



بَحْثُ جِغْرَافِيَّة

١٧

التحليل التكراري بالتحليل الإحصائي في منطقة القويعة بالهضبة العربية السعودية

د. محمد بن عبد السلام الصالح

١٩٩٤م

١٤١٤هـ

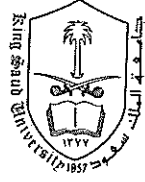
سلسلة بحوث جغرافية ونصريات د. محمد بن عبد السلام الصالح
بمبادرة د. محمد بن عبد السلام الصالح







بحوث جغرافية



١٧

التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القبويعية بالمملكة العربية السعودية

د. محمد بن عبدالله الصالح

١٩٩٤م

١٤١٤هـ

سلسلة بحوث جغرافية نشرها معهد الجغرافيا في رابطة الجغرافيين السعوديين
بجامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

٥٥١,٥٧٨١ الصالح، محمد بن عبدالله
٨١٩ ص التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويبية
بالمملكة العربية السعودية/ محمد بن عبدالله الصالح . - ط . ١ -
الرياض: جامعة الملك سعود، عمادة شؤون المكتبات، ١٤١٤هـ/ ١٩٩٤م
. . . ص؛ ٢٤ سم . - (سلسلة بحوث جغرافية؛ ١٧)
ردمك ٧-٧٧-٠٥-٩٩٦٠
١. القويبية (السعودية) - الأمطار. أ. العنوان. ب. السلسلة.

رقم الايداع: ١٧٢٤ / ١٤

● مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية ●

أ. د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	رئيس مجلس الإدارة
د. عبدالله بن سليمان الحديثي	نائب رئيس مجلس الإدارة
د. بدر بن عادل الفقير	أمين السر
د. عبدالله بن حمد الصليح	أمين المال
ذ. رشود بن محمد الخريف	المشرف على وحدة البحوث
د. عبدالله بن ناصر الوليعي	عضو
د. عبدالله بن علي الصنيع	عضو
د. حسن بن عايل أحمد مجي	عضو
د. ماجد بن سلطان أبو عشوان	عضو



قواعد النشر

- ١ - يراعى في البحوث التي تتولى لسلسلة «بحوث جغرافية» نشرها، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة.
- ٢ - يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.
- ٣ - ترسل البحوث باسم هيئة تحرير السلسلة.
- ٤ - تقدم جميع الأصول على الآلة الكاتبة على ورق بحجم A4 ، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويترك فراغ ونصف بين كل سطر وآخر. ويمكن أن يكون الحد الأعلى للبحث (٧٥) صفحة، والحد الأدنى (١٥) صفحة.
- ٥ - يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة باللغتين العربية والإنجليزية.
- ٦ - يراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٣×١٨ سم وترفق أصول الأشكال بالبحث ولا تلتصق على أماكنها.
- ٧ - ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين إثنين - في الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.
- ٨ - تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ استلام بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها.
- ٩ - يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمسا وعشرون نسخة من البحث المنشور.
- ١٠ - تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقاً للآتي:
يستخدم نظام (إسم / تاريخ) ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً برقم الصفحة. وإذا تكرر نفس المؤلف في مرجعين مختلفين يذكر اسم المؤلف ثم يتبع بسنة المرجع ثم رقم الصفحة. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي:

الكتب: يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة - إن وجد-، ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر.

الدوريات: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال (ص ص ٥-١٥).

الكتب المحررة: يذكر اسم عائلة المؤلف، متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (في in) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر ed. أو محررين eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر.

الرسائل غير المنشورة: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/ دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

* تعريف بالباحث:

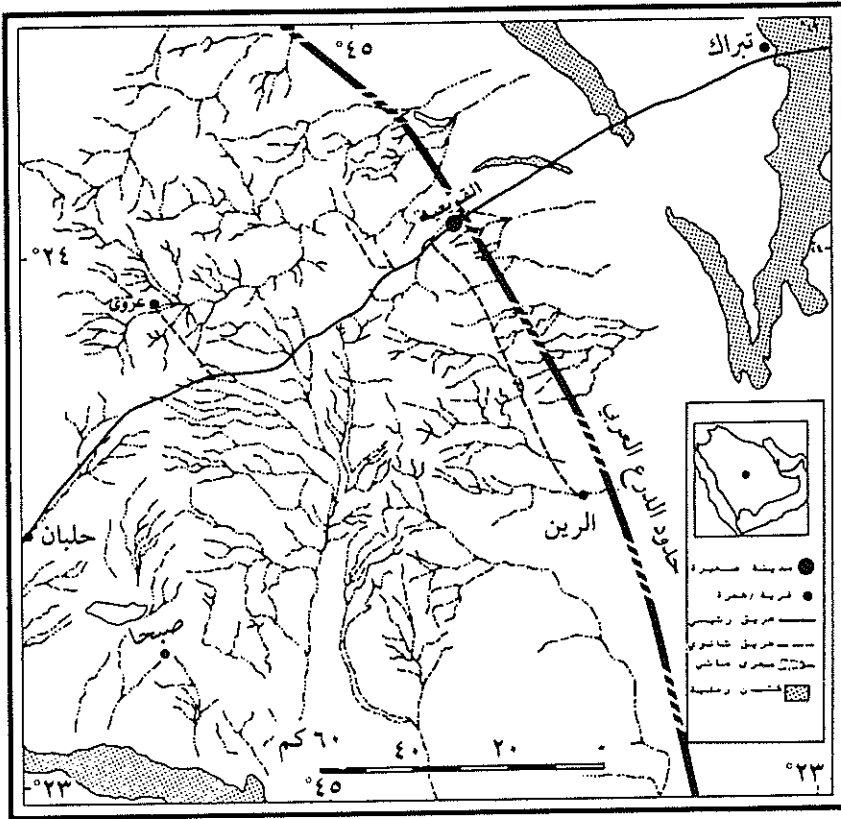
الدكتور محمد بن عبدالله الصالح - أستاذ الجغرافيا المساعد - قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود - الرياض .

ملخص البحث

تعد الزراعة المروية التقليدية من الأنشطة الرئيسة لسكان القرى المنتشرة في أودية الدرع العربي في منطقة القويعة . وحيث إن الزراعة في قرى منطقة القويعة 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 . وتحقيقاً 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 ١٠ , ٥ 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 23° و 24° شمالاً وخطي طول 40° و 45° و 46° شرقاً (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 تحتهها من صخور مجوأة 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 وفقاً 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 والجيومورفولوجية (Abdulrazzak, 1988; Basmaci and Hussein, 1988). ونظراً لأن الأمطار في منطقة القويعية تسقط في فترة زمنية قصيرة وبمعدلات تزيد على معدلات التبخر في تلك الفترة لذا فإن جزءاً من المياه الساقطة يتسرب إلى التربة وجزءاً 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 ٤٠ مم / ساعة (Jones, 1981). ويقدر أن حدوث الجريان في المناطق الصحراوية Threshold يبدأ عندما تتراوح كثافة الأمطار ما بين ٥ مم و ٢٠ مم / ساعة (Lloyd, 1980). وفي تجربة أجريت على منطقة رملية في صحراء النقب بالأراضي المحتلة وجد أن معامل الجريان لأمطار كثافتها ٤, ١٨ مم / 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 وتدمر عدة دقائق فقط وتغطي منطقة محدودة من الأرض وهذه هي الصفة الغالبة على أقطار المناطق الجافة عموماً . وفي يوم واحد قد تتعدى نسبة ما يسقط من الأمطار متوسط المطر السنوي لمنطقة من المناطق» (الوليعي ، ١٩٨٨م ، ص ٥٤).

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

تحقيقاً لهدف هذه الدراسة فقد اتبعت الخطوات التالية :

- ١ - الحصول على بيانات الأمطار لمحطات القويعية وعروى وصبحا والرين من وزارة الزراعة والمياه وذلك للفترة من ١٩٦٦-١٩٩١م .
- ٢ - تحديد أعلى كمية أمطار يومية في السنة للفترة من ١٩٦٦-١٩٩١م .
- ٣ - حساب التكرارات النسبية لفترات الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة .

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

٧ - لاختيار التوزيع الاحتمالي الأكثر توافقاً 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 :

$$X^2 = \text{مربع كاي} .$$

$$n = \text{عدد السنوات خلال فترة التسجيل} .$$

$$fx = \text{التكرار النسبي} .$$

$px =$ الفرق بين قيم الإحتمالية التجمعية F_x 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 F_x من المعادلة التالية :

$$F_x = e^{-e^{-Y}}$$

$$Y = x - u / a$$

$$a = 2.4495s \div 3.1416$$

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

حيث إن :

$$s = \text{الانحراف المعياري} .$$

$$x = \text{أعلى قيمة أمطار في كل فئة} .$$

$$\bar{x} = \text{معدل الأمطار} .$$

٨ - نظراً 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 وفقاً للصيغة التي اقترحها (Chow 1951):

$$x_T = \bar{x} + KT_s$$

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

حيث إن :

$$T = \text{فترة الرجوع بالسنين} .$$

$xT =$ كمية الأمطار لفترة رجوع معينة T.

$\bar{x} =$ معدل الأمطار.

$KT =$ معامل التكرار لفترة رجوع معينة T.

$s =$ الانحراف المعياري .

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

(AlShaikh, 1985; Buishand, 1991)

التحليل والمناقشة

يبين الجدول رقم (١) الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في كل سنة لمحطات القويعية وعروى وصبحا والرین . ومن هذا الجدول يتبين أن المعدلات السنوية للأمطار في محطات المنطقة تتراوح ما بين ٤, ٧٥ مم في محطة صبحا و ٣, ١١٧ مم في محطة القويعية وذلك بفارق ٩, ٤١ مم 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 ٧, ٩٣ مم . أما معدل أعلى كمية أمطار يومية في السنة فإنه يتراوح ما بين ٢, ١٨ مم في محطة صبحا و ٤, ٢٣ مم في محطة الرین وذلك بفارق ٢, ٥ مم .

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 والرین لا تزيد كمياتها على ٥٠ مم . أما في محطتي القويعية وعروى فإن كمية الأمطار السنوية لهذه الفئة لا تمثل إلا ١٥٪ و ١٩٪ على

جدول ١ . الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في منطقة القومية بالمليتر

السنة	محطة القومية		محطة عروى		محطة صبيحا		محطة الرين	
	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية
١٩٦٦	٢٥,٦	١٠,٧	٢٤,٣	١٠,٤	٣٣,٣	٢,١	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	٧٨٦,٥	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	٣٣٨,٢	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 القروية بالمليتر

السنة	محطة القروية		محطة عسوى		محطة صبحا		محطة الربين	
	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية
١٩٨٥	٣٢,٨	٧٧,٥	٢١,٥	١٣,٠	٥,٠	١٢٠,٠	١٢٠,٠	٦٠,٠
١٩٨٦	٣٤٥,٦	٥١,٠	٣١,٠	١٣٨,٠	٥٠,٠	١٩٣,٠	١٩٣,٠	٢٥,٠
١٩٨٧	٥٩,٢	١٣٥,٧	٢٥,٥	٥٩,٩	١٦,٠	٢٨,٥	٢٨,٥	١١,٥
١٩٨٨	٧٦,١	١٠٦,٢	١٥,٠	٣٨,٥	١٠,٠	١٩٦,٥	١٩٦,٥	٤٠,٥
١٩٨٩	١٠٠,٢	٧٥,٠	٢٢,٠	٥٩,٢	١٣,٠	٣١٣,٠	٣١٣,٠	٤٥,٥
١٩٩٠	٦٩,٤	٥٠,١	٦,٩	١٤,١	٥,٠	٢٩,٣	٢٩,٣	١٢,٠
١٩٩١	٤,٧	٦٣,٤	٩,٠	.	.	٣٩,١	٣٩,١	٦,٣
المعدل	١١٧,٣	٨٣,٨	٢٠,٤	٧٥,٤	١٨,٢	٩٨,٣	٩٨,٣	٢٣,٤
الانحراف المعياري	٨٤,٣	١٤,٢	٤٩,٤	١١,٤	١٣,٢	٨١,٥	٨١,٥	١٧,١
معامل الاختلاف (%)	٧١,٩*	٦٣,١	٥٨,٩	٥٥,٩	٧٧,٦	٨٢,٩	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 ٥٠ مم إلى ١٠٠ مم فإنها تمثل ٤٢٪ و ٥٠٪ في محطتي القويعية وعروى على التوالي . بينما تنخفض النسبة في هذه الفئة إلى حوالي ٢٠٪ في محطتي صباحا والرین .

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 أيضاً 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 ٣٤٢,٩ مم و ٢١٣,٩ مم و ٢٢٢,٩ مم و ٣١٠,٩ مم في محطات القويعية وعروى وصباحا والرین على التوالي . أما المدى بين أعلى كميات أمطار يومية في السنة فإنه يتراوح بين ٤٢,٩ مم في محطة عروى و ٦٣,٧ مم في محطة الرین . من ناحية أخرى فإن الأمطار في المنطقة تتباين مكانياً إلى حد كبير وتظهر هذه السمة بوضوح في جدول رقم (١) . فبمقارنة أعلى كمية أمطار يومية لعام ١٩٨٥ م، على سبيل المثال، نجد أنها كانت ٦٠ مم في محطة الرین بينما كانت ٥ مم في محطة صباحا للعام نفسه . والتباين الزمني كبير في المنطقة بشكل عام ولكنه يختلف أيضاً من مكان إلى آخر . ويتبين ذلك من معامل الاختلاف Coefficient of Variation للأمطار في محطات المنطقة . فلقد وجد أن معامل الاختلاف للأمطار السنوية في محطات المنطقة يتراوح ما بين ٥٨,٩٪ و ٨٢,٩٪ . أما معامل الاختلاف لأعلى كمية أمطار يومية في السنة فإنه يتراوح ما بين ٥٥,٩٪ و ٧٣,١٪ . ولقد وجدت أدنى قيمة لمعامل الاختلاف 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 الرین . وهذا يعني أن الأمطار في محطة عروى أكثر انتظاماً منها في محطة الرین .

جدول ٣. نتائج مربع كاي لاختبار حسن المطابقة للتوزيع المتعدد وتوزيع القسم الفصوى EV1 مع الأمطار السنوية في منطقة القروية

الإقليم	محطة الرين		محطة صبيحا		محطة صروري		محطة القروية		فترة الأمطار (مسم)	
	التوزيع EV1	المتعدد	التوزيع EV1	المتعدد	التوزيع EV1	المتعدد	التوزيع EV1	المتعدد		
٠,٠٣٩٧	٠,٣٢٠١	١,٣٢٤٥	١,٧٨٣٢	٠,٢٧٤٨	٠,٨٤٢٤	٠,٨١٤٠	٠,٢١١٦	٠,١٣٣٦	٠,٢٢٩٣	٥٠ من أقل
٠,٠٤٢٣	١,٥٧٩٧	٠,٥١٦١	٠,٠٥٤٥٨	٠,٤٢٠٣	٠,١٧٤١	٠,٠١٣٩	٠,٣٩٥١	١,٤٢٥٦	٤,٧٩٨٣	١٠٠-٥٠
٠,٠٥٠٤	٠,٥٥٠٩	٠,٧٢٠٦	١,٠٦٧٤	٠,٤٦٤٧	٠,٠٥٠٧	٠,٠٠٣٨	٠,٤٣٤٣	٠,٠٤١٦	٠,١٠٣٢	١٥٠-١٠٠
٠,١٥٥٠	٤,٢٣٤٣	٠,٢٤٥٩	٠,١٠١٨٨	٠,٤٣٣٣	٠,٩٩٢٢	٠,٤٧٧٢	٠,٩٢٣٥	١,١٩٠٦	١,٧٨٧٤	٢٠٠-١٥٠
٠,٩٧٩١	٠,٢٥١٢	١,٠٨٤٧	٠,٣١٠٠	٠,٠١٤٩	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٨٥	٠,٣٠٠٩	٠,١٠١٨	٠,٧٩٩٥	٢٥٠-٢٠٠
٠,٥٦٧٦	٠,١٤٨٣									٣٠٠-٢٥٠
٠,٠٢٩٦	٦,٠٠٧	٠,٤٧١٤	٠,٢٣٨٠					٠,٠٠٧٢	٠,٣١١٢	أكثر من ٣٠٠
٢,٨١٣٧	١٣,٠٩١٥	٤,٣٦٣٢	٣,٤٦٣٢	١,٦٠٨٠	٢,٠٠٩٥	١,٣٦٢٩	٢,٣٠٥٤	٢,٩٤٠٥	٨,٠٦٣٩	الجميع
٤	٣	٢	٢	٤	درجته الحرة					
٩,٤٩	٧,٨١	٥,٩٩	٥,٩٩	٩,٤٩	الخطأ المرجح: 0,05					
٧,٧٨	٦,٢٥	٤,٦١	٤,٦١	٤,٦١	الخطأ المرجح: 0,10					

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 صباحا إلى ٨,٦٢١٢ (درجة الحرية ٤) في محطة الرين، أما في الإقليم فإنها تساوي ٢٠,٦٢٧٤. ويتبين أيضاً أن قيم مربع كاي للتوزيع الإحتمالي للقيم القصوى تتراوح ما بين ١,١١٠٥ (درجة الحرية ٣) في محطة صباحا 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 لا بد 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 القيم 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 توافقاً 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 مناسباً لتحديد العلاقة بين كمية وتكرار سقوط الأمطار في منطقة القويعية، وبالتالي يمكن استخدامه لتقدير كميات الأمطار لفترات الرجوع المختلفة.

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

الاحتمالية للسنوات القادمة		الاحتمالية الجوارح		الريثة		كمية الأمطار (مم)		مطلة القروية					
q	سنوات ١٠ سنوات ٢٥ سنة	فترة الرجوع بالسنين T ₁	P	m	مطلة الريث	مطلة صبيحا اليومية	مطلة عروى اليومية	مطلة السنوية	الريثة السنوية				
٠,٦٤	٠,٣٣	٠,١٨	٠,٠٠٤	٢٧,٠٠	١	٦٥,٠	٣١٣,٠	٥٢,٠	٢٢٢,٠	٤٩,٨	٢٣٨,٢	٦٢,٤	٣٤٥,٦
٠,٨٤	٠,٥٢	٠,٣٠	٠,٠٠٧	١٣,٥٠	٢	٦٠,٠	٢٢٣,٤	٥٠,٠	١٧٨,٩	٤١,٥	١٨٢,٩	٤٤,٠	٢٨٦,٥
٠,٩٥	٠,٦٩	٠,٤٤	٠,٠١١	٩,٠٠	٣	٥٠,٠	٢١٤,٤	٤١,١	١٣٩,٠	٣٦,٨	١٤١,٦	٤٢,٩	٢٤٢,٦
٠,٩٨	٠,٨٠	٠,٥٦	٠,٠٢٨	٦,٧٥	٤	٤٥,٥	١٩٦,٥	٣١,٠	١٣٨,٦	٣٢,٢	١٣٥,٧	٤١,٧	٢١٢,٨
٠,٩٩	٠,٨٦	٠,٦٣	٠,٠١٨	٥,٤٠	٥	٤٠,٥	١٩٣,٠	٢٨,٠	١٣٨,٠	٣٢,٠	١١٦,٦	٣٥,٤	٢١١,٣
١,٠٠	٠,٩٢	٠,٧١	٠,٠٣٩	٤,٥٠	٦	٣٩,٢	١٧١,٦	٢٧,٠	١٣٧,١	٣١,٠	١٠٧,٦	٣٢,٨	١٧١,٣
١,٠٠	٠,٩٤	٠,٧٥	٠,٠٤٢	٤,١٥	٦,٥			٢٢,٠					
١,٠٠	٠,٩٥	٠,٧٨	٠,٠٤٥	٣,٨٦	٧	٣٩,٢	١٥٩,٠		١٢٠,٠	٢٧,٥	١٠٦,٢		١٧٠,٧
١,٠٠	٠,٩٦	٠,٨١	٠,٠٤٨	٣,٦٠	٧,٥							٢٧,٠	
١,٠٠	٠,٩٧	٠,٨٣	٠,٠٥١	٣,٣٧	٨	٢٦,٠	١٤٦,٠	٢٠,٣	١١٨,٧	٢٦,٥	١٠٢,٠		١٢٧,٤
١,٠٠	٠,٩٨	٠,٨٦	٠,٠٥٥	٣,٠٠	٩	٢٥,٠	١٢٠,٤	١٠,٣	١٠٣,٠	٢٥,٥	٩٣,٤	٢٥,٩	١١٥,٥
١,٠٠	٠,٩٩	٠,٩٠	٠,٠٦٠	٢,٧٠	١٠	٢٣,٨	١٢٠,٠	٠	٨٩,٤		٨٧,٩	٢٥,٥	١٠٧,٧
١,٠٠	٠,٩٩	٠,٩١	٠,٠٦٣	٢,٥٧	١٠,٥							٢٢,٠	
١,٠٠	٠,٩٩	٠,٩٣	٠,٠٦٥	٢,٤٥	١١	٢٣,٥	١٠٧,٤		٧٣,٣		٧٨,٨	٢٤,٤	١٠٠,٢
١,٠٠	١,٠٠	٠,٩٤	٠,٠٦٩	٢,٢٥	١٢	٢٣,٠	٩١,١	١٨,٠	٦٤,٠	٢١,٥	٧٧,٥	٢٢,٥	٩٩,٥
١,٠٠	١,٠٠	٠,٩٦	٠,٠٧٣	٢,٠٨	١٣	٢٢,٢	٧٥,٥	*	٦٢,٠	١٦,٥	٧٥,٠	٢٠,٥	٩٥,٦
١,٠٠	١,٠٠	٠,٩٧	٠,٠٧٥	٢,٠٠	١٣,٥			١٦,٠					

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

الاحتمالية للسنوات القادمة q	احتمالية التجاوز p	فترة الرجوع بالسنوات T	الرتبة m	كمية الأمطار (مم)					
				حطة الريش	حطة صبيحا	حطة عمروى	حطة القروية	حطة السنوية	
١,٠٠٠	٠,٩٧	٠,٥٢	١٤	٢٠,٠	٥٤,٦	٥٩,٩	١٥,٠	٦٥,٤	٩٥,٢
١,٠٠٠	٠,٩٨	٠,٥٤	١٤,٥						٩٩,٠
١,٠٠٠	٠,٩٨	٠,٥٥	١٥	١٨,٢	٥٢,٨	٥٩,٢	١٤,٠	٦٥,٠	٩٢,٠
١,٠٠٠	٠,٩٩	٠,٥٩	١٦	١٧,٠	٥٠,٤	٤٨,٢	١٣,٠	٦٣,٤	٩١,٧
١,٠٠٠	٠,٩٩	٠,٦٣	١٧	١٣,١	٤٤,١	٣٨,٥	١٢,٠	٦٣,٠	٨٧,١
١,٠٠٠	٠,٨٩	٠,٦٧	١٨	١٢,٠	٣٩,١	٣٤,٠	١٢,٠	٦٢,٦	٨٤,٢
١,٠٠٠	٠,٩٠	٠,٦٨	١٨,٥						٨٦,١
١,٠٠٠	٠,٩١	٠,٧٠	١٩	١١,٥	٣٨,٠	٣٣,٣	١١,٧	٥٩,٠	٦٩,٤
١,٠٠٠	٠,٩٣	٠,٧٤	٢٠	١١,٠	٣٧,٥	٣٢,٥	١١,٥	٥١,٠	٦٤,٨
١,٠٠٠	٠,٩٥	٠,٧٨	٢١	٨,٥	٢٩,٣	٢٠,١	١١,٠	٥٠,١	٦٠,٢
١,٠٠٠	٠,٩٦	٠,٨١	٢٢	٨,٢	٢٨,٥	١٤,٥	١٠,٧	٤٣,٩	٥٩,٢
١,٠٠٠	٠,٩٧	٠,٨٣	٢٢,٥						٥٩,٢
١,٠٠٠	٠,٩٨	٠,٨٥	٢٣	٧,٠	٢٦,٢	١٤,١	١٠,٥	٣٣,٨	٤٤,٩
١,٠٠٠	٠,٩٩	٠,٨٩	٢٤	٦,٣	١٦,٩	١٣,٠	٩,٠	٣٣,٠	٢٥,٦
١,٠٠٠	٠,٩٩	٠,٩١	٢٤,٥						٢٥,٦
١,٠٠٠	٠,٩٩	٠,٩٣	٢٥	٤,٠	٥,٥	٨,٠	٨,٠	٣١,٢	٢,٤
١,٠٠٠	١,٠٠	١,٠٠	٢٦	١,٣	٢,١	٠,٠	٠,٠	٦,٩	٢,٧

* كمية الأمطار متساوية في سنتين .
 ** كمية الأمطار متساوية في ثلاث سنوات .
 مصدر البيانات : وزارة الزراعة والمياه ، الرياض .

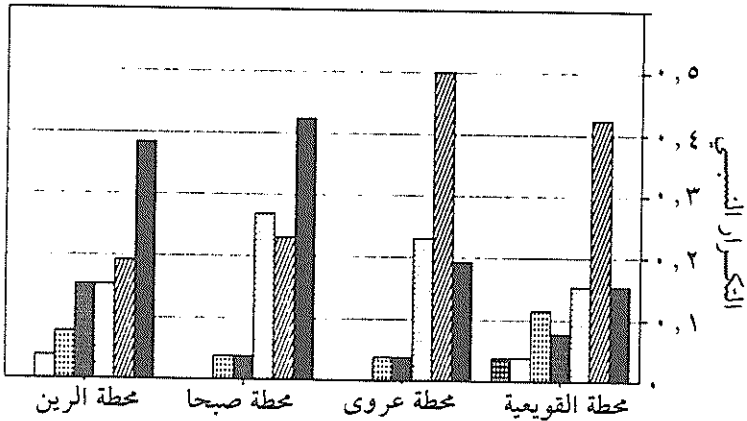
ترتبط بيانات الأمطار في المحطات السابقة بأماكن جغرافية محددة ولذا فإن تحليل بيانات كل محطة يسمى التحليل الموضوعي Point analysis. ولكن هناك طرق تمكن من تحليل تكرارية الأمطار على المستوى الإقليمي من أكثرها شيوعاً طريقة Station-year. وقد طبق Wan (1976) هذه الطريقة لتحليل تكرارية الأمطار في المملكة العربية السعودية. وقد قارن نتائج دراسته مع نتائج أخرى في أمريكا والاتحاد السوفيتي (سابقاً) وأستراليا، 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. والافتراض 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 متجانساً إحصائياً.

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 تصاعدياً كما في ملحق رقم (١). وبتطبيق هذه الطريقة على بيانات الأمطار في المنطقة وجد أن قيمة «هـ» تساوي ١٥٤, ٤. 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) مطروحاً منه واحد لذا فإن قيمة مربع كاي الجدولية عند مستوى الدلالة ١٠, ٠ ودرجة الحرية ٣ تساوي ٢٥١, ٦. ولأن قيمة «هـ» أصغر من قيمة مربع كاي (الجدولية) لذا تقبل الفرضية الأولية وهي أن إقليم الدراسة متجانس إحصائياً (أ بوراضي ١٩٨٣م).

ولتقدير كميات الأمطار لفترات الرجوع المختلفة لابد من اختيار التوزيع الإحتمالي الأكثر توافقاً 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) Normal Probability distribution (Dune and Leopold 1978)، بينما أعلى كمية أمطار يومية في الغالب تتبع التوزيع الاحتمالي للقيم القصوى Extreme. Value Type 1 Probability distribution (EV1) (Chow et al, 1988). ولذا فقد تم تطبيق التوزيعين المذكورين على كل من الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة.

ولاختيار التوزيع الإحتمالي الأكثر توافقاً 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 و ١٠مم 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 ناقصاً عدد الثوابت (المعالم) Parameters ناقصاً واحد. ولحساب قيم مربع كاي لابد من حساب التكرار النسبي f_x وقيم p_x والتي هي عبارة عن الفرق بين قيم الاحتمالية التجمعية (دالة التوزيع الاحتمالي) F_x وذلك لكل فئة من فئات الأمطار. فإذا كانت قيم التكرار النسبي تختلف كثيراً عن قيم p_x فسوف يؤدي هذا إلى الحصول على قيم كبيرة لمربع كاي مما يعني عدم توافق التوزيع الإحتمالي مع البيانات.

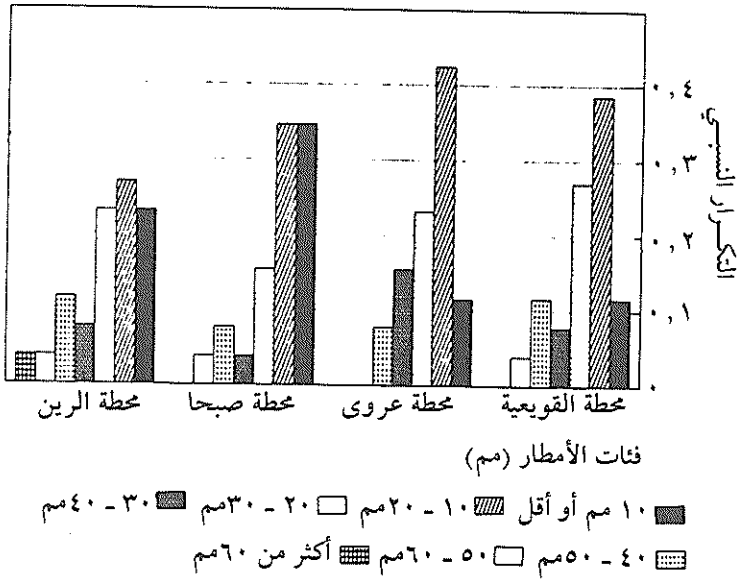
يبين الجدول رقم (٣) ورقم (٤) نتائج مربع كاي لاختبار حسن المطابقة للتوزيع الإحتمالي المعتدل والتوزيع الإحتمالي للقيم القصوى مع الأمطار السنوية ومع أعلى كمية أمطار يومية في السنة بمنطقة القويعية. فمن جدول (٣) يتبين أن قيم مربع كاي للتوزيع المعتدل تتراوح ما بين ٢,٠٠٩٥ في محطة صبحا (درجة الحرية ٢) إلى ٨,٠٦٣٩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



شکل ٢: التكرار النسبي للأمطار السنوية بمنطقة القويعة (١٩٦٦-١٩٩١م)

فئات الأمطار (مم)
 ٥٠ مم أو أقل (■) ١٠٠ - ٥٠ مم (▨) ١٠٠ - ١٠٠ مم (□) ١٥٠ - ١٠٠ مم (▤) ٢٠٠ - ١٥٠ مم (▥)

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



شکل ٣: التكرار النسبي لأعلى كمية أمطار يومية في السنة بمنطقة القويعة (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 متوسطاً للفواصل 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 (Dunne 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 سنوياً 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٪ سنوياً 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٪ سنوياً وما بين ٢٥٪ إلى ٦٥٪ كل خمس سنوات وما بين ٤٠٪ إلى ٩٠٪ كل عشر سنوات .

ومن الجدول السابق يتبين أيضاً أن سقوط ما بين ٦مم إلى ١١مم في يوم واحد متوقع تكراره سنوياً بنسبة أكثر من ٨٠٪ وبنسبة ٩٦٪ خلال سنتين . وأن سقوط ما بين ١٦مم إلى ٢٠مم في يوم واحد متوقع تكراره سنوياً بنسبة ٥٠٪ وبنسبة ٧٥٪ خلال سنتين وبنسبة ٩٧٪ خلال خمس سنوات . أما احتمالية سقوط ٤٠مم في يوم واحد خلال خمس سنوات فإنها تكون ٥٦٪ و ٣٠٪ و ٤٤٪ و ٦٣٪ في محطات القويعية وعروى وصبحا والرین علی التوالی . وتكون احتمالية سقوط هذه الكمية خلال عشر سنوات حوالي ٨٠٪ في محطة القويعية و ٥٢٪ في محطة عروى و ٦٩٪ في محطة صبحا و ٨٦٪ في محطة الرین .

يبين الجدول رقم (٥) تقديرات الأمطار السنوية وأعلى كميات أمطار يومية لفترات الرجوع المختلفة في منطقة القويعة . ومن هذا الجدول يتضح أن سقوط ما بين ٨, ٦٥ مم إلى ٤, ١٠٣ مم في السنة متوقع تكراره كل سنتين ، أما كمية الأمطار السنوية المقدرة للإقليم لهذه الفترة فإنها تساوي ١, ٨٢ مم . وتتراوح الكمية السنوية المتوقع تكرارها كل خمس سنوات بين ٥, ١١٧ مم في محطة صباحا و ٩, ١٧٧ مم في محطة القويعة . وبالنسبة للإقليم فإنها تقدر بـ ٧, ١٤٤ مم . ويتوقع تكرار ما بين ٢, ١٤٨ مم في محطة عروى و ٣, ٢٢٧ مم في محطة القويعة كل عشر سنوات أما في الإقليم فإن الكمية تقدر بـ ١, ١٨٦ مم .

ومن الجدول السابق يتبين أيضاً أن سقوط ما بين ١, ١٦ مم في محطة صباحا إلى ٦, ٢٠ مم في محطة الرين في يوم واحد يتوقع تكرارها كل سنتين . وتساوي الكمية المقدرة للإقليم في هذه الفترة ١, ١٨ مم . أما أعلى كمية أمطار يومية في السنة المتوقع تكرارها كل خمس سنوات فإنها تتراوح ما بين ٨, ٢٧ مم في محطة صباحا و ٧, ٣٥ مم في محطة الرين . أما كمية الأمطار اليومية المقدرة للإقليم لهذه الفترة فإنها تساوي ٣, ٣١ مم . وفي كل عشر سنوات يتوقع أن يسقط في يوم واحد ما بين ٣, ٣٥ مم (في محطة عروى) و ٧, ٤٥ مم (في محطة الرين) أما بالنسبة للإقليم في هذه الفترة فإن كمية الأمطار اليومية المقدرة تساوي ٥, ٣٩ مم .

مما سبق يتضح أن أعلى كميات أمطار سنوية مقدرة لفترات الرجوع المختلفة توجد في محطة القويعة بينما تكون أدنى كميات أمطار سنوية مقدرة في محطة صباحا . 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 صباحا . 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 القويعة بشكل عام وكذلك سجل الأمطار في المنطقة يعد قصيراً نسبياً (٢٦ سنة) لذا

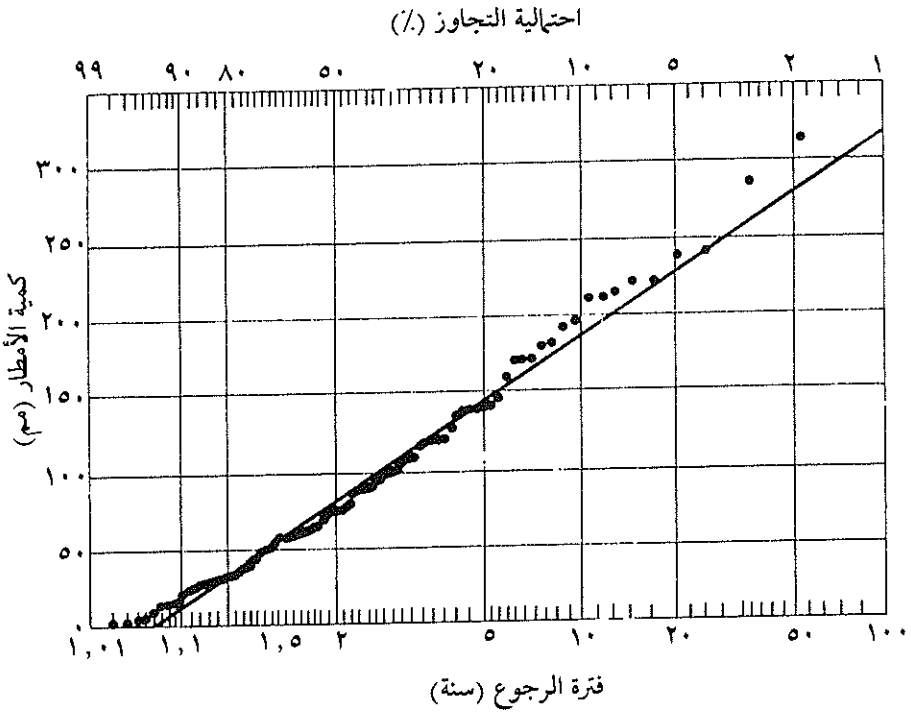
جدول ٤ . نتائج مربع كاي لاختبار حسن المطابقة للتوزيع المعتدل وتوزيع القيم القصوى EVI مع أعلى كمية أمطار يومية في منطقة القروية

الاقليم	محطة الرين		محطة صبحا		محطة عروى		محطة القروية		فترة الأمطار (مسم)
	التوزيع EVI	المعدل	التوزيع EVI	المعدل	التوزيع EVI	المعدل	التوزيع EVI	المعدل	
٠,١٥٦٠	٠,١٧٧٢	٠,٣٧٨٥	٠,٢٠٥٠	٠,٣١٥٢	٠,٦١٦٤	٠,٠٥٨٠	٠,٣١٤٥	٠,٢٩٦٢	٠,٥٥٥٩
٠,٣٣٨٩	٤,٣٠٣٥	٠,١٠٧٠	٠,١٨٢٥	٠,٠٠٨٥	٠,٣٢٩٦	١,٧٠٢٦	٥,٨٨٢١	٠,٥٥٥٤	٢,٨٨٤٠
٠,١٤٩١	٠,٠٠١٧	١,٣٠٤١	١,٥٨٥٥	٠,١٠٧٧	٠,٤٧٦٠	١,١٦٩٠	١,٣١١١	٠,٢٢٨٠	٠,٢٦٥٨
٣,٢٨٥١	٧,٧٩٥٩	٢,٢٤٧٥	٣,٣٩٥٣	٠,٠٢٧٣	٠,٢٤٢٨	٠,٠٤٤٥	٠,١٩٣٠	٠,٩٤٩٣	١,٨٢٤٦
١,٨٠٨٦	٠,٣٤١٦	٠,٢٩٨٣	٠,٠٠٢٠	٠,٤٨٢٨	١,١١٦٢	٠,٠٠٢١٠	٠,٠٠٠٠٦	٠,٣٢٤٠	٠,٠٠٠٠٦
٠,١٧٨١	٠,١٠٣٨٦	٠,٠٠٠٠١	٢,٤٥٢٨	٠,١٦٩٠	٢,٨٥٧٠		٠,٥٠٨٣	٠,٥٠٨٣	٦٠-٥٠
٠,٠٦١٧	٨١,٠٦٧٩	٠,٠٠٠٦٦	٠,٧٩٨١						أكثر من ٦٠
٥,٧٦٧٥	٢٠,٦٢٧٤	٤,٣٤٣١	٨,٦٢١٢	١,١١٠٥	٥,٦٣٨٠	٢,٩٩٥١	٧,٧٠١٣	٢,٨٨١٢	٦,٠٣٩٢
٤	٤	٤	٤	٣	٢	٣	٣	٣	درجة الحرية
٩,٤٩	٩,٤٩	٧,٨١	٧,٨١	٥,٩٩	٧,٨١	٧,٨١	٧,٨١	٧,٨١	النقطة المرجحة 05: X ²
٧,٧٨	٧,٧٨	٦,٢٥	٦,٢٥	٤,٦١	٦,٢٥	٦,٢٥	٦,٢٥	٦,٢٥	النقطة المرجحة 10: X ²

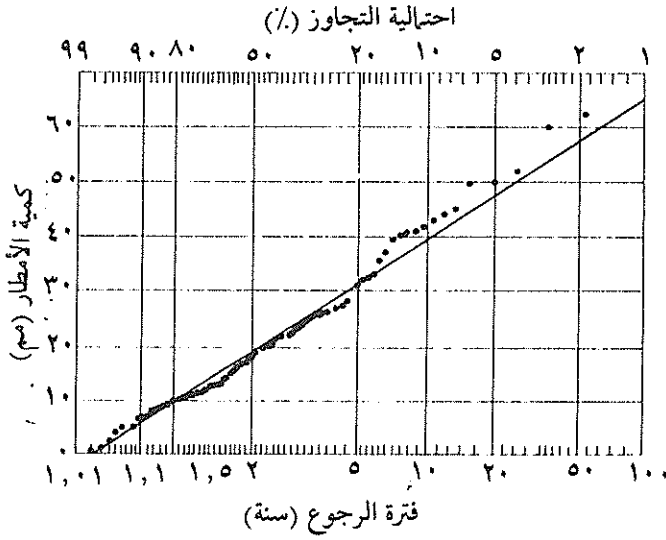
جدول ٥ . تقدير الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية لفترات الرجوع المختلفة في منطقة القويبية (مم)

فترة الرجوع (سنة)	٢		٥		١٠		٢٥		٥٠	
	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية	اليومية	السنوية
محطة القويبية	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	٧٨,٦	١٤٨,٢	٣٥,٣	١٨٤,٨	٤٣,٧	٢١١,٩	٥٠,٠
محطة صبيحا	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 أيضاً 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 القويبة



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

الغاتمة

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 ٥٠ مم كان في محطة القويعية (٨٥٪) بينما وجد أن أقل تكرار لها كان في محطة صباحا (٥٨٪). أما أعلى كمية أمطار يومية في السنة تزيد في كميتها على ٢٠ مم في اليوم الواحد فقد وجد أنها تمثل ٥٠٪ في محطتي القويعية والرین بينما لا تمثل في محطتي عروى وصباحا إلا ٤٦٪ و ٣١٪ على التوالي.

ونظراً للقصر النسبي لسجل الأمطار في محطات المنطقة وللرغبة أيضاً في التعرف على تكرار كميات الأمطار بشكل عام في المواقع التي لا تتوفر بها محطات في منطقة

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

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

ولقد وجد أن الأمطار السنوية وأعلى كمية أمطار يومية في السنة تتبع التوزيع الإحتمالي للقيم القصوى (EVI) عند مستوى الدلالة ١٠,٠ . ولذا تم استخدام هذه الطريقة لتحديد العلاقة بين كمية وتكرار سقوط الأمطار في منطقة القوبعية ، وبالتالي تقدير كميات الأمطار لفترات الرجوع المختلفة . ويتطبيق هذا النموذج وجد أن فترة الرجوع لسقوط ٨٢ مم في السنة تكون سنتين . وعند فترة الرجوع خمس سنوات يقدر سقوط ١٤٤,٧ مم في السنة . أما فترة الرجوع لسقوط ١٨٦,١ مم تكون عشر سنوات . وبالنسبة لأعلى كمية أمطار يومية فإن فترة الرجوع لسقوط ١٨,٨ مم في يوم واحد تكون سنتين بينما تكون فترة الرجوع لسقوط ٣,٣ مم في يوم واحد تكون خمس سنوات . وعند فترة الرجوع عشر سنوات يقدر سقوط ٣٩,٥ مم في يوم واحد . وفي الختام يمكن القول أن نتائج هذه الدراسة سوف تساعد عند التخطيط لتنمية وإدارة الموارد المائية في الدرع العربي من منطقة القوبعية 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 القومية			محطة صروري			محطة السنوية			محطة الريين		
	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة		
١٩٦٦	٢٥,٦	١٣	٢٤,٣	١٢	٢,١	٢٠	٣٣,٣	٢٠	٢,١	٢		
١٩٦٧	٩١,٧	٦٠	٧٨,٨	٥٦	٨٩,٤	٥٨	٨٩,٤	٥٨	٩١,٠	٥٩		
١٩٦٨	١٠٧,٧	٧٢	١٠٧,٦	٧١	١٣٨,٦	٨٣	١٣٨,٦	٨٣	٤٤,١	٧٨		
١٩٦٩	٧٨٦,٥	١٠٢	٩٣,٤	٦٢	١٣٩,٠	٨٤	١٣٩,٠	٨٤	١٠٧,٤	٧٠		
١٩٧٠	٢,٧	٣	٣٣,٠	١٩	٦٤,٠	٤٥	٦٤,٠	٤٥	١٦,٩	١٠		
١٩٧١	٩٢,٠	٦١	١١٦,٦	٧٤	١٠٣,٠	٦٨	١٠٣,٠	٦٨	٥,٥	٥		
١٩٧٢	٢١١,٣	٩٥	٣٣,٩	٢٢	١٢٠,٠	٧٦,٥	١٢٠,٠	٧٦,٥	١٧١,٦	٩٠		
١٩٧٣	١٢٧,٤	٧٩	٦٥,٠	٤٧	٣٤,٠	٢٣	٣٤,٠	٢٣	٥٠,٤	٣٢		
١٩٧٤	١٧٠,٧	٨٨	١٤١,٦	٨٥	١١٨,٧	٧٥	١١٨,٧	٧٥	١٢٠,٤	٧٨		
١٩٧٥	٢٤٢,٦	١٠١	٢٣٨,٢	١٠٠	١٧٨,٩	٩١	١٧٨,٩	٩١	١٥٩,٠	٨٧		
١٩٧٦	٢١٢,٨	٩٦	١٨٢,٩	٩٢	١٣٧,١	٨١	١٣٧,١	٨١	٢٢٣,٤	٩٩		
١٩٧٧	٦٠,٢	٤٠	٦٥,٤	٤٨	٧٣,٣	٥٠	٧٣,٣	٥٠	٥٢,٨	٣٤		
١٩٧٨	٤٤,٩	٢٩	٦٢,٦	٤٢	٢٠,١	١١	٢٠,١	١١	٢١,٢	١٤		
١٩٧٩	٩٥,٢	٦٣	٣١,٢	١٧	٤٨,٢	٣٠	٤٨,٢	٣٠	٧٥,٥	٥٢		
١٩٨٠	١١٥,٥	٧٣	٨٧,٩	٥٧	١٤,٥	٩	١٤,٥	٩	٣٨,٠	٢٥		
١٩٨١	٧٧,١	٥٤	٥٩,٠	٣٦	٨,٠	٦	٨,٠	٦	٣٧,٥	٢٤		
١٩٨٢	١٧١,٣	٨٩	١٠٢,٠	٦٧	٢٢٢,٠	٩٨	٢٢٢,٠	٩٨	٢١٤,٤	٩٧		
١٩٨٣	٦٤,٨	٤٦	٣٣,٨	٢١	٦٢,٠	٤١	٦٢,٠	٤١	٥٤,٦	٣٥		
١٩٨٤	٩٥,٦	٦٤	٦٣,٠	٤٣	٣٢,٥	١٨	٣٢,٥	١٨	١٤٦,٠	٨٦		

تابع ملحق رقم ١ . اختبار كروسكال واليس (اختبار «ه») Kruskal - Wallis Test

السنة	عملة القومية			عملة صيروى			عملة الريين		
	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية	الرتبة	الأمطار السنوية
١٩٨٥	٩٩,٥	٦٥	٧٧,٥	٥٥	١٣٠,٠	٧	١٢٠,٠	٧٦,٥	١٢٠,٠
١٩٨٦	٣٤٥,٦	١٠٤	٥١,٠	٢٣	١٣٨,٠	٨٢	١٩٣,٠	٩٣	١٩٣,٠
١٩٨٧	٥٩,٢	٣٧,٥	١٣٥,٧	٨٠	٥٩,٩	٣٩	٢٨,٥	١٥	٢٨,٥
١٩٨٨	٧٦,١	٥٣	١٠٦,٢	٦٩	٢٨,٥	٢٦	١٩٦,٥	٩٤	١٩٦,٥
١٩٨٩	١٠٠,٢	٦٦	٧٥,٠	٥١	٥٩,٢	٣٧,٥	٣١٣,٠	١٠٣	٣١٣,٠
١٩٩٠	٦٩,٤	٤٩	٥٠,١	٣١	١٤,١	٨	٢٩,٣	١٦	٢٩,٣
١٩٩١	٤,٧	٤	٦٣,٤	٤٤	٠,٠	١	٣٩,١	٢٧	٣٩,١
ر	١٦٠٦,٥		١٣٣٤		١١٦٨		١٣٥١,٥		
ن		٢٦		٢٦		٢٦		٢٦	

$$H = \frac{12}{n} \times \frac{\sum_j \frac{r_j^2}{n_j} - \frac{(\sum_j r_j)^2}{n}}{(1+m)}$$

حيث أن :

ر = مجموع الرتب لكل عملة .

ن = عدد سنوات التسجيل في كل عملة .

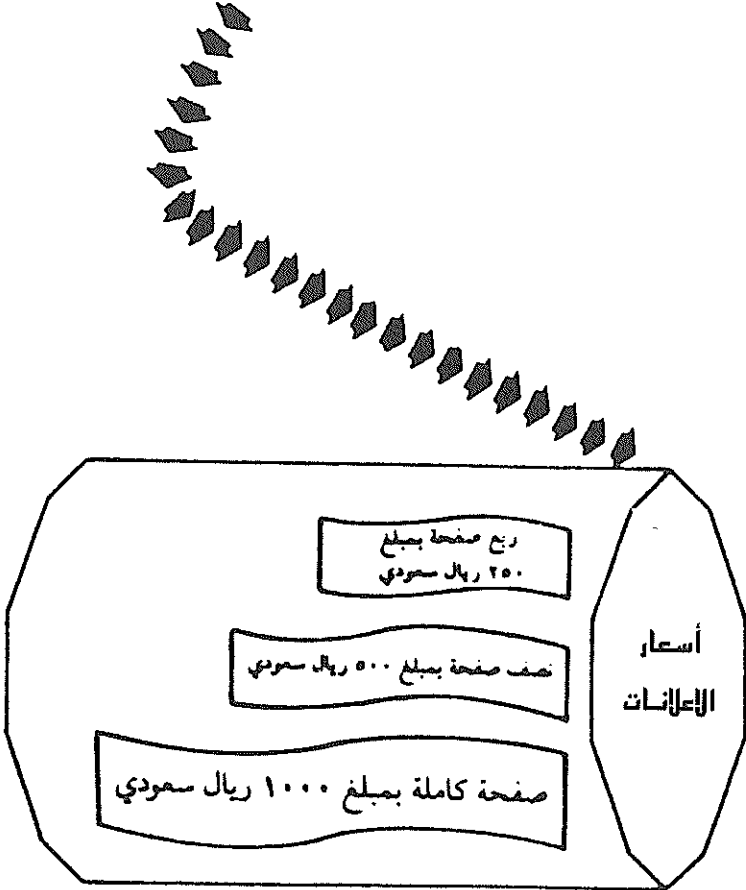
م = مجموع قيم ن في كل المحطات .

$$H = \frac{12}{104} \times \frac{\frac{(1606,5)^2}{26} + \frac{(1334)^2}{26} + \frac{(1168)^2}{26} + \frac{(1351,5)^2}{26}}{(1+104)} = 4,1036 = (1+104) \times \frac{4,1036}{26}$$

مصدر البيانات : وزارة الزراعة والمياه، الرياض .

صفحة الإعلانات

عزيزي الباحث وصاحب العمل
والمؤسسة، تتيح لك الجمعية الجغرافية
السعودية، فرصة التعريف بإنتاجك
العلمي وأجهزتك التي يمكن أن نخدم
الجغرافيين والجغرافيا بأسعار رمزية.



الإصدارات السابقة

- ١ - نموذج لتوقيع الكتابة العربية على الرموز في الخرائط العامة والطبوغرافية
 - ٢ - تقدير عدد سكان المدن السعودية الصغيرة باستخدام الصور الجوية
 - ٣ - الحرارة وتكاليف تمديد موسم إنتاج الطماطم في البيوت المحمية المكيفة في واحة الأحساء
 - ٤ - The Utility of Sand grain size in distinguishing Between various depositional environments.
 - ٥ - خصائص ومشكلات إنتاج الخضراوات بالبيوت المحمية من وجهة نظر المزارعين في منطقة الرياض الإدارية
 - ٦ - الصناعات الغذائية في مدينة الرياض خصائصها الجغرافية ومستقبلها
 - ٧ - خدمات هواتف العملة في مدينة الرياض دراسة جغرافية في الخصائص والتوزيع
 - ٨ - نمط توزيع محطات وقود السيارات في مدينة الرياض، عام ١٤٠٩هـ / ١٩٨٨م
 - ٩ - محلية مياه البحر في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية: دراسة جغرافية تحليلية
 - ١٠ - نوايا الهجرة والمفاضلات المكانية لطلبة الجامعة السعوديين
 - ١١ - التحليل المكاني للخدمات التنموية في وادي ندحة - منطقة عسير
 - ١٢ - تعرج الأدهار والأودية - دراسة جيمورفولوجية تطبيقية لبعض الأودية الجافة في المملكة العربية السعودية
 - ١٣ - الأقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية: تطبيق مقارن للتحليل التجميعي وتحليل المركبات الأساسية
 - ١٤ - دراسات التوسع العمراني في مدينة الرياض باستخدام الصور الجوية والمناظر الفضائية (١٩٥٠-١٩٨٩م)
 - ١٥ - الاستخدام الرأسي للأرض في المنطقة المركزية بمدينة جدة
 - ١٦ - Regional Evaluation of Food Security Systems in the Third World with Special Reference to Arab Countries.
- د. ناصر بن محمد عبدالله سلمى
د. خالد بن محمد العنقري .
د. عبدالله أحمد سعد الطاهر
د. عبدالحفيظ بن محمد سعيد سقا
د. عبدالله بن سليمان الحديشي
عبدالعزیز إبراهيم الحرة
د. صبحي بن أحمد قاسم السعيد
د. عبدالرحمن بن صادق الشريف
د. خالد بن ناصر المديهم
د. محمد بن عبدالعزیز القباني
د. محمد بن مفرح القحطاني
د. حسين سناف ريباوي
د. عبدالله بن ناصر الوليعي
أ. د. محمد بن عبدالله الجراش
د. عيسى بن موسى الشاعر
د. عبدالحفيظ بن عبدالحكيم سمرقندي
د. صلاح الدين قرشي

Price Listing Per Copy:	●	أسعار البيع :
Individuals 10.00 S.R	●	سعر النسخة الواحدة للأفراد : ١٠ ريالاً سعودية
Institutions 15.00 S.R	●	سعر النسخة الواحدة للمؤسسات : ١٥ ريالاً سعودياً .
Handling & Mailing Charges are added on the above listing	●	تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد .

- [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, *Proceedings 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.

المراجع

- ١ - أبو راضي، فتحي عبدالعزيز، (١٩٨٣م)، الأساليب الكمية في الجغرافيا، دار المعرفة الجغرافية، ص ٦٠١-٦٠٥.
- ٢ - 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، ص ٣١-٨٥.

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] Govindarajhu, 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.

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.

ISSN 1018 - 1423

Key title = Buhut gugrafiyyat

• Administrative Board of the Saudi Geographical Society •

Mohammed S. Makki (Ph.D.)	Board Chairman
Abdullah S. Al-Hudaithy(Ph.D.)	Vice-Chairman
Bader A. Al Fakir (Ph.D.)	Secretary General
Abdallah H. Al-Solai (Ph.D.)	Treasurer
Rshood M. Al-Khraif (Ph.D.)	Research Unit Supervisor
Abdullah N. Alwelaie (Ph.D.)	Member
Abdullah A. Sanea (Ph.D.)	Member
Hasan Ayel A. Yahya (Ph.D.)	Member
Majed S.S. Abu Ashwan (Ph.D.)	Member



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

17



FREQUENCY ANALYSIS OF RAINFALL IN THE AL-QUWAYYAH 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