

**دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية
خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير
بالمملكة العربية السعودية**

***Analytical study of annual change
trends in annual rainfall during 1971-
2010 in Asir region, Saudi Arabia***

**د/ أمل بنت حسين سعيد آل مشيط
استاذ مساعد – قسم الجغرافيا
كلية العلوم الإنسانية
جامعة الملك خالد- أبها**

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية
خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية

المخلص

تتناول هذه الدراسة تحديد الأهمية الإحصائية لاتجاهات كميات الأمطار السنوية بمجموع أربع عشرة محطة مطرية تقع بمنطقة عسير الجبلية. وتعتمد هذه الدراسة على تحليل اتجاهات الأمطار السنوية للفترة ١٩٧١-٢٠١٠م (٤٠ سنة) بواسطة طريقة المتوسطات المتحركة لفترات ٥ سنوات بكل محطة وبطريقة المتوسطات النصفية Semi means وبطريقة علاقة خط الانحدار المستقيم Straight linear regression المعروفة أحياناً بطريقة المربعات الصغرى Least squares method لأنهما من أكثر الطرق الإحصائية دقة في هذا المجال. وسوف يتناول الفحص الإحصائي تحديد الأهمية الإحصائية لطريقة المتوسطات النصفية بإخضاع المتوسط النصفى لكل فترة بكل محطة لفحص الخطأ المعياري للفرق الإحصائي بين المتوسطين $2S.E |X_1 - X_2|$ وكذلك تحديد الأهمية الإحصائية لطريقة علاقة خط الانحدار المستقيم بإجراء فحوص إحصائية لمعامل الارتباط "r" ومعامل الانحدار "b" بواسطة طريقة "t" ستودنت مع حساب معامل تفسيرها "r²" والخطأ المعياري للتقدير (S E) وحساب النسبة المئوية للانحراف المعياري ($\sigma\%$) ثم حساب القيمة الحقيقية لمعامل الانحدار "b" عند مستوى الأهمية ٩٥ %.

الكلمات الأساسية :

الأمطار السنوية، طريقة المتوسطات المتحركة، طريقة المتوسطات النصفية، علاقة خط الانحدار المستقيم، الأهمية الإحصائية، الفحص الإحصائي، منطقة عسير، المملكة العربية السعودية.

١ - المقدمة

تعد دراسة التغير العام في اتجاه كميات الأمطار من أهم الخصائص المناخية المؤثرة على حياة الانسان نظراً لأن الأمطار هي أكثر العناصر المناخية التي يرتبط بها النظام البيئي في الأقاليم والمناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال بالنسبة للمملكة العربية السعودية. ولقد أصبحت النظم البيئية في كثير من هذه الأقاليم والمناطق غير قادرة على مقاومة النشاط البشري بمختلف صورته المؤثرة على عناصرها الحيوية كالغطاء النباتي وخصوبة التربة وارتفاع وتيرة وتكرارية حدوث السيول والفيضانات بمخاطرها البيئية.

ولقد تزايد منذ سبعينات القرن الماضي الاهتمام بتحليل اتجاهات الأمطار في مناطق كثيرة من العالم قصد إبراز التغيرات المناخية على سطح الأرض. كما قام الكثير من الباحثين بتحليل السلاسل الزمنية لسجلات الأمطار والمياه لتحديد تغيرات التوزيع المكاني للأمطار. وفي هذا الصدد أشارت بعض البحوث التي أجريت للأمطار حوض نهر الأمازون بالبرازيل إلى وجود تباينات هامة في توزيع كميات الأمطار منذ ١٩٧٥ م أدت إلى تدني معدلات الأمطار بشمال الحوض وارتفاعها بجنوبه (Marengo, 1999).

ويعتقد الباحثون بإمكانية حلول فترة مناخية جافة جديدة منذ بداية سبعينات القرن الماضي بسبب حدوث اضطرابات في دورة الغلاف الجوي ودورة الغلاف المائي لها تأثيرات إقليمية على مسارات التيار النفاث والتوزيع الجغرافي لمراكز الضغط الجوي المنخفض وتدني معدلات الأمطار (Pashiardis, 2002). كما أظهرت بعض الدراسات الأخرى وجود تدني ملحوظ في كميات الأمطار بمناطق وسط وجنوب أوروبا المحيطة بحوض البحر المتوسط بسبب حدوث تذبذبات هامة في التوزيع الجغرافي (المكاني) والزمني للمؤثرات الجوية التي تتزامن مع جفاف المناخ وزيادة

الطلب على المياه (Pierivitali et al., 1997 ; Schonwiese and Rapp, 1997 ; Romero et al., 1998; Millan et al., 2005; Mehta and Yang, 2008).

كما توصلت دراسة أخرى لاتجاهات الأمطار خلال الفترة الممتدة من ١٨٧١ إلى ٢٠٠٥ م بإقليم كيرالا بالهند ألى وجود تذبذب واضح لمعدلات الأمطار الموسمية (Krishnakumar et al., 2009).

ومن ناحية أخرى توجد هناك دراسات أخرى لم تظهر تغيرات هامة في نظام تساقط الأمطار كتلك التي تناولت تحليل اتجاهات الأمطار السنوية والفصلية وتوزيعها المكاني (الجغرافي) خلال الفترة الممتدة من ١٩٦٠ إلى ٢٠٠٢ م على مستوى ١٣٤ محطة لقياس الأمطار تابعة للوكالة الوطنية للأرصاد الجوية تغطي مساحة لمجموع ١٣ حوض تصريف بأثيوبيا (Cheung et al., 2008) ودراسة أخرى لاتجاهات الأمطار خلال الفترة الممتدة من ١٩٠٠ إلى ٢٠٠٧ م بقارة استراليا أظهرت وجود تبانيات واضحة في توزيع الأمطار بين شمال وجنوب القارة دون حدوث تغيرات هامة على معدلاتها السنوية (Williams, 1989).

كما قام بعض الباحثين بتحليل السجلات المطرية السنوية في مواقع مختلفة من العالم بهدف إيجاد علاقات إحصائية بيانية ورياضية تبرز اتجاهات الأمطار المتناقصة خلال سلاسل زمنية طويلة مثل ما قدمه (Hare, 1977) عن أمطار أغاديس بالنيجر وأباتشي بتشاد واليس سيرنجز بأستراليا وجودبور بالهند وفونيكس بالولايات المتحدة الأمريكية. كما وجد مثلها في بعض محطات الأقطار العربية كما هو الحال في الأردن (شحادة، ١٩٧٨) والعراق (Al Jabouri, 1985) وسوريا (صيام ، ١٩٩٥) و (موسى، ١٩٨٨) و المملكة العربية السعودية (بوروبه، ٢٠١٢).

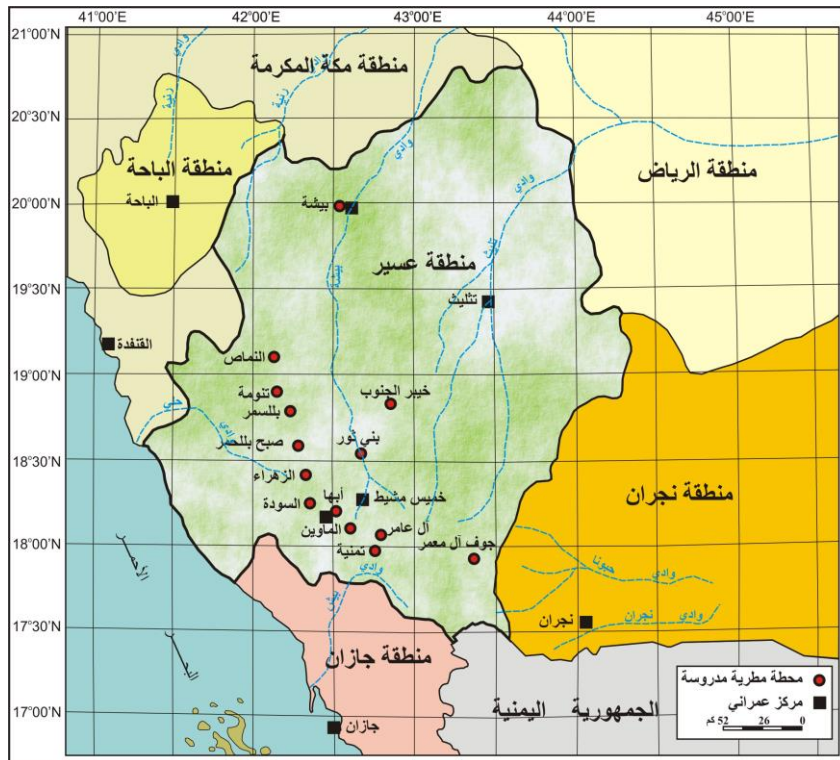
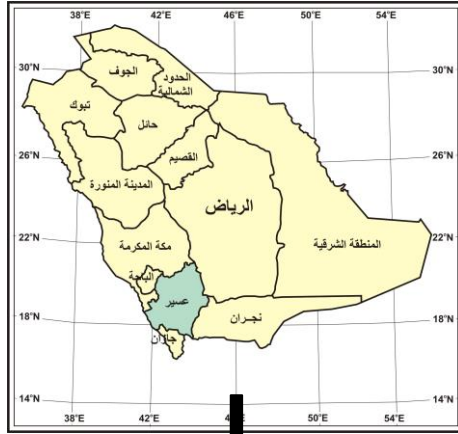
٢- منطقة الدراسة

تقع محطات قياس الأمطار المدروسة بين دائرتي العرض $17^{\circ}48'$ و $20^{\circ}00'$ شمالاً وبين خطي الطول $42^{\circ}00'$ و $43^{\circ}30'$ شرقاً (الجدول ١) و (الشكل ١).
الجدول ١ : إحداثيات مواقع المحطات المطرية المدروسة

اسم المحطة	دائرة العرض (شمالاً)	خط الطول (شرقاً)	الارتفاع (متر)	كود المحطة
أبها	$42^{\circ}30'$	$18^{\circ}13'$	2249	005 A
آل عامر	$42^{\circ}47'$	$18^{\circ}06'$	2195	103 A
الزهراء	$42^{\circ}20'$	$18^{\circ}25'$	2648	124 A
السودة	$42^{\circ}22'$	$18^{\circ}15'$	2196	118 A
الماوين	$42^{\circ}34'$	$18^{\circ}36'$	1992	107 A
النماص	$42^{\circ}09'$	$19^{\circ}06'$	2400	007 A
بللسمر	$42^{\circ}15'$	$18^{\circ}47'$	2012	127 A
بني ثور	$42^{\circ}41'$	$18^{\circ}38'$	1908	113 A
بيشة	$42^{\circ}36'$	$20^{\circ}00'$	1165	004 B
تمنية	$42^{\circ}45'$	$18^{\circ}02'$	1413	121 A
تنومة	$42^{\circ}10'$	$18^{\circ}53'$	2367	120A
جوف آل معمر	$43^{\circ}22'$	$17^{\circ}56'$	2551	105 A
خبير الجنوب	$42^{\circ}53'$	$18^{\circ}48'$	1531	110 B
صبح بللحمر	$42^{\circ}16'$	$18^{\circ}37'$	1843	117 A

المصدر: وزارة المياه والكهرباء ، إدارة تنمية موارد المياه ، شعبة الهيدرولوجيا.

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير



الشكل ١ : خريطة الموقع الجغرافي للمحطات المطرية المدروسة

المصدر : عمل الباحثة بتصريف عن خريطة المناطق الإدارية للمملكة العربية السعودية ، مقياس ١/٤٠٠٠٠٠٠ ، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية ، ١٤٢٥ هـ (٢٠٠٤م) ، الرياض.

- الدراسات السابقة

تعتبر الأمطار العنصر الأساسي في الدورة الهيدرولوجية (المائية) Hydrologic cycle، وهي أكثر العناصر المناخية التي نالت اهتمام الباحثين في علوم المناخ والهيدرولوجيا والهندسة المدنية والزراعة كونها أيضاً أكثر العناصر المناخية تأثيراً على حياة الإنسان والنبات والحيوان. ولقد اهتمت الكثير من الدراسات في الهيدرولوجيا والمناخ على وجه التحديد بتحليل نظام تساقط الأمطار وبمعرفة خصائص توزيعها الزمني والمكاني وبتقدير الموارد المائية السطحية لها. كما اهتمت الكثير من الدراسات الأخرى بتقدير كميات الأمطار التي لها القدرة على تغذية المياه الجوفية.

وفي هذا الصدد تنوعت الدراسات العربية التي اهتمت بتحليل التوزيع المكاني والزمني للأمطار كدراسات (الدباغ، ٢٠٠٣) و (Al Mansory, 2005) و (الكناني، ٢٠٠٥) و (رشيد، ٢٠١٠) و (السبع، ٢٠١٣) و بالعراق والدراسات التي استخدمت في تحليل التغير المناخي كدراسات (خير الله، ٢٠١٩) بليبيا و (حمدان وآخرون، ٢٠١٧) بسوريا وفي تحليل ظاهرة الجفاف كدراسة (ميشيل وآخرون، ٢٠١٠) بالحوض الأعلى لنهر العاصي في سوريا وفي تحليل الجريان السطحي كدراسة (Lahlabat, 2013) بأحواض الأودية التي تصب بالبحر الميت.

وفي المقابل ظهرت منذ سبعينات القرن الماضي العديد من الدراسات التي اهتمت بتحليل التوزيع المكاني والزمني للأمطار في المملكة العربية السعودية كدراسة (عزيز، ١٩٧١) التي تناولت تحليل توزيع الأمطار على مستوى ٦٣ محطة لقياس الأمطار تابعة لمؤسسات مختلفة كمصلحة الأرصاد الجوية ووزارة الزراعة وبعض الشركات الاستشارية العاملة بالمملكة العربية السعودية. ولقد كشفت هذه الدراسة عن التباينات المكانية والزمنية لتوزيع كميات الأمطار بالمملكة على مستوى فصول السنة

وعلى مستوى المناطق. كما تم تحليل التوزيع الفصلي للأمطار غير أن قصر الفترة واقتصارها على بيانات ٧ سنوات لم تسمح بالحصول على نتائج دقيقة تعكس التباينات الزمنية والمكانية وتذبذب نظام التساقط بصورة كاملة.

ومع بداية الثمانينات ظهرت دراسات أخرى اهتمت بتحليل التوزيع الزماني والمكاني للأمطار كدراسة (الجراش، ١٩٨١) التي اعتمدت على فحص الافتراضات التقليدية المتعلقة بتحديد العوامل المؤثرة في كمية الأمطار بالتطبيق التحليلي على ظاهرة التساقط المطري في ٦٠ محطة قياس منتشرة على مرتفعات البحر الأحمر وعلى ما يحف بها من سهول ساحلية في الغرب ومن سهول مرتفعة في الشرق. ولقد اعتمدت منهجية الدراسة على طريقة التحليل المتعدد للعلاقة الاعتمادية. واعتبرت هذه الدراسة أن الأمطار (الظاهرة المعتمدة) ترتبط في كمياتها بالارتفاع عن منسوب البحر وبالموقع الفلكي وبالبعد عن البحر و بالموقع التضاريسي. كما حللت دراسة (السيد ، ١٩٨١) بيانات الأمطار في محطتي خميس مشيط بمرتفعات عسير ومحطة جدة على ساحل البحر الأحمر لمعرفة فصلية الأمطار وأظهرت أن أمطار جدة تهطل خلال فصلين ، فصل رئيس يمتد من نوفمبر إلى يناير وفصل ثانوي يمتد من أبريل إلى مايو، في حين تسقط أمطار مدينة خميس مشيط خلال ٣ فصول هي (أبريل - مايو) و (يوليو - أغسطس) و (نوفمبر - ديسمبر).

ومن جهة أخرى كشفت دراسة (الكليب، ١٩٨٢) على أن المحطات المطرية الواقعة على ساحل البحر الأحمر والواقعة في المنطقة الشرقية تستقبل أقل كميات من الهطول خلال السنة، في حين تتمتع مرتفعات عسير الجنوبية الغربية بأمطار غزيرة طوال العام وخاصة في فصل الصيف مع جفاف نسبي خلال شهري يونيو وأكتوبر بينما تتلقى منطقة نجد الوسطى (عنيزة والدوادمي) أمطارا أكبر في كمياتها من الشمال. وتتلقى المناطق الشرقية من المملكة العربية السعودية أمطارا شحيحة لوقوعها

على الجنوب من مسارات المنخفضات الجوية التي تعبر شمال البلاد من الغرب إلى الشرق.

وفي عام ١٩٨٣ حاول (الجراش) في دراسة وضع نماذج رياضية مقبولة لتقدير المتوسط السنوي لكميات الأمطار على غرب المملكة العربية السعودية المنحصرة بين $16^{\circ}30'$ و $29^{\circ}07'$ شمالاً و بين $35^{\circ}00'$ و $44^{\circ}00'$ شرقاً. وتوصل إلى وضع ٣ نماذج للعلاقة الاعتمادية المتعددة هي :

١- نموذج أول اعتبر كميات الأمطار متغيراً معتمداً والارتفاع التضاريسي والموقع الفلكي والمسافة عن البحر متغيرات مستقلة.

٢- نموذج ثاني ارتكز على نفس المتغيرات السابقة مع إضافة متغير الموقع التضاريسي بالنسبة لواجهة المطر كمتغير رابع للمتغيرات المستقلة الثلاثة في النموذج الأول.

٣- نموذج ثالث تم بناؤه بحذف القيم المتطرفة بالناقص وبالزائد من نتائج النموذج الثاني. وقد اتخذ هذا النموذج مستوى مقبولاً للتنبؤ وتقدير المتوسط السنوي لكميات الأمطار على غرب المملكة العربية السعودية بحيث تراوح معامل التحديد (التفسير) بين ٠.٩١ و ٠.٩٢.

وفي عام ١٩٨٥ تطرق Al Belehed إلى تحليل خصائص كميات الأمطار الفصلية و السنوية في مرتفعات عسير ومدى تأثيرها بالتيارات الهوائية والتضاريس الجبلية التي أظهرت أن المناطق المرتفعة تتلقى أكبر كميات من الأمطار وتليها الوديان والشعاب الغربية ثم مناطق الهضاب. وتبين من خلال هذه الدراسة أن تذبذب الأمطار يقل في المناطق الجبلية عن الوديان والشعاب الغربية والهضاب بحيث تتزايد النسب المئوية للتذبذب تدريجياً من المناطق الجبلية إلى مناطق الوديان والشعاب لتصل ذروتها بمناطق الهضاب. وفي دراسة أخرى تناول (Al Belehed, 1986)

توزيع الأمطار وتذبذبها على المستوى المكاني والزمني في المملكة العربية السعودية. وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن المناطق الشمالية والغربية والجنوبية والجنوبية الشرقية من المملكة تتميز بمعدلات أمطار شهرية سنوية منخفضة ذات تذبذب عالي. أما منطقة نجد والجزء الشرقي من المملكة فتتميز بأمطار شهرية وسنوية عالية ذات تذبذب منخفض مقارنة بالمنطقة الأولى. أما المناطق المرتفعة من عسير فهي تتميز بارتفاع معدلات الأمطار الشهرية والسنوية مما يترتب عليه قلة التذبذب الشهري والسنوي. بعد ذلك قدم (الأحيدب، ١٩٩٢) دراسة أخرى خصصها لتحليل توزيع الأمطار باستخدام المتوسط الشهري والسنوي للأمطار الفترة ١٩٧١-١٩٨٠ المسجلة بمجموع ١٠٤ محطات مطرية تنتشر في المنطقة الجنوبية الغربية والمتاحة بقسم الهيدرولوجيا التابع لقسم المياه بوزارة المياه والكهرباء. ولقد اعتمدت هذه الدراسة على تطبيق عدة طرق وأساليب احصائية لتحليل ودراسة الأمطار وعلاقة توزيعها الزمني والمكاني بالمرتفعات الجبلية وهي الطريقة التربيعية R square Method وطريقة خطوط التساوي للمطر Isohyetal Method والتحليل التوافقي Harmonic Analysis وتحليل الارتباط Correlation Analysis وتحليل الانحدار Regression Method.

ولقد كشفت هذه الدراسة عن التوزيع غير المتجانس والمتشابه للأمطار بالمنطقة الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية. ويتأثر هذا التوزيع بعدة عوامل مناخية وطوبوغرافية. وأظهرت نتائج هذه الدراسة عن وجود تركيز كبير للأمطار على الأجزاء الشمالية من جبال عسير بسبب انكشافها للمؤثرات الجوية والهواء الشمالي الغربي، في حين تنخفض كمية الأمطار في غرب الجبال وعلى خط ساحل البحر الأحمر بسبب تأثرها بالرياح الموسمية الجنوبية الشرقية. كما أظهرت هذه الدراسة مدى تباين التوزيع الفصلي للأمطار، بحيث بلغ متوسط الكمية العظمى

للأمطار أقصاها بما يعادل ٢٥٣ ملم خلال فصل الشتاء بمحطة الباحة على ارتفاع ٢١١٠م و ٢٦٤ ملم خلال فصل الربيع بمحطة عبالة على ارتفاع ٢٤٨٠م و ٢٢٤ ملم خلال فصل الصيف بمحطة السودة و ١٧٨ ملم خلال فصل الخريف بمحطة هروب.

وقدمت (غزير، ٢٠٠٢) دراسة تناولت فيها تحليل أثر الخصائص المطرية في توزيع الغطاء النباتي للأراضي الجبلية في منطقة عسير اعتمدت فيها على المنهج الاستقرائي والتحليل الإحصائي التفصيلي المبسط للبيانات المناخية، إلى جانب الأساليب الإحصائية والتمثيل البياني والخرائطي للفترة ما بين عامي ١٩٧٠ و ١٩٩٧ في ٣٥ محطة لقياس الأمطار تقع على ارتفاعات تفوق ٨٠٠ متر وتابعة لوزارة الزراعة والمياه والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة. ولقد أظهرت هذه الدراسة أن الارتفاع عامل رئيسي في توزيع معدلات الأمطار السنوية، سواء الفعلية أو المطلقة وأن هناك علاقة عكسية واضحة بين معدلات الأمطار ومصدر الرطوبة (المسافة عن البحر) وأن معدلات الأمطار الفعلية والمطلقة السنوية تتماثل من حيث توزيع السنوات الجافة والمطيرة. كما تبين أن المنطقة تتسم بأكثر من فترة مطيرة في السنة يتصدرها فصل الربيع. ويرتبط نظام تساقط الأمطار بالاضطرابات الجوية الناشئة من العمل المشترك بين منخفض السودان مع منخفض البحر الأبيض المتوسط الشرقي بينما يتسم فصلا الشتاء والصيف بهطول كميات معتبرة من الأمطار.

واستخدمت دراسة (الحربي، ٢٠٠٩) التي تناولت تحليل خصائص الأمطار على غربي المملكة العربية السعودية السجلات الشهرية لمجموع ٧٢ محطة لقياس الأمطار ظهرت من خلالها أن المعدلات السنوية تتراوح بين ١٨ و ٥١٨ ملم مع وجود محطات سجلت أمطاراً في كل الشهور، في حين أن محطات أخرى سجلت هطول الأمطار في بعض الشهور فقط. كما اتضح أن فصل الشتاء هو أكثر الفصول

أمطاراً في ٢٦ محطة ويليه فصل الربيع في ٢٢ محطة ، وفصل الخريف في ١٥ محطة ، وفصل الصيف في ١٠ محطات. كما تبين وجود نظام تساقط متذبذب يتسم بمعامل تباين بلغ ٦٠% في ٥٢ محطة و تجاوز ١٠٠% في ٦ محطات.

ولقد ظهرت بعد ذلك دراسات أخرى اتجهت إلى دراسة التحليل التكراري لتوزيع الأمطار بمختلف مناطق المملكة كدراسات (Al Sobayel, 1983) و (Al Salem, 1985) و (الصالح، ١٩٩٤) و (السيد، ١٩٩٥) و (بوروبه والدغيري، ٢٠١٧) و (Al Mashat & Abdel Basset, 2011) ودراسات أخرى ركزت على تحليل كثافة الأمطار كدراسات (Al Shaikh, 1985) و (Al Dokhayel, 1986) و (Al Khalaf, 1997) و (Al Hasoun, 2011) و (Al sobaie, 2012) و (Al Shaikh & Tawarneh, 2013) و (Al Ahmadi, 2014) و (بوروبه، ٢٠١٤).

ومع بداية القرن الحالي ظهرت دراسات مناخية بالمملكة اتجهت إلى استخدام عنصر الأمطار في تحديد الراحة المناخية بمنطقة عسير كدراسة (سالم، ٢٠٠٩) التي اهتمت باستخدام عنصر الأمطار كعامل جذب سياحي. ولقد اعتمدت هذه الدراسة على تحليل البيانات اليومية والشهرية للعناصر المناخية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠٠٧ بمحطتي خميس مشيط وأبها والمتاحة لدى مصلحة الارصاد الجوي وحماية البيئة باستخدام برنامج ArcGIS9.3 وبرنامج SPSS13 الاحصائي. وقد ابرزت هذه الدراسة الدور الواضح لعامل الأمطار الصيفية التي تشكل حوالي ٦٠% من المعدل السنوي للأمطار في اعتدال درجات الحرارة وفي ازدهار الحياة النباتية والحيوانية وانتشار المناظر الطبيعية الخلابة التي تجذب السياح. كما أظهرت هذه الدراسة أن الحركة السياحية تشهد أوج نشاطها خلال فصل الصيف نظراً لارتباط سقوط الأمطار بكميات كبيرة بالأساس بتوغل المنخفض الجوي السوداني الذي يجذب

الهواء الرطب من الجنوب الشرقي ومن الجنوب الغربي على سواحل البحر الأحمر مكوناً الرياح الجنوبية الغربية الممطرة (فايد، ١٩٨٣: ٢٢).

وكننتيجة لهذه الظروف الجغرافية فإن المناطق الجبلية من عسير تحظى بكميات كبيرة من الأمطار مقارنة بالمناطق السهلية الساحلية ومناطق الهضاب الشرقية. وبالرغم من وفرة الأمطار على جبال عسير إلا أن توزيعها الزماني والمكاني متذبذب وغير منتظم، بحيث يرتفع المعدل السنوي للأمطار عموماً على امتداد السلاسل الجبلية حيث يصل إلى ٣٨١ ملم بأبها و ٤٢٠ ملم بالسودة. ويتميز فصل الربيع (الفصل الممطر) بكثرة التقلبات الجوية الحادة والسريعة مع حدوث حالات عدم الاستقرار التي يرافقها سقوط الأمطار الغزيرة التي كثيراً ما تؤدي إلى حدوث سيول غزيرة وخطيرة.

كما تقدمت آل مشيط في عام ٢٠٠٩ بدراسة مماثلة اعتمدت فيها على تحليل عنصر الأمطار كأحد العوامل المناخية المؤثرة على الجذب السياحي بمنطقة عسير. ولقد استخدمت هذه الدراسة البيانات المطرية للفترة الشهرية للفترة ١٩٨٥-٢٠٠٦ بمحطات أبها وخميس مشيط وبيشة والنماص وسراة عبيدة وتثليث والسودة. ولقد أظهرت هذه الدراسة التباين المكاني والزمني لتوزيع الأمطار خلال مختلف فصول السنة، بحيث بلغ المعدل السنوي للأمطار ٣٠٠.٧ ملم بأبها و ٢٢١.٥ ملم بخميس مشيط و ١٦٣.٩ ملم ببيشة و ٤٦٤.٣ ملم بالنماص و ١٣٣.١ ملم بسراة عبيدة و ١٣٨.٥ ملم بتثليث و ٤٨٣.٦ ملم بالسودة. كما تبين من نتائج هذه الدراسة أن نظام تساقط الأمطار يتسم بتركز هطول الأمطار خلال فصل الربيع بنسب تتراوح بين ٣٩.٥% و ٥٨.٩% من المعدل السنوي للأمطار بمحطتي بيشة والسراة عبيدة على التوالي. كما أن المتوسطات الشهرية للأمطار تصل أقصاها خلال شهر مارس بما يعادل ٧٣.٤ ملم بابها و ٤٠.٨ ملم بسراة عبيدة وخلال شهر أبريل بما يعادل ٣٨.٠

ملم بخميس مشيط و ٣٢.٢ ملم ببيشة و ٩٩.٣ ملم بالنماص و ٢٨.١ ملم بنتليث و ٧٥.١ ملم بالسودة. ويشكل متوسط الأمطار لشهر ابريل ١٨.٤% من المعدل السنوي للأمطار الفترة ١٩٨٥-٢٠٠٦.

ومن التوجهات الحديثة في الدراسات المناخية استخدام توزيع الأمطار وتغيراتها الزمانية والمكانية في الاستدلال على ظاهرتي التغير المناخي والجفاف في مختلف مناطق العالم كدراسات (Manton et al., 2011) و (Rajeevan, 2008) و (Zhang & Burn, 2009) و (Longobardi & Villani, 2009) و (Morishima & Akasaka, 2010) و (Gahathakurta, 2012) و (Maragtham, 2012). كدراسات (Al Mazroui et al., 2012a & 2012b) و (El Feki, 2013). وقد ظهرت أيضاً دراسات عربية اهتمت بتحليل اتجاه التغير العام للأمطار كدراسات (صيام، ١٩٩٥) بمناطق سوريا و (إبراهيم، ٢٠١٠) بالجبل الأخضر في ليبيا و (مشتهي، ٢٠١٣) بالضفة الغربية.

وفي المملكة قدم (بوروبه، ٢٠١٢) دراسة إحصائية تحليلية لاتجاهات الأمطار اليومية القصوى في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية توصل فيها إلى تحديد ٦ اتجاهات مطرية متزايدة و ٦ أخرى متناقصة بطريقة علاقة انحدار الخط المستقيم مع تطابق ٨ اتجاهات منها مع اتجاهات الأمطار المحسوبة بطريقة المتوسطات النصفية منها ٦ اتجاهات متزايدة واتجاهان متناقضان. ولقد أكدت جميع الفحوص الإحصائية عدم وجود اتجاهات حقيقية للأمطار اليومية القصوى للفترة المدروسة تتمتع بأهمية إحصائية أو عملية.

ويتضح من خلال هذا العرض أن هذه الدراسة تختلف عن الدراسات السابقة من حيث كونها تتناول تحليل اتجاه التغير العام للأمطار بمنطقة عسير مع إخضاعه لفحص الأهمية الإحصائية بواسطة الخطأ المعياري عند مستوى الاحتمال ٥% (2

S.E) وعند درجة الحرية المناسبة له ولفحص معادلة علاقة انحدار الخط المستقيم ولمعامل الارتباط ومعامل الانحدار "b" عند مستوى الأهمية ٥ % وعند درجة الحرية المناسبة له بواسطة اختبار "t" ستودنت للتأكد من أهمية الاتجاه العام للأمطار بالمحطات المطرية المدروسة.

٣- موضوع البحث وأهميته

يتناول موضوع الدراسة تحليل سجلات الأمطار السنوية للفترة الممتدة من ١٩٧١ إلى ٢٠١٠ م بمجموع ١٤ محطة لقياس الأمطار تابعة لوزارة المياه والكهرباء (المياه والزراعة سابقاً) تقع بمنطقة عسير بهدف تحديد اتجاهات التغير العام للأمطار وإخضاعها لفحص الأهمية الإحصائية للتأكد من صحة هذه الاتجاهات ومدى تمتعها بأهمية إحصائية عالية تساعد في تحليل وفهم التغيرات المكانية والزمنية للأمطار السنوية بمنطقة الدراسة.

وتتمثل أهمية دراسة اتجاه التغير العام في كميات الأمطار السنوية بمنطقة عسير كونها تكشف عن مدى تناقص أو تزايد معدلات الهطول المطري السنوي مع الزمن وما يترتب عنها من تأثيرات بيئية مع زيادة التوسع العمراني واستهلاك المياه وتذبذب كميات الجريان السطحي بسبب تمدد المساحات المبنية على حساب مصبات الأودية ومجاريها. ومن جهة أخرى تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تتناول بالتحليل الإحصائي دراسة أهمية اتجاه التغير العام في كميات الأمطار السنوية من خلال إخضاعها لفحص الأهمية الإحصائية بعدة طرق للتأكد من صحة الاتجاه وهو ما لم يتم دراسته حتى الآن بالنسبة للتغيرات الزمنية والمكانية للأمطار بمنطقة الدراسة.

وتكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تسعى إلى تحليل اتجاهات الأمطار السنوية التي تعتبر مورداً مائياً هاماً خلال فترات الهطول لما لها من تأثيرات بيئية من

جهة والتأكد من مدى صحة هذه الاتجاهات للاستفادة منها في فهم التباينات الزمنية والمكانية لنظام توزيع الأمطار بمنطقة عسير مع إمكانية تعميم هذه الدراسة على مناطق أخرى من المملكة العربية السعودية.

٤- أهداف البحث

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل اتجاهات الأمطار السنوية لمجموع ٤٠ سنة ممتدة من ١٩٧١ إلى ٢٠١٠ م بمجموع ١٤ محطات لقياس الأمطار بمنطقة عسير بواسطة طريقة المتوسطات المتحركة لمدة ٥ سنوات من أجل المقارنة على مستوى كل محطة وطريقة المتوسطات النصفية وطريقة انحدار الخط المستقيم في جميع المحطات.

وتتلخص أهداف هذا البحث في ما يلي:

أ- تحليل الأمطار السنوية بطريقة المتوسطات المتحركة لمقارنة تغيرات الأمطار من ٥ إلى ٥ خمس سنوات متواصلة من سنة ١٩٧١ م حتى ٢٠١٠ م بكل محطة.

ب- إخضاع المتوسطين النصفيين لكل سلسلة زمنية بكل محطة لفحص الأهمية الإحصائية بواسطة الخطأ المعياري عند مستوى الاحتمال ٥ % (2 S.E) وعند درجة الحرية المناسبة له.

ج- تحديد معادلة علاقة انحدار الخط المستقيم في كل محطة وبيان أهميتها الإحصائية باستخدام فحص "t" ستودنت لمعامل الارتباط ومعامل الانحدار "b" عند مستوى الأهمية ٥ % وعند درجة الحرية المناسبة له.

٥- الخطوات المنهجية

تعتمد هذه الدراسة على بيانات الأمطار السنوية المتوفرة للفترة الممتدة من ١ يناير ١٩٧١ م إلى ٣١ ديسمبر ٢٠١٠ م على مستوى المحطات المدروسة (الجدول ٢).

ولتحديد اتجاهات الأمطار بالمحطات المدروسة تتبع هذه الدراسة الخطوات المنهجية التالية:

١- فحص تجانس كميات الأمطار السنوية على مستوى كل محطة بتطبيق طريقة هارتلي نسبة Hartley's F_{max} -ratio لفرق التباين بين كل فترتين في المحطة الواحدة. وتتطلب هذه الطريقة تقسيم عدد السنوات المدروسة إلى فترتين متساويتين إذا كان عدد السنوات زوجياً أو متمائنتين إذا كان عدد السنوات فردياً. وتحسب قيمة نسبة Hartley's F_{max} -ratio بالعلاقة التالية:

$$F_{max} - ratio = \frac{\sigma_{max}^2}{\sigma_{min}^2} \quad (1)$$

بحيث يمثل :

σ_{min}^2 : مربع التباين الأدنى.

σ_{max}^2 : مربع التباين الأقصى.

بعد حساب نسبة F_{max} -ratio تقارن قيمتها المحسوبة بقيمة F_{max} -ratio الحرجة في جدول خاص بذلك عند مستوى الأهمية ودرجة الحرية المناسبين. ويشترط أن تكون قيمة F_{max} -ratio المحسوبة أقل من قيمة F_{max} -ratio الحرجة لكي تكون كميات الأمطار المسجلة بالمحطة متجانسة إحصائياً. وتحسب القيمة الحرجة لـ

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

F_{max} -ratio في الجدول الخاص من تقاطع درجة الحرية ($df = n-1$) لعدد القياسات مطروحاً منه ١ و عدد الحالات (k).

٢- استخدام طريقة المتوسطات المتحركة لفترات ٥ سنوات بكل محطة.

٣- تطبيق طريقة المتوسطات النصفية وهي تعتمد على تقسيم كل سلسلة زمنية للأمطار في كل محطة إلى فترتين متساويتين إذا كان عدد السنوات زوجياً أو شبه متساويتين إذا كان عدد السنوات فردياً.

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

٥- حساب معامل ميلان خط الاتجاه العام للسلسلة الزمنية (b) بتطبيق

المعادلة الآتية :

$$b = \frac{X'_2 - X'_1}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

الجدول ٢ : كميات الأمطار السنوية بالمحطات المدروسة

السنة	صبح بللمر	خير الجنوب	جوف آل معمر	تنومة	تمنية	بيشة	بني ثور	بللمر	التماص	الماوين	السودة	الزراء	آل عامر	ايها
1971	188.1	45	39.3	311.5	314.9	26.9	73	215.5	358.8	80.9	244.8	194.9	358.7	149.9
1972	100.3	115.9	91	420	693.8	60.5	5.2	396.8	619.3	25.8	242.9	8	176.7	403
1973	36.1	25.2	69	61.8	233.8	64.1	15.3	124.2	376.7	187.5	223.5	86.9	86.5	212.5

211.2	419.2	453.4	399.4	360.4	225.4	199.8	370.2	324.7	252.2	278.9	1974
99.3	445	416.1	255.4	257.2	361.2	283.5	283.9	297.3	278.9	125.5	1975
113.7	87.5	176.1	40.2	54.8	117.1	106.9	146.2	137.3	192	112.7	1976
0.6	281.3	308.8	348.5	313.3	284.4	134.7	457.9	607.7	460.7	283.4	1977
62.9	163.5	4.2	32.9	116.8	80.5	89.1	22.1	342.5	187.7	106.7	1978
224.8	313.6	707.4	224.6	400.1	258.3	535	570.9	567.6	655.6	561.6	1979
43	307	367.9	96.2	276.3	251.5	61.2	271.6	268.1	239.6	80.5	1980
20	13.4	15.3	111.6	89.5	46.2	45.5	58	83.3	140.7	52.2	1981
33.2	34.4	121.8	34.9	41.3	1.2	107	114.2	41.7	216.3	57.8	1982
12	307.9	334.5	372	403.5	487.5	341.5	406	553.4	448.2	409.6	1983
100.1	92.2	283.7	78.4	240.3	164.2	61	287.1	30.5	10.9	272.7	1984
2.4	31	63.6	1.2	80.7	15.3	67.2	91.7	103.3	136	185	صباح بلحمر
25.7	135.2	240.6	18.2	99.8	59.6	3.3	55.1	29.4	140.7	51	خبير الجنوب
8.3	201.9	127.3	29	26.4	13.6	109.7	175.4	132.8	169	57.7	صباح بلحمر

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

٢٤٥.٢	٥٠٦	٤٦١	١٣٦.٢	٤١٨.٨	١٩٦.٤	٣٠٧.٢	٤٢٠.٦	٣٨٢.٤	٥٠٤	١٩٨٥
٢١٤	٣١٥.٢	٣٤٨.٤	١٤٣.٩	٣٢٠.٦	٣٨٢.٣	٢٦١.١	٢٧٨.٢	٢٩٤.٦	٢٧٢.١	١٩٨٦
١٣٠.٣	٢٣٣.٩	٢٣٨.٤	٧٤.٨	٣٤٤.٧	٢١٥.٧	١٩٥.٩	٣٤٨.٥	٢٣٧.١	٤٨٠.١	١٩٨٧
٢٦٥.٥	٣٠١	٣٠٦.٤	٣٠٧	٤٦٨.١	٤٢٤.٩	٧٤.١	٤٩٢.٦	٢١٩.٩	٥٠١.٨	١٩٨٨
١٠	١٢٩	١٥٠	٦.٥	٨١.٣	١٨٣	١٣٠	١١٩.٣	٦٤.٨	٢٤١.٥	١٩٨٩
١٩٧	٢٨٤.٦	٤٢٤	٢٣١.٢	٤٤٤	٥٦٥.٦	٣٦٣.٦	٤٤٥.٤	٣٠٣.٦	٤١٧.٢	١٩٩٠
١٤٥	٣٦٩	٤٧٦.١	١٩٧.٨	٤٢٥.٨	٥٦٦	٣٠٧.٣	٣٤٩.٩	٢٣١	٣٦٠.١	١٩٩١
٣٠.٧	٨٣.٧	١٤٩.١	١٣٢.٨	١٠٥.٩	٣٩	٦٠.١	٣٤	٦٤.١	١٢١.٦	١٩٩٢
١٠٤.٨	٥٤	١٧٣.٨	١٩.٨	٨٠	٩٥.٧	٤٨.٦	٦٤.٢	٣٤	١١٦.٢	١٩٩٣
٢٦٣.١	٣٩٣	٤٤٧.٣	٢١١.٩	٤٧٧.٩	٥٤٥	١٩٨.٢	٤٢٦.٥	٤٠٧	٣٥٥	١٩٩٤
١٢٥.٥	٣٢٢.٥	٣٤٤.٩	٢٧٨.٥	٥٦٢.٥	٣٦٤.٧	٢٧١.١	٢٩٨.٢	٢٦٧.٥	٣٢٧.٣	١٩٩٥
٥٠.٢	٨٩	٩٧	٤٢.٤	٥٧	٤٨	٢٠.١	٣٠.٢	١٧٦.٧	٦٧.٣	١٩٩٦
٥٥.٦	٤١.٣	٥٧.٥	١٤٢.٧	١٣١	١٣٦	٩٤.٥	١٣٣	١٠٨	٢٤٨.٥	١٩٩٧
١٠٦.٧	٣٠٣.٦	٣١٦.١	١٨٣.٢	٢٩٩.٥	٣٥٠.٥	٣١٧	٢٩٣.٤	٢٠٨.٢	٢٩٣.٥	١٩٩٨
١٩٩٤	١٩٩٣	١٩٩٢	١٩٩١	١٩٩٠	١٩٨٩	١٩٨٨	١٩٨٧	١٩٨٦	١٩٨٥	السنة
صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر	صبح باللمر
خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب	خبير الجنوب
جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر	جوف آل معسر
تنومة	تنومة	تنومة	تنومة	تنومة	تنومة	تنومة	تنومة	تنومة	تنومة	تنومة
تفنية	تفنية	تفنية	تفنية	تفنية	تفنية	تفنية	تفنية	تفنية	تفنية	تفنية
بيشة	بيشة	بيشة	بيشة	بيشة	بيشة	بيشة	بيشة	بيشة	بيشة	بيشة
بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور	بني ثور
بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر	بلسمر
القص	القص	القص	القص	القص	القص	القص	القص	القص	القص	القص
الماوين	الماوين	الماوين	الماوين	الماوين	الماوين	الماوين	الماوين	الماوين	الماوين	الماوين
السودة	السودة	السودة	السودة	السودة	السودة	السودة	السودة	السودة	السودة	السودة
الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء	الزهراء
آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر	آل عامر
ابها	ابها	ابها	ابها	ابها	ابها	ابها	ابها	ابها	ابها	ابها

371.6	104.8	180.6	84	240.6	268.6	643.8	491	305.8	217.6	ابها
15	98.9	127	107.3	215.8	238.4	597.9	514.4	262.5	287	آل عامر
304.1	73.9	68.3	114.5	201.9	158.2	372.2	615.3	288.8	184.2	الزهران
458.8	129.6	258.4	248.3	449.2	362.9	515.9	345.8	390.8	283.5	السودة
84.5	40.7	84.5	94	122	198	266.5	96	119.3	84.9	الماوين
223.5	163.6	403.5	271.6	339	390.4	432.8	672.6	456.1	854.9	التماص
241.7	22.5	196.2	235	185.3	165.7	517.5	444.2	308.8	439.8	بللسمر
70.5	29.6	18.3	170.3	81.2	41.5	115.1	241.1	120.5	30.3	بني ثور
382	26	30	81.6	40.3	111.6	15.2	119.8	136.2	79.8	بيشة
236.3	8.2	237.2	157.5	198.4	203	394	194.6	332.6	385.7	تمنية
166	104.7	257	173	215.9	203	314.9	322.6	290.5	544.5	تنومة
30.8	1.6	30.4	16.8	33.2	49.4	137.2	156.5	79.2	76.9	جوف آل معمر
17.5	5.5	36.5	65.5	20	39.4	109.3	167	58.7	93.4	خبير الجنوب
165.5	14.8	163.2	217.5	147.3	214.9	246.4	134.4	203	282	صيح بلحمر
2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	السنة

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

السنة	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	المتوسط	الانحراف المعياري
ابها	19.5	236.2	150.9	208.6	143.8	230.4	293.4	136
آل عامر	223.4	209.8	205.5	193	١٥٨.٥ ق	190	255	118.1
الزهران	239.5	264.5	215	246.8	120.5	239	194.5	121
السودة	494.1	291.6	186.3	376.8	196	590.1	328.3	135.9
الماوين	161.5	158.5	171.5	95.5	40.5	157	114.8	73.2
القمص	490.3	412.6	482.1	233.2	270.5	418	414.1	157.8
بللسمر	355.3	396.3	162.5	217.5	24.5	222.8	264.1	136.2
بني ثور	136.2	80.3	113.1	0	32	232	77.6	57.8
بيشة	29.5	78.7	99.3	46.6	54.1	35	77.8	67
تغنية	314.3	144.2	224.7	151.3	204.4	227.2	316.4	142.8
تنومة	92	477	84	43	42	136	226.1	139.8
جوف آل معمر	45.8	28.5	62	23.4	15.5	279.6	68	57.4
خير الجنوب	71	3.5	16	1.5	25.5	148	76.8	61.9
صيح بللمر	269.2	334.9	135.2	189.8	100.1	348.6	180.4	101.5

المصدر: وزارة المياه والكهرباء ، إدارة تنمية موارد المياه ، شعبة الهيدرولوجيا.

بحيث يمثل :

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).

٦- إخضاع المتوسط النصفى لكل فترة لفحص الخطأ المعياري للفرق

الإحصائي بين المتوسطين بتطبيق المعادلة الآتية :

$$S.E|X'_1 - X'_2| = \left[\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5} \quad (3)$$

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 ٠.٠٥ (2 S.E).

٧- فحص الأهمية الإحصائية (t) ستودنت (t student's test) لبيان

أهمية الفرق بين المتوسطين عند مستوى الأهمية الإحصائية ٠.٠٥ بتطبيق المعادلة

الآتية :

$$t = \frac{|X'_1 - X'_2|}{\left[\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5}} \quad (4)$$

وتقارن قيمة (t) المحسوبة بهذه العلاقة مع قيمة (t) الحرجة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٠.٠٥ ودرجة الحرية المناسبة (d.f) للفترتين. وتحسب درجة الحرية بتطبيق المعادلة الآتية :

$$d.f = (n_1 + n_2) - 2 \quad (5)$$

٨- استخدام طريقة علاقة انحدار الخط المستقيم (علاقة الارتباط) لتحديد الاتجاهات المطرية. وتحسب علاقة انحدار الأمطار (y) على الزمن (x) بتطبيق معادلة الخط لمستقيم الآتية :

$$y = a + bx \quad (6)$$

بحيث تمثل :

a : ثابت نقطة الأساس (البداية).

b : ثابت معامل الانحدار.

٩- حساب معادلة الارتباط. ولبيان أهميتها الإحصائية يحسب معامل

التفسير (r^2) والخطأ المعياري للتقدير (S.E) بتطبيق المعادلة الآتية :

$$S.E = \sigma_y (1 - r^2)^{0.5} \quad (7)$$

١٠- حساب الانحراف المعياري النسبي (σ %) بتطبيق المعادلة الآتية :

$$\% \sigma = \frac{S.E}{y'} \cdot 100 \quad (8)$$

١١- تحديد الأهمية الإحصائية لمعامل الارتباط (r) عند مستوى الأهمية

٠.٠٥ باستخدام فحص t ستودنت بتطبيق المعادلة الآتية :

$$t_r = \frac{|r(n-2)^{0.5}|}{(1-r^2)^{0.5}} \quad (9)$$

وتقارن قيمة (t_r) المحسوبة بهذه العلاقة مع قيمة (t) الحرجة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٠.٠٥ . وعند درجة الحرية المناسبة . وتحسب درجة الحرية بتطبيق المعادلة الآتية :

$$d.f = n - 2 \quad (10)$$

بحيث يمثل n عدد الأزواج المستخدمة في السلسلة الزمنية المطرية.
١٢- فحص الأهمية الإحصائية لمعامل الانحدار (b) باستخدام طريقة t ستودنت وتطبيق المعادلة الآتية :

$$t_b = \frac{\left| b \left[\sum y^2 - \left(\frac{\sum y}{n} \right)^2 \right]^{0.5} \right|}{\sigma_x} \quad (11)$$

بحيث يمثل :

y : متغير العامل التابع (الأمطار) .

σ_x : الانحراف المعياري للمتغير المستقل (الزمن) .

وتقارن قيمة (t_b) المحسوبة بهذه العلاقة بقيمة (t) الحرجة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٠.٠٥ .

١٣- حساب الخطأ المعياري لمعامل الانحدار $(S.E_b)$ بتطبيق المعادلة

الآتية :

$$S.E_b = \frac{S.E}{\sigma_x \sqrt{n}} \quad (12)$$

٦- النتائج والتحليل

٦-١- اختبار تجانس كميات الأمطار السنوية

للتأكد من تجانس بيانات الأمطار بكل محطة تم تطبيق اختبار نسبة "ف" القسوى لهارتلي Hartley's F_{\max} -ratio على كميات الأمطار السنوية في المحطات المدروسة بواسطة المعادلة (١). ولتطبيق هذه المعادلة على كميات الأمطار تم تقسيم البيانات المطرية للفترة ١٩٧١-٢٠١٠ م (٤٠ سنة) بكل محطة إلى فترتين متساويتين (٢٠ سنة) ، ثم تم حساب التباين لكميات أمطار كل فترة (الجدول ٣).

الجدول ٣ : اختبار تجانس البيانات المطرية بطريقة Hartley's F_{\max} -ratio

المحطة	σ_1	σ_2	σ_1^2	σ_2^2	F_{\max} -ratio	الأهمية الاحصائية
صبح بللحمر	111.0	87.5	12325.6	7663.0	1.61	غير مهم
خيبر الجنوب	68.5	49.8	4688.5	2482.8	1.89	غير مهم
جوف معمر	51.6	64.1	2664.0	4108.4	1.54	غير مهم
تنومة	145.8	137.3	21269.4	18863.6	1.13	غير مهم
تمنية	143.1	105.2	20487.2	11070.8	1.85	غير مهم
بيشة	48.4	82.0	2338.5	6731.1	2.88	مهم
بني ثور	39.1	68.3	1527.7	4668.0	3.06	مهم
بللسمر	134.1	141.7	17990.8	20082.8	1.12	غير مهم
النماص	145.3	167.1	21125.8	27908.5	1.32	غير مهم
الماوين	82.9	64.1	6871.7	4111.3	1.67	غير مهم
السودة	153.9	118.4	23693.2	14010.5	1.69	غير مهم
الزهراء	115.1	124.6	13257.4	15534.9	1.17	غير مهم
أل عامر	96.6	135.3	9324.0	18302.8	1.96	غير مهم
أبها	102.5	159.4	10509.8	25395.9	2.42	غير مهم

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

فمن خلال هذا الجدول يتضح أن قيمة "ف" المحسوبة ($F_c \max$) تتراوح بين ١.٢٤ بمحطة الرس و ٣.٠٦ بمحطة مطار الأمير نايف. وبما أن قيمة "ف" الحرجة ($F_{\max} t$) تبلغ ٢.٤٦ و ٣.٣٢ عند درجة الحرية ١٩ ($n-1$) وعدد الحالات (الفترات) ($k=2$) ومستوى الأهمية ٠.٠٥ و ٠.٠١ على التوالي. وبما أن قيمة "ف" المحسوبة هي أصغر من قيمة "ف" الحرجة في جميع المحطات ما عدا محطتي تنومة وتمنية ، فإن كميات الأمطار السنوية تعتبر غير متجانسة إحصائياً بجميع المحطات المدروسة باستثناء المحطتين المذكورتين.

٦-٢- اتجاه ١ للأمطار بطريقة المتوسطات المتحركة

تعتمد هذه الطريقة على تقسيم السلسلة الزمنية المدروسة بكل محطة إلى فترات زمنية متساوية وحساب متوسط الأمطار لكل فترة ومقارنته بمعدل الأمطار للسلسلة الزمنية لكل محطة. وقد تم تقسيم كل سلسلة زمنية بكل محطة إلى ٨ فترات بخمس سنوات تتوزع على النحو التالي : (الجدول ٤)

- ١- الفترة الأولى: ١٩٧١-١٩٧٥
- ٢- الفترة الثانية: ١٩٧٦-١٩٨٠
- ٣- الفترة الثالثة: ١٩٨١-١٩٨٥
- ٤- الفترة الرابعة: ١٩٨٦-١٩٩٠
- ٥- الفترة الخامسة: ١٩٩١-١٩٩٥
- ٦- الفترة السادسة: ١٩٩٦-٢٠٠٠
- ٧- الفترة السابعة: ٢٠٠١-٢٠٠٥
- ٨- الفترة الثامنة: ٢٠٠٦-٢٠١٠

ولقد تم تمثيل أمطار هذه الفترات بأشكال بيانية لتحليل اتجاهات الأمطار السنوية بكل محطة (الأشكال من ٢ إلى ٩).

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

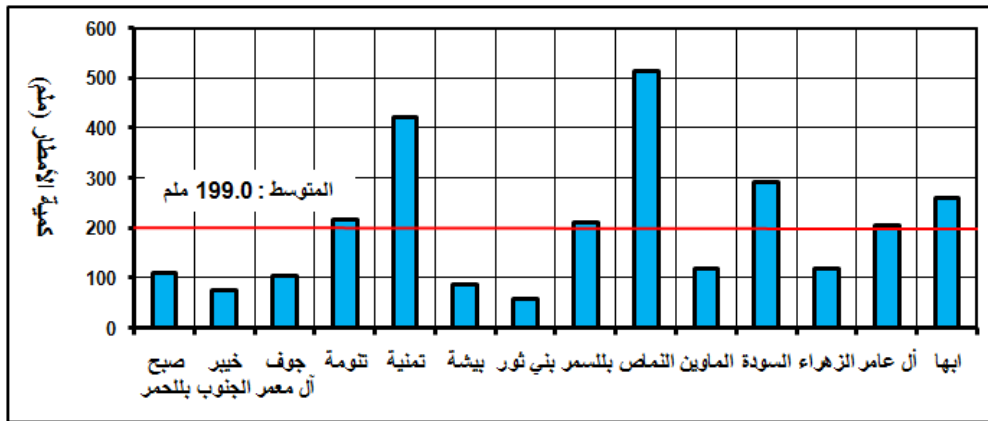
وتتباين المتوسطات المطرية المتحركة من محطة لأخرى بمنطقة عسير بحيث نجد أن هذه المتوسطات تبلغ أقصاها بمحطة النماص خلال الفترة الممتدة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٠ وكذلك خلال الفترة ٢٠٠٦-٢٠١٠ وبمحطة تمنية خلال الفترة ١٩٧١-١٩٧٥ وبمحطة السودة خلال الفترة ٢٠٠١-٢٠٠٥. في حين تبلغ المتوسطات المطرية المتحركة أدناها بمحطة بني ثور خلال الفترة ١٩٧١-٧٥ وبمحطة خيبر الجنوب خلال الفترة ١٩٧٦-١٩٨٠ وبمحطة جوف آل معمر خلال الفترتين ١٩٨١-١٩٨٥ و ١٩٩١-١٩٩٥ وبمحط بيشة خلال الفترة ١٩٨٦-١٩٩٠ وبمحطة خيبر الجنوب خلال الفترة ١٩٩٦-٢٠١٠.

الجدول ٤ : المتوسطات المطرية المتحركة (٥ سنوات) بالمحطات المدروسة

المحطات	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010
صبح بلحمر	110.2	91.6	132.0	293.7	238.3	189.2	166.0	221.7
خيبر الجنوب	75.6	49.4	133.6	120.5	78.1	78.9	39.2	38.9
جوف آل معمر	104.1	71.6	33.1	66.4	71.1	91.1	25.1	81.8
تنومة	215.4	156.6	176.3	352.8	323.2	269.4	158.5	156.4
تمنية	420.1	438.4	276.3	410.9	340.2	264.5	190.7	190.4
بيشة	85.1	61.1	68.1	64.5	86.4	84.6	109.8	62.7
بني ثور	57.3	64.5	56.4	60.6	85.3	119.9	85.0	91.5
بللسمر	211.3	225.7	234.8	376.0	325.5	324.3	210.1	204.7
النماص	514.4	466.4	377.5	424.4	398.3	458.2	310.5	363.3
الماوين	117.7	130.2	101.0	115.7	76.1	160.4	93.0	124.6

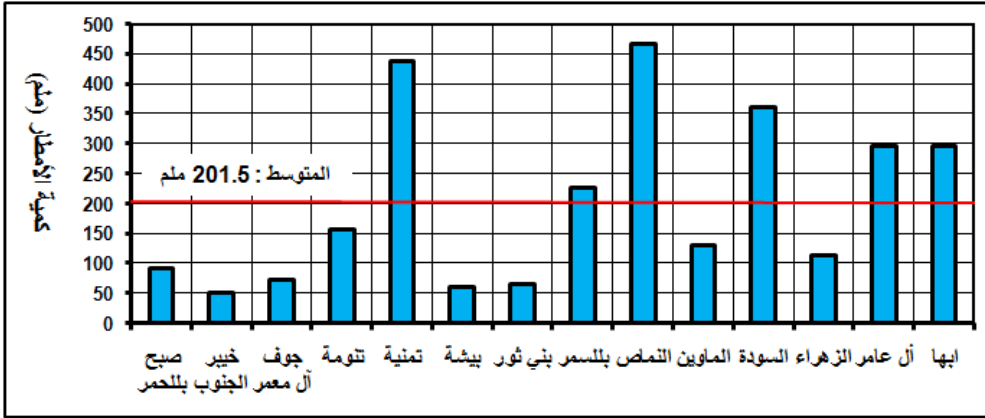
المحطات	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010
السودة	291.1	359.6	288.2	335.9	292.7	412.9	317.8	328.2
الزهراء	118.9	112.5	179.5	268.4	172.3	327.3	160.1	217.2
أل عامر	205.3	296.6	297.6	307.4	261.7	365.8	114.3	191.4
ابها	259.3	296.1	397.4	345.1	313.2	390.0	152.1	194.0
المتوسط	199.0	201.5	196.6	253.0	218.7	252.6	152.3	176.2

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢..

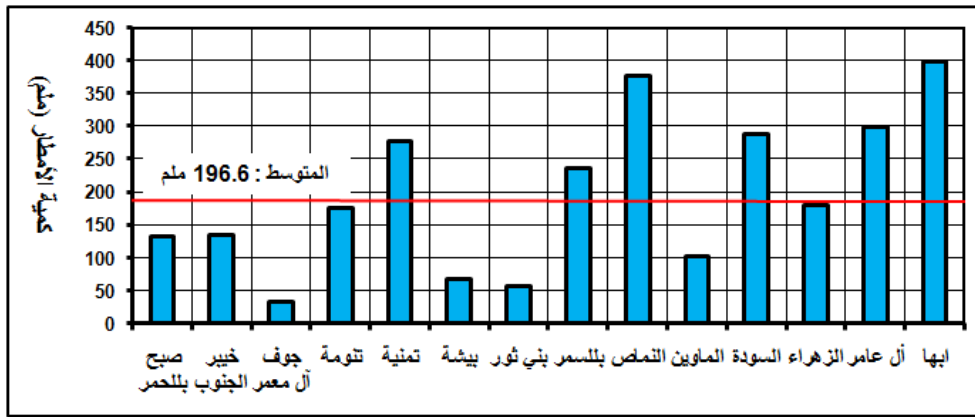


الشكل ٢: المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ١٩٧٥-١٩٧١

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

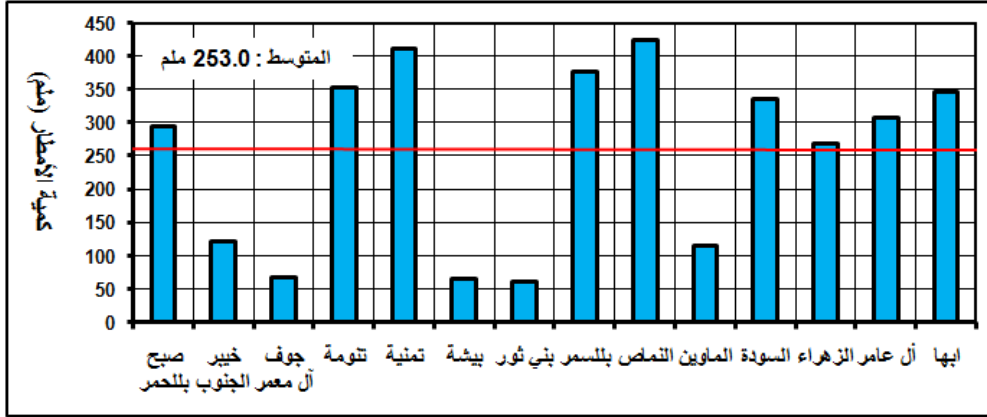


الشكل ٣ : المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ١٩٧٦-١٩٨٠

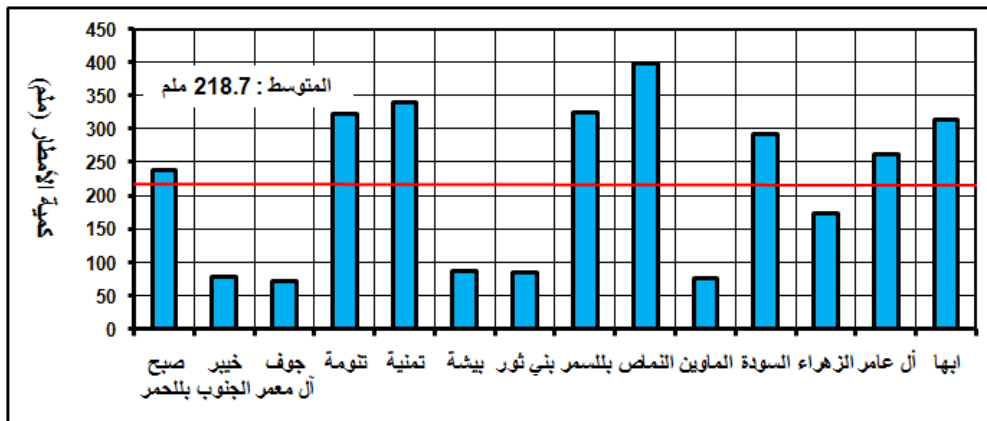


الشكل ٤ : المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ١٩٨١-١٩٨٥

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢..

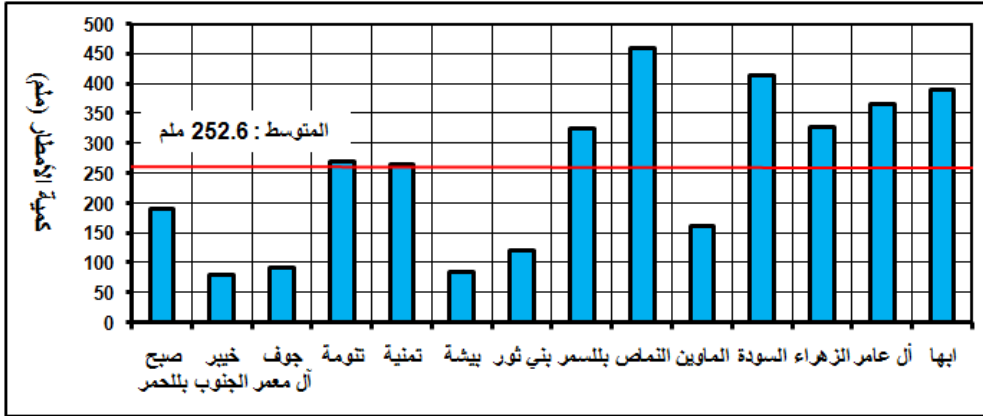


الشكل ٥ : المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ١٩٨٦-١٩٩٠



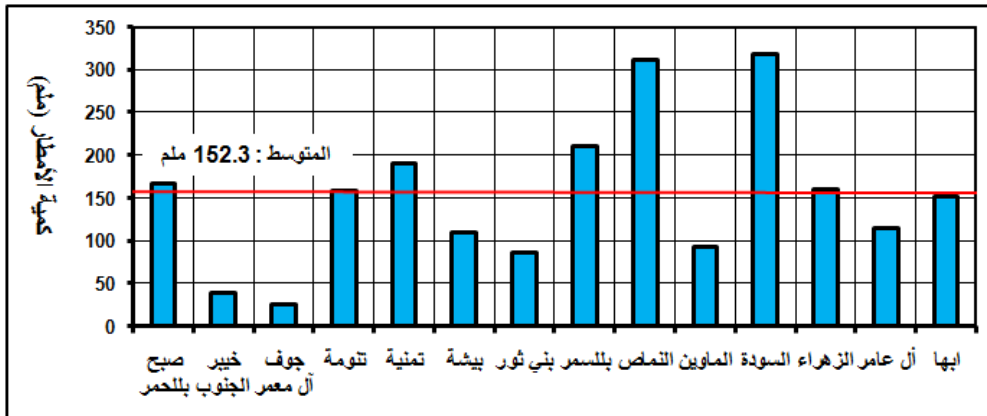
الشكل ٦ : المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ١٩٩١-١٩٩٥

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

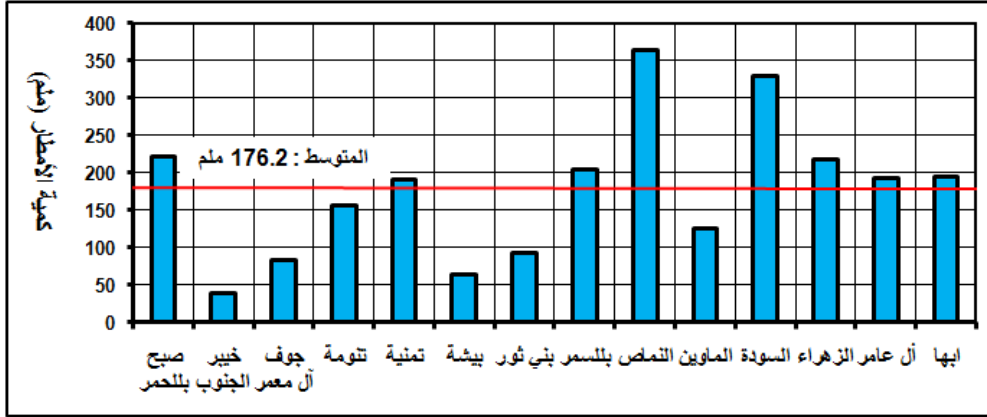


الشكل ٧ : المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ١٩٩٦-٢٠٠٠

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.



الشكل ٨ : المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ٢٠٠١-٢٠٠٥



الشكل ٩ : المتوسطات المتحركة لأمطار الفترة ٢٠٠٦-٢٠١٠

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

ويتبين من بيانات الجدول ٤ أن عدد تكرارات المتوسطات المطرية المتحركة التي تفوق المتوسط السنوي للفترة المدروسة يبلغ على مستوى إجمالي المحطات ٥٤ تكرار، أي ما يعادل ٤٨.٢ % من إجمالي تكرارات المتوسطات المطرية المتحركة. وبالنظر إلى هذه النتيجة يبدو أن المتوسطات المتحركة تتسم بنوع من النقصان في الأمطار بالنسبة لمتوسط الأمطار السنوي لكل محطة. ولتقدير مدى ارتباط متوسط الأمطار السنوي بالمتوسطات المتحركة للفترة المدروسة تم حساب معامل الارتباط لبيرسون Pearson الذي أعطى النتائج التالية: (الجدول ٥)

ومن جهة أخرى نجد أن عدد المحطات التي يفوق متوسطها المتحرك للأمطار متوسط الفترة يبلغ ٧ محطات خلال الفترة ١٩٧١-١٩٧٥ و ٦ محطات خلال الفترة ١٩٧٦-١٩٨٠ و ٦ محطات خلال الفترة ١٩٨١-١٩٨٥ و ٩ محطات خلال الفترة ١٩٨٦-١٩٩٠ و ٨ محطات خلال الفترة ١٩٩١-١٩٩٥ و ٨ محطات خلال الفترة ١٩٩٦-٢٠٠٠ و ٧ محطات خلال الفترة ٢٠٠١-٢٠٠٥ و ٨ محطات خلال الفترة ٢٠٠٦-٢٠١٠.

الجدول ٥ : معامل الارتباط بين المتوسطات المتحركة ومتوسط الأمطار السنوي بالمحطات المدروسة

الفترة	معامل التفسير R ²	معامل الارتباط R	Sig مستوى الدلالة
1971-1975	0.898	0.948	0.000
1975-1980	0.916	0.957	0.000
1981-1985	0.885	0.941	0.000
1986-1990	0.942	0.971	0.000
1991-1995	0.923	0.961	0.000
1996-2000	0.917	0.958	0.000
2001-2005	0.792	0.890	0.001
2006-2010	0.811	0.901	0.001

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٤.

ويتبين من خلال تحليل الأشكال البيانية صعوبة تحديد اتجاهات الأمطار على مستوى منطقة عسير نظراً لتباين متوسطات الأمطار السنوية لكل فترة ٥ سنوات من محطة لأخرى وحتى داخل المحطة الواحدة. وتتجلى صعوبة تحديد خط اتجاه للأمطار السنوية بوضوح بمنطقة الدراسة من خلال الأشكال البيانية والمتوسطات المطرية المتحركة بحيث لا يمكن إخضاع خطوط الاتجاه المطري إلى أي نوع من الفحوص الإحصائية لتحديد أهميتها أو اتجاهها بشكل كمي دقيق. ولا يخلو الاتجاه المشتق بهذه الطريقة من آثار قوى أخرى لا تستطيع هذه الطريقة الكشف عنها (حلاق وقاسم ، ١٩٨٨). ولا يمكن الكشف عن العوامل الأخرى المؤثرة في خط الاتجاه المشتق بأي طريقة ما لم يتم فحصها إحصائياً لتحديد تأثير هذه العوامل (صيام ، ١٩٩٥). لذا يفضل الاستعاضة عنها بالطرق الإحصائية الأخرى.

بالإضافة إلى ذلك فإن المتوسطات المتحركة للفترات المتتالية تتأثر بالقيم المتطرفة المتدنية والمرتفعة لكميات الأمطار بحيث يكفي أن توجد سنة أو سنتين قليلة

الأمطار جدا أو كثيرة الأمطار جدا خلال فترة ٥ سنوات حتى يظهر تأثيرها واضحا في المتوسط المطري. وتتسجم هذه النتائج مع العديد من نتائج الدراسات التي تمت بمناطق مختلفة من العالم على غرار ما بينه Gregory من استحالة تحديد علاقات تحليلية مشتركة من خطوط اتجاه المتوسطات المتحركة بين تغيرات كميات الأمطار المسجلة والزمن (Gregory, 1970).

ومن خلال ما تقدم تبدو أن هذه الطريقة تبقى تقريبية لا يمكن الاعتماد عليها في اشتقاق خطوط اتجاه تعكس طبيعة التغيرات الزمنية والمكانية لكميات الأمطار السنوية التي تعتبر ظواهر طبيعية عشوائية تحتاج إلى تحليل كمي بطرق رياضية تُمكن من إيجاد خطوط اتجاه محسوبة بدقة وتخضع لإجراء فحوص لأهميتها الإحصائية تؤكد قبولها أو رفضها.

٦-٣- اتجاه الأمطار بطريقة المتوسطات النصفية

لتطبيق هذه الطريقة تم تقسيم سلسلة البيانات المطرية السنوية لكل محطة إلى فترتين ، تمتد الفترة الأولى من ١٩٧١ إلى ١٩٩٠ والفترة الثانية من ١٩٩١ إلى ٢٠١٠.

الجدول ٦ : المتوسطات النصفية للأمطار السنوية بالمحطات المدروسة

المحطة	X'_1	n_1	X'_2	n_2	T_1	T_2	b
صبح بلحمر	156.9	20	203.8	20	1980	2000	0.024-
خير الجنوب	94.8	20	58.8	20	1980	2000	0.018
جوف آل معمر	68.8	20	67.3	20	1980	2000	0.001
تنومة	225.3	20	226.9	20	1980	2000	0.001-
تمنية	386.4	20	246.4	20	1980	2000	0.073
بيشة	69.7	20	85.9	20	1980	2000	0.008-
بني ثور	59.7	20	95.4	20	1980	2000	0.009-

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

0.002	2000	1980	20	266.2	20	262.0	بللسمر
0.032	2000	1980	20	382.6	20	445.7	الناماص
0.001	2000	1980	20	113.5	20	116.1	الماوين
0.010-	2000	1980	20	337.9	20	318.7	السودة
0.026-	2000	1980	20	219.2	20	169.8	الزهراء
0.023	2000	1980	20	233.3	20	276.7	آل عامر
0.034	2000	1980	20	262.3	20	324.5	أبها

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

ويمثل الجدول ٦ نتائج حساب اتجاه الأمطار بطريقة المتوسطات النصفية لكميات الأمطار السنوية بالمحطات المدروسة وفيه تم حساب متوسط كميات الأمطار لكل فترة (X'_1, X'_2) بكل محطة وعدد سنوات كل فترة (n_1, n_2) وعامل ميلان الخط المار بمتوسطي الفترتين (b) والذي يمثل خط اتجاه الأمطار في المحطة والذي تم حسابه بواسطة العلاقة (٢).

ويلاحظ من خلال هذا الجدول والأشكال من ١٠ إلى ٢٣ :

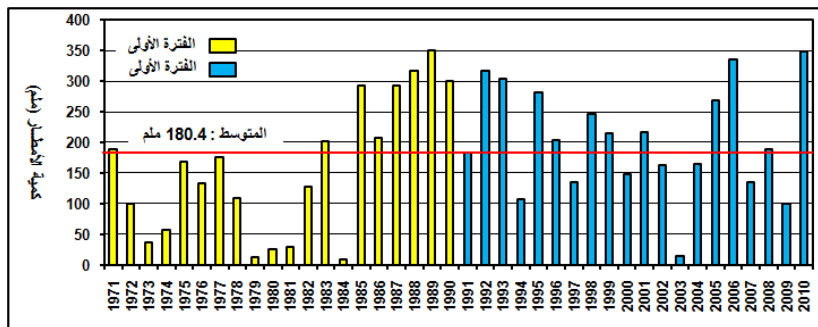
١- أن كميات الأمطار السنوية ذات اتجاه مطري متزايد بثمانية محطات (خيبر الجنوب ، جوف آل معمر ، تمنية ، بللسمر ، النماص ، الماوين ، آل عامر ، أبها) وذات اتجاه مطري متناقص في باقي المحطات الأخرى.

٢- أن جميع الاتجاهات ذات قيم انحدار بسيطة تتراوح قيمها الموجبة بين ٠.٠٠١ بمحطتي الماوين وجوف آل معمر و ٠.٠٧٣ بمحطة عقلة تمنية وتتراوح قيمها السالبة بين (٠.٠٢٦-) بمحطة الزهراء و (٠.٠٠١-) بمحطة تنومة.

ولقد تبين من فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين $2 S.E|X'_1 - X'_2|$ المحسوب بواسطة العلاقة (٣) عدم وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفيين عند مستوى الاحتمال ٥ % في تسع

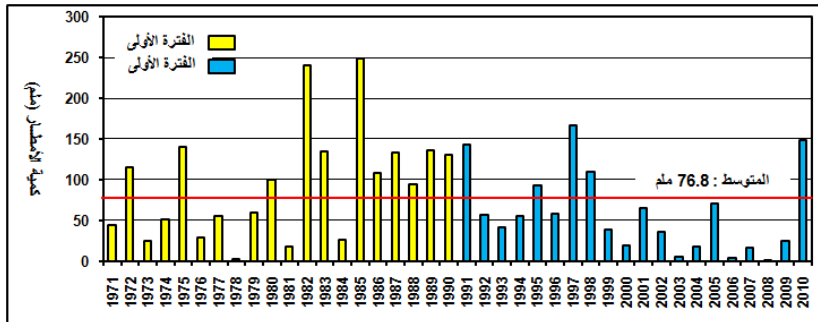
محطات (صبح بللحمر ، جوف آل معمر ، تنومة ، بيشة ، بني ثور ، بللسمر ، الماوين ن السوداء ، الزهراء) ، بحيث جاءت جميع الفروق فيها أقل من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين. ويشترط لكي يكون الفرق ذا أهمية إحصائية وبالتالي جوهري و حقيقي أن يزيد على ضعفي أو ٣ أضعاف الخطأ المعياري (2 S.E) أو (3 S.E) للفرق وإلا أعتبر غير مهم إحصائياً ومرفوضاً (Gregory, Crowe, 1971 ; 1970). وعليه تعد الفروق بين المتوسطين الحاصلة غير ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تقل عن ٥ % في المحطات المذكورة. وبالتالي تعد الاتجاهات المطرية الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية في هذه المحطات ، موجبة كما هو الحال في ٣ محطات الماوين وجوف آل معمر وبللسمر أو سالبة كما هو الحال في المحطات الستة الأخرى ، غير مهمة إحصائياً وغير جوهريّة أو حقيقية وهي ناجمة عن عشوائية نظام تساقط الأمطار السنوية بهذه المحطات. ويؤكد أيضاً فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت للفرق بين المتوسطات النصفية المحسوب بالعلاقة (٤) هذه النتيجة (الجدول ٧).

فمن خلال هذا الجدول جاءت قيم "t" المحسوبة للفرق بين المتوسطات أقل من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية ٠.٠٥ وهي ٢.٠٢٤ المناسبة لدرجة الحرية وهي

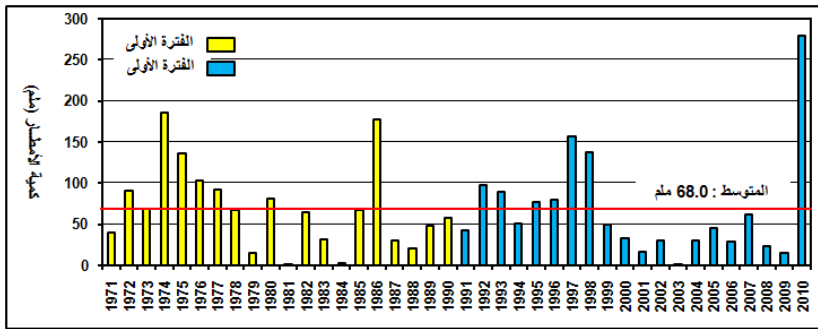


الشكل ١٠ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة صبح بللحمر

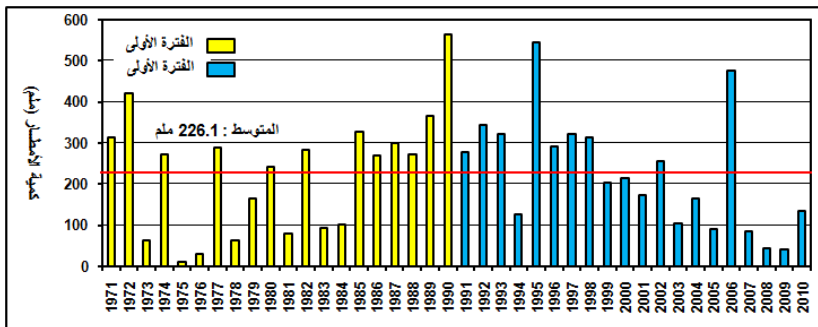
دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير



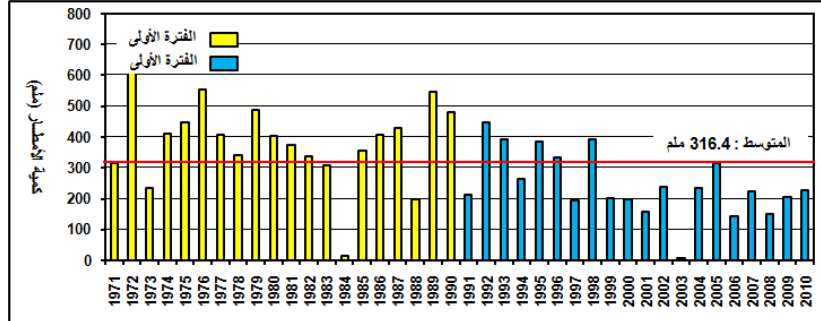
الشكل ١١ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة خيبر الجنوب



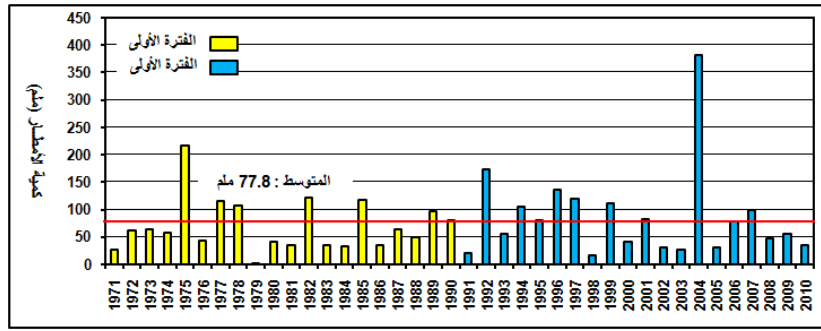
الشكل ١٢ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة جوف آل معمر



الشكل ١٣ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة تنومة

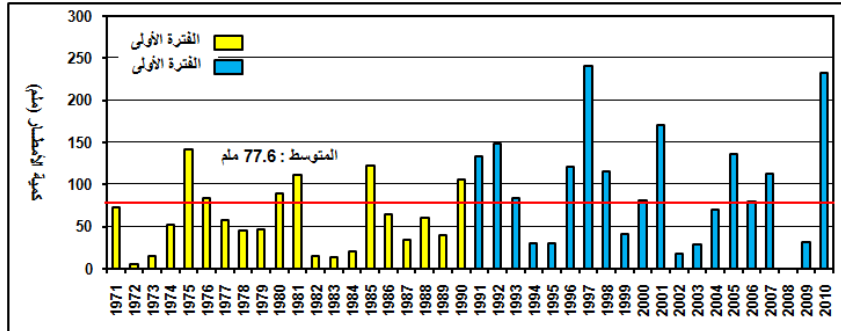


الشكل ١٤ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة تمنية



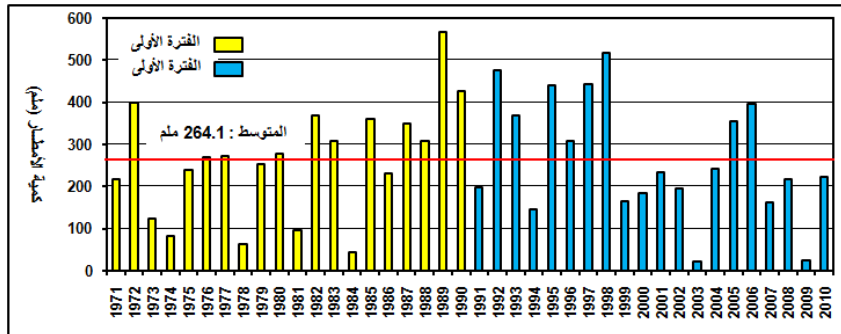
الشكل ١٥ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة ببشة

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

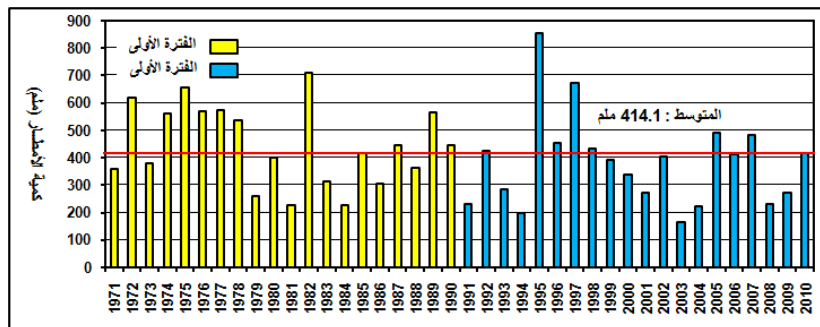


الشكل ١٦ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة بني ثور

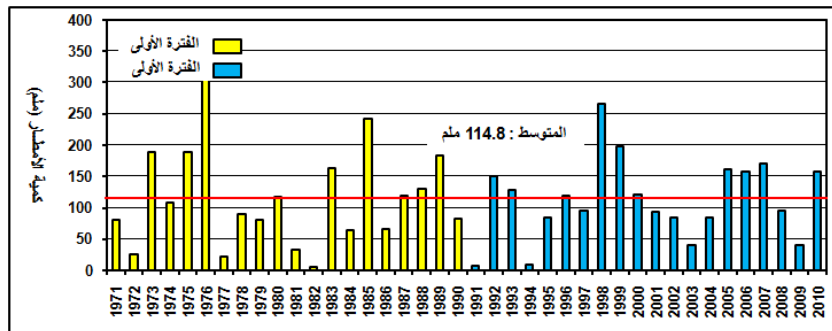
دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير



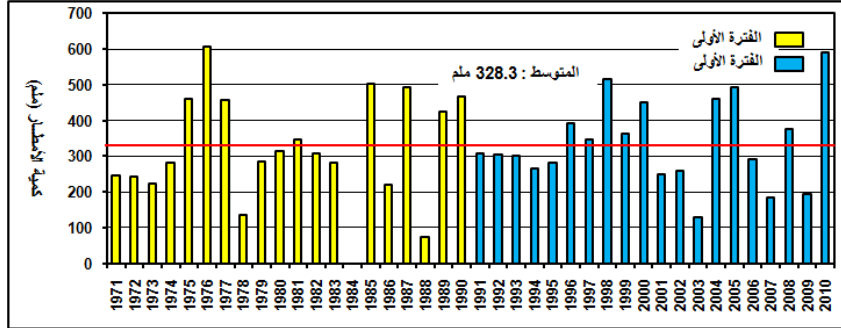
الشكل ١٧ : توزيع كميات الأمطار للفترة النصفية بمحطة بالسمر



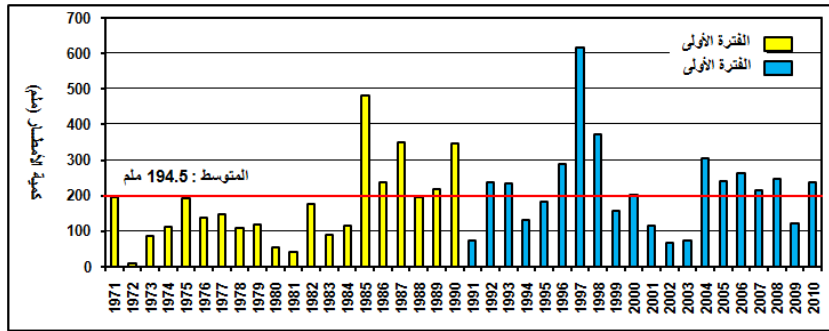
الشكل ١٨ : توزيع كميات الأمطار للفترة النصفية بمحطة النماص



الشكل ١٩ : توزيع كميات الأمطار للفترة النصفية بمحطة الماوين

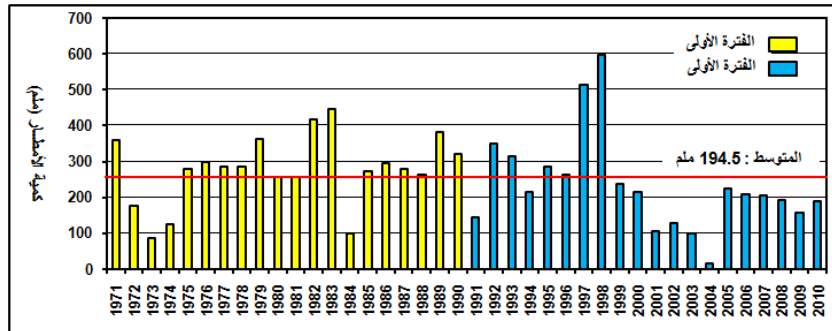


الشكل ٢٠ : توزيع كميات الأمطار للفترة النصفية بمحطة السودة



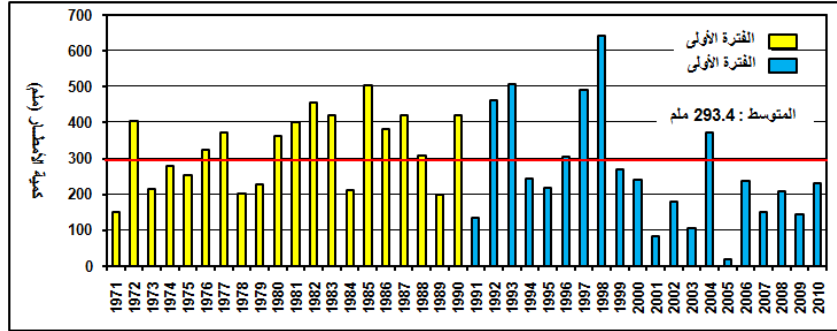
الشكل ٢١ : توزيع كميات الأمطار للفترة النصفية بمحطة الزهراء

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.



الشكل ٢٢ : توزيع كميات الأمطار للفترة النصفية بمحطة آل عامر

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير



الشكل ٢٣ : توزيع كميات الأمطار للفترات النصفية بمحطة أبها

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

(n-2) ٣٨ في جميع المحطات عدا محطتي تمنية وبنى ثور. ويشترط لكي يكون الفرق بين المتوسطات النصفية مهماً وجوهرياً أن تكون قيمة "t" المحسوبة بالعلاقة (٤) أكبر من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية ٠.٠٥ ودرجة الحرية المناسبة بالمحطة ، أي أن قيمة $t_c > t_{0.05}$ و إلا أعتبر الفرق الحاصل غير مهم وناتج عن الحظ ومرفوضاً (Gregory, 1970 ; Oliver, 1981).

وعليه فإن الاتجاهات المطرية المحسوبة في المحطات المدروسة تمثل جميعها اتجاهات ذات أهمية إحصائية لا يمكن الاعتماد عليها في تحليل التغيرات الزمنية والمكانية المتزايدة أو المتناقصة لكميات الأمطار السنوية بمنطقة عسير عدا اتجاهات الأمطار محطات خيبر الجنوب وتمنية والنماص وآل عامر وأبها اللتي أظهرت اتجاهات موجبة متماثلة لتزايد متوسطات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠م.

الجدول ٧ : فحص الأهمية الإحصائية لمعامل الميلان "b" للمتوسطات النصفية بالمحطات المدروسة عند مستوى الاحتمال ٥%.

المتغير	X'_1	σ_1	n_1	X'_2	σ_2	n_2	$X'_1 - X'_2$	2 S.E
صبيح بلحمر	156.9	111.0	20.0	203.8	87.5	20.0	-46.9	31.6
خبير الجنوب	94.8	68.5	20.0	58.8	49.8	20.0	36.0	18.9
جوف آل معمر	68.8	51.6	20.0	67.3	64.1	20.0	1.5	18.4
تثومة	225.3	145.8	20.0	226.9	137.3	20.0	-1.6	44.8
تمنية	386.4	143.1	20.0	246.4	105.2	20.0	140.0	39.7
بيشة	69.7	48.4	20.0	85.9	82.0	20.0	-16.2	21.3
بني ثور	59.7	39.1	20.0	95.4	68.3	20.0	-35.7	17.6
بلسمر	262.0	134.1	20.0	266.2	141.7	20.0	-4.2	43.6
النماص	445.7	145.3	20.0	382.6	167.1	20.0	63.1	49.5
الماوين	116.1	82.9	20.0	113.5	64.1	20.0	2.6	23.4
السودة	318.7	153.9	20.0	337.9	118.4	20.0	-19.2	43.4
الزهراء	169.8	115.1	20.0	219.2	124.6	20.0	-49.4	37.9
آل عامر	276.7	96.6	20.0	233.3	135.3	20.0	43.4	37.2
ابها	324.5	102.5	20.0	262.3	159.4	20.0	62.2	42.4

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

المتغير	صباح بلحمر	خبير الجنوب	جوف آل معمر	ترومة	تمنية	بيشة	بني ثور	بللسمر	النماص	الماوين	السودة	الزهراء	آل عامر	أبها
t_c	1.485	1.902	0.083	0.035	3.524	0.761	2.029	0.096	1.275	0.112	0.442	1.302	1.168	1.467
$t_{5\%}$	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024	2.024
الأهمية الاحصائية	غير مهم	غير مهم	غير مهم	غير مهم	مهم	غير مهم	مهم	غير مهم	غير مهم	غير مهم	غير مهم	غير مهم	غير مهم	غير مهم

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

٦-٤- اتجاه الأمطار بطريقة علاقة الخط المستقيم (علاقة الارتباط

الخطي)

يتضح من خلال نتائج علاقات الارتباط الخطي بين الزمن (المتغير المستقل) وكميات الأمطار السنوية (المتغير التابع) أن قيمة معامل انحدار الخط المستقيم (b) وقيمة معامل الارتباط (r) جاءت سالبة بسبع محطات (خبير الجنوب ، جوف آل معمر، ترومة، تمنية ، النماص ، آل عامر، أبها) وموجبة بسبع محطات (بلحمر ، بيشة، بني ثور، بللسمر، الماوين، السودة، الزهراء) (الجدول ٨) و (الأشكال من ٢٤ إلى ٣٧). وعليه يكون اتجاه الأمطار السنوية متناقصاً بالمحطات السبعة الأولى التي أظهرت قيماً سالبة لمعامل الانحدار ومعامل الارتباط ومنتزاداً بالمحطات السبعة الأخرى التي كانت بها قيمتا هذين المعاملين موجبتين. وعليه يتبين من قيم كل من (r) و (b) الموجبة والسالبة وجود نوع من التماثل بين اتجاهات الأمطار المتزايدة والمتناقصة المحسوبة بطريقة علاقة الخط المستقيم (علاقة الارتباط الخطي) في

المحطات المدروسة. في حين أن محطات (خير الجنوب ، تمنية ، النماص ، آل عامر ، أبها) التي أظهرت اتجاهات مطرية متزايدة بطريقة المتوسطات النصفية أظهرت اتجاهات متناقصة بطريقة علاقة خط الارتباط الخطي بينما نجد أن محطات (بللحمر ، بيشة ، بني ثور ، بللسمر ، الماوين ، السودة ، الزهراء) التي أظهرت اتجاهات متناقصة بواسطة طريقة المتوسطات النصفية أظهرت اتجاهات متزايدة بواسطة طريقة علاقة الارتباط الخطي. كما تدل قيم معامل الارتباط (r) السالبة التي تتراوح بين -0.566 - بمحطة تمنية و -0.032 - بمحطة تنومة والموجبة التي تتراوح بين 0.017 - بمحطتي بللسمر والماوين و 0.346 - بمحطة صبح بللحمر على وجود علاقة ارتباط خطية ضعيفة بين الأمطار والزمن في المحطات المدروسة.

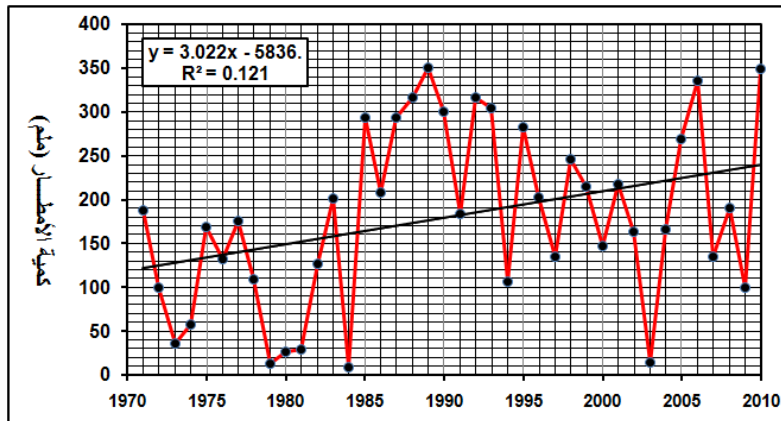
وقد بين فحص الأهمية الإحصائية "t" ستودنت لمعامل الارتباط (r) أن قيمة (t_r) المحسوبة بالعلاقة (٩) غير جوهرية حيث أنها تقل عن قيمة "t" الحرجة 2.024 المناسبة لدرجة الحرية 38 عند مستوى الأهمية الإحصائية 5% بجميع المحطات عدا محطتي صبح بللحمر وبني ثور. وقد أظهرت أيضاً قيم معامل التفسير (r^2) عدم أهمية أو صلاحية علاقات الارتباط وخطوط انحدارها التي تمثل الاتجاهات المطرية لكميات الأمطار السنوية بالمحطات المدروسة لأن قيمة (r^2) تمثل النسبة الحقيقية من كميات الأمطار التي يستطيع خط الانحدار تفسيرها. وقد تراوحت قيم (r^2) بين 0.03 - 32.0% بمحطة الماوين و 32.0% بمحطة تمنية وهي قيم ضعيفة لا يمكن الاعتماد عليها في تحليل وتحديد اتجاهات كميات الأمطار السنوية.

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

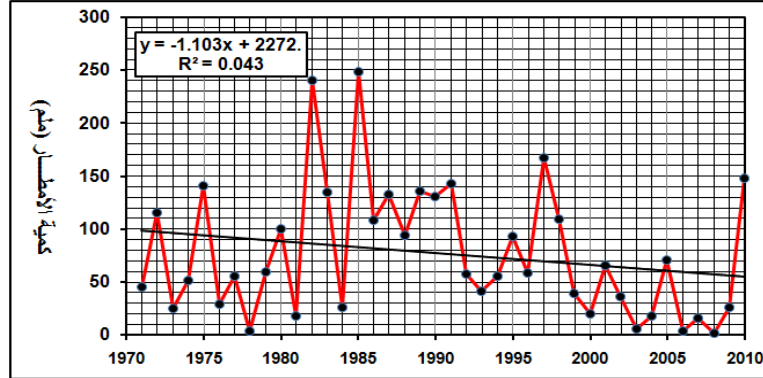
الجدول ٨ : الفحص الإحصائي لمعامل الارتباط والخطأ المعياري لمعامل الانحدار

المحطة	y'	σ_y	a	b	r	r ²	%r ²	SE	% σ	t _r	الأهمية الإحصائية
صبح بللحمر	180.4	101.5	-5836.0	3.022	0.346	0.120	12.0	95.2	52.8	2.276	مهم
خير الجنوب	76.8	61.9	2272.0	-1.103	0.207	0.043	4.3	60.6	78.8	1.307	غير مهم
جوف آل معمر	68.0	57.4	916.1	-0.426	0.265	0.070	7.0	55.4	81.4	1.691	غير مهم
تنومة	226.1	139.8	1098.0	-0.438	0.032	0.001	0.1	139.7	61.8	0.195	غير مهم
تمنية	316.4	142.8	14087.0	-6.918	0.566	0.320	32.0	117.8	37.2	4.229	مهم
بيشة	77.8	67.0	-821.2	0.451	0.077	0.006	0.6	66.8	85.9	0.479	غير مهم
بني ثور	77.6	57.8	-2485.0	1.287	0.259	0.067	6.7	55.8	71.9	1.652	غير مهم
بللسمر	264.1	136.2	-159.5	0.212	0.017	0.0003	0.0	136.2	51.6	0.107	غير مهم
النماص	395.7	161.0	7702.0	-3.661	0.270	0.073	7.3	155.0	39.2	1.730	غير مهم
الماوين	113.2	76.8	-112.7	0.114	0.017	0.0003	0.0	76.8	67.8	0.107	غير مهم
السودة	334.2	132.1	-2007.0	1.173	0.100	0.010	1.0	131.4	39.3	0.620	غير مهم
الزهراء	195.4	122.2	-5981.0	3.102	0.298	0.089	8.9	116.6	59.7	1.927	غير مهم
آل عامر	254.9	118.2	4418.0	-2.091	0.205	0.042	4.2	115.7	45.4	1.291	غير مهم
ابها	292.1	138.8	6244.0	-2.989	0.077	0.006	0.6	138.4	47.4	0.479	غير مهم

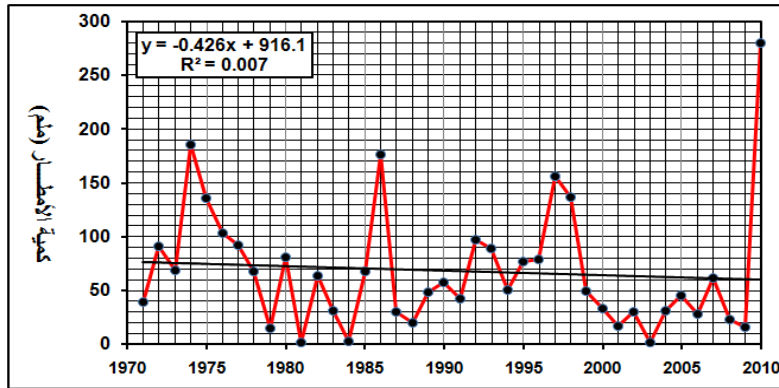
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.



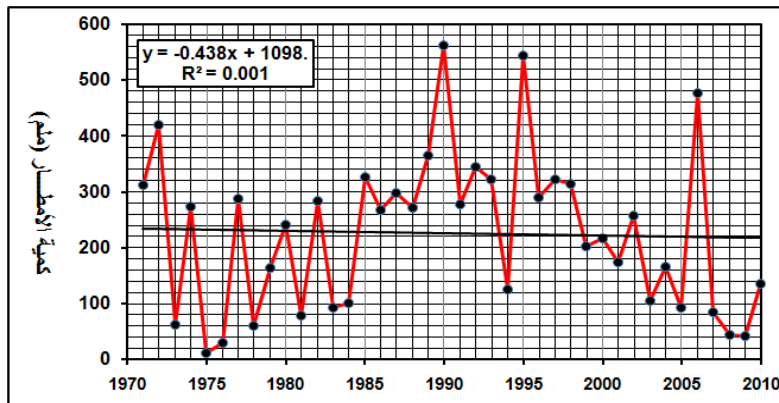
الشكل ٢٤ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة صبح بللحمر



الشكل ٢٥ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة خيبر الجنوب



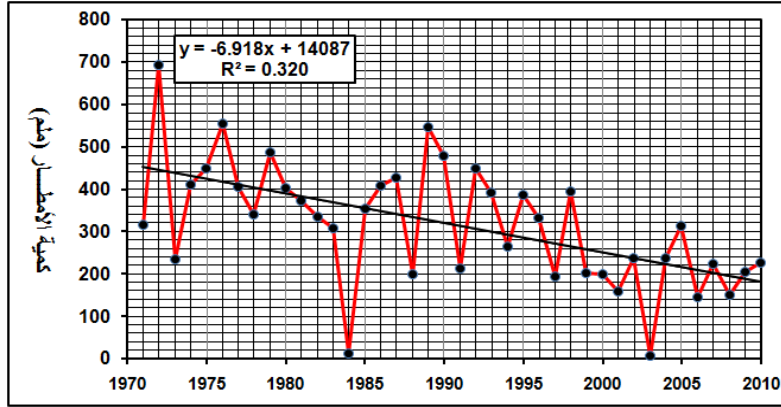
الشكل ٢٦ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة جوف آل معمر



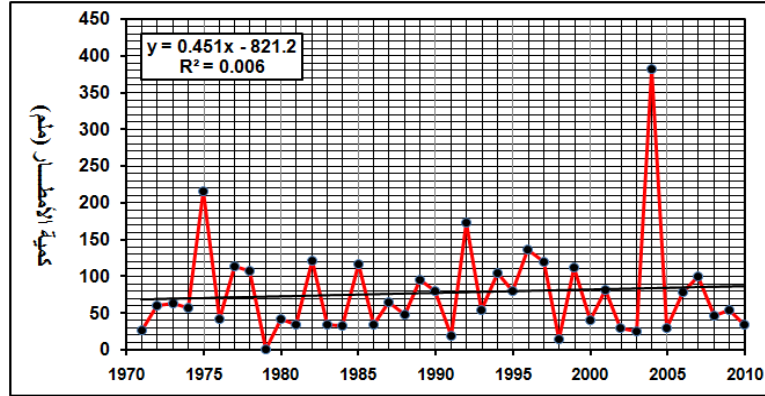
الشكل ٢٧ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة تنومة

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

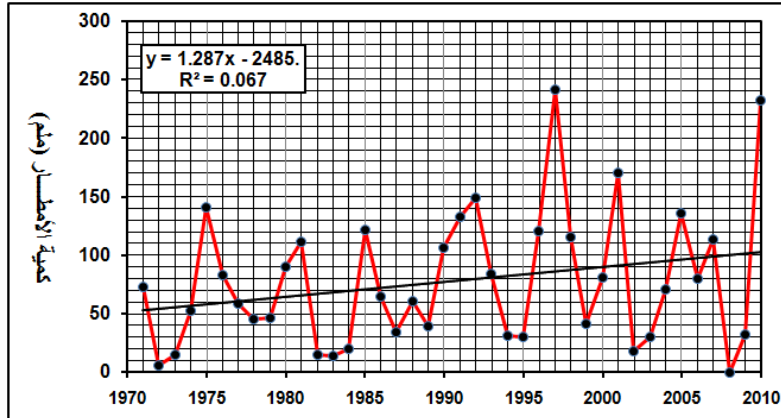
دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير



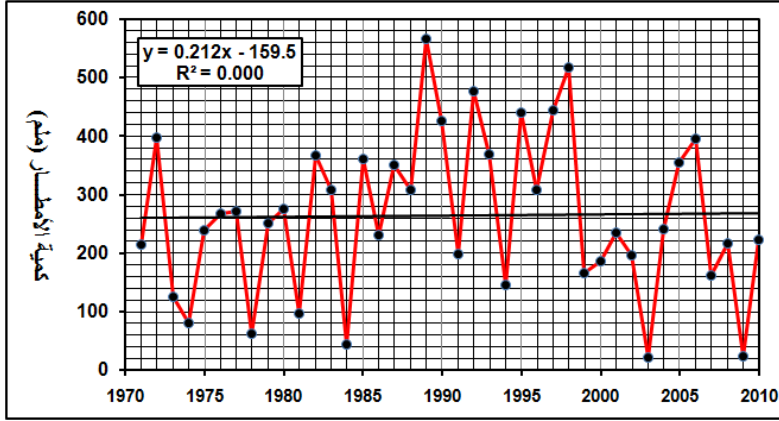
الشكل ٢٨ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة تمنية



الشكل ٢٩ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة بيشة

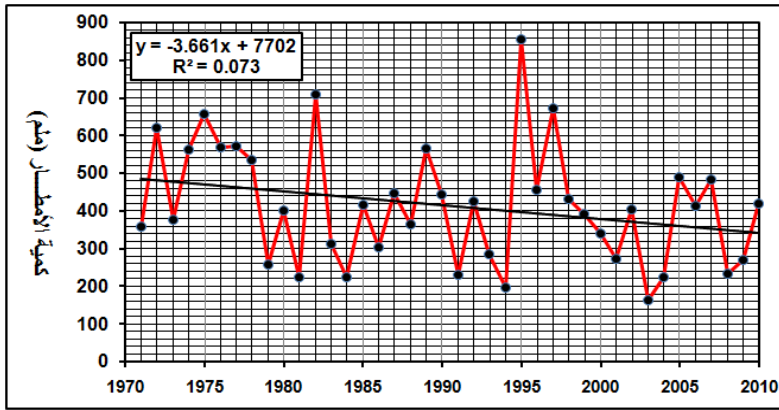


الشكل ٣٠ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة بني ثور

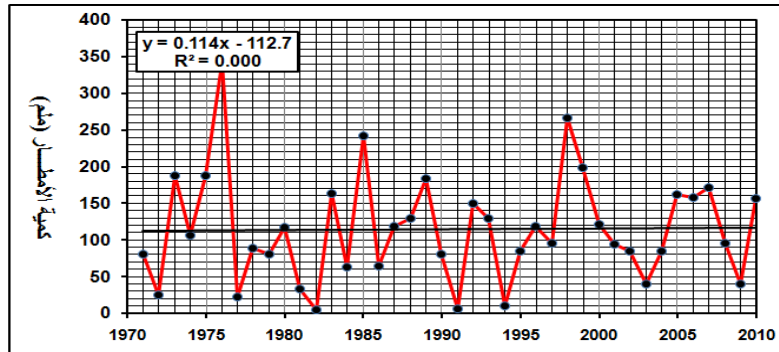


الشكل ٣١ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة بلالمر

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

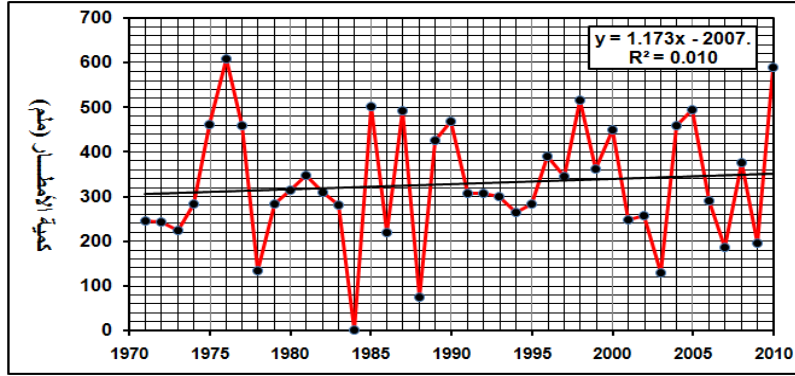


الشكل ٣٢ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة النماص

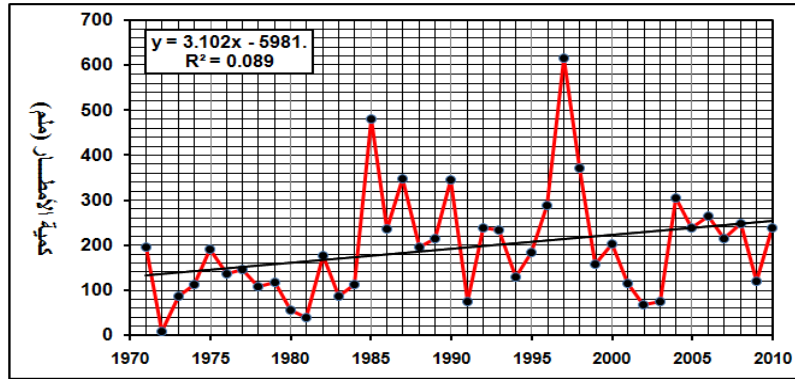


الشكل ٣٣ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة الماوين

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

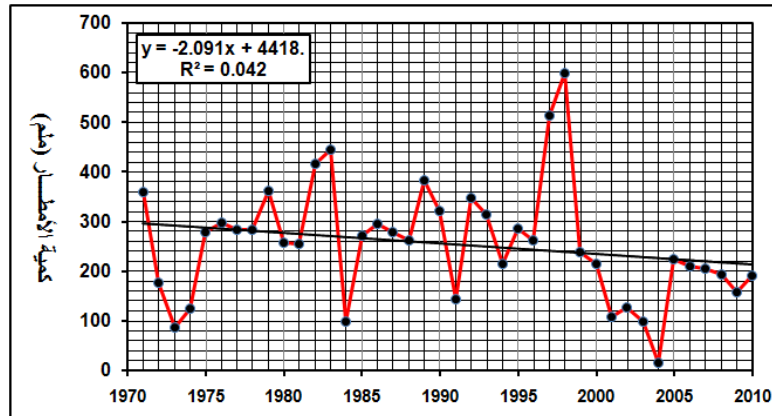


الشكل ٣٤ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة السودا

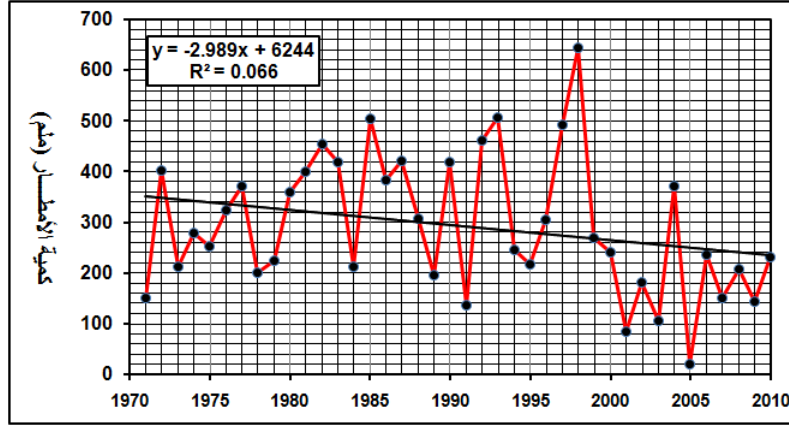


الشكل ٣٥ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة الزهراء

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.



الشكل ٣٦ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة آل عامر



الشكل ٣٧ : التغيرات السنوية للأمطار بمحطة أبها

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

ويشترط لكي تكون علاقات الارتباط وخطوط انحدارها صالحة ومقبولة ألا تقل قيمة معامل الارتباط (r) عن ٥٠% و قيمة معامل التفسير (r^2) عن ٢٥% (Oliver, 1973). وتعكس قيمتا معاملي الارتباط والتفسير الضعيفتان الطبيعة العشوائية التي يتسم بها نظام تساقط الأمطار بمنطقة عسير بحيث نجد أن كميات الأمطار السنوية متذبذبة من سنة لأخرى على مستوى المحطة الواحدة ومتفاوتة من محطة لأخرى خلال نفس السنة دون أن يكون لعامل الزمن أي علاقة تذكر بكمياتها أو باتجاهاتها.

وتتراوح قيم الخطأ المعياري للتقدير (S.E) المحسوبة بالعلاقة (٧) بين ٥٥.٤ ملم بمحطة جوف آل معمر و ١٣٩.٧ ملم بمحطة تنومة (الجدول ٨). وتعتبر هذه القيم كبيرة وهي تعكس عشوائية نظام تساقط الأمطار السنوية وعدم ارتباط تغيراتها بعامل الزمن. وتؤكد قيم النسبة المئوية للانحراف المعياري (σ) المحسوبة بالعلاقة (٨) وجود عوامل أخرى تتحكم في تغيرات الاتجاهات المطرية لكميات الأمطار السنوية بمنطقة عسير بنسب تراوحت بين ٣٧.٢% بمحطة تمنية و ٨١.٤%

% بمحطة جوف آل معمر. ويعزى الكثير من هذه العوامل إلى طبيعة الرصد والقياس المتبعة في قياس الأمطار بكل محطة أو إلى عوامل طبيعية أخرى تحتاج إلى دراسة ومتابعة حقلية دقيقة للوقوف عليها وضبطها بدقة على مستوى كل محطة. وتؤكد كذلك قيم معامل الانحدار (b) الضعيفة التي تراوحت قيمها السالبة بين -6.718 بمحطة تمنية و -0.426 بمحطة جوف آل معمر وقيمها الموجبة بين 0.114 بمحطة الماوين و 3.022 بمحطة صبح بلحمر على عدم صلاحية خطوط الانحدار الممثلة للاتجاهات المطرية بالمحطات المدروسة. وقد دل فحص الأهمية الإحصائية "t" ستودنت على أن قيم معامل الانحدار (t_b) المحسوبة بواسطة العلاقة (١١) تجاوزت بكثير في جميع المحطات قيم (t) الحرجة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٥ % (الجدول ٨). وعليه فقد تم حساب القيمة الحقيقية لمعامل الانحدار لكل علاقة ارتباط خطية عند مستوى احتمال الأهمية الإحصائية ٩٥ % بواسطة الخطأ المعياري لمعامل الانحدار ($S.E_b$) بتطبيق العلاقة (١٢). ويوضح الجدول (٩) أن لكل معامل انحدار (b) موجب أو سالب قيمة حقيقية ، أي يمكن أن يكون لكل خط انحدار اتجاه موجب متزايد أو اتجاه سالب متناقص مما يدل على أنه لا يوجد اتجاه ثابت لتزايد أو تناقص كميات الأمطار السنوية على مستوى جميع محطات الأمطار بمنطقة عسير.

أن هذه النتيجة تؤكد فعلاً نتائج الفحوص الإحصائية السابقة وتدل على أنه لا يوجد اتجاه واضح وأكد متزايد أو متناقص لكميات الأمطار السنوية للفترة ١٩٧١-٢٠١٠م بجميع المحطات المدروسة. ولذا فإن كل الاتجاهات الحاصلة في كميات الأمطار السنوية على مستوى جميع المحطات المدروسة بمنطقة عسير تعد اتجاهات غير حقيقية وليس لها أي أهمية إحصائية أو عملية كونها ناتجة أساساً عن الطبيعة العشوائية لنظام تساقط الأمطار بمنطقة عسير عموماً. كما أن وجود اتجاهات مطرية متزايدة ببعض المحطات

وأخرى متناقصة ببعض المحطات الأخرى لا يدل على اتجاه أمطار المحطات الأولى نحو مناخ رطب واتجاه أمطار المحطات الثانية نحو مناخ جاف وهي تقع كلها بنفس المنطقة الجغرافية وبنفس الإقليم المناخي المداري الجاف. وبالتالي فإن تواجد محطة ظهرت أمطارها باتجاهات متزايدة بالقرب من محطة أخرى ظهرت أمطارها باتجاهات متناقصة يعد حاصلًا بمجرد المصادفة لا أكثر. ولذا فإن نتائج هذه الدراسة تتوافق مع نتائج دراسات أخرى أكدت حصول اختلافات في اتجاهات الأمطار بمناطق أخرى من المملكة وهي اختلافات تحدث بمجرد المصادفة أيضاً في كثير من المناطق بالعالم كما تم ذكره في الدراسات السابقة (بوروية، ٢٠١٢).

الجدول ٩ : فحص الأهمية الإحصائية لمعامل الانحدار (b) بالمحطات المدروسة

المحطة	b	N	σx	t_b	SE	SE _b	(-b 5%)	(+b 5%)
صبح بلحمر	3.022	40	11.7	192.0	95.2	1.29	1.735	4.309
خيبر الجنوب	-1.103	40	11.7	55.3	60.6	0.82	-1.921	-0.285
جوف معمر	-0.426	40	11.7	31.0	55.4	0.75	-1.174	0.322
تنومة	-0.438	40	11.7	93.9	139.7	1.89	-2.326	1.450
تمنية	-6.918	40	11.7	487.4	117.8	1.59	-8.509	-5.327
بيشة	0.451	40	11.7	36.8	66.8	0.90	-0.452	1.354
بني ثور	1.287	40	11.7	58.6	55.8	0.75	0.533	2.041
بللسمر	0.212	40	11.7	73.0	136.2	1.84	-1.628	2.052
الناصر	-3.661	40	11.7	452.6	155.0	2.09	-5.756	-1.566
الماوين	0.114	40	11.7	24.5	76.8	1.04	-0.924	1.152
السودة	1.173	40	11.7	205.4	131.4	1.78	-0.603	2.949
الزهراء	3.102	40	11.7	215.4	116.6	1.58	1.526	4.678
أل عامر	-2.091	40	11.7	216.9	115.7	1.56	-3.655	-0.527
ابها	-2.989	40	11.7	298.4	138.4	1.87	-4.860	-1.118

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول ٢.

الخلاصة

أظهرت هذه الدراسة أهمية تحليل الاتجاهات المطرية باستخدام الطرق الرياضية الكمية التي تخضع نتائجها لفحوص إحصائية تكشف عن احتمالات أهميتها الإحصائية. ولذا فإنه لا يمكن الاعتماد على الطرق التي يتعذر التحقق من صلاحية نتائجها كطريقة المتوسطات المتحركة لأنها طريقة تقريبية لا يمكن التأكد من صحة نتائجها وأهميتها الإحصائية بالرغم من كونها تصلح للمقارنة بين التغيرات المكانية لتوزيع الأمطار.

ولذا فإن طريقة المتوسطات النصفية يمكن أن تكشف عن الاتجاهات المطرية مع إمكانية إخضاعها لنوعين من الفحوص الإحصائية هما فحص الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين عند احتمال الأهمية ٥ % أو أقل $(2 S.E|X'_1 - X'_2|)$ وفحص "t" ستودنت للفرق بين المتوسطات النصفية. وعليه فقد أظهرت المتوسطات النصفية أن اتجاهات الأمطار كانت متزايدة بخمس محطات ومتناقصة بتسع محطات. ولقد اتسمت اتجاهات الأمطار كلها بقيم انحدار بسيطة موجبة وسالبة. كما بين فحص الأهمية الإحصائي عدم وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفيين في جميع المحطات عند مستوى الاحتمال ٥ % ، بحيث كانت كل الفروق أقل بكثير من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين ، عدا محطات خيبر الجنوب وتمنية والنماص وآل عامر وأبها. كما أكد أيضاً فحص الأهمية الإحصائي "t" للفرق بين المتوسطات النصفية هذه النتيجة بحيث كانت قيمة "t" المحسوبة للفرق بين المتوسطات النصفية أقل من قيمة "t" الحرجة ٢.٠٢٤ المناسبة لدرجة الحرية ٣٨ عند مستوى الأهمية ٠.٠٥ في كل المحطات عدا محطتي تمنية وبني ثور.

وعليه يفضل أن تحسب اتجاهات الأمطار بطريقة علاقة انحدار الخط المستقيم (علاقة الارتباط الخطية) لأنها أكثر دقة من الطريقتين السابقتين كونها تأخذ

متغير الزمن عند حساب الاتجاه. كما أنه يمكن إخضاع معاملي الانحدار والارتباط لفحوص الأهمية الإحصائية بطريقة "t" ستودنت ومن ثم حساب قيمة معامل الانحدار الحقيقية عند مستوى الاحتمال ٩٥ % ($2 S.E_b$) وحساب معامل التفسير لعلاقة الانحدار والخطأ المعياري للتقدير (S.E) والنسبة المئوية للانحراف المعياري (σ %). وعليه فإن كل هذه الفحوص الإحصائية تساعد على تحديد أهمية وحقيقة خط الاتجاه وتؤكد صلاحيته من عدمها. ولقد توصلت طريقة علاقة انحدار الخط المستقيم إلى تحديد ٧ اتجاهات مطرية متناقصة و ٧ اتجاهات مطرية أخرى متزايدة مع عدم تطابق هذه الاتجاهات مع اتجاهات الأمطار السنوية المحسوبة بطريقة المتوسطات النصفية. ولقد جاءت قيم معامل الارتباط بين كميات الأمطار السنوية والزمن سالبة وضعيفة بسبع محطات وموجبة وضعيفة بسبع محطات أخرى. ولقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت لمعامل الارتباط (r) ومعامل التفسير (r^2) عدم أهمية علاقة الارتباط وخطوط انحدارها التي تمثل الاتجاهات المطرية بالمحطات المدروسة عدا محطتي صبح بلحمر وتمنية. كما أن قيم الخطأ المعياري للتقدير جاءت كلها كبيرة تعكس عشوائية نظام تساقط الأمطار السنوية وعدم ارتباط تغيراتها بالزمن وارتباطها بعوامل أخرى كما أوضحته قيم النسبة المئوية للانحراف المعياري.

ولقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت لمعامل الانحدار (b) هذه النتيجة بحيث جاءت قيم هذا المعامل ضعيفة في جميع المحطات عدا محطتي الزهراء وصبح بلحمر. وعليه فإن جميع الفحوص الإحصائية أكدت عدم وجود اتجاهات حقيقية متجانسة للأمطار السنوية بالمحطات المدروسة وأن كل الاتجاهات التي تم تحديدها غير جوهرية وظاهرية لا تتمتع بأية أهمية إحصائية أو عملية.

ويتبين خلال هذه النتائج صعوبة تحديد العوامل المتحكمة في اتجاهي الزيادة والنقصان للأمطار السنوية بشكل مؤكد. وقد تعزى هذه الاتجاهات إلى طبيعة تذبذب

المؤثرات الجوية المولدة للأمطار من جهة وإلى كون هذه الدراسة تناولت تحليل المجموع السنوي للأمطار من جهة ثانية، في حين قد يفرز تحليل اتجاهات التغير العام للأمطار الفصلية أو اليومية اتجاهات أكثر انتظاماً وتجانساً يسهل معها تحديد العوامل المتحكمة في الزيادة أو النقصان لكميات الأمطار بكل محطة.

وعلى ضوء هذه النتائج فإن هذه الدراسة توصي بالبحث عن طرق بديلة لسد العجز المائي خلال السنوات التي تقل فيها الأمطار عن المعدل العام لمواجهة تأثير ظاهرة الجفاف المرافق لها من خلال :

١- إنشاء شبكة محطات لحصاد مياه الأمطار وتخزين مياه الفائض المائي من الأمطار خلال السنوات المطيرة والرطبة.

٢- حماية الغطاء النباتي الطبيعي والعمل على توسيع مساحاته بإنشاء مناطق محمية للحفاظ على مياه الأمطار وتقليل تأثير عملية التبخر السريع.

٣- زيادة الاهتمام بالدراسات المناخية والهيدرولوجية لتحديد خصائص نظامي التساقط والجريان السطحي بشكل مفصل يسمح بإمكانية الاستفادة من مياه الأمطار ومن ترشيد طرق المحافظة عليها لتغذية المياه الجوفية.

٤- إنشاء قاعدة بيانات مناخية وهيدرولوجية تسمح بتحديد أحواض الأودية الأكثر قدرة على توليد فائض مائي يمكن تخزينه والاستفادة منه كمورد مائي بديل خلال فترات الجفاف أو ندرة الأمطار.

٥- إنشاء المزيد من المحطات الميتورولوجية لتوفير البيانات المطرية الضرورية للدراسات المناخية والهيدرولوجية التفصيلية.

٦- الاستعداد المنتظم للموسم المطير بتهيئة الخزانات المائية للاستفادة القصوى من مياه الأمطار

- ٧- إجراء المزيد من الدراسات المناخية والتفصيلية لتحديد المواقع الملائمة لإنشاء مشاريع تخزين مياه الأمطار بالمناطق الأقل تأثيراً بالأشعاع الشمسي ودرجة الحرارة لتفادي عملية التبخر السريع للمياه المجمعة.
- ٨- دراسة إمكانية تحويل مياه الأمطار من المناطق الجبلية إلى المناطق التي تتسم باعتدال درجات الحرارة وتتوفر على إمكانيات لإنشاء خزانات مائية.
- ٩- الأخذ بعين الاعتبار هذه النتائج عند التخطيط لمشاريع شبكات صرف مياه السيول أو مشاريع حصد مياه الأمطار بالمناطق العمرانية أو الاستفادة منها في تخطيط عملية الري بمياه الأمطار لتفادي تأثيرات تذبذب نظام تساقطها بمنطقة عسير.

المراجع

١- المراجع العربية

- الأحيدب، إبراهيم سليمان. (١٩٩٢). توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، سلسلة الدراسات الخاصة، معهد البحوث والدراسات الاسلامية، ط ١، جامعة الدول العربية، القاهرة.
- الدباغ، محمد أكرم. (٢٠٠٣). تحليل السلاسل الزمنية لنمذجة الأمطار والتصاريف لأحواض مختارة في شمال العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة الموصل، العراق.
- السبع، ماجد عبد الله. (٢٠١٣). تحليل معطيات الأمطار للإقليم شبه الجبلي في العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة تكريت، العراق.
- الكناني، نهاد خضير. (٢٠٠٥). تحليل زمني ومكاني لخصائص الأمطار الساقطة وسلاسلها الزمنية في العراق للتنبؤ بسنوات الجفاف، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، العراق.
- آل مشيط، أمل حسين سعيد. (٢٠٠٩). عناصر المناخ وتأثيرها على السياحة في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية: دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للبنات، جامعة الملك خالد، أبها.
- إبراهيم ، محمود سعد. (٢٠١٠). اتجاهات التغير في كميات الأمطار وأثرها في التصحر في شرق الجبل الأخضر الجغرافيا : دراسات وأبحاث جغرافية على موقع swidg-geography.
- بوروبه ، محمد فضيل. (٢٠١٢). اتجاهات الأمطار اليومية القصوى في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية ، مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية ، المجلد الخامس ، العدد الأول: ١٢-٤٨.

- بوروية ، محمد فضيل ، الدغيري ، أحمد عبدالله (٢٠١٧). التحليل التكراري لاحتمالية الهطول في منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية ، مجلة العلوم العربية والانسانية ، المجلد (١١) ، العدد (١) : ٤٣٥-٤٨٩ ، جامعة القصيم.
- ٢١- بوروية ، محمد فضيل (٢٠١٤). اشتقاق المعادلات التجريبية لتصميم منحنيات كثافة الأمطار بمناطق المملكة العربية السعودية ، سلسلة بحوث جغرافية ، العدد ١٠٣ ، الجمعية الجغرافية السعودية ، ١٤٣٥ هـ (٢٠١٤م).
- حلاق ، عمر وقاسم ، أحمد رثيف. (١٩٨٨). الإحصاء الاقتصادي ، منشورات جامعة حلب ، كلية الاقتصاد ، ٤٧٦ صفحة.
- حمدان، ياسر ؛ ليوس، الياس ؛ محمد، عيسى. (٢٠١٧). تحديد مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل كمية الأمطار في الحوض الأعلى لنهر العاصي، مجلة جامعة البعث، المجلد (٣٩)، العدد ٤٣ : ١١-٣٤.
- خير الله، حافظ عيسى. (٢٠١٩). تحديد مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل كمية الأمطار بمحطة أرصاد سرت خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠، مجلة مداد الآداب، عدد خاص بالمؤتمرات، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة سرت، ليبيا.
- سالم، طارق زكريا. (٢٠٠٩). المناخ والسياحة في منطقة أبها الحضرية بالمملكة العربية السعودية: دراسة في المناخ التطبيقي. مجلة كلية الآداب، المجلد (٥١): ٢٠٥-٢٥٢، جامعة الزقازيق.
- شحادة نعمان. (١٩٧٨). الاتجاهات العامة للأمطار في الأردن ، مجلة دراسات ، الجامعة الأردنية ، المجلد (٥) ، العدد ٢ : ٤١-٧٤.

دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٧١-٢٠١٠ في منطقة عسير

- صيام ، نادر محمد. (١٩٩٥). اتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سوريا ك دراسة إحصائية تحليلية ، سلسلة رسائل جغرافية ، العدد ١٨٧ ، وحدة البحث والترجمة ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، جامعة الكويت.
- رشيد، أنس محمود. (٢٠١٠). تحليل فترات جفاف الأمطار شمال العراق باستخدام دليل المطر القياسي SPI ، مجلة *Al Rafidain Engineering* ، المجلد (١٨) ، العدد ٢ : ٦٠-٧٢.
- فايد، يوسف عبد المجيد. (١٩٨٣). جغرافية المناخ والنبات، القاهرة، دار النهضة العربية.
- مشتهي، عبد العظيم قدوره. (٢٠١٣). اتجاه التغير في كميات الأمطار في الضفة الغربية بين عامي ١٩٩٧-٢٠٠٨ : دراسة تطبيقية لحالة في جغرافية المناخ ، مجلة جامعة الأزهر بغزه ، سلسلة العلوم الانسانية ، المجلد (١٥) ، العدد ١ : ٣٧٧-٤٠٤.
- ميشيل، سكاف ؛ مثبتوت، شفا. (٢٠١٠). تحليل الجفاف في منطقة الجزيرة السورية باستخدام مؤشر الأمطار القياسي، المجلة العربية للبيئات الجافة، المجلد (٣)، العدد ١ : ٩٨-١٠٤.
- موسى، حسن علي. (١٩٨٨). الاتجاه العام للأمطار والحرارة في سوريا، المجلة الجغرافية، المجلد ١١-١٢-١٣ ، ص ص ٩٧-١١٣ ، دمشق ، سوريا.

٢- المراجع الأجنبية

- Al Ahmadi, F. ; Norhan, A. and Abdurazzak, M. (2014). **Evaluation of the best Fit distribution for partial duration series of daily rainfall in Madinah, Western Saudi Arabia, Evolving Water Resources Systems : Understanding, Predicting and Managing Water-Society Interaction, Proceeding of ICWRS, Bologna, Italy.**

- Al-Dokhayel, A.A. (1986). **Regional rainfall frequency analysis for Qasim, B. S. Project**, Civil Engineering Department, King Saud University, Riaydh (K.S.A).
- Al-Hassoun. S.A. (2011). **Developing an empirical formulae to estimate rainfall intensity in Riyadh region**, *Journ. King Saud Univ. Engeen. Sci.*, **23(2)**, 81-8.
- Al Jabouri , S. Trends Periodicities of Rainfall in Iraq , *ACSAD*, (1985). 109-134.
- Al-Khalaf. H.A. (1997). **Predicting short-duration, highintensity rainfall in Saudi Arabia**, *M.S. Thesis*, Faculty of the College of Graduate Studies; King Fahad University of Petroleum and Minerals, Dahrán (K.S.A).
- Al-Mansory, H.B. (2005). Statistical analysis of extreme monthly rainfall in Basrah city, south of Iraq, *Mesopotamian Journal of Marine Science*, Vol. (20), Issue 2 : 283-296, Basrah University.
- Al Mashat, A. and Abdel Basset, H. (2011). Analysis of rainfall over Saudi Arabia, *JKAU: Met. Env. And Arid Land Agric. Sci.*, Vol. (22), Issue 2: 59-78.
- Al Mazroui, M. ; Nazrul, Islam, M. ; Athar, H. ; Jones, P.D. and Ashfaqur, R. (2012a). **Recent climate change in the Arabian Peninsula : Annual rainfall and temperature analysis of Saudi Arabia for 1978-2009**, *International Journal of Climatology* 32 : 953-966.
- Al Mazroui, M. ; Nazrul, Islam, M. ; Athar, H. ; Jones, P.D. and Ashfaqur, R. (2012b). **Recent climate change in the Arabian Peninsula : Seasonal rainfall and temperature analysis of Saudi Arabia for 1979-2009**, *Atmospheric Research*, Vol. 111, pages 29-45.

- Al-Salem, H.S., (1985). Rainfall Frequency Distribution in Shaqra and Al-Zilfi Areas , B.S. Project, Civil Engineering Department, King Saud University, Riaydh, KSA, Jan. 1985.
- Al-Shaikh.A.A. (1985). **Rainfall frequency studies for Saudi Arabia**, M.S. Thesis. Civil Engineering Department, King Saud University, Riyadh (K.S.A).
- Al-Sheikh, A.A. and Tarawneh, Q.Y. (2013). An analysis of Dry Spell Patterns Intensity and Duration in Saudi Arabia. *Middle East J. Sci. Res.* **2013**, 13, 314–327.
- Al-Sobayel, A.E., (1983). Rainfall Frequency Distribution for Riyadh , B.S. Project , Civil Engineering Department, King Saud University, Riaydh (K.S.A), Jan. 1983.
- El Feki, A. ; Al Amri, N. and Bahrawi, J. (2013). Analysis of Annual rainfall climate variability in Saudi Arabia by using spectral density function, *International Journal of Water Resources and Arid Environments* 2(4) : 205-212.
- Cheung , W.H ; Senay , A. (2008). Trends and spatial distribution of annual and seasonal rainfall in Ethiopia , *International Journal of Climat*, published in Wiley InterScience.
- Crowe , P. R. (1971). Concepts in climatology , London : Grou Ltd, 589 pages.
- El-Sebaie, I.H. (2012). **Developing rainfall intensity–duration–frequency relationship for two regions in Saudi Arabia**, *Journ. King Saud Univ.-Eng. Sci.*, **24**, 131-140, (2012).
- Gahathakurta, P. and Rajeevan, M. (2012). Trends in the rainfall pattern over India, National Climate Centre, Office of the additional director general of Meteorology (Research), India Meteorological Department, Research Report No: 2/2006.

- Gregory , S. (1970). Statistical methods and Geographer , London : Longman Grou. Ltd., London, 277 pages.
- Hare , F.K. (1977). Climate and desertification in : Desertification and Consequence, UN Conference on Desertification, Nairoobi, Kenya, 29 aug.-9sep. 1977, pp. 53-169.
- Krishnakumar , K.N ; Gopakumar , C.S ; Prasad Rao , G.S.L.H.V. (2009). Rainfall trends in twentieth century over Kerala , India, *Elsevier, Atmospheric Environment*, **43**: 1940-1944.
- Lahlabat, L.O. (2013). Rainfall-Runoff analysis of wadis contributing to the Dead Sea : Wadi Og as a case study, Unpublished Master, Faculty of Graduate studies, An-Najah National University, Palestine.
- Longobardi, A. Villani, P. (2009). Trend analysis of annual and seasonal rainfall time series in the Mediterranean area, *International Journal of Climatology*, Wiley InterScience, (www.interscience.wiley.com).
- Manton, M.J. ; Della-Marta, P.M. ; Haylock, M.R. ; K.J. Hennessy, Nicholls, N. ; Chambers, L.E. ; Collins, D.A. ; Daw, G. ; Finet, A. ; Gunawan, D. ; Inape, K. ; Isobe, H. ; Kestin, T.S. ; Lefale, P. ; Leyu, C.H. ; Lwin, T. ; MaitrePierre, L. ; Ouprasitwong, N. ; Page, C.M. ; Pahalad, J. ; Plummer, N. ; Saliger, M.J. ; Suppiah, R. ; Tran, V.L. ; Trewin, B. ; Tibig I. and Yee, D. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific : 1986-1998, *International Journal of Climatology* , **21** : 269–284.
- Maragatham, R. S. (2012). Trend analysis of rainfall data : A comparative study of existing methods, *International Journal of Physics and Mathematical Sciences* , Vol. (2), 1: 13-18, An

Online International Journal Available at
<http://www.cibtech.org/jpms.htm>.

- Marengo, J. (1999). Interdecadal and long-term variability of the hydrometeorology of the Brazilian Amazon basin. International Symposium "Manaus 99: Hydrological and Geochemical Processes in Large-Scale River Basins", 15-19 november 1999, Manaus, Brazil, (Hibam Ed.), 8 p. published on CD-Rom.
- Mehta, A.V ; Yang, S. (2008). Precipitation climatology over Mediterranean Basin from ten years of TRMM measurements. *Advances in Geosciences* 17 (2008) : 87-91.
- Millan , M. M ; Estrela , M. J and Mir´o , J. (2005). Rainfall components: variability and spatial distribution in a mediterranean area. *Journal of Climate* (18), 14 : 2682-2705.
- Morishima, W. and Akasaka, I. (2010). Seasonal trends of rainfall and surface temperature over Southern Africa, *African Study Monographs*, Suppl.40 : 67-76.
- Oliver , J. E. (1973). *Climate and Mans Environment : An introduction to applied climatology*, ins. New York, London, Sidney, John Wiley and Sons , 517 pages.
- Oliver , J. E. (1981). *Climatology selected applications* , London, Edward Arnold , V. H. Wiston and Sons, 260 pages.
- Pashiardis , S. (2002). Trends of precipitation in Cyprus rainfall analysis for agricultural planning , UN Food and Agriculture Organization (FAO), Climagri Workshop, on Development of a regional network on climate change and agriculture for the countries in the Mediterranean region, FAO's headquarters, Rome, Italy.

- Piervitali , E ; Colacino , M and Conte , M . (1997). Signals of climatic change in the Central–Western Mediterranean Basin. *Theoretical and Applied Climatology* **58** : 211–219.
- Rajeevan, M. ; Bhate, J. and Jaswal, A. K. (2008). Analysis of variability and trends of extreme rainfall events over India using 104 years of gridded daily rainfall data, *Gephysical Research Letters*, Vol. 35, L18707 : 6 pages.
- Romero , R ; Guijarro , J.A and Alonso , S. (1998). A 30-year (1964–1993) daily rainfall data base for the Spanish Mediterranean regions: first exploratory study. *International Journal of Climatology* **18** : 541–560.
- Schonwiese , C .D and Rapp , J. (1997). Climate Trend Atlas of Europe Based on Observations 1891-1990. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht. Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale SIMN. 1919–1999. Annali Idrologici, parte I . <http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/Progetto Annali/>.
- Williams , A. B. Sc. (Hon) thesis, Murdoch University, Western Australia, (1989).
- Zhang, K. and Burn, D. H. (2009). Analysis of Trends in Extreme Rainfall, A report prepared for the Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences project : Quantifying the uncertainty in modeled estimates of future extreme precipitation events, Department of Civil and Environmental Engineering , University of Waterloo.

Abstract

This study deals with determining the statistical significance of annual rainfall trends in fourteen rain stations located in the mountainous region of Asir.

This study is based on an analysis of the annual rainfall trends for the period 1971-2010 (40 years) by 5-year moving averages method , the semi-means method and the Straight linear regression method, known as the Least squares method, because their accuracy is the analysis of rainfall trends.

The statistical test will determine the statistical significance of the semi mean of each period in each station with the standard error of the statistical difference between two means $2S.E | X1-X2 |$. The statistical significance of the straight line regression method will also be conducted using the correlation coefficient (r) , the regression coefficient (b) by “t” student with the calculation of the r^2 determination factor and the standard error of the estimate (SE) . Also, the standard deviation percentage ($\sigma\%$) and the true value of the regression parameter "b" at the 95% importance level will be computed.

Key-Words :

Annual rainfall, Semi means method, Straight linear regression method, Statistical significance, Statistical test, Assir region, Saudi Arabia.