التصنيف الزمني والتباين المكاني للأمطار في المملكة العربية السعودية

"دراسة فى الجغرافيا المناخية"

د. عائشة علي محمد عريشي*

الملخص :

تعد الأمطار من أهم العناصر المناخية المميزة لأي منطقة، وتتسم المملكة العربية السعودية باتساع أراضيها وتنوع تضاريسها مما نتج عنه ليس فقط تباين في فصول الأمطار بل أيضا في التباين المكاني لكمية هطول الأمطار. تهدف هذه الدراسة إلى تصنيف كمية هطول الأمطار من خلال إبراز تباينها الزماني والمكاني في مختلف محطات الرصد الجوي البالغة ٢٧ محطة، موزعة في مناطق المملكة العربية السعودية الثلاثة عشر. وقد استخدمت هذه الدراسة أسلوب التحليل العاملي Factor Analysis، إذ تم تحديد ثلاثة عوامل رئيسة لكمية هطول الأمطار، حيث ارتبط العامل الأول بفصلي الربيع والصيف، كما ارتبط العامل الثاني بفصل الشتاء بينما ارتبط العامل الثالث بفصل الخريف.

أما عن التباين المكاني فقد جاء محطتي أبها وخميس مشيط كأكثر المناطق امطارا وذلك لارتباطها بالعامل الأول، كما جاءت محطة القيصومة وحفر الباطن في المرتبة الثانية بارتباطها بالعامل الثاني، وأخيراً جاءت محطة جازان في المرتبة الثالثة في ارتباطها بالعامل الثالث. وقد خلصت خاتمة الدراسة إلى عدد من النتائج والتوصيات.

الكلمات المفتاحية : الأمطار، التحليل العاملي، التصنيف الزمني، التباين المكاني.

المقدمة :

تحتل المملكة العربية السعودية قلب جزيرة العرب في الطرف الجنوبي الغربي لقارة آسيا وتشغل رربعة أخماس شبه جزيرة العرب بمساحة تقدر بحوالي ٢٠٠٠٠٠٠ كيلو متر مربع، وتمتد بين دائرتي عرض ١٦° و ٣٢° شمالاً. ويمر مدار السرطان بوسطها تقريباً ليجعل منها نصفاً جنوبياً وشمالياً شبه مداري. كما تمتد بين خطي طول ٣٤° و ٥٦° شرقاً. وتغطي بهذا نحو ١٦ درجة عرضية و٢٢

* أستاذ الجغرافيا المناخية المشارك – جامعة جازان.

درجة طولية، وهذا الموقع الفلكي بالنسبة لدوائر العرض يصنف معظم أراضيها ضمن المناطق الصحراوية التي لا يزيد معدل التساقط بها عن ٥٠ ملم، كما تتسم بزيادة معدلات سرعة الرياح والتي تتأثر بحدوث المنخفضات الجوية، إضافة إلى قربها من جبهة التجمع المداري I.T.C.Z، كما أنها تتسم باتساع الغطاءات الرملية التي تشغل حوالي ٣٤% من المساحة الكلية، وتتمثل في كل من صحراء الربع الخالي والنفوذ والدهناء، وقد نتج عن ذلك قلة الغطاء النباتي، الذي يساعد على حماية وتماسك التربة أثناء هبوب الرياح.

وتعد الأمطار الساقطة من الظواهر الجوية التي تشهدها أجواء المملكة في معظم شهور السنة، وتؤثر هذه الظاهرة على سكان المملكة وأنشطتهم ونمط حياتهم اليومية بشكل مباشر وغير مباشر، حيث نتج عنها العديد من المخاطر المرورية والمشكلات السكانية المرتبطة بالأوضاع الصحية والحركة السكانية أثناء ممارسة الأنشطة اليومية، حيث تقلص حركة السكان في مجال العمل والتنزه والتسوق وتبادل الزيارات إلى غير ذلك من أنشطة السكان المعتادة. وقد اعتمدت الدراسة على دراسة كمية هطول الأمطار في ٢٧ محطة من محطات المملكة العربية السعودية كما هو محدد في (جدول ١ وشكل ١)، من حيث تصنيف كمية الأمطار الزمني خلال فصول السنة، وكذلك تباينها المكاني في مختلف مناطق المملكة العربية السعودية، وذلك لإبراز المناطق التي تتأثر بتلك الظاهرة أكثر من غيرها. وهذا يعد من الدراسات المهمة في مجال المناخ التطبيقي، نظراً لما تمثله هذه الظاهرة في وقتنا الحاضر من مشكلات على مسارات التنمية بالمملكة من جهة، وقلة الدراسات التي اهتمت بهذا الجانب معتمدة على الأسلوب الكمي من جهة أخرى (على حد علم الباحثة).

أهداف الدراسة :

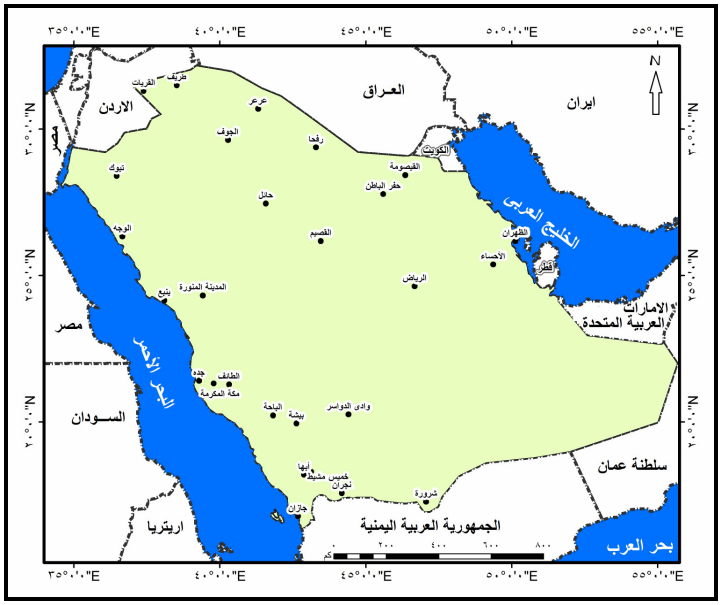
يتبلور الهدف الرئيس لهذه الدراسة في تصنيف الأمطار زمنيا ومكانيا في المملكة العربية السعودية، وتحت هذا الهدف تتبلور الأهداف الفرعية الآتية:

- تصنيف كمية هطول الأمطار في المملكة العربية السعودية تبعاً لشهور السنة.
- تصنيف مناطق المملكة العربية السعودية وفقا لهطول الأمطار.
- وضع التوصيات التي سوف تساعد في الاسهام في معرفة أكثر الفصول والأقاليم التي تشهد كمية هطول أكبر من غيرها.

جدول (١) : محطات الرصد الجوية التي استندت عليها الدراسة.

العدد	المحطة	رمز المحطة		خطوط الطول			دوائر العرض			الارتفاع بالمتر
		ICAO	WMO	SEC	MIN	DEG	SEC	MIN	DEG	
١	طريف	OETR	٤٠٣٥٦	٢٢ E	٤٤	٣٨	١٦ N	٤١	٣١	٨٥٢,٤٤
٢	عرعر	OERR	٤٠٣٥٧	٢٦ E	٠٨	٤١	٠٨ N	٥٤	٣٠	٥٤٨,٨٨
٣	القريات	OEGT	٤٠٣٦٠	٥٦ E	١٦	٣٧	٢٧ N	٢٤	٣١	٥٠٣,٩٠
٤	الجوف	OESK	٤٠٣٦١	٥٥ E	٠٥	٤٠	١٩ N	٤٧	٢٩	٦٦٨,٧٤
٥	رفحا	OERF	٤٠٣٦٢	٤٩ E	٢٩	٤٣	١٧ N	٣٧	٢٩	٤٤٤,١٠
٦	القيصومة	OEBA	٤٠٣٧٣	٤٩ E	٠٧	٤٦	٠٨ N	١٩	٢٨	٣٥٧,٦٠
٧	تبوك	OETB	٤٠٣٧٥	٢٥ E	٣٦	٣٦	٣٥ N	٢٢	٢٨	٧٦٨,١١
٨	حفر الباطن	OEKK	٤٠٣٧٧	٠٠ E	٣٢	٤٥	٠٠ N	٥٤	٢٧	٤١٣,٠٠
٩	حائل	OEHL	٤٠٣٩٤	٢٨ E	٤١	٤١	٠٤ N	٢٦	٢٧	١٠٠١,٥٢
١٠	الوجه	OEWJ	٤٠٤٠٠	٣٧ E	٢٨	٣٦	١٩ N	١٢	٢٦	٢٣,٧٣
١١	القصيم	OEGS	٤٠٤٠٥	٠٣ E	٤٦	٤٣	٢٨ N	١٨	٢٦	٦٤٦,٧١
١٢	الظهران	OEDR	٤٠٤١٦	٣٩ E	٠٩	٥٠	٣٤ N	١٥	٢٦	١٦,٧٧
١٣	الاحساء	OEAH	٤٠٤٢٠	١١ E	٢٩	٤٩	٥٣ N	١٧	٢٥	١٧٨,١٧
١٤	المدينة المنورة	OEMA	٤٠٤٣٠	٥٥ E	٤١	٣٩	٥٣ N	٣٢	٢٤	٦٢٥,٦٠
١٥	الرياض	OERY	٤٠٤٣٨	١٨ E	٤٤	٤٦	٤٠ N	٤٢	٢٤	٦١٩,٦٣
١٦	ينبع	OEYN	٤٠٤٣٩	٥٠ E	٠٣	٣٨	٢٤ N	٠٨	٢٤	١٠,٤٠
١٧	جدة	OEJN	٤١٠٢٤	٥٤ E	٠٨	٣٩	٤٢ N	٤٠	٢١	٣,٥٨
١٨	مكة المكرمة	OEMK	٤١٠٣٠	٠٨ E	٤٦	٣٩	١٦ N	٢٦	٢١	٢٤٠,٣٥
١٩	الطائف	OETF	٤١٠٣٦	٥٦ E	٣٢	٤٠	٤٤ N	٢٨	٢١	١٤٥٢,٧٥
٢٠	الباحة	OEBA	٤١٠٥٥	٣٥ E	٣٨	٤١	٤١ N	١٧	٢٠	١٦٥١,٨٨
٢١	وادي الدواسر	OEWD	٤١٠٦١	٤٩ E	٤٠	٤٤	٣٠ N	٢٦	٢٠	٧٠١,٠٢
٢٢	بيشة	OEBH	٤١٠٨٤	٠٩ E	٣٧	٤٢	٢٨ N	٥٩	١٩	١١٦١,٩٧
٢٣	ابها	OEAB	٤١١١٢	٣٩ E	٣٩	٤٢	٥٩ N	١٣	١٨	٢٠٩٣,٣٥
٢٤	خميس مشيط	OEKM	٤١١١٤	٢٣ E	٤٨	٤٢	٥٨ N	١٧	١٨	٢٠٥٥,٩٣
٢٥	نجران	OENG	٤١١٢٨	٤٩ E	٢٤	٤٤	٤١ N	٣٦	١٧	١٢١٢,٣٣
٢٦	شرورة	OESH	٤١١٣٦	٢٩ E	٠٦	٤٧	٠٤ N	٢٨	١٧	٧٢٤,٢٥
٢٧	جازان	OEGN	٤١١٤٠	٠٥ E	٣٥	٤٢	٤٩ N	٥٣	١٦	٧,٢٤

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠١٧م.



شكل (١) : محطات الأرصاد الجوية بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحث استناداً على، هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية.

تساؤلات الدراسة :

في ضوء الأهداف السابقة تحاول الدراسة الإجابة على التساؤلات الآتية:

- هل هناك تباين فصلي في كمية هطول الأمطار على أجواء المملكة العربية السعودية؟
- ما الشهور التي تتسم بزيادة كمية هطول الأمطار في المملكة؟
- ما المناطق الأكثر عرضة لسقوط الأمطار في المملكة العربية السعودية في ضوء التوزيع الجغرافي لهذه الظاهرة؟

مصادر البيانات وأسلوب تحليلها :

لقد اعتمدت هذه الدراسة على المصادر الآتية:

- الكتاب الإحصائي السنوي، خلال الفترة من ٢٠٠٢ إلى ٢٠١٧م، أعداد مختلفة، وزارة الاقتصاد والتخطيط، مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات.
- بيانات مناخية لكمية الأمطار الساقطة في سبع وعشرون محطة رصد مناخية التابعة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة في المملكة، خلال فترة الدراسة (١٩٨٥–٢٠١٧م).
- الخرائط الطبوغرافية والطبيعية والصور الجوية للمملكة العربية السعودية مقاسات مختلفة، والتي تم الحصول عليها عن طريق وزارة الشؤون البلدية والقروية.

وقد اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الاستقرائي Deduction الذي يبدأ بإستقرأ خواص الجزئيات لينتهي منها إلى الكليات، أي يبدأ بالملاحظة العلمية لكمية هطول الأمطار ثم يستخلص منها المفاهيم الرئيسية التي تربطها جميعاً في فكرة واحدة، ويساعد هذا المنهج في تحليل البيانات وإخراجها على شكل جداول ورسوم بيانية وخرائط توزيعات. كما اعتمدت في تحليل البيانات على المنهج التحليلي الكمي، إذ تم وصف حالات سقوط الأمطار وتوزيعها الزمني والمكاني، ومن ثم العمل على تحليلها وتحديد العوامل المؤثرة فيها في أراضي المملكة العربية السعودية وإعداد خرائط مناسبة لها.

وتتعدد الأساليب الاحصائية المستخدمة في التصنيف الزماني والمكاني وقد تم في هذه الدراسة تطبيق أسلوب التحليل العاملي Factor Analysis الذي يمثل احد أهم الأساليب الإحصائية الدقيقة والمتقدمة المستخدمة لمعالجة البيانات الإحصائية، والتي تزيد من قدرة الباحث الجغرافي على تحديد الكيفية التي تنتشر بها الظواهر الجغرافية، حيث يهدف إلى الكشف عن العوامل المشتركة التي تؤثر في الظاهرة المدروسة (الصالح والسرياني، ٢٠٠٠م، ص ٤٢٥)، وذلك من خلال تكثيف الأعداد الكبيرة من المتغيرات إلى عدد قليل من العوامل.

وقد ساعد استخدام برامج الحاسوب الإحصائية كبرنامج S.P.S.S في زيادة انتشار هذا التحليل في الدراسات الجغرافية. حيث تم تحليل مخرجات التحليل العاملي المتمثلة في كل من الجذور الكامنة Eigen Values، وقيم تشبعات العامل Factor loading وكذلك قيم الاشتراكات Communalities ودرجات العامل Factor Scores.

كما تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إعداد قاعدة بيانات لمتغيرات الدراسة وإنتاج بعض الخرائط الجغرافية لمواقع محطات المملكة وإنتاج خرائط تصنيف كمية هطول الأمطار وتباينها في المملكة العربية السعودية.

الإطار النظري والدراسات السابقة :

لقد حضيت دراسة الأمطار باهتمام العديد من العلماء منذ مئات السنين، بدأت عندما تمكن العالم لامب Lamb من وضع تقديرات للتغيرات المطرية في انجلترا وويلز خلال ألف سنة وذلك بين عامي ٩٠٠-١٩٠٠م كنسبة مئوية من قيم أمطار القرن العشرين (السويلم، ٢٠٠٨م، ص ٢٠٧)، وقد قام العلماء بوضع عدة نظريات وطرح للشرح والتنبؤ بالأمطار وقد ساعدهم في ذلك التطور العلمي في مجال التصوير الجوي مما مكن من ملاحظة توزيع وارتفاع السحب ومنهم بسكيل (Pockel, 1901) الذي وضع نظرية لشرح كيفية تكون الأمطار على سفوح الجبال مستخدما ديناميكية لحساب سرعة حركة الهواء الرأسية والكثافة الناتجة عن ارتفاع الهواء على سفوح الجبال.

ولقد تزايدت الأهمية التطبيقية لعلم المناخ بعد الحرب العالمية الثانية حيث ظهرت الكثير من الدراسات والمؤلفات تعالج النتائج المباشرة للمناخ ومنها كتابات Wooddraw Jacobs. وكذلك

Demartonne الذي تمكن عام ١٩٤٧م من إيجاد تقسيمات مناخية لسطح الأرض استناداً على معامل الجفاف الذي يستند في حسابه على متوسطات الأمطار السنوية ومعدلات درجة الحرارة مما مكن من التوصل إلى القيمة الفعلية لعنصر الأمطار.

وقد تمكن أيضاً العالم Saker من وضع نموذجا ديناميكا للأمطار التضاريسية عام ١٩٦٦م في منطقة غرب غاتر الهندية، معتمداً على معادلات خطية مكنته من معرفة الكمية العظمى للأمطار الساقطة في المنطقة. وتلاه العديد من الباحثين الذين اهتموا بدراسة الأمطار ومن أبرزهم جريجوري Gregory والذي استخدم أسلوب معامل التغير عام ١٩٦٨م وذلك في دراسة له عن تذبذب الأمطار في سيراليون. ثم تلاه عدد من الجغرافيين الذين قاموا بتطبيقه على بيئة المنطقة العربية الجافة وشبه الجافة لمعرفة خصائص تذبذب الأمطار ومن أبرزهم التوم Eltom، والذي أجرى دراسة شاملة عام ١٩٧٥م حول تذبذب الأمطار في السودان وذلك باستخدام معادلة الانحراف المعياري كنسبة مئوية من المعدل. ومن أهم الدراسات الأخرى على سبيل المثال لا الحصر:

- **دراسة Charles (١٩٦٩م)**، وتعد هذه الدراسة من أوائل الدراسات التي تناولت موضوع الأمطار حيث أوضحت تكرار هبوب العواصف الرعدية، وذلك في منطقة كيب كندي في فلوريدا، وتم الاعتماد في هذه الدراسة على بيانات ثلاث عشرة سنة، وقد أشارت هذه الدراسة إلى أن احتمالات العواصف الرعدية قد تحدث في أي وقت خلال اليوم وقد تستمر فترة تمتد إلى سبعة أيام، كما قسمت الدراسة فترة حدوثها خلال السنة إلى أربعة فترات، إلا أن هناك فترتين يرتفع فيها معدل العواصف الرعدية، حيث أن الفترة الأولى تبدا من بداية شهر مارس إلى نهاية شهر ابريل، بينما الفترة الثانية تبدأ من منتصف شهر يوليو إلى منتصف شهر أغسطس.
- **دراسة مكي عزيز، (١٩٧١م)**، تحت عنوان: الأمطار في المملكة العربية السعودية، والتي اهتمت بإيضاح العوامل المؤثرة على توزيع الأمطار على المستوى الفصلي والسنوي، واتضح من خلال هذه الدراسة أن الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية، يتميز بغزارة الأمطار أكثر من أي جزء أخر.
- **دراسة Anthony (١٩٧٢م)**، وقد تناولت هذه الدراسة العواصف الرعدية في جنوب كاليفورنيا، وقد أبرزت هذه الدراسة أن الموسم الرئيسي في توزيع العواصف الرعدية يرتبط مع تكرار حدوث الأمطار، وذلك خلال فصل الصيف المطير، كما هو الحال في أريزونا، كما تحدث العواصف الرعدية بسبب توسع وتمدد المنخفض المرتبط بالرياح الموسمية، كما تنجم الصواعق الرعدية بواسطة تشتت الأعاصير المدارية الشمالية الشرقية التي تتحرك نحو الساحل الغربي للمكسيك.
- **دراسة Dastane (١٩٧٨م)**، تحت عنوان: تأثير الأمطار في الزراعة المروية، دراسة تطبيقية على الأراضي الهندية. وقد أوضحت مفهوم فعالية الأمطار وأهميتها، كما أبرزت أهم

العوامل التي تؤثر على الأمطار، وكذلك مدى إمكانية زيادة فعالية الأمطار، وتناولت أيضاً المياه الجوفية وأهم الخطوات التي يمكن إتباعها لتلبية احتياجات الأراضي الزراعية من المياه.

- **دراسة قربة، (١٩٨٢م)**، تحت عنوان: العمل المشترك ونتائجه لمنخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان على جنوب غرب المملكة العربية السعودية، والتي أوضحت أن هذا العمل المشترك بين المنخفضين هو المولد للأمطار الربيعية المبكرة وللأمطار الموسمية الصيفية على الأجزاء الجنوبية الغربية للمملكة العربية السعودية، وأن الوضعيات الجوية التي تؤدي لهطول الأمطار على جبال عسير هي نفسها التي تسمح بتطور الرياح الرملية على وسط المملكة.
- **دراسة المغامس، (١٩٨٨م)**، تحت عنوان: التقسيمات الإقليمية لخصائص الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، والتي تناولت العوامل المؤثرة على الأمطار، وحددت تقسيمات إقليمية لخصائص الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، وخلصت هذه الدراسة إلى تقسيم جنوب غرب المملكة لأربعة أقاليم مطرية، وأوصت بأهمية القيام بأبحاث زراعية تطبيقية بين الأمطار والزراعة في جنوب غرب المملكة.
- **دراسة الأحيدب، (١٩٩٢م)**، تحت عنوان: توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، وقد هدفت الدراسة إلى معرفة العوامل المؤثرة في كميات الأمطار، وكان من أهم نتائجها أن توزيع الأمطار جنوب غرب المملكة غير متجانس، وأن علاقة الأمطار بعامل الارتفاع تختلف وفقاً لمواقع المحطات، حيث أن المحطات التي تقع على السفح الغربي من الجبال تسقط عليها الأمطار بكميات أغزر من الأمطار التي تسقط على المحطات الأخرى.
- **دراسة بدر الدين (١٩٩٣م)**، تحت عنوان مناخ المملكة العربية السعودية، وقد تناولت هذه الدراسة العوامل المؤثرة في مناخ المملكة العربية السعودية، ومنها العوامل الخارجية كالمنخفضات الجوية والكتل الهوائية، كما اهتمت الدراسة بتقسيم المملكة إلى أقاليم مناخية.
- **دراسة السيد، (١٩٩٤م)**، تحت عنوان: تطبيق نموذج ماركوف على احتمال الفترات المطيرة والجافة بمحطتي ملاكي وقاع بني مالك بجنوب غربي المملكة العربية السعودية، وقد كانت من أهم نتائجها أن قيمة الأمطار في ملاكي تختلف من شهر لآخر، وتقل الاختلافات في نهاية فصل الشتاء وبداية فصل الصيف، أما في قاع بني مالك فتختلف قيمة الأمطار من شهر لآخر وتقل الاختلافات في بداية فصل الربيع والخريف.
- **دراسة السيد، (١٩٩٥م)**، تحت عنوان: احتمالات هطول الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية، والتي بينت أن احتمالية هطول الأمطار تبلغ أقصاها في جنوب غربي المملكة، وكشفت تباين الكميات التي يعتمد عليها لأغراض النشاط الزراعي من منطقة لأخرى بالمملكة، وأوصت الدراسة بأهمية الاعتماد على فترات زمنية قصيرة على مستوى الشهر أو الفصل لربط علاقة الإمكانيات الزراعية باحتمالات هطول الأمطار.

- **دراسة السيد (١٩٩٦م)**، تحت عنوان: التذبذب الفصلي للأمطار في المملكة العربية السعودية، أتضح أن أسلوب معامل التغير يعد من أفضل الوسائل لقياس تذبذب الأمطار الفصلية لأي منطقة، وأوصت هذه الدراسة بالاهتمام بالبحث لمعرفة تقلبات الأمطار الفصلية لما يترتب عليها من آثار سلبية في استخدام الأرض.
- **دراسة الأحيدب، (١٩٩٩م)**، تحت عنوان: مناخ المملكة العربية السعودية، وقد أبرزت هذه الدراسة أهم العوامل والمؤثرات المحلية المؤثرة على مختلف الظواهر الجوية، كالموقع الجغرافي والفلكي والتضاريس، إضافة إلى العوامل الخارجية التي المؤثرة في مناخ المملكة كالكتل الهوائية والتيارات النفاثة، كما تناولت خصائص العناصر المناخية، كما اهتمت بتصنيف الأقاليم المناخية بالمملكة العربية السعودية، والقت الضوء على ثلاثة أقاليم مناخية وهي كل من إقليم الهضاب الداخلية الذي يشمل المناطق الداخلية من المملكة العربية السعودية، وكذلك إقليم السواحل وفيه تم إبراز الاختلافات بين مناخ الساحل الشرقي والساحل الغربي، وأخيرا إقليم المرتفعات والتي تقع بمحاذاة سهل تهامة.
- **دراسة العريشي (٢٠٠٨م)**، والتي تناولت فيها الباحثة تأثير العواصف على التنمية البيئية في منطقة جازان، كما بينت أن أكثر المواسم عرض لحدوث العواصف الرعدية المسببة للأمطار في منطقة جازان، حيث تزداد الأمطار في فصل الصيف وخاصة على جنوبها، وخلصت الدراسة إلى أن هناك العديد من المشكلات التي تواجه السكان عند حدوث العواصف الرعدية في منطقة جازان ومن أهمها الانزلاقات الأرضية والانهيارات الصخرية التي قد تؤدي إلى إغلاق الطرق، إضافة إلى تأثير الصواعق والأمطار الغزيرة التي تؤثر من خلال ما ينتج عنها من سيول جارفة تؤثر على مختلف مجالات التنمية البيئية.
- **دراسة العريشي (٢٠٠٩م)**، والتي تناول الأمطار في منطقة جازان، وقد تناولت هذه الدراسة أبرز خصائص الأمطار في منطقة جازان وتناولت التباين المكاني لكمية الأمطار الساقطة خلال فصول السنة وكذلك التباين المكاني، وخلصت إلى أن القطاع الجبلي من المنطقة يحضى بكمية أكبر من الأمطار الساقطة ويؤثر على الأجزاء الغربية من خلال جريان السيول عبر الأودية التي تمتد من الشرق نحو الغرب، كما تناولت الدراسة تأثير الأمطار على التنمية الزراعية بالمنطقة.
- **دراسة مشيط (٢٠١٦م)**، تحت عنوان تحليل حالات الطقس والمناخ السائدة في مرتفعات جنوب غرب المملكة العربية السعودية: دراسة في المناخ التطبيقي، وقد تناولت هذه الدراسة وصف حالات الطقس وكمية الأمطار الساقطة ومدى ارتباطها بحالات الطقس الرعدية في مرتفعات جنوب غرب المملكة، وقد تم إفراد الدراسة في كل من أبها وخميس مشيط والباحة، إضافة إلى احتمالية حدوث ظاهرة جوية أخرى كالضباب، وفي ختام هذه الدراسة تم التعرف على المشكلات والمخاطر الناجمة عن الظواهر الجوية.

وبعد استعراض الدراسات السابقة تأتي هذه الدراسة مستفيدة من تلك الدراسات فيما قدمته من نتائج وتوصيات، إلا أن هذه الدراسة قد تفردت عن بقية الدراسات السابقة في المنهج الذي اتبعته حيث جاءت معتمدة على الجانب الكمي المعتمد على أساليب إحصائية دقيقة كأسلوب التحليل العاملي، الذي من خلاله تم تصنيف كمية هطول الأمطار في المملكة العربية السعودية تصنيفاً دقيقاً وفقاً للعامل الزمني المرتبط بشهور السنة، وكذلك العامل المكاني المرتبط بمناطق المملكة، ولذا فإن هذه الدراسة تعد من الدراسات المناخية التطبيقية التي تقدم دراسة تحليلية واضحة ليس فقط عن كمية هطول الأمطار في المملكة العربية السعودية خلال شهور السنة بل أيضا عن تباينها المكاني في المملكة العربية السعودية، وهذا ما تتطلبه التنمية عند تطبيق مشروعاتها في مناطق المملكة المختلفة.

أولاً – التصنيف الزمني لهطول الأمطار :

لقد تم تحديد مناطق المملكة العربية السعودية والبالغة ثلاثة عشر منطقة، كما تم أيضاً تحديد المتوسط الشهري لكمية هطول الأمطار (ملحق ١). وتم التحليل للبيانات باستخدام أسلوب التحليل العاملي Factor Analysis، تم الاعتماد على نقطة التوقف "Cut off Point" والتي حددت على أساس الجذور الكامنة أو القيمة المميزة "Eigen Values" والتي تزيد عن الواحد صحيح، حيث تم تحديد ثلاثة عوامل رئيسة، كما يتضح من خلال الجدول رقم (٢)، إذ يعد العامل الأول أهم هذه العوامل لكونه أشتمل على جذور كامنة بلغت ٥,٣٧٩، كما أشتمل على ٤٤,٨٢٦% من نسبة التباين المفسرة في المتغيرات الأصلية، ثم تناقصت القيم في العامل الثاني لتصل الجذور الكامنة إلى ٢,٨٩٩، مع نسبة تباين مقدارها ٢٤,١٥٤%، وكذلك في العامل الثالث الذي يحتل المرتبة الأخيرة، حيث تم التوقف عند هذا العامل وذلك بجذور كامنة مقدارها ١,٩٠٣، ونسبة تباين بلغت ١٥,٨٥٦%، وبذلك يكون قد تم تحديد ثلاثة عوامل هامة محددة لكمية هطول الأمطار في المملكة العربية السعودية، وقد مثلت هذه العوامل الثلاثة نسبة تراكمية مقدارها ٨٤,٨٣٧% من نسبة التباين المفسرة في المتغيرات الأصلية.

جدول (٢) : إسهامات العوامل المشتقة ونسب التباين لكل عامل.

العامل	الجذور الكامنة "القيمة المميزة"	نسبة التباين المفسرة	النسبة التراكمية
١	٥,٣٧٩	٤٤,٨٢٦	٤٤,٨٢٦
٢	٢,٨٩٩	٢٤,١٥٤	٦٨,٩٨١
٣	١,٩٠٣	١٥,٨٥٦	٨٤,٨٣٧

المصدر: مخرجات التحليل العاملي.

ويشير الجدول (٣) إلى نتائج الاشتراكيات "Communalities" التي تمثل احد مخرجات التحليل العاملي، والتي تشير إلى مجموع إسهام كل متغير في العوامل المشتقة التي تم تحديدها، فمثلاً يشير الجدول إلى أن شهر أغسطس، أشتمل على نسبة تباينيه مقدارها ٠,٩٣٠ وهي أعلى قيمه في نتائج الاشتراكات، وهذا يوضح أن ما يعادل هذه النسبة من المعلومات الأساسية في هذا المتغير قد تم تفسيرها في العوامل الثلاثة المشتقة وكذا الحال في بقية المتغيرات الأخرى التي يشير الجدول إلى ارتفاع مساهمتها في نسبة التباين مما يدل ويعطي دلالة واضحة أن هناك جزء كبير من البيانات المتعلقة بالمتغيرات قد ضمنت في العوامل التي تم تحديدها.

جدول (٣) : قيم الاشتراكيات في المتغيرات وفقاً لمساهمتها في تفسير بيانات العوامل المحددة.

الشهور	قيم الاشتراكات
يناير	٠,٨٧٤
فبراير	٠,٨٢٢
مارس	٠,٨٩٤
إبريل	٠,٧٩٦
مايو	٠,٨٧٠
يونيو	٠,٨٥٢
يوليو	٠,٨٣٠
أغسطس	٠,٩٣٠
سبتمبر	٠,٨٧٨
أكتوبر	٠,٨٧٩
نوفمبر	٠,٧٤٢
ديسمبر	٠,٨١٢

المصدر: ناتج التحليل العاملي.

ومن الواضح أيضاً في التحليل العاملي أن أي عامل من العوامل المشتقة يعتمد بشكل أساسي على قوة العلاقة بينه وبين المغيرات المدروسة، وهذا ما يطلق عليه تشبعات العامل "Factor Loading"، وهي قيم تشير إلى مقدار الارتباطات بين المتغيرات من جهة والعوامل التي تم تحديدها من جهة أخرى. ولتحديد العلاقة بين العامل والمتغيرات تم الاعتماد على أسلوب فاريماكس Varimax Roation الذي يعد من أهم الأساليب التي يمكن من خلالها تدوير قيم التشبعات، وذلك لأنه يهدف إلى مضاعفة Maximize مجموعة التباين لمربعات تشبعات العوامل، وذلك بأن يكون لكل متغير تشبع واحد عال على احد العوامل، أي أن يكون قريباً من الواحد صحيح، وفي نفس

الوقت يكون منخفضاً على العامل الأخر، وذلك بأن يكون صفراً أو قريباً من الصفر، وكلما كانت العلاقة الارتباطية بين المتغير والعامل عالية كلما دل ذلك على ارتباطية وتبعية المتغير بالعامل، وبناء على ذلك تم تحديد ارتباط المتغيرات بالعوامل المشتقة كما يتضح من الجدول (٤)، وذلك كالآتي:

جدول (٤) : قيم التشبعات المشتقة من المتغيرات وارتباطها بالعوامل المحددة.

الشهور	تشبعات العامل الأول	تشبعات العامل الثاني	تشبعات العامل الثالث
يناير	٠,٠١٨	٠,٩٣٥	٠,٠١٨ –
فبراير	٠,١٦٩	٠,٨٤٥	٠,٢٨٣ –
مارس	٠,٨٥٢	٠,٢٩٠	٠,٢٩١ –
إبريل	٠,٨٩١	٠,٠٣٩	٠,٠٣٤
مايو	٠,٨٦٦	٠,١٥٨ –	٠,٣٠٨
يونيو	٠,٨٦٢	٠,٣١٣ –	٠,١١٠
يوليو	٠,٨٤٧	٠,١٨١ –	٠,٢٨٢
أغسطس	٠,٧٧١	٠,١٩٥ –	٠,٥٤٥
سبتمبر	٠,٤٠٥	٠,٠١٤ –	٠,٨٤٥
أكتوبر	٠,٠٠٠	٠,٠٧٦	٠,٩٣٤
نوفمبر	٠,١٩٤ –	٠,٨٢٥	٠,١٥٣
ديسمبر	٠,٣٩٤ –	٠,٨٠١	٠,١٢٠

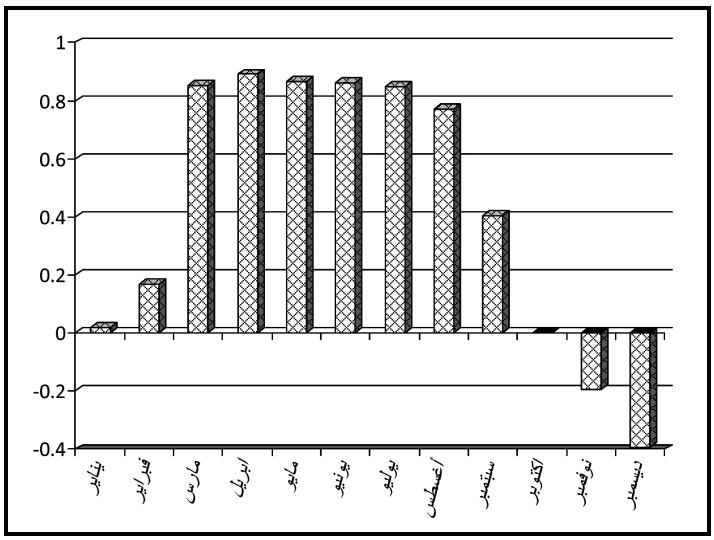
المصدر: مخرجات التحليل العاملي.

١) العامل الأول :

وقد جاء هذا العامل كأقوى العوامل، وذلك لارتفاع قيمة الجذور الكامنة به والتي وصلت إلى (٥,٣٧٩)، كما يتميز أيضاً بارتفاع قيم التباين المفسرة التي بلغت ٤٤,٨٢٦% من نسبة التباين المفسرة في المتغيرات الأصلية، كم أشتمل على عدد من المتغيرات الموجبة التي تزيد علاقاتها الارتباطية بالعامل عن ٥٠% (شكل ٢)، والتي بلغت سبعة متغيرات هي كالآتي:

- المتغير رقم (٤) والخاص بشهر أبريل، وقد جاء في المرتبة الأولى كأهم المتغيرات ارتباطاً بالعامل، وذلك بدرجة تشبع عالية مقدارها ٠,٨٩١.

- المتغير رقم (٥) والخاص بشهر مايو، وقد جاء في المرتبة الثانية ارتباطاً بالعامل، وذلك بدرجة تشبع مقدارها ٠,٨٦٦.
- المتغير رقم (٦) والخاص بشهر يونيو، وذلك في المرتبة الثالثة بنسبة تشبع مقدارها ٠,٨٦٢.
- المتغير رقم (٣) والذي يشير إلى شهر مارس، وذلك بدرجة تشبع مقدارها ٠,٨٥٢.
- المتغير رقم (٧) والذي يشر إلى شهر يوليو، حيث ارتبط هذا المتغير بالعامل الأول بدرجة تشبع مقدارها ٠,٨٤٧.
- المتغير رقم (٨) والذي يشير إلى شهر أغسطس وقد ارتبط هذا المتغير بالعامل الأول بدرجة تشبع مقدارها ٠,٧٧١.



شكل (٢) : تشبعات العامل الأول بالمتغيرات.

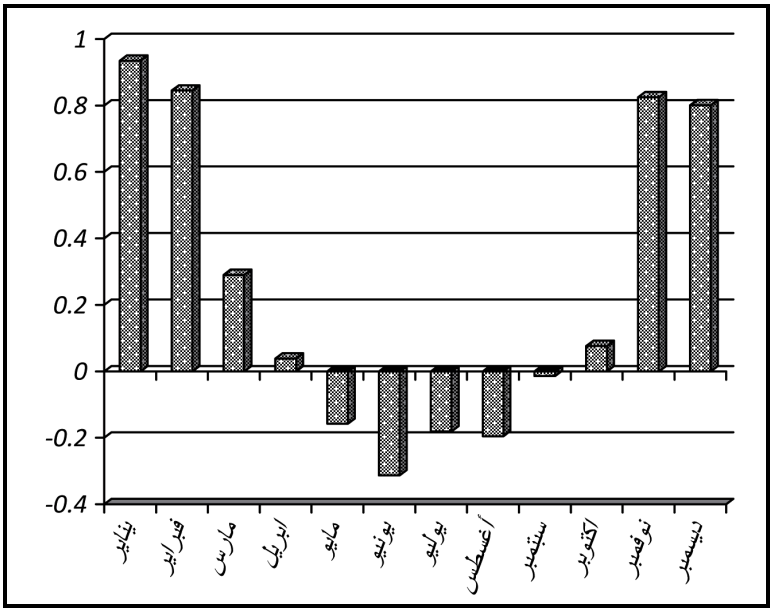
ويتضح أن المتغيرات السابقة قد جاءت كأقوى المتغيرات ارتباطاً بالعامل، مما يدل على أن كمية هطول الأمطار في المملكة العربية السعودية يزيد في الفترة من شهر مارس إلى شهر أغسطس، وهي فترة فصلي الربيع والصيف، وبذلك يطلق على هذا العامل عامل "الفترة الممطرة الرئيسة في المملكة، هي الفترة التي تشمل فصلي الربيع والصيف، ويرتبط ذلك بالموقع الفلكي حيث تمتد المملكة إلى دائرة عرض ١٦ درجة شمالا مما جعل جزء من أراضيها يقع ضمن إقليم المناخ المداري والذي يتأثر صيفا بالكتل الدافئة الإفريقية والموسمية من الهند ومراكز الضغط الجوي الإقليمية المجاورة كالمنخفض الموسمي الذي ينتج عنه تحرك الرياح الموسمية الجنوبية الممطرة.

٢) العامل الثاني :

ويأتي هذا العامل في المرتبة الثانية من حيث الأهمية، حيث أشتمل على جذور كامنة مقدارها (٢,٨٩٩)، كما بلغت نسبة التباين المفسرة به حوالي ٢٤,١٥٤% من نسبة التباين المفسرة في المتغيرات الأصلية، وقد ارتبط هذا العامل بعدد من المتغيرات الموجبة والتي تزيد علاقاتها الارتباطية عن ٥٠%، كما يتضح من الجدول السابق (٤) والشكل (٣)، ويمكن تقسيم هذه المتغيرات والتي بلغت أربعة متغيرات حسب درجة تشبعها بالعامل الثاني، إلى الآتي:

- المتغير رقم (١) والذي يشير إلى شهر يناير، وقد جاء هذا المتغير في المرتبة الأولى ارتباطاً بالعامل الثاني بقيمة تشبع مقدارها ٠,٩٣٥.
- المتغير رقم (٢) والذي يشير إلى شهر فبراير، وقد جاء هذا المتغير في المرتبة الثانية ارتباطاً بالعامل الثاني، وذلك بقيمة تشبع مقدارها ٠,٨٤٥.
- المتغير رقم (١١) والذي يشير إلى شهر نوفمبر، وقد جاء هذا المتغير ارتباطاً بالعامل الثاني بقيمة تشبع مقدارها ٠,٨٢٥.
- المتغير رقم (١٢) والذي يشير إلى شهر ديسمبر، وقد جاء هذا المتغير ارتباطاً بالعامل الثاني بقيمة تشبع مقدارها ٠,٨٠١.

ومن خلال العلاقات الارتباطية للمتغيرات الأربعة السابقة بالعامل الثاني، يمكن القول أن الفترة الثانية لهطول الأمطار تتمثل في الفترة من شهر نوفمبر إلى شهر فبراير، وهي الفترة التي ترتبط بشهور فصل الشتاء، حيث يظهر تأثير الضغط الجوي المرتفع السيبيري المتمركز في اواسط آسيا وسيبيريا، والذي يشكل مصدر للكتل الهوائية القارية وجبهاتها الباردة التي تتوغل إلى وسط المملكة.

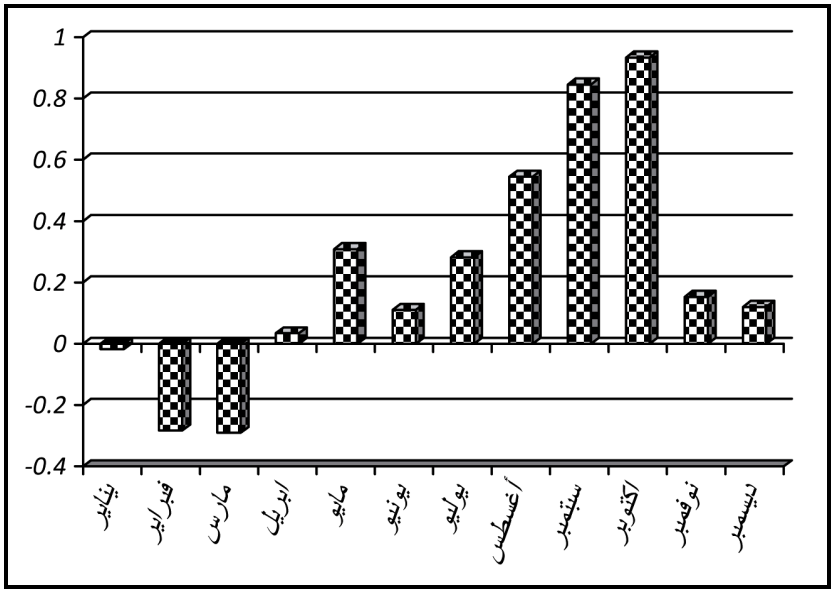


شكل (٣) : تشبعات العامل الثاني بالمتغيرات.

٣) العامل الثالث :

ويأتي هذا العامل في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية، حيث أشتمل على جذور كامنة مقدارها (١,٩٠٣)، كما بلغت نسبة التباين المفسرة به حوالي ١٥,٨٥٦% من نسبة التباين المفسرة في المتغيرات الأصلية، وتجدر الإشارة إلى انخفاض نسبة مساهمة هذا العامل في تفسير المعلومات الواردة في المتغيرات الأصلية لا يعني عدم أهميته وإنما له خاصية كمحور منفصل عن بقية المحاور، ليوضح تكرار ظاهرة هطول الأمطار العالق ببقية شهور السنة، حيث ارتبط هذا العامل ببعض المتغيرات الموجبة، كما يتضح من الجدول السابق (٤) والشكل (٤)، ويمكن تقسيم هذه المتغيرات حسب درجة تشبعها بالعامل الثالث، وفقاً لعلاقاتها الارتباطية التي تزيد عن ٥٠%، والتي بلغت أربعة متغيرات هي كالآتي:

- المتغير رقم (١٠) والذي يشير إلى شهر أكتوبر، وقد جاء هذا المتغير في المرتبة الأولى ارتباطاً بالعامل الثالث بقيمة تشبع مقدارها ٠,٩٣٤.
- المتغير رقم (٩) والذي يشير إلى شهر سبتمبر، وقد جاء هذا المتغير في المرتبة الثانية ارتباطاً بالعامل الثالث، وذلك بقيمة تشبع مقدارها ٠,٨٤٥.
- المتغير رقم (٨) والذي يشير إلى شهر أغسطس، وقد جاء هذا المتغير ارتباطاً بالعامل الثاني بقيمة تشبع مقدارها ٠,٥٤٥.



شكل (٤) : تشبعات العامل الثالث بالمتغيرات.

ويتضح من علاقة المتغيرات السابقة بالعامل أن الفترة الثانية لهطول الأمطار تنشط خلال الفترة من شهر أغسطس إلى شهر أكتوبر، وهي الفترة التي ترتبط بشهور فصل الخريف، وبذلك يطلق على هذا العامل عامل " فصل الخريف" حيث يبدأ الضغط المرتفع السيبيري بالتشكل ويعود الضغط المرتفع الآزوري بالتمدد في غرب المملكة ويظهر بينهما نطاق الضغط المنخفض، مما يؤدي إلى حدوث تيارات هوائية ينتج عنها تشكل سحب رعدية ممطرة.

ثانياً – التباين المكاني لهطول الأمطار :

لقد تم الاعتماد على نتائج التحليل العاملي في تحليل التباين المكاني لتكرار هطول الأمطار في المملكة العربية السعودية، من خلال درجات العامل "Factor Scores" والتي هي عبارة عن قيم معيارية تبين مدى تركيز خصائص العامل في المساحات الجغرافية المحددة والتي تمثل مناطق المملكة العربية السعودية، وهذه القيم تتذبذب بين قيم موجبة وأخرى سالبة، إذ أنه كلما زادت القيم الموجبة لدرجات العامل كلما دل ذلك على ظهور أكثر لخصائص العامل بمتغيراته المختلفة في المساحة الجغرافية التابع لها (مناطق المملكة)، كما أنه عندما تكون القيم سالبة كلما دل ذلك على

ضعف في تأثير خصائص العامل في المساحة الجغرافية التي أخذت منها البيانات الأصلية، وفيما يلي تحليل للتباين المكاني لتكرار هطول الأمطار في مناطق المملكة حسب درجات كل عامل من العوامل التي تم تحديدها سابقاً، وذلك كالآتي:

١) التباين المكاني لهطول الأمطار حسب الفترة الرئيسة :

لقد جاء العامل الأول كأهم العوامل التي تم تحديدها أو اشتقاقها، وقد أطلق على هذا العامل "الفترة الرئيسة للامطار" المتمثلة في عامل فصلي الربيع والصيف، وقد جاءت درجات العامل المرتبطة به ما بين درجات موجبة وأخرى سالبة، كما يتضح من الجدول السابق (٤) الخاص بقيم التشبعات، وبناء على ذلك قسمت مناطق المملكة حسب درجات هذا العامل إلى فئات كما يتضح من الجدول (٥) والشكل (٥)، وذلك كالأتي:

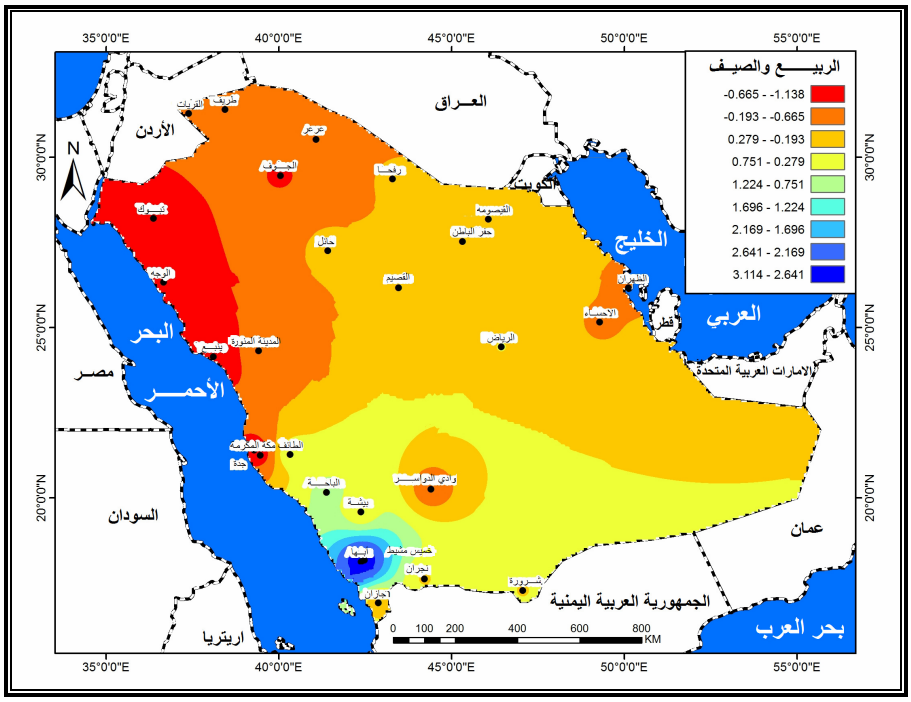
- **الفئة الأولى:** وتضم المناطق التي اشتملت على قيم موجبة أعلى من الواحد صحيح، وتتمثل في محطتي أبها وخميس مشيط، حيث جاءت بقيم موجبة عالية جدا مقدارها ٣,١٣٣ و ٢,٨٤٨ درجة على التوالي، وبذلك تحتل منطقة عسير المراكز الأولى بين مناطق المملكة في كمية هطول الأمطار في فصلي الربيع والصيف، وهذا يؤكد أن المناطق الجنوبية الغربية من المملكة تعد من أكثر المناطق في تكرار هطول الأمطار خلال فصل الصيف، ويعود ذلك إلى الموقع الفلكي لهذه المناطق بالقرب من دائرة عرض ١٦ درجة شمالاً الذي جعلها تصنف ضمن نطاق المناخ المداري الموسمي، وبالتالي جعلها عرضة للمؤثرات الموسمية المصاحبة لحركة الشمس السنوية الظاهرية التي تقع عموديه أو شبه عموديه عليها، إضافة إلى تأثير منخفض الهند الموسمي المتمركز في جنوب شرق أسيا، وينشأ عن ذلك تقدم الكتلة المدارية البحرية، وحركة الرياح الموسمية مما يؤدي إلى هطول الأمطار الموسمية في جنوب غرب المملكة وسواحل البحر الأحمر الجنوبية حيث يمتد التأثير إلى منطقة مكة المكرمة.
- **الفئة الثانية:** وتضم المناطق التي اشتملت على قيم موجبة أقل من الواحد الصحيح (ما بين الصفر والواحد الصحيح)، وتتمثل في محطة الباحة بقيمة مقدارها ٠,٨٩١ درجة، تليها محطة الطائف بقيمة مقدارها ٠,٦٩٢ درجة، ثم كل من محطة بيشة بقيمة مقدارها ٠,٣٣٢ درجة، ويعود ذلك إلى قربها من تأثير منخفض الهند الموسمي، ثم تتوالى بقية المحطات مثل محطة الرياض بقيمة ٠,٢٨٣ درجة، ومحطتي شرورة ونجران بقيم تبلغ ٠,٢٧٤ و ٠,٢٤٢ على التوالي.

جدول (٥) : توزيع درجات العوامل المحددة لكمية الأمطار في المملكة العربية السعودية.

المحطات	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث
طريف	-٠,٤٠٦	٠,٣٥٥	-٠,١٤٦
عرعر	-٠,٦٢٧	-٠,٣٢٨	-٠,٢٦٨
القريات	-٠,٦٣٨	-٠,٦٢٥	-٠,٤١٣
الجوف	-٠,٦٩٦	-٠,١٥١	٠,٠١٤
رفحا	-٠,١٥٩	٠,٣٩٧	-٠,٧١٧
القيصومة	-٠,٠٤٩	١,٧٨٨	-٠,٥٢٠
تبوك	-٠,٨٣٤	-١,٠٠٦	٠,٠٤٣
حفر الباطن	-٠,٠٧٥	١,٧٥٢	-٠,٥١٠
حائل	-٠,٠٨٦	٠,٧٣١	-٠,٢٥٩
الوجه	-٠,٩٠٠	-٠,٥٣١	-٠,٢٠٤
القصيم	٠,١٩٨	١,٤٣٨	-٠,٥٢٥
الظهران	-٠,٢٢٩	١,٢٦١	-٠,٦٢٧
الاحساء	-٠,٢١٥	١,٠١٥	-٠,٥٩٧
المدينة	-٠,٤٩٠	-٠,٥٩٩	-٠,١٩٧
الرياض	٠,٢٨٣	٠,٧٧٠	-٠,٩٠٠
ينبع	-١,١٣٩	-٠,٨٢٩	٠,١٤٧
جدة	-٠,٩١٣	٠,٠٨٦	-٠,١٤١
مكة	-٠,٨٠٩	٠,٩٢٩	٢,٠٢٣
الطائف	٠,٦٩٢	٠,٠٣٨	٢,٤٣٥
الباحة	٠,٨٩١	-٠,٧٧٩	٠,٦٤٢
بيشة	-٠,٥٤٣	-١,٧٠٥	-٠,٦٤٦
وادي الدواسر	٠,٣٣٢	-٠,٩٧٠	-٠,٧٦٥
ابها	٣,١٣٣	٠,٥٣٠	-٠,٥٥٢
خميس مشيط	٢,٨٤٨	-٠,٩٧٤	٠,٢٣٨
نجران	٠,٢٤٢	-١,٣١٠	-٠,٣٥٦
شرورة	٠,٢٧٤	-١,٥٥١	-٠,٤٣٧
جازان	-٠,٠٨١	٠,٢٦٨	٣,٢٤٦

المصدر: مخرجات التحليل العاملي.

- **الفئـة الثالثـة:** تشـتمل المنـاطق التـي جـاءت بقيم سـالبة أقـل مـن صـفر، وتضـم بـاقي المحطات، إذ سجلت أقل قيمة سجلت في محطة ينبع مقدارها -١,١٣٩ درجة، حيث تعد من أقل مناطق المملكة عرضة لهطول الأمطار في فصلي الربيع والصيف، ويرتبط ذلك بموقعها بعيدا عن التأثيرات الموسـمية لسقوط الامطار، تليها محـطة جدة بقيمـة مقدارها -٠,٩١٣ درجـة، ثـم محطتـي الوجـه وتبـوك بقيمـة بلغـت -٠,٩٠٠ و -٠,٨٣٤ علـى التوالي، تليها مكة المكرمة بقيمة مقدارها -٠,٨٠٩ درجة، ثم كلا من الجوف وعرعر والقريات ووادي الدواسر والمدينة المنورة وطريف وحائل وحفر الباطن وجازان والقيصومة بقيم تتراوح بين – ٠,٦٩٦ و -٠,٠٤٩ درجة، وتعود قلة كمية الأمطار على هذه المناطق إلى قلة حدوث العواصف الرعدية بها خلال فصل الصيف، وخاصة المناطق الشمالية والتي تتسم باستقرار جوي خلال هذين الفصلين، نظراً لبعدها عن تأثير المنخفضات الجوية الصيفية.

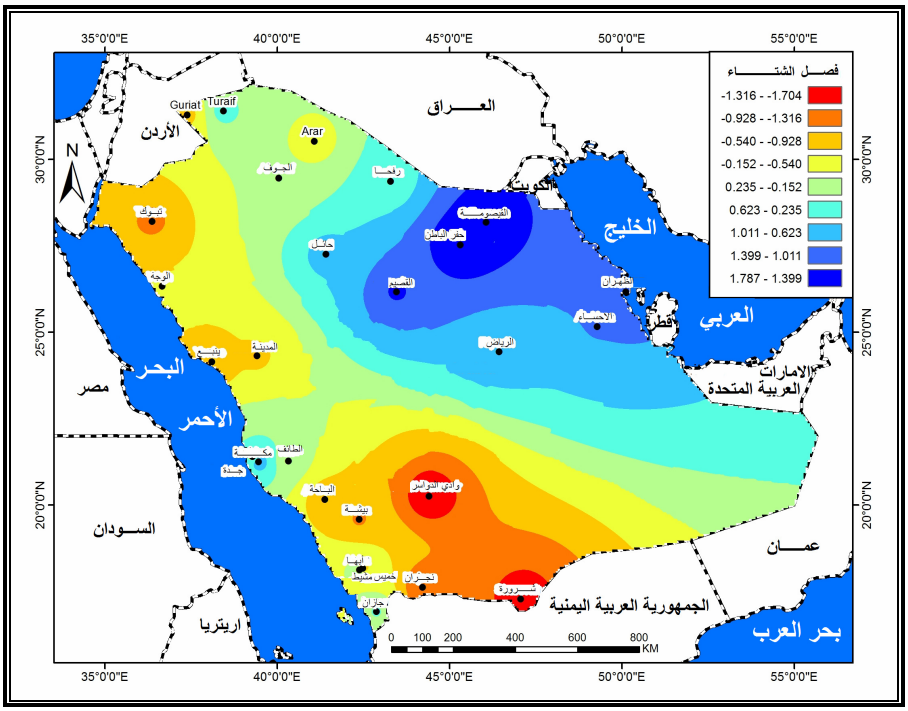


شكل (٥) : التباين المكاني لهطول الأمطار الفترة الرئيسة (الربيع والصيف).

المصدر: الباحثة اعتماداً على بيانات الجدول رقم (٥).

٢) التباين المكاني لهطول الأمطار حسب الفترة الثانية (الشتاء) :

لقد جاء العامل الثاني الذي أطلق عليه "عامل فصل الشتاء" لهطول الأمطار في المرتبة الثانية في الأهمية، وقد جاءت درجات العامل كما هو موضح بالجدول (٥) والشكل (٦) بين قيم موجبة وأخرى سالبة، وفي ضوء تلك القيم يمكن تقسيم مناطق المملكة حسب درجات العامل إلى الفئات الآتية:



شكل (٦) : التباين المكاني لهطول الأمطار في فصل الشتاء حسب درجات العامل الثاني.

المصدر: الباحثة اعتماداً على بيانات الجدول رقم (٥).

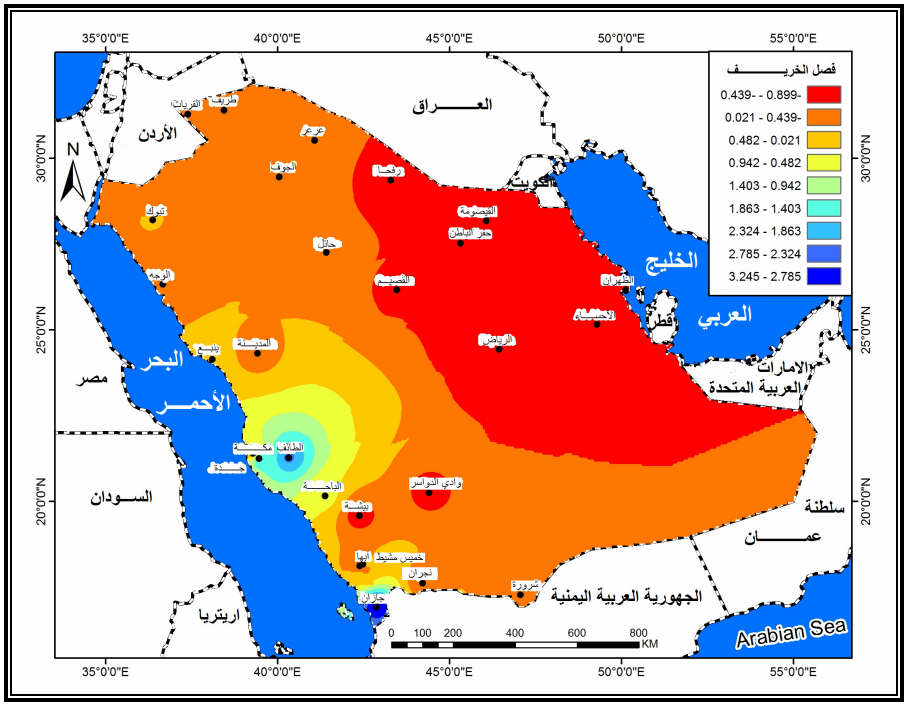
- **الفئة الأولى:** وتشمل القيصومة التي جاءت في المرتبة الأولى بين محطات المملكة في كمية الأمطار وفقاً لعامل فصل الشتاء، وذلك بقيمة عالية جداً مقدارها (١,٧٨٨ درجة)، ويرجع ذلك إلى توغل بعض الأعاصير من البحر المتوسط عبر شمالي المملكة، وقد جاءت محطة حفر الباطن في المرتبة الثانية ضمن هذه الفئة بقيمة مقدارها (١,٧٥٢ درجة)، ويعود ذلك أيضاً تأثير الضغط الجوي السيبيري المرتفع المتمركز فوق أواسط

آسيا، مما يشكل مصدر للكتل الهوائية القطبية القارية وجبهاتها الباردة التي تتوغل إلى وسط المملكة، إضافة إلى سيطرة الرياح الشمالية الغربية التي تنشط بسبب تطور المرتفع الجوي فوق البحر المتوسط (عبد العظيم، ١٩٩٨م، ص ٣٩٦)، والتي ينتج عنها هطول الأمطار وخاصة بعد عبورها المسطحات المائية الواقعة غرب المنطقة. وفي المرتبة الثالثة تأتي القصيم ثم الظهران ثم الإحساء بقيم تتراوح بين ١,٤٣٨ و ١,٠١٥ درجة، وتتأثر هذه المحطات الواقعة شمال ووسط المملكة أيضا بالضغط المرتفع الأزوري المهيمن في شمال أفريقيا والذي يمثل مصدر للكتل الهوائية المدارية الدافئة وجبهاتها التي تصل إلى الأجزاء الشمالية والغربية من المملكة. ويتشكل بينهما نطاق من الضغط المنخفض الذي يعد ممرا للأعاصير الجوية من البحر الأبيض المتوسط عبر شمال ووسط المملكة.

- **الفئة الثانية:** وتشتمل على المناطق التي جاءت بقيم موجبة أقل من الواحد صحيح، وتضم كل من مكة المكرمة بقيمة مقدارها (٠,٩٢٩ درجة)، تليها الرياض بقيمة مقدارها ٠,٧٧٠ درجة، ثم حائل بقيمة مقدارها ٠,٧٣١ درجة، ثم أبها بقيمة مقدارها (٠,٥٣٠ درجة)، تليها كل من رفحا وطريف بقيمة تقارب ٠,٣٠٠ درجة، ثم جيزان بقيمة مقدارها (٠,٢٦٨ درجة)، ويعود ذلك إلى التقاء المنخفض المتوسط الشرقي مع المنخفضات الجوية القادمة من شمال أفريقيا كمنخفض السودان الموسمي على جبال السروات والتي ينتج عنها حدوث عواصف رعدية على المناطق الجنوبية الغربية من المملكة، إذ أن السطح يكون ساخنا مما يؤدي إلى حدوث حالة عدم استقرار في الأجزاء السفلى من الهواء مما يساعد على نشاط التيارات الصاعدة التي تحمل بخار الماء إلى طبقات الجو العليا وبالتالي زيادة كمية هطول الأمطار.
- **الفئة الثالثة:** وتضم المناطق التي جاءت بقيم ضعيفة سالبة أقل من الصفر، وتشمل هذه المناطق كلا من وادي الدواسر وشرورة ونجران والجوف بقيم تقل عن – ١,٠٠ درجة، وهي المناطق التي تحتل المراتب الأولى في قلة هطول الأمطار خلال فصل الشتاء، تليها خميس مشيط وينبع وبيشة ثم كلا من الباحة وينبع والقريات والمدينة المنورة ورفحا وعرعر بقيم تراوحت بين –٠,٩٠٠ و –٠,٣٠٠ درجة، أي أن معظم الجنوبية الغربية تتسم بقلة تكرار هطول الأمطار خلال فصل الشتاء بصفة عامة، ويرجع ذلك إلى بعدها عن تأثير المنخفضات الجوية ووقوعها في منطقة ظل المطر خلف جبال عسير كما هو الحال في محطتي شرورة ونجران.

٣) التباين المكاني لهطول الأمطار حسب العامل الثالث :

لقد جاء العامل الثالث في المرتبة الأخيرة من حيث الأهمية، وقد أطلق على هذا العامل "عامل فصل الخريف"، ورغم انخفاض مساهمة هذا العامل إلا أنه يبرز فترات معينة يتركز فيها هطول الأمطار، وقد جاءت درجات العامل كما هو موضح بالجدول (٥) والشكل (٧) بين قيم موجبة وأخرى سالبة، وفي ضوء تلك القيم يمكن تقسيم مناطق المملكة حسب درجات العامل إلى الفئات الآتية:



شكل (٧) : التباين المكاني لهطول الأمطار في فصل الخريف حسب درجات العامل الثالث.
المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الجدول رقم (٥).

- **الفئة الأولى:** وقد جاءت بقيم موجبة أعلى من الواحد صحيح، وقد جاءت جازان في مقدمة المناطق التي تتركز فيها الأمطار وفقاً لدرجات العامل الثالث، وذلك بقيمة مقدارها (٣,٢٤٦ درجة)، ويرجع ذلك إلى أن منطقة جازان تتعرض خلال فصل الخريف إلى حالة عدم استقرار جوي نتيجة ارتفاع درجة الحرارة خلال النهار، مما يؤدي إلى وجود تيارات هوائية صاعدة ترفع

معها بخار الماء، إضافة إلى سيطرة الرياح الجنوبية الغربية تحت تأثير امتداد منخفض الهند الموسمي، إضافة إلى عوامل أخرى محلية ناتجة عن تباين قيم الحرارة والضغط الجوي، تليها محطتي الطائف ومكة المكرمة بقيم تزيد عن ٢,٠٠٠ درجة.

- **الفئة الثانية:** وتشمل المناطق التي جاءت بقيم موجبة أقل من الواحد صحيح، وتضم كل من منطقة الباحة بقيمة مقدارها (٠,٦٤٢ درجة)، يليها خميس مشيط بقيمة مقدارها (٠,٢٣٨ درجة)، ثم ينبع بقيمة مقدارها (٠,١٤٧ درجة)، وفي المرتبة الأخيرة تأتي كل من تبوك والجوف بقيمة تتراوح بين ٠,٠٤٣ و٠,٠١٤ درجة، وتتسم هذه المناطق بتعرضها هطول الأمطار بدرجة متوسطة حيث تبدأ حالات عدم الاستقرار الجوي في السيطرة على هذه المناطق.
- **الفئة الثالثة:** وتشمل بقية المحطات والتي جاءت بقيم سالبة أقل من الصفر، وقد جاءت محطة الرياض في مقدمة المناطق التي تتميز بقلة كمية الأمطار خلال فصل الخريف وفقا لدرجات العامل الثالث، وذلك بقيمة مقدارها (-٠,٩٠٠ درجة)، ثم تأتي محطة بيشة في المرتبة الثانية بقيمة مقدارها (-٠,٧٦٥ درجة)، يليها باقي المحطات بقيم تتراوح بين -٠,٦٤٦ درجة في وادي الدواسر و- ٠,١٤١ درجة في محطة جدة، ويعود ذلك إلى بعد هذه المحطات عن المؤثرات الجوية المسببة لسقوط الأمطار خلال فصل الخريف الناتجة عن حالات عدم استقرار جوي، حيث يبدأ الضغط المرتفع السيبيري بالتشكل ويعود الضغط المرتفع الأزوري بالتمدد ويظهر بينهما نطاق الضغط المنخفض (المنخفض السوداني) غرب المملكة وفوق البحر الأحمر.

النتائج والتوصيات :

١) النتائج :

لقد تبين من تحليل البيانات المطرية بواسطة أسلوب التحليل العاملي، أن الأمطار في المملكة العربية السعودية تتسم بتباينها الزمني والمكاني، وذلك وفق النتائج الآتية:

- تعد الفترة الرئيسة لسقوط الأمطار في المملكة العربية السعودية هي الفترة الممتدة من شهر أبريل إلى شهر أغسطس، وهي الفترة الممثلة لفصلي الربيع والصيف. وقد جاءت المرتفعات الجنوبية الغربية للمملكة ممثلة في محطتي أبها وخميس مشيط في المرتبة الأولى من حيث سقوط الأمطار خلال هذه الفترة.
- تعد الفترة الثانية لسقوط الأمطار في المملكة هي الفترة الممتدة من شهر نوفمبر إلى شهر إبريل، وهي الفترة الممثلة لفصل الشتاء، وقد جاءت المناطق الشمالية والوسطى للمملكة في المرتبة الأولى بين مناطق المملكة في كمية سقوط الأمطار خلال فصل الشتاء كما هو الحال في محطتي القيصومة وحفر الباطن.

- تأتي الفترة الثالثة لسقوط الأمطار في المملكة خلال الفترة الممتدة من شهر أغسطس إلى شهر أكتوبر، وهي الفترة الممثلة لفصل الخريف، وقد جاءت منطقة جازان الواقعة في أقصى جنوب غرب المملكة كأهم المناطق من حيث كمية هطول الأمطار خلال هذه الفترة.

٢) التوصيات :

في ضوء النتائج السابقة للتصنيف الزمني والتباين المكاني للأمطار في المملكة توصلت الدراسة إلى التوصيات الآتية:

- العمل على رفع مستوى الوعي البيئي لدى السكان فيما يتعلق بالمناطق التي تتسم بزيادة معدلات الأمطار خلال شهور السنة.
- العمل على استفادة إدارة الدفاع المدني بالمملكة من نتائج البحث لمعرفة فترات سقوط الأمطار في مناطق المملكة بقصد اخذ الاستعدادات لمواجهة المخاطر التي تحدثها الأمطار.
- الاستفادة من نتائج البحث في دعم التنمية الزراعية من خلال معرفة الفترات المطيرة، وكذلك المواسم المناسبة للزراعة المطرية في كل منطقة من مناطق المملكة.
- العمل على زيادة محطات الأمطار في مختلف مناطق المملكة للحصول على بيانات شاملة ومتكاملة.
- الأخذ بعين الاعتبار اتجاهات جريان الأودية الناتج عن غزارة الأمطار وخاصة في غرب وجنوب غرب المملكة، وذلك عند التخطيط لاستعمالات الأرض.
- الحرص على إجراء دراسات تفصيلية عن مدى تأثير الأمطار على مختلف مجالات التنمية في المملكة.

ملحق (١) : المعدل الشهري لكمية الأمطار بالمملكة خلال الفترة من ١٩٨٥ إلى ٢٠١٧م.

المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
طريف	١٢,١٥	١٠,٦٥	١٠,٣٣	٨,٧٠	٣,١٢	٠,٠٥	٠	٠	٠,٤٢	٦,٤٤	٨,٩٧	٥٠.
عرعر	٩,٦٨	٦,٠٨	٧,٦٠	٧,٦٧	١,٠٥	٠	٠	٠,٠١	٠,٠٣	٤,٥٦	٦,٩٣	٨٠.
القريات	٩,٩٠	٤,٠٢	٧,٨٣	٣,٥٧	٢,٢٤	٠,٠٥	٠,١٤	٠,٦١	٠,٢٦	٢,٧٠	٤,٥٤	١,١٠
الجوف	١١,٨٣	٦,٨١	٥,٨٩	٥,١٦	١,٧٠	٠,١١	٠	٠,٠٥	٠,٤٧	٥,٩١	٨,٤٠	٨٠.
رفحا	١٤,١٣	٨,٥٨	١٤,٧٨	١١,٠١	٣,١٠	٠,٠٣	٠	٠,٠١	٠	٢,٦٠	١٤,٥٤	٧٠.
القيصومة	٢١,٢٥	١٢,٥٣	١٦,٢٥	١٤,٧٦	٣,٢٩	٠,١١	٠	٠	٠	٣,١١	٢٠,٦٠	١,٩٠
تبوك	٧,٥٥	١,٧٥٦	٤,٤٨	٢,١١	٤,٢٦	٠,٢٥	٠,٠٥	٠,٦٦	٠,١٩	٥,١٦	٦,٥٢	١,٤٠
حفر الباطن	٢٧,٠٥	١١,٥٣	١١,٧٨	١٧,٩٧	٢,٤٧	٠	٠	٠,٠٥	٠	٢,٦٥	٢١,٨٧	٢,١٠
حائل	٢٣,٨٧	٧,٣٤٠	١٤,٧٨	١٤,٦٥	٥,٤٥	٠,٠٨	٠,١٤	٠,٠٥	٠,٠٨	٦,٠٦	١٢,٥٢	١,١٠
الوجه	٨,٧٦	٣,٩٨	٢,٥٤	٠,٥٤	٠,٤٤	٠,٠١	٠,١٤	٠,٠٤	١,٣٨	١,٢٠	٩,٤٦	١,٤٠
القصيم	١٩,٣٧	٩,٤٠	١٨,٥١	٢٤,٦٠	٧,٣٩	٠,٠١	٠	٠,٣١	٠,١٣	٣,١٥	٢٤,١٦	١,٨٠
الظهران	١٧,٤٤	١٠,٨٠	١٥,٦١	٥,٤٧	٢,٧٧	٠	٠	٠,٤٦	٠,٣	١,٤٥	١٨,٢٢	٠٠.
الاحساء	١٤,٨٢	٧,٩٨	١٥,٨٥	١١,٩٥	٣,٢٥	٠	٠,٦٩	٠,١٢	٠,٥٣	٠,٧٠	١٦,٤٠	١,٢٠
المدينة	٦,٧٦	٢,٧٠	٨,٧٨	٩,٧٣	٤,٤٧	٠,١٤	٠,٥٧	٣,٧٠	٠,٢٨	٣,٠٧	١٢,٨١	١,٥٠
الرياض	١٥,٢٦	٦,٥٢	١٨,٠٨	٣٧,٨٧	٤,٠٨	٠,١٤	٠	٠,٣٣	٠,٠٠	١,٠٦	١٦,٠٨	١,١٠
ينبع	٧,٤٥	١,٢٨	١,١٦	٠,٤٠	٠,٠٥	٠	٠	٠,٠٧	٠,٠٤	٤,٤٣	٧,١٢	١,٣٠
جدة	١٠,٩٧	٣,٣٠	٣,٥٥	٠,٦٦	٠,١٧	٠	٠,٤٣	٠,٥٦	٠,٠٨	١,٠٢	٢٣,٧١	١,٥٠
مكة	١٨,٢٥	٣,٧٧	٥,٦٢	١١,٤٨	٣,٠٤	٠,٠١	١,١٦	٥,٣٢	٥,٢٥	١٢,١٦	٢٠,٧٤	١,٨٠
الطائف	١٠,٠٦	٢,٥٥	١٣,٢٣	٣٤,٨	٢٨,٥٢	٣,٧٤	١,٩١	١٦,٠٠	١٠,٠٣	١٢,٢٩	١٨,٥٦	٥,٢٠
الباحة	٩,٠٧	١,٥٠	١١,٠٦	٣٢,٩٥	٢٣,٩٤	٥,٩٠	١٠,١٤	١١,٠٠	٢,٥٠	٧,٢١	٨,٣٣	٣,٢٠
بيشة	١,٥٠	٠,٥١	٥,١٦	١٠,٤٣	٣,٦٩	٠,١١	١,٩٧	٢,٦٦	٠,٠٠	٠,٦٦	١,٧٦٨	١,٤٠
وادي الدواسر	٨,٨٤	٠,٥٥	١٢,٦٦	٣٧,٣٧	١٠,٧٨	٢,٦٦	٠,٥٥	٢,٧٨	٠,٠١	١,٧٥	٥,٥٦	٣,٢٠
ابها	١٥,٤٠	١١,١٤	٣٩,٩٧	٥١,٣٢	٢٥,٦٦	٧,٦٤	١٨,٩٨	٢٤,٥٠	٥,٤٥	٢,٣٥	٥,٢٧	١,٤٠
خميس مشيط	٧,١٨	٤,٠١	٢١,٧١	٤٣,٤٥	٣١,٩٢	١٧,٠٥	٢٢,٣٩	٢٦,٨٢	٣,٧٣	٤,٢٦	٥,٢٣	٢٠.
نجران	٣,١	٠,٩٤	١٥,٣٩	٢٠,٢٥	٩,١٧	٣,١١	٢,٤٩	٩,٨٥	٠,١٤	٤,٠٤	٥,٨١	٠٠.
شرورة	٠,٨٦	٢,٥٠	١٥,٥٩	١٦,٣٤	٣,٨٦	٤,١١	٣,٩٤	٧,١٣	٣,٨٨	١,٤٨	٠,٥١	١,٠٠
جازان	١٣,٠١	٤,٣٢	٤,٧٥	١٣,٥٥	٧,٣٠	٠,٩٣	١٢,٤٦	٢٥,١٢	٩,٨٠	١٤,٦٤	١٢,٢٢	٢٠.

المصدر: الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الاقتصاد والتخطيط الكتاب السنوي الإحصائي.

المراجـــع

أولاً : المراجع العربية.

- أحمد، بدر الدين يوسف (١٩٩٣م)، مناخ المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٥٧، الكويت.
- الأحيدب، إبراهيم سليمان (١٩٩٣م)، توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية. معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، مصر.
- ..... (١٩٩٩م)، مناخ المملكة العربية السعودية، الموسوعة الجغرافية للعالم الإسلامي. المجلد الثالث، القسم الأول، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- ..... (٢٠٠٣م)، المدخل إلى الطقس والمناخ والجغرافيا المناخية، الناشر المؤلف، الرياض.
- آل مشيط، أمل حسين سعيد (٢٠١٦م)، تحليل حالات الطقس والمناخ السائدة في مرتفعات جنوب غرب المملكة العربية السعودية: دراسة في المناخ التطبيقي. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض.
- السيد، عبد الملك قسم (١٩٩٤م)، تطبيق نموذج ماركوف على احتمال الفترات المطيرة والجافة بمحطتي ملاكي وقاع بني مالك بجنوب غربي المملكة العربية السعودية، الندوة الجغرافية الخامسة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية .
- ..... (١٩٩٥م)، احتمالات هطول الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية السعودية، العدد٢١، جامعة الملك سعود، الرياض.
- ..... (١٩٩٦م)، التذبذب الفصلي للأمطار في المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٩٧، الكويت.
- العريشي، عائشة علي محمد (٢٠٠٨م)، العواصف وتأثيرها على التنمية في منطقة جازان: دراسة في المناخ التطبيقي. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية – جامعة الملك خالد، أبها.
- ..... (٢٠٠٩م)، الأمطار في منطقة جازان – خصائصها وتأثيرها على التنمية الزراعية. رسائل جغرافية، وحدة البحث والترجمة، العدد ٣٤٨، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت.
- عزيز، مكي محمد (١٩٧١م)، الأمطار في المملكة العربية السعودية. مجلة كلية الآداب، جامعة الملك سعود، المجلد الثاني، السنة الثانية، الرياض.

- قربة، جهاد محمد (١٩٨٢م)، العمل المشترك ونتائجه لمنخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان على جنوب غرب المملكة العربية السعودية، المؤتمر الخامس للنواحي البيولوجية ، كلية العلوم، جامعة الملك سعود، الرياض.
- المغامس، عبد العزيز (١٩٨٨م)، التقسيمات الإقليمية لخصائص الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية: دراسة في الجغرافيا المناخية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض.
- المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (٢٠١٠م)، بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عن حالة المناخ في ٢٠٠٩. مطبوع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية رقم ١٠٥٥.
- وزارة التعليم العالي (٢٠٠٠م)، أطلس المملكة العربية السعودية، الطبعة الثانية، مكتبة العبيكان، الرياض.

ثانياً : المراجع غير العربية.

- Al-Blehed, A.S. (1986): Rainfall Distribution and Variability in Saudi Arabia. J. Coll. Arts, King Saud Univ., Vol. 13, pp. 17-39.
- Anthony, M. (1972): Summer Thunderstorms Over Southern California. Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, University of California, San Diego, Calif.
- Banoub, E.F. (1970): Sand storm and dust storm in the U.A.R, Meto. Department, Technical note no.1.
- Charles, J. (1969): Frequency and duration of thunderstorms in the cap Kennedy area. The space congress. Proceedings. Piper4.
- Dastane, N.G. (1978): Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper, Indian agricultural research institute New Delhi.
- Middleton, N.J. (1986): Dust storm in the Middle East. Journal of Arid Environments, Vol. 10, pp. 83-96.
- Siraj, A.A. (1980): Aziad Weather, General Directorate Meteorology. Jeddah, Saudi Arabia.

Temporal Classification and Spatial Variation of Rainfall in the Kingdom of Saudi Arabia

ABSTRACT

Rainfall is regarded as one of the most important climatic factors. The kingdom of Saudi Arabia is characterized by its vastness land and diversity of its topography that result not only the variation in seasons of rainfall, but also in its spatial variation of rainfall.

This study aims to analyze the quantities of rainfall and to show the time and spatial variations in 27 different meteorological stations distributed in 13 different regions in the kingdom of Saudi Arabia. Factor Analysis have been used in this study, in which three main factors are identified for rainfall. The first factor is connected with spring and summer, while the second one deals with winter, and the third one with autumn.

Regarding spatial variation, Abha and Khamis Mushait stations are connected with the first factor. Gaysoma Station and Hafr-Albatin are linked with the second factor and Jazan is linked with the third factor. This study comes out with several findings and recommendations.

Key Words: Rainfall, Factor Analysis, Temporal Classification, Spatial Variation.