

## تحليل الاتجاه العام لتغير الأمطار بحوض وادي الأديرع في منطقة حائل بالمملكة العربية السعودية للفترة 1976-2017

وفاء الخريجي<sup>1</sup>، فهده الحشر<sup>1</sup>، علي الدوسري<sup>2</sup>، محمد الفرخان<sup>3</sup>

### ملخص

تعد الأمطار من أكثر العناصر المناخية اهتماماً بالمناطق الجافة وشبه الجافة لأهميتها القصوى في حياة الإنسان ومدى تأثيرها على نشاطاته اليومية في جميع المجالات. ولذا نالت الدراسات المناخية للأمطار قسطاً كبيراً من البحوث العلمية في المملكة العربية السعودية. ولقد اتجهت معظم هذه البحوث إلى تحليل خصائص نظام تساقطها في الزمان والمكان ومع زيادة الاهتمام بظاهرة التغير المناخي اتجهت تدريجياً البحوث المناخية إلى تحليل اتجاه التغير العام لكميات تساقطها. وتأتي هذه الدراسة بوصفها نموذجاً لتحليل اتجاه التغير العام للأمطار بحوض وادي الأديرع بمنطقة حائل، وتعتمد الدراسة على بيانات الأمطار اليومية القصوى والسنوية لمدة 42 سنة متواصلة تمتد من يناير 1976 إلى ديسمبر 2017 بسبع محطات هي الحائط وسميراء وبقعاء وجبة وحائل والغزالة وعقلة بن جبرين. وقد استخدمت هذه الدراسة عدة أساليب إحصائية لفحص البيانات المطرية هي اختبار Shapiro-Wilk لفحص مدى مطابقة توزيع الأمطار للتوزيع الطبيعي Normality Test واختبار Levene لفحص تجانس تباين توزيع الأمطار Homogeneity Test of variances واختبار التباين الأحادي ANOVA. ولتحليل اتجاه التغير العام للأمطار تم تطبيق ثلاثة أساليب إحصائية أخرى هي طريقة النسبة بين المتوسطات النصفية Semi Averages Ratio واختبار Binomial لمقارنة كميات الأمطار بمتوسطاتها للفترة 1976-2017 وطريقة المتوسطات النصفية Semi Average مع اخضاعها لاختبار المعنوية "t" ستودنت؛ لأنها من أكثر الطرق دقة في هذا المجال، وأكدت نتائج طريقتي المتوسطات النصفية ومقارنة الكميات الأمطار بمتوسطاتها أن الاتجاه العام لتغير الأمطار السنوية واليومية القصوى متناقصاً بجميع المحطات المدروسة، في حين أكدت نتائج المعنوية "t" ستودنت للمتوسطات النصفية هذا الاتجاه في محطات سميراء والحائط وبن جبرين والغزالة بالنسبة للأمطار اليومية القصوى وفي محطات سميراء والحائط وعقلة بن جبرين والغزالة بالنسبة للأمطار السنوية.

الكلمات الدالة: الأمطار ، حوض وادي الأديرع ، حائل ،السعودية.

### المقدمة

يتناول هذا البحث تحليل اتجاه التغير العام للأمطار بحوض وادي الأديرع الذي يقع بمنطقة حائل إحدى المناطق الزراعية والسياحية بالمملكة العربية السعودية وهو يدخل ضمن اهتمامات الدراسات المناخية لتغير المناخ والدورة العامة له بالمناطق الجافة وشبه الجافة، وقد استخدمت هذه الدراسة أساليب إحصائية لمعالجة نوعية البيانات المطرية وفحص الاتجاه العام لتغيرها بسبع محطات مطرية تابعة لوزارة الزراعة والمياه والبيئة وهي الحائط (U111-797) وسميراء (H105-793) وجبة (H106-196) وبقعاء (H103-193) وحائل (H101-191) والغزالة (SA215-812) وعقلة بن جبرين (H208-805) للتأكد من صحة النتائج عند مستوى الدلالة 0.05 ودرجة الحرية 40. وتساعد نتائج هذه الدراسة في مقارنة اتجاه التغير العام للأمطار بمنطقة حائل مع مثيله بالمناطق الأخرى من المملكة العربية السعودية من جهة وبمثيله بمناطق أخرى مشابهة لمنطقة حائل من حيث الخصائص الجغرافية الطبيعية. وإن هذه المقارنة تمكننا من معرفة في ما إذا كان الاتجاه المتناقص للأمطار الذي كشفته الفحوص الإحصائية المطبقة في هذه الدراسة هو ظاهرة محلية محدودة أو هو جزء من التغير المناخي العام الناتج عن التحولات الجوهرية التي طرأت على الدورة المناخية العامة للمناخ على سطح الأرض.

ولتحقيق أهداف هذه الدراسة تم اختيار المحطات المطرية المذكورة من جملة المحطات التابعة لوزارة الزراعة والمياه والبيئة

<sup>1</sup>قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن. <sup>2</sup>قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود. <sup>3</sup>كلية هندسة البترول وعلوم الأرض، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن. تاريخ استلام البحث 2020/5/30، وتاريخ قبوله 2020/11/26.

بمنطقة حائل لسببين هما:

(أ) - توفر المحطات المطرية المدروسة على سجلات مطرية يومية متكاملة ومنتظمة لمدة 42 سنة ومشاركة بين هذه المحطات التي تشرف عليها وزارة الزراعة والمياه والبيئة.

(ب) - كون هذه الدراسة هي إحدى متطلبات المشروع البحثي رقم 39 / ص / 246 المدعوم من عمادة البحث العلمي بجامعة الأميرة نوره بنت عبدالرحمن.

وقد اعتمدت هذه الدراسة على البيانات المطرية اليومية القصوى بدلاً من الشهرية والفصلية نظراً لطبيعة نظام تساقط الأمطار بمنطقة حائل، ويتسم هذا النظام المطري بتركز تساقط الأمطار في الزمن، بحيث قد يحدث كثيراً أن تتساقط كميات الأمطار الشهرية والفصلية خلال يوم واحد من السنة، ويتأثر نظام التساقط بعدة عوامل جغرافية طبيعية أهمها الموقع الفلكي، بحيث تمتد أراضي منطقة حائل بين أربع درجات عرضية من 25° إلى 29° شمالاً. وتحتل بذلك منطقة حائل وسط شمال المملكة مما يجعلها عرضة لتأثيرات الضغط الجوي الآسيوي المرتفع القادم من الشمال وإلى هبوب الرياح الباردة المصاحبة له.

### 1- موضوع الدراسة وأهميته التطبيقية:

يُعدُّ تحليل الاتجاه العام لتغير الأمطار من أهم مؤشرات التغير المناخي الذي يشهده حالياً العالم. ولذا تكمن الأهمية التطبيقية لهذه الدراسة في جانبين هما:

1- يعد استخدام فحص تحليل الاتجاه العام لتغير الأمطار بتطبيق طريقة النسبة بين المتوسطات النصفية ومقارنة كميات الأمطار ومتوسطاتها وطريقة المتوسطات النصفية واختراع المتوسط النصفية لكل فترة لفحص الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين وفحص الأهمية الإحصائية "t" ستودنت لبيان أهمية الفرق بين المتوسطين عند مستوى الدلالة 0.05 من أفضل الطرق العلمية وأدقها في تقييم الاتجاه العام لتغير الأمطار والتأكد من الاتجاهات المتزايدة أو المتناقصة لكميات الأمطار خاصة بالمناطق الجافة وشبه الجافة التي تتسم بقلّة الأمطار وتذبذب نظام تساقطها.

2- استفادة العديد من الجهات الرسمية والهيئات العلمية من نتائج هذه الدراسة نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- وزارة المياه والكهرباء.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية.
- وزارة الاقتصاد والتخطيط.
- الهيئة العليا لتطوير مدينة حائل.
- وزارة الإسكان.
- المكتبة الجغرافية العالمية والعربية والمحلية.
- الدفاع المدني.
- وزارة النقل.
- أمانة منطقة حائل.

وتتمثل الصعوبات التي واجهت الباحثين في اختيار محطات مطرية تقع بنفس الظروف المناخية والتضاريسية تحتوي على سجلات لبيانات الأمطار منتظمة ومشاركة لفترة لا تقل عن 30 سنة، وقد تطلب اختيار محطات مطرية تتسم بهذه المعايير مراجعة السجلات المطرية لمجموع 25 مطرية تابعة لوزارة الزراعة والمياه والبيئة تقع بمنطقة حائل للوصول لاختيار سبع منها للإجابة على تساؤلات الدراسة الآتية:

1- ما طبيعة الاتجاه العام لتغير الأمطار اليومية القصوى والسنوية الذي حصل خلال المدة الممتدة من 1 يناير 1976 إلى 31 ديسمبر 2017 بمنطقة حائل؟

2- هل أن اتجاهات العامة لتغير الأمطار اليومية القصوى والسنوية حقيقية وذات أهمية إحصائية أو أنها ظاهرة حدثت بعامل الصدفة خلال الفترة المدروسة؟

وللإجابة على هذين التساؤلين، هدفت هذه الدراسة إلى:

1- تحديد طبيعة الاتجاه العام لتغير الأمطار اليومية القصوى والسنوية الذي حصل خلال المدة الممتدة من 1 يناير 1976 إلى 31 ديسمبر 2017 بمنطقة حائل.

## 2- تحديد الأهمية الإحصائية للاتجاهات العامة لتغير الأمطار اليومية القصوى والسنوية.

وتكمن الأهمية التطبيقية لهذه الدراسة في كونها تعتبر لبنة أولى لبناء قاعدة بيانات مناخية مهم، ويمكن توظيفها في الدراسات المناخية والهيدرولوجية والجيومورفولوجية وفي تقدير الاحتياجات المائية وفي إمكانية الاستفادة من الموارد المائية السطحية خلال فترات حدوث السيول الغزيرة التي توفر فائضاً مائياً يمكن تخزينه أو استخدامه في شتى المجالات الزراعية والمنزلية.

## 2- الدراسات السابقة

تزايد الاهتمام بتحليل الاتجاه العام لتغير الأمطار منذ سبعينات القرن الماضي كمؤشر للتغير المناخي على سطح الأرض، بحيث ظهرت العديد من الدراسات في مناطق كثيرة من العالم قصد فحص التغيرات المناخية وتحديد تأثيراتها البيئية كالدراسة التي أنجزها Carbonnel & Hubert عن الجفاف بالساحل الأفريقي الغربي باستخدام التحليل الإحصائي للسلاسل الزمنية لبوركينا فاسو (Carbonnel & Hubert, 1985) ودراسة Snijders التي اعتمد فيها على تحليل علاقة الارتباط بين المحطات المطرية وعدم استقرار هطول الأمطار في بوركينا فاسو (Snijders, 1986) ودراسة Paturel وآخرين عن تقلب المناخ على طول خليج غينيا بإفريقيا الاستوائية (Paturel et al., 1997). كما قام Carbonnel & Hubert بتحليل السلاسل الزمنية المطرية ذات المدلول المناخي عن التطورات الحديثة للمناخ برومانيا وبلغاريا (Carbonnel & Hubert, 1994).

وتوصل Grabrecht & Rossel إلى تحديد التغيرات المهمة التي حدثت منذ ستينات القرن الماضي في توزيع الأمطار بالسهول العظمى في الولايات المتحدة الأمريكية (Grabrecht and Rossel, 2000 and 2001). في حين أوضحت نتائج بحوث أخرى إلى وجود تباينات هامة في توزيع كميات الأمطار منذ 1975 م أدت إلى تدني معدلات الأمطار بشمال حوض نهر الأمازون بالبرازيل وارتفاعها بجنوبه (Marengo, 1999).

وتشير نتائج الكثير من البحوث إلى تدني كميات الأمطار بوسط وجنوب أوروبا المحيطة بحوض البحر المتوسط بسبب حدوث تذبذبات هامة في التوزيع الجغرافي (المكاني) والزمني للمؤثرات الجوية تتزامن مع جفاف المناخ وزيادة الطلب على المياه نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر دراستي (Millan et al., 2005 ; Mehta and Yang, 2008).

وأشار Krishnakumar وآخرون في دراسة أخرى لاتجاهات الأمطار خلال الفترة الممتدة من 1871 إلى 2005 م بإقليم كيرالا بالهند إلى وجود تذبذب واضح في معدلات الأمطار الموسمية أثرت كثيراً على الموارد المائية المستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية وعلى تردي المحاصيل الزراعية التي تعتمد على كميات الأمطار الموسمية (Krishnakumar et al., 2009). وفي أستراليا أظهرت دراسة أخرى لاتجاهات الأمطار خلال الفترة الممتدة من 1900 إلى 2007 م قام بها Williams وجود تباينات واضحة في توزيع الأمطار بين شمال وجنوب القارة دون حدوث تغيرات هامة على معدلاتها السنوية (Williams, 1989).

ويتزايد الاهتمام بالمملكة والمنطقة العربية بظاهرة التغير المناخي لأن تأثيراتها مباشرة وهامة بسبب تزايد الطلب على المياه مع زيادة تناقص مواردها الطبيعية. وفي هذا الصدد أوردت دائرة الارصاد الجوية الأردنية (JMD) أن عام 2010 كان الأكثر جفافاً منذ سنة 1992 (Oamri, 2011). وفي استطلاع للرأي العام العربي عن ظاهرة التغير المناخي أوردته تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية في عام 2009 شمل عينة قدرها 2322 فرد من سكان الوطن العربي أن 96% من أفراد هذه العينة يعتبرون أن تغير المناخ من أهم المشكلات التي تواجهها البلدان العربية وأن 88% منهم يرون أن تغير المناخ مشكلة خطيرة (طلبة وصعب, 2009).

وفي المملكة العربية السعودية العديد من الدراسات المناخية والهيدرولوجية التي حاولت استقصاء الخصائص المطرية بمختلف المناطق. وهناك دراسات تناولت تحليل الأمطار ضمن دراسة المناخ العام كدراسات (Abdullah and Al Mazroui, 1998) و (Al Mazroui, 1998) و (Qureshi, 1994) و (I Amodi et al., 2008) و (Abdullah et al., 1992) و (Rahman, 2010) و (Kotwicki and Al Sulaimani, 2009).

وهناك دراسات أخرى تناولت تحليل كثافة الأمطار بمناطق متنوعة من المملكة منها دراسات (Al-Shaikh, 1985) و (Al-Dokhayel, 1986) و (Dokhayel, 1986) و (Al-Khalaf, 1997) و (Al-Hassoun, 2011) و (Al-Anazi and Al-Sebaie, 2013) و (El-Sebaie, 2012) و (بوروبه, 2014). ودرس Al Amodi وآخرون العلاقة بين الضغط الجوي واحتمالية التساقط بالمملكة (Al Amodi et al., 2008) ودرس Al Ahmadi العلاقة بين الارتفاع وكميات الأمطار (Al Ahmadi and Al Ahmadi, 2013). وفي دراسة أخرى قام Tawarneh بتحليل التغيرات السنوية للأمطار بالمملكة (Tawarneh, 2015).

وإن من الدراسات التي اهتمت بتحليل خصائص الأمطار كالدراستات التي تناولت التحليل التكراري لكميات الأمطار اليومية

والسنوية (الصالح، 1994) و(الصالح، 1997) و(بوروبه، 2012) و(بوروبه والذغيري، 2017). ومن ما تقدم تعد الدراسات التي تناولت تحليل اتجاه الأمطار في المملكة قليلة منها دراسات (Hasanean and Al Mazroui, 2015) و (Al Mazroui et al., 2012a and 2012b) و(بوروبه، 2012).

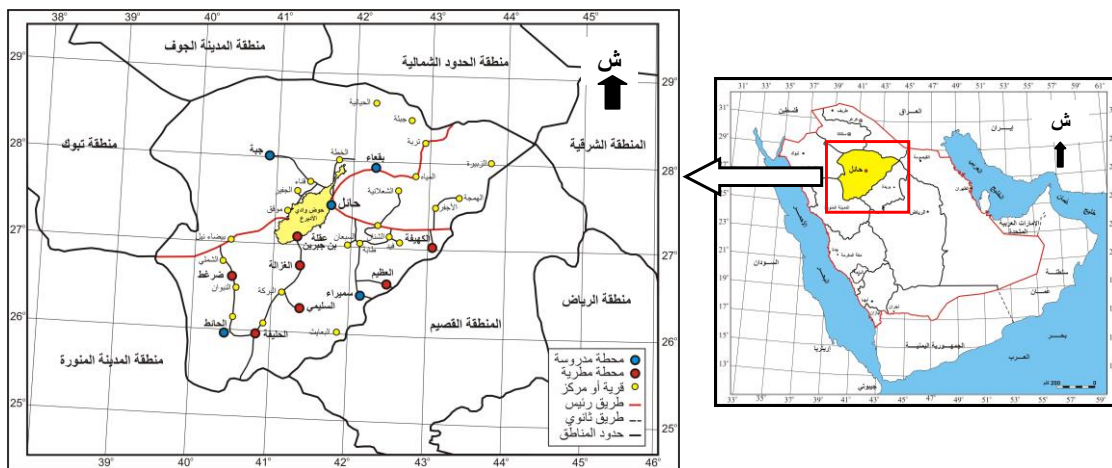
ويتضح أن هذه الدراسة تختلف عن مثيلاتها من الدراسات السابقة من حيث الخطوات المنهجية المطبقة في تحليل الاتجاه العام لتغير الأمطار بحوض وادي الأديرع. وعليه فقد اعتمدت منهجية هذه الدراسة على الفحوص الإحصائية في معالجة توزيع بيانات الأمطار اليومية القصوى والسنوية لفترة 42 سنة منتظمة ومشتركة بسبع محطات مطرية بتطبيق طريقة الخطأ المعياري للمتوسط وللانحراف المعياري وتحديد مجال الثقة لهما. كما أن هذه الدراسة تختلف عن الدراسات السابقة في منهجية تحليلها لاتجاه العام لتغير الأمطار بحوض وادي الأديرع بتطبيق ثلاث فحوص إحصائية هي طريقة النسبة بين المتوسطات النصفية ومقارنة كميات الأمطار ومتوسطاتها وطريقة المتوسطات النصفية واخضاع المتوسط النصفية لكل فترة لفحص الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين وفحص الأهمية الإحصائية "t" ستودنت لبيان أهمية الفرق بين المتوسطين عند مستوى الدلالة 0.05.

### 3- مشكلة الدراسة:

يتطلب الاتجاه العام لتغير الأمطار اليومية القصوى والسنوية بحوض وادي الأديرع التأكيد بطريقة علمية من الاتجاهات المتزايدة والمتناقصة التي حدثت خلال الفترة 1976-2017 بالمحطات المطرية المدروسة، وعليه فإن تحديد المنهجية المناسبة لتحديد الاتجاه العام لتغير الأمطار وتحليله والتأكد من أهميته الإحصائية ومدى مصداقيته كمؤشر للتغير المناخي الحالي يمثل مشكلة بحثية في حد ذاتها لم تتطرق لها الدراسات السابقة، كما أن صعوبة توفر بيانات مطرية منتظمة ومشتركة بعدد كبير من المحطات المطرية على مستوى منطقة حائل يمثل جانباً آخر من مشكلة البحث، بحيث لم يتم الحصول على سجلات مطرية متجانسة من حيث نوعية البيانات سوى بسبع محطات من أصل 25 محطة مطرية عاملة بمنطقة حائل.

### 4- منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي الأديرع في منطقة حائل بأقصى شمال هضبة نجد وسط الجزء الشمالي من المملكة العربية السعودية بين دائرتي العرض  $24^{\circ}50'$  و  $27^{\circ}45'$  شمالاً وبين خطي الطول  $37^{\circ}30'$  و  $43^{\circ}30'$  شرقاً. ويحدها من الشمال منطقتا الحدود الشمالية والجوف ومن الشرق المنطقة الشرقية ومن الغرب منطقتا تبوك والمدينة المنورة ومن الجنوب منطقتا القصيم والمدينة المنورة (الشكل 1).



الشكل 1 : الموقع الجغرافي لمنطقة حائل وحوض وادي الأديرع

وتبعد حدودها الغربية والشرقية بمسافاتٍ متساوية تقريباً عن سواحل البحر الأحمر والخليج العربي، وتبلغ مساحة الإمارة حوالي 153216 كم<sup>2</sup> (الشريف، 1973، ص 164). وتعتبر منطقة حائل من أهم مناطق المملكة لموقعها الاستراتيجي الذي يربط الدول الإسلامية شمال المملكة وبين مكة المكرمة والمدينة المنورة، إضافة إلى أهميتها على المستوى المحلي، إذ ترتبط بخمس مناطق إدارية هي المدينة المنورة وتبوك والقصيم والجوف والحدود الشمالية. وتشكل المنطقة إقليماً زراعياً متكاملاً مع منطقتي القصيم والرياض، وتتركز عدة أنشطة زراعية حديثة بهذا الإقليم.

ويعد حوض وادي الأديرع أحد هذه الأودية الجافة التي تجري بوسط منطقة حائل بشمالي المملكة العربية السعودية؛ حيث ينبع من المرتفعات الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية (جبال أجا وسلمى) ويمتد باتجاه عام من الجنوب الغربي حتى الشمال الشرقي موازياً لسلسلة جبال أجا ويعبر مدينة حائل ويقسمها لقسمين شرقي وغربي ممتداً على مسافة تصل إلى حوالي 104 كم. ويمتد حوض وادي الأديرع فلكياً بين دائرتي عرض 27°06' و 27°52' شمالاً، وبين خطي طول 41°16' و 41°59' شرقاً (الشكل 1). ويعتبر مناخ منطقة حائل قارياً ترتفع فيه درجة الحرارة صيفاً وتتنخفض شتاءً. وقد تتباين درجة الحرارة خلال اليوم الواحد، وبشكل عام فإن متوسط درجات الحرارة نادراً ما يتعدى 40 م° خلال فصل الصيف بمتوسط يبلغ أقصاه في شهر يوليو، وبمعدل سنوي يصل إلى 23 م°. وأما في فصل الشتاء فتتخفف درجة الحرارة حتى درجة التجمد، وبمتوسط يبلغ أدناه خلال شهر يناير. وتتساقط عادة الأمطار في فصل الشتاء بمعدل سنوي يصل إلى 123 ملم وبمتوسط يصل إلى 45 ملم خلال شهر نوفمبر وتكون أحياناً مصحوبة بالبرد وسقوط الثلج كما حدث خلال ربيع عام 1402هـ (1982م). وتهب الرياح على منطقة حائل بمتوسط سرعة يصل إلى 9.3 كم/ساعة.

وتُعد تضاريس حوض وادي الأديرع جزءاً من تضاريس منطقة حائل التي تتميز بتضاريسها الجبلية وبتباين مناسيب سطحها الطبوغرافي ما بين السهول والجبال والتكوينات الرملية والبروزات الصخرية، وتمتد في شمال المنطقة صحراء النفود الكبير وفي الجنوب والجنوب الغربي تمتد حرة خيبر وهي عبارة عن منطقة صخرية قاحلة مكونة من المقذوفات البركانية، وتضم المساحة المتبقية سلسلة جبال أجا وسلمى وغيرها من المناطق الجبلية والنتوات الصخرية الصغيرة التي تعيق التنمية الزراعية. ومن الناحية الجيولوجية فإن حوض وادي الأديرع هو جزء من الحافة الشمالية للدرع العربي، وهو عبارة عن تكوين جيولوجي يعود تاريخه لأكثر من 400 مليون سنة، ولا توجد المياه في الدرع العربي إلا في الطبقات الطينية الضحلة التي تعتمد في تجديد مخزونها على مياه الأمطار.

وتوجد في المنطقة تكوينات رام وأم السهم وحجارة السيف الرملية التي تحتوي على موارد مائية ضخمة عند الحدود الغربية للمنطقة، وتكوينات الساق وتبوك الرملية إلى الشمال الشرقي من مدينة حائل عند حافة النفود الكبير. وتشكل الطبقات الحاملة للمياه الرئيسية والثانوية القوس الأوسط من المنطقة حول مدينة حائل في أقصى شرق المنطقة. ويشمل القطاع الجنوبي للمنطقة على طبقات ثانوية حاملة للمياه.

وتمتد بالمنطقة مساحات كبيرة صالحة للزراعة تشكل نحو نصف مساحة المنطقة حول وجنوب مدينة حائل وبمعظم القطاع الجنوبي. كما توجد مساحة كبيرة صالحة للزراعة بمحاذاة الحدود الشرقية للمنطقة جنوبي شرق مدينة تربة حائل، وتوجد مساحات من المنكشفات الصخرية والجبلية غير صالحة للزراعة في منطقة الدرع العربي غربي تجمعات الحليفة العليا والحائط. وتشكل الكثبان الرملية (صحراء النفود) معظم مساحات القطاع الشمالي للمنطقة.

## 5- منهجية البحث:

تتلخص الخطوات المنهجية لهذه الدراسة في يلي:

### (1) - جمع البيانات وفحصها

تعتمد هذه الدراسة على بيانات الأمطار اليومية القصوى والسنوية للمدة 1976-2017 المسجلة بسبع محطات مطرية تابعة لوزارة الزراعة والمياه والبيئة وهي محطة الحائط (U111-797) وسميراء (H105-793) وجبة (H106-196) وبغعاء (H103-193) وحائل (H101-191) والغزالة (SA215-812) وعقلة بن جبرين (H208-805) (الجدول 1 والجدول 2 والجدول 3).

الجدول 1: إحداثيات مواقع المحطات المطرية المدروسة

الارتفاع (متر)	دائرة العرض (شمالاً)	خط الطول (شرقاً)	الرقم الوطني للمحطة	رقم الحاسب	اسم المحطة
1215	27°06'	41°17'	H 208	885	عقلة بن جبرين (العقلة)
1008	27°27'	41°40'	U 212	809	النقرة
980	26°47'	41°21'	H 215	812	الغزالة
990	27°32'	41°42'	H 001	191	حائل
755	27°52'	42°23'	H103	193	بقعاء
950	26°29'	42°07'	H105	793	سميراء
1064	25°59'	40°27'	H111	797	الحائط

الجدول 2: كميات الأمطار السنوية للمدة الزمنية 1976-2017 بالمحطات المدروسة

السنة	حائل	بقعاء	جبة	سميراء	الحائط	الغزالة	عقلة بن جبرين
1976	256.1	4.8	39.5	146.1	9.4	90.6	204.4
1977	101.9	133.5	57.1	32.9	56.8	53.4	40.0
1978	42.4	4.3	9.0	2.0	20.0	31.0	22.2
1979	63.6	2.2	35.6	131.5	25.8	102.2	89.6
1980	6.6	92.8	19.0	38.6	73.3	67.6	75.0
1981	15.0	130.6	20.5	82.0	82.2	90.2	90.2
1982	11.5	157.9	68.8	212.6	201.7	76.0	120.2
1983	12.6	37.4	14.9	21.5	64.8	57.8	62.2
1984	17.8	232.6	36.8	2.0	58.9	142.8	202.8
1985	16.5	97.7	27.3	101.0	169.7	105.8	122.6
1986	21.8	86.4	36.4	85.5	198.2	141.4	177.2
1987	8.4	38.0	12.9	81.6	72.6	50.2	36.2
1988	3.7	45.0	11.6	92.5	123.6	45.0	43.0
1989	13.8	62.0	25.9	103.6	119.8	100.6	93.8
1990	6.8	20.8	8.9	23.7	28.4	34.6	52.4
1991	76.9	98.5	43.1	119.2	286.0	126.6	134.1
1992	15.7	54.8	8.8	107.5	93.0	22.0	26.4
1993	14.8	216.2	36.0	282.8	255.0	139.7	27.6
1994	7.0	95.5	20.1	179.5	128.5	78.2	31.2
1995	4.7	61.0	8.1	143.7	91.8	31.5	16.6
1996	3.1	64.1	5.4	71.0	38.9	21.0	59.8
1997	4.7	127.4	13.3	158.0	81.8	51.5	9.8
1998	6.0	76.0	12.0	68.2	39.9	46.6	34.6
1999	3.3	41.5	3.7	120.0	9.1	14.2	40.2
2000	23.0	3.5	12.9	64.0	81.8	85.5	18.2
2001	9.0	55.5	5.0	99.0	97.0	57.5	56.4
2002	44.0	105.0	4.0	14.2	37.5	40.5	30.0
2003	25.0	30.0	14.0	7.0	11.8	23.5	23.0
2004	24.0	9.5	30.0	30.5	35.0	47.5	61.0
2005	65.0	154.5	42.0	10.0	28.5	15.0	45.0
2006	76.0	125.0	85.0	37.0	168.4	11.5	74.0

السنة	عقلة بن جبرين	الغزالة	الحانط	سميراء	جبة	بقعاء	حائل
2007	10.0	8.0	10.0	9.0	23.0	20.5	12.0
2008	64.0	15.0	103.2	74.5	87.0	116.5	65.6
2009	102.0	32.0	55.5	90.0	94.0	127.5	65.5
2010	74.0	66.0	106.4	52.0	27.0	63.0	13.0
2011	6.0	7.0	31.5	19.5	10.0	20.5	10.0
2012	41.5	42.4	38.5	6.0	19.6	45.9	35.0
2013	74.7	76.2	52.0	33.0	35.3	82.5	63.0
2014	36.8	37.5	113.0	17.0	17.4	40.6	31.0
2015	40.3	41.1	70.0	28.0	19.0	44.5	34.0
2016	19.0	19.4	18.0	4.0	9.0	21.0	16.0
2017	3.0	2.5	18.9	4.0	3.0	44.5	3.0
<b>Aver</b>	<b>61.7</b>	<b>55.9</b>	<b>81.1</b>	<b>71.6</b>	<b>26.5</b>	<b>73.6</b>	<b>32.1</b>
<b>SD</b>	<b>49.5</b>	<b>38.6</b>	<b>66.2</b>	<b>63.6</b>	<b>22.9</b>	<b>55.3</b>	<b>43.4</b>
<b>CV</b>	<b>0.80</b>	<b>0.69</b>	<b>0.82</b>	<b>0.89</b>	<b>0.86</b>	<b>0.75</b>	<b>1.35</b>
<b>Max</b>	<b>204.4</b>	<b>142.8</b>	<b>286.0</b>	<b>282.8</b>	<b>94.0</b>	<b>232.6</b>	<b>256.1</b>

وقبل الشروع في تحليل اتجاهات تغير الأمطار تم فحص بياناتها اليومية والسنوية وحساب متوسطاتها وانحرافاتها المعيارية بكل محطة. كما تم حساب:  
(أ) - الخطأ المعياري للمتوسط بتطبيق المعادلة الآتي:

$$SE_{mean} = \frac{\sigma Pi}{\sqrt{n}}$$

(ب) - الخطأ المعياري للانحراف المعياري بتطبيق المعادلة التالية:

$$SE_{sd} = \frac{\sigma Pi}{\sqrt{2n}}$$

وفيها  $\sigma$  الانحراف المعياري لكميات الأمطار  $Pi$  (ملم) و  $n$  عدد القياسات (السنوات). وبالاعتماد على الخطأ المعياري تم تقدير مجال الثقة للمتوسط وللانحراف المعياري كما يلي:  
(أ) - مجال الثقة للمتوسط بتطبيق المعادلة التالية:

$$CI = X' \mp Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

(ب) - مجال الثقة للانحراف المعياري بتطبيق المعادلة التالية:

$$CI = \sigma \mp Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

وفيها  $X'$  المتوسط و  $\sigma$  الانحراف المعياري لقيم السلسلة الزمنية و  $n$  عدد القياسات في السلسلة الزمنية و  $Z$  القيمة الحرجة لمتغير غوس وهي تستخرج من جدول خاص. وتساوي قيمة  $Z$  الحرجة 1.645 لمجال الثقة 0.90 و 1.96 لمجال الثقة 0.95 و 2.575 لمجال الثقة 0.99.

كما اعتمدت منهجية البحث على استخدام أدوات التحليل في بيئة برنامج SPSS23 لفحص مطابقة البيانات المطرية للتوزيع الطبيعي Tests of Normality (اختبار Shapiro-Wilk) وفحص تجانس تباينها Homogeneity of variance test (اختبار Levene) وفحص التباين (اختبار التباين الأحادي ANOVA).

## (2) - تحليل اتجاه التغير للأمطار:

لتحليل اتجاه التغير للأمطار اليومية القصوى والأمطار السنوية تم تطبيق الأساليب الإحصائية الآتية:

### (أ) - طريقة النسبة بين المتوسطات النصفية Ratios of Semi averages

لتطبيق هذه الطريقة تم تقسيم البيانات المطرية في كل محطة إلى قسمين متساويين (21 سنة) الفترة الأولى من 1976 إلى 1996 والثانية من 1997 إلى 2017. ثم تم حساب المتوسط لكل فترة وحساب نسبة متوسط الفترة الثانية إلى متوسط الفترة الأولى.

### (ب) - مقارنة كميات الأمطار بمتوسطاتها Binomial Test

تم تطبيق هذه الطريقة لمقارنة البيانات المطرية اليومية والسنوية بكل محطة مع متوسطاتها للمدة 1976-2017 باستخدام أدوات التحليل Analyze في بيئة برنامج SPSS23.

### (ج) - طريقة المتوسطات النصفية Semi averages

يعتمد تطبيق طريقة المتوسطات النصفية على الخطوات العملية الآتية:

1- تقسيم كل سلسلة زمنية للأمطار في كل محطة إلى فترتين متساويتين إذا كان عدد السنوات زوجياً أو شبه متساويتين إذا كان عدد السنوات فردياً.

2- حساب المتوسط والانحراف المعياري للأمطار كل فترة ثم تحديد خط الاتجاه العام للسلسلة الزمنية المطرية وهو الخط الذي يمر بالمتوسطين النصفيين للفترتين.

3- حساب معامل ميلان خط الاتجاه العام للسلسلة الزمنية (b) بتطبيق المعادلة الآتية:

$$b = \frac{X'_2 - X'_1}{T_2 - T_1}$$

بحيث:

$X'_1$ : متوسط أمطار الفترة الأولى.

$X'_2$ : متوسط أمطار الفترة الثانية.

$T_1$ : الزمن المقابل للفترة الأولى (منتصف الفترة).

$T_2$ : الزمن المقابل للفترة الثانية (منتصف الفترة).

4- إخضاع المتوسط النصفى لكل فترة لفحص الخطأ المعياري للفرق الإحصائي بين المتوسطين بتطبيق المعادلة الآتية:

$$S.E|X'_1 - X'_2| = \left[ \frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5}$$

بحيث يمثل:

$S.E|X'_1 - X'_2|$ : الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين.

$\hat{\sigma}_1^2$ : أفضل تقدير للانحراف المعياري للمتوسط الأول.

$\hat{\sigma}_2^2$ : أفضل تقدير للانحراف المعياري للمتوسط الثاني.

$n_1$ : عدد الحالات في الفترة الأولى.

$n_2$ : عدد الحالات في الفترة الثانية.



ويستخدم الخطأ المعياري لبيان فيما إذا كانت توجد فروق إحصائية مهمة بين المتوسطين عند مستوى الاحتمال 0.05 (2 S.E).  
5- فحص الأهمية الإحصائية (t) ستودنت (t student's test) لبيان أهمية الفرق بين المتوسطين عند مستوى الأهمية الإحصائية 0.05 بتطبيق المعادلة الآتية:

$$t = \frac{|X'_1 - X'_2|}{\left[ \frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5}}$$

وتقارن قيمة (t) المحسوبة بهذه العلاقة مع قيمة (t) المجدولة عند مستوى الأهمية الإحصائية 0.05 ودرجة الحرية المناسبة (d.f) للفترتين. وتحسب درجة الحرية بتطبيق المعادلة الآتية:

$$d.f = (n_1 + n_2) - 2$$

#### - المناقشة والتحليل:

توصلت هذه الدراسة إلى جملة من النتائج تتلخص على النحو الآتية:

#### 6-1- فحص البيانات المطرية:

لفحص خصائص توزيع البيانات المطرية من حيث التباين، ومن حيث التجانس تم ترتيب كميات الأمطار السنوية واليومية القصوى ترتيباً تنازلياً وتقسيمها إلى فئات لفحص مدى مطابقتها لتوزيعها الطبيعي وفحص تجانس توزيعها وتباينها (الجدول 4 والجدول 5).

الجدول 4: تكرار الفئات المطرية السنوية خلال المدة 1976-2017 بالمحطات المدروسة

المحطة	1	2	3	4	5	المجموع
الحائط	التكرار	16	14	6	6	42
	%	38.1	33.3	14.3	14.3	0.0
سميراء	التكرار	19	11	8	4	42
	%	45.2	26.2	19.0	9.5	0.0
جبة	التكرار	22	13	3	4	42
	%	52.4	31.0	7.1	9.5	0.0
بقعاء	التكرار	18	13	7	4	42
	%	42.9	31.0	16.7	9.5	0.0
حائل	التكرار	13	11	7	11	42
	%	31.0	26.2	16.7	26.2	0.0
الغزالة	التكرار	8	8	11	5	42
	%	19.0	19.0	26.2	11.9	23.8
عقلة بن جبرين	التكرار	7	10	8	7	42
	%	16.7	23.8	19.0	16.7	23.8

الجدول 5: تكرار فئات الأمطار اليومية القصوى السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بالمحطات المدروسة

المجموع	المحطة					التكرار	الحائط
	5	4	3	2	1		
42	7	6	12	12	5	11.9	
100	16.7	14.3	28.6	28.6	11.9	%	
42	---	8	7	12	15	35.7	
100	0.0	19.0	16.7	28.6	35.7	%	
42	3	5	8	8	18	42.9	
100	7.1	11.9	19.0	19.0	42.9	%	
42	2	6	11	11	12	28.6	
100	4.8	14.3	26.2	26.2	28.6	%	
42	7	4	8	11	12	28.6	
100	16.7	9.5	19.0	26.2	28.6	%	
42	4	6	7	14	11	26.2	
100	9.5	14.3	16.7	33.3	26.2	%	
42	5	5	11	11	10	23.8	
100	11.9	11.9	26.2	26.2	23.8	%	

## (أ) - فحص الأمطار السنوية:

أظهرت نتائج اختبار Shapiro-Wilk لفحص تطابق توزيع الأمطار السنوية مع التوزيع الطبيعي أن مستوى الدلالة  $\text{Sig.} > 0.05$  بجميع الفئات في محطات الحائط وسميراء وجبة عند درجة الحرية 1 والغزالة عند درجة الحرية 2 باستثناء الفئة الأولى (0-50 ملم) بمحطة بقعاء عند درجة الحرية 1 والفئة الرابعة (أكبر من 40 ملم) بمحطة حائل عند درجة الحرية 1 والفئة الرابعة أيضاً (60-80 ملم) عند درجة الحرية 2 بمحطة عقلة بن جبرين، وتدل هذه النتيجة على اختلاف توزيع الأمطار السنوية عن التوزيع الطبيعي بالمحطات المدروسة عدا الفئات المذكورة.

وقد أكد اختبار Levene لفحص تجانس تباين توزيع الأمطار السنوية أن مستوى الدلالة  $\text{Sig.} < 0.05$  وهو يدل على تباين تجانس كميات الأمطار وعدم تجانسها بجميع المحطات عدا محطة جبة، أن نتائج اختبار فحص التباين الأحادي ANOVA أظهرت أن مستوى الدلالة  $\text{Sig.} < 0.05$  بجميع المحطات المدروسة وهو يعزز نتائج الاختبارين السابقين، وتدل هذه النتائج على طبيعة تذبذب توزيع الأمطار السنوية وعدم انتظام تساقطها بمنطقة حائل.

## (ب) - فحص الأمطار اليومية القصوى

أظهرت نتائج اختبار Shapiro-Wilk لفحص تطابق توزيع الأمطار اليومية القصوى مع التوزيع الطبيعي أن مستوى الدلالة  $\text{Sig.} > 0.05$  بجميع الفئات في جميع المحطات عند درجة الحرية 2 باستثناء الفئة الثالثة بمحطة بقعاء (20-30 ملم) عند درجة الحرية 2 والفئة الرابعة (أكبر من 30 ملم) بمحطة سميراء عند درجة الحرية 1 والفئة الخامسة (أكبر من 20 ملم) بمحطة جبة عند درجة الحرية 2. وتدل هذه النتيجة على اختلاف توزيع الأمطار اليومية القصوى عن التوزيع الطبيعي بالمحطات المدروسة عدا الفئات المذكورة. وقد أكد اختبار Levene لفحص تجانس تباين توزيع الأمطار اليومية القصوى أن مستوى الدلالة  $\text{Sig.} < 0.05$  بمحطتي جبة وبقعاء وهو يدل على تباين كميات الأمطار وعدم تجانسها بالمحطتين، في حين أن مستوى الدلالة  $\text{Sig.} > 0.05$  بباقي المحطات وهو يدل على تجانس تباين كميات الأمطار اليومية القصوى بهذه المحطات. كما أن نتائج اختبار فحص التباين الأحادي ANOVA أظهرت أن مستوى الدلالة  $\text{Sig.} < 0.05$  بجميع المحطات المدروسة وهو يعزز نتائج الاختبارين السابقين. وتدل هذه النتائج كذلك على طبيعة تذبذب توزيع الأمطار اليومية القصوى وعدم انتظام تساقطها بمنطقة حائل.

## 6-2- تقدير مجال الثقة للمتوسط ولانحراف المعياري:

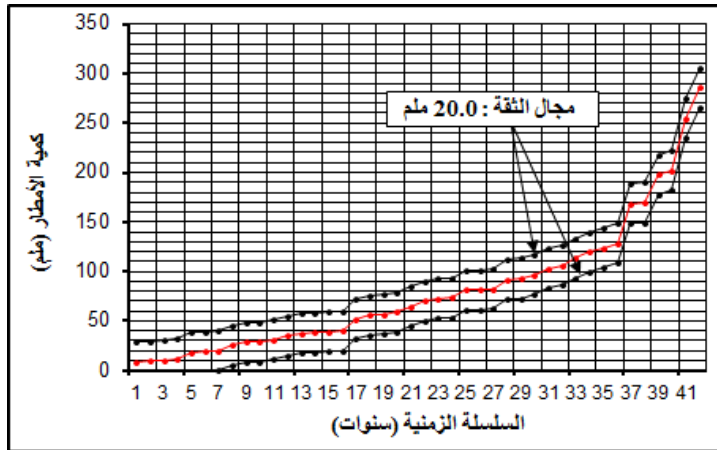
تم تقدير مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية وللأمطار اليومية القصوى بالمحطات المدروسة كما تلخصه بيانات الجدول 6. وبالاعتماد على بيانات هذا الجدول نجد أن متوسط الأمطار السنوية يصل أذناه بمحطة جبة ويتراوح بين 20.7 و32.3 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 19.6 و33.4 ملم عند مستوى الثقة 95% وبين 17.4 و35.6 ملم عند مستوى الثقة 99%. كما يصل متوسط الأمطار السنوية أقصاه بمحطة الحائط ويتراوح بين 64.3 و97.9 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 61.1 و101.1 ملم

عند مستوى الثقة 95% وبين 54.8 و 107.4 ملم عند مستوى الثقة 99%.

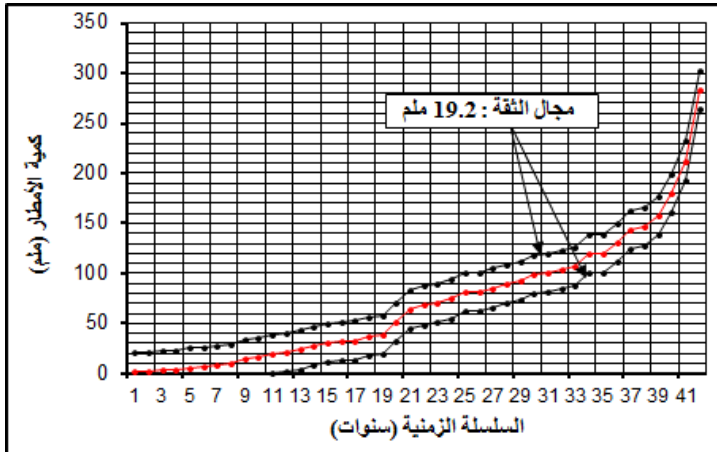
الجدول 6: مجال الثقة للمتوسط وللانحراف المعياري للأمطار بالمحطات المدروسة

المحطة	مجال الثقة للأمطار السنوية (ملم)			مجال الثقة للأمطار اليومية القصوى (ملم)		
	0.90	0.95	0.99	0.90	0.95	0.99
الحائط	± 16.8	± 20.0	± 26.3	± 3.8	± 5.0	± 5.0
سميراء	± 16.1	± 19.2	± 25.3	± 3.8	± 5.0	± 5.0
جبة	± 5.8	± 6.9	± 9.1	± 2.0	± 2.7	± 2.7
بقعاء	± 14.0	± 16.7	± 22.0	± 3.8	± 5.0	± 5.0
حائل	± 10.5	± 12.5	± 16.4	± 3.3	± 4.3	± 4.3
الغزالة	± 9.8	± 11.7	± 15.3	± 4.0	± 5.2	± 5.2
عقلة بن جبرين	± 12.6	± 15.0	± 19.7	± 4.3	± 5.6	± 5.6

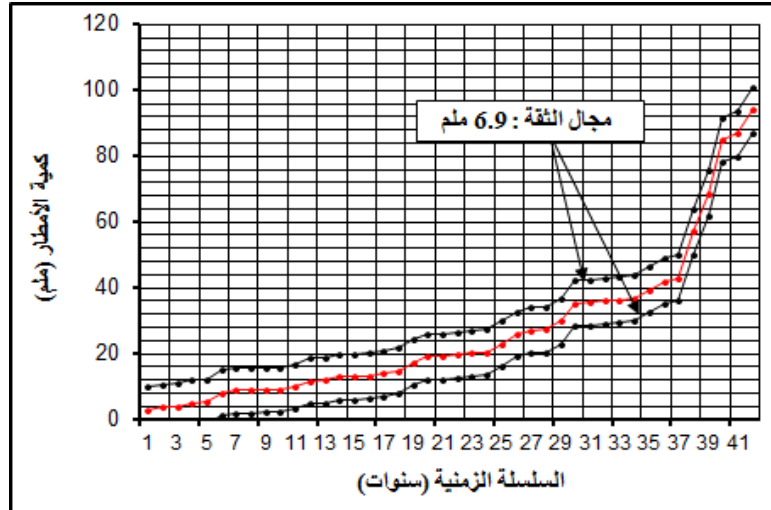
ومن جهة أخرى نجد أن الانحراف المعياري للأمطار السنوية يصل كذلك أدناه بمحطة جبة ويتراوح بين 17.1 و 28.7 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 16.0 و 29.8 ملم عند مستوى الثقة 95% وبين 13.8 و 32.0 ملم عند مستوى الثقة 99%. ويصل الانحراف المعياري للأمطار السنوية أقصاه بمحطة الحائط ويتراوح بين 49.4 و 83.0 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 46.2 و 86.2 ملم عند مستوى الثقة 95% وبين 39.9 و 92.5 ملم عند مستوى الثقة 99% (الأشكال من 2 إلى 8).



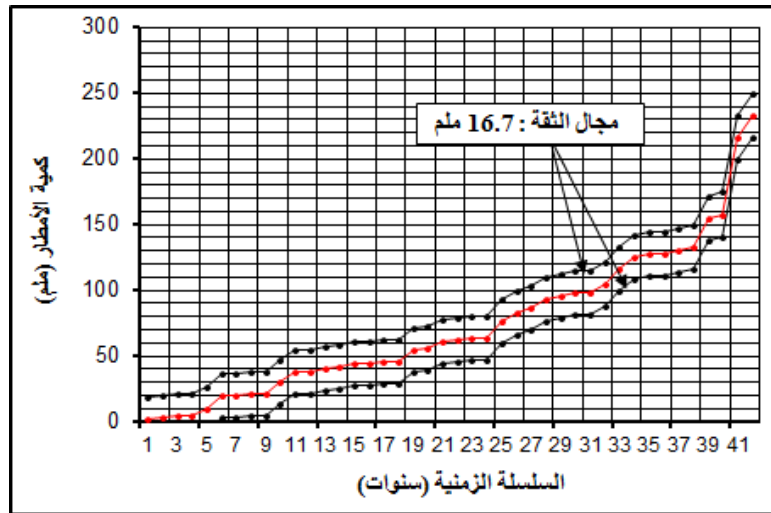
الشكل 2: مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة الحائط



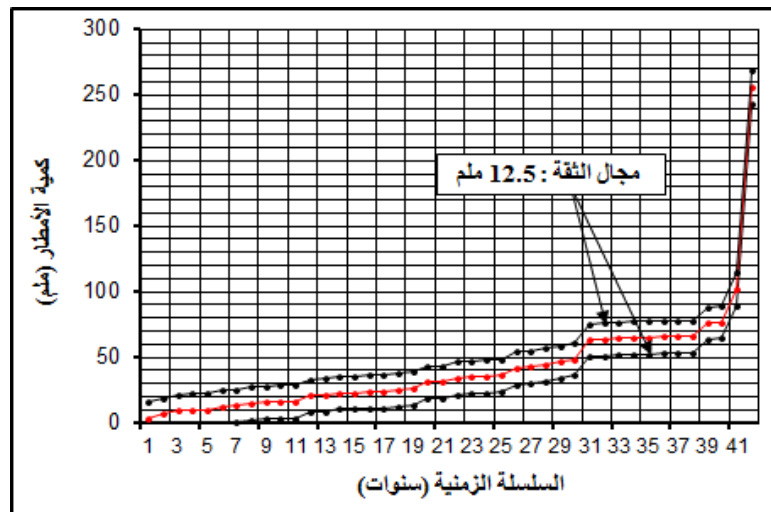
الشكل 3: مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة سميراء



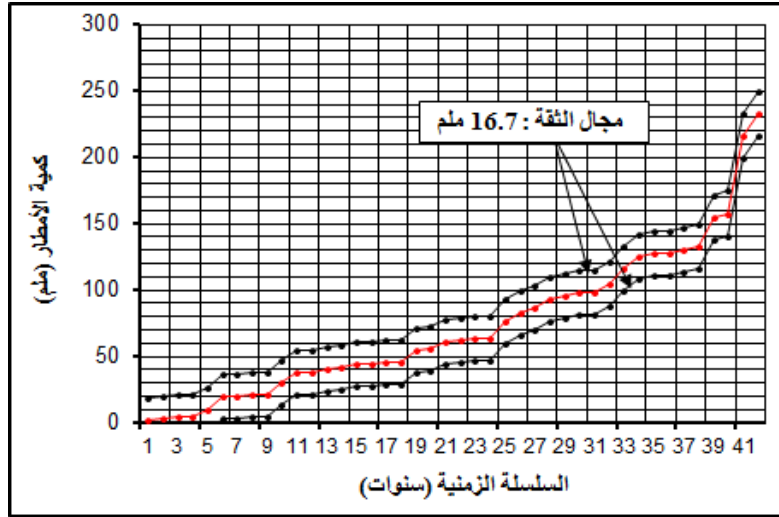
الشكل 4: مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة جبة



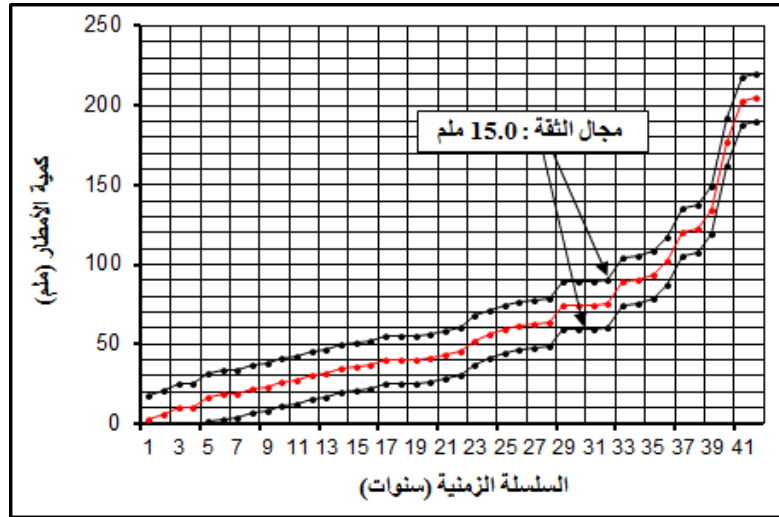
الشكل 5: مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة بقعاء



الشكل 6: مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة حائل

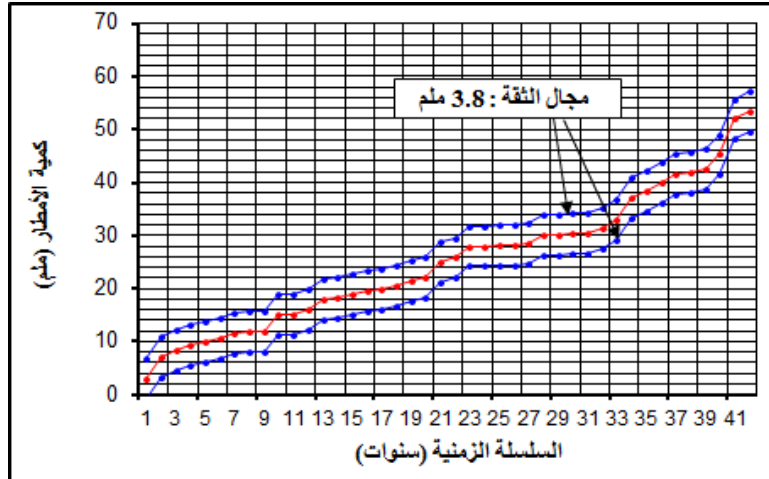


الشكل 7 : مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة الغزالة

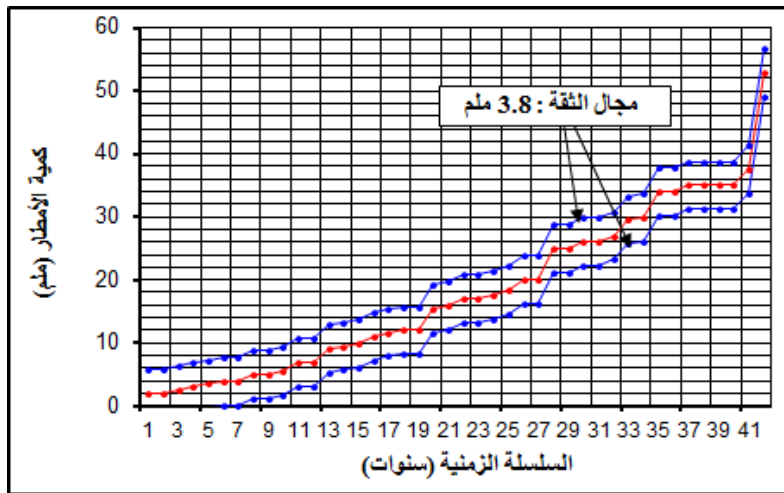


الشكل 8 : مجال الثقة لمتوسط الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة عقلة بن جبرين

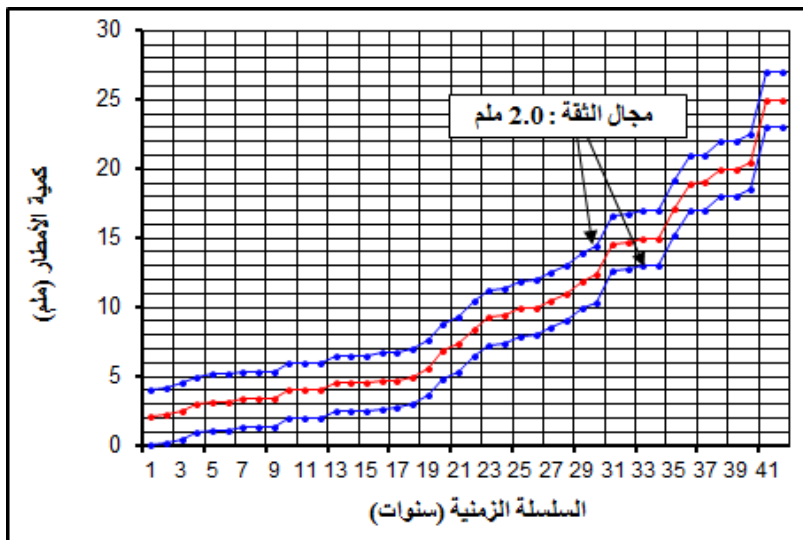
اعتماداً على بيانات الجدول 6 نجد أن متوسط الأمطار اليومية القصوى يصل أدناه بمحطة جبة ويتراوح بين 7.9 و 11.3 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 7.6 و 11.6 ملم عند مستوى الثقة 95% وبين 6.9 و 12.3 ملم عند مستوى الثقة 99%. ويصل متوسط الأمطار اليومية القصوى أقصاه بمحطة الحائط ويتراوح بين 22.3 و 28.7 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 21.7 و 29.3 ملم عند مستوى الثقة 95% وبين 20.5 و 30.5 ملم عند مستوى الثقة 99%. ومن جهة أخرى نجد أن الانحراف المعياري للأمطار اليومية القصوى يصل كذلك أدناه بمحطة جبة ويتراوح بين 5.0 و 8.4 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 4.7 و 8.7 ملم عند مستوى الثقة 95% وبين 4.0 و 9.4 ملم عند مستوى الثقة 99%. ويصل الانحراف المعياري للأمطار اليومية القصوى أقصاه بمحطة عقلة بن جبرين ويتراوح بين 10.5 و 17.7 ملم عند مستوى الثقة 90% وبين 9.8 و 18.4 ملم عند مستوى الثقة 95% وبين 8.5 و 19.7 ملم عند مستوى الثقة 99% (الأشكال من 9 إلى 15).



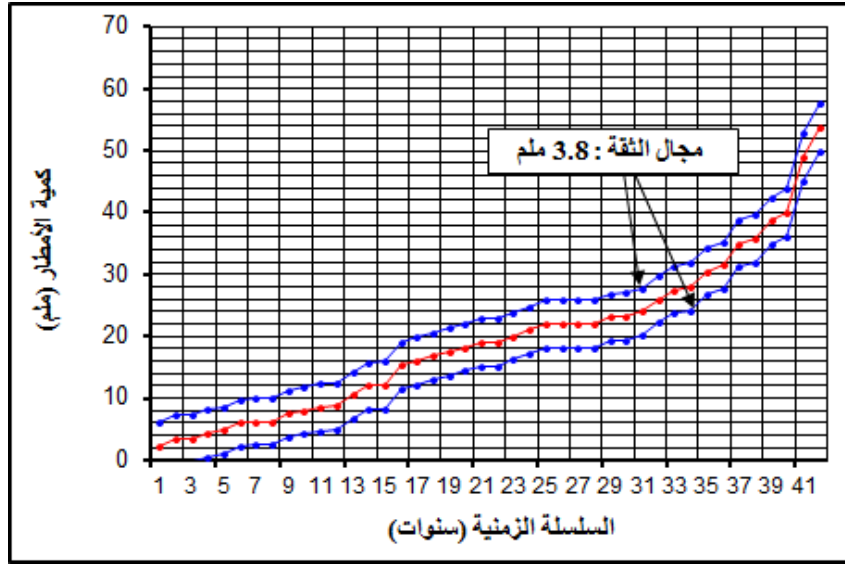
الشكل 9: مجال الثقة لمتوسط الأمطار اليومية القصوى خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة الحائط



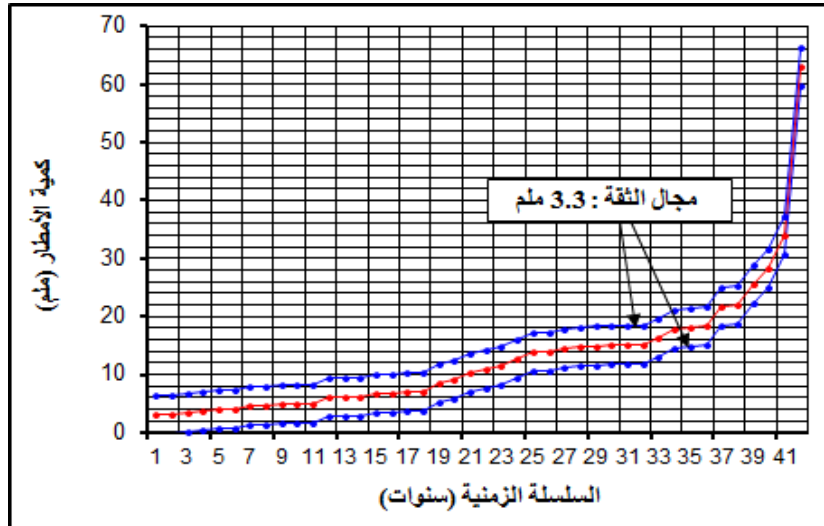
الشكل 10: مجال الثقة لمتوسط الأمطار اليومية القصوى خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة سميراء



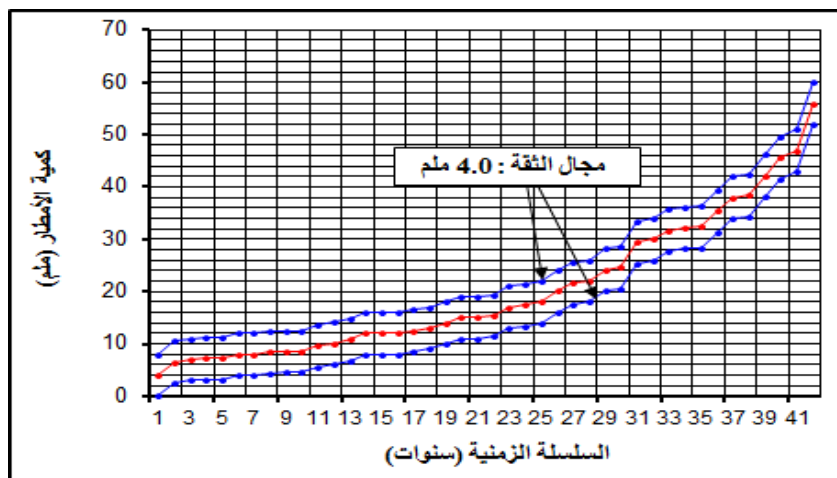
الشكل 11: مجال الثقة لمتوسط الأمطار اليومية القصوى خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة جبة



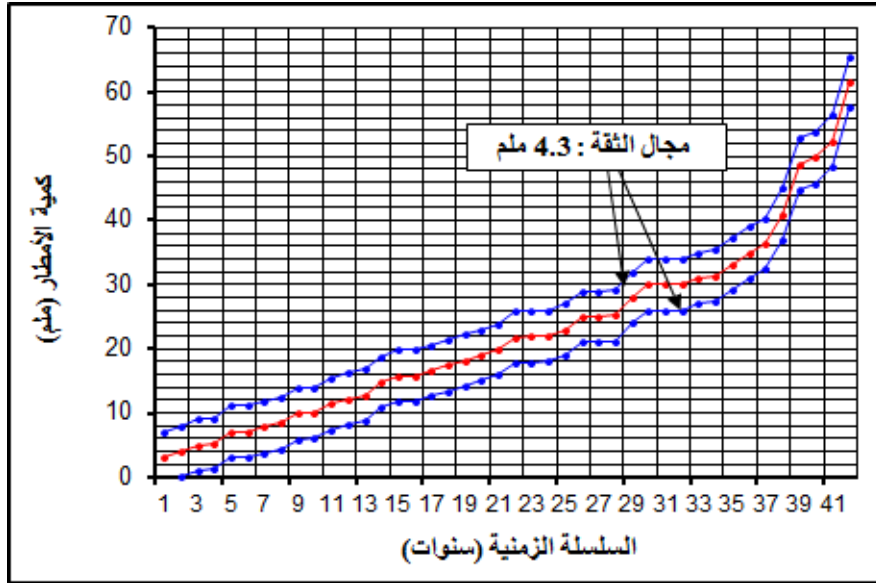
الشكل 12: مجال الثقة لمتوسط الأمطار اليومية القصوى خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة بقاء



الشكل 13: مجال الثقة لمتوسط الأمطار اليومية القصوى خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة حائل



الشكل 14: مجال الثقة لمتوسط الأمطار اليومية القصوى خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة الغزالة



الشكل 15 : مجال الثقة لمتوسط الأمطار اليومية القصوى خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة عقلة بن جبرين

### 6-3- تحليل اتجاه تغير الأمطار

تم تحليل اتجاه التغير العام للأمطار السنوية وللأمطار اليومية القصوى بتطبيق ثلاث طرق إحصائية هي :

#### 6-3-1- النسبة بين المتوسطات النصفية

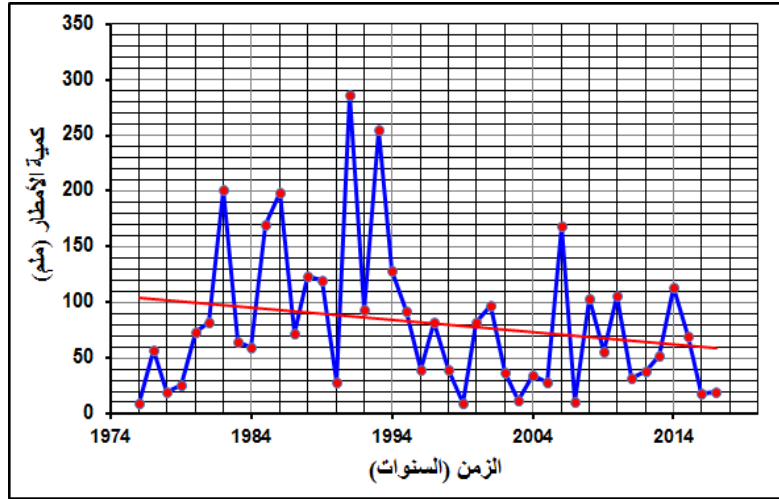
تعتمد هذه الطريقة على العلاقة النسبية بين المتوسطين النصفين للأمطار السلسلة الزمنية بكل محطة التي يمثل فيها المتوسط النصفى للفترة الأولى المقام والمتوسط النصفى للفترة الثانية المقام. ويلخص الجدول 7 نتائج النسبة بين المتوسطات النصفية للأمطار السنوية.

الجدول 7: اتجاه التغير العام للأمطار السنوية بطريقة المتوسطين النصفيين للمدة الزمنية 1976-2017 بالمحطات المدروسة

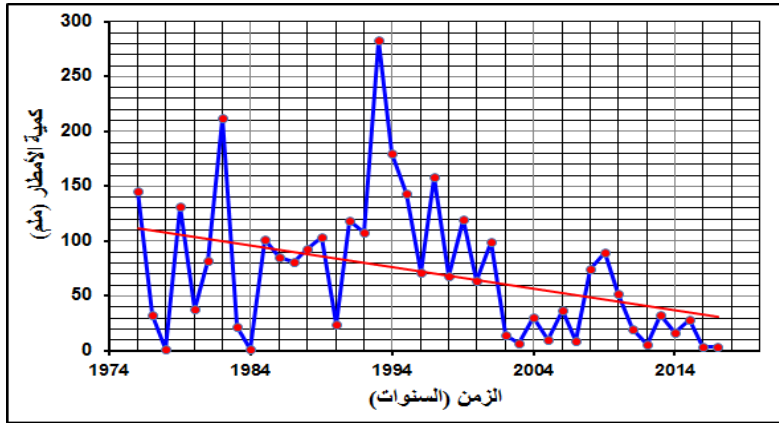
نوع الاتجاه	النسبة	2017-1997	1996-1976	المحطة
اتجاه متناقص	$X_2/X_1$	$X_2$	$X_1$	
اتجاه متناقص	0.55	57.5	104.1	الحائط
اتجاه متناقص	0.46	45.0	98.1	سميراء
اتجاه مستقر	1.04	27.0	26.0	جبة
اتجاه متناقص	0.78	64.5	82.7	بقعاء
اتجاه متناقص	0.87	29.9	34.3	حائل
اتجاه متناقص	0.46	35.3	76.6	الغزالة
اتجاه متناقص	0.50	41.1	82.3	عقلة بن جبرين

ويتضح من بيانات الجدول 7 والأشكال من 16 إلى 22 أن جميع اتجاهات الأمطار السنوية متناقصة بجميع المحطات عدا محطة جبة، كما أن نسبة تناقص الأمطار السنوية يتراوح بين 13% بمحطة حائل و 54% بمحطتي سميراء والغزالة.

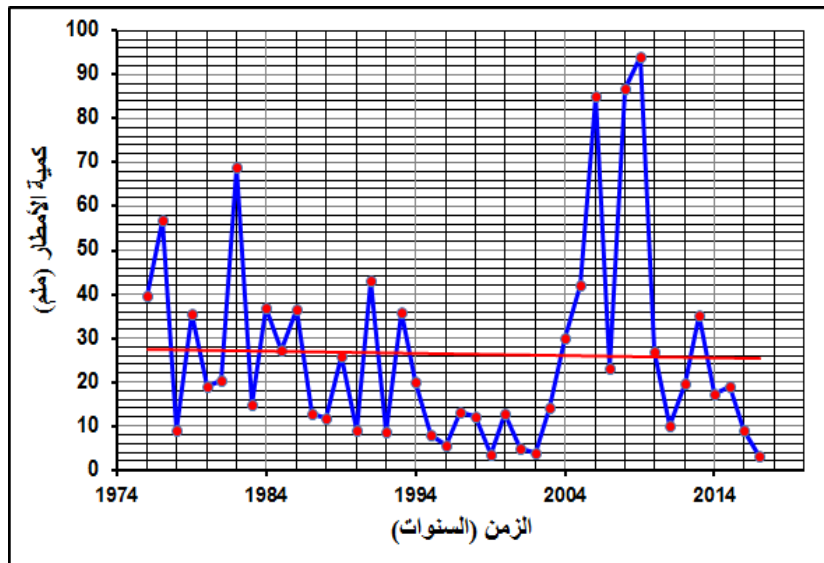




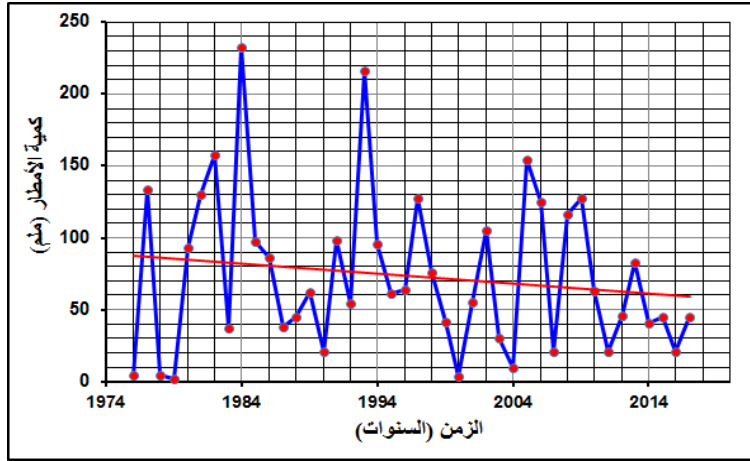
الشكل 16 : اتجاهات الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة الحانط



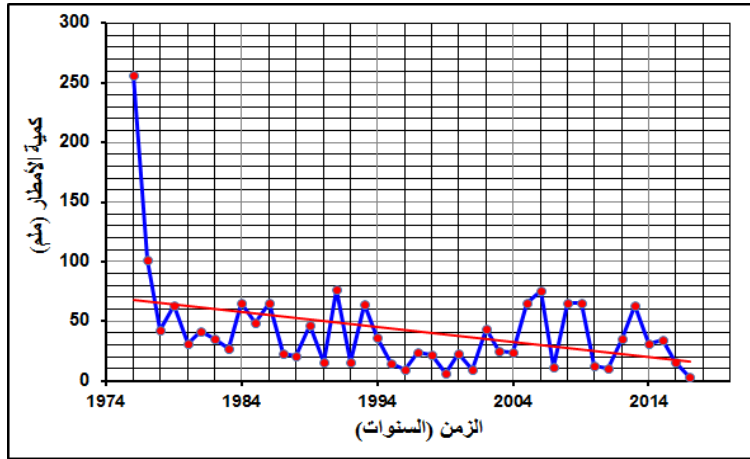
الشكل 17 : اتجاهات الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة سميراء



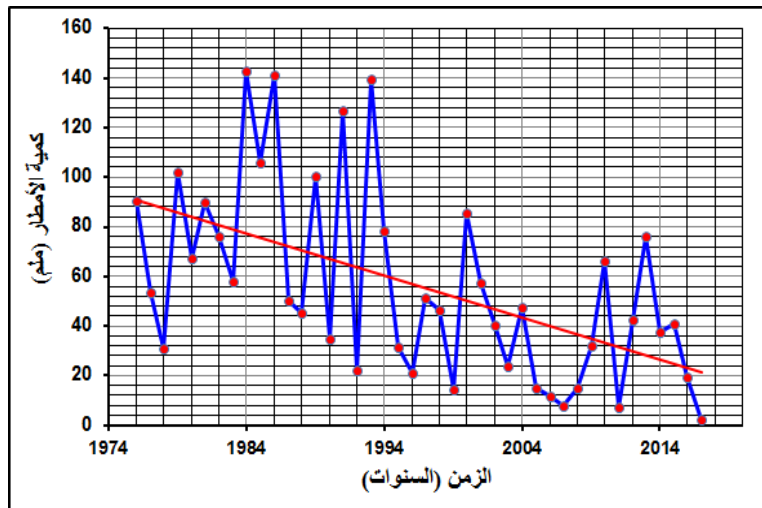
الشكل 18 : اتجاهات الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة جبة



الشكل 19 : اتجاهات الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة بقاء



الشكل 20 : اتجاهات الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة حائل



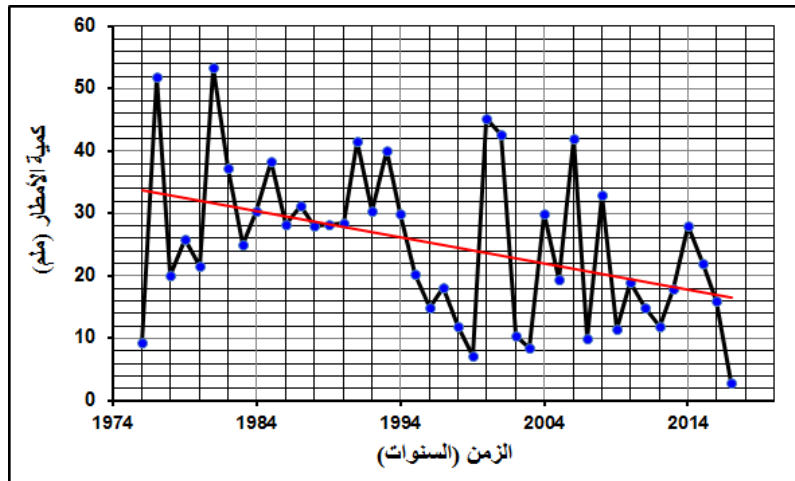
الشكل 21 : اتجاهات الأمطار السنوية خلال المدة الزمنية 1976-2017 بمحطة الغزالة

كما تم حساب النسبة بين المتوسطات النصفية للأمطار اليومية القصوى بالمحطات المدروسة كما يوضحه الجدول 8 والأشكال من 23 إلى 29.

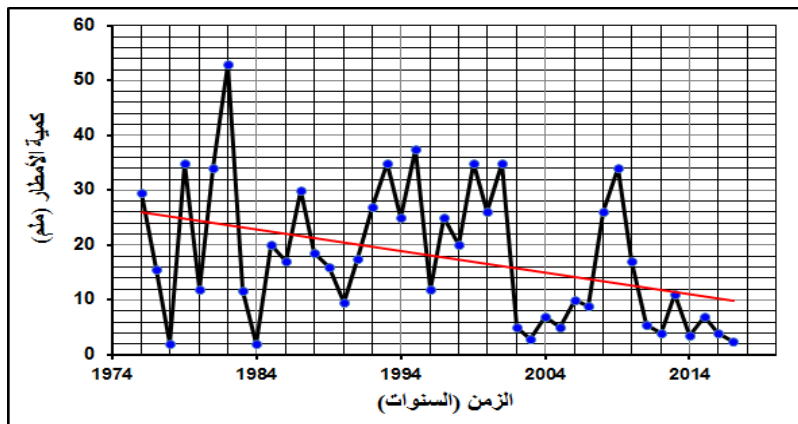
الجدول 8: اتجاه التغير العام للأمطار اليومية القصوى بطريقة المتوسطين النصفيين للمدة الزمنية 1976-2017 بالمحطات المدروسة

المحطة	1996-1976	2017-1997	النسبة	نوع الاتجاه
الحائط	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> /X <sub>1</sub>	اتجاه متناقص
سميراء	30.2	20.2	0.67	اتجاه متناقص
جبة	21.9	14.0	0.64	اتجاه متناقص
بقعاء	9.7	9.6	0.99	اتجاه مستقر
حائل	21.1	18.0	0.85	اتجاه متناقص
الغزالة	33.5	12.1	0.36	اتجاه متناقص
عقلة بن جبرين	26.2	14.1	0.54	اتجاه متناقص
	26.6	18.4	0.69	اتجاه متناقص

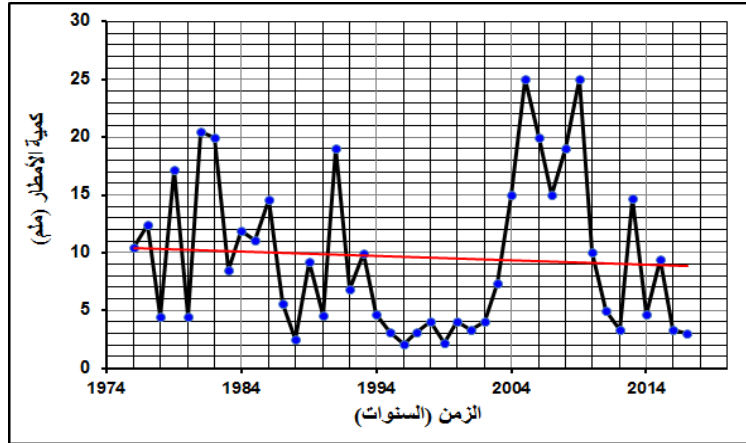
ويوضح من بيانات الجدول 8 أن هناك تطابق تام بين جميع اتجاهات الأمطار اليومية القصوى مع مثيلاتها للأمطار السنوية بجميع المحطات، إذ تتراوح نسبة تناقص الأمطار اليومية القصوى بين 15% بمحطة بقعاء و64% بمحطة حائل.



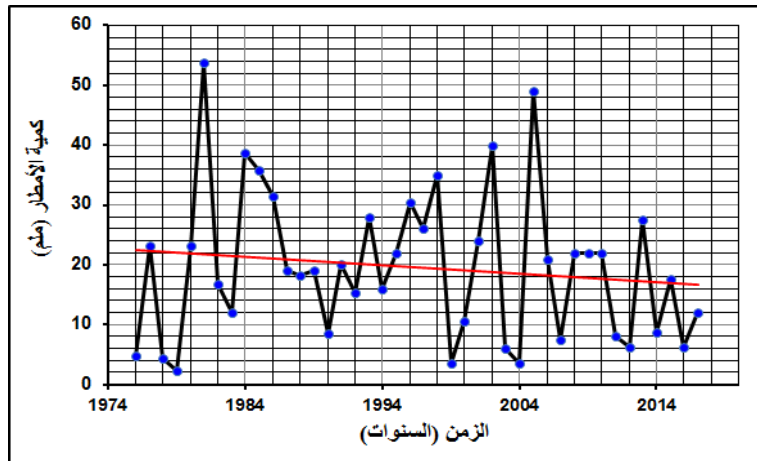
الشكل 23 : اتجاهات الأمطار اليومية القصوى خلال المدة 1976-2017 بمحطة الحائط



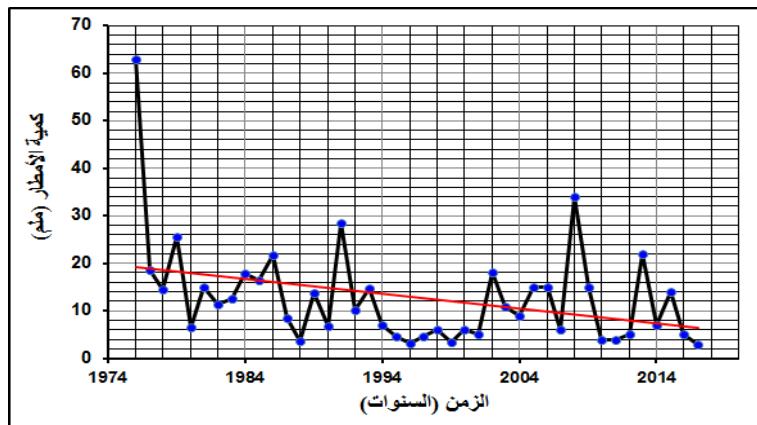
الشكل 24 : اتجاهات الأمطار اليومية القصوى خلال المدة 1976-2017 بمحطة سميراء



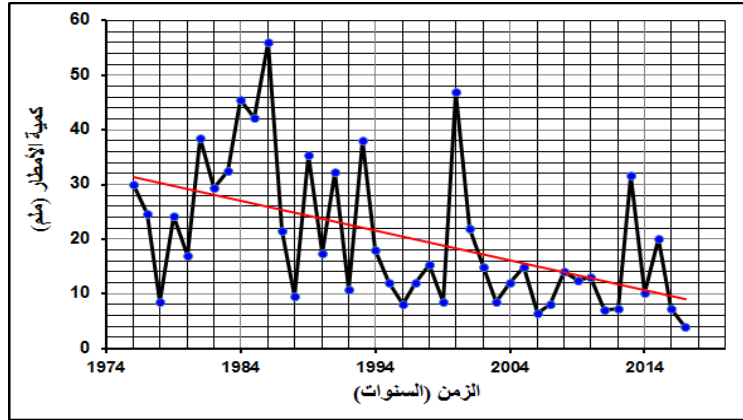
الشكل 25 : اتجاهات الأمطار اليومية القصوى خلال المدة 1976-2017 بمحطة جبة



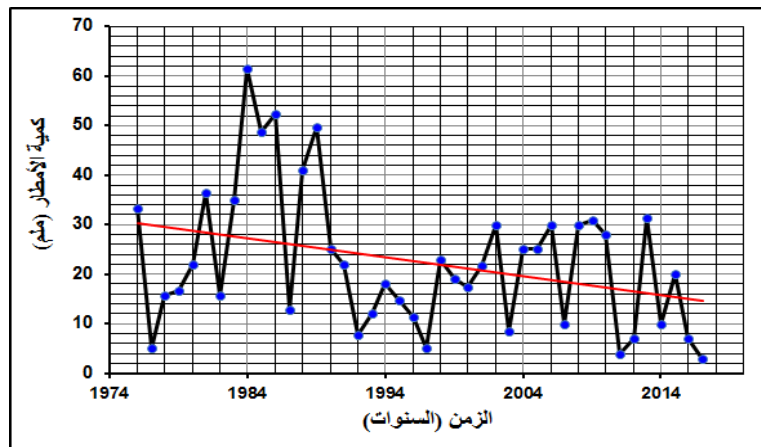
الشكل 26 : اتجاهات الأمطار اليومية القصوى خلال المدة 1976-2017 بمحطة بقعاء



الشكل 27 : اتجاهات الأمطار اليومية القصوى خلال المدة 1976-2017 بمحطة حائل



الشكل 28 : اتجاهات الأمطار اليومية القصوى خلال المدة 2017-1976 بمحطة الغزالة



الشكل 29 : اتجاهات الأمطار اليومية القصوى خلال المدة 2017-1976 بمحطة عقلة بن جبرين

### 6-3-2- مقارنة كميات الأمطار بمتوسطاتها:

اعتمدت مقارنة كميات الأمطار بمتوسطاتها على الفحص الإحصائي اللامعلمي Binomial Test المتوفر بأدوات التحليل من برنامج SPSS23. وأعطى هذا الفحص النتائج التالية بالنسبة للأمطار السنوية: (الجدول 9)

الجدول 9: تكرارات مقارنة كميات الأمطار السنوية بمتوسطاتها خلال المدة 2017-1976 بالمحطات المدروسة

المحطة	المتوسط (مم)	أكبر من المتوسط	النسبة	أقل من المتوسط	النسبة	مستوى الدلالة
	X'	X' <	%	X' >	%	Sig.
الحائط	81.1	18	0.43	24	0.57	0.441
سميراء	71.6	19	0.45	23	0.55	0.644
جبة	26.5	16	0.38	26	0.62	0.164
بقعاء	73.6	18	0.43	24	0.57	0.441
حائل	42.1	16	0.38	26	0.62	0.164
الغزالة	55.9	17	0.40	25	0.60	0.280
عقلة بن جبرين	61.7	16	0.38	26	0.62	0.164

ويتضح من بيانات الجدول 9 أن تكرارات كميات الأمطار السنوية التي تفوق متوسطاتها السنوية تتراوح بين 16 تكرار، أي ما يعادل 38% من إجمالي التكرارات بمحطات جبة وحائل وعقلة بن جبرين و 19 تكرار، أي ما يعادل 45% من إجمالي التكرارات

بمحطة سميراء. ومن جهة أخرى نجد أن مستوى الدلالة لهذا الفحص يفوق قيمة مستوى الدلالة الحرجة 0.05 بجميع المحطات وهو يدل على أن الفروق بين تكرارات كميات الأمطار السنوية التي تفوق متوسطاتها خلال الفترة 1976-2017 غير مهمة وليست لها أية دلالة إحصائية.

كما تم تطبيق هذا الفحص على كميات الأمطار اليومية القصوى كما تلخصه بيانات الجدول 10.

**الجدول 10: تكرارات مقارنة كميات الأمطار اليومية القصوى بمتوسطاتها خلال المدة 1976-2017 بالمحطات المدروسة**

المحطة	المتوسط (مم)	أكبر من المتوسط	النسبة	أقل من المتوسط	النسبة	مستوى الدلالة
	X'	X' <	%	X' >	%	Sig.
الحائط	25.2	21	00.5	21	0.50	1.000
سميراء	18.0	18	30.4	24	0.57	0.441
جبة	9.6	18	30.4	24	0.57	0.441
بقعاء	19.5	20	80.5	22	0.52	0.878
حائل	12.8	18	30.4	24	0.57	0.441
الغزالة	20.2	16	380.	26	0.62	0.164
عقلة بن جبرين	22.5	18	30.4	24	0.57	0.441

ويتضح من بيانات الجدول 10 أن تكرارات كميات الأمطار اليومية القصوى التي تفوق متوسطاتها السنوية تتراوح بين 16 تكرار، أي ما يعادل 38% من إجمالي التكرارات بمحطة الغزالة و 21 تكرار، أي ما يعادل 50% من إجمالي التكرارات بمحطة الحائط. ومن جهة أخرى نجد أن مستوى الدلالة لهذا الفحص يفوق قيمة مستوى الدلالة الحرجة 0.05 بجميع المحطات وهو يدل أيضاً على أن الفروق بين تكرارات كميات الأمطار اليومية التي تفوق متوسطاتها خلال الفترة 1976-2017 غير مهمة وليست لها أية دلالة إحصائية.

### 6-3-3- تحليل اتجاه المتوسطات النصفية

#### 6-3-3-1- تحليل اتجاه المتوسطات النصفية للأمطار السنوية

يلاحظ من بيانات الجدول 11 أن كل كميات الأمطار السنوية ذات اتجاه مطري متناقص بكل المحطات وأن جميع الاتجاهات ذات قيم انحدار بسيطة تراوحت قيمها السالبة بين (-0.023) بمحطة حائل و (-0.002) بمحطة الحائط.

**الجدول 11: فحص "t" ستودنت لانجاه التغير بطريقة المتوسطات النصفية للأمطار السنوية**

خلال المدة 1976-2017 بالمحطات المدروسة

المتغير	الحائط	سميراء	جبة	بقعاء	حائل	الغزالة	عقلة بن جبرين
X' <sub>1</sub>	104.1	98.1	26.0	82.7	34.3	76.6	82.3
X' <sub>2</sub>	57.5	45.0	27.0	64.5	29.9	35.3	41.1
SD <sub>1</sub>	77.6	70.4	17.2	63.9	57.2	40.1	23.6
SD <sub>2</sub>	42.2	43.1	27.8	45.0	24.1	58.5	26.8
n <sub>1</sub>	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5
n <sub>2</sub>	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
b	-0.023	-0.026	0.000	-0.009	-0.002	-0.020	-0.020
SE	19.3	18.0	7.1	17.1	13.5	15.5	7.8
tc	2.418	2.948	0.140	1.067	0.325	2.668	5.287
df	40	40	40	40	40	40	40
tc <sub>0.05</sub>	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021

ولقد بين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين  $2 S.E. |X'_1 - X'_2|$  عدم وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفين في محطات جبة وبقعاء وحائل عند مستوى الاحتمال 5 %، إذ جاءت جميع الفروق بينها أقل من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين. وتعد هذه الفروق الحاصلة غير ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تقل عن 5 % . ويشترط لأن يكون الفرق ذا أهمية إحصائية وبالتالي جوهري وحقيقي أن يزيد عن ضعفي (2 S.E) أو 3 أضعاف الخطأ المعياري (3 S.E) للفرق وإلا اعتبر غير مهم إحصائياً ومرفوضاً (Crowe, 1971 ; Gregory, 1970). وعليه تعد جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات غير مهمة إحصائياً وغير جوهرياً أو حقيقية وهي ناجمة عن عشوائية نظام

تساقط الأمطار السنوية بها وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت للفرق بين المتوسطات النصفية هذه النتيجة، بحيث نجد أن قيم "t" المحسوبة للفرق بين المتوسطات أقل بكثير من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية 0.05 وهي 2.021 المناسبة لدرجة الحرية (n-2) 40 بالمحطات المذكورة. ويشترط لكي يكون الفرق بين المتوسطات النصفية مهماً وجوهرياً أن تكون قيمة "t" المحسوبة أكبر من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية 0.05 ودرجة الحرية المناسبة، أي أن قيمة  $t_c > t_{0.05}$ ، وإلا اعتبر الفرق الحاصل غير مهم وناتج عن الحظ ومرفوضاً (Gregory, 1970 ; Oliver, 1981). وعليه فإن الاتجاهات المطرية المحسوبة في هذه المحطات تعتبر جميعها اتجاهات ذات أهمية إحصائية لا يمكن الاعتماد عليها في تحليل التغيرات الزمنية والمكانية المتناقصة لكميات الأمطار السنوية بهذه المحطات خلال الفترة 1976-2017م.

وبين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفين في محطات الحائط وسميراء والغزالة وعقلة بن جبرين عند مستوى الاحتمال 5 %، بحيث جاءت جميع الفروق بينها أكبر من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين. وتعد هذه الفروق الحاصلة ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تزيد عن 5 % . وعليه تُعد جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات مهمة إحصائياً وجوهرياً أو حقيقية وهي ناجمة عن انتظام تساقط الأمطار السنوية بها. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت للفرق بين المتوسطات النصفية هذه النتيجة، بحيث نجد أن قيم "t" المحسوبة للفرق بين المتوسطات أكبر من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية 0.05 وهي 2.021 المناسبة لدرجة الحرية (n-2) 40 بالمحطات المذكورة. وعليه فإن الاتجاهات المطرية المحسوبة في هذه المحطات تعتبر جميعها اتجاهات ذات أهمية إحصائية يمكن الاعتماد عليها في تحليل التغيرات الزمنية والمكانية المتناقصة لكميات الأمطار السنوية بهذه المحطات خلال المدة 1976-2017م.

### 6-3-2- تحليل اتجاه المتوسطات النصفية للأمطار اليومية القصوى:

يلاحظ من خلال بيانات الجدول 12 أن كل كميات الأمطار اليومية القصوى ذات اتجاه مطري متناقص بكل المحطات وأن جميع الاتجاهات ذات قيم انحدار بسيطة تراوحت قيمها السالبة بين (-1.004) بمحطة حائل و(-0.005) بمحطة جبة.

الجدول 12: فحص "t" ستودنت لانجاه التغير بطريقة المتوسطات النصفية للأمطار اليومية القصوى خلال المدة 1976-

### 2017 بالمحطات المدروسة

المتغير	الحائط	سميراء	جبة	بقعاء	حائل	الغزالة	عقلة بن جبرين
X' <sub>1</sub>	30.2	21.9	9.7	21.1	33.5	26.2	26.6
X' <sub>2</sub>	20.2	14.0	9.6	18.0	12.1	14.1	18.4
SD <sub>1</sub>	10.9	12.7	5.9	12.4	18.8	13.4	16.4
SD <sub>2</sub>	12.2	11.6	7.6	12.7	8.1	9.8	10.1
n <sub>1</sub>	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5	1996.5
n <sub>2</sub>	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
b	-0.488	-0.385	-0.005	-0.151	-1.044	-0.590	-0.400
SE	3.6	3.8	2.1	3.9	4.5	3.6	4.2
tc	2.801	2.105	0.048	0.800	4.791	3.340	1.951
df	40	40	40	40	40	40	40
tc <sub>0.05</sub>	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021

ولقد بين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين  $2S.E|X'_1 - X'_2|$  عدم وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفيين في محطات جبة وبقعاء وعقلة بن جبرين عند مستوى الاحتمال 5 % ، بحيث جاءت جميع الفروق بينها أقل بكثير من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين. وتعد هذه الفروق الحاصلة غير ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تقل عن 5 % . ويشترط لأن يكون الفرق ذا أهمية إحصائية وبالتالي جوهرية وحقيقي أن يزيد عن ضعفي (2 S.E) أو 3 أضعاف الخطأ المعياري (3 S.E) للفرق. وعليه تعد جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات غير مهمة إحصائياً وغير جوهرية أو حقيقية وهي ناجمة عن عشوائية نظام تساقط الأمطار اليومية القصوى بها. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت للفرق بين المتوسطات النصفية هذه النتيجة، بحيث نجد أن قيم "t" المحسوبة للفرق بين المتوسطات أقل بكثير من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية 0.05 وهي 2.021 المناسبة لدرجة الحرية (n-2) 40 بالمحطات المذكورة. وعليه فإن الاتجاهات المطرية المحسوبة في هذه المحطات تمثل جميعها اتجاهات ذات أهمية إحصائية لا يمكن الاعتماد عليها في تحليل التغيرات الزمنية والمكانية المتناقصة لكميات الأمطار اليومية القصوى بهذه المحطات خلال الفترة 1976-2017م.

وبين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفيين في محطات الحائط وسميراء وحائل والغزالة عند مستوى الاحتمال 5 %، بحيث جاءت جميع الفروق بينها أكبر من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين. وتعد هذه الفروق الحاصلة ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تزيد عن 5 % . وعليه تعد جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات مهمة إحصائياً وجوهرية أو حقيقية وهي ناجمة عن انتظام تساقط الأمطار اليومية القصوى بها. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت للفرق بين المتوسطات النصفية هذه النتيجة، ونجد أن قيم "t" المحسوبة للفرق بين المتوسطات أكبر من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية 0.05 وهي 2.021 المناسبة لدرجة الحرية (n-2) 40 بالمحطات المذكورة. وعليه فإن الاتجاهات المطرية المحسوبة في هذه المحطات تعتبر جميعها اتجاهات ذات أهمية إحصائية يمكن الاعتماد عليها في تحليل التغيرات الزمنية والمكانية المتناقصة لكميات الأمطار اليومية القصوى بهذه المحطات خلال المدة 1976-2017م.

#### ❖ الخلاصة

أظهرت نتائج اختبار Shapiro-Wilk لفحص تطابق توزيع الأمطار السنوية مع التوزيع الطبيعي على اختلاف توزيع الأمطار السنوية عن التوزيع الطبيعي بالمحطات المدروسة عدا الفئات المذكورة أن مستوى الدلالة  $Sig. > 0.05$  بجميع الفئات في محطات الحائط وسميراء وجبة والغزالة باستثناء الفئة الأولى بمحطة بقعاء والفئة الرابعة بمحطتي حائل وعقلة بن جبرين. وقد أكد اختبار Levene لفحص تجانس توزيع الأمطار السنوية أن مستوى الدلالة  $Sig. < 0.05$  وهو يدل على تباين تجانس كميات الأمطار السنوية وعدم تجانسها بجميع المحطات عدا محطة جبة. كما أن نتائج اختبار فحص التباين الأحادي ANOVA أظهرت أن مستوى الدلالة  $Sig. < 0.05$  بجميع المحطات المدروسة وهو يعزز نتائج الاختبارين السابقين. كما أظهرت هذه الفحوصات على اختلاف توزيع الأمطار اليومية القصوى عن التوزيع الطبيعي بالمحطات المدروسة وأن مستوى الدلالة  $Sig. > 0.05$  بجميع الفئات في جميع المحطات باستثناء الفئة الثالثة بمحطة بقعاء والفئة الرابعة بمحطة سميراء والفئة الخامسة بمحطة جبة. وقد أكد اختبار Levene لفحص تجانس تباين توزيع الأمطار اليومية القصوى أن مستوى الدلالة  $Sig. < 0.05$  بمحطتي جبة وبقعاء وهو يدل على تباين كميات الأمطار وعدم تجانسها بالمحطتين، في حين أن مستوى الدلالة  $Sig. > 0.05$  بباقي المحطات وهو يدل على تجانس تباين كميات الأمطار اليومية القصوى بهذه المحطات. كما أن نتائج اختبار فحص التباين الأحادي ANOVA أظهرت أن مستوى الدلالة  $Sig. < 0.05$  بجميع المحطات المدروسة وهو يعزز نتائج الاختبارين السابقين. وتدل هذه النتائج على طبيعة تذبذب توزيع الأمطار وعدم انتظام تساقطها يومياً وعلى مدار السنة بمنطقة حائل.

ولقد أظهر تقدير مجال الثقة أن متوسط الأمطار السنوية واليومية القصوى وانحرافهما المعياري يصل أدناه بمحطة جبة وأقصاه بمحطة الحائط عند مستوى الثقة 90% و95% و99%.

وأما بالنسبة لاتجاه التغير العام فلقد توصلت هذه الدراسة إلى أن جميع اتجاهات الأمطار السنوية المحسوبة بطريقة النسبة بين المتوسطين النصفيين متناقصة بجميع المحطات عدا محطة جبة وأن نسبة تناقص الأمطار السنوية يتراوح بين 13% بمحطة حائل و54% بمحطتي سميراء والغزالة. كما أن هناك تطابق تام بين جميع اتجاهات الأمطار اليومية القصوى مع مثيلاتها للأمطار



السنوية بجميع المحطات، وتتراوح نسبة تناقص الأمطار اليومية القصوى بين 15% بمحطة بقعاء و64% بمحطة حائل. ولقد أكدت نتائج مقارنة كميات الأمطار بمتوسطاتها أن مستوى الدلالة لهذا الفحص يفوق قيمة مستوى الدلالة الحرجة 0.05 بجميع المحطات وهو يدل على أن الفروق بين تكرارات كميات الأمطار السنوية التي تفوق متوسطاتها خلال الفترة 1976-2017 غير مهمة وليست لها أية دلالة إحصائية.

وقد تبين أن مستوى الدلالة لهذا الفحص بالنسبة للأمطار اليومية القصوى يفوق قيمة مستوى الدلالة الحرجة 0.05 بجميع المحطات وهو يدل أيضاً على أن الفروق بين تكرارات كميات الأمطار اليومية القصوى التي تفوق متوسطاتها خلال الفترة 1976-2017 غير مهمة وليست لها أية دلالة إحصائية.

ولقد بين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين عدم وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفين في محطات جبة وبقعاء وحائل عند مستوى الاحتمال 5% وتعد جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات غير مهمة إحصائياً وغير جوهريّة أو حقيقية وهي ناجمة عن عشوائية نظام تساقط الأمطار السنوية بها. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت هذه النتيجة.

وبين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفين في محطات الحائط وسميراء والغزالة وعقلة بن جبرين عند مستوى الاحتمال 5% وأن جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات مهمة إحصائياً وجوهريّة أو حقيقية وهي ناجمة عن انتظام تساقط الأمطار السنوية بها. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت هذه النتيجة.

وأما بالنسبة للأمطار اليومية القصوى فقد بين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين عدم وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفين في محطات جبة وبقعاء وعقلة بن جبرين عند مستوى الاحتمال 5% وأن جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات غير مهمة إحصائياً وغير جوهريّة أو حقيقية وهي ناجمة عن عشوائية نظام تساقط الأمطار اليومية القصوى بها. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت هذه النتيجة.

وبين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفين في محطات الحائط وسميراء وحائل والغزالة عند مستوى الاحتمال 5% وأن جميع الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات مهمة إحصائياً وجوهريّة أو حقيقية وهي ناجمة عن انتظام تساقط الأمطار اليومية القصوى بها. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت هذه النتيجة.

#### ❖ التوصيات:

بناء على ما تقدم من نتائج فإن هذه الدراسة تقدم جملة من التوصيات تتلخص في ما يلي:

1- للتأكد من كفاية عدد المحطات المطرية الحالية (25 محطة) بمنطقة حائل تم تطبيق النموذج الهيدرولوجي التالي: (Ragunath, 2000:36)

$$N = \left[ \frac{Cv}{\epsilon} \right]^2$$

وفيه يمثل N العدد الأمثل للمحطات المطرية المطلوبة و Cv معامل التباين للأمطار السلسلة الزمنية المدروسة و  $\epsilon$  نسبة الخطأ في تقدير متوسط الأمطار بالمحطات المطرية لمنطقة حائل.

وبتطبيق هذا النموذج باستخدام متوسط الأمطار السنوية للفترة 1976-2017 بالمحطات المدروسة، نجد أن العدد الأمثل للمحطات المطرية يبلغ 18 محطة بنسبة خطأ تبلغ 5%. وعليه فإن عدد المحطات المطرية الحالية يعتبر كافياً لتغطية رصد الأمطار على مستوى منطقة حائل. وبالتالي تقترح هذه الدراسة إعادة النظر في التوزيع المكاني الحالي لهذه المحطات، واقتراح التوزيع المكاني الأمثل لها باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية.

2- إجراء دراسات مماثلة على بقية المحطات المطرية بمناطق أخرى للتأكد من الاتجاه العام لتغير الأمطار الذي أفرزته نتائج هذه الدراسة بمنطقة حائل.

- 3- مقارنة نتائج تحليل اتجاه التغير للأمطار لهذه الدراسة بنتائج الدراسات المماثلة لها بباقي المحطات المطرية بالمملكة للتأكد من أهمية اتجاهات التغير المستخلصة كمؤشر على التغير المناخي المحتمل.
- 4- إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لتحليل اتجاهات التغير للأمطار بمجموع المحطات المطيرية والمناخية بالمملكة العربية السعودية.
- 5- تصميم خرائط اتجاهات التغير للأمطار التي تمثل مختلف مناطق المملكة العربية السعودية للاستفادة منها في الدراسات المناخية والهيدرولوجية والزراعية.
- 6- متابعة ومراجعة تحليل اتجاه التغير للأمطار على مستوى المملكة العربية السعودية بشكل دوري (كل 5 إلى 10 سنوات) بالاعتماد على تحديث البيانات المطرية واخضاعها للفحص الإحصائي.
- 7- تشجيع البحوث العلمية في مجال التغيرات المناخية وطرق التعامل معها والتوسع في دراسة العلاقة بين استخدامات الأراضي والتغيرات المناخية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.
- 7- تقييم كفاية عدد المحطات المطرية بمنطقة حائل بتطبيق النموذج الهيدرولوجي الآتي:
- ❖ **المصطلحات والمفاهيم الإجرائية للدراسة:**
- **تحليل الاتجاه Trend Analysis** هو المعالجة الإحصائية الهادفة لاستخراج النمط الأساسي لتغير بيانات السلسلة الزمنية للمتغير المدروس (Immerwahr, 2004).
- **مجال الثقة Confidence interval** هو الفاصل الذي يمثل المجال المقترح لقبول انحراف قيم المتغير السالبة أو الموجبة عن المقياس المستخدم (المتوسط، الانحراف المعياري...) (Dekking, 2005).
- **مستوى الدلالة Significance Level** للاختبار الإحصائي هو قيمة احتمال حصول الظاهرة بمحض الصدفة، بحيث كلما كان هذا المستوى منخفضاً كلما دلّ على ضعف احتمال حدوث الظاهرة المدروسة من خلال الصدفة من جهة وعن مدى أهمية الاختبار ومعنويته (Riffenburg, 2012).
- **الفحص الإحصائي Statistical Test** هو الاختبار الإحصائي الذي يهدف تحديد أهمية التغير الحاصل بالزيادة أوالنقصان في قيم المتغير المدروس خلال فترة زمنية معلومة (Ross, 2017).
- **الخطأ المعياري Standard Error** هو عبارة عن النسبة بين الانحراف المعياري وعدد القياسات (Altman et al., 2015).
- **الدلالة الإحصائية (الأهمية الإحصائية) Statistical significance** هي قيمة الاختبار الإحصائي الاحتمالية ( $p$ -value) الدالة على أهميته بالمقارنة مع قيمة مستوى الدلالة الإحصائية التي تكون عادة  $0.05\alpha \leq$ ، بحيث تكون نتيجة الاختبار الإحصائي ذات دلالة أو معنوية إذا كانت قيمة الاحتمالية  $\alpha \leq p$  (Mark, 2005).
- **درجة الحرية Degree of Freedom** هو عدد القيم التي تكون حرة التغير في العملية الإحصائية النهائية (Walker, 1940).
- **طريقة المتوسطات النصفية Semi Averages Method** هي إحدى الاختبارات الإحصائية التي تعتمد على مقارنة المتوسطات الحسابية لبيانات نصفي الفترة المدروسة (Borse & Agnihotri, 2017).
- **النسبة Ratio** يعرف قاموس كامبريدج الانجليزي Cambridge English Dictionary النسبة بالقيمة التي تعبر عن العلاقة بين مجموعتين أو كميتين. وتستخدم النسبة في المقارنة بين متغيرين مختلفين بعدد المرات الدالة على إحتواء رقم (كمية) على رقم آخر (كمية أخرى).
- **الاختبار ذو الحدين The binomial Test** يعبر الاختبار ذو الحدين عن الأهمية الإحصائية لانحرافات قيم المتغير المدروس عن التوزيع المتوقع لفئتين من البيانات (Howell, 2007).

## قائمة المصادر والمراجع

- بوروية، محمد فضيل (2012 أ): اتجاهات الأمطار اليومية القصوى في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية، مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية، المجلد (5)، العدد 1، ص ص 11-48.
- بوروية، محمد فضيل (2012 ب): التباينات الزمانية والمكانية والتحليل التكراري للأمطار بمنطقة غرب الرياض، سلسلة رسائل جغرافية، العدد 373، شعبان 1433 هـ (يونيو 2012 م)، الجمعية الجغرافية الكويتية، وحدة البحث والترجمة، جامعة الكويت.
- بوروية، محمد فضيل (2014): اشتقاق المعادلات التجريبية لتصميم منحنيات كثافة الأمطار بمناطق المملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد 103، الجمعية الجغرافية السعودية، 1435 هـ (2014 م).
- بوروية، محمد فضيل ؛ الدغيري، أحمد عبد الله (2017): التحليل التكراري واحتمالية هطول الأمطار في منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية، مجلة العلوم العربية والانسانية، المجلد (11)، العدد 1، ص ص 435-489.
- الشريف، عند الرحمن صادق (1973 م): الأحوال المناخية في مدينة الرياض، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض، المجلد 3: 273-316.
- الصالح، محمد بن عبدالله (1994 م): التحليل التكراري لكميات الهطولات في منطقة القويعة بالمملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد (21)، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض.
- الصالح، محمد عبد الله (1997): التوزيع الزمني والمكاني للأمطار في مدينة الرياض، سلسلة رسائل جغرافية، العدد 203، الجمعية الجغرافية الكويتية، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الكويت.
- طلبة، مصطفى كمال ؛ صعب، نجيب (1997): البيئة العربية (أثر تغير المناخ على الدول العربية)، سلسلة البيئة العربية، المنتدى العربي للبيئة والتنمية.

## References

- Abdullah, M.A.; Afeef, M.A.; Azhari, A.A. (1992): Climatological Study over Asir for Possible Choice of Weather Modification Site, King Abdul Aziz University: Jeddah, Saudi Arabia.
- Abdullah, M.A.; Al-Mazroui, M.A. (1998): Climatological study of the southwestern region of Saudi Arabia, I. Rainfall analysis, Clim. Res. 1998, 9, 213-223.
- Al Ahmadi, K.; Al Ahmadi, S. (2013): Rainfall-altitude Relationship in Saudi Arabia, Adv. Meteorol., doi:10.1155/2013/363029.
- Al Amodi, A.O. ; Mashat, A.S. ; Abdel Basset, H.M. (2008): On the Relation between Atmospheric Pressure Systems and Rainfall Prediction over the Kingdom of Saudi Arabia; Project Number: 302/427; King Abdelaziz University: Jeddah, Saudi Arabia.
- Al Anzi K. and Al Sebaie, I.H. (2013): Development of Intensity-Duration-Frequency relationships for Abha City in Saudi Arabia, International Journal of Computational Engineering Research, Vol. (03), Issue 10: 58-65.
- Al-Dokhayel, A.A. (1986): Regional rainfall frequency analysis for Qasim, B.S. Project, Civil Engineering Department, King Saud University, Riyadh (K.S.A), April, 1986.
- Al Hassoun, S.A., (2011): Developing an empirical formulae to estimate rainfall intensity in Riyadh region, Journal of King Saud University-Engineering Sciences, Volume 23, Issue 2: 81-88.
- Al-Khalaf, H.A. (1997): Predicting short-duration, high-intensity rainfall in Saudi Arabia, M.S. Thesis, Faculty of the College of Graduate Studies; King Fahad University of Petroleum and Minerals, Dahrn (K.S.A), 1997.
- Al Mazroui, M.A. (1998): Climatological Study over the Southwestern Region of the Kingdom of Saudi Arabia with Special Reference to Rainfall Distribution. Master Thesis, Department of Meteorology, Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia.
- Al Mazroui, M.A.; Islam, M.N.; Athar, H.; Jones, P.D.; Rahman, M.A. (2012 a): Recent climate change in the Arabian Peninsula: annual rainfall and temperature analysis of Saudi Arabia for 1978–2009, Int. J. Climatol. 32: 953–966.
- Al Mazroui, M.A.; Islam, M.N.; Jones, P.D.; Athar, H.; Rahman, M.A. (2012 b): Recent climate change in the Arabian Peninsula: Seasonal rainfall and temperature climatology of Saudi Arabia for 1979–2009, Atmos. Res. 111, 29–45.

- Al-Sebaie, I.H., (2012): Developing rainfall intensity–duration–frequency relationship for two regions in Saudi Arabia, *Journal of King Saud University- Engineering Sciences*, Vol. 24, 131-140.
- Al-Shaikh, A.A. (1985): Rainfall frequency studies for Saudi Arabia, M.S. Thesis, Civil Engineering Department, King Saud University, Riyadh (K.S.A), 1985.
- Altman, D.G. and Bland, J.M. (2005): Standard deviations and Standard errors, *British Medical Journal*. 331 (7521): 903.
- Kalpesh Borse, K. and Agnihotri, P.G. (2017): Study of rainfall trends analysis of Upper Gadavari basin: A Case study, *Hydro-2017 International*, L.D. College of Engineering Ahmedabad, India.
- Crowe, P. R. (1971): *Concepts in climatology*, Grou Ltd, London, pp. 589.
- Dekkin, F.M. (2005): *A Modern introduction to probability and statistics: Understanding why and how*, Springer.
- Gregory, S. (1970): *Statistical methods and Geographer*, Longman Grou. Ltd., London, pp. 277.
- Hasanean, H.M.; Abdel Basset, H.; Hussin, M.A.A. (2015): On the relationship between climatic elements and pressure systems over Saudi Arabia in winter season. *Adv. Atmos. Sci.*, 32: 690–703.
- Howell, D. C. (2007): *Statistical methods for psychology*, 6th edition, California, Wadsworth Publishing, USA.
- Immerwahr, J. (2004): *A public attitudes on Higher Education, 1993 to 2004*, The National Center for Public and Higher Education, San Jose, California, USA.
- Kotwickiand, V.; Al Sulaimani, Z. (2009): Climates of the Arabian Peninsula-Past, present, future. *Int.J. Clim. Chang. Strat. Manag.*, 1: 297–310.
- Mark, S.R. (2005): *Two-Sample “t” tests: Statistics for the Social Sciences*, 3rd edition, SAGE, pp. 271-316.
- Oamri, R. (2011): Too early to declare water emergency, *Jordan Times*, December 1 2010, <http://jordantimes.com/index.php?news=32238> [02/24/2011].
- Oliver, J. E. (1981): *Climatology selected applications*, Edward Arnold, V. H. Wiston and Sons, pp 260.
- Qureshi, S.; Khan, N. (1994): Estimation of climatic transition in Riyadh (Saudi Arabia) in global warming perspectives, *Geo. Journal* 33: 423-432.
- Raghunath, H.M. (2010): *Hydrology (Principles, Analysis, Design)*, Revised 2nd edition, New Delhi, New Age International Publishers, India.
- Rahman, S. (2010): Temperatures and rainfall variation over Dahrán, Saudi Arabia, *International Journal of Climatology*, Vol. (30): 445-449.
- Riffenburg, R. (2012): *Statistics in Medicine*, 3rd edition, Academic Press, Elsevier Journal, Amsterdam, Netherland.
- Ross, S.M. (2017): *Introductory Statistics*, 4th edition, Academic Press, Elsevier Journal, Amsterdam, Netherland.
- Tarawneh, Q.Y. (2015): Spatial variation of Saudi Arabia’s annual rainfall using a regional prediction model. *Arabian J. Geosci.*, 8: 4147–4160.
- Walker, H.W. (1940): Degrees of Freedom, *Journal of Educational Psychology*, Vol. (31), Issue 4: 253-269.

## Analyze of general rainfall trend in Al Dayra'a basin in Hail region (Saudi Arabia) during the period 1976-2017

*Wafaa Alkhurajji<sup>1</sup>, Fahdah Alhasher<sup>1</sup>, Ali Aldosari<sup>2</sup>, Mohammed Al Farhan<sup>3</sup>*

### ABSTRACT

Rain is one of the most important climatic elements in the arid and semi-arid regions because of its extreme importance in human life and its impact on its daily activities in all fields. With increasing attention to climate change, the climate research has gradually tended to analyze the rainfall trends. So, this study deals to analyze the rainfall general trend in the Wadi Al Dayra'a basin located in Hail region. It is based on the maximum daily and annual rainfall data for a continuous period of 42 years from January 1976 to December 2017 in seven stations namely Al Hait, Semayra, Baqaa, Hail, Al Ghazala and Uqlat Bin Jibreen and Jabbah. This study used several statistical methods to examine the rain data quality, Normality test using Shapiro-Wilk test, Homogeneity of variances using Levene test and ANOVA test. In order to analyze the rainfall general trend, this study was based on the application of three other statistical methods, named the ratio of Semi Means, Binomial test and Semi Means. The "t" student test was applied to determine a significance of the Semi means method results. The results of the Semi Means and Binomial tests confirmed the decreasing of of annual and daily maximum rainfall trends in all the studied stations. While the results of "t" student test confirmed the decreasing maximum daily rainfall trends in Semayra, Al Hait, Hail and Al Ghazala stations and the decreasing annual rainfall trends in Semayra, Al Hait, Uqlat Bin Jabreen and Al Ghazala.

**Keywords:** Rainfall; Wadi AlDayra'a basin; Hail; Saudi Arabia.

---

<sup>1</sup>Geography department, College of Arts, Princess Nourah Bint AbdulRahman University, <sup>2</sup>Geography department, College of Arts, King Saud University, <sup>3</sup>College of Petroleum Engineering & Geosciences, King Fahd University of Petroleum & Minerals.

Received on 30/5/2020 and Accepted for Publication on 26/11/2020.