

التحليل التكراري للأمطار اليومية القصوى للفترة ١٩٧٥-٢٠١١ واحتماالية هطولها على سهل الخرج بالمملكة العربية السعودية

د. فهدة بنت فلاح بن حشر*

الملخص :

تستعرض هذه الدراسة التحليل التكراري واحتمالية هطول الأمطار اليومية القصوى في محطات الخرج وديراب والرياض (المصانع) المطرية الواقعتين جنوب مدينة الرياض وعلى مشارف سهل الخرج وسط المملكة العربية السعودية، بالاعتماد على كميات الأمطار المسجلة خلال الفترة ١٩٧٥-٢٠١١م.

ولقد تم إختيار هذه المحطات الثلاث لسببين أولهما هو إحتواء سجلاتها المطرية على سلسلة زمنية متكاملة ومشاركة تسمح بتحليل التباينات الزمنية والمكانية للأمطار اليومية القصوى من جهة وإجراء تحليل تكراري لتقدير معدلاتها المتوقعة مستقبلا خلال فترات الرجوع التي تتراوح بين ٥ و ١٠٠ سنة.

ويتمثل السبب الثاني في كونها محطات تشرف على المجاري الدنيا لأودية حنيقة ونساح والسلي التي تصب مجتمعة في سهل الخرج الذي يتعرض خلال فترات تساقط للغمر بمياه هذه الأودية. وقد أظهرت نتائج فحص حسن المطابقة للتوزيعات الاحتمالية أن التوزيع الاحتمالي الأسّي هو أفضل التوزيعات ملائمة لتوزيع الأمطار اليومية القصوى في المحطات الثلاث. ولذا فقد تم اعتماد هذا التوزيع الاحتمالي في تقديرات كميات الأمطار اليومية القصوى التي بإمكانها أن تتحول إلى مياه سيول غزيرة تؤثر مباشرة على الامتداد العمراني والسكني بالمنطقة.

كما تبين من تقديرات فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى المسجلة خلال الفترة ١٩٧٥-٢٠١١م أن هناك تباين في فترات الرجوع لكميات هذه الأمطار بحيث تراوحت فترات الرجوع لأعلى الكميات بين ٩ سنوات بمحطة الرياض (المصانع) و ١٢ سنة بمحطة ديراب و ٢١ سنة بمحطة الخرج.

الكلمات المفتاحية: المحطات المطرية، احتمالية تجاوز، التوزيع الاحتمالي، فترات الرجوع، الأمطار اليومية القصوى، الخرج، المملكة العربية السعودية.

* أستاذ مساعد - جغرافيا مناخية، كلية الآداب - جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن (المملكة العربية السعودية)

المقدمة :

تقدم هذه الدراسة تحليلاً تكرارياً للأمطار اليومية القصوى المسجلة لفترة سبع وثلاثين سنة تمتد من ١٩٧٥ إلى ٢٠١١م، بمجموع ثلاث محطات تشرف على سهل الخرج. ونظراً لموقع هذا السهل ضمن النطاق المداري والإقليم الصحراوي الحار الذي يتميز بمناخ جاف وبندرة الأمطار مع ارتفاع حرارة الجو خاصة خلال فصل الصيف، فإن الاستفادة العملية من الموارد المائية للأمطار التي تتجمع بهذا السهل تتطلب التعرف على خصائص التوزيع التكراري للكميات المطرية.

ويتسم توزيع الأمطار اليومية القصوى بالتفاوت من حيث الزمان والمكان مما يجعل من دراستها وتحليل وتحديد خصائص نظام تساقطها أمراً يساعد على الاستفادة من مواردها المائية. كما أن تذبذب كميات الأمطار اليومية القصوى في الزمان وعدم انتظام توزيعها المكاني يجعل من دراسة وتحديد خصائص توزيعها التكراري واحتمالية هطولها وتقدير كمياتها خلال فترات الرجوع الممتدة من ٥ إلى ١٠٠ سنة إحدى الطرق العلمية المساعدة على تفادي تأثيراتها البيئية مستقبلاً بالنظر إلى تكرار حدوث ظاهرة السيول بسهل الخرج خلال فترات تساقط الأمطار.

وكثيراً ما يصاحب تساقط الأمطار بمنطقة الخرج سيول غزيرة تؤدي إلى حدوث عمليات تعرية مائية وإتلاف للرسوبات الرباعية التي تغطي مساحات كبيرة من السفوح السفلية لأحواض أودية حنيقة والسلي ونساح. وتتزايد أخطار وتأثيرات الأمطار بمنطقة الخرج كلما تزايد تركيزها وتكرارها في الزمن خاصة على مساحة النسيج العمراني التي تغمرها مياه السيول الغزيرة.

وتعرض هذه الدراسة كذلك إمكانية توسيع تطبيق منهجية التحليل التكراري على أمطار المحطات الأخرى بالمنطقة من أجل الوصول إلى صورة متكاملة عن احتمالية هطول كميات الأمطار التي بإمكانها أن تحدث سيولاً غزيرة لها تأثيرات بيئية بالغة الأهمية بالنسبة للإنسان. وعليه فإنه بالإمكان الاستفادة من نتائج هذه الدراسة في الدراسات الهيدرولوجية وفي تقدير التدفق السيلي لمختلف الأودية التي تصب بسهل الخرج من أجل استغلال مواردها المائية السطحية الناتجة عن الفائض المائي الذي تنتجه الكميات المرتفعة من الأمطار على شكل جريان سطحي يمكن تخزينه بواسطة السدود أو تحويله لتغذية الطبقات الجوفية الحاملة للمياه ووضع خطط الحماية من تأثيراتها عند حدوثها.

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة بالجنوب الشرقي لمدينة الرياض بين دائرتي العرض ٣٨°٤٦ و ٣٦°٤٦ شمالاً وبين درجتي الطول ٠٨°٢٤ و ٣٦°٢٤ شرقاً (جدول ١ وشكل ١).

جدول (١) : بيانات مواقع المحطات المطرية.

اسم المحطة	الرقم التعريفي	الارتفاع (متر)	الإحداثيات	
			خط الطول (شرق)	دائرة العرض (شمال)
ديراب	٠٠٧ R / ٤٥٨	٧٣٧	°٤٦ ١٣٧	°٢٤ ١٣١
الخرج	٠٠٢ R / ٤٥٣	٤٣٥	°٤٧ ١٢٤	°٢٤ ١٠٩
الرياض (المصانع)	٠٠١ R / ٤٥٢	٥٦٤	°٤٦ ١٤٣	°٢٤ ١٣٨

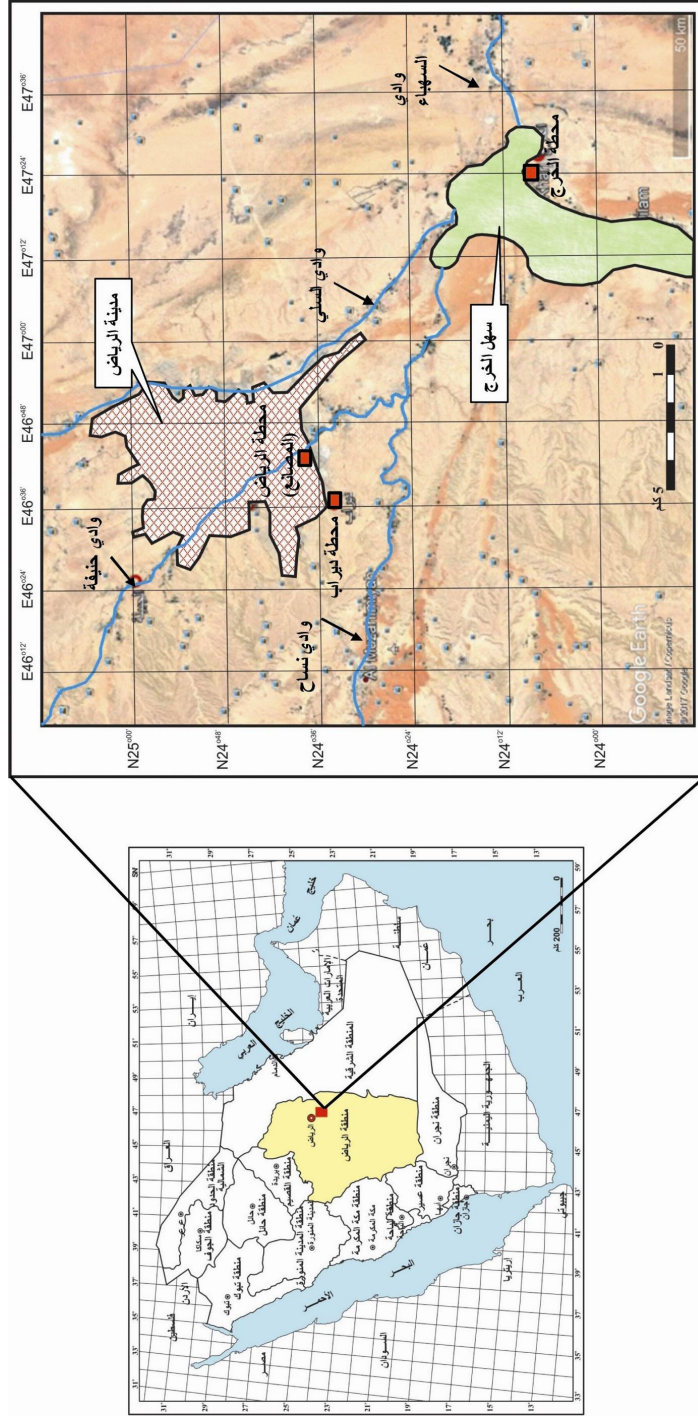
البعد الزمني للدراسة :

يتمثل البعد الزمني لهذه الدراسة في كونها تتناول التحليل الإحصائي لسلسلة زمنية مطرية تمتد إلى ٣٧ سنة من ١٩٧٥ إلى ٢٠١١م بمحطات ديراب والخرج والرياض (المصانع). وتعتبر هذه السلسلة الزمنية هامة زمنياً كونها تمثل دورة مناخية مكتملة تساعد في فهم نظام تساقط الأمطار اليومية القصوى بالمحطات المدروسة وفحصها إحصائياً لتحديد أهميتها في الاعتماد عليها في تقديرات الأمطار اليومية القصوى لفترات الرجوع الممتدة من ٥ إلى ١٠٠ سنة.

أهمية موضوع البحث وأهدافه :

يعتبر التحليل الإحصائي للأمطار مجالاً هاماً للتطبيقات المناخية والهيدرولوجية التي تعتمد في كثير من دراساتنا على ما يفرزه هذا التحليل من نتائج خاصة بالمناطق التي لا تحتوي على محطات لقياس الأمطار أو محطات مناخية كما هو الحال بالنسبة للمناطق المدارية الجافة كالمملكة العربية السعودية. وتتزايد أهمية التحليل التكراري للأمطار بالمناطق الجافة التي يتسم نظام تساقط أمطارها بالتذبذب وعد الانتظام في الزمن والمكان كما هو الحال بالنسبة لسهل الخرج الذي تعرض في السنوات الأخيرة لسيول أحدثت فيه الكثير من الخسائر المادية في الممتلكات والبنى التحتية كسيل يوم الثلاثاء ١٠/٨/١٤٣٤هـ (٢/١٢/٢٠٠٣م) وسيل يوم الأربعاء ١٣/٢/١٤٣٧هـ (١٥/١١/٢٠١٥م) وسيل يوم الخميس ١٩/٥/١٤٣٨هـ (١٥/٠٢/٢٠١٧م).

وتكمن أهمية هذا البحث في كونه يحل خصائص التوزيع التكراري لكميات الأمطار اليومية القصوى في منطقة الخرج، وهي لم تدرس من قبل بالرغم من وجود عدد من الدراسات التي تناولت موضوع الأمطار بالمملكة العربية السعودية كدراسات (عزيز، ١٩٧١) و (الشريف، ١٩٧٣) و (الكليب، ١٩٨٢) و (Al Shaikh, 1985) و (Al Blehed, 1986) و (محمد، ١٩٨٩) و (محمد أحمد، ١٩٩٣) و (السيد، ١٩٩٥) و (الصالح، ١٩٩٤ و ١٩٩٧) و (Al Misnid, 2005).



شكل (١) : الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة وللمحطات المطرية المدروسة.
 المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية جوجل ارث Google Earth.

ومن جهة أخرى تتمثل أيضاً أهمية هذا البحث في كونه يقدم تقديرات لكميات الأمطار اليومية القصوى لفترات تمتد من ٥ سنوات إلى ١٠٠ سنة، بحيث يمكن الاستفادة منها في الدراسات الهيدرولوجية المستقبلية بمنطقة الخرج، خاصة تلك التي تهتم بتقدير التدفق السيلي لمختلف الأودية التي تصب بالسهل والتي لا تحتوي مجاريها على محطات هيدرومترية لقياس الجريان السطحي.

ويرتبط التدفق السيلي كثيراً بكميات الأمطار اليومية القصوى وشدة تركزها في الزمن وبالخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف المائية خاصة زمن الاستجابة Lag Time وزمن التركيز Time of concentration. ولذا فإن التحليل التكراري للأمطار اليومية القصوى يعتبر الركيزة الأساسية لفهم السلوك الهيدرولوجي لأودية المناطق الجافة كأودية حنيفة والسلي ونساح التي تصب مجتمعة بأراضي سهل الخرج.

وعليه تهدف هذه الدراسة إلى تحديد خصائص التحليل التكراري للأمطار اليومية القصوى واحتمالية تساقطها خلال فترات الرجوع الممتدة من ١٩٧٥م إلى ٢٠١١م بمحطات ديراب والخرج والمصانع-الرياض- الواقعة داخل مساحة التصريف لأحواض الأودية التي تصب في سهل الخرج. وتعتبر هذه المحطات الثلاث أقرب المحطات المطرية لسهل الخرج وهي تغطي امتداد مجاري الأودية المذكورة قبل اقترانها بسهل الخرج وبالتالي فهي توفر امكانية تقدير كميات الأمطار التي تتحول إلى جريان سيلي قبل وصولها إلى هذا السهل.

وتتلخص أهداف البحث في ما يلي :

- ١- تقدير احتمالية التجاوز "p" واحتمالية حدوث الأمطار اليومية القصوى للفترة ١٩٧٥-٢٠١١م.
- ٢- اختبار حسن المطابقة للتوزيع الاحتمالي الطبيعي Normal Probability Distribution، والتوزيع الاحتمالي اللوغاريتمي Log Normal Distribution ، التوزيع الاحتمالي للقيم القصوى - نوع ١ - Extreme Value Type 1 Probability Distribution، والتوزيع الاحتمالي الأسّي Exponential distribution بتطبيق طريقة مربع كاي Chi square test على كميات الأمطار اليومية القصوى من أجل تحديد أفضل توزيع لتقدير كمياتها خلال فترات الرجوع من ٥ إلى ١٠٠ سنة.
- ٣- تقدير فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى المسجلة خلال الفترة ١٩٧٥-٢٠١١م وتقدير كميات الأمطار اليومية القصوى المناسبة لفترات الرجوع الممتدة من ٥ إلى ١٠٠ سنة مستقبلاً.

تساؤلات الدراسة :

- من خلال ما تقدم يمكننا حصر تساؤلات هذه الدراسة في ما يلي :
- ١- ما هي احتمالية التجاوز "p" واحتمالية حدوث الأمطار اليومية القصوى للفترة ١٩٧٥-٢٠١١م؟
 - ٢- ما هو أفضل توزيع احتمالي لتقدير كميات الأمطار اليومية القصوى بالمحطات المدروسة خلال فترات الرجوع من ٥ إلى ١٠٠ سنة؟
 - ٣- ما هي فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى المسجلة خلال الفترة ١٩٧٥-٢٠١١م وكما هي كميات الأمطار اليومية القصوى المناسبة لفترات الرجوع الممتدة من ٥ إلى ١٠٠ سنة مستقبلاً؟

الدراسات السابقة :

يوجد عدد من الدراسات العربية التي اهتمت بدراسة خصائص نظام الأمطار نظراً لأهميتها الكبيرة كمورد مائي سطحي يتحكم في كثير من النشاطات البشرية والاقتصادية بالوطن العربي كدراسة التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعة بالمملكة العربية السعودية التي هدفت إلى التعرف على تكرار كميات التهطلات السنوية، وأعلى كمية أمطار يومية في السنة بمنطقة القويعة بالدراج العربي باستخدام التوزيع الاحتمالي للقيم القصوى Extreme Value Type 1 Probability Distribution (EVI). وقد تبين أن هذا التوزيع متوافق مع بيانات التهطلات عند مستوى الدلالة ٠,١ (الصالح، ١٩٩٤). كما تناولت دراسة احتمالات هطول الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية تحليل احتمالية حدوث الأمطار وتحديد كمياتها التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة ٨٠ و ٩٠% في ممارسة النشاط الفلاحي بالمناطق الهامشية التي لا تحظى بأمطار يعتمد عليها، والتي يمكن استصلاحها للنشاط البشري بواسطة مياه الري، أو استغلالها للنشاط الرعوي بأنحاء مختلفة من المملكة العربية السعودية (السيد، ١٩٩٥). ومن جهة أخرى أظهرت نتائج دراسة التباينات الزمانية والمكانية والتحليل التكراري للأمطار بمنطقة غرب الرياض أن نظام تساقط الأمطار اليومي والسنوي يتسم بتباينات زمانية ومكانية هامة بسبع محطات هي الرياض وسد وادي حنيفة والجبيلة وشقراء وضرما وحريملاء وسدوس خلال الفترة الممتدة من ١٩٦٧ إلى ٢٠٠٥، بحيث أن كميات الأمطار اليومية التي تتراوح بين ١٠ و ٢٠ ملم/يوم تمثل ما يعادل ٤٠% من مجموع كميات الأمطار اليومية القصوى وكميات الأمطار السنوية التي تتراوح بين ٥٠ و ١٠٠ ملم/سنة تمثل ما يعادل ٣٧,٧% من مجموع الأمطار السنوية بمنطقة غرب الرياض (بورويه، ٢٠١٢). كما تبين أن نظام تساقط الأمطار هو أكثر انتظاماً بمحطتي حريملاء وسد وادي

حنيفة وأكثر تذبذباً بمحطة الجبيلة. ولقد أظهرت نتائج التحليل التكراري أن أكثر الكميات المطرية اليومية توقعاً خلال الفترة من سنتين إلى ٥ سنوات لا تتعدى ٣١ ملم/يوم وأكثر الأمطار السنوية توقعاً خلال نفس الفترة لا تتعدى ١٣٥,٥ ملم/سنة. وفي الدراسة الإحصائية التحليلية لاتجاهات الأمطار اليومية القصوى في منطقة الرياض أكدت جميع الفحوص الإحصائية عدم وجود اتجاهات حقيقية للأمطار بمجموع ١٢ محطة مطرية من بينها محطتي الرياض (المصانع) والخرج. وأن كل الاتجاهات التي تم تحديدها غير جوهرية وظاهرية لا تتمتع بأي أهمية إحصائية أو عملية (بوروي، ٢٠١٣). بالإضافة إلى هذه الدراسات هناك العديد من الدراسات التي تناولت البحث في خصائص نظام تساقط الأمطار بمختلف مناطق المملكة العربية السعودية كدراسات (الصالح، ١٩٩٧) و (الحربي، ٢٠٠٩) و (Mashat & Abdelbassat, 2011) و (آل الشيخ، ٢٠٠٦) و (مشيط، ٢٠١٦) و (Al Mazroui et al., 2013) وغيرها.

ومن جهة أخرى هناك أيضاً العديد من الدراسات العربية التي اهتمت بتحليل خصائص الأمطار في مختلف مناطق الوطن العربي كدراسات اتجاه التغير في كميات الأمطار في الضفة الغربية بين عامي ١٩٩٧ و ٢٠٠٨ - دراسة تطبيقية لحالة في جغرافية المناخ - (مشتهي، ٢٠١٣) ودراسة الأنظمة الهيدرولوجية وحصاد مياه الأمطار ضمن المراوح الفيضية في الطرف الشمالي من جبل سنجار باستخدام معطيات التحسس النائي (الداغستاني، ٢٠٠٤) وتحليل مؤشر الجفاف خلال موسم الأمطار بالأردن (Ghanem, 1995) ودراسة اتجاهات الأمطار بمنحنيات كثافة الأمطار بالإمارات العربية المتحدة (Sherif et al., 2014) ودراسة اتجاهات الأمطار بقطاع غزة والبيره (فلسطين) (Al Rimmawi et al., 2010) وغيرها من الدراسات الأخرى. كما أن هناك الكثير من الدراسات غير العربية التي اهتمت بالتحليل التكراري للأمطار ونظام تساقطها بالمملكة العربية السعودية نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر دراسة الأمطار الموسمية والحرارة خلال الفترة ١٩٧٩-٢٠٠٩ بالمملكة العربية السعودية في إطار التغير المناخي الحالي بشبه الجزيرة العربية (Al Mazroui, 2012) ودراسة الأمطار السنوية وتحليل الحرارة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠٠٩ بالمملكة العربية السعودية (Al Mazroui, 2012) وتحليل أنماط وكثافة ومدة الجفاف بالمملكة العربية السعودية باستخدام دالة الكثافة الطيفية (Al Sheikh & Tawarneh, 2013) وتقييم حسن المطابقة للتوزيع الاحتمالي للأمطار اليومية بالمدينة المنورة (Al Ahmadi, 2014) ودراسة خصائص وتباينات هطول الأمطار بالمملكة العربية السعودية (Hasanean & Al Mazroui, 2015).

ومن خلال ما تقدم فإن هذه الدراسة تختلف عن الدراسات السابقة في كونها تتناول تحليل سلسلة زمنية من الأمطار تمتد على مدى ٣٧ سنة في محطات ديراب والرياض (المصانع) والخرج، وهي تعتبر عينة جيدة لتمثيل دورة مناخية مكتملة. ومن جهة أخرى فإن هذه الدراسة

تطبق نماذج كمية لتحليل تكرارية الأمطار اليومية القصوى مع الفحص الإحصائي لأربعة توزيعات احتمالية لتحديد أفضلها في تقدير كميات الأمطار اليومية القصوى المناسبة لفترات الرجوع الممتدة من ٥ إلى ١٠٠ سنة.

التحليل التكراري للأمطار اليومية القصوى :

يعتمد التحليل التكراري للأمطار على الخطوات المنهجية التالية :

(١) جمع البيانات المطرية : (الجدول ٢)

جدول (٢) : كميات الأمطار اليومية القصوى بالمحطات المدروسة.

السنة	الخرج	الرياض المصانع	ديراب	السنة	الخرج	الرياض المصانع	ديراب
1975	23,0	31,0	88,1	1994	5,0	10,0	35,4
1976	16,5	23,2	212,3	1995	32,8	32,2	189,8
1977	8,4	11,8	36,7	1996	21,0	34,0	193,3
1978	5,2	15,8	32,0	1997	9,5	35,5	149,8
1979	10,5	13,4	59,6	1998	19,5	19,2	78,5
1980	5,8	16,4	73,1	1999	3,6	5,0	27,0
1981	7,6	7,8	35,0	2000	4,0	11,4	51,1
1982	18,4	17,3	83,9	2001	8,0	19,8	39,9
1983	43,8	14,6	64,8	2002	2,6	3,6	4,3
1984	20,0	21,2	107,4	2003	7,1	10,0	12,0
1985	7,2	27,6	101,0	2004	3,6	3,7	5,7
1986	33,1	19,7	208,4	2005	11,4	5,0	8,8
1987	15,8	15,5	65,4	2006	24,0	16,0	67,7
1988	25,6	14,0	115,7	2007	9,6	13,5	29,6
1989	15,9	22,0	107,0	2008	7,0	14,5	27,8
1990	3,9	12,2	26,1	2009	19,5	23,5	45,5
1991	13,9	4,5	34,4	2010	23,0	24,0	9,7
1992	14,0	11,7	67,2	2011	12,5	11,0	32,3
1993	25,0	28,4	121,1				

٢) تحليل احتمالية تساقط الأمطار اليومية القصوى :

يعرف الإحتمال في معجم المعاني الجامع بأنه افتراض تحقق الحدث بنسبة مئوية معينة حسب دلالة الاحصائيات. ويحسب الاحتمال بواسطة مجموعة من القواعد الرياضية تمكن من تحديد المصادفات. ويعبر عن قيمة الاحتمال بعدد حقيقي يتراوح بين ٠ و ١ ن بحيث كلما كانت قيمته قريبة من الواحد كلما كان حدوثه مرجحاً، وعليه فإن الاحتمال يدل على امكانية تكرارية حدوث الظاهرة من مجموع الفرص المتاحة. وتعتبر الاحتمالية من أهم عناصر الأساليب الإحصائية الاستنتاجية المستخدمة في الدراسات المناخية وهي تدل على احتمال حدوث الظاهرة المناخية خلال فاصل زمني معلوم يعرف بفترة الرجوع (Return period(T). وعليه فإن احتمالية التجاوز "p" تعني احتمالية هطول كميات من الأمطار في السنوات القادمة تتجاوز الكميات المسجلة خلال الفترة المدروسة. أما احتمالية حدوث الأمطار "q" فهي تدل على امكانية تكرار هطول كمية من الأمطار خلال فترة محددة بفواصل زمنية معلومة هي فترات الرجوع. وتعتبر فترة الرجوع متوسط الفاصل الزمني بين حالات Events هطول وقعت خلال عدد كبير من السنوات (الصالح، ١٩٩٤، ص ١٨).

وتعتمد الدراسات الهيدرولوجية والمناخية والزراعية كثيرا على تقديرات كميات الأمطار واحتمالية تساقطها. ولذا فقد تم حساب احتمالية التجاوز للفترة ١٩٧٥-٢٠١١م واحتمالية حدوث التهطلات لفترات الرجوع التي تمتد من ٥ إلى ١٠٠ سنة (جدول ٣).

جدول (٣) : احتمالية التجاوز واحتمالية حدوث التهطلات بالمحطات المدروسة

خلال فترات الرجوع من ٥ إلى ١٠٠ سنة.

الرتبة	الخرج	ديراب	الرياض (المصانع)	فترة الرجوع T	احتمالية التجاوز P	احتمالية التكرار q				
						5	10	25	50	100
1	43,8	47,0	35,5	38,00	0,026	0,125	0,234	0,487	0,736	0,931
2	33,1	45,6	34,0	19,00	0,053	0,237	0,418	0,741	0,933	0,996
3	32,8	40,8	32,2	12,67	0,079	0,337	0,561	0,872	0,984	1,000
4	25,6	40,8	31,0	9,50	0,105	0,427	0,671	0,938	0,996	1,000
5	25,0	31,5	28,4	7,60	0,132	0,506	0,756	0,971	0,999	1,000
6	24,0	31,0	27,6	6,33	0,158	0,577	0,821	0,986	1,000	1,000
7		29,5	24,0	5,43	0,184	0,639	0,869	0,994	1,000	1,000
7,5	23,0*			5,07	0,197	0,667	0,889	0,996	1,000	1,000
8		28,2	23,5	4,75	0,211	0,693	0,906	0,997	1,000	1,000
9	21,0	28,0	23,2	4,22	0,237	0,741	0,933	0,999	1,000	1,000
10	20,0	26,5	22,0	3,80	0,263	0,783	0,953	1,000	1,000	1,000
11		25,0	21,2	3,45	0,289	0,819	0,967	1,000	1,000	1,000
11,5	19,5*			3,30	0,303	0,835	0,973	1,000	1,000	1,000

تابع جدول (٣) : احتمالية التجاوز واحتمالية حدوث التهطلات بالمحطات المدروسة

خلال فترات الرجوع من ٥ إلى ١٠٠ سنة.

احتمالية التكرار q					احتمالية التجاوز P	فترة الرجوع T	الرياض (المصانع)	ديراب	الخرج	الرتبة
100	50	25	10	5						
1,000	1,000	1,000	0,978	0,850	0,316	3,17	19,8	23,8		12
1,000	1,000	1,000	0,985	0,877	0,342	2,92	19,7	22,0	18,4	13
1,000	1,000	1,000	0,990	0,900	0,368	2,71	19,2	21,5	16,5	14
1,000	1,000	1,000	0,993	0,919	0,395	2,53	17,3	21,0	15,9	15
1,000	1,000	1,000	0,996	0,935	0,421	2,38	16,4	20,2	15,8	16
1,000	1,000	1,000	0,997	0,948	0,447	2,24	16,0	19,5	14,0	17
1,000	1,000	1,000	0,998	0,960	0,474	2,11	15,8	19,2	13,9	18
1,000	1,000	1,000	0,999	0,969	0,500	2,00	15,5	17,4	12,5	19
1,000	1,000	1,000	0,999	0,976	0,526	1,90	14,6	16,2	11,4	20
1,000	1,000	1,000	1,000	0,982	0,553	1,81	14,5	15,2	10,5	21
1,000	1,000	1,000	1,000	0,987	0,579	1,73	14,0	13,7	9,6	22
1,000	1,000	1,000	1,000	0,990	0,605	1,65	13,5	13,5	9,5	23
1,000	1,000	1,000	1,000	0,993	0,632	1,58	13,4	13,3	8,4	24
1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,658	1,52	12,2		8,0	25
1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,671	1,49		13,2*		25,5
1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,684	1,46	11,8		7,6	26
1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,697	1,43		13,2*		26,5
1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,711	1,41	11,7	12,2	7,2	27
1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,737	1,36	11,4	12,0	7,1	28
1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,763	1,31	11,0	10,0	7,0	29
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,789	1,27		9,7	5,8	30
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,803	1,25	10,0*			30,5
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,816	1,23		8,5	5,2	31
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,842	1,19	7,8		5,0	32
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,855	1,17		8,0*		32,5
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,868	1,15			4,0	33
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,882	1,13	5,0*			33,5
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,895	1,12		6,5	3,9	34
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,921	1,09	4,5	6,0		35
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,934	1,07			83,6	35,5
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,947	1,06	3,7	4,3		36
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,974	1,03	3,6	3,5	2,6	37

(*) قيم متكررة مرتين.

ويتضح من خلال بيانات الجدول (٣) أن هناك تباينات هامة في توزيع الأمطار واحتمالات تهاطلها بحيث نجد :

١- أن أعلى كميات للأمطار اليومية القصوى تبلغ بين ٤٣,٨ ملم خلال سنة ١٩٨٣ بمحطة الخرج و ٤٧,٠ ملم خلال سنة ١٩٨٥ بمحطة ديراب و ٣٥,٥ ملم خلال ١٩٩٧ بمحطة الرياض (المصانع). وتتسم هذه الكميات المطرية باحتمالية تجاوز لم تتعد ٢,٦% خلال الفترة المدروسة و باحتمالية حدوث لا تتعدى ١٢,٥% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات، و ٢٣,٤% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠ سنوات و ٤٨,٧% بالنسبة لفترة الرجوع ٢٥ سنة و ٤٨,٧% بالنسبة لفترة الرجوع ٢٥ سنة و ٧٣,٦% بالنسبة لفترة الرجوع ٥٠ سنة و ٩٣,١% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠٠ سنة.

٢- أن كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢١,٠ و ٣٣,١ ملم بمحطة الخرج تتسم باحتمالية تجاوز تتراوح بين ٥,٣ و ٢٣,٧% و باحتمالية تكرار (حدوث) تتراوح بين ٢٣,٧ و ٧٤,١% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات و بين ٤١,٨ و ٩٣,٣% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠ سنوات و بين ٧٤,١ و ٩٩,٩% بالنسبة لفترة الرجوع ٢٥ سنة، في حين فإن الكميات التي تتراوح بين ٢١,٠ و ٢٥,٦ ملم يمكن أن يتكرر تساقطها مرة واحدة على الأقل خلال ٥٠ و ١٠٠ سنة.

٣- أن كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢٠,٢ و ٤٥,٦ ملم بمحطة ديراب تتسم باحتمالية تجاوز تتراوح بين ٥,٣ و ٤٢,١% و باحتمالية تكرار (حدوث) تتراوح بين ٢٣,٧ و ٩٣,٥% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات و بين ٤١,٨ و ٩٩,٩% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠ سنوات، في حين فإن الكميات التي تتراوح بين ٢٠,٢ و ٢٥,٠ ملم يمكن أن يتكرر تساقطها مرة واحدة على الأقل خلال ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سنة.

٤- أن كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢١,٢ و ٣٤,٠ ملم بمحطة ديراب تتسم باحتمالية تجاوز تتراوح بين ٥,٣ و ٢٨,٩% و باحتمالية تكرار (حدوث) تتراوح بين ٢٣,٧ و ٨١,٩% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات و بين ٤١,٨ و ٩٦,٧% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠ سنوات، في حين فإن الكميات التي ٢١,٢ و ٢٨,٤ ملم يمكن أن يتكرر تساقطها مرة واحدة على الأقل خلال ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سنة.

أما باقي الكميات المطرية فهي كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتسم باحتمالية تجاوز و باحتمالية تكرار منخفضتين، أي هي الكميات التي بإمكانها أن تتساقط تقريباً مرة واحدة خلال فترة تتراوح بين ٥ و ١٠٠ سنة.

٣) اختيار التوزيع الاحتمالي للأمطار :

يتطلب التحليل التكراري للأمطار اليومية القصوى تحديد التوزيع الاحتمالي الأفضل ملائمة لبيانات الأمطار اليومية القصوى بكل محطة. وهناك الكثير من نماذج التوزيعات الاحتمالية التي يمكن دراستها. وقد تم اختيار أربعة منها هي : (جدول ٤)

- أ- التوزيع الاحتمالي الطبيعي Normal probability distribution.
- ب- التوزيع الاحتمالي اللوغاريتمي الطبيعي Log Normal probability distribution.
- ج- التوزيع الاحتمالي لغامبل Gumbel probability distribution أو ما يعرف بالتوزيع الاحتمالي للقيم القصوى- نوع ١ - EV.
- د- التوزيع الاحتمالي الأسّي Exponential probability distribution.

٤) اختبار حسن المطابقة للتوزيع الاحتمالي للأمطار :

يتم فحص حسن المطابقة للتوزيعات الاحتمالية المدروسة بتطبيق طريقة مربع كاي Chi square test لاختبار أفضل توزيع احتمالي لتقدير الأمطار اليومية القصوى لفترات الرجوع من ٥ إلى ١٠٠ سنة. ولتطبيق هذه الطريقة يجب تقسيم كميات الأمطار إلى فئات لا يقل عددها عن ٤ فئات للحصول على درجة الحرية لا تقل عن ١. ولاختبار حسن المطابقة للتوزيع الاحتمالي الطبيعي والتوزيع اللوغاريتمي الطبيعي وتوزيع القيم القصوى نوع ١ والتوزيع الأسّي المدروسة تم تقسيم كميات الأمطار اليومية القصوى إلى فئات لا يقل عددها عن ٤ للحصول على درجة حرية لا تقل عن ١ لأن عدد الثوابت Parameters في هذه النماذج يساوي ٢. وعليه فإن درجة الحرية تساوي $(df = m - k - 1)$ ، أي عدد الفئات - عدد الثوابت - ١.

ويتطلب حساب مربع كاي تقدير قيمة الاحتمالية التراكمية $F(x_i)$ لكل توزيع احتمالي. وتختلف طريقة حساب قيمة الاحتمالية التراكمية من توزيع احتمالي لآخر على النحو التالي :

أ- الاحتمالية التراكمية للتوزيع الاحتمالي الطبيعي :

يتم حساب قيمة الاحتمالية التراكمية $F(x_i)$ بواسطة قيمة الاحتمالية التراكمية للتوزيع الاحتمالي الطبيعي Z الموجودة بجدول خاص بتطبيق المعادلة لتالية :

$$F(x_i) = Z = \frac{X - X'}{\sigma}$$

وفيها X أعلى كمية أمطار الفئة و X' المتوسط الحسابي لكميات الأمطار و σ الانحراف المعياري لكميات الأمطار بالمحطة المدروسة. وبعد الحصول على قيم Z السالبة فإن قيم الاحتمالية التراكمية $F(x_i)$ المناسبة لها تساوي : $F(x_i) = 1 - Z$.

جدول (4) : دالات ومعالم التوزيعات الاحتمالية المدروسة.

المعالم الإحصائية	المجال	دالة الكثافة الاحتمالية PDF	التوزيع الاحتمالي
$\mu = x'$ $\sigma = S_x$	$-\infty \leq x \leq \infty$	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right]$	التوزيع الطبيعي Normal Distribution
$\mu_y = y'$ $\sigma_y = S_y$	$x > 0$	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(y - \mu_y)^2}{2\sigma^2 y} \right]$	التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي Log Normal Distribution
$\lambda = \frac{1}{x'}$	$x \geq 0$	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$	التوزيع الأسّي Exponential Distribution
$\mu = x' - 0.5772\alpha$ $\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S_x$	$-\infty < x < \infty$	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{(x - \mu)^2}{\alpha} - \exp \left(-\frac{x - \mu}{\alpha} \right) \right]$	توزيع غامبل Nomal Distribution

ب- الاحتمالية التراكمية للتوزيع الاحتمالي اللوغاريتمي الطبيعي :

يتم حساب قيمة الاحتمالية التراكمية $F(x_i)$ لهذا التوزيع بواسطة قيمة الاحتمالية التراكمية Z للتوزيع الطبيعي باستخدام القيم اللوغاريتمية للأمطار.

ج- الاحتمالية التراكمية للتوزيع الاحتمالي للقيم القصوى - نوع ١ - :

يتم حساب قيمة الاحتمالية التراكمية $F(x_i)$ لهذا التوزيع بتطبيق المعادلة لتالية :

$$F(x_i) = Z = \frac{X - X'}{\sigma}$$

وفيها X أعلى كمية للأمطار الفئة و X' المتوسط الحسابي لكميات الأمطار و σ الانحراف المعياري لكميات الأمطار بالمحطة المدروسة. وبعد الحصول على قيم Z السالبة فإن قيم الاحتمالية التراكمية $F(x_i)$ المناسبة لها تساوي : $F(x_i) = 1 - Z$.

$$F(x_i) = y = \frac{X - u}{\alpha}$$

وفيها X أعلى كمية للأمطار الفئة و u و α معلمان إحصائيان يتم حسابهما كما يلي :

$$\alpha = \frac{\sigma\sqrt{6}}{\pi}$$

$$u = X' - (0.5772 \alpha)$$

وفيها X' المتوسط الحسابي لكميات الأمطار و σ الانحراف المعياري لكميات الأمطار بالمحطة المدروسة و π عدد ثابت مقداره ٣,١٤١٦.

وتتلخص حساب قيمة الاحتمالية التراكمية ومربع كاي في ما يلي : (جدول ٥ و ٦ و ٧).

ولقبول التوزيع الاحتمالي المدروس لا بد أن تكون قيمة مربع كاي المحسوبة أقل من قيمة مربع كاي الحرجة عند درجة الحرية ومستوى الأهمية المطلوبين. وقد وضع فيشر Fisher معيار مستوى المعنوية عند الحد $0,05 < \alpha < 0,01$ لرفض فرضية الأساس وقبول نتيجة الفحص الإحصائي (Fisher, 1956). ولذا تقارن قيمة مربع كاي المحسوبة X_c^2 بقيمة مربع كاي في جدول القيم الحرجة X_t^2 عند مستوى المعنوية $0,05 < \alpha < 0,01$ ، بحيث إذا كانت $X_t^2 > X_c^2$ عند هذا المستوى تقبل فرضية الفحص التي تدل على أن التوزيع الاحتمالي المفحوص غير مناسب لكميات الأمطار المدروسة. أما إذا كانت $X_t^2 < X_c^2$ فهذا يدل على ملائمة التوزيع الاحتمالي لكميات الأمطار المدروسة. ولقد أعطى فحص التوزيعات الاحتمالية المدروسة النتائج التالية : (جدول ٨ و ٩ و ١٠ و ١١).

جدول (٥) : نتائج فحص حسن المطابقة لمربع كاي Chi square Test بمحطة ديراب.

مربع كاي X_c^2	الاحتمالية التراكمية		التكرار n_i	الفئة (مم)	
	$F(x_i)$	Z			
0.7343	0.0982	-1.2920	2	0-5	التوزيع الطبيعي
2.9766	0.1978	-0.8496	7	5-10	
0.5204	0.3420	-0.4071	7	10-15	
0.2950	0.5142	0.0354	5	15-20	
0.0117	0.6836	0.4779	6	20-25	
0.2347	0.8213	0.9204	4	25-30	
0.6494	0.9382	1.5398	6	أكبر من 30	
5.422	---	---	37	المجموع	
0.5817	0.0740	-1.4363	4	0-5	التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي
0.9526	0.3149	-0.4819	6	5-10	
0.0024	0.6079	0.2738	11	10-15	
1.1486	0.8462	1.0204	12	15-20	
0.0072	0.9498	1.6432	4	أكبر من 20	
2.692	---	---	37	المجموع	
0.0014	0.0526	---	2	0-5	توزيع القيم القصى - نوع ١ -
0.7785	0.1884	---	7	5-10	
0.0207	0.3881	---	7	10-15	
0.7115	0.5848	---	5	15-20	
0.0205	0.7377	---	6	20-25	
0.0064	0.8416	---	4	25-30	
2.7473	0.9250	---	6	أكبر من 30	
4.286	---	---	37	المجموع	
4.8125	0.2252	---	2	0-5	التوزيع الأسي
0.0460	0.3996	---	7	5-10	
0.7984	0.5348	---	7	10-15	
0.3263	0.6396	---	5	15-20	
2.9913	0.7207	---	6	20-25	
1.2033	0.7836	---	4	25-30	
5.3754	0.8486	---	6	أكبر من 30	
15.553	---	---	37	المجموع	

جدول (٦) : نتائج فحص حسن المطابقة لمربع كاي Chi square Test بمحطة الخرج.

مربع كاي X_c^2	الاحتمالية التراكمية		التكرار	الفئة (ملم)	
	F(x _i)	Z	n _i		
0.001	0.1637	-0.9794	6	0-5	التوزيع الطبيعي
2.970	0.3214	-0.4639	10	5-10	
0.760	0.5205	0.515	5	10-15	
0.005	0.7147	0.5670	7	15-20	
0.029	0.8605	1.0825	5	20-25	
0.243	0.9987	3.0206	4	أكبر من 25	
4.008	---	---	37	المجموع	
0.2049	0.2594	---	11	0-5	التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي
0.3207	0.4936	---	7	5-10	
0.0252	0.7778	---	10	10-15	
1.0779	0.9279	---	8	15-20	
0.1492	0.9675	---	1	أكبر من 20	
1.778	---	---	37	المجموع	
0.2086	0.1387	---	6	0-5	توزيع القيم القصوى - نوع ١-
0.5125	0.3610	---	10	5-10	
1.3409	0.5913	---	5	10-15	
0.1155	0.7626	---	7	15-20	
0.3530	0.8695	---	5	20-25	
0.0191	0.9885	---	4	أكبر من 25	
2.469	---	---	37	المجموع	
2.6801	0.2917	---	6	0-5	التوزيع الأسي
0.2493	0.4983	---	10	5-10	
0.1504	0.6446	---	5	10-15	
1.6058	0.7482	---	7	15-20	
1.1866	0.8217	---	5	20-25	
0.2924	0.9512	---	4	أكبر من 25	
8.439	---	---	37	المجموع	

جدول (٧) : نتائج فحص حسن المطابقة لمربع كاي Chi square Test بمحطة الرياض (المصانع).

مربع كاي X_c^2	الاحتمالية التراكمية		التكرار n_i	الفئة (ملم)	
	$F(x_i)$	Z			
1.2299	0.0850	-1.3721	5	0-5	التوزيع الطبيعي
0.5949	0.2146	-0.7907	3	5-10	
1.0082	0.4171	-0.2093	10	10-15	
0.0053	0.6451	0.3721	8	15-20	
0.4096	0.8298	0.9535	5	20-25	
0.0296	0.9852	2.1744	6	أكبر من 25	
3.048	---	---	37	المجموع	
0.1638	0.1191	-1.1794	5	0-5	التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي
0.8120	0.3740	-0.3214	7	5-10	
0.3774	0.7016	0.5291	14	10-15	
0.3175	0.9079	1.3281	9	15-20	
0.6856	0.9978	2.0997	2	أكبر من 20	
2.356	---	---	37	المجموع	
0.0929	0.1523	---	5	0-5	توزيع القيم القصوى - نوع ١-
5.7891	0.4095	---	3	5-10	
0.1230	0.6547	---	10	10-15	
0.8252	0.8180	---	8	15-20	
1.0212	0.9091	---	5	20-25	
5.5766	0.9803	---	6	أكبر من 25	
13.428	---	---	37	المجموع	
2.7876	0.2574	---	5	0-5	التوزيع الأسي
3.0424	0.4486	---	3	5-10	
5.5683	0.5905	---	10	10-15	
5.5913	0.6959	---	8	15-20	
1.9827	0.7742	---	5	20-25	
1.4978	0.8791	---	6	أكبر من 25	
20.470	---	---	37	المجموع	

جدول (٨) : نتائج حسن المطابقة للتوزيع الاحتمالي الطبيعي Normal probability distribution

المتغير	ديراب	الرياض (المصانع)	الخرج
عدد الفئات	m	6	6
قيمة مربع كاي المحسوبة	X_c	3.048	4.008
درجة الحرية	df	3	3
قيمة مربع كاي الحرجة	$\alpha : 0.025$	9.348	9.348
	$\alpha : 0.050$	7.815	7.815
	$\alpha : 0.100$	6.251	6.251

جدول (٩) : نتائج حسن المطابقة للتوزيع الاحتمالي اللوغاريتمي الطبيعي

Log Normal probability distribution

المتغير	ديراب	الرياض (المصانع)	الخرج
عدد الفئات	m	5	5
قيمة مربع كاي المحسوبة	X_c	2.356	1.778
درجة الحرية	df	2	2
قيمة مربع كاي الحرجة	$\alpha : 0.025$	7.378	7.378
	$\alpha : 0.050$	5.991	5.991
	$\alpha : 0.100$	4.605	4.605

جدول (١٠) : نتائج حسن المطابقة لتوزيع القيم القصوى - نوع ١ - EV1 probability distribution

المتغير	ديراب	الرياض (المصانع)	الخرج
عدد الفئات	m	6	6
قيمة مربع كاي المحسوبة	X_c	13.428	2.469
درجة الحرية	df	3	3
قيمة مربع كاي الحرجة	$\alpha : 0.025$	9.348	9.348
	$\alpha : 0.050$	7.815	7.815
	$\alpha : 0.100$	6.251	6.251

جدول (11) : نتائج حسن المطابقة للتوزيع الاحتمالي الأسي Exponential probability distribution.

الخرج	الرياض (المصانع)	ديراب	المتغير	
6	6	7	m	عدد الفئات
8.439	20.470	15.553	X_c	قيمة مربع كاي المحسوبة
3	3	4	df	درجة الحرية
9.348	9.348	11.143	$\alpha : 0.025$	قيمة مربع كاي الحرجة
7.815	7.815	9.488	$\alpha : 0.050$	
6.251	6.251	7.779	$\alpha : 0.100$	

ويتبين من خلال بيانات هذه الجداول أن التوزيع الاحتمالي الأسي هو أكثر التوزيعات ملائمة لكميات الأمطار اليومية القصوى خلال الفترة المدروسة ، بحيث بلغت قيمة مربع كاي لهذا التوزيع ١٥,٥٥٣ وهي تفوق قيمة مربع كاي الحرجة ١١,١٤٣ عند درجة الحرية ٤ بمحطة ديراب و ٢٠,٤٧٠ و ٨,٤٣٩ وهي تفوق قيمة مربع كاي الحرجة ٩,٣٤٨ عند درجة الحرية ٣ بمحطتي الرياض (المصانع) والخرج.

وعلى ضوء هذه النتيجة فإنه يمكننا تقدير كميات المطار اليومية القصوى لفترة الرجوع الممتدة من ٥ إلى ١٠٠ سنة استخدام التوزيع الاحتمالي الأسي في المحطات الثلاث.

٥) تقدير كميات الأمطار اليومية القصوى :

بعد تحديد التوزيع الاحتمالي الأكثر ملائمة للأمطار كل محطة يتم تقدير كميات الأمطار اليومية القصوى المحتمل أن تهطل مستقبلا على منطقة الدراسة خلال فترات زمنية تتراوح بين 5 و 100 سنة بتطبيق نموذج شو Chow وفقا للعلاقة التالية :

$$X_T = \mu + K_T \sigma$$

بحيث يمثل X_T كمية الأمطار المحسوبة لفترة الرجوع T و μ متوسط كميات الأمطار للفترة المسجلة بالمحطة و σ قيمة الانحراف المعياري لكميات الأمطار خلال الفترة المسجلة بالمحطة و K_T معامل التكرار Frequency Factor لنموذج التوزيع الاحتمالي وهو يحسب كما يلي : (Guo, 2006, p. 69)

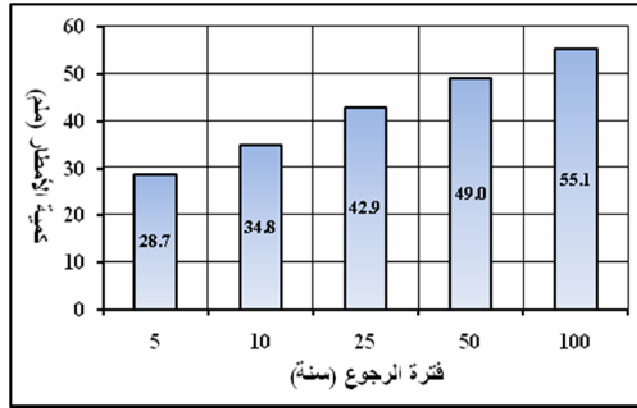
$$Z_{eT_r} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} (\ln T_r - 0.5772)$$

بحيث يمثل T_r فترة الرجوع (سنة).

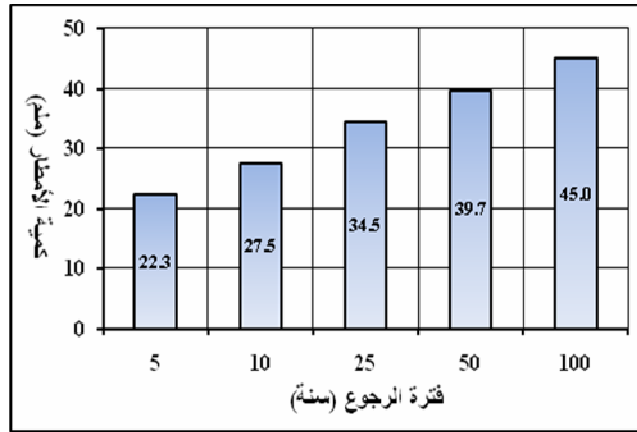
ولقد أعطى تطبيق نموذج شو التقديرات التالية للأمطار اليومية القصوى المناسبة لفترات الرجوع من ٥ إلى ١٠٠ سنة (جدول ١٢) و (شكل ٢ و ٣ و ٤).

جدول (١٢) : تقدير كميات الأمطار اليومية القصوى المناسبة لفترات الرجوع بالمحطات المدروسة.

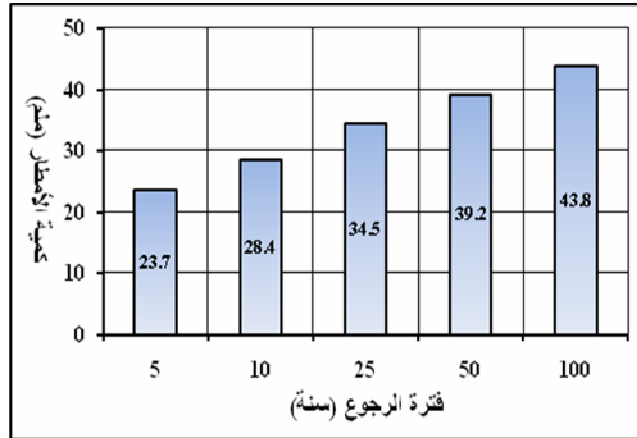
المحطة	فترة الرجوع (سنة)	معامل التكرار K_T	المتوسط (مم)	الانحراف المعياري (مم)	كمية الأمطار (مم)
ديراب	5	0.805	19.6	11.3	28.7
	10	1.345	19.6	11.3	34.8
	25	2.060	19.6	11.3	42.9
	50	2.600	19.6	11.3	49.0
	100	3.141	19.6	11.3	55.1
الرياض (المصانع)	5	0.805	16.8	8.6	23.7
	10	1.345	16.8	8.6	28.4
	25	2.060	16.8	8.6	34.5
	50	2.600	16.8	8.6	39.2
	100	3.141	16.8	8.6	43.8
الخرج	5	0.805	14.5	9.7	22.3
	10	1.345	14.5	9.7	27.5
	25	2.060	14.5	9.7	34.5
	50	2.600	14.5	9.7	39.7
	100	3.141	14.5	9.7	45.0



شكل (٢) : كميات الأمطار المناسبة لفترات الرجوع بمحطة ديراب.



شكل (٣) : كميات الأمطار المناسبة لفترات الرجوع بمحطة الخرج.



شكل (٤) : كميات الأمطار المناسبة لفترات الرجوع بمحطة الرياض (المصانع).

٦) تقدير فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى :

يتم تقدير فترات الرجوع T لكميات الأمطار اليومية القصوى التي تفوق المتوسط السنوي والمسجلة خلال الفترة المدروسة ١٩٧٥-٢٠١١م باستخدام نموذج غوس Gauss model بتطبيق المعادلة التالية :

$$T = \frac{1}{1 - F(P_i)}$$

وفيه يمثل T فترة الرجوع (سنة) و $F(P_i)$ التكرارية المناسبة لفترة الرجوع وهي تحسب بواسطة المعادلة التالية :

$$F(P_i) = e^{-e^{-u}}$$

بحيث يمثل u متغير غوس Gauss variate وهو يحسب بواسطة المعادلة التالية :

$$u = \frac{P_i - P'}{\sigma P_i}$$

بحيث يمثل P_i كمية الأمطار المسجلة المراد حساب فترة رجوعها و P' المتوسط السنوي للأمطار الفترة المدروسة و σP_i الانحراف المعياري لكميات الأمطار المسجلة.

وبتطبيق هذه المعادلات تم تقدير فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى المسجلة خلال الفترة المدروسة بمحطات ديراب والخرج والرياض (المصانع) (جدول ١٣ و ١٤ و ١٥).

جدول (١٣) : تقدير فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى

للفترة المدروسة بمحطة ديراب.

T	Fq	U	Pi	السنة	T	Fq	U	Pi	السنة
1.22	0.18	-0.54	13.5	1994	1.70	0.41	0.12	21.0	1975
2.63	0.62	0.74	28.0	1995	3.25	0.69	1.00	31.0	1976
6.93	0.86	1.86	40.8	1996	1.04	0.04	-1.15	6.5	1977
2.92	0.66	0.87	29.5	1997	1.11	0.10	-0.84	10.0	1978
2.16	0.54	0.47	25.0	1998	1.30	0.23	-0.39	15.2	1979
1.07	0.06	-1.02	8.0	1999	1.80	0.44	0.21	22.0	1980
1.23	0.19	-0.52	13.7	2000	1.17	0.15	-0.65	12.2	1981
2.00	0.50	0.36	23.8	2001	1.21	0.17	-0.56	13.2	1982
1.02	0.02	-1.34	4.3	2002	1.63	0.39	0.05	20.2	1983
1.17	0.14	-0.67	12.0	2003	10.29	0.90	2.28	45.6	1984
1.02	0.02	-1.41	3.5	2004	11.57	0.91	2.40	47.0	1985
1.04	0.04	-1.19	6.0	2005	6.93	0.86	1.86	40.8	1986
1.55	0.35	-0.04	19.2	2006	1.75	0.43	0.17	21.5	1987
1.35	0.26	-0.30	16.2	2007	3.37	0.70	1.04	31.5	1988
1.42	0.30	-0.19	17.4	2008	1.57	0.36	-0.01	19.5	1989
2.67	0.62	0.75	28.2	2009	1.07	0.06	-1.02	8.0	1990
1.10	0.09	-0.87	9.7	2010	1.08	0.07	-0.97	8.5	1991
1.21	0.17	-0.56	13.2	2011	1.21	0.18	-0.55	13.3	1992
					2.38	0.58	0.61	26.5	1993

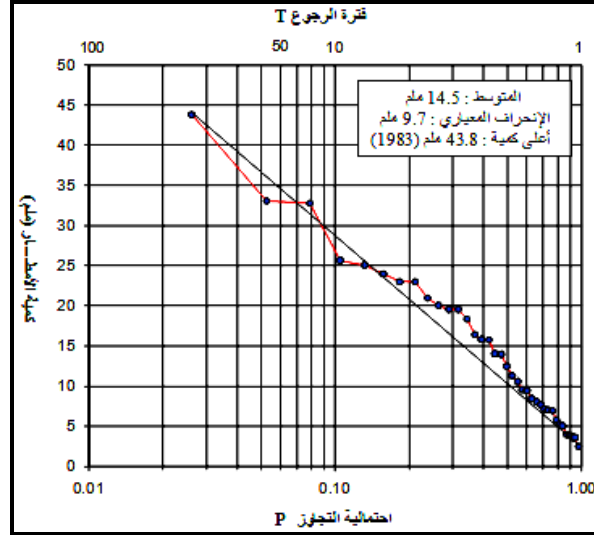
جدول (١٤) : تقدير فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى
للفترة المدروسة بمحطة الخرج.

T	Fq	U	Pi	السنة	T	Fq	U	Pi	السنة
1.07	0.07	-0.98	5.0	1994	2.94	0.66	0.88	23.0	1975
7.11	0.86	1.89	32.8	1995	1.79	0.44	0.20	16.5	1976
2.50	0.60	0.67	21.0	1996	1.18	0.15	-0.63	8.4	1977
1.23	0.19	-0.52	9.5	1997	1.08	0.07	-0.96	5.2	1978
2.22	0.55	0.52	19.5	1998	1.28	0.22	-0.41	10.5	1979
1.05	0.05	-1.13	3.6	1999	1.09	0.09	-0.90	5.8	1980
1.06	0.05	-1.08	4.0	2000	1.15	0.13	-0.71	7.6	1981
1.17	0.14	-0.67	8.0	2001	2.05	0.51	0.40	18.4	1982
1.03	0.03	-1.23	2.6	2002	21.01	0.95	3.02	43.8	1983
1.13	0.12	-0.76	7.1	2003	2.31	0.57	0.57	20.0	1984
1.05	0.05	-1.13	3.6	2004	1.14	0.12	-0.75	7.2	1985
1.34	0.25	-0.32	11.4	2005	7.32	0.86	1.92	33.1	1986
3.19	0.69	0.98	24.0	2006	1.72	0.42	0.13	15.8	1987
1.24	0.19	-0.51	9.6	2007	3.67	0.73	1.14	25.6	1988
1.13	0.11	-0.77	7.0	2008	1.73	0.42	0.14	15.9	1989
2.22	0.55	0.52	19.5	2009	1.05	0.05	-1.09	3.9	1990
2.94	0.66	0.88	23.0	2010	1.53	0.35	-0.06	13.9	1991
1.41	0.29	-0.21	12.5	2011	1.54	0.35	-0.05	14.0	1992
					3.48	0.71	1.08	25.0	1993

جدول (١٥) : تقدير فترات الرجوع لكميات الأمطار اليومية القصوى
للفترة المدروسة بمحطة الرياض (المصانع).

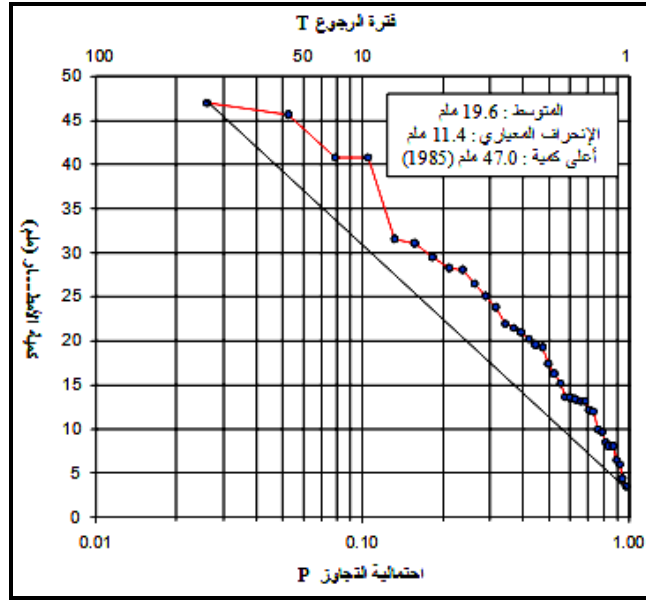
T	Fq	U	Pi	السنة	T	Fq	U	Pi	السنة
0.11	1.12	-0.79	10.0	1994	5.73	0.83	1.65	31.0	1975
0.85	6.51	1.79	32.2	1995	2.64	0.62	0.74	23.2	1976
0.87	7.90	2.00	34.0	1996	1.20	0.17	-0.58	11.8	1977
0.89	9.31	2.17	35.5	1997	1.48	0.33	-0.12	15.8	1978
0.47	1.88	0.28	19.2	1998	1.29	0.23	-0.40	13.4	1979
0.02	1.02	-1.37	5.0	1999	1.54	0.35	-0.05	16.4	1980
0.15	1.18	-0.63	11.4	2000	1.06	0.06	-1.05	7.8	1981
0.49	1.98	0.35	19.8	2001	1.64	0.39	0.06	17.3	1982
0.01	1.01	-1.53	3.6	2002	1.38	0.27	-0.26	14.6	1983
0.11	1.12	-0.79	10.0	2003	2.22	0.55	0.51	21.2	1984
0.01	1.01	-1.52	3.7	2004	4.03	0.75	1.26	27.6	1985
0.02	1.02	-1.37	5.0	2005	1.96	0.49	0.34	19.7	1986
0.33	1.50	-0.09	16.0	2006	1.45	0.31	-0.15	15.5	1987
0.23	1.30	-0.38	13.5	2007	1.33	0.25	-0.33	14.0	1988
0.27	1.37	-0.27	14.5	2008	2.38	0.58	0.60	22.0	1989
0.63	2.72	0.78	23.5	2009	1.22	0.18	-0.53	12.2	1990
0.65	2.85	0.84	24.0	2010	1.02	0.02	-1.43	4.5	1991
0.14	1.16	-0.67	11.0	2011	1.20	0.16	-0.59	11.7	1992
					4.37	0.77	1.35	28.4	1993

- ويتضح من بيانات الجداول (١٣) و (١٤) و (١٥) والأشكال (٥) و (٦) و (٧) ما يلي :
- ١- تتراوح كميات الأمطار اليومية القصوى التي تساقطت سنوياً خلال الفترة المدروسة بين ٢,٦ و ١٢,٥ ملم بمحطة الخرج وبين ٣,٥ و ١٧,٤ ملم بمحطة ديراب وبين ٣,٦ و ١٥,٨ ملم بمحطة الرياض (المصانع). وتمثل تكرارية هذه الكميات المطرية نسبة بلغت على التوالي ٥١,٠% بمحطتي الخرج وديراب و ٥٤,٠% بمحطة الرياض (المصانع).
 - ٢- تتراوح كميات الأمطار اليومية القصوى التي تساقطت مرة واحدة خلال سنتين بين ١٣,٩ و ٢١,٠ ملم بمحطة الخرج وبين ١٩,٢ و ٢٦,٥ ملم بمحطة ديراب وبين ١٦,٠ و ٢٢,٠ ملم بمحطة الرياض (المصانع). وتمثل تكرارية هذه الكميات المطرية نسبة بلغت ٢٧,٠% بمحطة الخرج و ٢٤,٣% بمحطة ديراب و ٢١,٦% بمحطة الرياض (المصانع).
 - ٣- تتراوح كميات الأمطار اليومية القصوى التي تساقطت مرة واحدة خلال ٣ سنوات بين ٢٣,٠ و ٢٥,٠ ملم بمحطة الخرج وبين ٢٨,٠ و ٣١,٥ ملم بمحطة ديراب وبين ٢٣,٢ و ٢٤,٠ ملم بمحطة الرياض (المصانع). وتمثل تكرارية هذه الكميات المطرية نسبة بلغت ١٠,٨% بمحطة الخرج و ١٣,٥% بمحطة ديراب و ٨,١% بمحطة الرياض (المصانع).
 - ٤- تتراوح كميات الأمطار اليومية القصوى التي تساقطت مرة واحدة خلال فترة تتراوح بين ٤ و ٢١ سنة بين ٢٥,٦ و ٤٣,٨ ملم بمحطة الخرج وخلال فترة تتراوح بين ٧ و ١٢ سنة بين ٤٠,٨ و ٤٧,٠ ملم بمحطة ديراب وخلال فترة تتراوح بين ٤ و ٩ سنة بين ٢٧,٦ و ٣٥,٥ ملم بمحطة الرياض (المصانع).

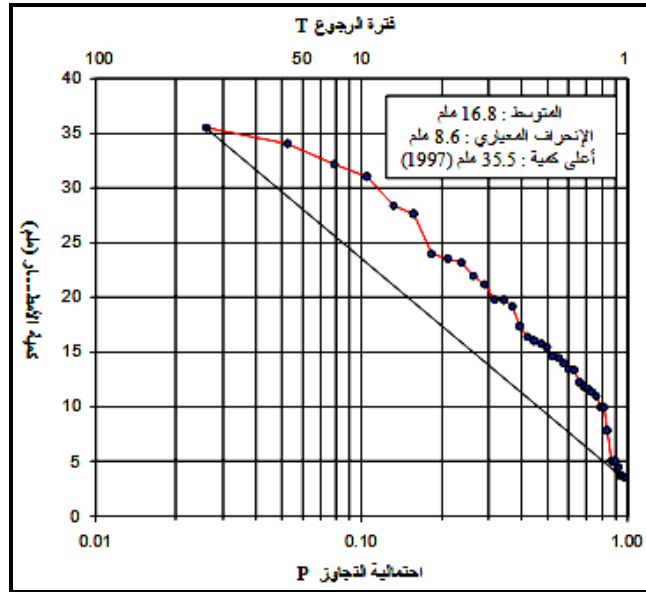


شكل (٥) : التوزيع الاحتمالي لكميات الأمطار اليومية القصوى

لفترة ١٩٧٥-٢٠١١م بمحطة الخرج.



شكل (٦) : التوزيع الاحتمالي لكميات الأمطار اليومية القصوى لفترة ١٩٧٥-٢٠١١م بمحطة ديراب.



شكل (٧) : التوزيع الاحتمالي لكميات الأمطار اليومية القصوى لفترة ١٩٧٥-٢٠١١م بمحطة الرياض (المصانع).

الخلاصة :

تبين من لال هذه الدراسة أن كميات الأمطار اليومية القصوى لم تتعد خلال الفترة ١٩٧٥-٢٠١١، ٤٣,٨ ملم بمحطة الخرج و ٤٧,٠ ملم بمحطة ديراب و ٣٥,٥ ملم بمحطة الرياض (المصانع). ولقد اتضح من خلال معايرة حسن المطابقة للتوزيعات الاحتمالية المدروسة أن اليومية القصوى للمحطات المذكورة تتبع التوزيع الاحتمالي الأسي.

كما تبين أن احتمالية التجاوز لأعلى كميات من الأمطار اليومية القصوى خلال الفترة المدروسة لا تتعدى ٢,٦% و باحتمالية تكرار تتراوح بين ١٢,٥% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات و ٩٣,١% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠٠ سنة. ولقد اتسمت أيضاً كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢١,٠ ملم و ٣٣,١ ملم بمحطة الخرج باحتمالية تجاوز تتراوح بين ٥,٣% و ٢٣,٧% و باحتمالية تكرار (حدوث) تتراوح بين ٢٣,٧ و ٧٤,١% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات وبين ٤١,٨ و ٩٣,٣% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠ سنوات وبين ٧٤,١ و ٩٩,٩% بالنسبة لفترة الرجوع ٢٥ سنة، في حين فإن الكميات التي تتراوح بين ٢١,٠ و ٢٥,٦ ملم يمكن أن يتكرر تساقطها مرة واحدة على الأقل خلال ٥٠ و ١٠٠ سنة.

كما اتسمت كذلك كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢٠,٢ و ٤٥,٦ ملم بمحطة ديراب باحتمالية تجاوز تتراوح بين ٥,٣% و ٤٢,١% و باحتمالية تكرار (حدوث) تتراوح بين ٢٣,٧ و ٩٣,٥% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات وبين ٤١,٨ و ٩٩,٩% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠ سنوات، في حين فإن الكميات التي تتراوح بين ٢٠,٢ و ٢٥,٠ ملم يمكن أن يتكرر تساقطها مرة واحدة على الأقل خلال ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سنة.

أما كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢١,٢ و ٣٤,٠ ملم بمحطة ديراب فهي تتسم باحتمالية تجاوز تتراوح بين ٥,٣% و ٢٨,٩% و باحتمالية تكرار (حدوث) تتراوح بين ٢٣,٧ و ٨١,٩% بالنسبة لفترة الرجوع ٥ سنوات وبين ٤١,٨ و ٩٦,٧% بالنسبة لفترة الرجوع ١٠ سنوات، في حين فإن الكميات التي ٢١,٢ و ٢٨,٤ ملم يمكن أن يتكرر تساقطها مرة واحدة على الأقل خلال ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سنة.

أما باقي الكميات المطرية فهي كميات الأمطار اليومية القصوى التي تتسم باحتمالية تجاوز و باحتمالية تكرار منخفضتين، أي هي الكميات التي بإمكانها أن تتساقط تقريباً مرة واحدة خلال فترة تتراوح بين ٥ و ١٠٠ سنة.

ولقد تراوحت كميات الأمطار اليومية القصوى التي تساقطت مرة واحدة خلال فترة تمتد من ٤ إلى ٢١ سنة بين ٢٥,٦ و ٤٣,٨ ملم بمحطة الخرج وخلال فترة تمتد من ٧ إلى ١٢ سنة بين ٤٠,٨ و ٤٧,٠ ملم بمحطة ديراب و خلال فترة تمتد من ٤ إلى ٩ سنة بين ٢٧,٦ و ٣٥,٥ ملم بمحطة الرياض (المصانع).

المراجع

أولاً : المراجع العربية.

١. آل الشيخ، عبد المالك عبد الرحمن (٢٠٠٦): حصاد مياه الأمطار والسيول وأهمية الموارد المائية في المملكة العربية السعودية، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، معهد الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والتصحّر، جامعة الملك سعود، الرياض.
٢. الداغستاني، حكمت صبحي؛ السالم، طه حسين (٢٠٠٤): دراسة الأنظمة الهيدرولوجية وحصاد مياه الأمطار ضمن المراوح الفيضية في الطرف الشمالي من جبل سنجار باستخدام معطيات التحسس النائي، المجلة العراقية لعلوم الأرض، المجلد الرابع، العدد (١)، ص ص ١٥-٢٨.
٣. آل مشيط، أمل حسين سعيد (٢٠١٦): تحليل حالات الطقس والمناخ السائدة في مرتفعات جنوب غرب المملكة العربية السعودية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
٤. الحربي، سعيد عبد الغالي (٢٠٠٩) : خصائص الأمطار على غربي المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الانسانية، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.
٥. السيد، عبد الملك قسم (١٩٩٥) : احتمالات هطول التهطالات ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية، بحث منشور في مجلة الجمعية الجغرافية السعودية التي تصدرها جامعة الملك سعود، العدد (٢١).
٦. الشريف، عند الرحمن صادق (١٩٧٣) : الأحوال المناخية في مدينة الرياض، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض، المجلد ٣ : ٢٧٣-٣١٦.
٧. الصالح، محمد بن عبدالله (١٩٩٤). التحليل التكراري لكميات التهطالات في منطقة القويعة بالمملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد (٢١)، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض.
٨. الصالح، محمد عبد الله، (١٩٩٧) : التوزيع الزمني والمكاني للأمطار في مدينة الرياض، سلسلة رسائل جغرافية، العدد ٢٠٣، الجمعية الجغرافية الكويتية، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الكويت.

٩. الكليب، عبد الملك علي، (١٩٨٢) : التهطلات في شبه الجزيرة العربية، في كتاب : الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية - الموارد المائية الطبيعية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، المجلد الثاني، ص ص ١٠٨-١٣١، الكويت.
١٠. بوروية، محمد فضيل (٢٠١٣): دراسة إحصائية تحليلية لاتجاهات الأمطار اليومية القصوى في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية، مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية، المجلد الخامس، العدد (١)، ص ص ١٢-٤٨.
١١. بوروية، محمد فضيل (٢٠١٢): التباينات الزمانية والمكانية والتحليل التكراري للأمطار بمنطقة غرب الرياض، سلسلة رسائل جغرافية، العدد ٣٧٣، شعبان ١٤٣٣هـ (يونيو ٢٠١٢م)، الجمعية الجغرافية الكويتية، وحدة البحث والترجمة، جامعة الكويت.
١٢. عزيز، مكي محمد، (١٩٧١): التهطلات في المملكة العربية السعودية، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض، المجلد ٢، ص ص ٢٣٩-٢٨٨.
١٣. محمد أحمد، بدر الدين يوسف، (١٩٩٣): مناخ المملكة العربية السعودية، سلسلة رسائل جغرافية، العدد ١٥٧، الجمعية الجغرافية الكويتية، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الكويت.
١٤. محمدين، محمد محمود، (١٩٨٩): النمط الكمي والزمني للأمطار الرياض، في كتاب : حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية - مجالاتها والمهتمون بها، ص ص ٢٢٩-٢٣٨.
١٥. مشتهي، عبد العظيم قدورة (٢٠١٣): اتجاه التغير في كميات الأمطار في الضفة الغربية بين عامي ١٩٩٧ و ٢٠٠٨ : دراسة تطبيقية لحالة في جغرافية المناخ ، مجلة جامعة الأزهر بغزة، سلسلة العلوم الانسانية، المجلد (١٥)، العدد ١، ص ص ٣٧٧-٤٠٤.

ثانياً : المراجع الأجنبية.

1. Al Ahmadi, F. ; Norhan, A. and Abdurazzak, M. (2014): Evaluation of the best Fit distribution for partial duration series of daily rainfall in Madinah, Western Saudi Arabia, Evolving Water Resources Systems: Understanding, Predicting and Managing Water-Society Interaction, Proceeding of ICWRS, Bologna, Italy.
2. Al Belehed, S.A., (1986): Rainfall Distribution and Variability in Saudi Arabia, Journal of College of Arts , King Saud University, Vol. 13, pp. 17-39.
3. Al Mazroui, M.; Nazrul, Islam, M.; Athar, H.; Jones, P.D. and Ashfaqur, R. (2012a): Recent climate change in the Arabian Peninsula: Annual rainfall

- and temperature analysis of Saudi Arabia for 1978-2009, *International Journal of Climatology* 32: 953-966.
4. Al Mazroui, M.; Nazrul, Islam, M.; Athar, H.; Jones, P.D. and Ashfaqur, R. (2012b): Recent climate change in the Arabian Peninsula: Seasonal rainfall and temperature analysis of Saudi Arabia for 1979-2009, *Atmospheric Research*, Vol. 111, pp. 29-45.
 5. Al Mazroui, M.; Abid, A, M.; Athar, H.; Islam, N. and Ehsan, A. (2013): Interannual variability of rainfall over the Arabian Peninsula using the IPCC AR4 Global climate Models, *International Journal of Climatology*, Vol. 33, pp. 2328-2340.
 6. Al Rimmawi, H; Ghanem, M. and Shalash, I. (2010): Rainfall trends in the district of Rammalah and Al Birah, *Journal of Water Resource and rotection*, Vol. (2) , No. 4, 8 pages.
 7. Al Shaikh, A., (1985): Rainfall Frequency Studies for Saudi Arabia, Unpublished M.Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, King Saud University, Riyadh.
 8. Al Sheikh, A. and Tawarneh, Q.Y. (2013): An analysis of dry spells patterns intensity and duration in Saudi Arabia, *Middle East Journal of Scientific Research* 13(3): 314-327.
 9. Al Misnid, Abdullah. (2005): Climate change and water use for irrigation: A case study in the Gassim area of Saudi Arabia, Unpublished Ph.D. dissertation, University of East Anglia, U.K.
 10. El Feki, A.; Al Amri, N. and Bahrawi, J. (2013): Analysis of Annual rainfall climate variability in Saudi Arabia by using spectral density function, *International Journal of Water Resources and Arid Environments* 2(4): 205-212.
 11. Fisher, R.A. (1956): *Statistical methods and Scientific inference*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
 12. Ghanem, A. A. (1995): Analysis of aridity index during the rainy season in Jordan, *Tunisian Geographical Journal*, Vol. 28, pp. 67-79.
 13. Guo, J.C.Y. (2006): *Urban Hydrology and Hydraulic Design*, Water Resources Publications, LLC, Colorado.
 14. Hasanean, H and Al Mazroui, M. (2015): Rainfall: Features and variations over Saudi Arabia, A review, *Climate* 3: 578-629.
 15. Mashat, A and Abdel Basset, H. (2011): Analysis of rainfall over Saudi Arabia, *JKAU: Met., Env. And Arid Land Agric. Sci.*, Vol. 22, No. 2, pp. 59-78.
 16. Sherif, M.; Chowdhuy, R. and Shetty, A. (2014): Rainfall and Intensity-Duration-Frequency (IDF) Curves in United Arab Emirates, *World Environmental and Water resources Congress*, ASCE, pp. 2316-2325.

ABSTRACT

This study shows the frequency analysis and the probability of maximum daily rainfall recorded during the period 1975-2001 in Dirab , Riyadh (factories) and Al Kharj rainfall stations located in the south of Riyadh city in central Saudi Arabia.

These three stations were selected for two reasons. The first, because their rain registers include the time series of rainfall that allows to analyze the temporal and spatial variations of the daily maximum rainfall and to perform a frequency analysis to estimate their average during the return periods from 5 to 100 years.

The second reason the rainfall studied stations are located in the lower drainage basins of the Wadi Hanifa, Nissah and al-Suly. Theses wadis flow together in the Kharj plain, which is exposed to the flood hazards.

The results of the goodness of Fit test of the probability distribution showed that the exponential probability distribution is the best distribution suitable for maximum daily rainfall distribution in the studied rainfall stations. Therefore, this probability distribution has been adopted in estimating the daily maximum amounts of rain that can be converted into surface runoff affecting directly the urban and residential areas.

There was a variation in the return periods of the daily maximum rainfall recorded during the period 1975-2011. The return periods of the highest quantities ranged between 9 years at Riyadh station (factories), 12 years at Dirab station and 21 years at Al-Kharj station.

Key Words: Rainfall stations, Probability of exceedence, Probability distribution, Return periods, Maximum daily rainfall, Al Kharj, Saudi Arabia.