بحوث جغرافية

١٧

التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعية بالمملكة العربية السعودية

د. محمد بن عبدالله الصالح

١٤١٤هـ ١٩٩٤م

سلسلة محكمة غير دورية تصدر عن الجمعية الجغرافية السعودية
جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

بحوث جغرافية

١٧

التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعية بالمملكة العربية السعودية

د. محمد بن عبدالله الصالح

١٤١٤هـ ١٩٩٤م

سلسلة محكمة غير دورية تصدر عن الجمعية السعودية للجغرافيا

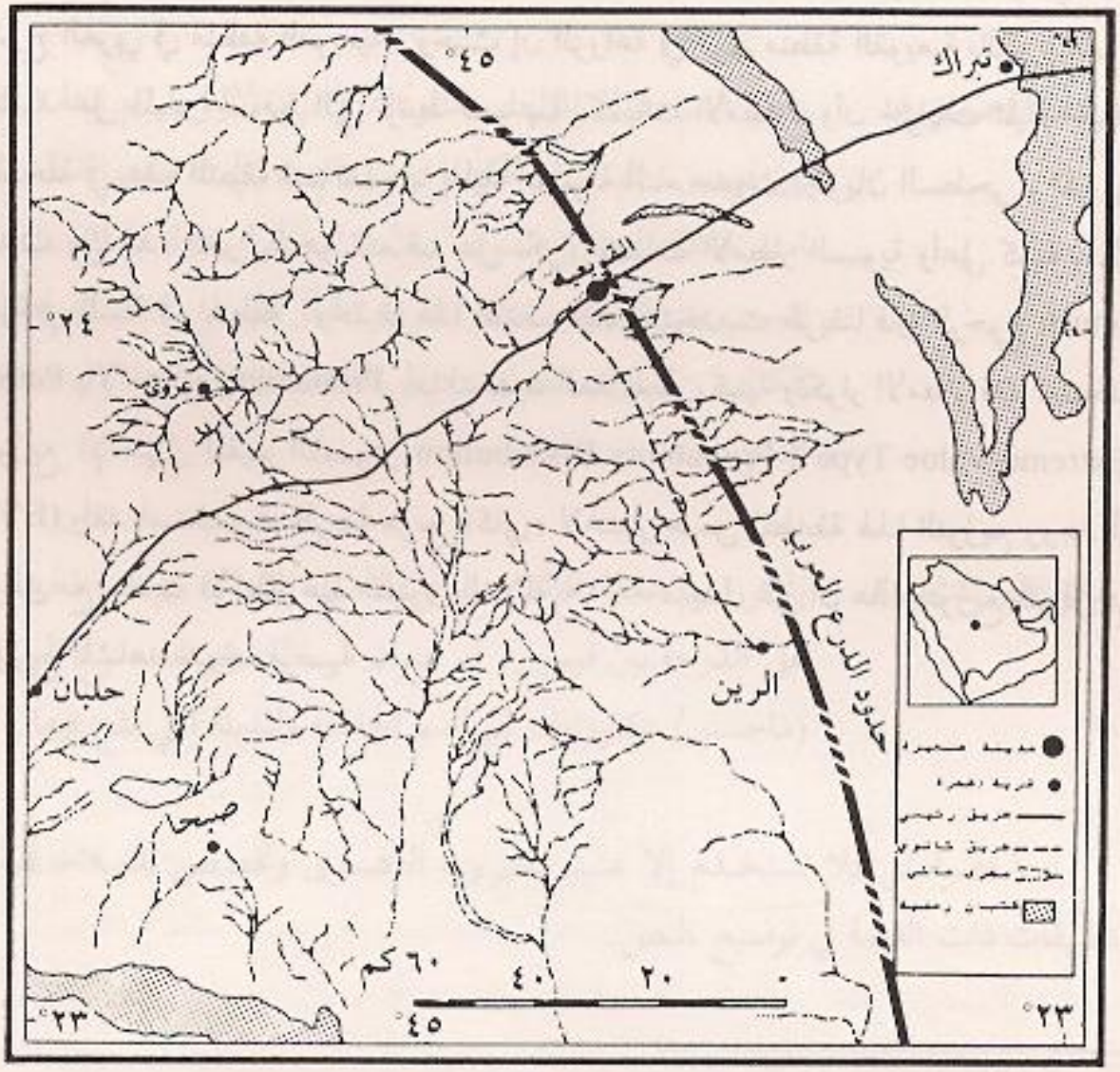
جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

ملخص البحث

تعد الزراعة المروية التقليدية من الأنشطة الرئيسة لسكان القرى المنتشرة في أودية الدرع العربي في منطقة القويعية. وحيث إن الزراعة في قرى منطقة القويعية بالدرع العربي تعتمد على المياه الجوفية التي ترتبط كمياتها بكميات الأمطار، وأن خزانات المياه الجوفية الضحلة في هذه المنطقة تتم تغذيتها بالمياه المتسربة أثناء حدوث الجريان السطحي، لذا فإن الهدف من هذه الدراسة هو التعرف على تكرار كميات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة في المنطقة. وتحقيقًا لهذا الهدف فقد استخدمت طريقتا فترة الرجوع Return Period والاحتمالية Probability. أما لتحديد العلاقة بين كمية وتكرار الأمطار فقد استخدم التوزيع الإحتمالي للقيم القصوى Extreme Value Type 1 Probability Distribution (EV1). ولقد استخدمت طريقة مربع «كاي» لاختبار حسن المطابقة لهذا التوزيع ووجد أنه متوافق مع بيانات الأمطار عند مستوى الدلالة ٠,١٠ مما يدل على أن هذا التوزيع متوافق مع التوزيع المشاهد بدرجة مرضية.

المقدمة

تقع منطقة القويعية في وسط المملكة العربية السعودية فهي تحتل مساحة تمتد بين دائرتي عرض ٢٣° و٢٥° ٢٤° شمالاً وخطي طول ٤٠° ٤٥° و٤٦° شرقًا (شكل ١). ومن الناحية الجيولوجية يقع الجزء الغربي من المنطقة ضمن الدرع العربي الذي يتكون من صخور نارية ومتحولة بينما يقع الجزء الشرقي ضمن الرف العربي الذي يتكون من صخور رسوبية.



شكل ١ : خريطة منطقة القويعية

المصدر: وزارة البترول والثروة المعدنية، الخرائط الجغرافية: رقم ٢٠٦ ورقم ٢٠٧ ورقم ٢١١ ورقم ٢١٢.

وتشتمل المنطقة على مدينة القويعية وعلى قرى وهجر عديدة تنتشر غالبيتها في أودية الدرع العربي. وتعد الزراعة المروية التقليدية من الأنشطة الرئيسة لسكان هذه القرى. وتعتمد الزراعة في الدرع العربي من منطقة القويعية كلية على المياه الجوفية المتجددة المخزونة في رواسب الأودية وما تحتها من صخور مجواة Weathered أو صدوع Fractures. كما أن خزانات المياه الجوفية في هذه المنطقة تمتد على مساحات صغيرة الأمر الذي يدل على «المحلية» Locality في تغذيتها. لذا فإن كمية المياه الجوفية في هذه الخزانات تتذبذب بشكل سريع وفقًا لمعدلات التغذية ومعدلات السحب المحلية.

وتعتمد تغذية خزانات المياه الجوفية في أودية الدرع العربي بشكل أساسي على الأمطار المحلية ولكنها تتأثر بمجموعة من العوامل الجوية والهيدرولوجية والجيوموفولوجية (Abdulrazzak, 1988; Basmaci and Hussein, 1988). ونظرًا لأن الأمطار في منطقة القويعية تسقط في فترة زمنية قصيرة وبمعدلات تزيد على معدلات التبخر في تلك الفترة لذا فإن جزءًا من المياه الساقطة يتسرب إلى التربة وجزءًا منها يجري على السطح. والمياه التي تتسرب مباشرة قد تصل إلى مستوى سطح الماء الجوفي وتغذي الخزان ولكن التغذية بالمياه المتسربة مباشرة محدودة وذلك لأن المنطقة ذات طبيعة جبلية والأمطار تسقط في فترة زمنية قصيرة. الأمر الذي يجعل التغذية بالمياه الجارية هي السائدة في المنطقة وذلك لأن الرواسب الفيضية في الأودية لها نفاذية عالية تسمح بتسرب كميات كبيرة من المياه تغذي بدورها المياه الجوفية (Dincer, 1980; Lloyd, 1980; Sorman and Abdulrazzak, 1993).

وكثافة الأمطار في المملكة العربية السعودية عالية بشكل عام، إذ أن حوالي ٥٠٪ من الأمطار تسقط بكثافة تزيد على ٢٠ مم/ ساعة وأن ما بين ٢٠-٣٠٪ من الأمطار تتجاوز كثافتها ٤٠مم/ ساعة (Jones, 1981). ويقدر أن حدوث الجريان في المناطق الصحراوية Threshold يبدأ عندما تتراوح كثافة الأمطار ما بين ٥مم و٢٠مم/ ساعة (Lloyd, 1980). وفي تجربة أجريت على منطقة رملية في صحراء النقب بالأراضي المحتلة وجد أن معامل الجريان لأمطار كثافتها ١٨,٤مم/ ساعة يصل إلى ٣٩,٥٪

(Yair, p. 1990, 604) . لذا فإنه على الرغم من قلة العواصف الممطرة في المناطق الصحراوية إلا أن بعضها يؤدي إلى حدوث جريان سطحي . فلقد ذكر الوليعي (١٩٨٨م) أن المطر في المملكة العربية السعودية يسقط «على شكل زخات أمطار شديدة في معظم الأحيان وتدوم عدة دقائق فقط وتغطي منطقة محدودة من الأرض وهذه هي الصفة الغالبة على أقطار المناطق الجافة عمومًا . وفي يوم واحد قد تتعدى نسبة ما يسقط من الأمطار متوسط المطر السنوي لمنطقة من المناطق» (الوليعي ، ١٩٨٨م ، ص٥٤) .

هدف الدراسة

وحيث إن الزراعة في قرى منطقة القويعية بالدرع العربي تعتمد على المياه الجوفية التي ترتبط كمياتها بكميات الأمطار، وأن خزانات المياه الجوفية الضحلة في هذه المنطقة تتم تغذيتها بالمياه المتسربة أثناء حدوث الجريان السطحي ، لذا فإن تحليل بيانات الأمطار ضروري عند التخطيط لتنمية وإدارة الموارد المائية في المنطقة . عليه فإن هذه الدراسة تهدف إلى التعرف على تكرار كميات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة في محطات المنطقة وبالتالي تقديرها لفترات الرجوع المختلفة في مواقع المحطات Point analysis وفي المنطقة بكاملها Regional analysis.

أساليب الدراسة

تحقيقًا لهدف هذه الدراسة فقد اتبعت الخطوات التالية :

١ ـ الحصول على بيانات الأمطار لمحطات القويعية وعروى وصبحا والرين من وزارة الزراعة والمياه وذلك للفترة من ١٩٦٦ـ١٩٩١م .

٢ ـ تحديد أعلى كمية أمطار يومية في السنة للفترة من ١٩٦٦ـ١٩٩١م .

٣ ـ حساب التكرارات النسبية لفئات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة .

٤ ـ حساب فترة الرجوع Return period واحتمالية التجاوز Exceedence probability للأمطار السنوية ولأعلى كمية أمطار يومية في السنة وذلك بتطبيق المعادلتين التاليتين (Viessman, 1977):

$$T = n + 1 / m$$

$$p = 1 / T = m / n + 1$$

حيث إن :

T = فترة الرجوع بالسنين .

n = عدد السنوات خلال فترة التسجيل .

m = رتبة كمية الأمطار.

p = احتمالية التجاوز.

٥ ـ حساب احتمالية حدوث الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة خلال السنوات القادمة وذلك بتطبيق المعادلة التالية (Chow et al, 1988):

$$q = 1 - (1 - p)^N$$

حيث إن :

q = احتمالية حدوث الأمطار السنوية أو أعلى كمية أمطار يومية في السنة خلال سنوات محددة قادمة .

p = احتمالية التجاوز.

N = عدد السنوات المحددة القادمة .

٦ ـ تطبيق طريقة التوزيع الاحتمالي المعتدل (الطبيعي) Normal Probability distribution وطريقة التوزيع الاحتمالي للقيم القصوى نوع ١ Extreme Value Type 1 Probability distribution على بيانات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة .

٧ ـ لاختيار التوزيع الاحتمالي الأكثر توافقًا مع بيانات الأمطار في محطات المنطقة ثم اختبار حسن المطابقة Goodness of Fit للتوزيعين المذكورين وذلك باستخدام طريقة مربع كاي التالية (Chow, et al, 1988):

$$X^2 = n (fx - px)^2 / px$$

حيث إن :

X^2 = مربع كاي .

n = عدد السنوات خلال فترة التسجيل .

fx = التكرار النسبي .

px = الفرق بين قيم الإحتمالية التجمعية Fx والتي يمكن الحصول عليها بالنسبة للتوزيع الإحتمالي بحساب z ثم الرجوع إلى جداول خاصة، حيث إن z تحسب بالمعادلة التالية :

$$z = x - \bar{x} / s$$

أما بالنسبة للتوزيع الإحتمالي للقيم القصوى فتحسب Fx من المعادلة التالية :

$$Fx = e\,[-e\,(-Y)]$$

$$Y = x - u / a$$

$$a = 2.4495s \div 3.1416$$

$$u = \bar{x} - 0.5772a$$

حيث إن :

s = الانحراف المعياري .

x = أعلى قيمة أمطار في كل فئة .

$\bar{x}$ = معدل الأمطار .

٨ ـ نظرًا لتوافق نموذج التوزيع الإحتمالي للقيم القصوى نوع ١ مع بيانات الأمطار في هذه الدراسة، لذا فقد تم تقدير الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة لفترات الرجوع المختلفة وذلك بتطبيق هذا النموذج وفقًا للصيغة التي اقترحها Chow (1951):

$$xT = \bar{x} + KTs$$

$$KT = -0.7797\,\{0.5772 + 1n\,[1n\,(T/T-1)]\}$$

حيث إن :

T = فترة الرجوع بالسنين .

x_T = كمية الأمطار لفترة رجوع معينة T.

$\bar{x}$ = معدل الأمطار.

K_T = معامل التكرار لفترة رجوع معينة T.

s = الانحراف المعياري.

٩ ـ استخدام طريقة Station-Year method للتحليل الإقليمي. ولتطبيق هذه الطريقة يشترط أن يكون الإقليم متجانسًا. ولهذا الغرض استخدم اختبار كروسكال واليس (Kruskal - Wallis H-test) (Gilman, 1964; Oyebande, 1982; AlShaikh, 1985; Buishand, 1991).

التحليل والمناقشة

يبين الجدول رقم (١) الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في كل سنة لمحطات القويعية وعروى وصبحا والرين. ومن هذا الجدول يتبين أن المعدلات السنوية للأمطار في محطات المنطقة تتراوح ما بين ٧٥,٤مم في محطة صبحا و ١١٧,٣مم في محطة القويعية وذلك بفارق ٤١,٩مم بين أعلى وأدنى معدل سنوي في محطات المنطقة. وباستخراج المتوسط الحسابي لمعدلات الأمطار في هذه المحطات وجد أن المعدل العام للأمطار السنوية بمنطقة القويعية يساوي ٩٣,٧مم. أما معدل أعلى كمية أمطار يومية في السنة فإنه يتراوح ما بين ١٨,٢مم في محطة صبحا و٢٣,٤مم في محطة الرين وذلك بفارق ٥,٢مم.

ويتضح من الجدول رقم (١) أيضا أن ما بين ٥٨٪ إلى ٦٩٪ من الأمطار السنوية في محطات المنطقة تكون أقل من المعدلات السنوية فيها. وللحصول على صورة أوضح تم حساب التكرار النسبي للأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة وقد مثلت النتائج في الشكلين (٢) و(٣). فمن شكل (٢) يتبين على سبيل المثال أن حوالي ٤٠٪ من الأمطار السنوية في محطتي صبحا والرين لا تزيد كمياتها على ٥٠مم. أما في محطتي القويعية وعروى فإن كمية الأمطار السنوية لهذه الفئة لا تمثل إلا ١٥٪ و١٩٪ على

جدول ١ . الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في منطقة القويعية بالمليمتر

السنة	محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا		محطة الرين	
	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية
١٩٦٦	٢٥,٦	١٠,٧	٢٤,٣	١٠,٤	٣٣,٣	٥,١	٢,١	١,٣
١٩٦٧	٩١,٧	١٤,٢	٧٨,٨	١٤,٠	٨٩,٤	١٦,٠	٩١,٠	٥٠,٠
١٩٦٨	١٠٧,٧	١٢,٧	١٠٧,٦	١١,٧	١٣٨,٦	٢٠,٣	٤٤,١	١٣,١
١٩٦٩	٢٨٦,٥	٣٥,٤	٩٣,٤	٢٢,٠	١٣٩,٠	٢٠,٠	١٠٧,٤	٢٦,٠
١٩٧٠	٢,٧	٠,٩	٣٣,٠	١٢,٨	٦٤,٠	١٢,٠	١٦,٩	٨,٢
١٩٧١	٩٢,٠	١٩,٠	١١٦,٦	٣٦,٨	١٠٣,٠	١٨,٠	٥,٥	٤,٠
١٩٧٢	٢١١,٣	٢٧,٠	٣٣,٩	١٠,٤	١٢٠,٠	٢٠,٠	١٧١,٦	٢٣,٨
١٩٧٣	١٢٧,٤	١٥,٦	٦٥,٠	١١,٥	٣٤,٠	٦,٠	٥٠,٤	١٧,٠
١٩٧٤	١٧٠,٧	٢٢,٥	١٤١,٦	٤١,٥	١١٨,٧	٣١,٠	١٢٠,٤	٢٢,٢
١٩٧٥	٢٤٢,٦	١٦,٥	٢٣٨,٢	٤٩,٨	١٧٨,٩	٢٢,٠	١٥٩,٠	٢٣,٥
١٩٧٦	٢١٢,٨	١٩,٠	١٨٢,٩	٢٧,٥	١٣٧,١	٢٨,٠	٢٢٣,٤	١٨,٢
١٩٧٧	٦٠,٢	١١,٠	٦٥,٤	١١,٠	٧٣,٣	١٥,٠	٥٢,٨	٨,٥
١٩٧٨	٤٤,٩	١٠,٩	٦٢,٦	١٣,٠	٢٠,١	٩,٠	٢٦,٢	١١,٠
١٩٧٩	٩٥,٢	٢٥,٥	٣١,٢	١٢,٠	٤٨,٢	٢٠,٠	٧٥,٥	٢٧,٠
١٩٨٠	١١٥,٥	٤٤,٠	٨٧,٩	٣٢,٠	١٤,٥	١٠,٠	٣٨,٠	٢٠,٠
١٩٨١	٧٧,١	٢٠,٥	٥٩,٠	١٦,٥	٨,٠	٨,٠	٣٧,٥	٧,٠
١٩٨٢	١٧١,٣	٤٢,٩	١٠٢,٠	٣٢,٢	٢٢٢,٠	٥٢,٠	٢١٤,٤	٣٩,٢
١٩٨٣	٦٤,٨	١٠,٥	٣٣,٨	٨,٠	٦٢,٠	٤١,٠	٥٤,٦	٢٣,٠
١٩٨٤	٩٥,٦	٢٧,٠	٦٣,٠	٢٦,٥	٣٢,٥	٢٢,٠	١٤٦,٠	٦٥,٠

جدول ١ . الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في منطقة القويعية بالملليمتر

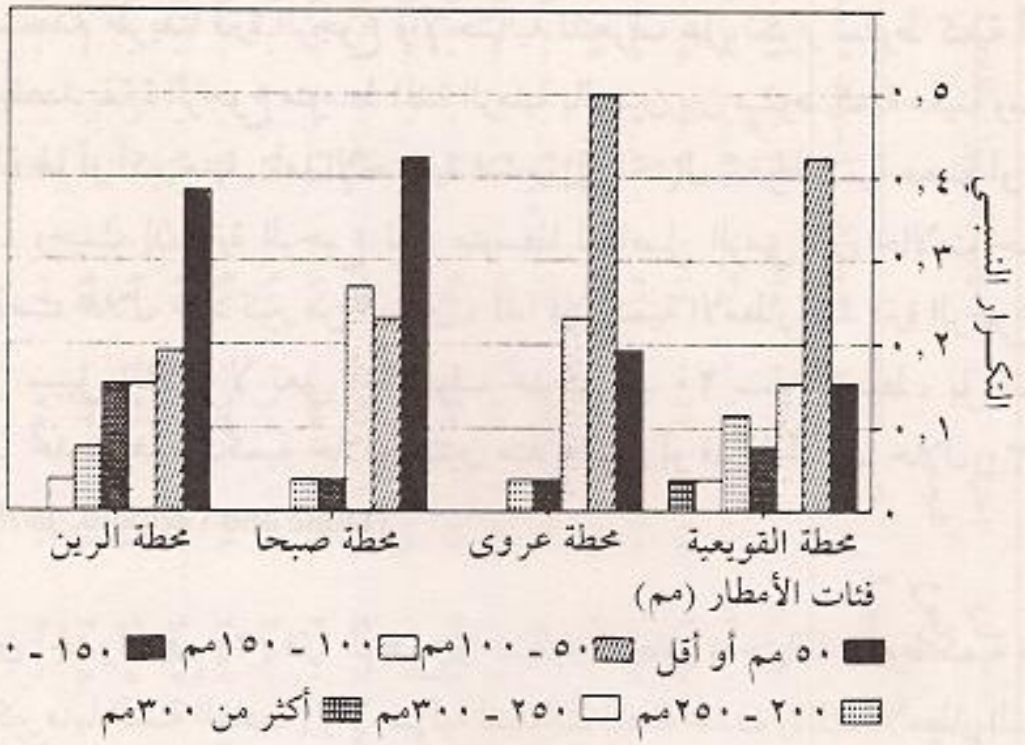
السنة	محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا		محطة الربن	
	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية
١٩٨٥	٩٩,٥	٣٢,٨	٧٧,٥	٢١,٥	١٣,٠	٥,٠	١٢٠,٠	٦٠,٠
١٩٨٦	٣٤٥,٦	٦٢,٤	٥١,٠	٣١,٠	١٣٨,٠	٥٠,٠	١٩٣,٠	٢٥,٠
١٩٨٧	٥٩,٢	٢٤,٤	١٣٥,٧	٢٥,٥	٥٩,٩	١٦,٠	٢٨,٥	١١,٥
١٩٨٨	٧٦,١	٢٥,٩	١٠٦,٢	١٥,٠	٣٨,٥	١٠,٠	١٩٦,٥	٤٠,٥
١٩٨٩	١٠٠,٢	٤١,٧	٧٥,٠	٢٢,٠	٥٩,٢	١٣,٠	٣١٣,٠	٤٥,٥
١٩٩٠	٦٩,٤	٩,٣	٥٠,١	٦,٩	١٤,١	٥,٠	٢٩,٣	١٢,٠
١٩٩١	٤,٧	٢,٤	٦٣,٤	٩,٠	٠	٠	٣٩,١	٦,٣
المعدل	١١٧,٣	٢٢,٥	٨٣,٨	٢٠,٤	٧٥,٤	١٨,٢	٩٨,٣	٢٣,٤
الانحراف المعياري	٨٤,٣	١٤,٢	٤٩,٤	١١,٤	٥٨,٥	١٣,٢	٨١,٥	١٧,١
معامل الاختلاف (٪)*	٧١,٩	٦٣,١	٥٨,٩	٥٥,٩	٧٧,٦	٧٢,٥	٨٢,٩	٧٣,١

* معامل الاختلاف = (الانحراف المعياري ÷ المعدل) × ١٠٠

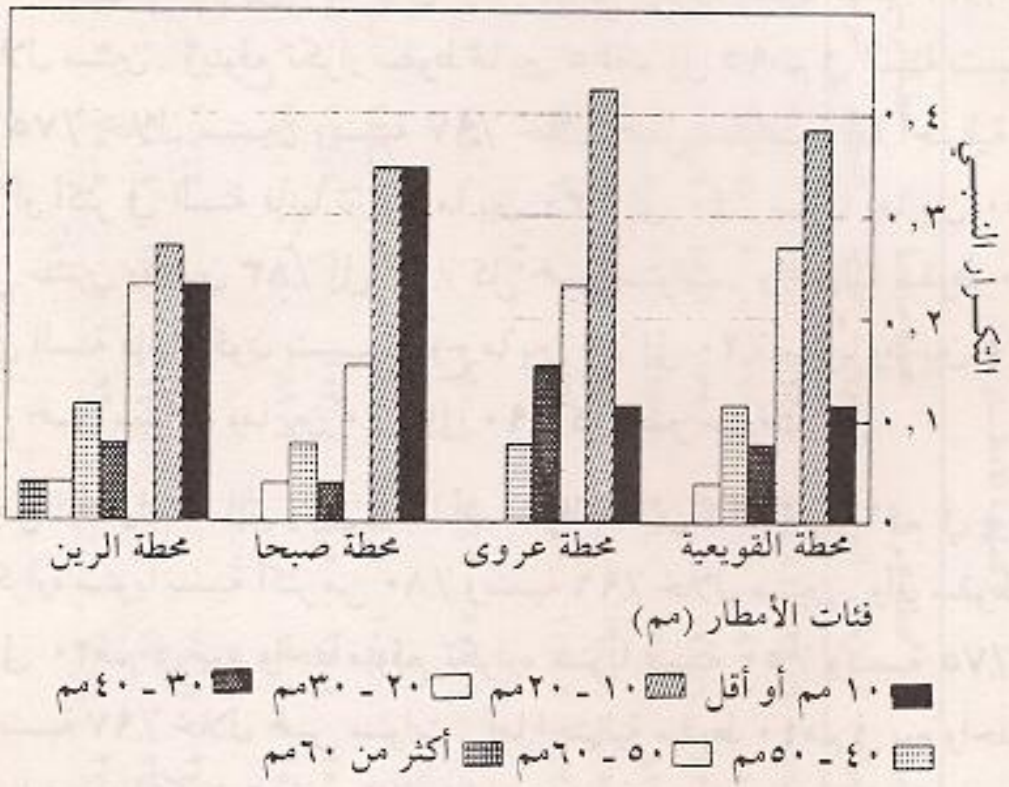
مصدر البيانات : وزارة الزراعة والمياه، الرياض.

التوالي. ولكن الأمطار السنوية التي تتراوح كمياتها ما بين ٥٠مم إلى ١٠٠مم فإنها تمثل ٤٢٪ و٥٠٪ في محطتي القويعية وعروى على التوالي. بينما تنخفض النسبة في هذه الفئة إلى حوالي ٢٠٪ في محطتي صبحا والرين.

وتختلف كمية الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة بمنطقة القويعية من وقت إلى آخر ومن مكان إلى آخر. وهذا أمر طبيعي لأن الاختلاف في كميات الأمطار يعد سمة من سمات الأراضي الجافة. فمن جدول (١) يتضح أيضًا أن الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة تتفاوت بشكل كبير من سنة إلى أخرى ومن مكان إلى آخر في المنطقة. فعلى سبيل المثال وجد أن الفرق بين أعلى كمية أمطار سنوية وأدنى كمية أمطار سنوية خلال سنوات التسجيل يساوي ٣٤٢,٩مم و٢١٣,٩مم و٢٢٢مم و٣١٠,٩مم في محطات القويعية وعروى وصبحا والرين على التوالي. أما المدى بين أعلى كميات أمطار يومية في السنة فإنه يتراوح بين ٤٢,٩مم في محطة عروى و٦٣,٧مم في محطة الرين. من ناحية أخرى فإن الأمطار في المنطقة تتباين مكانيًا إلى حد كبير وتظهر هذه السمة بوضوح في جدول رقم (١). فبمقارنة أعلى كمية أمطار يومية لعام ١٩٨٥م، على سبيل المثال، نجد أنها كانت ٦٠مم في محطة الرين بينما كانت ٥مم في محطة صبحا للعام نفسه. والتباين الزماني كبير في المنطقة بشكل عام ولكنه يختلف أيضًا من مكان إلى آخر. ويتبين ذلك من معامل الإختلاف Coefficient of Variation للأمطار في محطات المنطقة. فلقد وجد أن معامل الإختلاف للأمطار السنوية في محطات المنطقة يتراوح ما بين ٥٨,٩٪ و٨٢,٩٪. أما معامل الإختلاف لأعلى كمية أمطار يومية في السنة فإنه يتراوح ما بين ٥٥,٩٪ و٧٣,١٪. ولقد وجدت أدنى قيمة لمعامل الإختلاف للأمطار السنوية ولأعلى كمية أمطار يومية في السنة في محطة عروى. أما أعلى قيمة لمعامل الاختلاف للأمطار السنوية ولأعلى كمية أمطار يومية في السنة فقد وجدت في محطة الرين. وهذا يعني أن الأمطار في محطة عروى أكثر انتظامًا منها في محطة الرين.



شكل ٢ : التكرار النسبي للأمطار السنوية بمنطقة القويعية (١٩٦٦-١٩٩١م)



شكل ٣ : التكرار النسبي لأعلى كمية أمطار يومية في السنة بمنطقة القويعية (١٩٦٦-١٩٩١م)

تستخدم طريقتا فترة الرجوع والإحتمالية للتعرف على تكرار سقوط كمية أمطار معينة. ويقصد بفترة الرجوع متوسط المدة الزمنية بالسنين بين سقوط كمية معينة وسقوط كمية مماثلة لها أو أكبر منها. أما الإحتمالية فتشير إلى احتمال سقوط كمية معينة أو كمية أكبر منها. وحيث إن فترة الرجوع تعد متوسطًا للفاصل الزمني بين حالات حدوث events وقعت خلال عدد كبير من السنين، لذا فإن كمية الأمطار عند فترة الرجوع ٢٠ سنة، على سبيل المثال، لا تعني أنها سوف تحدث بعد ٢٠ سنة بالضبط، بل إنه من الممكن أن تحدث هذه الكمية خلال سنتين متلاحقتين أو قد لا تحدث خلال ٣٠ سنة أو أكثر (Dune and Leopold, 1978).

يبين الجدول رقم (٢) فترة الرجوع واحتمالية التجاوز (احتمالية سقوط كمية معينة أو كمية أكبر منها السنة القادمة) والإحتمالية لسنوات قادمة محددة وذلك للأمطار السنوية ولأعلى كميات أمطار يومية في السنة في محطات منطقة القويعية. فمن هذا الجدول يتبين أن سقوط ما بين ١٤مم إلى ٦٠مم في السنة متوقع تكراره سنويًا بنسبة ٨١٪ وبنسبة ٩٦٪ خلال سنتين. ويتوقع تكرار سقوط ما بين ٥٥مم إلى ٩٥مم في السنة بنسبة ٥٠٪ وبنسبة ٧٥٪ خلال سنتين وبنسبة ٩٧٪ خلال خمس سنوات. أما احتمالية سقوط ١٠٠مم أو أكثر في السنة فإنها تتراوح ما بين ٣٠٪ إلى ٤٠٪ سنويًا وما بين ٥٠٪ إلى ٦٥٪ كل سنتين وما بين ٨٣٪ إلى ٩٣٪ كل خمس سنوات. واحتمالية سقوط ٢٠٠مم أو أكثر في السنة فإنها تكون بنسب تتراوح ما بين ٥٪ إلى ٢٠٪ سنويًا وما بين ٢٥٪ إلى ٦٥٪ كل خمس سنوات وما بين ٤٠٪ إلى ٩٠٪ كل عشر سنوات.

ومن الجدول السابق يتبين أيضًا أن سقوط ما بين ٦مم إلى ١١مم في يوم واحد متوقع تكراره سنويًا بنسبة أكثر من ٨٠٪ وبنسبة ٩٦٪ خلال سنتين. وأن سقوط ما بين ١٦مم إلى ٢٠مم في يوم واحد متوقع تكراره سنويًا بنسبة ٥٠٪ وبنسبة ٧٥٪ خلال سنتين وبنسبة ٩٧٪ خلال خمس سنوات. أما احتمالية سقوط ٤٠مم في يوم واحد خلال خمس سنوات فإنها تكون ٥٦٪ و٣٠٪ و٤٤٪ و٦٣٪ في محطات القويعية وعروى وصبحا والرين على التوالي. وتكون احتمالية سقوط هذه الكمية خلال عشر سنوات حوالي ٨٠٪ في محطة القويعية و٥٢٪ في محطة عروى و٦٩٪ في محطة صبحا و٨٦٪ في محطة الرين.

جدول ٢ . احتمالية حدوث كميات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية خلال السنوات القادمة في منطقة القويعية ١٩٦٦-١٩٩١م

كمية الأمطار (مم)								الرتبة m	فترة الرجوع بالسنين T	احتمالية التجاوز p	الاحتمالية للسنوات القادمة q			
محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا		محطة الريس								
السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية				سنتان	٥ سنوات	١٠ سنوات	٢٥ سنة
٣٤٥,٦	٦٢,٤	٢٣٨,٢	٤٩,٨	٢٢٢,٠	٥٢,٠	٣١٣,٠	٦٥,٠	١	٢٧,٠٠	٠,٠٤	٠,٠٨	٠,١٨	٠,٣٣	٠,٦٤
٢٨٦,٥	٤٤,٠	١٨٢,٩	٤١,٥	١٧٨,٩	٥٠,٠	٢٢٣,٤	٦٠,٠	٢	١٣,٥٠	٠,٠٧	٠,١٣	٠,٣٠	٠,٥٢	٠,٨٤
٢٤٢,٦	٤٢,٩	١٤١,٦	٣٦,٨	١٣٩,٠	٤١,١	٢١٤,٤	٥٠,٠	٣	٩,٠٠	٠,١١	٠,٢١	٠,٤٤	٠,٦٩	٠,٩٥
٢١٢,٨	٤١,٧	١٣٥,٧	٣٢,٢	١٣٨,٦	٣١,٠	١٩٦,٥	٤٥,٥	٤	٦,٧٥	٠,١٥	٠,٢٨	٠,٥٦	٠,٨٠	٠,٩٨
٢١١,٣	٣٥,٤	١١٦,٦	٣٢,٠	١٣٨,٠	٢٨,٠	١٩٣,٠	٤٠,٥	٥	٥,٤٠	٠,١٨	٠,٣٣	٠,٦٣	٠,٨٦	٠,٩٩
١٧١,٣	٣٢,٨	١٠٧,٦	٣١,٠	١٣٧,١		١٧١,٦	٣٩,٢	٦	٤,٥٠	٠,٢٢	٠,٣٩	٠,٧١	٠,٩٢	١,٠٠
					*٢٢,٠			٦,٥	٤,١٥	٠,٢٤	٠,٤٢	٠,٧٥	٠,٩٤	١,٠٠
١٧٠,٧		١٠٦,٢	٢٧,٥	١٢٠,٠		١٥٩,٠	٣٩,٢	٧	٣,٨٦	٠,٢٦	٠,٤٥	٠,٧٨	٠,٩٥	١,٠٠
	*٢٧,٠							٧,٥	٣,٦٠	٠,٢٨	٠,٤٨	٠,٨١	٠,٩٦	١,٠٠
١٢٧,٤		١٠٢,٠	٢٦,٥	١١٨,٧	٢٠,٣	١٤٦,٠	٢٦,٠	٨	٣,٣٧	٠,٣٠	٠,٥١	٠,٨٣	٠,٩٧	١,٠٠
١١٥,٥	٢٥,٩	٩٣,٤	٢٥,٥	١٠٣,٠		١٢٠,٤	٢٥,٠	٩	٣,٠٠	٠,٣٣	٠,٥٥	٠,٨٦	٠,٩٨	١,٠٠
١٠٧,٧	٢٥,٥	٨٧,٩		٨٩,٤	**٢٠,٠	١٢٠,٠	٢٣,٨	١٠	٢,٧٠	٠,٣٧	٠,٦٠	٠,٩٠	٠,٩٩	١,٠٠
			*٢٢,٠					١٠,٥	٢,٥٧	٠,٣٩	٠,٦٣	٠,٩١	٠,٩٩	١,٠٠
١٠٠,٢	٢٤,٤	٧٨,٨		٧٣,٣		١٠٧,٤	٢٣,٥	١١	٢,٤٥	٠,٤١	٠,٦٥	٠,٩٣	٠,٩٩	١,٠٠
٩٩,٥	٢٢,٥	٧٧,٥	٢١,٥	٦٤,٠	١٨,٠	٩١,١	٢٣,٠	١٢	٢,٢٥	٠,٤٤	٠,٦٩	٠,٩٤	١,٠٠	١,٠٠
٩٥,٦	٢٠,٥	٧٥,٠	١٦,٥	٦٢,٠	*	٧٥,٥	٢٢,٢	١٣	٢,٠٨	٠,٤٨	٠,٧٣	٠,٩٦	١,٠٠	١,٠٠
					*١٦,٠			١٣,٥	٢,٠٠	٠,٥٠	٠,٧٥	٠,٩٧	١,٠٣	١,٠٠

تابع جدول ٢ . احتمالية حدوث كميات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية خلال السنوات القادمة في منطقة القويعية ١٩٦٦-١٩٩١م

كمية الأمطار (مم)						الرتبة m	فترة الرجوع بالسنين T	احتمالية التجاوز p	الاحتمالية للسنوات القادمة q			
محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا	محطة الرين							
السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية			سنتان	٥ سنوات	١٠ سنوات	٢٥ سنة
٩٥,٢		٦٥,٤	١٥,٠	٥٩,٩		٥٤,٦	٢٠,٠	١٤	١,٩٣	٠,٥٢	٠,٧٧	٠,٩٧	١,٠٠	١,٠٠
	١٩,٠*							١٤,٥	١,٨٦	٠,٥٤	٠,٧٩	٠,٩٨	١,٠٠	١,٠٠
٩٢,٠		٦٥,٠	١٤,٠	٥٩,٢	١٥,٠	٥٢,٨	١٨,٢	١٥	١,٨٠	٠,٥٥	٠,٨٠	٠,٩٨	١,٠٠	١,٠٠
٩١,٧	١٦,٥	٦٣,٤	١٣,٠	٤٨,٢	١٣,٠	٥٠,٤	١٧,٠	١٦	١,٦٩	٠,٥٩	٠,٨٣	٠,٩٩	١,٠٠	١,٠٠
٧٧,١	١٥,٦	٦٣,٠	١٢,٨	٣٨,٥	١٢,٠	٤٤,١	١٣,١	١٧	١,٥٩	٠,٦٣	٠,٨٦	٠,٩٩	١,٠٠	١,٠٠
٧٦,١	١٤,٢	٦٢,٦	١٢,٠	٣٤,٠	*	٣٩,١	١٢,٠	١٨	١,٥٠	٠,٦٧	٠,٨٩	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
					١٠,٠*	,	,	١٨,٥	١,٤٦	٠,٦٨	٠,٩٠	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٦٩,٤	١٢,٧	٥٩,٠	١١,٧	٣٣,٣		٣٨,٠	١١,٥	١٩	١,٤٢	٠,٧٠	٠,٩١	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٦٤,٨	١١,٠	٥١,٠	١١,٥	٣٢,٥	٩,٠	٣٧,٥	١١,٠	٢٠	١,٣٥	٠,٧٤	٠,٩٣	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٦٠,٢	١٠,٩	٥٠,١	١١,٠	٢٠,١	٨,٠	٢٩,٣	٨,٥	٢١	١,٢٩	٠,٧٨	٠,٩٥	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٥٩,٢	١٠,٧	٣٣,٩		١٤,٥	٦,٠	٢٨,٥	٨,٢	٢٢	١,٢٣	٠,٨١	٠,٩٦	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
			١٠,٤*					٢٢,٥	١,٢٠	٠,٨٣	٠,٩٧	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٤٤,٩	١٠,٥	٣٣,٨		١٤,١	٥,١	٢٦,٢	٧,٠	٢٣	١,١٧	٠,٨٥	٠,٩٨	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٢٥,٦	٩,٣	٣٣,٠	٩,٠	١٣,٠		١٦,٩	٦,٣	٢٤	١,١٢	٠,٨٩	٠,٩٩	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
					٥,٠*			٢٤,٥	١,١٠	٠,٩١	٠,٩٩	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٤,٧	٢,٤	٣١,٢	٨,٠	٨,٠		٥,٥	٤,٠	٢٥	١,٠٨	٠,٩٣	٠,٩٩	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠
٢,٧	٠,٩	٢٤,٣	٦,٩	٠,٠	٠,٠	٢,١	١,٣	٢٦	١,٠٤	٠,٩٦	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠

* كمية الأمطار متساوية في سنتين.

** كمية الأمطار متساوية في ثلاث سنوات.

مصدر البيانات: وزارة الزراعة والمياه، الرياض.

ترتبط بيانات الأمطار في المحطات السابقة بأماكن جغرافية محددة ولذا فإن تحليل بيانات كل محطة يسمى التحليل الموضعي Point analysis. ولكن هناك طرق تمكن من تحليل تكرارية الأمطار على المستوى الإقليمي من أكثرها شيوعًا طريقة Station-year. وقد طبق Wan (1976) هذه الطريقة لتحليل تكرارية الأمطار في المملكة العربية السعودية. وقد قارن نتائج دراسته مع نتائج أخرى في أمريكا والاتحاد السوفيتي (سابقًا) واستراليا، وذكر في خاتمة دراسته بأن تطبيق هذه الطريقة ممكن في المملكة العربية السعودية. ويتمثل نموذج station-year في تركيب بيانات الأمطار في محطات المنطقة لتعطي بيانات لفترة أطول تساوي مجموع سنين التسجيل في المحطات المستخدمة. وهذا النموذج مبني على افتراضين. الأول أن تكون حالات حدوث events الأمطار مستقلة. والإفتراض الثاني أن يكون للأمطار في المحطات على المدى البعيد (آلاف السنين) التوزيع التكراري نفسه (Gilman, 1964). وعلى الرغم من أن هذه الطريقة مبنية على افتراضات يصعب التأكد منها إلا أنها تستخدم بشكل واسع لتحليل تكرارية الأمطار على المستوى الإقليمي. ولتطبيق هذه الطريقة لابد أن يكون الإقليم متجانسًا إحصائيًا.

وللتأكد من تجانس الإقليم طبق اختبار كروسكال واليس (اختبار «هـ») Krus-kal-Wallis H-test على بيانات الأمطار السنوية في محطات المنطقة. ولحساب قيمة «هـ» لابد من ترتيب بيانات الأمطار مجتمعة تصاعديًا كما في ملحق رقم (١). وبتطبيق هذه الطريقة على بيانات الأمطار في المنطقة وجد أن قيمة «هـ» تساوي ٤,١٥٤. وحيث أن عدد الحالات في كل محطة تزيد على خمس لذا فإن قيمة «هـ» تقارن بقيم مربع كاي النظرية في الجداول الخاصة بذلك. وبما أن درجة الحرية تساوي عدد المجموعات المراد اختبارها (المحطات) مطروحًا منه واحد لذا فإن قيمة مربع كاي الجدولية عند مستوى الدلالة ٠,١٠ ودرجة الحرية ٣ تساوي ٦,٢٥١. ولأن قيمة «هـ» أصغر من قيمة مربع كاي (الجدولية) لذا تقبل الفرضية الأولية وهي أن إقليم الدراسة متجانس إحصائيًا (أ بوراضي ١٩٨٣م).

ولتقدير كميات الأمطار لفترات الرجوع المختلفة لابد من اختيار التوزيع الإحتمالي الأكثر توافقًا مع بيانات الأمطار. وعلى الرغم من أنه يوجد العديد من التوزيعات الاحتمالية التي يمكن استخدامها لتحليل التكرار في الدراسات المائية، إلا أن الأمطار السنوية في العادة تتبع التوزيع الاحتمالي المعتدل (الطبيعي) (Dune and Leopold 1978), Normal Probability distribution ، بينما أعلى كمية أمطار يومية في الغالب تتبع التوزيع الاحتمالي للقيم القصوى (Chow et al, 1988), Extreme. Value Type 1 Probability distribution (EV1). ولذا فقد تم تطبيق التوزيعين المذكورين على كل من الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة.

ولاختيار التوزيع الإحتمالي الأكثر توافقًا مع بيانات الأمطار في المنطقة تم اختبار حسن المطابقة Goodness of Fit للتوزيعين المذكورين وذلك باستخدام طريقة مربع كاي. ولهذا الغرض فقد قسمت كميات الأمطار إلى عدة فئات بفاصل قدره ٥٠مم للأمطار السنوية و١٠مم لأعلى كمية أمطار يومية في السنة. وقد روعي عند ذلك أن لا يقل عدد الفئات عن أربع وذلك للحصول على درجة حرية لا تقل عن واحد. فعدد الثوابت في التوزيعين السابقين تساوي ٢ ودرجة الحرية تساوي عدد الفئات ناقصًا عدد الثوابت (المعالم) Parameters ناقصًا واحد. ولحساب قيم مربع كاي لابد من حساب التكرار النسبي fx وقيم px والتي هي عبارة عن الفرق بين قيم الاحتمالية التجمعية (دالة التوزيع الاحتمالي) Fx وذلك لكل فئة من فئات الأمطار. فإذا كانت قيم التكرار النسبي تختلف كثيراً عن قيم px فسوف يؤدي هذا إلى الحصول على قيم كبيرة لمربع كاي مما يعني عدم توافق التوزيع الإحتمالي مع البيانات.

يبين الجدولان رقم (٣) ورقم (٤) نتائج مربع كاي لاختبار حسن المطابقة للتوزيع الإحتمالي المعتدل والتوزيع الإحتمالي للقيم القصوى مع الأمطار السنوية ومع أعلى كمية أمطار يومية في السنة بمنطقة القويعية. فمن جدول (٣) يتبين أن قيم مربع كاي للتوزيع المعتدل تتراوح ما بين ٢,٠٠٩٥ في محطة صبحا (درجة الحرية ٢) إلى ٨,٠٦٣٩ في محطة القويعية (درجة الحرية ٤)، أما في المنطقة بكاملها (التحليل

جدول ٣. نتائج مربع كاي لاختبار حسن المطابقة للتوزيع المعتدل وتوزيع القيم القصوى EV1 مع الأمطار السنوية في منطقة القويعية

فئة الأمطار (مم)	محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا		محطة الرين		الإقليم	
	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1
أقل من ٥٠	٠,٢٢٩٣	٠,١٣٣٦	٠,٢١١٦	٠,٨١٤٠	٠,٨٤٢٤	٠,٢٧٤٨	١,٧٨٣٢	١,٣٢٤٥	٠,٣٢٠١	٠,٠٣٩٧
٥٠ ـ ١٠٠	٤,٧٩٨٣	١,٤٦٥٦	٠,٣٩٥١	٠,٠١٣٩	٠,١٧٤١	٠,٤٢٠٣	٠,٠٤٥٨	٠,٥١٦١	١,٥٧٩٧	٠,٠٤٢٣
١٠٠ ـ ١٥٠	٠,١٠٣٢	٠,٠٤١٦	٠,٤٣٤٣	٠,٠٠٣٨	٠,٠٠٠٧	٠,٤٦٤٧	١,٠٦٧٤	٠,٧٢٠٦	٠,٥٥٠٩	٠,٠٠٠٤
١٥٠ ـ ٢٠٠	١,٧٨٧٤	١,١٩٠٦	٠,٩٦٣٥	٠,٤٧٧٢	٠,٩٩٢٢	٠,٤٣٣٣	٠,٠١٨٨	٠,٢٤٥٩	٤,٢٣٤٣	٠,١٥٥٠
٢٠٠ ـ ٢٥٠	٠,٧٩٩٥	٠,١٠١٨	٠,٣٠٠٩	٠,٠٠٨٠	٠,٠٠٠١	٠,٠١٤٩	٠,٣١٠٠	١,٠٨٤٧	٠,٢٥١٢	٠,٩٧٩١
٢٥٠ ـ ٣٠٠	٠,٠٣٥٠	٠,٠٠٠١							٠,١٤٨٣	٠,٥٦٧٦
أكثر من ٣٠٠	٠,٣١١٢	٠,٠٠٧٢					٠,٢٣٨٠	٠,٤٧١٤	٦,٠٠٧	٠,٠٢٩٦
المجموع	٨,٠٦٣٩	٢,٩٤٠٥	٢,٣٠٥٤	١,٣١٦٩	٢,٠٠٩٥	١,٦٠٨٠	٣,٤٦٣٢	٤,٣٦٣٢	١٣,٠٩١٥	٢,٨١٣٧
درجة الحرية	٤		٢		٢		٣		٤	
النقطة الحرجة $X^2_{.05}$	٩,٤٩		٥,٩٩		٥,٩٩		٧,٨١		٩,٤٩	
النقطة الحرجة $X^2_{.10}$	٧,٧٨		٤,٦١		٤,٦١		٦,٢٥		٧,٧٨	

الإقليمي) فإن قيمة مربع كاي تساوي ١٣,٠٩١٥ (درجة الحرية ٤). وبالنسبة للتوزيع الإحتمالي للقيم القصوى فإن قيم مربع كاي تتراوح ما بين ١,١٣٦٩ (درجة الحرية ٢) في محطة عروى إلى ٤,٣٦٣٢ (درجة الحرية ٣) في محطة الرين، أما في الإقليم فقد وجد أن قيمة مربع كاي تساوي ٢,٨١٣٧ (درجة الحرية ٤).

وبالنسبة لأعلى كمية أمطار يومية فإنه يتبين من جدول (٤) أن قيم مربع كاي للتوزيع الإحتمالي المعتدل تتراوح ما بين ٥,٦٣٨ (درجة الحرية ٣) في صبحا إلى ٨,٦٢١٢ (درجة الحرية ٤) في محطة الرين، أما في الإقليم فإنها تساوي ٢٠,٦٢٧٤. ويتبين أيضًا أن قيم مربع كاي للتوزيع الإحتمالي للقيم القصوى تتراوح ما بين ١,١١٠٥ (درجة الحرية ٣) في محطة صبحا إلى ٤,٣٤٣١ (درجة الحرية ٤) في محطة الرين، بينما في الإقليم تساوي ٥,٧٦٧٥.

ولقبول الفرضية الأولية، أي أن التوزيع المشاهد للأمطار يتبع التوزيع المتوقع عند مستوى دلالة معين لابد أن تكون قيم مربع كاي المحسوبة أقل من القيم الحرجة له في الجداول الخاصة بذلك. وبمقارنة قيم مربع كاي المحسوبة مع القيم الحرجة لمربع كاي في الجداول الخاصة به وجد أن ا لقيم المحسوبة للتوزيع الإحتمالي المعتدل أقل من القيم الحرجة عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ باستثناء الإقليم، بينما وجد أن القيم المحسوبة للتوزيع الإحتمالي للقيم القصوى أقل من القيم الحرجة عند مستوى الدلالة ٠,١٠ وذلك للمحطات وللإقليم على حد سواء. وهذا يعني أن التوزيع الاحتمالي للقيم القصوى يكون أكثر توافقًا مع بيانات الأمطار السنوية وبيانات أعلى كمية أمطار يومية في السنة. عليه تقبل فرضية أن الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة في محطات منطقة القويعية تتبع التوزيع الإحتمالي للقيم القصوى نوع ١ (EV1) عند مستوى الدلالة ٠,١٠. الأمر الذي يجعل هذا الإحتمال مناسبًا لتحديد العلاقة بين كمية وتكرار سقوط الأمطار في منطقة القويعية، وبالتالي يمكن استخدامه لتقدير كميات الأمطار لفترات الرجوع المختلفة.

يبين الجدول رقم (٥) تقديرات الأمطار السنوية وأعلى كميات أمطار يومية لفترات الرجوع المختلفة في منطقة القويعية. ومن هذا الجدول يتضح أن سقوط ما بين ٦٥,٨مم إلى ١٠٣,٤مم في السنة متوقع تكراره كل سنتين، أما كمية الأمطار السنوية المقدرة للإقليم لهذه الفترة فإنها تساوي ٨٢,١مم. وتتراوح الكمية السنوية المتوقع تكرارها كل خمس سنوات بين ١١٧,٥مم في محطة صبحا و١٧٧,٩مم في محطة القويعية. وبالنسبة للإقليم فإنها تقدر بـ ١٤٤,٧مم. ويتوقع تكرار ما بين ١٤٨,٢مم في محطة عروى و٢٢٧,٣مم في محطة القويعية كل عشر سنوات أما في الإقليم فإن الكمية تقدر بـ ١٨٦,١مم.

ومن الجدول السابق يتبين أيضًا أن سقوط ما بين ١٦,١مم في محطة صبحا إلى ٢٠,٦مم في محطة الرين في يوم واحد يتوقع تكرارها كل سنتين. وتساوي الكمية المقدرة للإقليم في هذه الفترة ١٨,١مم. أما أعلى كمية أمطار يومية في السنة المتوقع تكرارها كل خمس سنوات فإنها تتراوح ما بين ٢٧,٨مم في محطة صبحا و٣٥,٧مم في محطة الرين. أما كمية الأمطار اليومية المقدرة للإقاليم لهذه الفترة فإنها تساوي ٣١,٣مم. وفي كل عشر سنوات يتوقع أن يسقط في يوم واحد ما بين ٣٥,٣مم (في محطة عروى) و٤٥,٧مم (في محطة الرين) أما بالنسبة للإقليم في هذه الفترة فإن كمية الأمطار اليومية المقدرة تساوي ٣٩,٥مم.

مما سبق يتضح أن أعلى كميات أمطار سنوية مقدرة لفترات الرجوع المختلفة توجد في محطة القويعية بينما تكون أدنى كميات أمطار سنوية مقدرة في محطة صبحا. أما بالنسبة لأعلى كمية أمطار يومية فيتضح من الجدول أن كميات الأمطار المقدرة في محطة الرين لفترات الرجوع المختلفة أعلى منها في بقية المحطات. وإن أقل كميات أمطار يومية مقدرة لفترات الرجوع تكون في صبحا. وهذا يتفق مع أعلى وأدنى متوسط للأمطار السنوية وكذلك مع أعلى وأدنى متوسط لأعلى كمية أمطار يومية في السنة.

وحيث إن هذه الدراسة تسعى إلى التعرف على تكرار كميات الأمطار في منطقة القويعية بشكل عام وكذلك سجل الأمطار في المنطقة يعد قصيرًا نسبيًا (٢٦ سنة) لذا

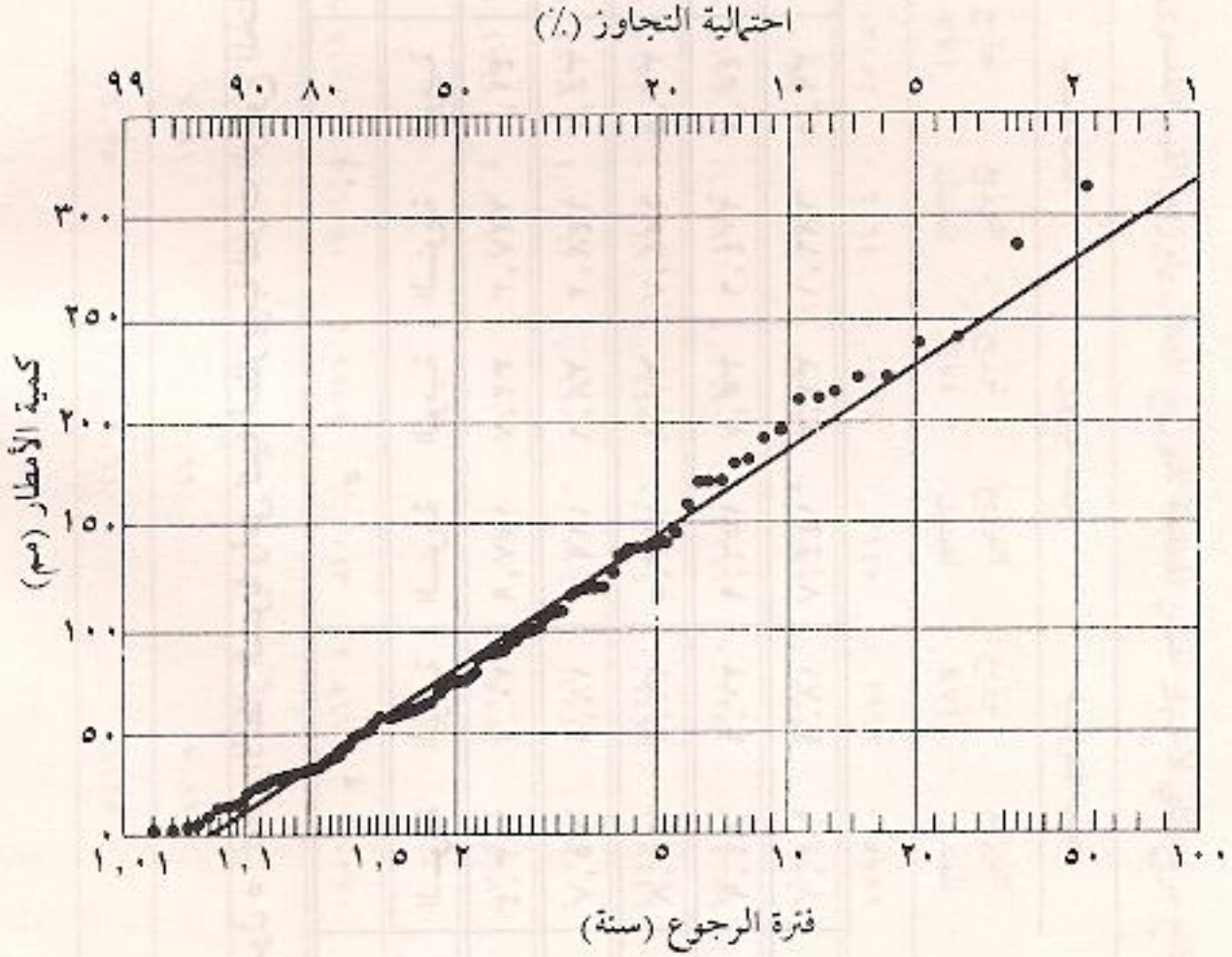
جدول ٤ . نتائج مربع كاي لاختبار حسن المطابقة للتوزيع المعتدل وتوزيع القيم القصوى EV1 مع أعلى كمية أمطار يومية في منطقة القويعية

فئة الأمطار (مم)	محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا		محطة الريس		الإقليم	
	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1	التوزيع المعتدل	توزيع EV1
أقل من ١٠	٠,٥٥٥٩	٠,٢٩٦٢	٠,٣١٤٥	٠,٠٥٨٠	٠,٦١٦٤	٠,٣١٥٢	٠,٢٠٥٠	٠,٣٧٩٥	٠,٠٧٨٢	٠,٠٥٦٠
١٠ ـ ٢٠	٢,٨٨٤٠	٠,٥٥٥٤	٥,٨٨٢١	١,٧٠٢٦	٠,٣٢٩٦	٠,٠٠٨٥	٠,١٨٢٥	٠,١٠٧٠	٤,٣٠٣٥	٠,٣٢٨٩
٢٠ ـ ٣٠	٠,٢٦٥٨	٠,٢٢٨٠	١,٣١١١	١,١٦٩٠	٠,٤٧٦٠	٠,١٠٧٧	١,٥٨٥٥	١,٣٠٤١	٠,٠٠١٧	٠,١٤٩١
٣٠ ـ ٤٠	١,٨٢٤٦	٠,٩٤٩٣	٠,١٩٣٠	٠,٠٤٤٥	٠,٢٤٢٨	٠,٠٢٧٣	٣,٣٩٥٣	٢,٢٤٧٥	٧,٧٩٥٩	٣,٢٨٥١
٤٠ ـ ٥٠	٠,٠٠٠٦	٠,٣٢٤٠	٠,٠٠٠٦	٠,٠٢١٠	١,١١٦٢	٠,٤٨٢٨	٠,٠٠٢٠	٠,٢٩٨٣	٠,٣٤١٦	١,٨٠٨٦
٥٠ ـ ٦٠	٠,٥٠٨٣	٠,٥٠٨٣			٢,٨٥٧٠	٠,١٦٩٠	٢,٤٥٢٨	٠,٠٠٠١	٠,٠٣٨٦	٠,٠٧٨١
أكثر من ٦٠							٠,٧٩٨١	٠,٠٠٦٦	٨,٠٦٧٩	٠,٠٦١٧
المجموع	٦,٠٣٩٢	٢,٨٦١٢	٧,٧٠١٣	٢,٩٩٥١	٥,٦٣٨٠	١,١١٠٥	٨,٦٢١٢	٤,٣٤٣١	٢٠,٦٢٧٤	٥,٧٦٧٥
درجة الحرية	٣		٢		٣		٤		٤	
النقطة الحرجة $X^2_{.05}$	٧,٨١		٥,٩٩		٧,٨١		٩,٤٩		٩,٤٩	
النقطة الحرجة $X^2_{.10}$	٦,٢٥		٤,٦١		٦,٢٥		٧,٧٨		٧,٧٨	

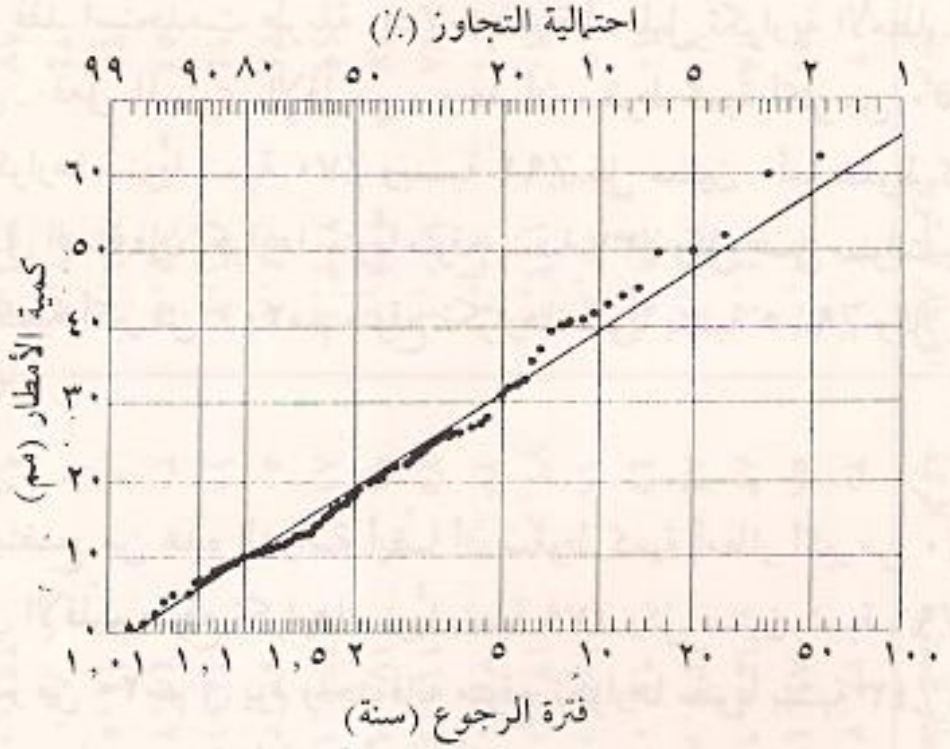
جدول ٥ . تقدير الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية لفترات الرجوع المختلفة في منطقة القويعية (مم)

فترة الرجوع (سنة)	٢		٥		١٠		٢٥		٥٠	
	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية
محطة القويعية	١٠٣,٤	٢٠,١	١٧٧,٩	٣٢,٧	٢٢٧,٣	٤١,٠	٢٨٩,٦	٥١,٥	٣٣٥,٨	٥٩,٣
محطة عروى	٧٥,٧	١٨,٥	١١٩,٣	٢٨,٦	١٤٨,٢	٣٥,٣	١٨٤,٨	٤٣,٧	٢١١,٩	٥٠,٠
محطة صبحا	٦٥,٨	١٦,١	١١٧,٥	٢٧,٨	١٥١,٧	٣٥,٥	١٩٥,٠	٤٥,٣	٢٢٧,٠	٥٢,٦
محطة الرين	٨٤,٩	٢٠,٦	١٥٦,٩	٣٥,٧	٢٠٤,٦	٤٥,٧	٢٦٤,٩	٥٨,٤	٣٠٩,٦	٦٧,٨
الإقليم	٨٢,١	١٨,٨	١٤٤,٧	٣١,٣	١٨٦,١	٣٩,٥	٢٣٨,٥	٤٩,٩	٢٧٧,٤	٥٧,٦

فإن العلاقة بين كمية وتكرار سقوط الأمطار لا يمكن استخدامها لتقدير كميات الأمطار لفترات رجوع كبيرة ولكن استخدام التحليل الإقليمي يمكن من التغلب على هذه المشكلة، ويمكن التحليل الإقليمي أيضًا من الحصول على صورة عامة لتكرار الأمطار في المنطقة. ولذا فقد مثلت العلاقة بين كمية وتكرار سقوط الأمطار في كامل المنطقة (الإقليم) (شكل ٤ وشكل ٥). ومن هذين الشكلين يمكن تقدير كميات الأمطار السنوية أو أعلى كمية أمطار يومية في السنة لأية فترة رجوع.



شكل ٤ : العلاقة بين كمية وتكرار الأمطار السنوية بمنطقة القويعية



شكل ٥ : العلاقة بين كمية وتكرار أعلى كمية أمطار يومية في السنة بمنطقة القويعية

الخاتمة

لقد تم تحليل تكرار الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة في جميع محطات الأمطار بمنطقة القويعية. ووجد أن تكرار كميات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة تختلف من محطة إلى أخرى. فعلى سبيل المثال وجد أن أعلى تكرار لكميات الأمطار السنوية التي تزيد على ٥٠مم كان في محطة القويعية (٨٥٪) بينما وجد أن أقل تكرار لها كان في محطة صبحا (٥٨٪). أما أعلى كمية أمطار يومية في السنة تزيد في كميتها على ٢٠مم في اليوم الواحد فقد وجد أنها تمثل ٥٠٪ في محطتي القويعية والرين بينما لا تمثل في محطتي عروى وصبحا إلا ٤٦٪ و٣١٪ على التوالي.

ونظرًا للقصر النسبي لسجل الأمطار في محطات المنطقة وللرغبة أيضًا في التعرف على تكرار كميات الأمطار بشكل عام في المواقع التي لا تتوافر بها محطات في منطقة

القويعية فقد استخدمت طريقة Station-Year لتحليل تكرارية الأمطار على المستوى الإقليمي. فعلى المستوى الإقليمي، وجد أن سقوط كمية أكثر من ٥٠مم في السنة متوقع تكرارها سنويًا بنسبة ٧٠٪ وبنسبة ٩١٪ كل سنتين. أما سقوط كمية أكثر من ١٠٠مم في السنة فإن تكرارها سنويًا متوقع بنسبة ٣٧٪ وكل خمس سنوات بنسبة ٩٠٪. وسقوط كمية أكبر من ٢٠٠مم متوقع تكرارها سنويًا بنسبة ٥,٩٪ وكل عشر سنوات بنسبة ٦٣٪.

ويتضح من هذه الدراسة أيضًا أن سقوط كمية أمطار أكبر من ١٠مم في اليوم الواحد في الإقليم متوقع تكرارها سنويًا بنسبة ٧٩٪ وكل سنتين بنسبة ٩٦٪. أما سقوط أمطار أكبر من ٢٠مم في يوم واحد فإنه متوقع تكرارها سنويًا بنسبة ٤٣٪ وبنسبة ٩٤٪ كل خمس سنوات. وسقوط كمية أمطار أكبر من ٣٠مم في يوم واحد فإنها متوقعة سنويًا بنسبة ٢٢٪ وكل عشر سنوات بنسبة ٩١٪. وسقوط أمطار أكثر من ٥٠مم في اليوم الواحد متوقع تكرارها سنويًا بنسبة ١٣٪ وكل عشرين سنة بنسبة ٩٤٪.

ولقد وجد أن الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة تتبع التوزيع الإحتمالي للقيم القصوى (EV1) عند مستوى الدلالة ١٠,٠. ولذا تم استخدام هذه الطريقة لتحديد العلاقة بين كمية وتكرار سقوط الأمطار في منطقة القويعية، وبالتالي تقدير كميات الأمطار لفترات الرجوع المختلفة. وبتطبيق هذا النموذج وجد أن فترة الرجوع لسقوط ٨٢مم في السنة تكون سنتين. وعند فترة الرجوع خمس سنوات يقدر سقوط ١٤٤,٧مم في السنة. أما فترة الرجوع لسقوط ١٨٦,١مم تكون عشر سنوات. وبالنسبة لأعلى كمية أمطار يومية فإن فترة الرجوع لسقوط ١٨,٨مم في يوم واحد تكون سنتين بينما تكون فترة الرجوع لسقوط ٣١,٣مم في يوم واحد تكون خمس سنوات. وعند فترة الرجوع عشر سنوات يقدر سقوط ٣٩,٥مم في يوم واحد. وفي الختام يمكن القول أن نتائج هذه الدراسة سوف تساعد عند التخطيط لتنمية وإدارة الموارد المائية في الـدرع العربي من منطقة القويعية وذلك لأن المورد المائي الرئيسي في هذا الجزء من المنطقة هو المياه الجوفية الضحلة المعتمدة كلية على مياه الأمطار المحلية.

ملحق رقم ١ . اختبار كروسكال واليس (اختبار «هـ») Kruskal - Wallis H-test

السنة	محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا		محطة الرين	
	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة
١٩٦٦	٢٥,٦	١٣	٢٤,٣	١٢	٣٣,٣	٢٠	٢,١	٢
١٩٦٧	٩١,٧	٦٠	٧٨,٨	٥٦	٨٩,٤	٥٨	٩١,٠	٥٩
١٩٦٨	١٠٧,٧	٧٢	١٠٧,٦	٧١	١٣٨,٦	٨٣	٤٤,١	٢٨
١٩٦٩	٢٨٦,٥	١٠٢	٩٣,٤	٦٢	١٣٩,٠	٨٤	١٠٧,٤	٧٠
١٩٧٠	٢,٧	٣	٣٣,٠	١٩	٦٤,٠	٤٥	١٦,٩	١٠
١٩٧١	٩٢,٠	٦١	١١٦,٦	٧٤	١٠٣,٠	٦٨	٥,٥	٥
١٩٧٢	٢١١,٣	٩٥	٣٣,٩	٢٢	١٢٠,٠	٧٦,٥	١٧١,٦	٩٠
١٩٧٣	١٢٧,٤	٧٩	٦٥,٠	٤٧	٣٤,٠	٢٣	٥٠,٤	٣٢
١٩٧٤	١٧٠,٧	٨٨	١٤١,٦	٨٥	١١٨,٧	٧٥	١٢٠,٤	٧٨
١٩٧٥	٢٤٢,٦	١٠١	٢٣٨,٢	١٠٠	١٧٨,٩	٩١	١٥٩,٠	٨٧
١٩٧٦	٢١٢,٨	٩٦	١٨٢,٩	٩٢	١٣٧,١	٨١	٢٢٣,٤	٩٩
١٩٧٧	٦٠,٢	٤٠	٦٥,٤	٤٨	٧٣,٣	٥٠	٥٢,٨	٣٤
١٩٧٨	٤٤,٩	٢٩	٦٢,٦	٤٢	٢٠,١	١١	٢٦,٢	١٤
١٩٧٩	٩٥,٢	٦٣	٣١,٢	١٧	٤٨,٢	٣٠	٧٥,٥	٥٢
١٩٨٠	١١٥,٥	٧٣	٨٧,٩	٥٧	١٤,٥	٩	٣٨,٠	٢٥
١٩٨١	٧٧,١	٥٤	٥٩,٠	٣٦	٨,٠	٦	٣٧,٥	٢٤
١٩٨٢	١٧١,٣	٨٩	١٠٢,٠	٦٧	٢٢٢,٠	٩٨	٢١٤,٤	٩٧
١٩٨٣	٦٤,٨	٤٦	٣٣,٨	٢١	٦٢,٠	٤١	٥٤,٦	٣٥
١٩٨٤	٩٥,٦	٦٤	٦٣,٠	٤٣	٣٢,٥	١٨	١٤٦,٠	٨٦

تابع ملحق رقم ١ . اختبار كروسكال واليس (اختبار هـ) Kruskal - Wallis H-test

السنة	محطة القويعية		محطة عروى		محطة صبحا		محطة الريـن	
	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة
١٩٨٥	٩٩,٥	٦٥	٧٧,٥	٥٥	١٣,٠	٧	١٢٠,٠	٧٦,٥
١٩٨٦	٣٤٥,٦	١٠٤	٥١,٠	٣٣	١٣٨,٠	٨٢	١٩٣,٠	٩٣
١٩٨٧	٥٩,٢	٣٧,٥	١٣٥,٧	٨٠	٥٩,٩	٣٩	٢٨,٥	١٥
١٩٨٨	٧٦,١	٥٣	١٠٦,٢	٦٩	٣٨,٥	٢٦	١٩٦,٥	٩٤
١٩٨٩	١٠٠,٢	٦٦	٧٥,٠	٥١	٥٩,٢	٣٧,٥	٣١٣,٠	١٠٣
١٩٩٠	٦٩,٤	٤٩	٥٠,١	٣١	١٤,١	٨	٢٩,٣	١٦
١٩٩١	٤,٧	٤	٦٣,٤	٤٤	٠,	١	٣٩,١	٢٧
ر	١٦٠٦,٥		١٣٣٤		١١٦٨		١٣٥١,٥	
ن	٢٦		٢٦		٢٦		٢٦	

$$هـ = \frac{١٢}{م\,(م+١)} \times مج \frac{ر^{٢}}{ن} - ٣\,(م+١)$$

حيث أن :

ر = مجموع الرتب لكل محطة .

ن = عدد سنوات التسجيل في كل محطة .

م = مجموع قيم ن في كل المحطات .

$$هـ = \frac{١٢}{١٠٤\,(١٠٤+١)} \times \frac{(١٦٠٦,٥)^{٢}}{٢٦} + \frac{(١٣٣٤)^{٢}}{٢٦} + \frac{(١١٦٨)^{٢}}{٢٦} + \frac{(١٣٥١,٥)^{٢}}{٢٦} - ٣\,(١٠٤+١) = ٤,١٥٣٦$$

مصدر البيانات : وزارة الزراعة والمياه، الرياض .

المراجع

١ ـ أبو راضي، فتحي عبدالعزيز، (١٩٨٣م)، الأساليب الكمية في الجغرافيا، دار المعرفة الجغرافية، ص٦٠١ـ٦٠٥.

٢ ـ الوليعي، عبدالله ناصر، (١٩٨٨م)، تغيرات المناخ في المناطق الجافة: دراسة حالة المملكة العربية السعودية، الكتاب الجغرافي السنوي، العدد الرابع، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض، ص٣١ـ٨٥.

References

[1] Abdulrazzak, M.J., *et al.*, (1988), Estimation of Natural Groundwater Recharge Under Saudi Arabian Arid Climatic Conditions, In: Simmers, I, (ed), Estimation of Natural Groundwater Recharge, D. Reidel Publishing Company, Tokyo, pp. 125-138.

[2] Al-Shaikh, A., (1985). Rainfall Frequency Studies for Saudi Arabia, Unpublished M.Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, King Saud University, Riyadh.

[3] Basmaci, Y. and J.A.A. Hussein, (1988). Groundwater Recharge Over Western Saudi Arabia, In: Simmers, I. (ed), Estimation of Natural Groundwater Recharge, D. Reidel Publishing Company, Tokyo, pp. 125-138.

[4] Bouvette, T.C., *et al.*, (1982). Revised Rainfall Frequency Analysis for Houston, Journal of the Hydraulics Division, Vol. 108, pp. 515-528.

[5] Buishand, T.A., (1991). Extreme Rainfall Estimation by Combining Data From Several Sites, Hydrological Sciences Journal, Vol. 36, pp. 345-365.

[6] Chow, V.T., (1951). A General Formula for Hydrologic Frequency Analysis, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 32, pp. 231-237.

[7] Chow, V.T., (1964). Frequency Analysis, In: V.T. Chow, (ed), Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Company, New York, pp. 8-1 – 8-42.

[8] Chow, V.T., *et al.*, (1988). Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Company, Singapore.

[9] Dincer, T., (1980). Use of Environmental Isotopes in Arid-Zone Hydrology, In: Arid-Zone Hydrology-Investigations with Isotope Techniques IAEA, Vienna, pp. 23-30.

[10] Dune, T. and L.B. leopold, (1978). Water in Environmental Planning, W.H. Freeman and Company, San Francisco.

[11] Gilman, C.S., (1964). Rainfall, In: V.T. Chow, (ed), Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Company, New York, pp. 9-1 – 9-68.

[12] Govindarajlu, Z., *et al.*, (1976). Statistical Models for Precipitation, Research Report No. 96, University of Kentucky, Water Resources Research Institute, Lexington, Kentucky.

[13] Haan, C.T., (1977), Statistical Methods in Hydrology, The Iowa State Univ. Press, Ames.

[14] Jones, K.R., *et. al.*, (1981), Arid Zone Hydrology for Agricultural Development, FAO, Rome.

[15] Lloyd, J.W., (1980). An Examination of Recharge Mound Decay and Fossil Gradients in Arid Regional Sedimentary Basins, In: Arid-Zone Hydrology- Investigations with Isotope Techniques, IAEA, Vienna, pp. 23-30.

[16] Lloyd, J.W., (1980). A Review of Various Problems in the Estimation of Groundwater Recharge, Procedings of the Groundwater REcharge Conference, Australian Government Publishing Service, Canberra, pp. 1-25.

[17] Oyebande, L. (1982). Deriving Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationships and Estimates for Regions with Inadequate Data, Hydrological Sciences Journal, Vol. 27, pp. 353-367.

[18] Sorman, A.U. and M.J. Abdulrazzak, (1992). Infiltration-recharge through Wadi Beds in Arid Regions, Hydrological Sciences Journal, Vol. 38, pp. 173-186.

[19] Viessman, W. Jr., *et. al.*, (1977). Introduction to Hydrology, Harper & Row, Publishers, New York.

[20] Wan, P. (1976). Point Rainfall Characteristics of Saudi Arabia, Proc. Instn. Civ. Engrs., Part 2, pp. 179-187.

[21] Yair, A., (1990). Runoff Generation in a Sandy Area: the Nizzana Sands, Western Negev, Israel, Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 15, pp. 597-609.

Frequency Analysis of Rainfall in the Al-Quwayiyah Area Saudi Arabia

Abstracts. Irrigated traditional agriculture is one of the main activities of the population in the Arabian Shield of the Al-Quwayiyah Area. Agriculture in the Shield area is mainly dependent on groundwater of the shallow alluvial aquifers along wadi systems sometimes underlaid by weathered bed rocks. These aquifers are mainly recharged by local rain water. Because of the relatively high intensity of rainfall and due to the fact that the Shield area is mainly hilly, direct recharge is minor and runoff recharge is the most common in the region. Therefore, the objective of this study is to obtain the frequency of total annual rainfall and the annual maximum of one-day-duration rainfall. To achieve this goal the frequency of rainfall has been discussed in terms of probability and return period. Whereas, the depth-frequency relationships have been derived using the Extreme Value Type 1 probability distribution (EV1). The derived EV1 distributions have been found to fit at a significance level greater than 0.10, implying a satisfactory fit.

بسم الله الرحمن الرحيم

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

17

FREQUENCY ANALYSIS OF RAINFALL IN THE AL-QUWAYIYAH AREA, SAUDI ARABIA

Dr. Mohammed A. Al-Saleh

1414 A.H. 1994 A.D.

OCCASIONAL PAPERS PUBLISHED BY THE SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY
KING SAUD UNIVERSITY – RIYADH
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

17

FREQUENCY ANALYSIS OF RAINFALL IN THE AL-QUWAYIYAH AREA, SAUDI ARABIA

Dr. Mohammed A. Al-Saleh

1414 A.H. 1994 A.D.

OCCASIONAL PAPERS PUBLISHED BY THE SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY
KING SAUD UNIVERSITY–RIYADH
KINGDOM OF SAUDI ARABIA