مجلة كلية الآداب
"دوريَّةٌ – أكاديميَّةٌ – علميَّةٌ – مُحَكَّمةٌ"
عدد (٣٨) مارس ٢٠١٥م ص ص: ٢٧٧ - ٣١١
جامعة سوهاج
كلية الآداب

الأمطار المتطرفة في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية وعلاقتها ببعض عناصر المناخ (دراسة حالة على مدينة الرياض)

د.هدى عبد الله العباد
أستاذ مشارك في الجغرافيا المناخية
قسم الجغرافيا- كلية الآداب- جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن – المملكة العربية السعودية.

موضوع البحث:

تؤثر عناصر المناخ كالحرارة والضغط الجوي والأمطار في بعضها البعض، فارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى انخفاض الضغط الجوي، وانخفاض الضغط الجوي يؤدي بدوره إلى جذب الرياح نحو المنخفض الجوي. ويتوقف هطول الأمطار على نوع الرياح والجهة القادمة منها. وتعد الحرارة أهم هذه العناصر المناخية لتأثيرها على حياة الإنسان ونشاطاته المختلفة، وتأثيرها كذلك في بقية عناصر المناخ الأخرى. وتتناسب درجة الحرارة تناسباً عكسياً مع الضغط الجوي؛ فكلما ارتفعت درجة حرارة الهواء كلما زاد تمدده وقلت كثافته وانخفض ضغطه، ويترتب على ذلك زيادة كمية بخار الماء فيه نتيجة لارتفاع درجة الحرارة وارتفاع معدل البخر من المسطحات المائية والنباتات، أو غير ذلك من مصادر الرطوبة، ويحدث العكس عندما تنخفض درجة الحرارة (أبو العطا، ١٩٨٥م، ص١٢٣).

ويعد المطر من أهم مظاهر تكاثف بخار الماء, ويسقط المطر إذا انخفضت درجة حرارة الهواء إلى مادون نقطة الندى فعندئذ يبدأ بخار الماء في التكاثف ويتحول إلى ذرات دقيقة من الماء تتجمع على شكل سحب يزيد حجمها كما يزيد حجم هذه الذرات كلما انخفضت حرارة الهواء ولم يستطع الهواء حملها فتسقط على شكل أمطار (أبو العطا، ١٩٨٥م، ص٢١١).

وتلعب الدورة الهوائية العامة دوراً كبيراً في تحديد أنماط الطقس والمناخ على سطح الأرض، وتلعب دورة خلية هادلي دوراً مهماً في تكوين طقس ومناخ المناطق المدارية وشبه المدارية (موسى, ١٩٨٨م). وتعد الدورة الهوائية العامة نتاج عدم التوازن بين العروض الدنيا والعروض العليا مما يؤدي إلى تشكيل نظام حركي جوي على مستوى الكرة الأرضية.

ويمكن النظر إلى الحالات الجوية التي تحدث في طبقة التروبوسفير على أنها تحدث نتيجة مصدرين حراريين، أحدهما حار في المنطقة الاستوائية، والآخر بارد في المنطقة القطبية، يحركان الهواء في المستويات الأفقية والرأسية (موسى, ١٩٨٨م). وقد أدى الموقع الفلكي والجغرافي للمملكة العربية السعودية إلى وقوعها بالكامل ضمن نطاق الضغط المرتفع شبه المداري حيث تقع المملكة فلكياً بين دائرتي عرض ١٦-٣١ درجة شمالاً، وخطي طول ٣٣-٥٦ درجة شرقاً, أما جغرافيا فتقع المملكة جنوب غربي قارة آسيا، لذلك فهي محاطة بمساحات قارية ضخمة هي آسيا شمالاً وشرقاً وأفريقيا غرباً. ويتضافر الموقعان الفلكي والجغرافي لجعل المملكة جافة في أغلب أيام السنة. فبحكم الموقع الفلكي تسود الرياح الشمالية والشمالية الشرقية وبحكم

الموقع الجغرافي فإن هذه الرياح الجافة قادمة من وسط آسيا الجاف. كما أن ذلك يؤدي إلى تذبذب كبير في كمية الأمطار السنوية بطريقة غير عادية (الكليبي, ٢٠١٢م).

وينجم عن التذبذب والتطرف المناخي العديد من الظواهر الجوية الشديدة والتي تؤدي إلى حدوث مخاطر وكوارث طبيعية في بعض مناطق المملكة سنوياً، وتسفر عن خسائر جسيمة مادية وبشرية تتسبب في العديد من المشكلات الاقتصادية والاجتماعية، ومن المستحيل دفع تلك المخاطر والكوارث وقت حدوثها إلا أنه بالإمكان الحد من اتساع تأثيراتها والتقليل من مخاطرها إذا تم التنبؤ بحدوثها. وذلك بإجراء الدراسات والبحوث التي تحسن من عمل شبكات الرصد ونظم الإنذار المبكر وإنشاء قواعد المعلومات, لذا يتطلب ذلك إجراء الدراسات والبحوث التطبيقية التي من شأنها التنبؤ بحدوثها قبل وقوعها لتخفيف أضرارها وحماية الأرواح والممتلكات (الشمراني, ٢٠١٢م, ص٥).

وينطبق ما سبق على مدينة الرياض كونها واقعة ضمن نطاق المملكة وعاصمة الدولة وهي تتوسط جميع مناطق المملكة.

ولوحظ في السنوات الأخيرة تعرض بعض مناطق المملكة لسيول قصيرة بزخات غزيرة مفاجئة مصدرها حدوث العواصف الرعدية الشديدة وما يرافقها من اضطرابات جوية مما ترتب عليه العديد من المشكلات في البيئات الحضرية المغلفة بالإسمنت أوالإسفلت مما يضاعف الآثار المدمرة للمياه المتجمعة في الطرق، وقد حذرت عدة دراسات وندوات من مخاطر السيول لتنبيه مستخدمي الطرقات وقت حدوث الأمطار الغزيرة وتحركات السيول.

إن توقع الاستقرار الجوي يعد من أهم المحددات للتوقع الزماني والمكاني للعواصف الرعدية والعواصف الشديدة وذلك للارتباط الوثيق بين الطقس الحاد وحالة عدم الاستقرار الجوي (الكليبي, ٢٠٠٤م).

تحدث العواصف الرعدية في الرياض نتيجة تعمق منخفض البحر الأحمر تجاه شمال المملكة نتيجة التسخين الشديد لسطح الأرض، مما يتسبب في نشوء تيارات حمل حرارية صاعدة ورطبة من السطح تؤدي إلى حالة من عدم الاستقرار الجوي، ويزيد من ذلك امتداد المنخفضات الجوية المصاحبة للجبهات الباردة والدافئة في العروض الوسطى، حيث ترتفع درجة الحرارة المصاحبة لحدوث تلك العواصف (العيوني, ٢٠٠٥م، ص١٨٨).

أهمية البحث:

تكمن أهمية هذا البحث في موضوعه الذي يهدف إلى فهم العوامل المؤثرة في زيادة كميات تساقط الأمطار في منطقة الدراسة، وتحديد أنسب مؤشرات عدم الاستقرار الجوي في مدينة الرياض التي تمثل نموذجاً مناسباً للبيئات الحضرية المغلفة بالإسمنت أو الإسفلت مما يضاعف الآثار المدمرة للمياه المتجمعة على الطرق. وهذا بدوره يساعد على توقع حدوث العواصف الرعدية ومن ثم التقليل من الخسائر والأضرار البشرية المحتملة.

ونظراً لتوافر البيانات المناخية اليومية الخاصة بالمدينة وفقاً للقياس السنوبي بما يناسب أهداف الدراسة فقد تم اختيارها لدراسة هذا الموضوع.

مشكلة البحث:

تعد السيول والفيضانات من المخاطر الطبيعية التي تهدد حياة الإنسان والحيوان والنبات وتقتل الآلاف كما حدث في فيضانات اليابان عام ١٩٤٥م حيث قتل ١٢٠٠ شخص, وفيضانات الصين عام ١٩٤٩م حيث قتل ٥٧٠٠٠ شخص وفيضانات ساحل أوروبا عام ١٩٥٣م حيث قتل ١٨٠٠ شخص (الأحيدب, ١٩٩٧م، ص٢٥).

وعرف سالم (٢٠٠٥م) السيول بأنها "تعبر عن كثافة الأمطار في فترة زمنية قصيرة وانحدارها بشدة عبر ممراتها على سفوح الجبال حيث تتحول إلى جريان سطحي ثم تجميعي بواسطة شبكة تصريف ضيقة مثل الوديان"، ص٥٩.

وأدى موقع المملكة الفلكي والجغرافي إلى جعل مناخها مستقراً بشكل عام. إلا أنها في بعض الحالات تشهد اضطرابات جوية شديدة، ورغم أن هذه الاضطرابات لا تدوم طويلاً إلا أنها قد تتسبب في خسائر جسيمة جراء هطول الأمطار الغزيرة المتطرفة والمفاجئة عند حدوث العواصف الرعدية الشديدة.

فالأمطار الغزيرة المتطرفة التي تتحول إلى سيول قد تكون سبباً في كثير من الأضرار أثناء انحدارها الجارف في الأودية، أو أثناء تجمعها في المواقع المنخفضة كالأنفاق والطرق والمخططات السكنية المنخفضة، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة كبيرة في أعداد حوادث السيول والفيضانات في الوقت الحاضر، وبالتالي زيادة في الخسائر البشرية من وفيات وإصابات ومفقودين ومحتجزين كما تؤدي إلى تدمير الممتلكات العامة والخاصة كالطرق وانجرافات التربة والانهيارات الصخرية، وتدمير المباني السكنية والتجارية والصناعية والبنية التحتية للمدينة، وقد تحاصر بعض القرى وتؤدي إلى انعدام الأمن الغذائي والاقتصادي والاجتماعي بالإضافة إلى تعطيل أهداف التنمية المستدامة.

والمملكة كغيرها من دول العالم تتعرض لحوادث السيول والفيضانات وتتكبد خسائر جسيمة في الأرواح والممتلكات ويتضح ذلك في مناطق مختلفة من المملكة ومنها مدينة الرياض (أبو حية, ٢٠١٣م, ص٣).

وتعرضت مدينة الرياض لأمطار غزيرة في ١٤١٦/١١/٣هـ الموافق ١٩٩٦/٣/٢٢م بلغت ١٠٢.٤٠ملم. وكذلك في ١٤١٦/١١/٤هـ الموافق ١٩٩٦/٣/٢٣م حيث بلغت ٥و١٤٣ملم. وكانت مصحوبة بزخات من البرد بلغت ٤.٤ملم وقد أدت هذه الأمطار إلى تهدم بعض المباني القديمة في وسط المدينة وارتفاع منسوب المياه في الشوارع والطرقات, وتعطل حركة المرور.

كما تأثرت مدينة الرياض في عام ٢٠٠١م بحالة عدم استقرار جوي نجم عنها عواصف رعدية نتج عنها أمطار غزيرة بلغت كميتها ٣١.٢ملم. وتأثرت بنفس الحالة الجوية يوم ٢٠٠٥/٢/٢٥م حيث هطلت أمطار بلغت كميتها ٣١.٢ملم (الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة).

ويمكن القول أن مشكلة الدراسة تكمن في أن البحث عن المؤشرات لحالة عدم الاستقرار الجوي في منطقة الدراسة ومسببات هطول الأمطار الغزيرة المفاجئة تحتاج إلى دراسات عميقة، ومن هنا تأتي الحاجة إلى هذه الدراسة التي ستسهم في تحديد أنسب مؤشرات عدم الاستقرار الجوي المناخية التي تنبئ باحتمالية حدوث العواصف الرعدية.

أهداف البحث:

بناءً على ما تقدم يمكن تحديد أهداف البحث على النحو التالي:

١) التعرف على العوامل المسببة للأمطار الرعدية الغزيرة.
٢) تحديد مؤشرات درجة الحرارة الدنيا والضغط الجوي ودورهما في حدوث السيول المفاجئة في مدينة الرياض.
٣) تحديد أنسب مؤشرات عدم الاستقرار الجوي الأخرى التي تكشف إمكانية نشوء العواصف الرعدية.

تساؤلات البحث:

١) ما أنسب المؤشرات المناخية لعدم الاستقرار الجوي والتي تؤدي إلى حدوث العواصف الرعدية الشديدة وما يترتب عليها من هطول أمطار غزيرة؟
٢) ما مدى مناسبة درجة الحرارة والضغط الجوي كمؤشرين لاحتمالية هطول الأمطار الغزيرة والمرتبطة بحدوث العواصف الرعدية؟
٣) هل للعواصف الرعدية أثر على كميات التساقط في مدينة الرياض؟

منهج البحث والأساليب الإحصائية المستخدمة:

اعتمد البحث على المنهج الوصفي الاستقرائي التحليلي، حيث تم استخدام البيانات المناخية اليومية لمحطة الرياض والمرصودة وفقاً لنظام القياس السنوبي العالمي، ومن ثم؛ تم جمعها وتحليلها إحصائياً لتحديد معدلات تكرار حالات الطقس الرعدية في مدينة الرياض، وتحديد علاقتها بكميات الهطول خلال فترة الدراسة. كما تم استخدام التحليل الإحصائي أيضاً لتحديد العلاقة بين كل من كميات الأمطار كمتغير تابع، ودرجات الحرارة والضغط الجوي كمتغيرين مستقلين.

ولتحقيق أهداف البحث؛ تم تطبيق التحليلات الإحصائية التالية من خلال برنامج الحزم الإحصائية SPSS:

١) الإحصاء الوصفي **Descriptive Statistics**: لتحديد المتوسطات والانحراف المعياري والنسب المئوية.
٢) الانحدار الخطي البسيط **Simple Linear Regression**: لإيجاد العلاقة بين تكرار العواصف الرعدية وكميات الأمطار بمدينة أبها.
٣) الانحدار الخطي المتعدد **Multiple Linear Regression**: لاستخراج النموذج الانحداري لكميات الأمطار والعناصر المناخية المؤثرة فيها.

٤) التوزيع الاحتمالي التراكمي **Cumulative Distribution**: لتحديد احتمالية تكرار حالات الطقس المحتملة المتطرفة والاعتيادية.

الدراسات السابقة:

اطلعت الباحثة على العديد من الدراسات العلمية التي لها علاقة بالدراسة الحالية ومتغيراتها، حيث أشارت بعض تلك الدراسات إلى موضوع الدراسة بشكل عام أو تطرقت لها من جانب موضوعي مغاير وفيما يلي استعراض الدراسات التي لها صلة بدراسة ظاهرة تساقط الأمطار وكمياتها:

تناولت دراسات كل من الجراش (١٩٨١، ١٩٨٢، ١٩٨٣)، والسيد (١٩٨١م)، والدعلوج (١٩٨٢م)، وجاد (١٩٨٢م)، والبليهد (١٩٨٦م)، وعلي (١٩٨٦م)، والقاضي (١٩٩٠م)، والمغامس (١٩٩٠م)، ومحمدين والأحيدب (١٩٩٢م)، وغزيز (١٩٩٣م)، والصالح (١٩٩٤م)، والسيد (١٩٩٥م)، والسديس (٢٠٠٨م) وصف الأمطار, ومعرفة خصائصها، وكيفية هطولها، واحتمالية هطولها، والاعتماد عليها. وكذلك تطرقت إلى تحديد العوامل الطبيعية ومدى تأثيرها على كمية هطول الأمطار وحجم العلاقة بينهما والانسياب السطحي. كما شملت بعض الدراسات نماذج رياضية لتقدير المتوسط السنوي لهطولها ومدى تأثير هطول الأمطار على انتشار الموجات اللاسلكية وشبكات الاتصال ومعرفة النمط الكمي والزمني لهطولها.

كما قام **Ibrahim and Hasem** (١٩٨٦م) بدراسة الحركة الرأسية للهواء والطقس على المملكة العربية السعودية للحالة الجوية الاضطرابية (العاصفة الرعدية) التي تأثرت بها معظم مناطق المملكة خلال الفترة من ١٧ إلى ١٩ نوفمبر عام ١٩٨٥م. والتي نجم عنها عواصف رعدية شديدة مصحوبة بأمطار غزيرة وكانت الحالة الجوية المسببة لهذه الوضعية تشير إلى مرور منخفض جوي في مستويات الجو العليا مصحوباً بمنخفض جوي قوي في المستويات السفلى (منخفض السودان الموسمي)، وكان الهدف من الدراسة هو إمكانية استخدام مجال الحركة الرأسية في التوقع بالطقس بالمملكة وأظهرت نتائج الدراسة توافق واضح لحركة الجبهة الهوائية وسرعة الرياح الرأسية.

كما قام العيوني (٢٠٠٥م) بدراسة الأنماط الجوية المرتبطة بالعواصف الرعدية في المملكة العربية السعودية وكان الهدف من الدراسة التعرف على الأسباب المسببة للعواصف الرعدية الشديدة في المملكة العربية السعودية وتحديد الأنماط الجوية المصاحبة للعواصف الرعدية الشديدة على المملكة. وأظهرت نتائج الدراسة أن الدورة الهوائية لها دور في حدوث العواصف الرعدية وكذلك المنخفضات الجوية الحركية المصحوبة بالجبهات الهوائية الباردة والدافئة نتيجة التقاء الكتل الهوائية المختلفة في خصائصها الطبيعية وخاصة درجة الحرارة والرطوبة وكذلك التسخين السطحي في فصل الربيع والذي يؤدي إلى نشوء حالة من عدم الاستقرار الجوي.

وضمن الدراسات المناخية والحالات الجوية التي ناقشت حدوث بعض الاضطرابات الجوية الشديدة التي تأثرت بها المملكة ما قام به **Pedgley** (١٩٧٤م)، بدراسة أحوال الطقس في فصلي الشتاء والربيع في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية. واستخدم الباحث في دراسة تلك الحالات الجوية خرائط الطقس السطحية وخرائط الضغط الجوي عند مستوى ٥٠٠ ملليبار وخرائط المقطع الرأسي، واستنتج الباحث أن المنخفضات الجوية الحركية المصحوبة بالجبهات الهوائية الباردة تؤدي عند مرورها على أجواء المملكة إلى هطول أمطار غزيرة عندما يصاحبها رياح دافئة رطبة أمام الجبهة الهوائية الباردة في المستويات السفلى من طبقة التروبوسفير على مناطق المملكة.

ويتضح من الدراسات السابقة أنها لم تركز على العناصر المناخية وكيف تؤخذ كمؤشر لحدوث الأمطار الغزيرة المسببة للسيول التي ترتبط بحدوث العواصف الرعدية لكي يتم التركيز عليه بالدراسة والبحث لتفادي وقوع الخسائر والأضرار البشرية والاقتصادية.

منطقة الدراسة:

موقع منطقة الدراسة:

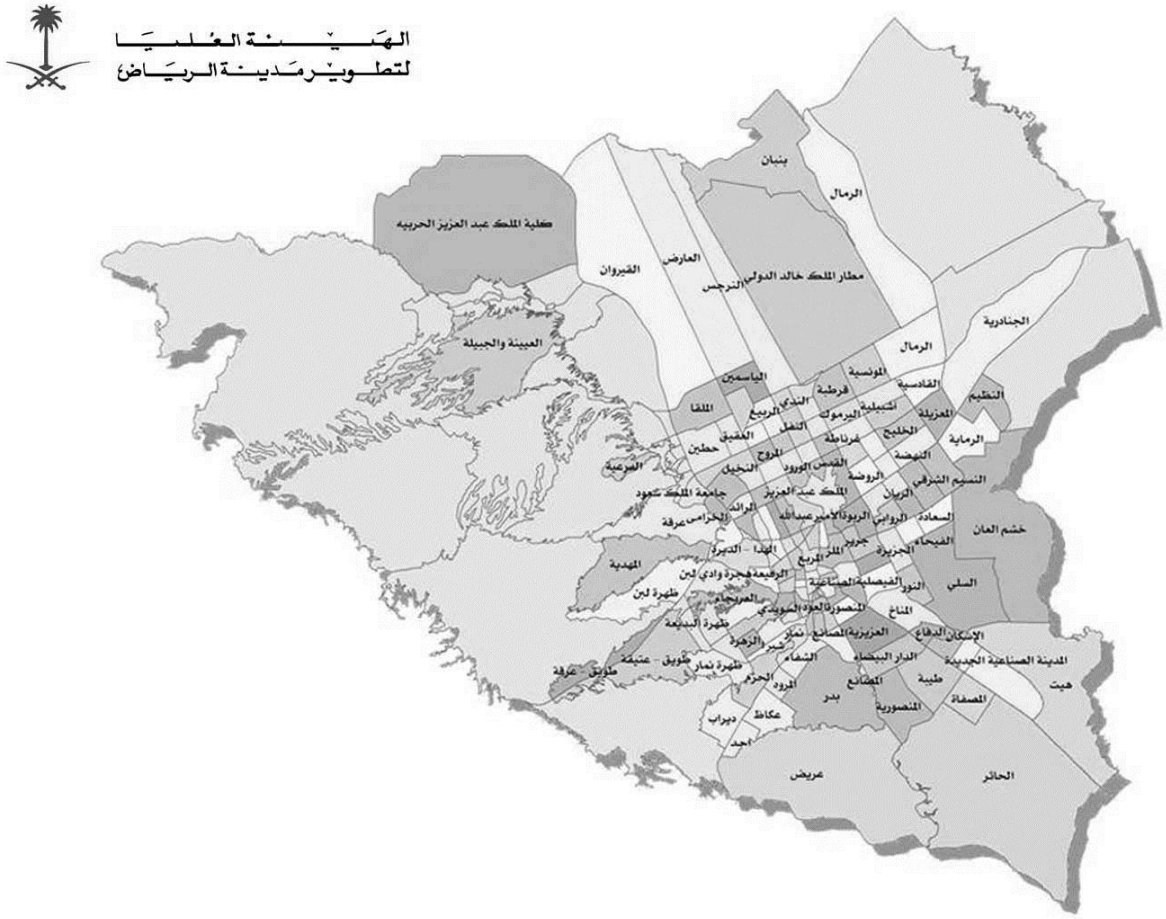
تقع مدينة الرياض في وسط شبه الجزيرة العربية عند نقطة التقاء دائرة عرض ٢٤ درجة و٣٨ دقيقة شمالاً, وخط طول ٤٦ درجة و٤٣ دقيقة شرقاً, وتبعد عن الخليج العربي بنحو ٤٥٠ كم, وعن البحر الأحمر بنحو ١٠٠٠ كم شكل (١، ٢).

وتبلغ مساحة النطاق العمراني حسب مرحلة التنمية العمرانية حتى عام ١٤٣٥هـ ما يساوي (٢٣٩٥كم^{٢}) وهو يعكس التوسع الكبير الذي تشهده المدينة, ويبلغ عدد أحيائها ٢٠٩ حياً (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض, ١٤٣٢هـ, www.ada.gov.sa), وعدد سكانها يناهز ستة ملايين نسمة (٥.٩٩٩.٤٣٤ نسمة) (مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات، ٢٠١٤م).

شكل (١) موقع مدينة الرياض بالنسبة لمنطقة الرياض

المصدر: الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، وهيئة المساحة العسكرية

شكل (٢) مدينة الرياض



المصدر: الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض

مناخ منطقة الدراسة:

يتصف مناخ مدينة الرياض بقلة الأمطار والتباين الكبير في درجات الحرارة، ويعد شهر يناير أقل أشهر السنة حرارة، بينما يعد شهر يوليو أكثرها حرارة، ويبلغ معدل درجات الحرارة العظمي خلال فصل الصيف حوالي ٤٢ مْ، ويصل معدل درجات الحرارة الصغري في فصل الشتاء إلى ١١ مْ. إلا أنها قد تنخفض في بعض ليالي الشتاء إلى ما دون الصفر المئوي خاصة في مناطق غرب الرياض نظراً لارتفاعها عن مستوى سطح البحر بنحو ٩٠٠ متر (منطقة المزاحمية).

وقد ترتفع درجة الحرارة صيفاً إلى أكثر من ٥٠ مْ، وهي الحرارة المحسوسة نتيجة لشدة ارتفاع درجة الحرارة، وكذلك نتيجة الجفاف الذي تتسم به منطقة الرياض عامة ومدينة الرياض خاصة.

ويتسم هطول الأمطار في مدينة الرياض بالتذبذب وعدم الانتظام، وتنحصر فترة الهطول في الغالب خلال فترتين؛ فترة متقدمة وأخرى متأخرة، المتقدمة هي خلال شهري نوفمبر وديسمبر، والمتأخرة بين شهري مارس وأبريل.

ونتيجة لموقع مدينة الرياض الداخلي وخلو المنطقة من وجود المسطحات المائية وندرة تساقط الأمطار فإن الرطوبة النسبية في المدينة تعد منخفضة جداً حيث يبلغ معدلها في فصل الشتاء ٤٧٪ وفي الصيف ١٩٪ (أمانة مدينة الرياض, ١٤٣٤هـ)، ولهذا يزداد الإحساس بالحرارة المحسوسة خاصة في فصل الصيف.

وتعد الأمطار في المملكة العربية السعودية أهم عنصر مناخي يؤثر في الإمكانات الزراعية والنشاط الرعوي والاستقرار الريفي، وشتى نواحي الحياة الاقتصادية والاجتماعية، غير أن المملكة تعاني من قلة الأمطار وسيطرة ظروف الجفاف وتعدد حالات العجز المائي على مدى فصول السنة (السيد ١٩٩٥م, ص٨). كما تتصف الأمطار بالتذبذب الشديد بين عام وآخر, والهطول العنيف مصحوباً أحياناً بالزوابع الرعدية والاضطرابات الجوية الشديدة, (أحمد,١٩٩٣م, ص٩١).

وينطبق ما سبق على منطقة الدراسة والتي تعد جزءاً من كل. ونظراً لمساحة المملكة الشاسعة فإن المناخ المحلي تحكمه عوامل إقليمية ومحلية حيث يؤثر عليها في فصل الشتاء عدة كتل هوائية: ١- الكتل الهوائية القطبية القارية والتي مركزها وسط قارة آسيا، ٢- والكتلة الهوائية القطبية البحرية والتي تنشأ فوق شرق المحيط الأطلسي. هذا من ناحية، كما تؤثر عليها أنظمة الضغط الجوي المختلفة كمرتفع سيبيريا الذي يقترن تعمقه في المملكة مع تقدم الكتلة الهوائية القطبية القارية، ويتميز هذا المرتفع بالاستقرار الجوي نتيجة ثقل الهواء المصاحب له بسبب البرودة الشديدة ويصاحبه انخفاض درجات الحرارة بشكل ملموس، حيث تصل أحياناً إلى ما دون الصفر المئوي.

وعند تقدم الكتلة الهوائية القطبية البحرية ووصولها إلى البحر المتوسط تفقد الكثير من خصائصها الطبيعية نتيجة دفء البحر المتوسط؛ مما يجعلها تكتسب رطوبة وحرارة من أسفلها وتصبح غير مستقرة وينشأ بسبب ذلك منخفضات حركية مصحوبة بالجبهات الهوائية الباردة والدافئة (الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة, ١٤١٣هـ).

ونتيجة لمرور المنخفضات الجوية الحركية التي يتراوح تكرارها ما بين أربعة إلى خمسة منخفضات في الشهر من فصل الشتاء تكثر العواصف الرعدية التي تسبب سقوط الأمطار، ويؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى أدنى قيمها إلى ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية.

وفي فصل الربيع يتراجع مرتفع سيبيرياً شمالاً؛ مما يتيح لمنخفض السودان التوغل والتعمق على مختلف مناطق المملكة ويكون محوره ممتداً من جنوب غرب المملكة إلى الشمال الشرقي ماراً بالمنطقة الوسطى، ويبدأ مرتفع جوي بالظهور على الخليج العربي والجزء الجنوبي من القطاع الشرقي، كما يستمر مرور المنخفضات الجوية المصحوبة بالجبهات الهوائية الباردة والدافئة في العبور من شرق البحر المتوسط وما ينجم عنها من حدوث عواصف رعدية يعقبها

امتداد مرتفع الآزور الجوي من شرق المحيط الأطلسي حتى أجزاء من المناطق الشمالية والوسطى والغربية من المملكة، ومع هذه الوضعية الجوية تأخذ قيم الضغط الجوي في الانخفاض عما كانت عليه في فصل الشتاء. ويعد فصل الربيع أكثر فصول السنة الذي تحدث فيه العواصف الرعدية والعواصف الترابية أو الرملية.

ويؤدي امتداد منخفض البحر الأحمر الجوي على مختلف مناطق المملكة وهبوب الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية والدافئة والرطبة المصاحبة له إلى ارتفاع درجات الحرارة السطحية. كما تسقط الأمطار بسبب المنخفضات الجوية الربيعية ويرتبط بعضها بتوغل كتل هوائية صغيرة رطبة قادمة من بحر العرب فتؤدي إلى هطول بعض الأمطار في ذلك الفصل (جاد,١٩٨٢م, ص٣١).

كما أن لمنخفض البحر الأحمر تأثير كبير في تغذية مناطق المملكة بالرطوبة الجوية ويكون لارتفاع درجات الحرارة دور مهم في حدوث تيارات هوائية صاعدة محملة ببخار الماء تقابل جيوباً هوائية باردة في طبقات الجو المتوسطة والعليا؛ مما يؤدي إلى اضطرابات جوية ينجم عنها حدوث العواصف الرعدية نتيجة تشكل السحب الركامية، أو ما يعرف بالمزن الركامي، والتي تهطل منها الأمطار الغزيرة، وقد تكون مصحوبة بزخات من البرد على بعض المناطق، وتعد مرتفعات عسير والباحة أكثر مناطق المملكة تعرضاً للعواصف الرعدية تليها المنطقة الوسطى (العيوني، ٢٠٠٥م، ص١٥-١٦). أما الرطوبة النسبية فتقل عما كانت عليه في فصل الشتاء.

وفي فصل الصيف تتأثر المملكة بمؤثرات محلية وإقليمية؛ إذ تتعامد الشمس على مدار السرطان الذي يمر بمنتصف أراضي المملكة تقريباً ويحدث الانقلاب الصيفي في ٢١ يونيو ونتيجة لحركة الشمس الظاهرية فإن المنخفضات الجوية الحركية المصحوبة بالجبهات الهوائية الباردة والدافئة تتوقف وتتراجع إلى دوائر العروض المتوسطة، كما يتراجع أيضاً منخفض البحر الأحمر الجوي جنوباً ويمتد منخفض الهند الموسمي ويلتحم مع المنخفض الاستوائي الدائم، وتتسبب تلك المنخفضات في ارتفاع درجات الحرارة على مناطق المملكة نتيجة هبوب الرياح الشمالية الشرقية الحارة والجافة وانعدام هطول الأمطار وانخفاض الرطوبة النسبية على المناطق الداخلية.

كما تمتد في فصل الصيف من الجهة الجنوبية للمملكة الجبهة ما بين المدارية مع تقدم الكتلة الهوائية المدارية البحرية وتصل في بعض الأحيان حتى دائرة العرض ٢٠ درجة شمالاً وتتسبب في حدوث العواصف الرعدية التي ينجم عنها هطول الأمطار على جنوب غربي المملكة.

وبسبب الوضع الجوي المسيطر في فصل الصيف فإن هطول الأمطار ينعدم على مناطق المملكة كلها عدا الإقليم الجنوبي الغربي والمرتفعات الجبلية من المنطقة الغربية، ويعود ذلك إلى الجبهة بين المدارية (itcz) أو هبوب الرياح السطحية القادمة من جنوب وجنوب غرب المملكة. ونتيجة لارتفاع درجات الحرارة السطحية الشديدة فإن معدلات الرطوبة النسبية تكون منخفضة خلال هذا الفصل ما عدا السواحل البحرية.

ومع بداية شهر أكتوبر يأخذ منخفض الهند الموسمي في الانحسار ناحية شرق المملكة في حين يبدأ منخفض البحر الأحمر في الظهور والتعمق على طول ساحل البحر الأحمر والقطاع الغربي من المملكة, كما يتقدم مرتفع سيبيريا الجوي بالاتجاه جنوباً ويبدأ تأثيره على شمال شرق المملكة. ومن ناحية أخرى يظهر على المنطقة الشمالية امتداد مرتفع الآزور الجوي مما يؤدي بالتالي إلى ارتفاع قيم الضغط الجوي على مختلف مناطق المملكة.

ونتيجة لانحسار منخفض الهند الموسمي إلى الجهة الشرقية من المملكة وظهور بعض أنظمة الضغط الجوي السطحية الأخرى وتقدم بعض الكتل الهوائية وتأثيرها على مختلف المناطق تأخذ درجات الحرارة السطحية في الانخفاض التدريجي بشكل ملموس على معظم المناطق.

ونظراً للانخفاض الملموس في درجات الحرارة وزيادة كمية بخار الماء في الجو في فصل الخريف فإن الرطوبة النسبية مقارنة بفصل الصيف تزداد على معظم مناطق المملكة وخاصة السواحل والمرتفعات.

العواصف الرعدية في مدينة الرياض:

للوقوف على مدى تكرار العواصف وحالات الطقس الرعدية اليومية في مدينة الرياض، تم حصر تكرار الظاهرة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٤م)، حيث تبين الآتي:

أولاً: تكرار العواصف الرعدية السنوية في مدينة الرياض:

يبين جدول (١) وشكل (٣) أن مدينة الرياض شهدت خلال فترة الدراسة ٢٨٩ حالة من حالات الطقس الرعدية، بمعدل ٩.٦ حالة سنوياً، وذلك على اختلاف أنواعها وشدتها وفقاً لنظام القياس السنوبي العالمي، حيث قد تقتصر أحياناً على البرق دون سماع رعد، أو العكس، وقد تكون مصحوبة بالأمطار أو البرد أو كلاهما معاً، وقد تكون خفيفة أو شديدة. وتمر العواصف الرعدية بمراحل ثلاث؛ إذ تبدأ بمرحلة التكون، ثم مرحلة النمو، ثم مرحلة التلاشي.

ويلاحظ تباين التكرار السنوي للعواصف الرعدية بين سنة وأخرى، فنجد أن السنوات ١٩٩٣، ١٩٩٧، ٢٠١٢م تصدرت الترتيب بواقع ١٩ عاصفة رعدية، فيما كان أقلها في سنة ١٩٩٨م بواقع عاصفة واحدة.

وبالإضافة إلى تباين العواصف الرعدية خلال سنوات الدراسة؛ يشير شكل (٣) إلى حالات التباين السالبة تحت المعدل (المعدل السنوي- الانحراف المعياري)، والموجبة فوق المعدل (المعدل السنوي + الانحراف المعياري) في محطة الرياض، إذ تظهر تباينات سنوية واضحة موجبة خلال ١٦ سنة، وسالبة خلال ١٤ سنة. كما يظهر الجدول عدد من الحالات المتطرفة فوق العادية في السنوات ١٩٨٨، و١٩٩٣، و١٩٩٧، و٢٠١٢-٢٠١٣م. وحالات متطرفة تحت العادية كما هو الحال في السنوات ١٩٩٨-٢٠٠١، و٢٠٠٨م.

كما يشير الاتجاه الزمني السنوي لتكرار العواصف الرعدية في محطة الرياض (شكل: ٣) إلى تناقص طفيف على مدار سنوات الدراسة.

جدول (١) التكرار السنوي والشهري للعواصف الرعدية في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م

الشهر / السنة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المجموع
١٩٨٥	١	٠	٠	٢	٣	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٠
١٩٨٦	٢	١	١	٣	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٤
١٩٨٧	٠	٠	٠	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦
١٩٨٨	١	٠	٥	٢	٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٧
١٩٨٩	١	٠	٠	٤	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٢
١٩٩٠	٠	٠	٠	١	١	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥
١٩٩١	٠	٠	٠	٤	١	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٠	٧
١٩٩٢	١	١	١	٠	٥	٢	٠	٠	٠	٠	٠	١	١١
١٩٩٣	٠	٢	٣	٢	٨	٣	٠	١	٠	٠	٠	٠	١٩
١٩٩٤	٠	٠	٠	٥	٢	٢	٠	٠	٠	٠	١	٠	١٠
١٩٩٥	٣	٠	١	٣	٥	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٣
١٩٩٦	٠	١	٠	٥	٣	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٠
١٩٩٧	٢	١	٠	١	٤	٢	٠	٠	٠	٠	٢	٧	١٩
١٩٩٨	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١
١٩٩٩	٠	٠	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢
٢٠٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٢
٢٠٠١	١	٠	٠	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣
٢٠٠٢	٠	١	٠	٥	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨
٢٠٠٣	٢	١	٣	١	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	١١
٢٠٠٤	١	١	٠	٠	٧	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	١١
٢٠٠٥	٠	٠	٣	٠	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥
٢٠٠٦	١	٠	٠	٢	٧	١	٠	٠	١	٠	٠	١	١٣
٢٠٠٧	٠	٠	٠	١	٤	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨
٢٠٠٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٢
٢٠٠٩	٣	٠	٠	٢	٢	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٩
٢٠١٠	٠	٠	٠	٠	٤	٦	٠	٠	١	٠	٠	٠	١١
٢٠١١	٠	٣	٠	٣	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٩
٢٠١٢	١	٠	١	٣	٩	٢	٠	٠	٠	٠	١	٢	١٩
٢٠١٣	٠	٠	٠	٤	٦	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٣	١٥
٢٠١٤	١	٢	٠	٠	٢	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧
المجموع	٢١	١٥	١٩	٦١	١٠٥	٣٩	٠	١	٢	٠	٦	٢٠	٢٨٩
٪	٧	٥	٧	٢١	٣٦	١٣	٠	٠	١	٠	٢	٧	١٠٠
المعدل	٠.٧	٠.٥	٠.٦	٢.٠	٣.٥	١.٣	٠.٠	٠.٠	٠.١	٠.٠	٠.٢	٠.٧	٩.٦
الانحراف	٠.٩٢	٠.٧٨	١.٢٥	١.٨٣	٢.٨٧	١.٤٧	٠.٠٠	٠.١٨	٠.٢٥	٠.٠٠	٠.٥٥	١.٤٥	٥.١٦

ثانياً: تكرار العواصف الرعدية الفصلية والشهرية في مدينة الرياض:

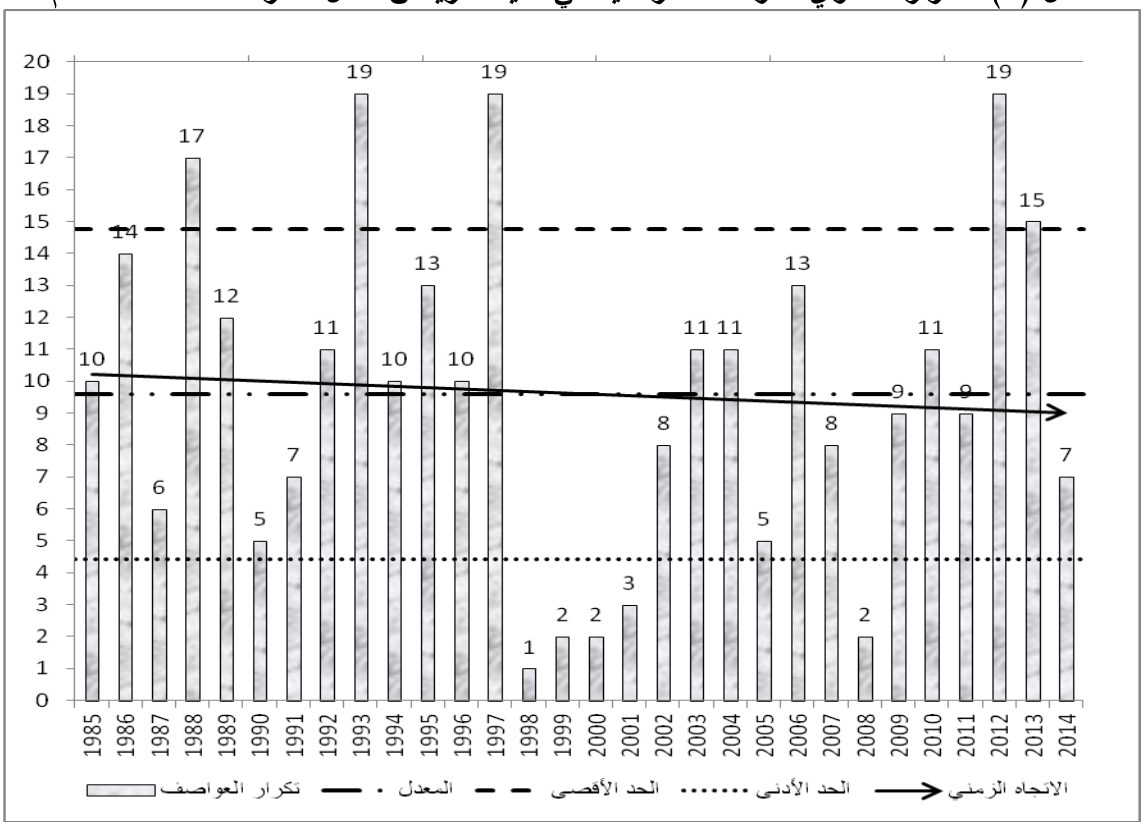
يتبين من جدول (١) وشكل (٤) تركز العواصف الرعدية في محطة الرياض خلال فصل الربيع الذي شهد بمفرده ٢٠٥ عاصفة من أصل ٢٨٩ وبنسبة (٧١٪)، يليه فصل الشتاء بواقع ٥٥ عاصفة بنسبة (١٩٪)، فيما تنحسر العواصف الرعدية خلال فصل الخريف، وتكاد تكون منعدمة في أشهر الصيف.

ويلاحظ تركز العواصف الرعدية بشكل كبير في شهر أبريل الذي شهد ١٠٥ عاصفة بنسبة (٣٦٪)، تلاه شهر مارس ٦١ عاصفة ثم شهر مايو ٣٩ عاصفة.

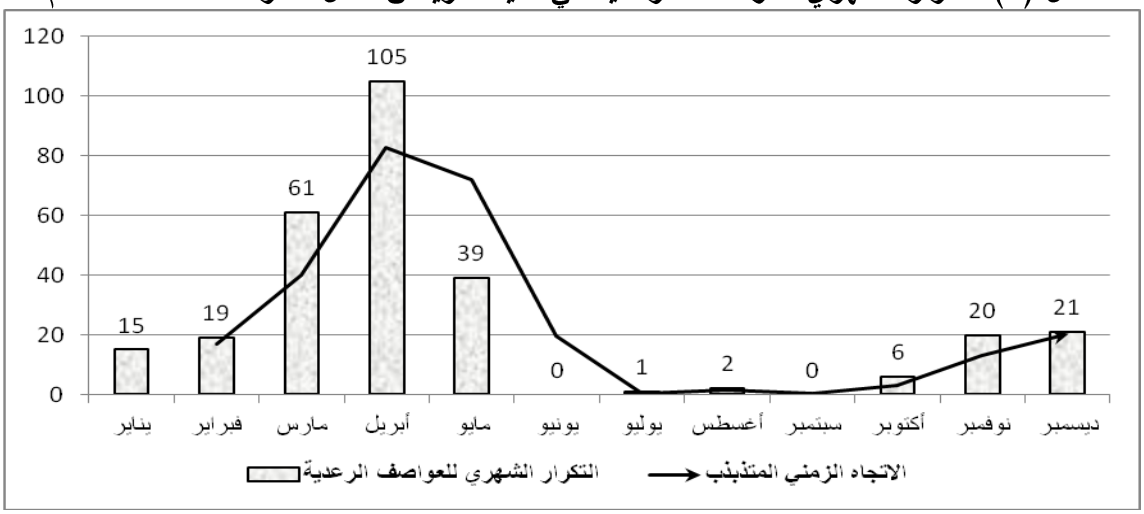
ومع نهاية شهر مايو تبدأ ظاهرة العواصف الرعدية في الاختفاء تدريجياً لتعاود الظهور مرة أخرى مع بداية أشهر الخريف حيث يشهد كل من شهري أكتوبر ونوفمبر تزايداً تدريجياً يستمر على نفس الوتيرة خلال أشهر الشتاء وصولاً إلى الذروة في أشهر الربيع مرة أخرى.

ويؤكد منحنى الاتجاه الزمني المتذبذب (شكل: ٤) أن ظاهرة العواصف الرعدية هي ظاهرة فصلية، وليست ظاهرة سنوية، ومن ثم لا يمكن التنبؤ بها من خلال تحليل السلاسل الزمنية السنوية، وإنما من المؤكد أنه من الممكن الربط بينها وبين حالات الطقس المناخية الفصلية المصاحبة، وخصوصاً: ١- درجات الحرارة العظمى، ٢- الضغط الجوي، ٣- الرطوبة النسبية، ٤-ضغط بخار الماء في الهواء، ٥- سرعة الرياح، وهي العناصر المناخية الأساسية المسببة لتكون العواصف الرعدية.

شكل (٣) التكرار السنوي للعواصف الرعدية في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م



شكل (٤) التكرار الشهري للعواصف الرعدية في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م



التوزيع الاحتمالي للعواصف الرعدية في محطة الرياض:

بالعودة إلى جدول (١) الذي يوضح تكرار العواصف الرعدية في محطة الرياض خلال فترة ثلاثين عاماً (١٩٨٥-٢٠١٤م)، وترتيب تكرار العواصف الرعدية تصاعدياً وتطبيق نظرية الاحتمالات، نجد أن الحد الأدنى لتكرار العواصف الرعدية في مدينة الرياض عاصفة واحدة، فيما كان الحد الأقصى ١٩ عاصفة. وعليه، فإن احتمال تكرار العواصف الرعدية لمرة واحدة فأقل خلال السنة هو (٠.٠٣٢) أي ٣.٢٪، في حين أن احتمال تكرار العواصف الرعدية أكثر من مرة في السنة هو (١-٠.٠٣٢) = (٠.٩٦٨) أي ٩٦.٨٪. ويبين جدول (٢) التوزيع الاحتمالي للعواصف الرعدية في محطة الرياض من واقع رصد التكرار الفعلي، فعلى سبيل المثال يقدر احتمال تكرار العواصف الرعدية (٦) مرات في السنة بنسبة (٢٥.٨٪)، فيما يتراوح احتمال تكرار العواصف الرعدية (١١) مرة بين (٥٨.١-٦٧.٧٪) كما هو مبين في جدول (٢).

جدول (٢) التوزيع الاحتمالي لتكرار العواصف الرعدية في مدينة الرياض

M	X	F	M	X	F	M	X	F
١	١	٠.٠٣٢	١١	٨	٠.٣٥٥	٢١	١١	٠.٦٧٧
٢	٢	٠.٠٦٥	١٢	٨	٠.٣٨٧	٢٢	١٢	٠.٧١٠
٣	٢	٠.٠٩٧	١٣	٩	٠.٤١٩	٢٣	١٣	٠.٧٤٢
٤	٢	٠.١٢٩	١٤	٩	٠.٤٥٢	٢٤	١٣	٠.٧٧٤
٥	٣	٠.١٦١	١٥	١٠	٠.٤٨٤	٢٥	١٤	٠.٨٠٦
٦	٥	٠.١٩٤	١٦	١٠	٠.٥١٦	٢٦	١٥	٠.٨٣٩
٧	٥	٠.٢٢٦	١٧	١٠	٠.٥٤٨	٢٧	١٧	٠.٨٧١
٨	٦	٠.٢٥٨	١٨	١١	٠.٥٨١	٢٨	١٩	٠.٩٠٣
٩	٧	٠.٢٩٠	١٩	١١	٠.٦١٣	٢٩	١٩	٠.٩٣٥
١٠	٧	٠.٣٢٣	٢٠	١١	٠.٦٤٥	٣٠	١٩	٠.٩٦٨

M= الترتيب. X= تكرار العواصف الرعدية في الرياض. F= نسبة التكرار المحتملة.

تم حساب احتمال تكرار العواصف الرعدية وفقاً لمعادلة نظرية الاحتمالات الآتية (Oliver,1973: 453-454):

$F = M / (n+1)$ حيث (n) = ٣٠ عاماً.

الحالات المتطرفة لتكرار العواصف الرعدية في محطة الرياض:

باستخدام أسلوب التوزيع التراكمي Cumulative Distribution, تم تحليل تكرار حالات الطقس الرعدية في مدينة الرياض لمعرفة احتمالية حدوث قيم تكرارها العادية وغير العادية والمقارنة بينها. وذلك باعتبار أن القيم العادية محصورة بين ٠.٤– ٠.٦ (٤٠–٦٠٪)، وما دون (٠.٣) أو ٣٠٪ تكون تحت العادية، وما دون (٠.٢) أو ٢٠٪ تحت العادية جداً وما دون (٠.١) أو ١٠٪ تحت العادية متطرفة.

بينما ما فوق (٠.٧) أو ٧٠٪ فوق العادية، وما فوق (٠.٨) أو ٨٠٪ فوق العادية جداً وما فوق (٠.٩) أو ٩٠٪ فوق العادية متطرفة:

ويشير جدول (٣) إلى أن تكرار حالات الطقس الرعدية السنوية العادية في مدينة الرياض عند احتمالية ٠.٥ (٥٠٪) بلغت ٩.٦ حالة/السنة، وهي في الوقت ذاته تمثل متوسط تكرار حالات الطقس الرعدية في مدينة الرياض، وحدودها بين (احتمالية ٠.٤– ٠.٦) ، تتراوح بين ٨.٣– ١٠.٩ حالة/السنة، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة عند (احتمالية ٠.١) ٣ حالة/السنة، أما قيمتها فوق العادية المتطرفة عند (احتمالية ٠.٩) فبلغت ١٦.٢ حالة/السنة.

جدول (٣) احتمالية التوزيع التراكمي للعواصف الرعدية في مدينة الرياض

F	1-F	RP = 1/(1-F)	الحالة	تكرار العواصف الرعدية بالرياض X
احتمالية تكرار أقل من X	احتمالية تكرار أكبر من X	فترة الرجوع		
٠.١	٠.٩	١.١١	تحت العادية متطرفة	٣
٠.٢	٠.٨	١.٢٥	تحت العادية جداً	٥.٣
٠.٣	٠.٧	١.٤٣	تحت العادية	٦.٩
٠.٤	٠.٦	١.٦٧	عادية	٨.٣
٠.٥	٠.٥	٢.٠٠	عادية	٩.٦
٠.٦	٠.٤	٢.٥	عادية	١٠.٩
٠.٧	٠.٣	٣.٣٣	فوق العادية	١٢.٣
٠.٨	٠.٢	٥.٠٠	فوق العادية جداً	١٣.٩
٠.٩	٠.١	١٠.٠٠	فوق العادية متطرفة	١٦.٢

التصنيف السنوبي لحالات الطقس الرعدية في الرياض حسب نوعها:

يشير جدول (٤) إلى تصنيف العواصف الرعدية كما ورد في الترميز الإجمالي للمحطات الأرضية Land station surface synoptic code، تحت بند أحوال الطقس وقت رصد الظواهر المناخية (Decode - SYNOP - ww in group 7wwW1W2). حيث تشمل العواصف الرعدية الرموز (١٣، ١٧، ٢٩، ٩١–٩٩)، والتي تشير إلى كافة أشكال العواصف الرعدية بدءاً من رؤية ضوء البرق من دون سماع رعد وحتى العواصف الرعدية القوية التي يرافقها تساقط البرد.

جدول (٤) الكود الدولي لتصنيف العواصف الرعدية

الرمز	وصف العاصفة
١٣	برق دون سماع رعد.
١٧	رعد دون تساقط.
٢٩	عاصفة رعدية خلال الساعة الماضية وتوقفت.
٩١	مطر خفيف حالياً وعواصف رعدية الساعة الماضية.
٩٢	مطر خفيف أو معتدل حالياً وعواصف رعدية الساعة الماضية.
٩٣	ثلج خفيف أو مطر وثلج وعواصف رعدية في الساعة الماضية.
٩٤	ثلوج غزيرة أو معتدلة أو مطر وثلج وعواصف رعدية في الساعة الماضية.
٩٥	عاصفة رعدية خفيفة أو معتدلة ترافقها أمطار وثلوج.
٩٦	عاصفة رعدية خفيفة أو معتدلة يرافقها تساقط البرد.
٩٧	عاصفة رعدية قوية بدون برد مع تساقط المطر والثلج.
٩٨	عاصفة رعدية مقرونة بعاصفة ترابية.
٩٩	عاصفة رعدية قوية يرافقها تساقط البرد.

Amendment (1994), The Synoptic Code Detailed Description, Observer's Handbook.

ويشير جدول (٥) إلى أن العواصف الرعدية السائدة في محطة الرياض هي العواصف الرعدية الخفيفة أو المعتدلة التي ترافقها الأمطار والثلوج، حيث سجلت أعلى الأرقام بواقع ٢٠٣ عاصفة من أصل ٢٨٩ أي بنسبة (٧٠٪) وكذلك الرعد دون تساقط بواقع ٣٤ عاصفة بنسبة (١١٪) وتتركز في فصلي الربيع والشتاء. يلي ذلك العواصف الرعدية المقرونة بعواصف ترابية والتي تقع بالكامل خلال فصل الربيع حيث تكررت ١٥ مرة. وتشير بيانات الجدول إلى أن أقوى درجات العواصف الرعدية والتي يرافقها تساقط البرد لم تتكرر خلال فترة ٣٠ عاماً سوى ثلاث مرات فقط.

ويعزى تركز العواصف الرعدية المصحوبة بالأمطار والثلوج خلال فصلي الربيع والشتاء إلى تعرض شرق ووسط المملكة خلال هذين الفصلين إلى الرياح التجارية الشمالية، والشمالية الشرقية المحملة ببقايا ببخار الماء من الخليج العربي. إضافة إلى الرياح الغربية العكسية والشمالية الغربية التي تسببها أعاصير البحر المتوسط. كما تتركز العواصف الرعدية في فصل الربيع نظراً لدفء درجات الحرارة عنها في فصل الشتاء في منطقة الرياض.

جدول (٥) تصنيف العواصف الرعدية الشهرية وفقاً لطبيعتها في محطة الرياض خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م

الحالة الجوية	برق دون سماع رعد	رعد دون تساقط	عاصفة رعدية خلال الساعة الماضية وتوقفت	مطر خفيف حالياً وعواصف رعدية الساعة الماضية	مطر خفيف أو معتدل حالياً وعواصف رعدية الساعة الماضية	ثلج خفيف أو مطر وثلج وعواصف رعدية في الساعة الماضية	ثلوج غزيرة أو معتدلة أو مطر وثلج وعواصف رعدية في الساعة الماضية	عاصفة رعدية خفيفة أو معتدلة ترافقها أمطار وثلوج	عاصفة رعدية خفيفة أو معتدلة يرافقها تساقط البرد	عاصفة رعدية قوية بدون برد مع تساقط المطر والثلج	عاصفة رعدية مقرونة بعاصفة ترابية	عاصفة رعدية قوية يرافقها تساقط البرد	الإجمالي الشهري
يناير	٠	١	٠	١	٠	١	٠	١٢	٠	٠	٠	٠	**١٥**
فبراير	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٧	٠	٠	٠	١	**١٩**
مارس	١	٨	٠	٢	٠	٠	٠	٤٤	٠	٣	٣	٠	**٦١**
أبريل	٤	١٠	٦	٥	٠	٠	٠	٦٧	١	٣	٨	١	**١٠٥**
مايو	٠	٩	٣	٠	٠	٠	٠	٢١	٠	٢	٤	٠	**٣٩**
يونيو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	**٠**
يوليو	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	**١**
أغسطس	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	**٢**
سبتمبر	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	**٠**
أكتوبر	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٥	٠	٠	٠	٠	**٦**
نوفمبر	٠	٣	٠	٠	٠	٠	٠	١٦	٠	٠	٠	١	**٢٠**
ديسمبر	٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	١٩	٠	٠	٠	٠	**٢١**
الإجمالي السنوي	**٧**	**٣٤**	**٩**	**٨**	**٠**	**١**	**٠**	**٢٠٣**	**١**	**٨**	**١٥**	**٣**	**٢٨٩**

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى بيانات الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة عن الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م، المملكة العربية السعودية.

الأمطار في مدينة الرياض:

للتعرف على كميات تساقط الأمطار بمدينة الرياض، تم حصر كميات التساقط خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٤م)، حيث تبين الآتي:

أولاً: الإجمالي السنوي لتساقط الأمطار على مدينة الرياض:

يبين جدول (٦) وشكل (٥) أن إجمالي الأمطار الساقطة على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة ٤٠٠٥.٥ملم، بمعدل ١٠٧.٦ملم سنوياً، ويلاحظ تباين كميات الأمطار السنوية بين سنة وأخرى، فنجد أن سنة ١٩٩٣م، تصدرت الترتيب بواقع ٣٠٨.٦ملم، فيما كان أقلها في سنة ٢٠٠٨م بواقع ٣٢ملم.

وبالإضافة إلى تباين كميات التساقط خلال سنوات الدراسة؛ يشير شكل (٥) إلى حالات التباين السالبة تحت المعدل (المعدل السنوي- الانحراف المعياري)، والموجبة فوق المعدل (المعدل السنوي + الانحراف المعياري) في محطة الرياض، إذ تظهر تباينات سنوية موجبة واضحة خلال ٩ سنوات، وسالبة خلال ٢١ سنة. كما يظهر الجدول عدد من حالات الأمطار المتطرفة فوق العادية في السنوات ١٩٩٢-١٩٩٣م، ١٩٩٥-١٩٩٧م. وحالات متطرفة تحت العادية كما هو الحال في سنة ١٩٩٩، ٢٠٠٨م. كما يشير الاتجاه الزمني لكميات تساقط الأمطار على محطة الرياض إلى هبوط كبير على مدار سنوات الدراسة (شكل: ٥).

ثانياً: الإجمالي الفصلي والشهري لتساقط الأمطار على محطة الرياض:

يتبين من جدول (٦) وشكل (٦) تركز تساقط الأمطار على محطة الرياض خلال فصلي الربيع والشتاء، حيث شهر فصل الربيع أمطاراً بواقع ٢٣٤٨.٤ملم من أصل ٤٠٠٥.٥ وبنسبة (٥٧٪)، يليه فصل الشتاء بواقع ١٢٠٤.٨ملم بنسبة (٣٠٪)، فيما تنحسر الأمطار خلال فصل الخريف، فيما تكون منعدمة خلال أشهر الصيف.

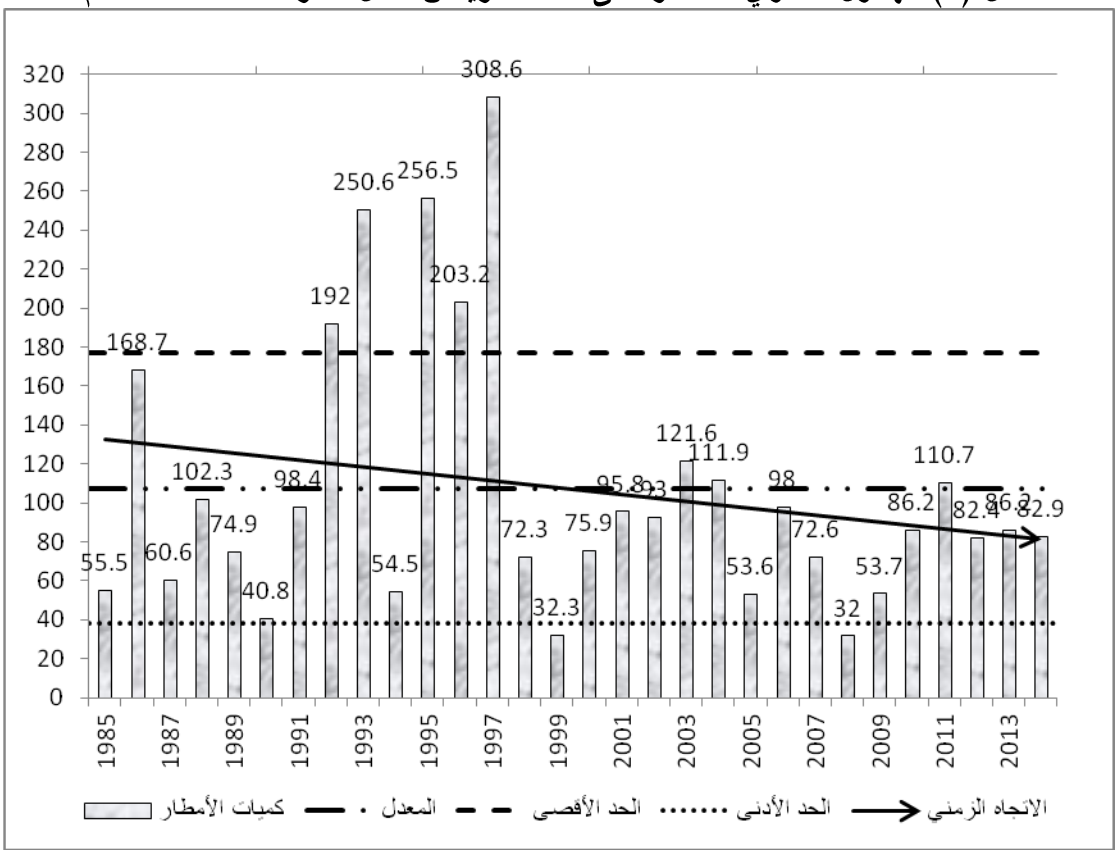
ويلاحظ تركز الأمطار في شهر مايو الذي شهد تساقطاً بواقع ٩٤٦.٢ملم بنسبة (٢٤٪)، تلاه شهر أبريل ٧٩٧.٩ملم بنسبة (٢٠٪)، ثم شهر مارس ٦٠٤.٣ملم بنسبة (١٥٪). ومع نهاية شهر مايو تختفي الأمطار تماماً لتعاود الظهور مرة أخرى في أكتوبر ونوفمبر اللذان يشهدان تزايداً تدريجياً يستمر على نفس الوتيرة خلال أشهر الشتاء وصولاً إلى الذروة في أشهر الربيع مرة أخرى.

ويتضح ذلك من خط الاتجاه الزمني الشهري المتذبذب والذي يؤكد انعدام هطول الأمطار على مدينة الرياض خلال فصل الصيف، فيما يبدأ هطول الأمطار مع نهايات شهر سبتمبر ودخول فصل الشتاء وتستمر هكذا حتى فبراير آخر أشهر الشتاء الذي يشهد تناقصاً كبيراً في معدلات هطول الأمطار، وما تلبث أن تعاود الزيادة في معدلات الهطول تدريجياً خلال أشهر الربيع حتى تصل ذروتها في شهر مايو.

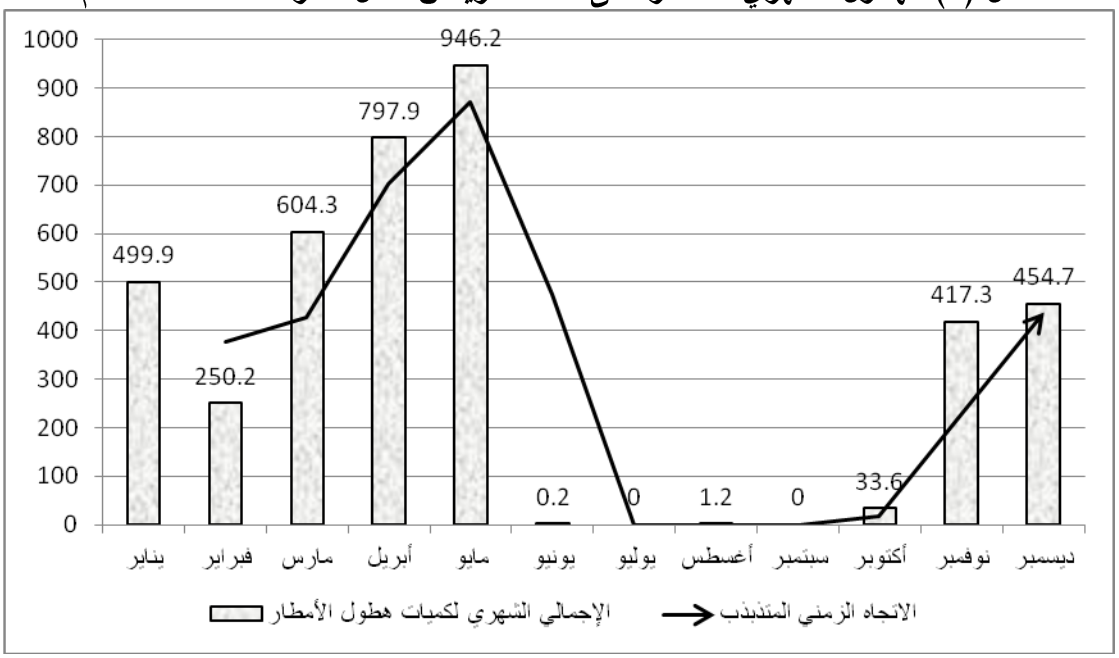
جدول (٦) التساقط السنوي والشهري على محطة الرياض خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م

الشهر / السنة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المجموع
١٩٨٥	٢٣.٨	١٣.٦	٠.٠	٣.١	٩.٠	٦.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٥٥.٥
١٩٨٦	٢٧.٠	١٨.٠	٢.٤	٢٢.١	٩٧.١	١.٩	٠.٢	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	١٦٨.٧
١٩٨٧	٥.٢	١.٠	١.٤	٥٢.٣	٠.٠	٠.٧	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٦٠.٦
١٩٨٨	٦.٧	١٠.٣	٥٦.١	٠.٤	٢٨.٨	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	١٠٢.٣
١٩٨٩	٨.٤	٠.٠	٠.٤	١٧.٨	٤٨.٣	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٧٤.٩
١٩٩٠	٠.٠	٢٧.٦	٢.٥	٠.٧	٣.٢	٦.٨	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٤٠.٨
١٩٩١	١١.٤	١٧.٠	٢٥.٥	١٧.٦	٢٦.٢	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٧	٠.٠	٩٨.٤
١٩٩٢	٤٩.٣	١٩.٧	١٦.٤	٧٣.٥	٢٧.٢	١.٩	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٤.٠	١٩٢.٠
١٩٩٣	٠.٤	٧٣.٥	٣٠.١	١٧.٢	٩٢.٤	٣٧.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٢٥٠.٦
١٩٩٤	١.٢	١.١	٠.٠	١٥.٨	٢٠.٣	١٥.٦	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٥	٠.٠	٥٤.٥
١٩٩٥	٩٨.٦	١.٢	١٥.٦	٨٢.٤	٥١.٦	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٧.١	٢٥٦.٥
١٩٩٦	٠.٠	٥٣.١	٥.٣	٩٤.٤	٣٨.٩	١٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	١.٥	٢٠٣.٢
١٩٩٧	٣.٥	٢٢.٤	٠.٠	٣٨.٣	٢٢.٧	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٢٨.٩	١٩٢.٨	٣٠٨.٦
١٩٩٨	٠.٠	٤٣.٩	٠.٠	١١.٣	١٧.١	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٧٢.٣
١٩٩٩	١.١	٢٤.٥	٦.٧	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٣٢.٣
٢٠٠٠	٠.٧	١٤.٦	٠.٠	٠.٠	٤.٥	٥.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٥١.١	٧٥.٩
٢٠٠١	٣٧.٦	٠.٥	١.١	٤٨.٧	٧.٩	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٩٥.٨
٢٠٠٢	٢٦.٥	١٨.٤	٤.٧	٣٤.٠	٤.٨	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٤.٦	٩٣.٠
٢٠٠٣	٧٨.٠	٢.٦	٧.١	٦.٤	٢١.٥	١.٧	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٤.٣	١٢١.٦
٢٠٠٤	٩.٢	٣٢.٢	٠.٠	٠.٠	٦٧.١	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٣.٤	١١١.٩
٢٠٠٥	٠.٠	٠.٢	٤٠.٧	٥.٤	٣.٢	٢.١	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٢.٠	٥٣.٦
٢٠٠٦	٢٩.٤	٠.٠	٧.٩	٠.٠	١٧.٤	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٤٣.٣	٩٨.٠
٢٠٠٧	٠.٠	٤.٨	٢٤.٠	٤.٠	٣٩.٠	٠.٨	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٧٢.٦
٢٠٠٨	٠.٠	٢.٨	٠.٠	٠.٠	٧.١	٢.٨	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٢.٣	١٧.٠	٣٢.٠
٢٠٠٩	١٤.٣	٠.٠	١.٠	١٤.١	٢٣.٤	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٩	٥٣.٧
٢٠١٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٣.٠	١١.٥	٧٠.٥	٠.٠	٠.٠	١.٢	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٨٦.٢
٢٠١١	٠.٠	٤٦.٧	٠.٦	٢٤.٦	١٩.٥	٠.٤	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	١٨.٩	١١٠.٧
٢٠١٢	٢٠.١	٠.٠	٠.٧	٦.١	٣٨.٣	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	١.٢	١٦.٠	٨٢.٤
٢٠١٣	٠.٥	٠.٨	٠.٠	٧.٢	٣٩.٧	٥.٢	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٣٢.٨	٨٦.٢
٢٠١٤	١.٨	٤٩.٤	٠	٣.٩	١٠.٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٧.٦	٨٢.٩
المجموع	٤٥٤.٧	٤٩٩.٩	٢٥٠.٢	٦٠٤.٣	٧٩٧.٩	٩٤٦.٢	٠.٢	٠.٠	١.٢	٠.٠	٣٣.٦	٤١٧.٣	٤٠٠٥.٥
٪	١١	١٢	٦	١٥	٢٠	٢٤	٠	٠	٠	٠	١	١٠	١٠٠
المعدل	١٥.٢	١٦.٧	٨.٣	٢٠.١	٢٦.٦	٥.٦	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	١.١	١٣.٩	١٠٧.٦
الانحراف	٢٣.٩٣	١٩.٦٨	١٣.٨٨	٢٥.٩١	٢٤.٩٠	١٤.٢٦	٠.٠٤	٠.٠٠	٠.٢٢	٠.٠٠	٥.٢٧	٣٦.٣٣	٦٩.٤٦

شكل (٥) الهطول السنوي للأمطار على محطة الرياض خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م



شكل (٦) الهطول الشهري للأمطار على محطة الرياض خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٤م



التوزيع الاحتمالي لتكرار تساقط الأمطار على محطة الرياض:

بالعودة إلى جدول (٦) الذي يوضح كميات التساقط على محطة الرياض خلال فترة ثلاثين عاماً (١٩٨٥-٢٠١٤م)، وترتيب عدد مرات هطول الأمطار تصاعدياً وتطبيق نظرية الاحتمالات، نجد أن الحد الأدنى لتكرار التساقط بلغ ١١ مرة، فيما كان الحد الأقصى ٥٤ مرة. وعليه، فإن احتمالية تكرار هطول الأمطار بواقع ١١ مرة فأقل خلال السنة هو (٠.٠٣٢) أي ٣.٢٪، في حين أن احتمالية هطول الأمطار أكثر من ١١ مرة في السنة هو (١-٠.٠٣٢) = (٠.٩٦٨) أي ٩٦.٨٪. ويبين جدول (٧) التوزيع الاحتمالي لتكرار هطول الأمطار على محطة الرياض من واقع الرصد الفعلي، فعلى سبيل المثال يقدر احتمال هطول الأمطار (١٩) مرة في السنة بنسبة (٢٩٪)، فيما يتراوح احتمال هطول الأمطار (٣٤) مرة بين (٨١-٨٣.٩٪) كما هو مبين في جدول (٧)، حيث تم تطبيق معادلة نظرية الاحتمالات المستمرة للتوزيع التراكمي.

جدول (٧) التوزيع الاحتمالي لتكرار هطول الأمطار على محطة الرياض

M	R	F	M	R	F	M	R	F
١	١١	٠.٠٣٢	١١	٢٠	٠.٣٥٥	٢١	٢٥	٠.٦٧٧
٢	١٣	٠.٠٦٥	١٢	٢٠	٠.٣٨٧	٢٢	٢٦	٠.٧١٠
٣	١٦	٠.٠٩٧	١٣	٢١	٠.٤١٩	٢٣	٣١	٠.٧٤٢
٤	١٦	٠.١٢٩	١٤	٢٢	٠.٤٥٢	٢٤	٣٢	٠.٧٧٤
٥	١٧	٠.١٦١	١٥	٢٢	٠.٤٨٤	٢٥	٣٤	٠.٨٠٦
٦	١٧	٠.١٩٤	١٦	٢٢	٠.٥١٦	٢٦	٣٤	٠.٨٣٩
٧	١٨	٠.٢٢٦	١٧	٢٣	٠.٥٤٨	٢٧	٣٦	٠.٨٧١
٨	١٨	٠.٢٥٨	١٨	٢٤	٠.٥٨١	٢٨	٣٩	٠.٩٠٣
٩	١٩	٠.٢٩٠	١٩	٢٤	٠.٦١٣	٢٩	٤٥	٠.٩٣٥
١٠	٢٠	٠.٣٢٣	٢٠	٢٤	٠.٦٤٥	٣٠	٥٤	٠.٩٦٨

M= الترتيب. R= تكرار التساقط. F= نسبة التكرار المحتملة.

تم حساب احتمالات تساقط الأمطار وفقاً للمعادلة الآتية (Oliver,1973: 453-454)::

$F = M / (n+1)$ حيث (n) =٣٠ عاماً.

حالات التطرف المطري في محطة الرياض:

باستخدام أسلوب التوزيع التراكمي **Cumulative Distribution**, تم تحليل كميات هطول الأمطار على مدينة الرياض لمعرفة احتمالية حدوث قيمها العادية وغير العادية والمقارنة بينها. وذلك باعتبار أن القيم العادية محصورة بين ٠.٤ – ٠.٦ (٤٠-٦٠٪)، وما دون (٠.٣) أو ٣٠٪ تكون تحت العادية، وما دون (٠.٢) أو ٢٠٪ تحت العادية جداً وما دون (٠.١) أو ١٠٪ تحت العادية متطرفة. بينما ما فوق (٠.٧)

أو ٧٠٪ فوق العادية، وما فوق (٠.٨) أو ٨٠٪ فوق العادية جداً وما فوق (٠.٩) أو ٩٠٪ فوق العادية متطرفة:

ويشير جدول (٨) إلى أن كميات هطول الأمطار السنوية العادية في الرياض عند احتمالية ٠.٥ (٥٠٪) بلغت ١٠٧.٦ملم، وهي في الوقت ذاته تمثل متوسط كميات الهطول في مدينة الرياض، وحدودها بين (احتمالية ٠.٤- ٠.٦) ، تتراوح بين ٩٠- ١٢٥.٢ملم، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة عند (احتمالية ٠.١) ١٨.٦ملم، أما قيمتها فوق العادية المتطرفة عند (احتمالية ٠.٩) فبلغت ١٩٦.٦ملم.

جدول (٨) احتمالية التوزيع التراكمي لتكرار هطول الأمطار في مدينة الرياض

F	1-F	RP = 1/(1-F)	الحالة	تكرا ر العواصف الرعدية بالرياض X
احتمالية تكرار أقل من X	احتمالية تكرار أكبر من X	فترة الرجوع		
٠.١	٠.٩	١.١١	تحت العادية متطرفة	١٨.٦
٠.٢	٠.٨	١.٢٥	تحت العادية جداً	٤٩.١
٠.٣	٠.٧	١.٤٣	تحت العادية	٧١.٢
٠.٤	٠.٦	١.٦٧	عادية	٩٠
٠.٥	٠.٥	٢.٠٠	عادية	١٠٧.٦
٠.٦	٠.٤	٢.٥	عادية	١٢٥.٢
٠.٧	٠.٣	٣.٣٣	فوق العادية	١٤٤
٠.٨	٠.٢	٥.٠٠	فوق العادية جداً	١٦٦.١
٠.٩	٠.١	١٠.٠٠	فوق العادية متطرفة	١٩٦.٦

أثر العواصف الرعدية في الأمطار:

لقياس أثر العواصف الرعدية على كميات التساقط في محطة الرياض، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي linear regression، حيث تم حساب إجمالي كميات التساقط الشهري وكذلك الإجمالي الشهري لتكرار العواصف الرعدية المطيرة فقط على مستوى فترة الدراسة، أي بواقع ٣٦٠ شهراً.

ويشير جدول (٩) إلى أن المتوسط الحسابي لتكرار العواصف الرعدية في محطة الرياض بلغ ٠.٨٠ عاصفة، بانحراف معياري ١.٥٩٨، كما أن متوسط كميات التساقط بلغ ٨.٩٦ملم، بانحراف معياري ٢٠.٠٥٤، وهو ما يدل على التباين الواضح بين القيم العظمى والدنيا للمتغيرين، وهذا يؤكد صلاحية البيانات لتطبيق معامل ارتباط بيرسون ومعامل الانحدار البسيط.

جدول (٩) البيانات الوصفية للعواصف الرعدية والأمطار في محطة الرياض

المتغير	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
كميات التساقط (ملم)	٨.٩٦	٢٠.٠٥٤
تكرار العواصف الرعدية	٠.٨٠	١.٥٩٨
عدد الحالات (ن)= ٣٦٠ شهراً		

ويبين جدول (١٠) وجود ارتباط طردي دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠.٠٥ بين كل من كميات تساقط الأمطار وتكرار العواصف الرعدية في محطة الرياض، حيث بلغت قيمة الارتباط ٠.٦٧٢، وهي دالة إحصائياً حيث بلغ مستوى دلالة الارتباط (٠.٠٠٠).

كما بلغت قيمة التباين المفسر المصحح (R^2) ٠.٤٥، وهذا يعني أن العواصف الرعدية تؤثر في كميات الأمطار المتساقطة على منطقة الرياض بنسبة ٤٥٪، أما النسبة المتبقية وهي ٥٥٪ فقد تعود لمتغيرات أخرى خارج إطار العلاقة بين المتغيرين.

جدول (١٠) ارتباط الأمطار (المتغير التابع) والعواصف الرعدية (المتغير المستقل) في محطة الرياض

المتغير	كميات التساقط	تكرار العواصف	الدلالة
كميات التساقط (ملم)	١.٠٠٠	*٠.٦٧٢	٠.٠٠٠
تكرار العواصف الرعدية	*٠.٦٧٢	١.٠٠٠	

الارتباط (R)	مربع الارتباط (R^2)	مربع الارتباط المصحح	الخطأ المعياري
٠.٦٧٢	٠.٤٥٢	٠.٤٥٠	١٤.٨٦٦٨
* ارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠.٠٥			

وتؤكد بيانات جدول (١١) قوة العلاقة بين كل من تكرار العواصف الرعدية في محطة الرياض وكميات تساقط الأمطار، حيث بلغت قيمة (ف) المحسوبة ٢٩٥.٢٣٨ وهي قيمة مرتفعة جداً وأكبر من قيمة (ف) الجدولية، لذلك فهي دالة إحصائياً، حيث بلغ مستوى معنوية التباين (٠.٠٠٠).

جدول (١١) تحليل التباين ANOVA بين تكرار العواصف الرعدية وكميات التساقط في محطة الرياض

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	(ف)	الدلالة
تباين الانحدار	٦٥٢٥٤.١٤١	١	٦٥٢٥٤.١٤١	٢٩٥.٢٣٨	٠.٠٠٠
التباين المتبقي	٧٩١٢٥.٩٠٦	٣٥٨	٢٢١.٠٢٢		
المجموع	١٤٤٣٨٠.٠٤٧	٣٥٩			

وتشير بيانات جدول (١٢) إلى قوة نموذج الانحدار بين تكرار العواصف الرعدية وكميات التساقط في محطة الرياض، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة ١٧.١٨٢، وهي أكبر من قيمتها الجدولية ١.٦٤، كما أن دلالة (ت) فيما يخص العواصف الرعدية وتأثيرها في كميات التساقط بلغت (٠.٠٠٠).

جدول (١٢) معامل الانحدار بين تكرار العواصف الرعدية وكميات التساقط في محطة الرياض

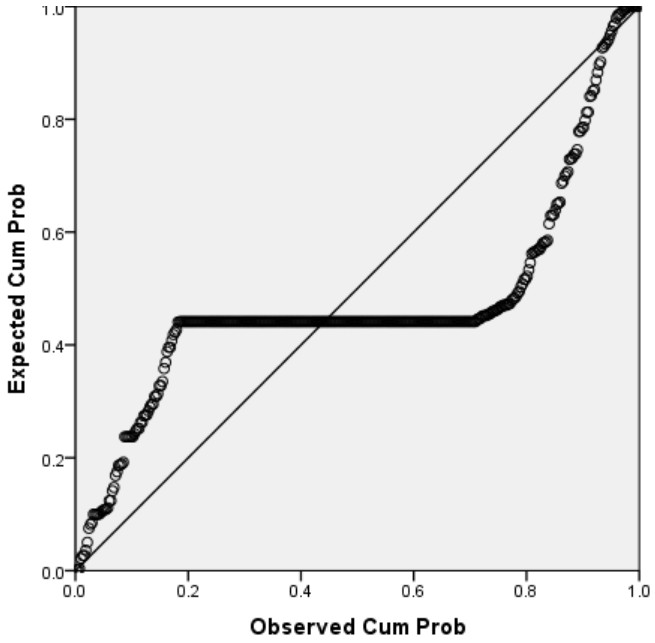
النموذج	معاملات غير معيارية		المعامل المعياري	(ت)	الدلالة
	بيتا (B)	الخطأ المعياري	الارتباط		
(ثابت)	٢.١٩٤	٠.٨٧٧		٢.٥٠٢	٠.٠١٣
العواصف الرعدية	٨.٤٣٦	٠.٤٩١	٠.٦٧٢	١٧.١٨٢	٠.٠٠٠

وبتطبيق معادلة الانحدار الخطي الآتية واستخدام معامل بيتا للتنبؤ بكميات الأمطار المتوقع هطولها على محطة الرياض باستخدام تكرار العواصف الرعدية يتضح الآتي:

كميات الأمطار المتنبأ بها في محطة الرياض=
٢.١٩٤+ (٨.٤٣٦× تكرار العواصف الرعدية)

ويشير شكل (٧) إلى منحنى التباين المفسر لأثر تكرار العواصف الرعدية على كميات التساقط في محطة الرياض، حيث يلاحظ فترة توقف تتوسط المنحنى وهي الفترة التي يختفي فيها ظاهرة العواصف الرعدية وتختفي معها الأمطار في منطقة الرياض. أما بقية النقاط فهي متقاربة من بعضها البعض وتبدأ من الصفر وهو ما يدل على الأثر الكبير للعواصف الرعدية في كميات التساقط حيث تؤثر فيها بنسبة ٤٥٪.

شكل (٧) منحنى التباين المفسر لأثر العواصف الرعدية على الأمطار في محطة الرياض



حالات الطقس المصاحبة لهطول الأمطار بمدينة الرياض:

للتعرف على حالات الطقس المصاحبة لهطول الأمطار على مدينة الرياض تم عمل تحليل الانحدار الخطي المتعدد لتحديد أثر كل من (درجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية، والضغط الجوي، وسرعة الرياح) كمتغيرات مستقلة في كميات هطول الأمطار كمتغير تابع.

ويشير جدول (١٣) إلى أن المتوسط الحسابي لكميات هطول الأمطار على محطة الرياض بلغ ٨.٩٧ملم، بانحراف معياري ٢٠.٠٥٤، كما أن متوسط درجات الحرارة العظمى بلغ ٢٥.٩مْ، بانحراف معياري ٨.١٢٧، أما متوسط الضغط الجوي فبلغ ٩٤٢.٥ ملليبار، بانحراف معياري ٥.١٤٩، وسجلت الرطوبة النسبية متوسط حسابي ٢٧.١٪، بانحراف معياري ١٥.٣٣٥، فيما كان متوسط سرعة الرياح ٥.٧ عقدة، بانحراف معياري ١.٣٠٧. ويشير الانحراف المعياري لعناصر المناخ إلى وجود تباين نسبي بين القيم العظمى والدنيا لكل متغير؛ مما يؤكد صلاحية بيانات النموذج الانحداري لتطبيق معامل ارتباط بيرسون ومعامل الانحدار البسيط.

جدول (١٣) البيانات الوصفية لهطول الأمطار وعناصر المناخ المصاحبة في محطة الرياض

المتغير	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
تكرار هطول الأمطار	٨.٩٧	٢٠.٠٥٤
درجات الحرارة (مْ)	٢٥.٩	٨.١٢٧
الضغط الجوي (ملليبار)	٩٤٢.٥	٥.١٤٩
الرطوبة النسبية (٪)	٢٧.١	١٥.٣٣٥
سرعة الرياح عقدة	٥.٧	١.٣٠٧
عدد الحالات (ن)= ٣٦٠ شهراً		

ويبين جدول (١٤) وجود ارتباط عكسي دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠.٠٥ بين كل من كميات هطول الأمطار على محطة الرياض ودرجات الحرارة، حيث بلغت قيمة الارتباط -٠.٣٣٦، ويعد ارتباطاً قوياً ذو دلالة إحصائية، حيث بلغ مستوى دلالة الارتباط (٠.٠٠٠). كما يبين الجدول أن هناك ارتباط طردي دال إحصائياً بين كميات هطول الأمطار وباقي المتغيرات، حيث بلغ ارتباطه مع الضغط الجوي ٠.٢٦٣، ومع الرطوبة النسبية ٠.٥٩٦، ومع سرعة الرياح ٠.١٣٤.

وتشير نتائج الجدول إلى أن الرطوبة النسبية هي العنصر الأكبر تأثيراً في كميات هطول الأمطار، يليها درجات الحرارة ثم الضغط الجوي، وأخيراً سرعة الرياح.

كما بلغت قيمة التباين المفسر المصحح (R^2) ٠.٥٠٧، وهذا يعني أن كل من درجات الحرارة والضغط الجوي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح تؤثر في كميات هطول الأمطار على محطة الرياض بنسبة ٥١٪، أما النسبة المتبقية وهي ٤٩٪ فقد تعود لمتغيرات أخرى خارج إطار العلاقة بين المتغيرات محل الدراسة.

جدول (١٤) ارتباط عناصر المناخ وكميات هطول الأمطار في محطة الرياض

المتغير	هطول الأمطار	درجات الحرارة	الضغط الجوي	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
هطول الأمطار	١.٠٠٠	-٠.٣٣٦*	٠.٢٦٣*	٠.٥٩٦*	٠.١٣٤*
درجات الحرارة	-٠.٣٣٦*	١.٠٠٠	-٠.٩٣٥*	-٠.٨٧٢*	٠.١٤٤*
الضغط الجوي	٠.٢٦٣*	-٠.٩٣٥*	١.٠٠٠	٠.٧٩٢*	-٠.٣٢٠*
الرطوبة النسبية	٠.٥٩٦*	-٠.٨٧٢*	٠.٧٩٢*	١.٠٠٠	-٠.٠٧٧*
سرعة الرياح	٠.١٣٤*	٠.١٤٤*	-٠.٣٢٠*	-٠.٠٧٧*	١.٠٠٠

الارتباط (R)	مربع الارتباط	مربع الارتباط المصحح	الخطأ المعياري
٠.٧١٦	٠.٥١٣	٠.٥٠٧	٣.٨٤٧

* ارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠.٠٥

وتؤكد بيانات جدول (١٥) قوة العلاقة بين كل من كميات هطول الأمطار على محطة الرياض وعناصر المناخ، حيث بلغت قيمة (ف) المحسوبة ٩٣.٣١٩ وهي أكبر من قيمة (ف) الجدولية، لذلك فهي دالة إحصائياً، حيث بلغ مستوى دلالتها (٠.٠٠٠).

جدول (١٥) تحليل التباين ANOVA بين هطول الأمطار وعناصر المناخ في محطة الرياض

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	(ف)	الدلالة
تباين الانحدار	٧٤٠٠١.٦٣٥	٤	١٨٥٠٠.٤٠٩	٩٣.٣١٩	٠.٠٠٠
التباين المتبقي	٧٠٣٧٨.٤١٢	٣٥٥	١٩٨.٢٤٩		
المجموع	١٤٤٣٨٠.٠٤٧	٣٥٩			

وللتعرف على أثر كل من درجات الحرارة والضغط الجوي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح على كميات هطول الأمطار في محطة الرياض كل على حدة، تم استخدام تحليل الانحدار المتعدد للتعرف على أثر كل عنصر من المتغيرات المستقلة في المتغير التابع.

وتشير بيانات جدول (١٦) إلى وجود علاقة قوية بين كميات هطول الأمطار على محطة الرياض وبين درجات الحرارة، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة ٥.٢٣٦، وهي أكبر من قيمتها الجدولية ١.٦٤، كما أن دلالة (ت) فيما يخص درجات الحرارة وأثرها على كميات الهطول بلغت (٠.٠٠٠). كما بلغت قيمة (ت) المحسوبة الخاصة بالرطوبة النسبية ١٦.٢٥١، وهي أكبر من قيمتها الجدولية، وتتمتع بدلالة إحصائية حيث بلغ مستوى دلالتها (٠.٠٠٠). وفيما يخص قيمة (ت) المحسوبة الخاصة بسرعة الرياح فبلغت ٢.٨٦٠ وهي أكبر من قيمتها الجدولية أيضاً وبلغت دلالتها (٠.٠٠٤). أما قيمة (ت) المحسوبة للضغط الجوي فبلغت ٠.٠٧٠، وهي قيمة منخفضة جداً وغير دالة إحصائياً على الإطلاق، حيث كان مستوى دلالتها (٠.٩٤٤) وهو أكبر بكثير من مستوى الدلالة (٠.٠٥).

جدول (١٦) معاملات انحدار كميات هطول الأمطار وعناصر المناخ في محطة الرياض

النموذج	معاملات غير معيارية		المعامل المعياري	(ت)	الدلالة
	بيتا (B)	الخطأ المعياري	الارتباط		
(ثابت)	–١٢٥.٠٩٣	٤٦٢.٧٩٤		٠.٢٧٠–	٠.٧٨٧
درجات الحرارة	١.٨٢٤	٠.٣٤٨	٠.٧٣٩	٥.٢٣٦	٠.٠٠٠
الضغط الجوي	٠.٠٣٤	٠.٤٨١	٠.٠٠٩	٠.٠٧٠	٠.٩٤٤
الرطوبة النسبية	١.٦٢٧	٠.١٠٠	١.٢٤٤	١٦.٢٥١	٠.٠٠٠
سرعة الرياح	١.٩٣٥	٠.٦٧٧	٠.١٢٦	٢.٨٦٠	٠.٠٠٤

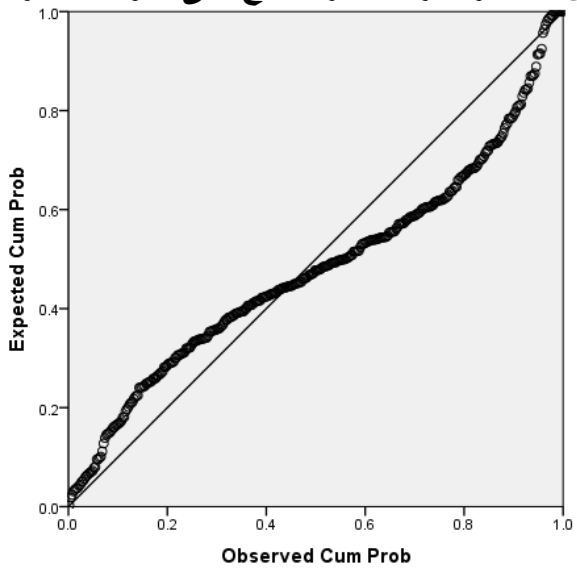
مما سبق، يبين النموذج الانحداري أن الرطوبة النسبية هي الأكثر تأثيراً في كميات هطول الأمطار على محطة الرياض يليها درجات الحرارة ثم سرعة الرياح فيما لم يكن الضغط الجوي ذو أثر يذكر. وباستخدام معادلة الانحدار الخطي الآتية يمكن من خلال معامل بيتا للعناصر الأربعة (درجات الحرارة، والضغط الجوي، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح) التنبؤ بكميات الهطول على محطة الرياض كما هو موضح في الآتي:

كميات الهطول على محطة الرياض= –١٢٥.٠٩٣ + (١.٨٢٤ × درجات الحرارة العظمى) + (٠.٠٣٤× الضغط الجوي) + (١.٦٢٧×الرطوبة النسبية) + (١.٩٣٥×سرعة الرياح)

ويشير شكل (٨) إلى منحنى التباين المفسر لأثر كل من درجات الحرارة والضغط الجوي والرطوبة النسبية ومتوسط سرعة الرياح على كميات هطول الأمطار على محطة الرياض، حيث

يلاحظ انتشار النقاط بشكل متقارب على امتداد خط الانحدار، إضافة إلى بدء النقاط من الصفر، مما يدل على قوة تأثير عناصر المناخ على كميات الهطول، والتي بلغت ٥١٪.

شكل (٨) منحنى التباين المفسر لأثر عناصر المناخ على العواصف الرعدية في محطة الرياض



تفسير علاقة الضغط الجوي بكميات التساقط:

يتضح من التحليل السابق وجود علاقة طردية دالة إحصائياً بين الضغط الجوي وكميات هطول الأمطار حيث بلغ معامل الارتباط بين المتغيرين (٠.٢٦٣)، وذلك وفقاً لبيانات الرصد اليومي لمحطة الرياض. وقد يفهم للوهلة الأولى أن هذا الارتفاع في الضغط الجوي يجب أن يكون طارداً للرياح، التي تسبب تكون السحب ومن ثم الأمطار، وليس جاذباً لها. إلا أنه يمكن تفسير ذلك بأن انخفاض درجة حرارة الهواء يؤدي إلى زيادة وزن كتلة الهواء والتي يعبر عنها بالضغط الجوي. ومن ثم فإن الانخفاض الكبير في درجات الحرارة والذي يقابله ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية قد يكون لهما الأثر الأكبر في هطول الأمطار بحيث يكون الارتفاع الطفيف في الضغط الجوي والناتج عن انخفاض درجات الحرارة ليس له تأثير يذكر على فرصة تساقط الأمطار.

من جهة أخرى، فإن المملكة والمنطقة الوسطى على وجه الخصوص شهدت خلال السنوات الأخيرة حالات من الانخفاض الشديد في درجات الحرارة خلال موسم الأمطار وكذلك قلة كميات الأمطار وهو ما يظهر جلياً من الاتجاه الزمني لكميات الهطول وربما يعود ذلك إلى وقوع المملكة وخصوصاً منطقة الوسط تحت تأثير مرتفع جوي معترض قوي تسبب في عدد من السنوات تتراوح بين (١٩٨٧-١٩٩٣م) خلال فترة الدراسة في صد المنخفضات الجوية التي تؤدي إلى تكون الجبهات الهوائية التي تشكل السحب خصوصاً في أوقات ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية وهي بذلك تمنع الرياح القادمة من المرتفعات الجوية فوق منطقة البحر المتوسط وتعيد توجيهها إلى شمال شرق المملكة.

النتائج والتوصيات

أولاً: النتائج:

وفي ضوء هذا البحث الذي استعرض تحليلاً عن مؤشرات درجات الحرارة والضغط الجوي لتوقع حدوث السيول في منطقة الدراسة يمكن استنباط النتائج الآتية:

- تبين من الدراسة تباين تكرار العواصف الرعدية السنوية في مدينة الرياض بين الزيادة والنقصان، إلا أن الاتجاه الزمني السنوي أشار إلى اتجاهها إلى النقصان منذ العام ١٩٩٧م وحتى الآن.
- تتركز حالات الطقس الرعدية في مدينة الرياض خلال فصل الربيع حيث شهد ٢٠٥ حالة، يليه فصل الشتاء بواقع ٥٥ حالة, ثم فصل الخريف, فيما تنعدم تماماً في فصل الصيف.
- يعد شهر أبريل هو أكثر أشهر السنة التي تشهد فيها مدينة الرياض حالات الطقس الرعدية، حيث بلغت خلال فترة الدراسة ١٠٥ حالة.
- أشارت نتائج احتمالية التوزيع التراكمي إلى أن المعدل الطبيعي لتكرار العواصف الرعدية في مدينة الرياض يتراوح بين ٨.٣-١٠.٩ عاصفة سنوياً، فيما كانت القيمة تحت العادية المتطرفة ٣ عواصف سنوياً، أما القيمة فوق العادية المتطرفة فكانت ١٦.٢ عاصفة سنوياً.
- كما أوضحت نتائج التحليل الإحصائي أن أكثر حالات الطقس الرعدية السائدة في مدينة الرياض هي العواصف الرعدية الخفيفة أو المعتدلة التي ترافقها الأمطار والثلوج.
- لم تتكرر أقوى درجات العواصف الرعدية والتي يرافقها البرد خلال فترة الدراسة ٣٠ عاماً في مدينة الرياض سوى في ثلاث حالات فقط.
- تتباين كميات هطول الأمطار خلال سنوات الدراسة على محطة الرياض, كما يشير الاتجاه الزمني لكميات تساقط الأمطار إلى هبوط مطرد بدءاً من العام ١٩٩٧م وحتى الآن.
- يعد شهر مايو أكثر أشهر السنة التي تشهد هطولاً للأمطار في مدينة الرياض, يليه شهر أبريل ثم مارس.
- يتراوح المعدل الطبيعي لهطول الأمطار على مدينة الرياض بين ٩٠-١٢٥.٢ملم سنوياً، وفقاً لنتائج تحليل احتمالية التوزيع التراكمي، فيما كانت القيمة تحت العادية المتطرفة ١٨.٦ملم، والقيمة فوق العادية المتطرفة ١٩٦.٦ملم سنوياً.
- ترتبط كميات هطول الأمطار ارتباطاً طردياً قوياً بتكرار العواصف الرعدية، وهو دال إحصائياً، حيث بلغت قيمة الارتباط ٠.٦٧٢، عند مستوى دلالة ٠.٠٠٠٠.
- بلغت قيمة التباين المفسر المصحح R^2 ٠.٤٥ وهذا يعني أن العواصف الرعدية تؤثر في كميات الأمطار المتساقطة على مدينة الرياض بنسبة ٤٥٪, أما النسبة المتبقية وهي ٥٥٪ فقد تعود إلى متغيرات أخرى خارج إطار العلاقة بين المتغيرين.
- أشارت نتائج الانحدار الخطي المتعدد إلى أن الرطوبة النسبية هي العنصر الأقوى تأثيراً في كميات هطول الأمطار يليه درجات الحرارة ثم سرعة الرياح وأخيراً الضغط الجوي.
- بلغت قيمة التباين المفسر المصحح R^2 ٠.٥٠٧, وهذا يعني أن كل من درجات الحرارة والضغط الجوي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح تؤثر في كميات هطول الأمطار على مدينة الرياض بنسبة ٥١٪, اما النسبة المتبقية وهي ٤٩٪ فقد تعود لمتغيرات أخرى خارج إطار العلاقة بين المتغيرات محل الدراسة.

- رغم وجود علاقة طردية دالة إحصائياً بين الضغط الجوي وكميات هطول الأمطار حيث بلغ معامل الارتباط بين المتغيرين ٠.٢٦٣, إلا أنه ليس له تأثير يذكر على فرصة تساقط الأمطار لأن الانخفاض الكبير في درجات الحرارة خلال فصلي الربيع والشتاء يؤدي إلى زيادة كتلة الهواء والتي يعبر عنها بالضغط الجوي، ويقابل انخفاض درجة الحرارة ارتفاع في معدلات الرطوبة النسبية ويكون لهما الأثر الأكبر في هطول الأمطار بحيث يكون الارتفاع الطفيف في الضغط الجوي والناتج عن انخفاض درجات الحرارة ليس له تأثير يذكر على كميات الأمطار.

ثانياً: التوصيات:

بناءً على ما تمخض عنه البحث من تحليل ونتائج يمكن التوصية بما يلي:

١) الاهتمام بدراسة المؤشرات المناخية لاحتمالية سقوط الأمطار في منطقة الدراسة ويمكن الاعتماد عليها مستقبلاً بشكل كبير.

٢) الاهتمام بدراسة وتحليل عنصر الرطوبة النسبية كمؤشر لهطول الأمطار على مدينة الرياض إلى جانب عنصري درجة الحرارة والرياح القصوى.

٣) التوجيه بدراسات شاملة لعناصر المناخ الأخرى والتي لم تتطرق إليها الباحثة ومدى تأثيرها على هطول الأمطار الغزيرة في منطقة الدراسة.

٤) يجب أن يعتمد التحليل الإحصائي على فترات زمنية طويلة حتى تتوافر مصداقية النتائج.

٥) الاهتمام بمتابعة المنخفضات الجوية التي تمر بالمنطقة له دور كبير في معرفة الظروف الجوية والتنبؤ بهطول الأمطار في منطقة الدراسة.

٦) الاستخدام المكثف لوسائل التقنية المتطورة كالصور الجوية والاستشعار عن بعد يسهم بدرجة كبيرة في تيسير الحصول عل بيانات متكاملة عن حالة الطقس في المنطقة.

٧) الاهتمام بإنشاء محطات حديثة لقياس الأمطار والسيول حتى يمكن التنبؤ بالسيول في وحالات الطقس المتطرفة في الوقت المناسب والاستعانة بأنظمة متطورة للإنذار المبكر.

٨) الاستفادة من كميات الأمطار الغزيرة التي تسقط كل عام على هيئة سيول في منطقة الدراسة وذلك بإنشاء خزانات صناعية سطحية أو عميقة للاستفادة من هذه المياه في عمليات التنمية الزراعية والصناعية والسياحية.

٩) تتطلع الباحثة إلى القيام بدراسات مستقبلية متخصصة عن مؤشرات هطول الأمطار وتطبيقها على مدن ومناطق المملكة خاصة المتضررة من السيول بسبب هطول الأمطار الغزيرة.

المراجع:

الرسائل العلمية:

الشمراني , عبدالرحمن محمد (٢٠١٢م)، التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول في شمالي مدينة الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية, رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.

العيوني, سمير حمزة (٢٠٠٥م)، الأنماط الجوية المرتبطة بالعواصف الرعدية الشديدة في المملكة العربية السعودية, رسالة دكتوراه غير منشورة, قسم الجغرافيا، كلية الآداب, جامعة الملك سعود.

المصادر والمطبوعات:

الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، البيانات المناخية السنوبية لمحطة الرياض للفترة (١٩٨٥-٢٠١٤م).

الكليبي, فهد محمد عبدالله (٢٠١٢م)، جريدة الرياض.

مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات (٢٠١٤م)، الكتاب الإحصائي السنوي، ع٥٠، فصل السكان، جدول ٢-٢. الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

الكتب والأبحاث:

أبو العطا, فهمي هلالي (١٩٨٥م), الطقس والمناخ: دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ, الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.

أبو حية, سعيد سليمان (٢٠١٣م)، فاعلية وسائل الإنذار المبكر في الوقاية من أخطار السيول والفيضانات, دراسة ميدانية من وجهة نظر ضباط الدفاع المدني بمدينة الرياض, رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الشرعية، كلية الدراسات العليا، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية.

أحمد, يوسف (١٩٩٣م), مناخ المملكة العربية السعودية, رسائل جغرافية, ١٥٧, قسم الجغرافيا, الكويت: الجمعية الجغرافية الكويتية.

الأحيدب, إبراهيم سليمان (٢٠٠٠م), توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة، الرياض: (الناشر والمؤلف).

الأحيدب، إبراهيم سليمان (١٩٩٩م), المخاطر الطبيعية في المملكة العربية السعودية, ط٢، الرياض.

الأحيدب، إبراهيم سليمان (١٩٩٧م)، أودية منطقة الرياض، دراسة جغرافية، الرياض: (الناشر والمؤلف)

جاد, طه محمد (١٩٨٢م), الأمطار في الكويت, مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية, مج٢، ط١، الكويت.

سالم، طارق زكريا (٢٠٠٥م)، المناخ وراحة الإنسان في عسير، القاهرة: د.ن.

السيد, عبد الملك قسم (١٩٩٥هـ)، احتمالات هطول الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية, بحوث جغرافية, الجمعية الجغرافية السعودية. العدد (٢١), الرياض: جامعة الملك سعود.

عزيز, مكي (١٩٧٧م)، الأمطار في المملكة العربية السعودية, مجلة كلية الآداب, المجلد الثاني, السنة الثانية، الرياض: جامعة الملك سعود.

موسى, علي حسن (١٩٨٨م), التغيرات المناخية, دمشق: دار الفكر المعاصر.

موسى, علي حسن (١٩٨٦م), الرصد والتنبؤ الجوي، دمشق: دار دمشق للطباعة والصحافة والنشر.

المراجع الأجنبية:

Amendment (1994), ***The Synoptic Code Detailed Description*****, Observer's Handbook.**

Critchfield, Howard (1983), ***General Climatology*****, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.**

Lutgens, F., & Tarbuck, E. (1982), ***The Atmosphere: an introduction to meteorology*****, New JerseyL Prentice-Hall, Inc.**

Mother, Iohn (1974), ***Climatology: Fundamentals and Applications*****, New York: McGRAW-Hill Com.**

Oliver, J. E. (1973), Climate and Man's Environment. New York, John Wiley& sons patterns over the British Isles, ***International journal climatology*****.**

Oliver, John & John Hidore (1984), ***Climatology An Introduction*****, Columbusk: Charless Merill Publishing Com.**

الملاحق

المعدل الشهري والسنوي لدرجات الحرارة في محطة الرياض خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٤م)

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
١٩٨٥	١٥.٥	١٤.٢	٢٠.٠	٢٤.٨	٣٠.٥	٣٣.١	٣٣.٣	٣٥.٤	٣١.٠	٢٥.٩	٢١.٣	١٣.٨	٢٤.٩
١٩٨٦	١٢.٧	١٥.٤	١٩.٧	٢٣.٢	٣١.٠	٣٣.١	٣٥.٣	٣٥.٥	٣١.٥	٢٧.٠	١٩.٣	١٢.٦	٢٤.٧
١٩٨٧	١٣.٣	١٧.٧	١٩.٠	٢٥.٧	٣٢.٨	٣٣.٥	٣٦.٦	٣٥.٦	٣٣.١	٢٧.٩	٢٠.١	١٥.٧	٢٥.٩
١٩٨٨	١٢.٦	١٥.٩	٢١.٢	٢٥.١	٣١.٨	٣٤.٥	٣٥.٧	٣٥.٤	٣٢.١	٢٧.٢	١٩.٣	١٥.٥	٢٥.٥
١٩٨٩	١٠.٧	١٣.٢	٢٠.٠	٢٣.٧	٣١.٧	٣٣.٥	٣٦.٣	٣٥.١	٣١.١	٢٦.٠	٢٢.١	١٤.٠	٢٤.٨
١٩٩٠	١٢.١	١٥.٢	٢٠.٣	٢٦.١	٣٢.٢	٣٤.٤	٣٦.٠	٣٤.٤	٣٢.٠	٢٧.٤	٢٠.٧	١٦.٦	٢٥.٦
١٩٩١	١٤.٠	١٦.١	١٩.٩	٢٧.٢	٣٠.٥	٣٣.٩	٣٣.٧	٣٤.٠	٣٠.٨	٢٧.٠	٢٠.٥	١٦.٢	٢٥.٣
١٩٩٢	١٠.٢	١٣.٧	١٦.٩	٢٤.٦	٣٠.٩	٣٤.٤	٣٤.٤	٣٤.٩	٣٢.٠	٢٥.٥	١٩.٧	١٤.١	٢٤.٣
١٩٩٣	١١.٩	١٥.٠	٢٠.٩	٢٤.٠	٣٠.٣	٣٤.١	٣٥.٣	٣٥.١	٣٢.١	٢٧.٨	٢١.١	١٦.٤	٢٥.٣
١٩٩٤	١٥.٩	١٦.٢	٢٠.١	٢٧.٠	٣١.٦	٣٤.٧	٣٤.٥	٣٤.٩	٣٢.٣	٢٧.٩	٢٢.٨	١٣.٩	٢٦.٠
١٩٩٥	١٤.٢	١٦.٩	١٩.٣	٢٤.٨	٣١.٦	٣٤.٦	٣٥.٠	٣٥.٧	٣١.٨	٢٧.٦	١٩.٦	١٤.٠	٢٥.٤
١٩٩٦	١٤.٢	١٧.٤	٢٠.٥	٢٥.١	٣٢.٣	٣٤.٥	٣٧.٢	٣٦.٣	٣٢.٣	٢٦.٩	١٩.٦	١٦.٦	٢٦.١
١٩٩٧	١٤.٣	١٤.٩	١٨.٣	٢٤.٧	٣١.١	٣٥.٤	٣٥.٣	٣٤.٠	٣٣.١	٢٧.٤	١٨.٩	١٥.٥	٢٥.٢
١٩٩٨	١٢.٦	١٦.٩	١٩.٨	٢٦.٣	٣٢.٢	٣٦.٢	٣٦.٦	٣٧.٦	٣٤.٢	٢٦.٩	٢١.٦	١٧.٦	٢٦.٥
١٩٩٩	١٤.٣	١٨.٦	٢٠.٥	٢٧.٩	٣٣.٠	٣٥.٧	٣٥.٨	٣٦.٧	٣٣.٣	٢٨.٣	٢١.٩	١٥.٤	٢٦.٨
٢٠٠٠	١٤.٢	١٦.١	١٩.٩	٢٩.٢	٣٣.٠	٣٤.٩	٣٧.٧	٣٧.١	٣٢.٠	٢٧.٩	١٨.٧	١٥.٩	٢٦.٤
٢٠٠١	١٢.٧	١٥.٤	٢٢.٠	٢٧.٢	٣٢.٣	٣٤.١	٣٦.٣	٣٦.٩	٣٣.٣	٢٧.٣	١٩.٤	١٩.٠	٢٦.٣
٢٠٠٢	١٣.٥	١٦.٤	٢٠.٨	٢٦.٢	٣٣.١	٣٤.٩	٣٦.٦	٣٥.٤	٣٢.٩	٢٨.٠	١٩.٩	١٥.٣	٢٦.١
٢٠٠٣	١٣.٧	١٨.٠	٢١.٢	٢٧.٣	٣٢.٦	٣٥.٨	٣٦.١	٣٦.٨	٣١.٦	٢٧.٤	٢٠.٢	١٥.٦	٢٦.٣
٢٠٠٤	١٥.٨	١٦.١	٢١.٩	٢٥.٢	٣١.٧	٣٤.٦	٣٦.٢	٣٥.٦	٣١.٨	٢٧.٤	٢١.٤	١٣.٥	٢٥.٩
٢٠٠٥	١٣.٧	١٦.٠	٢٠.٦	٢٧.٢	٣١.٩	٣٥.٠	٣٦.٤	٣٥.٨	٣٢.٢	٢٦.٦	٢١.٤	١٧.٠	٢٦.١
٢٠٠٦	١٤.٤	١٧.٧	٢٢.٠	٢٦.١	٣٣.٢	٣٥.٤	٣٥.٨	٣٦.٦	٣٢.١	٢٧.٩	١٩.٨	١١.٧	٢٦.١
٢٠٠٧	١١.٩	١٧.١	٢٢.١	٢٧.٠	٣٢.٨	٣٥.٢	٣٥.٧	٣٦.٢	٣٢.٩	٢٦.٨	٢٠.٧	١٥.٩	٢٦.٢
٢٠٠٨	١٢.٥	١٤.٨	٢٣.٤	٢٧.٢	٣٢.٦	٣٤.٧	٣٦.٤	٣٥.٨	٣٣.٦	٢٦.٨	١٩.٢	١٣.٠	٢٥.٨
٢٠٠٩	١٣.٠	١٨.٨	٢٠.٣	٢٦.٠	٣٢.٨	٣٥.٧	٣٥.٦	٣٥.٧	٣٣.٣	٢٧.١	٢١.٥	١٦.١	٢٦.٣
٢٠١٠	١٥.٥	١٩.٥	٢٣.٢	٢٧.٤	٣١.٥	٣٦.١	٣٦.٩	٣٧.١	٣٣.٢	٢٨.٤	١٩.٢	١٤.٨	٢٦.٩
٢٠١١	١٤.٤	١٧.٣	١٩.٩	٢٦.٠	٣٣.٠	٣٥.٥	٣٦.٥	٣٦.١	٣٣.٠	٢٦.٨	١٩.٠	١٣.٠	٢٥.٩
٢٠١٢	١٤.٣	١٦.٢	١٩.٢	٢٥.٥	٣٤.٠	٣٥.٥	٣٧.٣	٣٦.٤	٣٢.٥	٢٧.٨	٢٠.٨	١٦.٠	٢٦.٣
٢٠١٣	١٥.٨	١٧.٩	٢٢.١	٢٦.١	٣٠.٤	٣٤.٢	٣٦.٦	٣٥.٤	٣٢.٥	٢٦.٢	٢٠.٤	١٤.٩	٢٦.٠
٢٠١٤	١٣.٧	١٥.٨	٢٢.٤	٢٨.٠	٣٢.٣	٣٤.٥	٣٦.٠	٣٥.٩	٣٣.١	٢٨.٦	١٩.٦	١٦.٣	٢٦.٣
المتوسط	١٣.٦	١٦.٣	٢٠.٦	٢٦.١	٣٢.٠	٣٤.٧	٣٥.٩	٣٥.٨	٣٢.٤	٢٧.٣	٢٠.٣	١٥.٢	٢٥.٨

المعدل الشهري والسنوي للرطوبة النسبية في محطة الرياض خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٤م)

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
١٩٨٥	٤٨.٢	٢٧.٩	٢٢.٢	٢٤.٩	٢٠.٢	٧.٢	٨.٩	٨.٢	٨.٨	١٦.١	٣٨.١	٥٥.٠	**٢٣.٨**
١٩٨٦	٤٥.٩	٤٤.٧	٤١.٨	٥٣.٠	٢٠.٠	١٣.٥	١١.٠	١٢.٨	١٥.٥	٢٠.٦	٣٨.٢	٥٤.٠	**٣٠.٩**
١٩٨٧	٣٢.٨	٢٩.٨	٤٩.٥	٢٤.١	١٦.٣	٩.٦	٨.٤	١٣.٧	١٣.٢	٢٢.٠	٢٧.٩	٤٥.٥	**٢٤.٤**
١٩٨٨	٤٩.٥	٤٨.٠	٢٧.٤	٣٢.٤	١٤.٢	٩.٧	١٠.٠	١٢.٥	١٣.٠	١٩.٤	٢٨.٢	٤٢.٣	**٢٥.٥**
١٩٨٩	٣٥.٨	٢٩.٢	٣٤.٤	٣٨.٩	١٥.٧	١٠.٣	٨.٦	١٠.٧	١٤.٤	٢٠.٠	٣٨.٨	٥٢.٥	**٢٥.٨**
١٩٩٠	٥٣.٧	٤٤.٩	٢٤.٦	٢٤.٤	١٦.١	٨.٧	٨.٩	١١.٤	١٣.١	١٨.٨	٢٨.٣	٣٨.٥	**٢٤.٣**
١٩٩١	٥٦.٩	٣٧.٥	٤٠.٣	٢٨.٤	١٦.٧	١٢.٦	١٢.٥	١٣.٧	١٦.٦	٢٨.٩	٢٦.١	٤٧.٣	**٢٨.١**
١٩٩٢	٤٥.٩	٣٧.٨	٣٧.٣	٢٦.٣	١٩.٥	١١.٠	١٠.٠	١٣.٩	١٤.١	١٦.٥	٣٧.٦	٦٠.٣	**٢٧.٥**
١٩٩٣	٦٤.١	٤٩.٤	٣٢.٦	٤٣.٧	٢٧.١	١٢.١	١٠.٥	١٣.٥	١٤.٤	٢٢.٧	٣٠.٤	٣٧.٨	**٢٩.٨**
١٩٩٤	٤٠.٧	٢٥.٠	٣٢.٨	٢٥.٥	٢١.٣	٨.٦	١٠.٢	١٠.٩	١٧.٧	٢٦.٩	٣٨.٢	٤٣.٤	**٢٥.١**
١٩٩٥	٤١.٩	٤٤.١	٤٣.١	٣٧.٥	١٥.٦	١٠.٥	١٠.٤	١٠.٥	١٣.٤	١٩.٤	٢٤.٨	٧٣.٠	**٢٨.٧**
١٩٩٦	٦٧.٥	٤٨.٥	٤٦.٢	٣٨.٨	٢١.٣	١٣.٣	١٠.٩	١١.٣	١٣.٦	٢٠.٣	٣٨.٣	٣٦.٨	**٣٠.٦**
١٩٩٧	٣٩.٦	٢٣.٩	٤٣.٦	٢٩.٢	١٨.٧	١١.٦	٩.٣	١٣.٣	١٤.١	٣٥.٥	٧٥.٠	٥٩.٢	**٣١.١**
١٩٩٨	٦٦.٠	٤٤.٠	٤٢.٩	٢٥.٩	٢٠.٣	١١.٨	١٣.٥	١٥.٥	١٥.٣	١٧.٠	٢٢.١	٢٩.٣	**٢٧.٠**
١٩٩٩	٤٨.٢	٤٧.٣	٢٧.٧	١٧.٢	١٠.٤	٧.٦	٩.٢	١٠.٤	١٣.٨	١٥.٣	٢٧.٦	٣٧.٥	**٢٢.٧**
٢٠٠٠	٤٣.٨	٢٥.٤	١٦.١	١٨.٠	١٥.٠	٧.٨	٦.٧	١٠.٦	١١.٧	٢٣.٤	٦٣.٣	٥٢.٠	**٢٤.٥**
٢٠٠١	٤٦.٩	٣٣.٧	٣٦.٨	١٩.٢	١٣.٤	٨.٨	٩.٧	١٢.١	١٣.٢	١٧.٠	٢٧.٥	٥٠.١	**٢٤.٠**
٢٠٠٢	٥١.٥	٣٥.٦	٤٣.٦	٢٦.٨	١٣.٩	١٠.٧	١٠.٥	١٢.٤	١٤.٥	١٨.٥	٤١.٢	٥٧.٦	**٢٨.١**
٢٠٠٣	٤٥.٦	٣٩.٣	٢٩.٨	٢٧.٧	١٦.٩	١١.٠	١١.٠	١٣.٣	١٤.٥	٢٠.٥	٣٨.٩	٦٣.٩	**٢٧.٧**
٢٠٠٤	٦٦.٧	٣٧.٩	٢٣.٤	٤١.٣	١٦.٤	١١.٣	١٠.٥	١٢.٥	١٣.٢	١٧.٤	٣٤.٦	٥٧.٩	**٢٨.٦**
٢٠٠٥	٤٧.٥	٥٢.١	٤٥.٢	٢٩.١	١٦.٣	١٢.١	١٢.٣	١٣.١	١٥.١	٢١.٢	٤٤.٣	٣٨.٩	**٢٨.٩**
٢٠٠٦	٤٦.٠	٤٤.٥	٢٩.٦	٣٤.٧	٢٠.٠	١٠.٢	١٢.٦	١٣.٦	١٦.٢	٢٢.٧	٥٣.٥	٦٢.٨	**٣٠.٥**
٢٠٠٧	٥٤.١	٥٠.٧	٣٢.١	٣٤.٣	٢٠.١	١٣.٢	١٣.٢	١٤.١	١٥.٦	٢٠.٥	٢٧.٣	٣٧.١	**٢٧.٧**
٢٠٠٨	٤٤.٤	٢٤.٧	١٣.٠	١٨.٥	١٥.٠	٩.٢	٩.٨	١١.٦	١٥.٨	٢٥.٧	٤٨.٧	٣٢.٥	**٢٢.٤**
٢٠٠٩	٣٤.٦	٢٧.٦	٢٥.٤	٣٠.٣	١٥.٧	٩.٧	١٤.٤	١٨.٥	٢٠.٥	٢٣.٨	٤٣.٨	٥٨.٨	**٢٦.٩**
٢٠١٠	٤٢.٨	٣٤.٨	٢٧.٠	٣١.٨	٣١.٣	١٥.٢	١٤.٧	١٩.٤	١٩.٠	٢٤.٤	٣٢.٦	٣٧.١	**٢٧.٥**
٢٠١١	٥٩.٣	٤٢.١	٣٥.٧	٣٠.٢	٢١.٣	١٤.٠	١٣.٧	١٤.٤	١٧.٩	٢٤.٥	٤٢.٥	٤٣.٢	**٢٩.٩**
٢٠١٢	٣٩.١	٣١.٢	٢٩.١	٣٨.٢	١٥.٢	١١.٣	١١.٩	١٣.٢	١٥.٢	٢٢.٠	٤١.١	٥٩.٦	**٢٧.٣**
٢٠١٣	٣٦.٥	٣٠.٣	٢٦.٥	٣٢.٠	٢٥.٠	١٠.٥	١٠.٢	١١.٢	١٣.٦	١٧.٨	٥٢.٤	٤٣.٤	**٢٥.٨**
٢٠١٤	٦١.٦	٣٧.٥	٢٩.٢	٢٠.٩	١٥.٦	١٠.٣	١٠.٠	١٢.٧	١٤.١	٢٣.٦	٤٢.٦	٤٦.٣	**٢٧.٠**
المتوسط	**٤٨.٦**	**٣٧.٦**	**٣٣.٠**	**٣٠.١**	**١٨.١**	**١٠.٨**	**١٠.٨**	**١٢.٨**	**١٤.٧**	**٢١.٤**	**٣٨.٥**	**٤٨.٤**	٢٧.١

المعدل الشهري والسنوي للضغط الجوي في محطة الرياض خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٤م)

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
١٩٨٥	٩٤٧.٤	٩٤٦.٩	٩٤٥.٥	٩٤٢.٧	٩٤٠.٠	٩٣٧.٠	٩٣٥.٠	٩٣٤.٧	٩٣٩.٨	٩٤٥.٣	٩٤٨.٠	٩٤٩.٢	**٩٤٢.٦**
١٩٨٦	٩٤٩.٢	٩٤٦.٦	٩٤٤.٤	٩٤٢.٤	٩٤٠.٤	٩٣٦.٤	٩٣٥.١	٩٣٥.٨	٩٤١.١	٩٤٥.٨	٩٤٧.٠	٩٤٩.٩	**٩٤٢.٨**
١٩٨٧	٩٥١.٤	٩٤٧.٨	٩٤٣.٨	٩٤٤.٦	٩٤١.٤	٩٣٨.٥	٩٣٥.٥	٩٣٦.٠	٩٤٠.٧	٩٤٤.٧	٩٤٨.٧	٩٥٠.١	**٩٤٣.٦**
١٩٨٨	٩٤٩.٣	٩٤٦.٠	٩٤٤.٧	٩٤٣.٣	٩٤١.٨	٩٣٧.٤	٩٣٣.٣	٩٣٥.٢	٩٣٩.٩	٩٤٥.٠	٩٤٩.٦	٩٤٩.١	**٩٤٢.٩**
١٩٨٩	٩٤٩.٧	٩٤٩.٧	٩٤٤.٠	٩٤٤.٨	٩٤٢.١	٩٣٨.٥	٩٣٥.٢	٩٣٦.٥	٩٤٠.٨	٩٤٥.٩	٩٤٨.٣	٩٤٩.٦	**٩٤٣.٨**
١٩٩٠	٩٥٠.٣	٩٤٥.٩	٩٤٧.٤	٩٤٣.٤	٩٣٩.٥	٩٣٧.٣	٩٣٤.٤	٩٣٦.٥	٩٣٩.٨	٩٤٥.٩	٩٤٨.٧	٩٤٩.٥	**٩٤٣.٢**
١٩٩١	٩٤٨.٠	٩٤٧.٩	٩٤٥.١	٩٤٤.٣	٩٤٢.٣	٩٣٦.٧	٩٣٥.٣	٩٣٦.٢	٩٤١.٤	٩٤٥.٥	٩٤٩.٠	٩٤٧.٧	**٩٤٣.٣**
١٩٩٢	٩٥٠.٣	٩٤٨.٢	٩٤٦.٧	٩٤٣.٦	٩٤١.٣	٩٣٧.٥	٩٣٦.٢	٩٣٦.٧	٩٤٠.٨	٩٤٦.١	٩٤٩.١	٩٤٨.٩	**٩٤٣.٨**
١٩٩٣	٩٥٠.١	٩٤٨.٣	٩٤٥.٧	٩٤٤.٤	٩٤١.٢	٩٣٧.٤	٩٣٤.٥	٩٣٦.٧	٩٣٩.٤	٩٤٥.٥	٩٤٧.٥	٩٤٩.٥	**٩٤٣.٤**
١٩٩٤	٩٤٧.٤	٩٤٦.٥	٩٤٤.٥	٩٤٢.٣	٩٤٠.٥	٩٣٥.٠	٩٣٣.٥	٩٣٤.٩	٩٤٠.٥	٩٤٥.٣	٩٤٦.٢	٩٥٠.٦	**٩٤٢.٣**
١٩٩٥	٩٥٠.١	٩٤٦.٢	٩٤٤.٨	٩٤٢.٢	٩٤٠.٥	٩٣٦.٥	٩٣٢.٧	٩٣٤.٥	٩٣٩.٨	٩٤٤.٠	٩٤٧.٣	٩٤٩.٠	**٩٤٢.٣**
١٩٩٦	٩٤٦.٦	٩٤٤.٥	٩٤٢.٣	٩٤٢.٧	٩٣٩.٨	٩٣٥.٨	٩٣٢.٨	٩٣٤.٧	٩٣٩.٢	٩٤٤.٦	٩٤٨.١	٩٤٩.٢	**٩٤١.٧**
١٩٩٧	٩٤٧.٦	٩٤٨.٣	٩٤٣.٥	٩٤٢.٩	٩٤١.٥	٩٣٥.٧	٩٣٤.٤	٩٣٧.٠	٩٤٠.٤	٩٤٥.٢	٩٤٦.٩	٩٤٨.٤	**٩٤٢.٦**
١٩٩٨	٩٤٨.٠	٩٤٦.٢	٩٤٥.٣	٩٤٢.٩	٩٤٠.٥	٩٣٦.٢	٩٣٣.٢	٩٣٤.٤	٩٣٨.٧	٩٤٣.٧	٩٤٦.٩	٩٤٩.٣	**٩٤٢.١**
١٩٩٩	٩٤٦.٧	٩٤٥.٢	٩٤٢.٥	٩٤١.٧	٩٣٨.٨	٩٣٥.٣	٩٣٢.٩	٩٣٣.٩	٩٣٧.٩	٩٤٣.١	٩٤٦.٩	٩٤٩.٣	**٩٤١.٢**
٢٠٠٠	٩٤٦.٣	٩٤٦.٥	٩٤٤.٩	٩٤١.٢	٩٣٨.٨	٩٣٥.٤	٩٣٢.١	٩٣٣.٧	٩٣٨.٧	٩٤٣.٥	٩٤٧.١	٩٤٨.٠	**٩٤١.٣**
٢٠٠١	٩٤٨.٨	٩٤٦.٩	٩٤٤.٣	٩٤٢.٤	٩٣٨.٧	٩٣٥.٣	٩٣٣.٤	٩٣٥.١	٩٣٩.٨	٩٤٣.٧	٩٤٨.٠	٩٤٨.١	**٩٤٢.١**
٢٠٠٢	٩٤٩.١	٩٤٨.٥	٩٤٤.٥	٩٤١.٩	٩٣٨.٦	٩٣٦.٣	٩٣٥.٤	٩٣٥.٩	٩٤١.١	٩٤٤.٠	٩٤٨.٠	٩٤٨.٣	**٩٤٢.٦**
٢٠٠٣	٩٤٩.٠	٩٤٥.٢	٩٤٣.٩	٩٤٢.٢	٩٤١.٠	٩٣٥.٥	٩٣٣.٩	٩٣٤.٩	٩٤٠.١	٩٤٤.٨	٩٤٧.٩	٩٤٩.٣	**٩٤٢.٣**
٢٠٠٤	٩٤٥.٥	٩٤٨.٧	٩٤٦.٢	٩٤٢.٥	٩٣٩.٨	٩٣٧.٣	٩٣٤.٣	٩٣٥.٩	٩٤٠.٤	٩٤٦.٥	٩٤٧.٢	٩٤٨.٨	**٩٤٢.٨**
٢٠٠٥	٩٤٨.١	٩٤٥.٦	٩٤٥.٣	٩٤٣.٦	٩٤٠.٠	٩٣٦.٧	٩٣٤.٧	٩٣٥.٤	٩٣٩.٧	٩٤٥.٤	٩٤٧.١	٩٤٨.٦	**٩٤٢.٥**
٢٠٠٦	٩٤٨.١	٩٤٦.٥	٩٤٤.٢	٩٤٢.١	٩٤٠.١	٩٣٦.٧	٩٣٤.٦	٩٣٤.٤	٩٣٩.٧	٩٤٤.٨	٩٤٦.٧	٩٤٩.١	**٩٤٢.٣**
٢٠٠٧	٩٥١.٠	٩٤٥.٢	٩٤٣.٥	٩٤٢.٠	٩٣٩.٩	٩٣٤.٧	٩٣٤.٢	٩٣٤.٧	٩٣٨.٤	٩٤٥.٤	٩٤٧.٥	٩٤٨.٧	**٩٤٢.١**
٢٠٠٨	٩٤٧.٦	٩٥٠.٢	٩٤٣.٩	٩٤٢.٦	٩٣٨.٩	٩٣٥.٩	٩٣٣.٥	٩٣٤.٥	٩٣٩.٣	٩٤٥.١	٩٤٧.٩	٩٤٩.٢	**٩٤٢.٤**
٢٠٠٩	٩٤٨.٧	٩٤٥.٧	٩٤٣.٩	٩٤٢.٠	٩٤٠.٠	٩٣٧.٦	٩٣٤.٧	٩٣٦.٣	٩٤٠.٠	٩٤٣.٢	٩٤٦.٣	٩٤٧.٣	**٩٤٢.١**
٢٠١٠	٩٤٩.٦	٩٤٥.٣	٩٤٦.١	٩٤٣.٢	٩٣٩.٨	٩٣٦.٧	٩٣٣.٨	٩٣٤.٢	٩٣٩.٢	٩٤٣.٧	٩٤٧.٧	٩٤٨.٠	**٩٤٢.٣**
٢٠١١	٩٤٧.١	٩٤٤.٧	٩٤٦.٢	٩٤١.٦	٩٤٠.٠	٩٣٥.٧	٩٣٣.٧	٩٣٤.١	٩٣٨.٣	٩٤٤.٣	٩٤٦.١	٩٥٠.٤	**٩٤١.٨**
٢٠١٢	٩٤٧.٣	٩٤٦.٤	٩٤٦.٠	٩٤١.٧	٩٣٩.٨	٩٣٦.١	٩٣٢.٩	٩٣٥.١	٩٣٩.٦	٩٤٤.٧	٩٤٦.٧	٩٤٧.٦	**٩٤٢.٠**
٢٠١٣	٩٤٨.٣	٩٤٧.٧	٩٤٤.٩	٩٤١.٢	٩٤٠.٣	٩٣٦.٠	٩٣٣.١	٩٣٥.١	٩٣٩.٦	٩٤٤.٥	٩٤٦.٥	٩٤٩.٧	**٩٤٢.٢**
٢٠١٤	٩٤٩.١	٩٤٦.٦	٩٤٤.١	٩٤٣.٥	٩٤٠.٦	٩٣٧.٣	٩٣٥.١	٩٣٥.٧	٩٣٩.٣	٩٤٤.٧	٩٤٧.٩	٩٥٠.٤	**٩٤٢.٩**
المتوسط	**٩٤٨.٥**	**٩٤٦.٨**	**٩٤٤.٧**	**٩٤٢.٧**	**٩٤٠.٣**	**٩٣٦.٥**	**٩٣٤.١**	**٩٣٥.٣**	**٩٣٩.٨**	**٩٤٤.٨**	**٩٤٧.٦**	**٩٤٩.٠**	**٩٤٢.٥**

المعدل الشهري والسنوي لسرعة الرياح في محطة الرياض خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٤م)

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
١٩٨٥	٤.٥	٥.٩	٧.٤	٧.١	٦.٢	٧.٨	٦.٠	٥.١	٣.٩	٣.١	٣.٦	٥.٣	**٥.٥**
١٩٨٦	٥.٤	٧.٩	٧.٩	٧.٢	٧.٩	٧.٦	٨.٠	٧.٢	٤.٢	٣.٢	٧.٢	٥.٩	**٦.٦**
١٩٨٧	٥.٠	٥.٨	٨.٤	٧.١	٦.٧	٨.١	٦.٢	٦.٣	٥.٢	٧.٤	٤.٧	٧.٠	**٦.٥**
١٩٨٨	٧.٠	٧.٧	٩.٤	٧.٤	٦.٥	٧.٠	٧.٧	٦.٢	٦.٤	٣.٠	٤.٤	٤.٤	**٦.٤**
١٩٨٩	٧.٢	٧.١	٧.٦	٥.٠	٦.٤	٧.٩	٧.٩	٥.٥	٥.١	٤.٣	٥.٨	٥.٤	**٦.٣**
١٩٩٠	٥.٨	٧.٦	٧.٩	٧.٨	٥.٩	٧.٠	٦.٩	٥.٧	٤.٨	٣.٤	٢.٦	٣.٥	**٥.٨**
١٩٩١	٦.٧	٧.٣	٦.٠	٥.٣	٥.٧	٥.٨	٧.٥	٥.٥	٣.٩	٣.٩	٢.٣	٦.٢	**٥.٥**
١٩٩٢	٦.٩	٦.١	٦.٧	٦.٥	٧.٧	٥.٦	٨.٢	٤.١	٤.٦	٤.٣	٤.٧	٥.٩	**٥.٩**
١٩٩٣	٥.١	٦.٥	٨.٠	٦.٥	٦.١	٥.٠	٨.٢	٥.٠	٣.٧	٤.٣	٣.٦	٣.١	**٥.٤**
١٩٩٤	٥.٠	٥.٨	٦.٤	٦.١	٦.٥	٧.٧	٨.٧	٦.٧	٤.٠	٤.١	٦.٥	٦.١	**٦.١**
١٩٩٥	٣.٩	٦.٩	٦.٥	٧.٥	٥.٣	٦.٦	٧.٨	٦.٠	٤.٣	٣.٢	٤.١	٦.٨	**٥.٧**
١٩٩٦	٥.٥	٦.٣	٦.٣	٦.٨	٤.٥	٥.٩	٥.٧	٥.٧	٤.٨	٤.٢	٣.٨	٣.٧	**٥.٣**
١٩٩٧	٤.٧	٥.٨	٧.٨	٦.٤	٥.٧	٥.٦	٧.٤	٦.٧	٣.٦	٣.٦	٥.٦	٦.٠	**٥.٧**
١٩٩٨	٥.٩	٦.٥	٦.٥	٥.٩	٥.٧	٥.٦	٦.١	٥.٠	٤.٢	٤.٠	٢.٨	٣.٤	**٥.١**
١٩٩٩	٤.٩	٦.٢	٦.٦	٦.٦	٥.٩	٤.٩	٦.١	٥.٦	٤.٠	٢.٣	٤.٣	٣.٥	**٥.١**
٢٠٠٠	٥.٢	٥.٩	٧.٠	٦.٦	٥.٢	٥.٣	٦.١	٤.٩	٤.٤	٤.٩	٥.٨	٥.٠	**٥.٥**
٢٠٠١	٤.٦	٥.٢	٥.٥	٧.٠	٦.٨	٨.٥	٥.٢	٥.١	٤.٦	٤.٢	٤.٥	٤.٨	**٥.٥**
٢٠٠٢	٥.٤	٦.٠	٦.٥	٦.٢	٦.٧	٦.٧	٤.٧	٦.٨	٤.٦	٤.١	٤.٨	٥.٩	**٥.٧**
٢٠٠٣	٥.٣	٦.٣	٦.٧	٧.٢	٧.٣	٦.٣	٦.٠	٥.١	٥.٣	٤.٤	٤.٨	٤.٩	**٥.٨**
٢٠٠٤	٥.٤	٥.٩	٥.٥	٦.٩	٦.٣	٦.٩	٦.٤	٥.٥	٤.٨	٣.٠	٥.٢	٥.٩	**٥.٦**
٢٠٠٥	٦.١	٥.٨	٦.٥	٦.٤	٥.٧	٦.٧	٧.٩	٦.٢	٥.٣	٣.٦	٤.٨	٤.١	**٥.٨**
٢٠٠٦	٥.٤	٧.٠	٨.٤	٦.١	٦.١	٦.١	٦.٧	٥.٨	٤.٩	٤.٤	٥.٠	٥.٨	**٦.٠**
٢٠٠٧	٤.٨	٤.١	٤.٤	٦.٧	٥.٨	٧.١	٦.٦	٥.٤	٤.٧	٣.١	٣.٥	٤.١	**٥.٠**
٢٠٠٨	٥.٦	٦.٩	٥.٢	٦.٢	٦.٤	٨.٣	٦.٥	٥.٧	٣.٦	٤.٦	٤.٥	٤.١	**٥.٦**
٢٠٠٩	٤.٩	٥.٨	٦.٨	٥.٩	٦.٠	٥.٧	٦.٩	٤.٨	٤.٧	٤.٥	٤.٨	٤.٥	**٥.٤**
٢٠١٠	٥.٠	٥.٤	٥.٠	٧.١	٦.٠	٧.٦	٧.١	٥.٦	٤.٧	٤.٣	٣.٩	٣.٦	**٥.٤**
٢٠١١	٥.٠	٦.٣	٧.١	٧.٤	٦.٣	٦.٧	٧.٥	٥.٥	٤.٧	٣.٧	٦.٣	٣.٩	**٥.٩**
٢٠١٢	٥.٤	٦.٢	٦.٨	٦.٤	٧.١	٦.٩	٦.٢	٦.٩	٤.٩	٤.٠	٤.٦	٥.٧	**٥.٩**
٢٠١٣	٥.٧	٦.١	٦.٥	٧.٣	٦.٢	٨.٣	٨.٢	٥.٧	٤.٥	٤.٣	٥.٠	٥.٢	**٦.١**
٢٠١٤	٥.٦	٥.٨	٦.٥	٥.٤	٥.٨	٦.٣	٦.٩	٥.٨	٤.٥	٤.٥	٤.٥	٣.٠	**٥.٤**
المتوسط	**٥.٤**	**٦.٣**	**٦.٨**	**٦.٦**	**٦.٢**	**٦.٧**	**٦.٩**	**٥.٧**	**٤.٦**	**٤.٠**	**٤.٦**	**٤.٩**	**٥.٧**