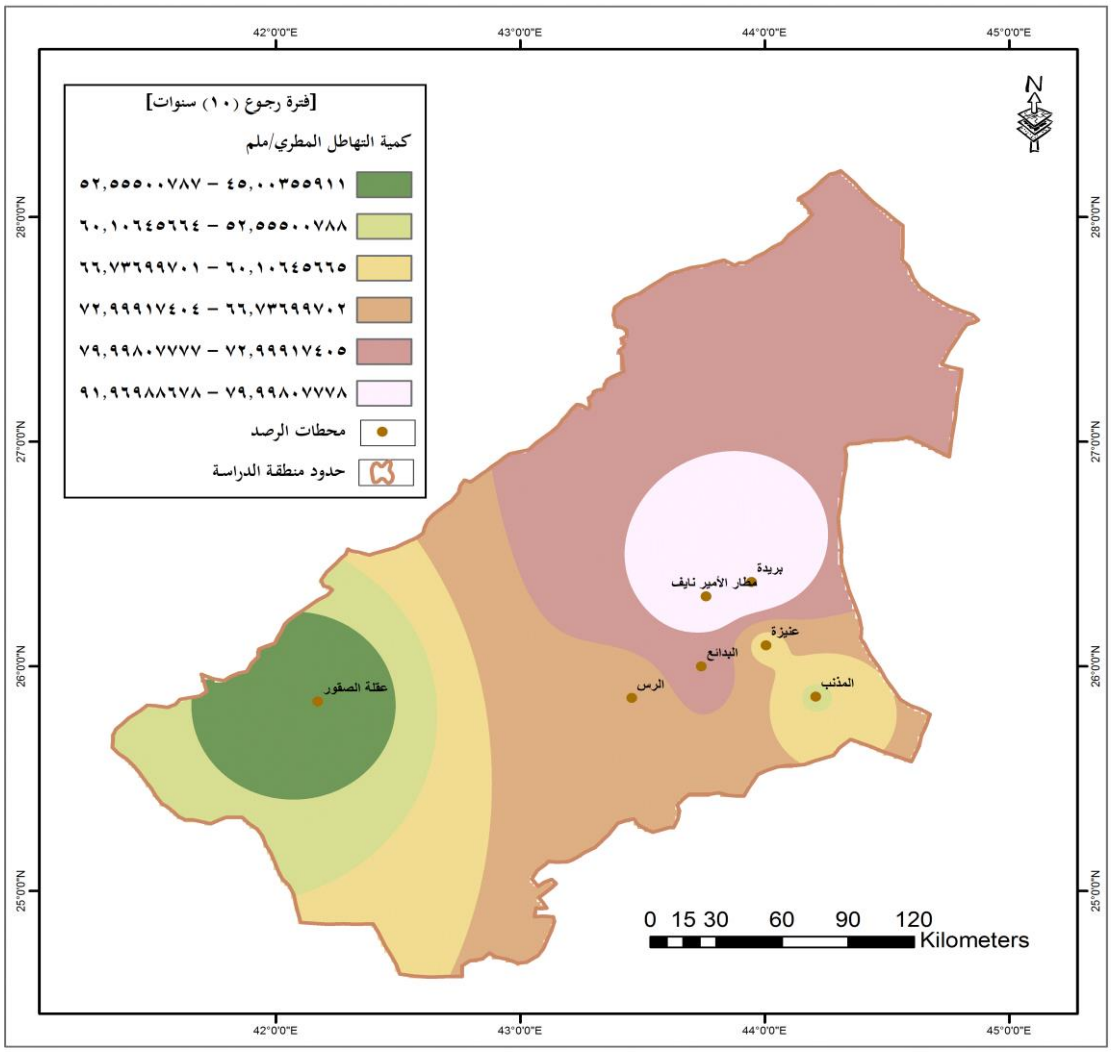
8- سجل فصل الخريف أقصى كمية لمتوسط الأمطار على مستوى محطات الدراسة في محطة بريدة حيث بلغ متوسطها (31.29) ملم/ فصل، بينما سجل أقل متوسط للأمطار في محطة عقلة الصقور (18.90) ملم/ فصل. وعليه فإن الانحراف المعياري في هذا الفصل سجل أعلى قيمة في محطة البدائع (52,57)، وأدناه في محطة عقلة الصقور بقيمة (32.27). أما بالنسبة لمعامل الاختلاف فقد سجل أقل قيمة في فصل الشتاء بمحطة بريدة وبلغت (0.61)، وفي فصل الربيع سجل في محطة عنيزة حيث بلغ (0.60)، وفي فصل الخريف بمعامل اختلاف يساوي (1.41) في محطة المذنب مما يدل على أن هذه المحطات أكثر انتظاماً مقارنة ببقية محطات الدراسة.

9- وتبلغ أعلى احتمالية تساقط للأمطار بمتوسط فصلي (50 ملم/ فصل) خلال فترة رجوع (5) سنوات تعود لمحطة مطار الأمير نايف وتبلغ 77.52%، سنة، هذا ويلاحظ أن محطة المذنب هي الأقل من حيث احتمالية التساقط الفصلية، وبفارق ملحوظ عن باقي المحطات حيث إن احتمالية التساقط لكمية (50 ملم/ شهر) فيها بلغت 39.89%، ويقدر كميات الأمطار الفصلية خلال فترات الرجوع الممتدة حتى 100 سنة، فيتوقع أن تتساقط أعلى كميات من الأمطار في يوم واحد بمحطة بريدة، وأدنى كميات من الأمطار بمحطة عقلة الصقور، خلال فترات الرجوع من 10سنوات وحتى 100 سنة قادمة. أما بالنسبة لفترة رجوع 5 سنوات، فنجد أن أعلى كميات الأمطار تبلغ 76.57 ملم/ يوم بمحطة مطار الأمير نايف كما وضح الشكل (1-5) حتى (1-9).



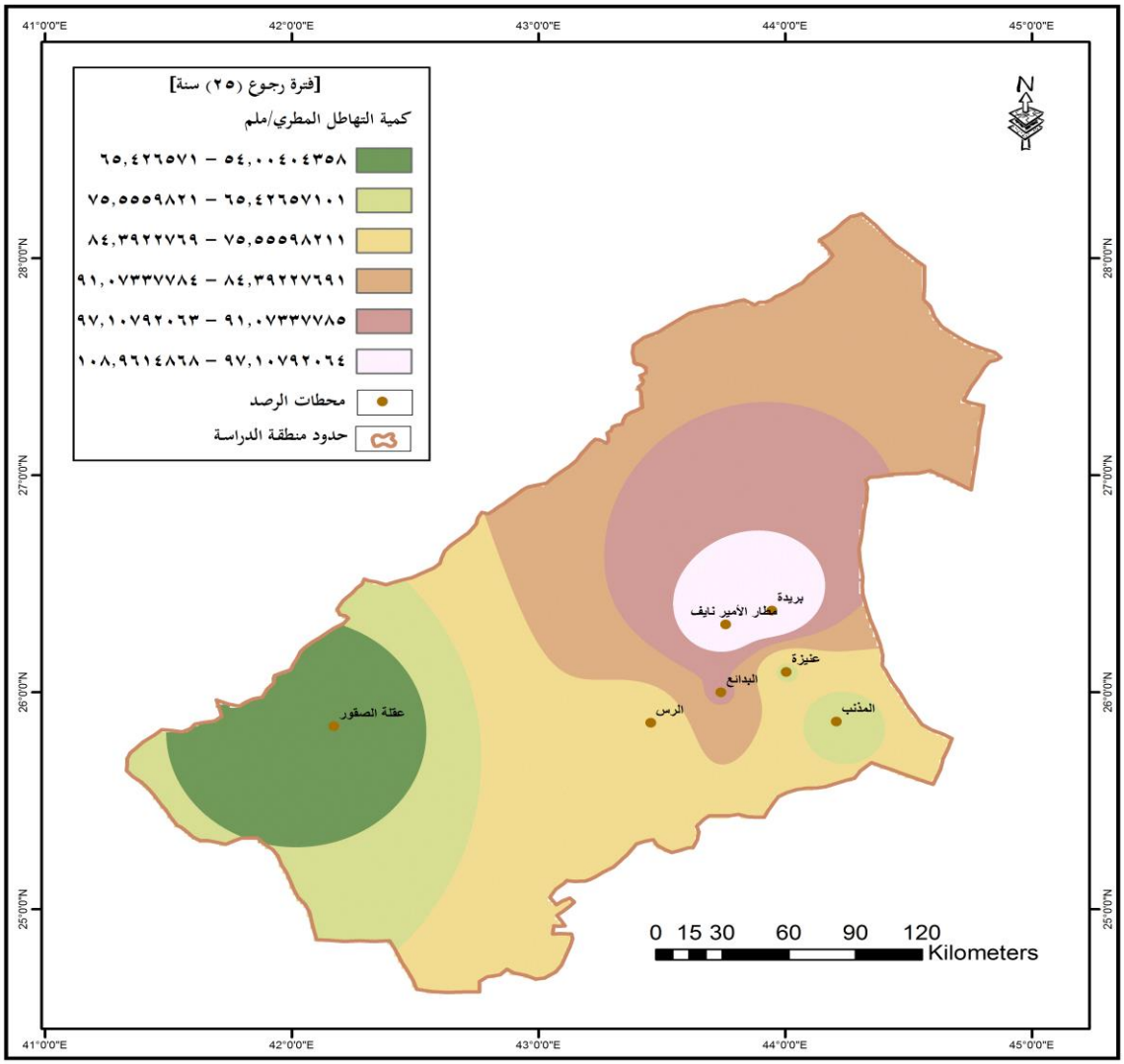
الشكل (1-5) تقدير كميات الأمطار الفصلية لفترة رجوع 5سنوات بمنطقة القصيم.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc Map 10.3.



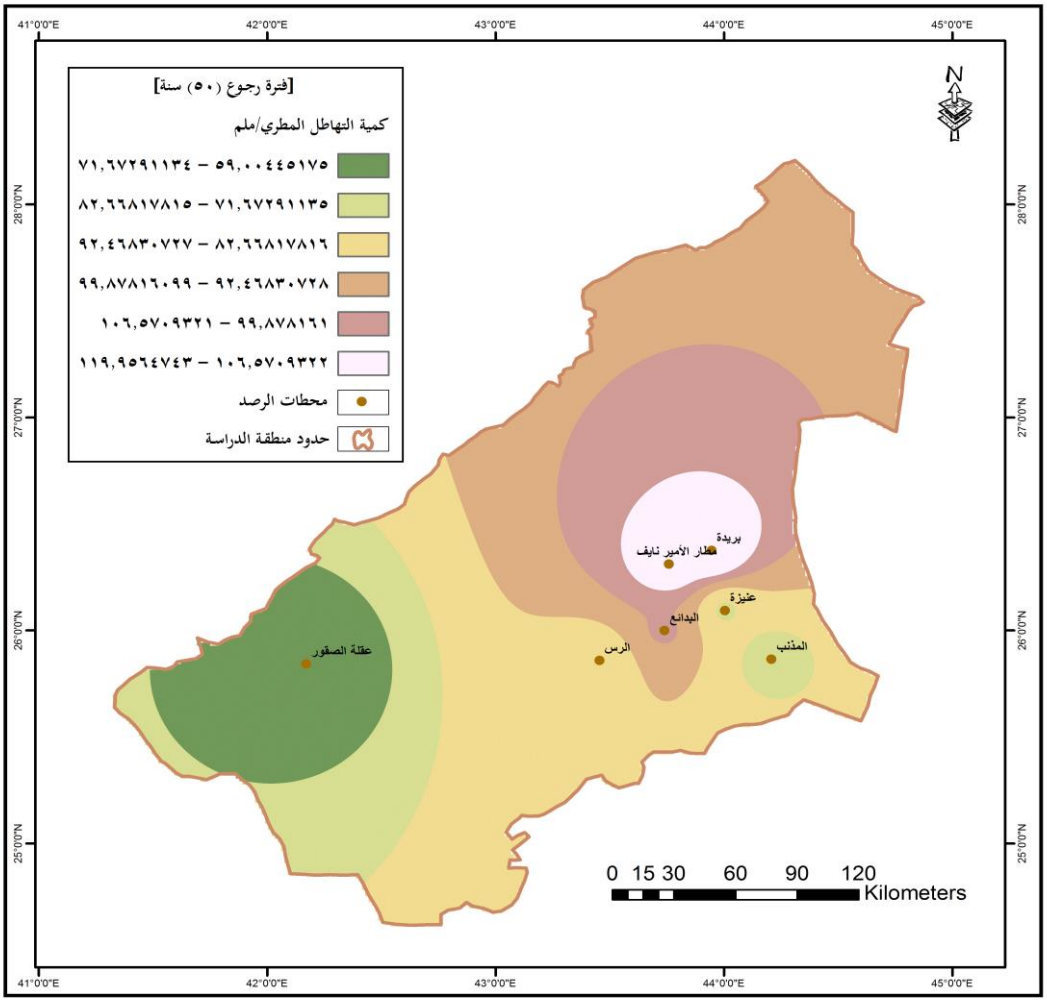
الشكل (1-6) تقدير كميات الأمطار الفصلية لفترة رجوع 10سنوات بمنطقة القصيم.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc Map 10.3.



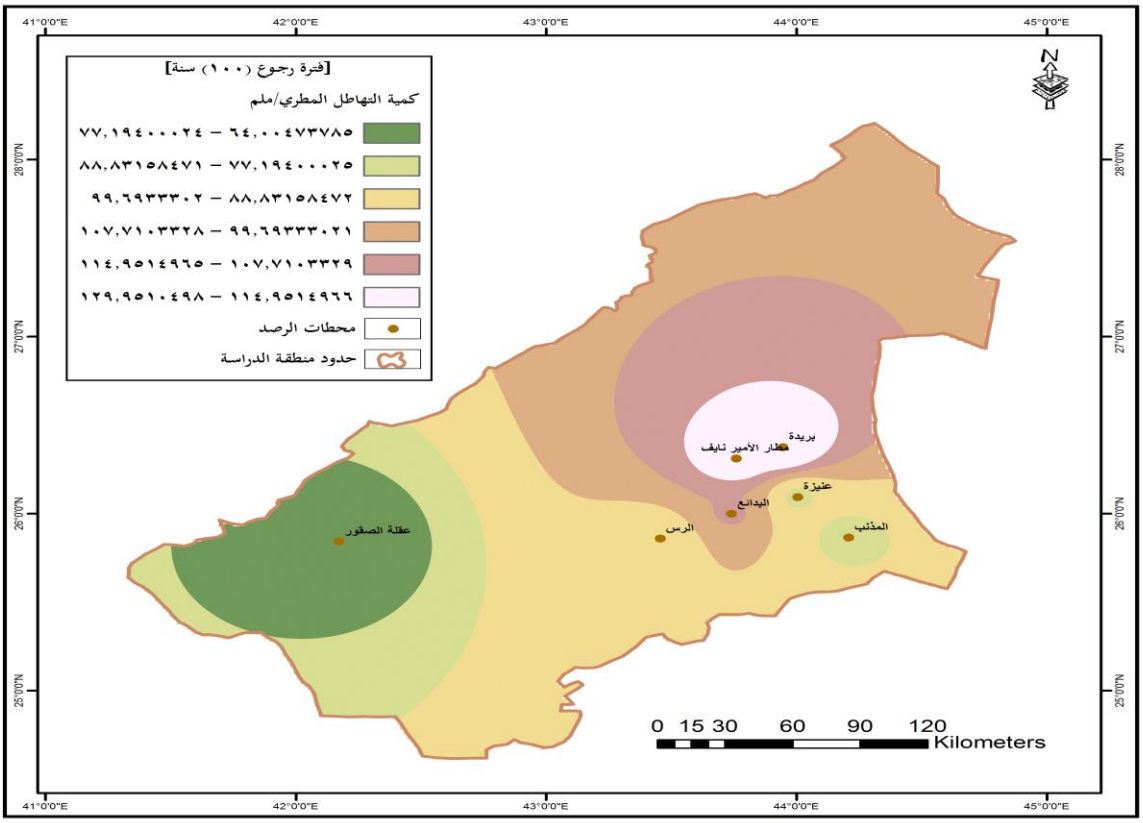
الشكل (1-7) تقدير كميات الأمطار الفصلية لفترة رجوع 25سنة بمنطقة القصيم.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc Map 10.3.



الشكل (1-8) تقدير كميات الأمطار الفصلية لفترة رجوع 50سنة بمنطقة القصيم.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc Map 10.3.



الشكل (1-9) تقدير كميات الأمطار الفصلية لفترة رجوع 100سنة بمنطقة القصيم.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc Map 10.3.

الخاتمة

تقع منطقة القصيم ضمن البيئات الجافة وشبة الجافة، وتعد من ضمن مناطق وسط المملكة العربية السعودية المتأثرة بالكتل الهوائية، والمنخفضات الجوية، والتيارات النفاثة، والضغوط الجوية، التي تحدد خصائص التهاطل المطري والذي يبدأ في شهر أكتوبر من كل عام ويستمر حتى شهر مايو.

إن التغير في خصائص الأمطار وتبايناتها المكانية والزمانية يشكل إحدى أولويات الدراسات المناخية، والبيئية بالمنطقة، حيث يعتمد على الأمطار الموسمية كثير من الأنشطة الاقتصادية. فتتأثر المنطقة بعدد من العوامل خاصة الطبيعية التي تم ذكرها في كثير من الدراسات، وحققها عدد من الباحثين والتي أهمها الخصائص المناخية الديناميكية مثل الكتل الهوائية، وكذلك التضاريس (المرتفعات).

هنالك عدد من الأساليب الاحصائية التي استخدمت في معالجة بيانات الأمطار المأخوذة من 7 محطات موزعة على المنطقة لفترة 31 عاماً. والتي من خلالها استطاعت الباحثة مناقشة نتائجها بعد تحليلها، وعرضها في

الجداول والأشكال الملائمة لذلك. واستخدمت الدراسة لحساب كميات الأمطار اليومية، الشهرية، الفصلية، المتوسط الحسابي، ومعامل الاختلاف، وطريقة النسب، واحتمالية حدوث الأمطار، وتقدير كميات الأمطار وفترات رجوعها، وخرجت بنتائج ساعدت بالإجابة على أسئلة البحث بموضوعية. في الجانب الآخر كان لتقنيات نظم المعلومات الجغرافية دور كبير في التحليل الاحصائي المكاني للأمطار، واستطاعت الدراسة إجراء الاستيفاء المكاني بطريقة IDW على محطات الدراسة، والتي أظهرت التواصل بين القيم المقدرة والمناطق الواقعة بينها.

التوصيات

من خلال ما توصلت إليه الدراسة من نتائج فإنها توصي بما يلي:

- الاستفادة من التقنيات الحديثة في نظم المعلومات، والاستشعار عن بعد الجغرافي في دراسة عنصر الأمطار، وتحليل التباين المكاني والزماني لكميات الأمطار على وجه الخصوص، حيث أن هذه الدراسة لم تحقق الكفاية باستخدام هذه التقنيات.
- توصلت هذه الدراسة إلى نتائج، تمكن المهتمين بالدراسات الهيدرولوجية والمناخية، وأيضاً القطاعات الحكومية ومنها وزارة البيئة والمياه والزراعة، ووزارة الشؤون البلدية والقروية، ووزارة التخطيط والاقتصاد، ووزارة المواصلات الاستفادة منها.
- اقتراح إجراء دراسة تستهدف التباين المطري لمنطقة القصيم من حيث الجفاف والرطوبة باستخدام الإجراءات الاحصائية المناسبة لقياس ذلك.
- اقتراح إجراء دراسة فصلية عن الأمطار، من خلال تحليل نسب وموعد تركز الأمطار بمنطقة القصيم.

المصادر والمراجع

أولاً- المراجع بالعربية:

- بوروبة، محمد، والدغيري، أحمد، (2015)، تحليل التباين المكاني لتوزيع الأمطار في منطقة القصيم وسط المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- داود، جمعة محمد، (2018)، تطبيقات احصائية ومكانية متقدمة، القاهرة، مصر.
- الدغيري، أحمد عبد الله، (2013)، أدلة فيضان وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الهولوسين أواسط المملكة العربية السعودية، مؤتمر الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة، جامعة طيبة، المدينة المنورة.
- الزهراني، عبدالله سالم، (2007)، الموقع والمساحة ونطاق الإشراف الإداري، موسوعة المملكة العربية السعودية منطقة القصيم، المجلد 12، الباب الأول، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- السيد، عبدالملك قسم، (1995)، احتمالات هطول الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد 21، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- الصالح، محمد عبدالله، (1994)، التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعية بالمملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد 17، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

- الصالح، محمد عبدالله، (1997)، التوزيع الزماني والمكاني للأمطار في مدينة الرياض، سلسلة رسائل جغرافية، العدد 17، الجمعية الجغرافية الكويتية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الكويت.
- عثمان، بدر الدين، (2007)، نظم المعلومات الجغرافية، مكتبة الرشد، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- العزاوي، علي، (2019)، تقييم خرائط التنبؤ المكاني لإمطار شمال العراق باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS، مجلة مداد الآداب، جامعة كركوك، العراق.
- العنزي، عنود راضي، (2014)، التحليل التكراري المقارن لتوزيع الأمطار بمنطقة الرياض خلال الفترة 1970-2011م، رسالة ماجستير، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- الكناني، عايد كريم، (2014)، مقدمة في الإحصاء وتطبيقات spss، اليازوري، الطبعة 4.
- اللوح، حسن، (2017)، التذبذب الزمني والمكاني للأمطار في الضفة الغربية وقطاع غزة خلال الفترة 1995-2014م، الجامعة الإسلامية غزة، فلسطين.
- موسى، علي، (1988)، الجو وتقلباته، دار الفكر، دمشق، سورية.
- الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، (1987-2017)، البيانات اليومية للأمطار منطقة القصيم، جدة، المملكة العربية السعودية.
- وزارة البيئة والمياه والزراعة، (1987-2017)، البيانات اليومية للأمطار بمنطقة القصيم، بريدة، القصيم، المملكة العربية السعودية.
- وزارة التعليم العالي، (2014)، أطلس المملكة العربية السعودية، المملكة العربية السعودية.
- وزارة الشئون البلدية والقروية، (1438هـ)، أمانة منطقة القصيم، المملكة العربية السعودية.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- AL Yamani, M. S. and Sen, Z., (1993), Regional variations of monthly rainfall amounts in the kingdom of Saudi Arabia, Journal of king Abdulaziz University: Earth Sciences, vol.6, pages113-133.
- Almisnid, A. (2005), Climate Change and Water Use for Irrigation: A Case Study in The GASSIM Area of Saudi Arabia, degree of Ph. D, University of East Anglia, Britain.
- Chow, V.T and al. (1988), Applied hydrology, Mc Graw-Hill Book publications Company, Singapore.
- Chow, V.T., (1951), A General Formula for hydrologic frequency Analysis, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 32, pp. 231-237.
- Dunne, T. and leopold. L. B., (1978), Water in Environmental Planning, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Mashat, A. & Abdel Basset, H. (2011), Analysis of Rainfall over Saudi Arabia, JKAU: Met., Env. & Aridland Agric.
- Muterja, K.N. (1986), Applied hydrology, Tata Mc Graw-Hill Book publications Company limited, New Delhi, India.
- Tian, Daquan. (1993), Rainfall Spatial and Seasonal Variability Analysis in SEMI-ARID Watersheds, Master, University of ARIZONA.

- Visseman, W. Jr. and Lewis, G. L (2002), Introduction of Hydrology, 5th Edition, Harper and Row, Publishers, New York.
- Weather, H.S. ; Butler, A.P. ; Steawart, E,J. ; Hamilton, G.S,(1991), Amultivariate spatial-temporal model of rainfall in southern Saudi Arabia, I. spatial rainfall characteristics and model formulation, Journal of Hydrology, vol. 125, pages175-199.