مجلة العلوم العربية والإنسانية
جامعة القصيم، المجلد (٨)، العدد (٢)، ص ص ١٠٢١-١٠٩٦، (ربيع ثاني ١٤٣٦هـ/ يناير ٢٠١٥)

العواصف الترابية بمنطقتي الرياض والقصيم والعناصر المناخية المؤثرة فيها دراسة مناخية تحليلية

د. مطيرة بنت خويتم المطيري
أستاذ مشارك ، جامعة الأميرة نورة

ملخص البحث. تحدث العواصف الترابية في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية، ويرجع السبب في نشأتها وتكونها وتحركها للمنخفضات الجوية العميقة التي تخرج عن مسارها المعتاد نظراً لظروف التقلبات المناخية في الغلاف الجوي، والعواصف الترابية والغبار من الكوارث الطبيعية التي تخلف الكثير من الحوادث والتلفيات على كافة مستويات النشاط البشري والتنموي، علاوة على التأثير الصحي السيئ على السكان. وتحدث العاصفة الترابية عند توافر عدة شروط منها: تربة جافة، ومفككة، وعارية من الغطاء النباتي، وبلوغ الرياح السرعة العالية. وتهدف الدراسة إلى توضيح صورة التوزيع الجغرافي للعواصف الترابية الشهري والفصلي والسنوى في منطقة الدراسة، ودراسة الأحوال المناخية المصاحبة لحدوث العواصف الترابية والغبار، وقياس العلاقة الارتباطية بين تكرار العواصف الترابية والغبار، ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية ومعدلات الضغط الجوي، وتساقط الأمطار، وسرعة الرياح السائدة والقصوى. وايضاً دراسة احتمال حدوث العواصف الترابية والغبار والاتجاه الزمني لها في منطقة الدراسة، وتصنيف العواصف الترابية والغبار و السمات المناخية المصاحبة لها.

وتوصلت الدراسة الى عدة نتائج منها زيادة عدد العواصف الترابية في مدينة القصيم٥٩عاصفة عن الرياض ٤٤ عاصفة. وزيادة مجموع حدوث الغبار العالق في مدينة الرياض تبلغ ٢٢٧٢ مرة ،وفي القصيم تبلغ ١٢٦٧مرة. وتأثير سرعة الرياح السائدة في تكرار العواصف الترابية في مدينة الرياض بنسبة ٣٢٪، والغبار بنسبة ٦٩٪. وفي مدينة القصيم تسهم سرعة الرياح في تكرار العواصف الترابية بنسبة ٦٤٪، والغبار بنسبة٨٢٪، كما تؤثر سرعة الرياح القصوى في تكرار العواصف الترابية في مدينة الرياض بنسبة ٤٧٪،والغبار ٥٩ ٪.أما مدينة القصيم بنسبة ٨٩٪، والغبار٨٥ ٪.

مقدمة

أدى الموقع الجغرافي والموقع الفلكي للمملكة العربية السعودية إلى وقوعها ضمن الإطار العام لمنطقة الضغط الجوي المرتفع شبه المداري، مما جعل مناخ المملكة يصنّف ضمن المناخ الصحراوي الحار الجاف لمعظم مناطقها، يستثنى من ذلك المرتفعات الجبلية في القطاع الجنوبي الغربي. كما يلعب تباين التضاريس دوراً مهماً في تعرض المملكة لمؤثرات جوية إقليمية ومحلية، ويؤدى ذلك إلى تباين أحوال الطقس والمناخ على المستويين الفصلي والسنوى، ويختلف ذلك من منطقة إلى أخرى نظراً لاتساع مساحة المملكة وأراضيها المترامية الأطراف، حيث تتسم بعض المناطق بالهدوء والاستقرار، بينما تتسم أخرى بالاضطراب.

هذا الاضطراب ينجم عنه مجموعة من الظواهر الجوية في كثير من الأحيان تتسبب في الكوارث الطبيعية والمخاطر في بعض المناطق سنوياً، وينجم عنها خسائر وأضرار جسيمة على الصعيدين المادي والبشري، وينشأ عنها العديد من المشكلات الاقتصادية والصحية والاجتماعية. ورغم أنه من المستحيل دفع هذه المخاطر أو الكوارث ومنع حدوثها، إلا أنه بالإمكان العمل على الحد من اتساع تأثيرها والتقليل من الخسائر والأضرار بالاستفادة من التقدم العلمي والتكنولوجي الكبير في مجال الأرصاد الجوية.

وتعد ظاهرة العواصف الترابية من الظواهر الجوية التي تؤثر بشكل مباشر على أراضي المملكة العربية السعودية إذ تهب تلك العواصف من اتجاهات مختلفة وفقاً لتحركات المنخفضات الجوية وطبيعة الضغط الجوى، ومن أكثر المناطق التي تتعرض لظاهرة العواصف الترابية القطاعان الشرقي والأوسط، ومنها منطقتا الرياض والقصيم.

مشكلة البحث

تحدث العواصف الترابية في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية، ويرجع السبب في نشأتها وتكونها وتحركها للمنخفضات الجوية العميقة التي تخرج عن مسارها المعتاد نظراً لظروف التقلبات

المناخية في الغلاف الجوي، وتحمل الرياح الشديدة المتغيرة الاتجاهات معها كميات من الرمال من الصحاري والمناطق الجافة، لتردم بها المناطق العمرانية والزراعية، وتدمر المحاصيل والمنشآت، وتمثل خطراً على الملاحة الجوية والبحرية والطرق البرية (بدوي، ٢٠٠٤م: ١٢٥-١٢٦).

وتحيط بمراكزنا الحضرية بحار الرمال الواسعة المتصلة، إذ تشكل بحار الرمال حوالي ثلث مساحة المملكة العربية السعودية (٨٠٠٠٠٠كم٢)، هذا من جهة ومن جهة أخرى وكمظهر من مظاهر الصحراء القاحلة والمتطرفة فإن التربة السطحية في معظم مناطق المملكة العربية السعودية والدول المجاورة مفككة وجافة بل وشبه خالية من المصدات الطبيعية من النباتات الطبيعية بسبب الجفاف والرعي والاحتطاب الجائر وأيضاً شيوع رحلات الصيد والبر لدى شريحة عريضة من السكان (المسند، ٢٠١٠م: ٣).

ويتعرض شمال ووسط وشرق المملكة ومدينتا الرياض والقصيم للعديد من تلك العواصف التي تسببت في مشكلات كبيرة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر:

- تعرضت القصيم في شهر رمضان ١٤٢٢هـ، إلى عاصفة رملية هوجاء، حيث انعدمت الرؤية تماماً، وحجب ضوء الشمس، أصبح النهار وكأنه ظلام دامس حالك (بدوي: ٢٠٠٤م: ١٢٦).
- وما حدث يوم الثلاثاء ١٣ ربيع الأول ١٤٣٠هـ ،كان متوقعاً حيث تم التحذير بعد مراقبة المنخفض العميق الذي بلغ ٩٩٥ ملليبارا وكان مساره آتياً من البحر المتوسط عابراً شمال الجزيرة العربية وبلاد الشام ،وقد انجذب الى ذلك المنخفض أيضاً الرياح الجنوبية الشرقية الدافئة كاستجابة لطبيعية ذلك المنخفض الجوى مما أدى إلى رفع درجة الحرارة إلى حوالي ٣٥م في المنطقة الوسطى ثم بدأت الرياح بالانحراف السريع إلى جنوبية ثم جنوبية غربية ثم غربية ثم شمالية غربية قوية وباردة ومثيرة للغبار سجلت سرعتها حوالي ٦٠كم في الساعة وذلك في حفر الباطن. ويشار إلى أن المنخفض الجوي أثر على الغربية قبل الوسطى بيوم حيث ضربت عاصفة رملية المنطقة الغربية.

كما تسبب بهطول أمطار متفرقة شمال حائل وفي الجوف والحدود الشمالية. ولكن عاصفة الثلاثاء التي ضربت شمال شرق المملكة ثم الزلفي والقصيم فسدير والوشم وفي صباح اليوم نفسه ضربت العاصفة منطقة الرياض ثم الأفلاج وكذلك الشرقية والكويت حيث كانت العاصفة تلك الأقوى والأعنف منذ سنوات حيث بلغ مدى الرؤية حدودا متدنية جداً حوالي أقل من ٥٠ متراً في بعض المناطق كما أثرت العاصفة على حركة المواصلات البرية والجوية حيث علق في مطاري الرياض والكويت آلاف المسافرين، وتسببت بعشرات الحوادث على الطرقات وأغلقت جراءها المدارس في الزلفي والمجمعة وتغيب الآلاف من الطلاب والطالبات من المدارس وتسببت العاصفة في نشر الذعر في أوساط الطالبات في مدينة الرياض، فضلاً عن أن مئات من المصابين بالربو توجهوا إلى المستشفيات التي أعلنت هي الأخرى حالة الطوارئ منذ وقت مبكر من يوم الثلاثاء (المسند، ٢٠٠٩م).

أهداف البحث

يسعى البحث إلى تحقيق عدد من الأهداف تتمثل في:

١- توضيح صورة التوزيع الجغرافي للعواصف الترابية الشهري والفصلي والسنوى في منطقة الدراسة.

٢- قياس العلاقة الارتباطية بين تكرار العواصف الترابية والغبار (كمتغيرين تابعين) في منطقة الدراسة.وبين درجة الحرارة والضغط والرطوبة النسبية ومعدلات الضغط الجوي، وكميات تساقط الأمطار، سرعة الرياح السائدة والقصوى (كمتغيرات مستقلة).

٣- دراسة الأحوال المناخية المصاحبة لحدوث العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة.

٤- دراسة احتمال حدوث العواصف الترابية والغبار والاتجاه الزمني لها في منطقة الدراسة.

٥- تصنيف العواصف الترابية والغبار و السمات المناخية المصاحبة لها في منطقة الدراسة.

أهمية موضوع البحث

تعد العواصف الترابية والغبار من الكوارث الطبيعية التي تخلف الكثير من الحوادث والتلفيات على كافة مستويات النشاط البشري والتنموي، علاوة على التأثير الصحي السيئ على السكان. والعاصفة الترابية ظاهرة ميتيورولوجية شائعة تحدث في كثير من بقاع العالم الصحراوية ومنها الجزيرة العربية، تحدث عند توافر عدة شروط منها: تربة جافة، ومفككة، وعارية من الغطاء النباتي، وبلوغ الرياح السرعة العالية.

والعواصف الترابية تلعب دوراً كبيراً في القرارات العسكرية في الحروب، فعلى سبيل المثال عملية إنقاذ الرهائن الأميركيين في إيران في أبريل عام ١٩٨٠م كانت العاصفة الترابية الشديدة حجر الزاوية في تحقيق النصر من الهزيمة، حيث أفشلت العاصفة الترابية عملية إنقاذ الرهائن الامسريكيين، أيضاً أثرت العواصف الترابية الشديدة سلباً على عملية الحرب على العراق نهاية مارس ٢٠٠٣م (المسند، ٢٠١٠م: ٤-٥).

منهجية البحث

تتبع الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي، حيث يتم استعراض بيانات محطتي الرياض والقصيم خلال فترة الدراسة (١٩٩٧-٢٠١١م) لتتبع تكرار ظاهرة العواصف الترابية والغبار وإيجاد العلاقة بينها وبين العناصر المناخية المؤثرة بها. على النحو التالي:

١- الحد المكاني: حيث حصلت الباحثة على بيانات محطة مطار الملك خالد الدولي بالرياض ومحطة القصيم، جدول (١) وبياناتهما كالآتي:

الجدول رقم (١). بيانات محطتي منطقة الدراسة.

المحطة	رقم المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع (م)
الرياض	٤٠٤٣٧	٢٤ َ٤٢ °	٤٦ َ٤٤ °	٦٢٠م
القصيم	٤٠٤٠٥	٢٦ َ١٨ °	٤٣ َ٤٦ °	٦٤٦م

المصدر: وزارة الدفاع والطيران، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

٢- الحد الزمني: حيث تغطي فترة الدراسة خمسة عشر عاماً (١٩٩٧-٢٠١١م).

٣- حساب المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لتكرار العواصف الترابية والغبار وعناصر المناخ في منطقة الدراسة.

٤- قياس معامل الانحدار الخطي من خلال برنامج الحزم الإحصائية SPSS بين المتغير التابع (العواصف الترابية والغبار)، والمتغيرات المستقلة (درجة الحرارة ، والرطوبة النسبية، والضغط الجوي، وكميات التساقط، والسرعتين المتوسطة والقصوى للرياح واتجاهاتها).

٥- استخدام الأسلوب الكارتوجرافي لإعداد الأشكال البيانية والخرائط.

الدراسات السابقة

- **دراسة المسند (٢٠١٠م)**، بعنوان "رياح البوارح وأثرها في إثارة العواصف الرملية في شرقي المملكة العربية السعودية"، وهدفت الدراسة إلى تحديد وقت نشاط رياح البوارح ومكانها، وتحديد اتجاهها الجغرافي ونسبة تكرار هبوبها خلال فصل الصيف. إضافة إلى اختبار مدى صحة ملاحظة الأوائل حول وصف رياح البوارح مع البيانات المناخية الحديثة. واعتمدت الدراسة على تسع محطات مناخية مختارة ، وكشفت النتائج أن آلية الحراك في رياح البوارح الشمالية بفرعيها يكمن في اختلاف الضغط الجوي بين منخفض الهند الموسمي الذي يبدأ تأثيره في نهاية فصل الربيع.

- **دراسة آل سعود (١٩٨٥م)**. الرياح والعواصف الرملية في صحراء الدهناء، والتي تقع شمال منتزه سعد ببضعة كيلومترات على طريق الرياض - الدمام السريع. وتوصلت إلى نموذج إحصائي يربط بين الانسياق الرملي في العاصفة مقاساً بالمليلتر لكل ٠,٥سم/ساعة، وسرعة الرياح مقاسة بالمتر/ ثانية.

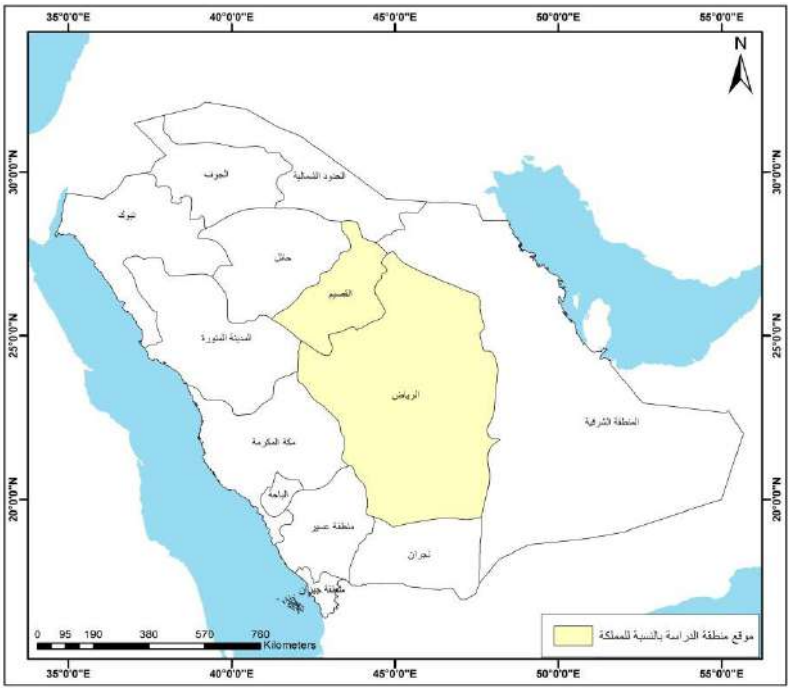
- **درس صيام (١٩٩٩م).** القوى التي تؤثر في اتجاه الرياح السطحية وسرعتها وهي قوة تدرج الضغط الجوي أو انحدار الضغط، وقوة تسارع كوريوليس حيث تعمل على حذف الرياح الهابة من النصف الشمالي للكرة الأرضية نحو يمين اتجاهها ونحو يساره في النصف الجنوبي، وتكون عمودية على اتجاه الرياح ولا تؤثر في سرعتها، وتناسب مقدار الانحراف طرداً مع السرعة الزاوية للأرض، وسرعة الرياح الأفقية وجيب درجة عرض المكان الهابة فوقه الرياح وعبر عنها بمعادلة.

العوامل التي تساعد في نشوء العواصف الترابية في منطقة الدراسة

١- موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في وسط المملكة العربية السعودية، وتحتل نطاقاً يمتد بين درجتي عرض ٤٢ َ ٢٤ ً و ١٨ َ ٢٦ ً شمالاً. ودرجتي طول ٤٤ َ ٤٦ ً و ٤٦ َ ٤٣ ً شرقاً ضمن المناخ المداري الصحراوي الدافئ شتاءً، والشديد الحرارة صيفاً لتعامد أشعة الشمس في فصل الصيف (٢١ يونيو) على مدار السرطان (٢٣ً شمالاً)، والأمطار قليلة تسقط في فصل الشتاء.

وتعتبر منطقة الدراسة جزءا من هضبة نجد، ويحدها من الشمال منطقة الحدود الشمالية ومنطقة حائل، ومن الشرق المنطقة الشرقية، ويحدها من الغرب منطقة المدينة المنورة ومنطقة مكة المكرمة ومنطقة عسير، ومن الجنوب منطقة نجران، وموقعها في وسط منطقة شاسعة من اليابس بعيدة عن المسطحات المائية أكسبها صفة القارية، وهذا الموقع الفلكي والجغرافي يؤثر على الظروف المناخية/ خريطة (١). وتحيط بها بحار الرمال الواسعة التي تشكل حوالي ثلث مساحة المملكة، إضافة إلى صحارى بادية الشام وجنوب العراق ووقوعها شمال السعودية في مهب الرياح الشمالية والشمالية الغربية وبالتالي كثرة تعرض المنطقة للعواصف الترابية.



خريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للمملكة العربية السعودية

المصدر: هيئة المساحة العسكرية، مرئية فضائية، (١٤٣١هـ)،

٢- مظاهر السطح وانبساط منطقة الدراسة

يساعد استواء السطح على زيادة سرعة الرياح وتغير اتجاهها وتخلو منطقة الدراسة من التضاريس المرتفعة من جهة الشمال والشرق والجنوب فمن المعروف أن المرتفعات تكسر حدة الرياح وتقلل من سرعتها إضافة إلى قلة النباتات والأشجار التي تعمل كمصدات طبيعية وتثبت التربة كلها عوامل تساعد على أثارة العواصف الترابية.

تشغل هضبة نجد معظم أجزاء منطقة الدراسة، والتي تأثرت بعوامل التجوية والنحت والإرساب بدرجات متفاوتة تبعاً لنوعية الصخر ومدى صلابته حيث نجد أن الصخور الأكثر صلابة مثل الحجر الجيري، والحجر الرملي كونت حافات صخرية متناثرة مثل جبال طويق، بينما

كونت الصخور الأقل صلابة مثل الطفل والطين أراضي منخفضة على هيئة أحواض ملأتها الرواسب الرملية.

ويتجه الانحدار العام لسطح المنطقة نحو الشرق مع انحراف نحو الشمال الشرقي ونحو الجنوب الشرقي، وتقسم الهضبة إلى قسمين رئيسين هما: القسم الغربي (عالية نجد)، والقسم الشرقي (سافلة نجد) (الشريف، ١٩٩٤م، ص٤٠).

٣- إحاطة منطقة الدراسة بالمناطق الرملية والمناطق الجافة

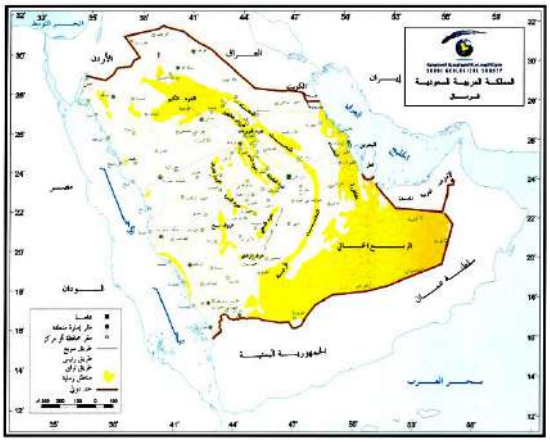
منطقة الدراسة من أكثر المناطق عرضة للعواصف الترابية والغبار بسبب إحاطتها بالكثبان الرملية والمناطق الجافة، وتحتوي منطقة الدراسة على العديد من بحار الرمال الواسعة والمتصلة تقريبا، والتي تحيط بها كصحراء الدهناء في الشرق والنفوذ الكبير في الشمال والربع الخالي في الجنوب، إضافة إلى أن شمال المملكة مناطق رملية واسعة تتمثل في المناطق الصحراوية خاصة الصحراء الكبرى ومنطقة الشرق الأوسط التي تضم المملكة، ومنها صحراء الشام والتي تغطي كلا من شرقي سوريا والأردن وشمال السعودية وغرب العراق، إضافة لسهل العراق الرسوبي في ما بين النهرين. وتعتبر إحاطة منطقة الدراسة بالمناطق الجافة والمناطق الرملية من أهم الشروط المناسبة لحدوث العواصف الترابية، كما تنتشر التجمعات الرملية وهي فرشات رملية وكثبان طولية يميل لونها للاحمرار قليلة النباتات لقلة أمطارها وشدة التبخر والنتح ونشاط عمل الرياح التي تعمل على جفافها وتعريتها، بالإضافة إلى رمال الدهناء تمتد على شكل كثبان رملية هلالية وطولية تعد مصدراً للغبار والأتربة تحملها الرياح للمناطق المجاورة.

وتغطي التجمعات الرملية نسبة كبيرة من المناطق المحيطة بمنطقة الدراسة، ويعود سبب تكون الكثبان الرملية إلى عوامل عديدة منها وجود مصادر للرواسب أو مجاري مياه، ورياح شديدة، وتضاريس متنوعة تؤدي إلى الإرساب، والجفاف والتصحر.

وتعد الإرسابات الريحية النمط الغالب على الإرسابات الرملية، حيث تلعب الرياح الدور الرئيسي المساعد في تكوين التجمعات الرملية حيث تقوم بعملية النحت ثم النقل والإرساب للمفتتات والعوالق الترابية،

كما تؤدي درواً مهماً في توزيع وتشكيل التكوينات الرملية، ويمكن معرفة أنظمة الرياح السائدة في المنطقة من خلال أنواع الكثبان الرملية واتجاهاتها.

وتنتشر في منطقة الرياض تجمعات رملية منها الدهناء من ناحية الشمال والشمال الشرقي والشرق، وعرق الوادي، ونفوذ الثورات من الشمال الغربي ونفوذ السر والدحى والعريق والبلدان وقنيفدة والسرة (هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، المملكة حقائق وأرقام/ ٢٠١٢م، ص٥٦) خريطة (٢) كما تظهر الكثبان والعروق الرملية حول مدينة الرياض من جهة الشمال والشمال الشرقي فيما بين صلبوخ غرباً حتى طريق الدمام السريع شرقا، منها نفوذ المعيزيله وعرق بنبان، وهي عبارة عن رمال تم إرسالها في المناطق المنخفضة بواسطة الرياح خلال الأزمنة والعصور الجيولوجية الماضية، وتتكون هذه الرمال من الكوارتز ، وتتميز غالباً باللون الأحمر، كما تتميز رمال المنطقة بأن بعضها متحرك وبعضها ثابت، وتؤثر الرمال المتحركة على مدينة الرياض عندما تهب الرياح فتنقلها نحو المناطق السكنية والزراعية، ويكون لها آثار سلبية مختلفة على تلويث البيئة وصحة الإنسان ، وبشكل عام تندرج رمال منطقة الدراسة تحت نوع الرمال الناعمة والتي يسهل حملها ونقلها بسبب الرياح (المسند، ٢٠١٢م، ص٩).



خريطة (٢) المناطق الرملية في المملكة العربية السعودية

المصدر: المملكة العربية السعودية حقائق وأرقام، الطبعة الأولى، ١٤٣٣هـ، ص٥٧.

التحليل والمناقشة

- **العواصف الترابية Dust Storms**
- أنواع حالات الطقس الترابية في منطقة الدراسة.
- تكرار حدوث العواصف الترابية والغبار الشهرية والفصلية والسنوية في منطقة الدراسة.
- العناصر المناخية المؤثرة في حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة:
  - أولاً: سرعة الرياح السائدة.
  - ثانياً: سرعة الرياح القصوى.
  - ثالثاً: درجات الحرارة.
  - رابعاً: الرطوبة النسبية.
  - خامساً: الضغط الجوي.
  - سادساً: الأمطار.
  - سابعاً: العلاقة بين العواصف الترابية والغبار
  - احتمالية تكرار العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة.

- الاتجاه الزمني لتكرار العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة.
- تصنيف العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة.

العواصف الترابية Dust Storms

هي ظاهرة كثيرة الحدوث في المناطق الصحراوية وشبة الصحراوية الجافة، تنشأ عند هبوب رياح لها القدرة على انتزاع ذرات التراب من سطح الأرض إلى مسافات تحددها سرعة الرياح وحجم ذرات الغبار. ولقد وجد أن رياح سرعتها (٥-٥، ٥ م/ث) وعلى ارتفاع (١٥سم) من سطح الأرض أو بسرعة (٧-٨م/ث) على ارتفاع (١م) تعمل على تعرية التربة عن طريق الضغط الذي تسلطه الرياح عليها.

وقد بينت بعض الدراسات العلاقة الطردية بين شدة الرياح ومقدار التربة المنقولة بواسطة التعرية الريحية، كما أن هناك مؤثرات خارجية وداخلية لحدوث العواصف الترابية منها ذات تأثير مباشر مثل تأثير العناصر المناخية ذات الأثر المباشر في زيادة نسب تكرار حدوثها في الجو، وسيكون التركيز قي هذا البحث على دراسة الظروف والعناصر المناخية المؤثرة في التوزيع الجغرافي للعواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة.

الظروف المناخية لا تعمل وحدها في تكوين العواصف الترابية والغبار وإنما تشترك مع مجموعة من عوامل مساعدة تكون بمثابة الأرضية التي تنشط من خلاله تأثير العناصر المناخية في زيادة تكرار العواصف الترابية، فالموقع الجغرافي للمنطقة وامتدادها مابين دوائر العرض، والبعد عن المسطحات المائية، ومظاهر السطح المتمثلة في انبساطها، وإحاطتها بالمسطحات الرملية كلها عوامل تساعد على نشوء تلك العواصف الترابية واستمرارها، ومن الممكن أن تحدث العواصف الترابية في مناطق لا تتوافر فيها أية ظروف مساعدة لقيامها بسبب وصول تلك العواصف من مناطق بعيدة وقدرة الرياح السريعة على نقل الغبار.

مما سبق يتضح أن هناك أحوال جوية معينة إذا توافرت كانت الفرصة مواتية لحدوث العواصف الترابية والغبار وهي:

- تربة رملية جافة مفككة عارية من الغطاء النباتي.
- ارتفاع سرعة الرياح إلى السرعة الحرجة لتصل إلى مستوى العاصفة جدول(٢).
- يصاحب العاصفة الرملية ارتفاع درجة حرارة الهواء، وحالة من الجفاف أي انخفاض معدلات بخار الماء في الهواء، وانخفاض الضغط الجوي، وقلة الأمطار.

ويبين جدول (٢) مقياس بيوفورت Beaufort وهو وصف لعلاقة سرعة الرياح بالتغيرات البيئية على الأرض، حيث تحدد سرعة الرياح بالمسافة التي تقطعها خلال زمن معين. فنقول مثلاً إن سرعة الرياح ١٥ متر/ثانية أو ٣٠ كم/ساعة، أو ١٦ عقدة، حيث (العقدة = ١,٨٥٣ كم/ساعة) (غانم، ٢٠٠٣م: ١٠٥).

الجدول رقم (٢). مقياس بيوفورت لسرعة الرياح حسب التأثير البيئي.

المقياس	الوصف	التأثير	السرعة	
			عقدة	م/ث
١	سكون	تصاعد الدخان عمودياً	٠	٠
٢	هواء خفيف	انتقال وتحرك الدخان	٢	١
٣	نسيم خفيف	تحرك أوراق الأشجار	٦	٣,١
٤	نسيم لطيف	أثر الرياح على الوجه وتحرك الرايات	٩	٤,٦
٥	نسيم عليل	تحرك الأغصان الصغيرة	١٧	٨,٧
٦	نسيم قوي	تحرك الأغصان الكبيرة	٢٣	١٢
٧	عاصف/ متوسط	تحرك الأشجار	٢٩	١٥
٨	عاصف	تكسر الأغصان وصعوبة في المشي ضد الرياح	٣٧	١٩
٩	عاصف قوي	يحدث تلف بسيط في المباني	٤٣	٢٢
١٠	عاصفة	خلع الأشجار	٥٠	٢٦
١١	عاصفة هوجاء	دمار وخسائر فادحة	٥٨	٣٠
١٢	إعصار	دمار هائل على نطاق واسع	٦٤	٣٣

المصدر: غانم، علي أحمد، (٢٠٠٣م)، الجغرافيا المناخية، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، ص١٠٥.

أنواع حالات الطقس الترابية في منطقة الدراسة

تقسم حالات الطقس الترابية وفقاً لتصنيف المستخدم في شفرة الطقس السنوبية synoptic code التي أعدتها منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) والمستخدمة عالمياً على النحو الآتي:

١- عواصف ترابية واسعة المقياس تمثل بالرمز ٣٠-٣٥:

وتشمل العواصف الترابية العنيفة والمتوسطة الشدة (slight and moderate) (dust storm mod) والعواصف الترابية الشديدة (Sever dust storm).

٢- حالات سديمية (haze) (الغبار العالق) وتمثل بالرمز ٥:

وتشمل حالات الطقس التي يغلب فيها المعلقات (الذرات) الهوائية الدقيقة جداً من الغبار الناعم جداً من الجسيمات Aerosols (صيام، ٢٠١٣، ص٤٢).

الجدول رقم (٣). تصنيف سرعة الرياح.

الصنف	م/ثانية	كم/ساعة	عقدة
خفيفة	٤,١ – ٥,١	١٤,٤ – ١٨,٣٦	٨ – ١٠
متوسطة	٥,١ – ٨,٧٤	١٨,٣٦ – ٣١,٤٦	١٠ – ١٧
شديدة	٨,٧٤ – ١٢,٣٤	٣١,٤٦ – ٤٤,٤٢	١٧ – ٢٤
Light			
Moderate			
Severe			

المصدر: Squirs.R.Vieor.2007

كما يبين الجدول (٤) حالات الطقس الترابية التي حدثت على منطقة الدراسة .إذ تصل في مدينة الرياض إلى ٢٣١٦ حالة، وفي مدينة القصيم إلى ١٣٢٦حالة، وبذلك تزيد الحالات الترابية في الرياض بنحو ٩٩٠ حالة عن القصيم.

الجدول رقم (٤). حالات الطقس الترابية في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٩٧–٢٠١١م)

المحطة	محطة الرياض		محطة القصيم	
	المجموع	المعدل	المجموع	المعدل
العواصف الترابية	44	3.7	59	4.9
ظاهرة الغبار	2272	189.3	1267	105
مجموع حالات الطقس الترابية	2316	193	1326	109.9

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

تكرار حدوث العواصف الترابية والغبار الشهرية

والفصلية والسنوية في منطقة الدراسة

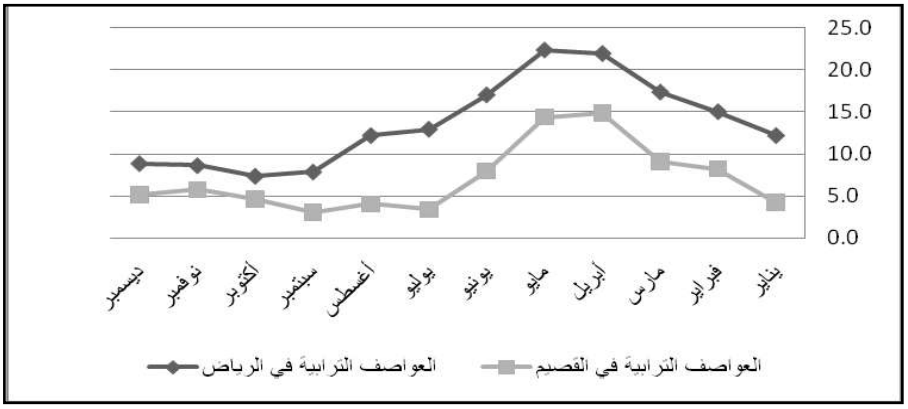
يختلف توزيع التكرار الشهري للعواصف الترابية من شهر لآخر في منطقة الدراسة ، يتضح من الجدول (٥) والشكل (١) أنها تنعدم في بعض الشهور في مدينة الرياض كما هو الحال في شهر أكتوبر وديسمبر، وتظهر في بقية الأشهر في شهر نوفمبر ويناير، وتبلغ ذروتها في شهر أبريل ١٤عاصفة. أما في مدينة القصيم فتقل العواصف الترابية في شهر سبتمبر ونوفمبر وديسمبر عاصفة واحدة، وتزداد تدريجياً في شهر يونيو ويوليو وفبراير ٢-٥ عاصفة، وتبلغ الذروة في شهر ابريل ومايو ٩-١٣عاصفة. ويلاحظ بشكل عام تشابه في توزيع التكرار الشهري للعواصف الترابية في الرياض والقصيم.

أما بالنسبة للتوزيع الشهري للغبار العالق فيتبين من الجدول (٥) والشكل(٢) أنها تتوزع في جميع شهور السنة، ويختلف توزيعها من شهر لآخر. فنجد في مدينة الرياض تبلغ ذروتها في شهر مايو ٣٢٧مرة،ويقل حدوث الغبار خلال شهر أكتوبر ٩٩ مرة، ، أما القصيم تبلغ الذروة في شهر أبريل ٢٢٣مرة،وتقل في شهر سبتمبر ٤٥مرة. وترجع أسباب الزيادة في حدوث الغبار الشهري في منطقة الدراسة لموقعهما في منطقة تحيط بها المسطحات الرملية إضافة إلى زيادة الحركة المرورية في المدينتين لأنها تعتبر المصدر الرئيسي لتشكيل الغبار يتمثل في الغازات المنبعثة من عوادم السيارات والجسيمات المنبعثة من نشاط الإنسان الاقتصادي والعمراني والصناعي.

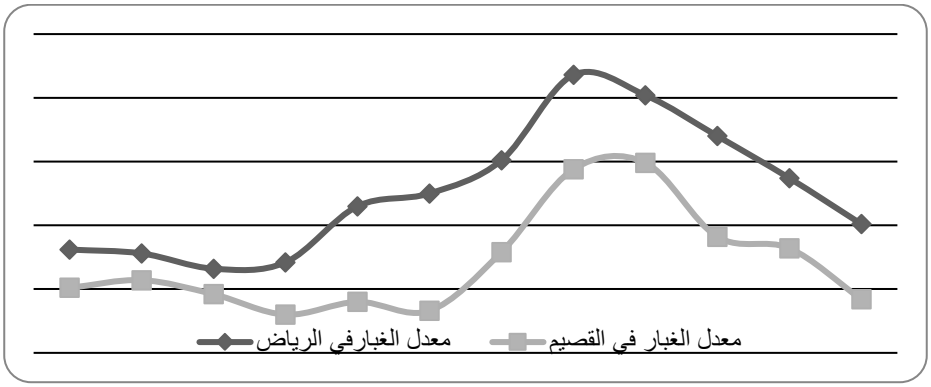
الجدول رقم (٥). التكرار الشهري للعواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٩٧–٢٠١١م).

	الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
الرياض	معدل العواصف الترابية	٠,١	٠,١	٠,٥	٠,٩	٠,٨	٠,٢	٠,٠	٠,١	٠,١	٠,٠	٠,١	٠,٠	٠,٣
	إجمالي العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
	معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
	إجمالي الغبار	١٥٢	٢٠٥	٢٥٥	٣٠٣	٣٢٧	٢٢٦	١٨٨	١٧٣	١٠٦	٩٩	١١٧	١٢١	٢٢٧٢
القصيم	معدل العواصف الترابية	٠,١	٠,٣	٠,٦	٠,٩	١,١	٠,٢	٠,١	٠,١	٠,١	٠,٣	٠,١	٠,١	٠,٣
	إجمالي العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
	معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
	إجمالي الغبار	٦٣	١٢٣	١٣٦	٢٢٣	٢١٦	١١٩	٥٠	٦٠	٤٥	٦٩	٨٦	٧٧	١٢٦٧

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



شكل (١) المعدل الشهري للعواصف الترابية في منطقة الدراسة



شكل (٢) المعدل الشهري للغبار في منطقة الدراسة

التكرار الفصلي

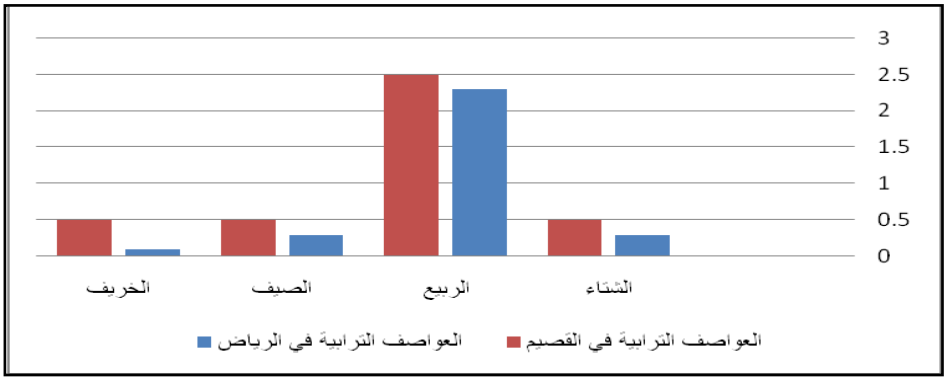
يتضح من الجدول (٦) والشكل (٣) زيادة هبوب العواصف الترابية في فصلي الربيع والصيف والشتاء في منطقة الدراسة. ففي الرياض يحتل فصل الربيع المركز الأول ٣٤ عاصفة، والقصيم ٢١ عاصفة، يليه فصل الصيف في الرياض ٤٤ عاصفة، والقصيم ٥ عاصفة، ثم فصل الشتاء في الرياض ٤عاصفة، والقصيم ٣ عاصفة. وتقل العواصف الترابية في فصل الخريف في الرياض ٢ عاصفة، والقصيم ٥ عاصفة. ويرجع سبب الاختلاف في توزيع التكرار الفصلي للعواصف الترابية لارتباطه بعبور الأعاصير الحركية القادمة من البحر المتوسط فعند عبور الأعاصير الأجزاء الشمالية من المملكة العربية السعودية تزداد العواصف الترابية خلال فصل الربيع، بينما يرتبط توزيع العواصف الترابية في فصل الصيف بفروق الضغط الجوي بين الضغط الجوي الحراري المنخفض في وسط المملكة العربية السعودية والضغط الجوي المرتفع في الأقاليم المجاورة لها، وخاصة الضغط المرتفع الأزوري المسيطر على شمال حوض البحر المتوسط وأوربا فعندما يزداد الفرق كثيراً بين الضغط المنخفض والضغوط المرتفعة تهب العواصف الترابية (الجربوع، ١٤٣٤، ص٩٦).

أما التكرار الفصلي لحدوث الغبار فنجد أنها تزيد خلال فصل الربيع والصيف والخريف، تبلغ ذروتها في الرياض في فصل الربيع ٨٨٥مرة، والقصيم ٤٦٧ مرة، يليها فصل الصيف في الرياض تبلغ ٥٨٧مرة، والقصيم ٢٠٦مرة، ثم فصل الشتاء تبلغ في الرياض ٤٧٨مرة، وفي القصيم ٢٣١مرة، وفصل الخريف تبلغ في الرياض ٣٢٢ مرة، والقصيم ١٧١ مرة. ويتضح من هذا التوزيع أن هناك فروقاً بين الرياض والقصيم في تكرار حدوث الغبار الفصلية، فتزيد في الرياض مقارنة بالقصيم الجدول (٦)والشكل(٤)ويرجع ذلك لكبر حجم مدينة الرياض وما يترتب عليها من زيادة كثافة الحركة المرورية وزيادة أعداد السيارات والمركبات المستخدمة في الرياض، إضافة إلى كثرة الغبار الناعم والجسيمات الأساسية التي تنبعث من العمليات العمرانية والبناء وإقامة المناطق السكنية وتوسعها وبناء الجسور والطرق.

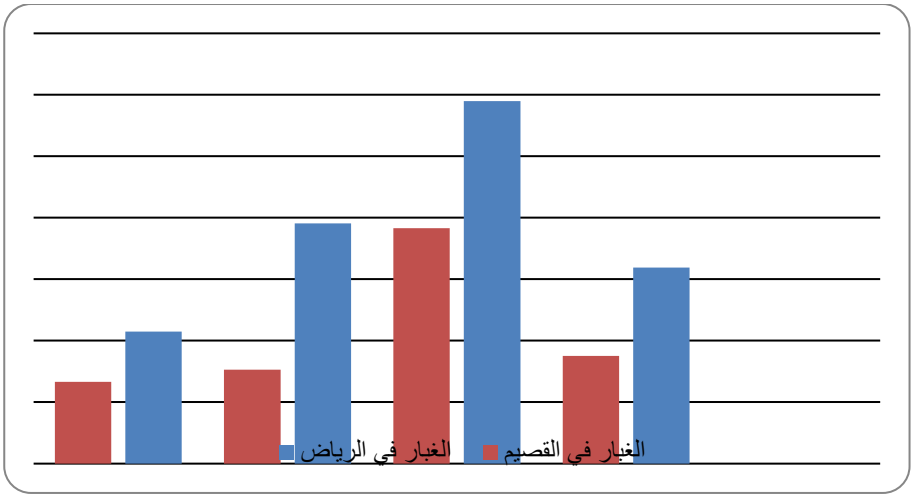
الجدول رقم (٦). توزيع التكرار الفصلي للعواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٩٧–٢٠١١م.

المحطة	الفصل	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
		العواصف الترابية	الغبار	العواصف الترابية	الغبار	العواصف الترابية	الغبار	العواصف الترابية	الغبار
الرياض	المعدل	٠,٣	٣١,٩	٢,٣	٥٩,٠	٠,٣	٣٩,١	٠,١	٢١,٥
	الإجمالي	٤	٤٧٨	٣٤	٨٨٥	٤	٥٨٧	٢	٣٢٢
القصيم	المعدل	٠,٥	١٧,٥	٢,٥	٣٨,٣	٠,٥	١٥,٣	٠,٥	١٣,٣
	الإجمالي	٣	٢٣١	٢١	٤٦٧	٥	٢٠٦	٥	١٧١

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



شكل (٣) المعدل الفصلي للعواصف الترابية في منطقة الدراسة



شكل (٤) المعدل الفصلي للغبار في منطقة الدراسة

التكرار السنوي

يبلغ التكرار السنوي للعواصف الترابية خلال مدة الدراسة في الرياض ٤٤ عاصفة بمعدل ٣,٧ عاصفة/ السنة، وفي القصيم ٥٩ عاصفة بمعدل ٤,٩ عاصفة/ السنة. أما التكرار السنوي لحالات الغبار يبلغ في الرياض ٢٢٧٢ حالة، وفي القصيم ١٢٦٧حالة، جدول (٧) وهذا

يدل على أن العواصف الترابية والغبار تهب على الرياض والقصيم من مصدر واحد ولنفس الأسباب فتهب من الأقاليم المجاورة للمملكة العربية السعودية أو من داخلها بسبب انحدار الضغط (الفروق في الضغط) الجوي بين المنطقة الوسطى والمملكة العربية السعودية بشكل عام من جهة، وبين أقاليم المصدر من جهة أخرى. ويلاحظ من البيانات زيادة العواصف الترابية والغبار بشكل مطرد خلال السنوات الأخيرة من الدراسة.

الجدول رقم (٧). التكرار السنوي للعواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م)

الرياض	معدل العواصف الترابية	3.1
	إجمالي العواصف الترابية	44
	معدل الغبار	12.6
	إجمالي الغبار	2272
القصيم	معدل العواصف الترابية	0.9
	إجمالي العواصف الترابية	59
	معدل الغبار	7
	إجمالي الغبار	1267

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

العناصر المناخية المؤثرة في حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة

يؤثر في حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار في الرياض والقصيم مجموعة من العناصر المناخية المصاحبة لها خلال حدوثها، ولمعرفة تأثير عناصر المناخ في زيادة أو نقصان معدل حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار قامت الباحثة بدراسة العلاقة بين العواصف الترابية والغبار العالق كمتغيرين تابعين وعناصر المناخ كمتغيرات مستقلة، من خلال تطبيق معامل ارتباط بيرسون على كل من بيانات الرياض القصيم جدول(٢٢)، وللتعرف على مدى إسهام كل عنصر مناخي في حدوث العواصف الترابية والغبار قامت الباحثة بقياس الانحدار الخطي الأشكال (١٧،١٨،١٩،٢٠)، وأتضح اختلاف تأثير العناصر المناخية في حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار من حيث طبيعة علاقتها وتباين قوتها وأنها ترتبط بعلاقتين هما:

١- عناصر مناخية ترتبط بالعواصف الترابية والغبار بعلاقة طردية (+) فتعمل على رفع معدلات حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار في الرياض والقصيم.

٢- عناصر مناخية ترتبط بالعواصف الترابية والغبار بعلاقة عكسية(-) فتعمل على خفض معدلات حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار في الرياض والقصيم.

٣- ويمكن الاستدلال على قوة الارتباط والانحدار الخطي بين عنصرين بتحديد مواقع نقاط التمثيل البياني من منحنى الانحدار، فكلما اقتربت النقاط من خط الانحدار كان ذلك دليلاً على قوة الارتباط، والعكس حينما تتشتت نقاط التمثيل متباعدة عن خط الانحدار دل ذلك على ضعف الارتباط.

الجدول رقم (٨). المعدل الشهري والسنوي للعواصف الترابية والغبار والعناصر المناخية في مدينة الرياض خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م)

الشهور / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
سرعة الرياح السائدة (عقدة)	٥,٢	٥,٩	٦,٣	٦,٥	٦,١	٦,٧	٦,٥	٥,٧	٤,٧	٣,٩	٤,٨	٤,٦	٥,٦
سرعة الرياح القصوى(عقدة)	٢٤,٧	٢٦,٩	٣٨	٣٥,٩	٣٣,٣	٢٨,٧	٢٧,٦	٣٧,٢	٢٤,٤	٢٢,١	٢٣,٣	٢٢,٢	٢٨,٧
درجة الحرارة (مْ)	١٣,٧	١٦,٩	٢١,١	٢٦,٧	٣٢,٤	٣٥,٣	٣٦,٣	٣٦,٢	٣٢,٨	٢٧,٤	٢٠,٢	١٥,٣	٢٦,٢
الرطوبة النسبية%	٤٩,٤	٣٧,٦	٣١,٤	٢٧,٦	١٧,٥	١١	١١,٦	١٣,٥	١٥,٣	٢١,٨	٤١,٥	٤٧,٩	٢٧,٢
مجموع الأمطار (ملم)	٢١٣	٩٣,٤	١٨٩,٩	٢٦٦,٧	٨٢,٥	٠	٠	١,٢	٠	٣١,٢	٣٣٨,٧	٢٢٦,٩	١٢٠,٣
الضغط الجوي (ملليبار)	٩٤٨,٢	٩٤٦,٦	٩٤٤,٥	٩٤٢,٣	٩٣٩,٨	٩٣٤,٢	٩٣٣,٩	٩٣٥,١	٩٣٩,٣	٩٤٢,٦	٩٤٧,٣	٩٤٨,٦	٩٤١,٩

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

الجدول رقم (٩). المعدل الشهري والسنوي للعواصف الترابية والغبار والعناصر المناخية في مدينة القصيم خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م)

الشهور / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
سرعة الرياح السائدة(عقدة)	٥,٣	٦,٥	٦,٧	٧,٢	٧	٦,٣	٥,٧	٥,٣	٥,١	٤,٧	٥,٥	٥,٣	٥,٩
سرعة الرياح القصوى(عقدة)	٢٢,٣	٢٧,١	٢٨,٧	٣١,٣	٣٠,٨	٢٣,٧	٢٣,٩	٢٤,٢	٢٢,٦	٢٣,١	٢٢,٧	٢٢,٤	٢٥,٢
درجة الحرارة (°م)	١٢,٩	١٦	٢٠,١	٢٥,٨	٣١,٤	٣٤,٨	٣٥,٧	٣٦,١	٣٣,٢	٢٧,٤	١٩,٦	١٤,٨	٢٥,٧
الرطوبة النسبية%	٥٥,٩	٤٢,٣	٣٦,٢	٣٢,٣	٢٢	١٣,٦	١٤,٤	١٥,٣	١٧	٢٤,٥	٤٧,٩	٥٤,٢	٣١,٣
مجموع الأمطار (ملم)	٣٦٩,١	٩٩,٢	٣٩٧,٩	٢٩٠,٢	١٣٢,٨	٠	٠,٥	٠	٠	٤٣,١	٤٢٧,٧	١٨٨,١	١٦٢,٤
الضغط الجوي (ملليبار)	٩٤٢,٧	٩٤١,٨	٩٣٩,٧	٩٣٧,٧	٩٥٣,٨	٩٣٢	٩٣٠,٨	٩٣٠,٩	٩٣٥,٤	٩٤٠	٩٤٢,٥	٩٤٣,٨	٩٣٩,٣

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

أولا: سرعة الرياح السائدة

سرعة الرياح من العناصر المناخية التي تؤثر بشكل أساسي في حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار، ويلاحظ وجود توافق بين معدل سرعة الرياح السائدة وتكرار العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة جدول (١٠، ١١) شكل (٥، ٦).

ويشير الجدول (٢٢) إلى علاقة طردية دالة إحصائية عند مستوى معنوية ٠,٠٠٥ في مدينة الرياض بين تكرار العواصف الترابية والغبار ومعدل سرعة الرياح السائدة بواقع ٠,٥٦٦ و٠,٨٣١ على التوالي. أما في مدينة القصيم توجد علاقة طردية قوية ودالة إحصائياً عند مستوى دلالة ٠,٠٠٥ بين كل من تكرار العواصف الترابية والغبار ومتوسط سرعة الرياح السائدة بواقع ٠,٨٠٣ و٠,٩٠٣ على التوالي.

ويبين أن معامل تفسير الارتباط (r^2) بين تكرار العواصف الترابية ومعدل سرعة الرياح السائدة في مدينة الرياض شكل (١٧) يعادل ٠,٣٢، أي أن معدل سرعة الرياح تسهم في تكرار العواصف الترابية بنسبة ٣٢٪، والغبار بنسبة ٦٩٪. أما في مدينة القصيم شكل (١٨) فإن معدل سرعة الرياح تسهم في تكرار العواصف الترابية بنسبة ٦٤٪، والغبار بنسبة٨٢٪.

الجدول رقم (١٠) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح السائدة في مدينة الرياض (عقدة) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

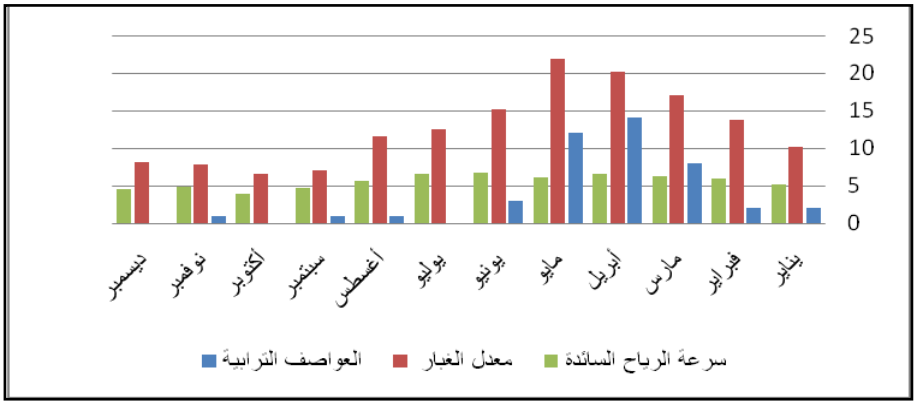
الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
سرعة الرياح السائدة	٥,٢	٥,٩	٦,٣	٦,٥	٦,١	٦,٧	٦,٥	٥,٧	٤,٧	٣,٩	٤,٨	٤,٦	٥,٦

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

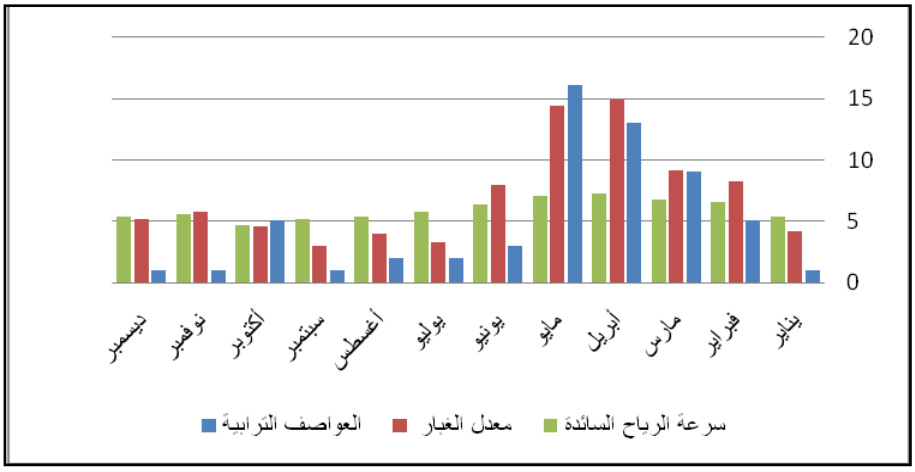
الجدول رقم (١١) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح السائدة في مدينة القصيم (عقدة) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
سرعة الرياح السائدة	٥,٣	٦,٥	٦,٧	٧,٢	٧	٦,٣	٥,٧	٥,٣	٥,١	٤,٧	٥,٥	٥,٣	٥,٩

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



الشكل (٥) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح السائدة (عقدة) في مدينة الرياض.



الشكل (٦) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح السائدة (عقدة) في القصيم.

ثانياً: سرعة الرياح القصوى

لسرعة الرياح القصوى تأثير ملحوظ على حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار في منطقة الدراسة، حيث نلاحظ من الجدول (١٣,١٢) والشكل (٨,٧) أنه كلما زادت سرعة الرياح القصوى زادت تكرار العواصف الترابية والغبار.

ومن قياس الارتباط وتحليل العلاقة بين سرعة الرياح القصوى والعواصف الترابية والغبار جدول (٢٢) لمعرفة مدى التأثير اتضح وجود علاقة طردية في مدينة الرياض بواقع ٠,٦٨٤، و٠,٧٦٨ على التوالي، وفي مدينة القصيم بواقع ٠,٩٤٥ و٠,٩٢٢.

في حين بلغ معامل تفسير الارتباط (r^2) بين تكرار العواصف الترابية ومعدل سرعة الرياح القصوى في مدينة الرياض فيعادل ٠,٤٧، أي أن أقصى سرعة للرياح تسهم في تكرار العواصف الترابية بنسبة ٤٧٪، والغبار ٠,٥٩. أما مدينة القصيم فيعادل ٠,٨٩، أي أن أقصى سرعة للرياح تسهم في تكرار العواصف الترابية بنسبة ٨٩٪، والغبار٠,٨٥ وهي نسبة مرتفعة للغاية شكل(٢٠,١٧).

إذن كلما زادت سرعة الرياح القصوى زادت العواصف الترابية والغبار، ويتضح من هذه العلاقة أن العواصف الترابية والغبار لا ترتبط كلياً بسرعة الرياح السائدة في المنطقة التي تصل اليها العواصف، ولكنها ترتبط أيضاً بسرعة الرياح في إقليم المصدر الذي تنشأ فيه العواصف الترابية لذا فإن سرعة الرياح في إقليم المصدر هي المسؤولة عن حمل ذرات الغبار ونقلها على مناطق أخرى، وتساعد سرعة الرياح في المناطق الهابة عليها مهما كان مقدارها على بقائها محمولة في الغلاف الجوى، وعندما تهدأ هذه الرياح تبدأ العواصف الترابية بترسيب حمولتها في المناطق التي وصلتها.

بناءً على النتائج السابقة يمكن القول بأن المسبب الأساسي في ظاهرة العواصف الترابية هو سرعة الرياح، فكلما كانت أكثر قوة كانت لها القدرة على حمل حبات الرمال إلى الهواء مسببة العاصفة الترابية، وعندما تهدأ الرياح شيئاً فشيئاً تبدأ حبات الرمال كبيرة الحجم في الهبوط تاركة الحبات الأكثر دقة عالقة بالهواء مسببة ظاهرة الغبار العالق.

الجدول رقم (١٢). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح القصوى في مدينة الرياض (عقدة) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

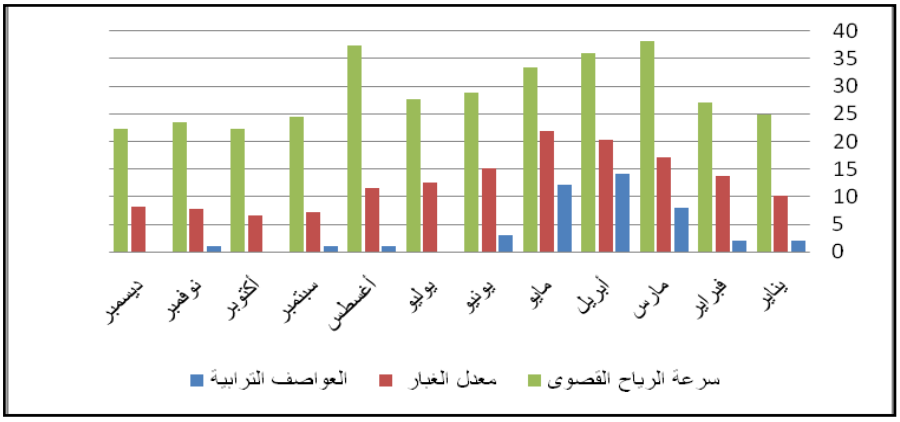
الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
سرعة الرياح القصوى	٢٤,٧	٢٦,٩	٣٨	٣٥,٩	٣٣,٣	٢٨,٧	٢٧,٦	٣٧,٢	٢٤,٤	٢٢,١	٢٣,٣	٢٢,٢	٢٨,٧

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

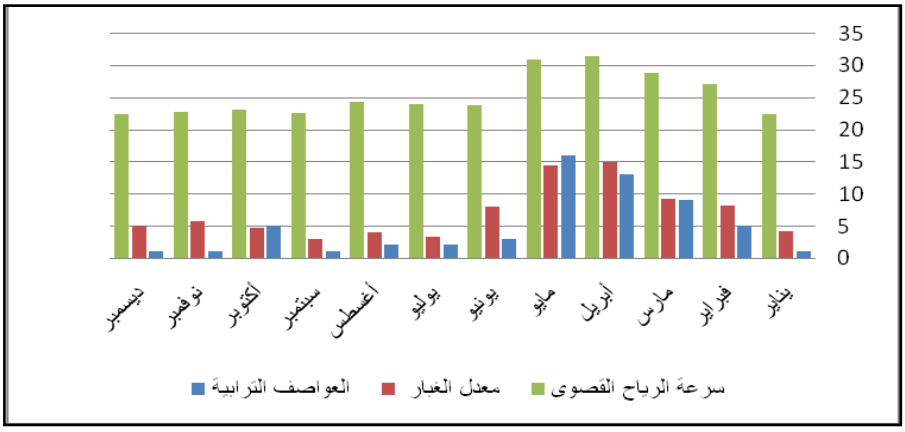
الجدول رقم (١٣). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح القصوى في مدينة القصيم (عقدة) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
سرعة الرياح القصوى	٢٢,٣	٢٧,١	٢٨,٧	٣١,٣	٣٠,٨	٢٣,٧	٢٣,٩	٢٤,٢	٢٢,٦	٢٣,١	٢٢,٧	٢٢,٤	٢٥,٢

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



الشكل (٧) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح القصوى (عقدة) في مدينة الرياض.



الشكل (٨) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح القصوى (عقدة) في القصيم.

ثالثاً: درجة الحرارة

تؤثر درجات الحرارة على حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار في كل من الرياض والقصيم، إذ يؤدي تسخين السطح العلوي للتربة والهواء السطحي الملامس لها إلى إحداث حالة اضطراب للطبقة الهوائية السطحية، ويترتب على ذلك تصاعد الغبار بفعل تيارات الحمل،

وفي حالة اشتداد سرعة الرياح أكثر من (٧م/ث) تتحول إلى عاصفة ترابية (البياني، ٢٠١١، ص١٢).

فكلما ارتفعت درجة الحرارة زادت العواصف الترابية والغبار لأن الحرارة تؤدي إلى انخفاض الضغط وتكرار العواصف الترابية جدول (١٥,١٤)) شكل(١٠,٩).

ويتبين من قياس الارتباط بين درجة الحرارة وتكرار العواصف الترابية والغبار جدول(٢٢) اتضح وجود علاقة ارتباطية طردية للعواصف الترابية بواقع ٠,٢٠٦ والغبار ٠,٢٥١، أما في مدينة القصيم إلى وجود علاقة ارتباطية طردية بواقع ٠,٢٨٩ والغبار٠,١٣٩.

وتبين أن معامل تفسير الارتباط (r^2) بين تكرار العواصف الترابية ومعدل درجة الحرارة في الرياض يعادل٠,٠٤، والغبار٠,٠٦، وفي مدينة القصيم ٠,٠٨، والغبار ٠,٠٦ أكد تحليل الانحدار الخطي عدم وجود أهمية نسبية لدرجة الحرارة شكل (٢٠,١٧).

الجدول رقم (١٤). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار ودرجة الحرارة في مدينة الرياض (مْ) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

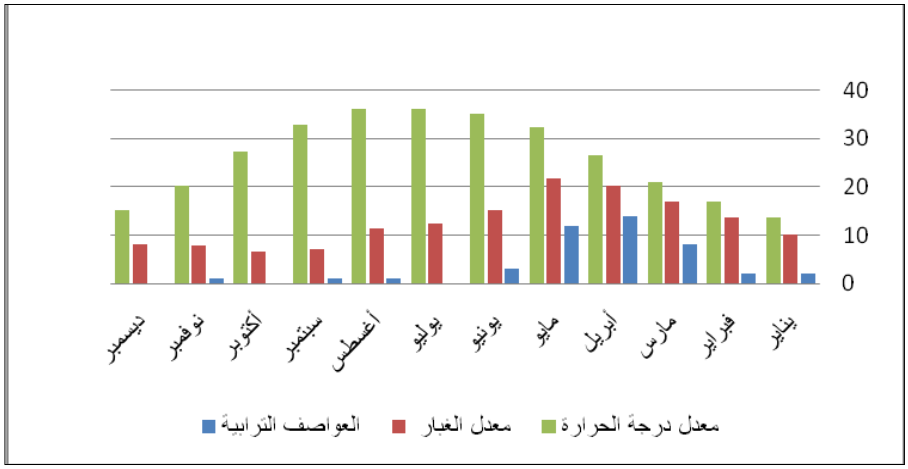
الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
معدل درجة الحرارة	١٣,٧	١٦,٩	٢١,١	٢٦,٧	٣٢,٤	٣٥,٣	٣٦,٣	٣٦,٢	٣٢,٨	٢٧,٤	٢٠,٢	١٥,٣	٢٦,٢

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

الجدول رقم (١٥). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار ودرجة الحرارة في مدينة القصيم (مْ) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
معدل درجات الحرارة	١٢,٩	١٦	٢٠,١	٢٥,٨	٣١,٤	٣٤,٨	٣٥,٧	٣٦,١	٣٣,٢	٢٧,٤	١٩,٦	١٤,٨	٢٥,٧

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



الشكل (٩) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار ودرجة الحرارة (مْ) في مدينة الرياض.

الشكل (١٠) المعل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار ودرجة الحرارة (مْ) في القصيم.

رابعاً: الرطوبة النسبية

الرطوبة النسبية من العناصر المناخية المؤثرة بشكل واضح وغير مباشر في حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار على منطقة الدراسة، ورغم انخفاض الرطوبة النسبية بالمنطقة إلا أنها تشكل المصدر الرئيسي لعمليات التكاثف والتساقط التي تعمل بدورها على تماسك التربة ، كما تساهم الرطوبة في الجو بشكل كبير في امتصاص جزء من الإشعاع الشمسي وعكس أجزاء منه وتشتيتها في الجو وهذا يقلل من فرص جفاف التربة. فكلما ارتفعت نسبة الرطوبة انخفضت العواصف الترابية والغبار والعكس جدول (١٧,١٦) شكل (١٢,١١).

الجدول رقم (١٦). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والرطوبة النسبية (٪) في مدينة الرياض خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

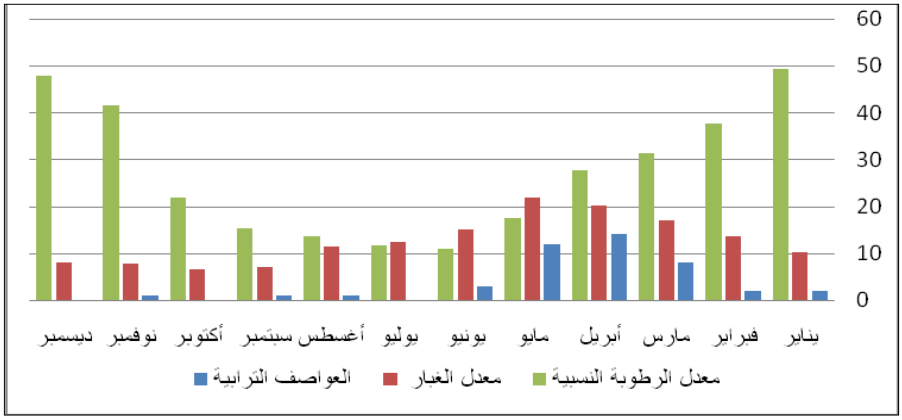
الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
معدل الرطوبة النسبية	٤٩,٤	٣٧,٦	٣١,٤	٢٧,٦	١٧,٥	١١	١١,٦	١٣,٥	١٥,٣	٢١,٨	٤١,٥	٤٧,٩	٢٧,٢

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

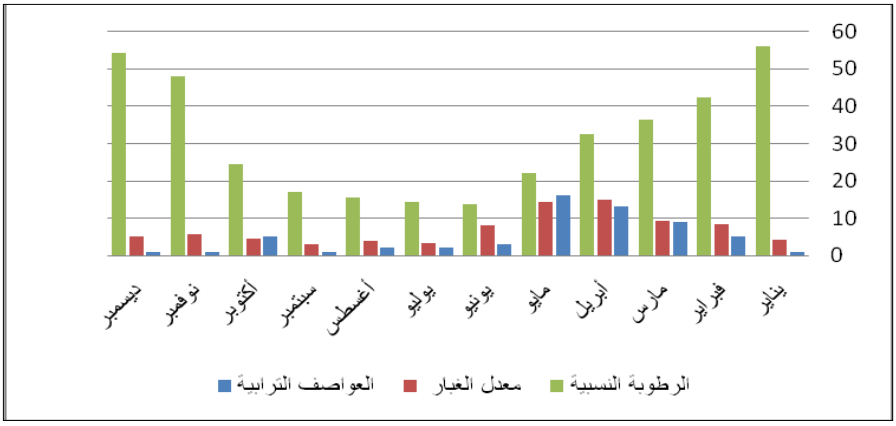
الجدول رقم (١٧). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والرطوبة النسبية في مدينة القصيم (٪) خلال الفترة (١٩٩٧–٢٠١١م).

الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
الرطوبة النسبية	٥٥,٩	٤٢,٣	٣٦,٢	٣٢,٣	٢٢	١٣,٦	١٤,٤	١٥,٣	١٧	٢٤,٥	٤٧,٩	٥٤,٢	٣١,٣

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



الشكل (١١) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والرطوبة النسبية (%) في مدينة الرياض.



الشكل (١٢) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والرطوبة النسبية (%) في القصيم.

ومن قياس الارتباط وتحليل العلاقة بين الرطوبة النسبية والعواصف الترابية والغبار جدول (٢٢) لمعرفة مدى التأثير أتضح وجود علاقة سالبة عكسية في مدينة الرياض بواقع- ٠,١٤٠. و-٠٢٤٤. على التوالي. وفي مدينة القصيم بواقع- ٠,١٥٧ و-٠,٠٠٥، وبذلك يتضح كلما انخفضت الرطوبة النسبية ازدادت العواصف الترابية والغبار في الرياض والقصيم لأن الرطوبة تجعل التربة متماسكة لحد ما ولا تحملها الرياح بسهولة.

كما أكد تحليل الانحدار الخطي عدم وجود أهمية نسبية للرطوبة النسبية في تكرار العواصف الترابية والغبار في مدينة الرياض والقصيم شكل(٢٠,١٧).

خامساً: الضغط الجوي

كلما انخفض الضغط الجوي زادت العواصف الترابية والغبار لأن انخفاض الضغط الجوي يؤدي إلى سرعة الرياح المسببة والمثيرة للعواصف الترابية والغبار كما يتبين من الجدولين (١٩,١٨) والشكلين (١٤,١٣). ويرتبط حدوث وتكرار العواصف الترابية بمنطقة الدراسة بقيم الضغط الجوي بين إقليم المصدر الذي تهب منه الرياح والإقليم الذي

تصل إليه العواصف الترابية فكلما ازداد انحدار الضغط بينهما ازدادت قوة العواصف الترابية.

لتوضيح العلاقة بين حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار وقيم الضغط الجوي الجدول (٢٢) وجدت العلاقة في مدينة الرياض سالبة بواقع- ٠,٣٢٣ والغبار- ٠,٤٣٥، أما في مدينة القصيم بواقع- ٠,٢٢١، والغبار- ٠,١٣٨ كما أكد تحليل الانحدار الخطي عدم وجود أهمية نسبية للضغط الجوى في تكرار العواصف الترابية والغبار في مدينة الرياض والقصيم شكل(٢٠,١٧).

الجدول رقم (١٨). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار و الضغط الجوي (ملليبار) في مدينة الرياض خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

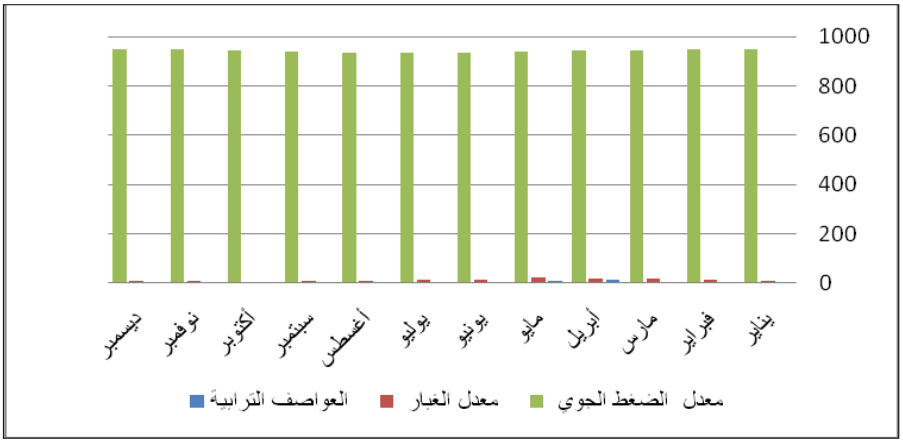
الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
معدل الضغط الجوي	٩٤٨,٢	٩٤٦,٦	٩٤٤,٥	٩٤٢,٣	٩٣٩,٨	٩٣٤,٢	٩٣٣,٩	٩٣٥,١	٩٣٩,٣	٩٤٢,٦	٩٤٧,٣	٩٤٨,٦	٩٤١,٩

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

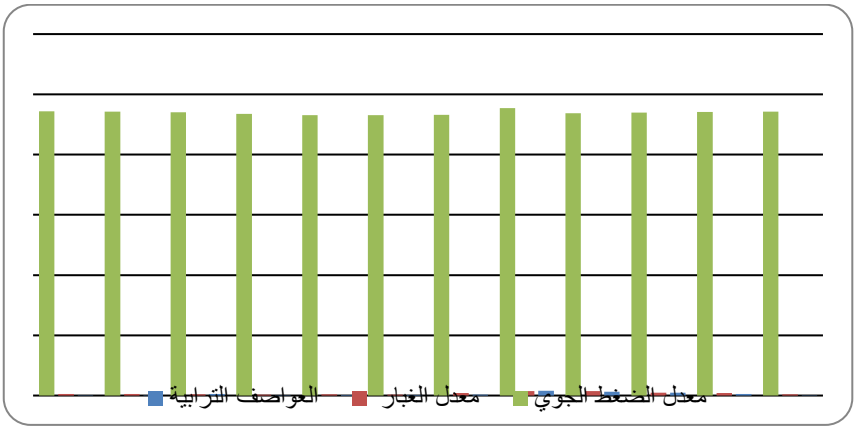
الجدول رقم (١٩). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والضغط الجوي في مدينة القصيم (ملليبار) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
معدل الضغط الجوي	٩٤٢,٧	٩٤١,٨	٩٣٩,٧	٩٣٧,٧	٩٥٣,٨	٩٣٢	٩٣٠,٨	٩٣٠,٩	٩٣٥,٤	٩٤٠	٩٤٢,٥	٩٤٣,٨	٩٣٩,٣

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



الشكل (١٣) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار ومعدل الضغط الجوي (ملليبار) في مدينة الرياض.



الشكل (١٤) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار ومعدل الضغط الجوي (ملليبار) في مدينة القصيم.

سادساً: الأمطار

لعنصر الأمطار أهمية وفعالية كبيرة لتأثيرها في تقليل حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار من خلال تأثيرها في تثبيت التربة وزيادة تماسكها، حيث إن زيادة رطوبة التربة بفعل تساقط الأمطار يؤدى إلى تلاحم ذراتها وقوة تماسكها مما يقلل دور الرياح في إثارة الغبار.

يتضح من الجدولين (٢١,٢٠) والشكلين (١٦,١٥) أنه كلما زادت كمية الأمطار انخفض تكرار العواصف الترابية والغبار.

ومن قياس الارتباط وتحليل العلاقة بين الأمطار والعواصف الترابية والغبار جدول (٢٢) لمعرفة مدى التأثير أتضح وجود علاقة طردية موجبة في مدينة الرياض بواقع ٠,٢٩٢. و٠,٠٤٧. على التوالي. وفي مدينة القصيم بواقع ٠,١٦٩ و٠,٢٨١، وبذلك يتضح كلما ازدادت الأمطار انخفضت العواصف الترابية والغبار في الرياض والقصيم لأن الرطوبة تجعل التربة متماسكة لحد ما ولا تحملها الرياح بسهولة. كما أكد تحليل الانحدار الخطي عدم وجود أهمية نسبية للأمطار في تكرار العواصف الترابية والغبار في مدينة الرياض والقصيم شكل(٢٠,١٧).

الجدول رقم (٢٠). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار ومجموع الأمطار (ملم) في مدينة الرياض خلال

الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

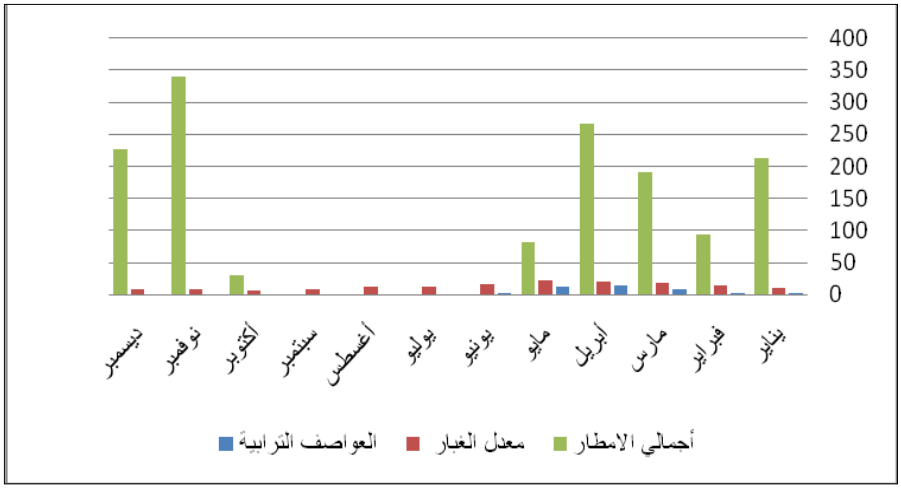
الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦
أجمالي الأمطار	٢١٣	٩٣,٤	١٨٩,٩	٢٦٦,٧	٨٢,٥	٠	٠	١,٢	٠	٣١,٢	٣٣٨,٧	٢٢٦,٩	١٢٠,٣

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

الجدول رقم (٢١). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والأمطار في مدينة القصيم (ملم) خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧
مجموع الأمطار	١٢٦,٨	١٢٨,٠	١٢٨,٨	١٣١,٧	١٣٣,٤	١٢٢,٣	١٢٠,١	١٢٠,٥	١٢٠,٦	١٢٤,٢	١٢٦,٣	١٢٧,٠	١٤٦,١

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



الشكل (١٥) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والأمطار الساقطة (ملم) في مدينة الرياض.

الشكل (١٦) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار والأمطار الساقطة (ملم) في القصيم.

وتوصلت الباحثة إلى نتيجة بأن التأثير بين العواصف الترابية والغبار والعناصر المناخية متداخلة حيث تزداد درجات الحرارة في شهور الصيف فيقل الضغط الجوي والرطوبة النسبية وبالتالي تزداد سرعة الرياح والعكس، وتنخفض درجة الحرارة في الشتاء فيرتفع الضغط الجوي وتزيد الرطوبة النسبية وتقل سرعة الرياح. واستناداً لما سبق تمكنت الدراسة من اشتقاق علاقة ارتباط متعددة وقوية بين حدوث وتكرار العواصف الترابية والغبار وسرعة الرياح القصوى والرطوبة النسبية والضغط الجوى والأمطار.

يتضح مما سبق أن هناك علاقة ارتباطية طردية مباشرة وقوية بين ظاهرتي العواصف الترابية والغبار. إضافة إلى التأثير المباشر والقوي لسرعة الرياح كعامل أساسي في ظاهرتي العواصف الترابية والغبار العالق بالهواء نتيجة وجود علاقة ارتباطية طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين سرعة الرياح والظاهرتين محل الدراسة.

كما يتبين من التحليل السابق أن كلاً من درجات الحرارة والرطوبة النسبية والضغط الجوي وتساقط الأمطار ليست عناصر مسببة للعواصف الترابية والغبار بشكل مباشر، وذلك على الرغم من وجود علاقات ارتباطية متفاوتة إلا أنها ليست ذات دلالة إحصائية إضافة إلى أنها ضعيفة بحيث لا يمكن الاعتماد عليها في توقع حدوث العواصف الترابية والغبار.

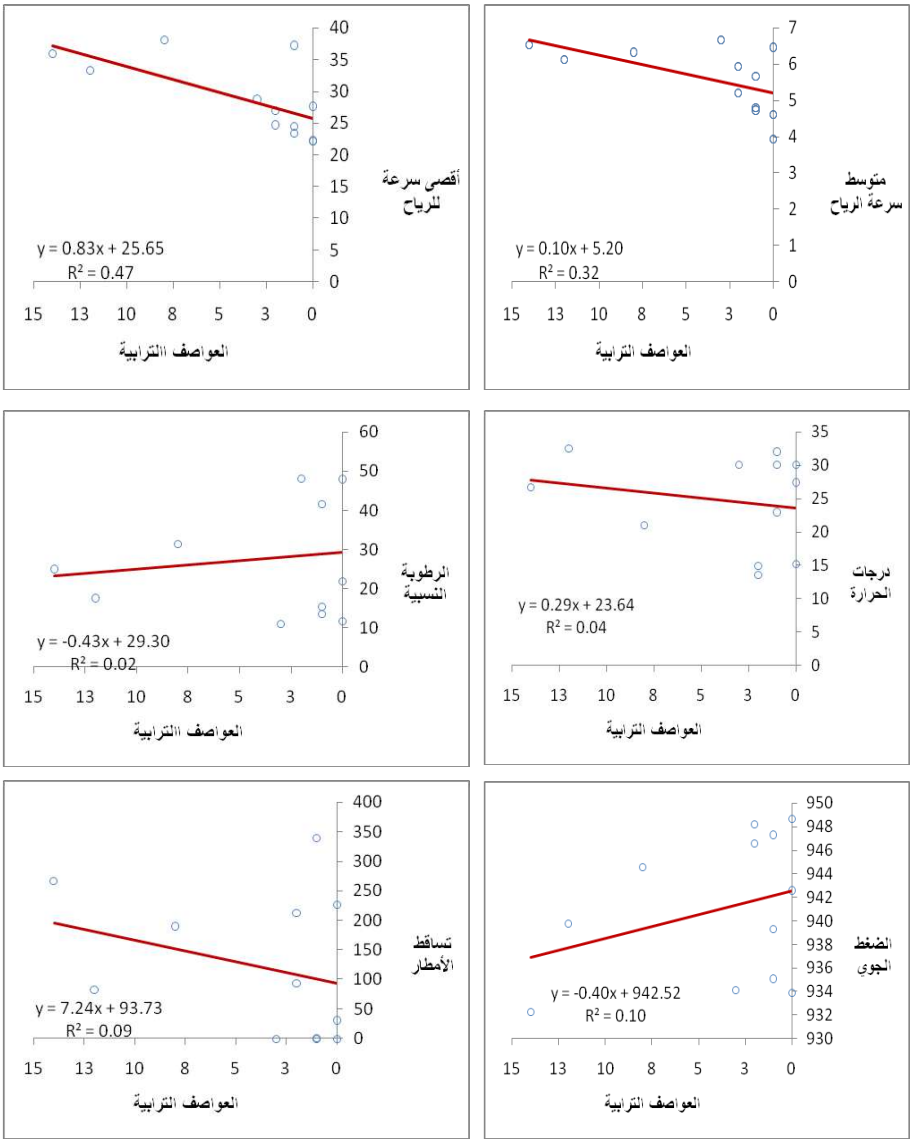
بناءً على النتائج السابقة يمكن القول بأن المسبب الأساسي في ظاهرة العواصف الترابية هو سرعة الرياح، فكلما كانت أكثر قوة كانت لها القدرة على حمل حبات الرمال إلى الهواء مسببة العاصفة الترابية والغبار، وعندما تهدأ الرياح شيئاً فشيئاً تبدأ حبات الرمال كبيرة الحجم في الهبوط تاركة الحبات الأكثر دقة عالقة بالهواء مسببة ظاهرة الغبار العالق.

الجدول رقم (٢٢). ارتباط العواصف الترابية والغبار بعناصر المناخ في منطقة الدراسة.

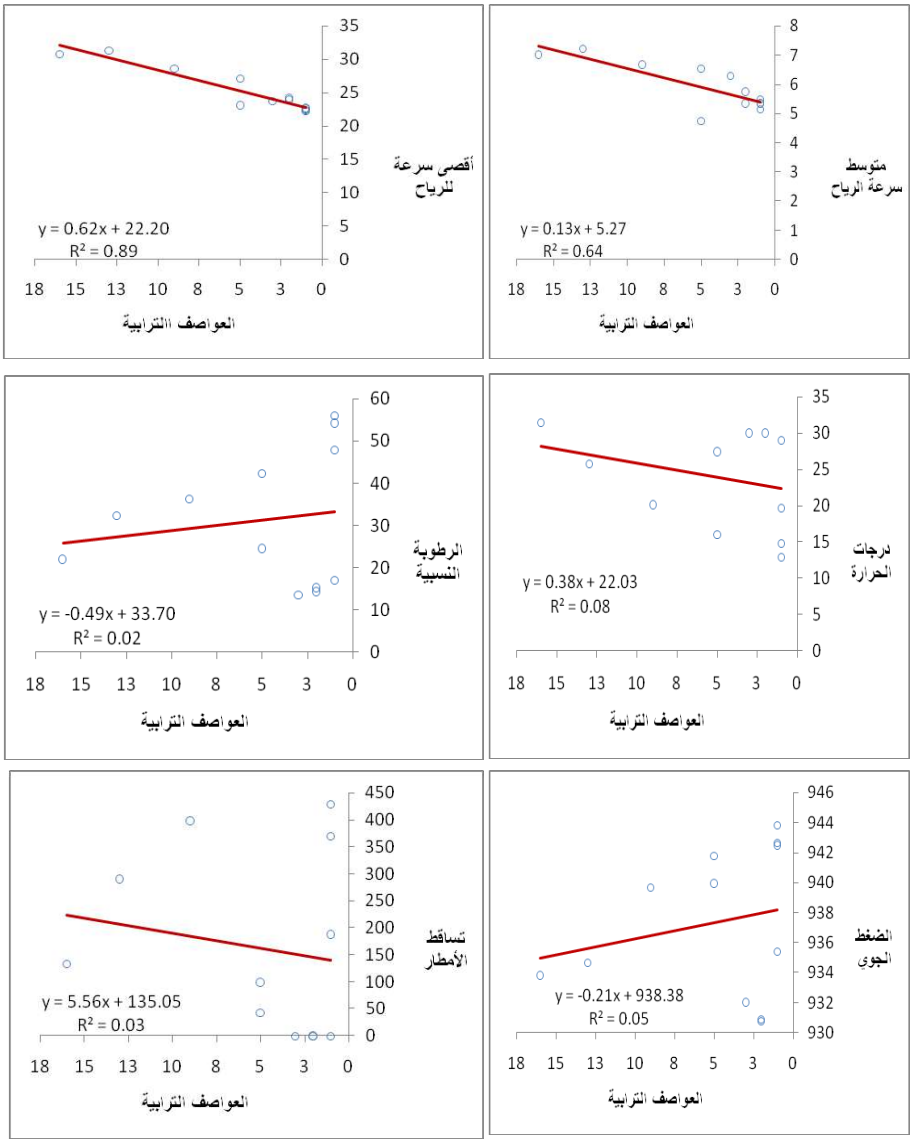
مدينة الرياض								
	تكرار العواصف الترابية	تكرار ظاهرة الغبار العالق	سرعة الرياح السائدة	أقصى سرعة للرياح	درجات الحرارة	الرطوبة النسبية	الضغط الجوي	تساقط الأمطار
تكرار العواصف الترابية	١,٠٠٠	٠,٨٩٠	٠,٥٦٦	٠,٦٨٤	٠,٢٠٦	-٠,١٤٠	-٠,٣٢٣	٠,٢٩٢
تكرار ظاهرة الغبار	٠,٨٩٠	١,٠٠٠	٠,٨٣١	٠,٧٦٨	٠,٢٥١	-٠,٢٤٤	-٠,٤٣٥	٠,٠٤٧

العالق								
سرعة الرياح السائدة	٠,٥٦٦	٠,٨٣١	١,٠٠٠	٠,٧١٣	٠,٢٤٥	-٠,٣٣٥	-٠,٥٧٥	-٠,١٢٢
أقصى سرعة للرياح	٠,٦٨٤	٠,٧٦٨	٠,٧١٣	١,٠٠٠	٠,٣٦٤	-٠,٣٧٦	-٠,٥١٢	-٠,٠٥٦
درجات الحرارة	٠,٢٠٦	٠,٢٥١	٠,٢٤٥	٠,٣٦٤	١,٠٠٠	-٠,٩٥٣	-٠,٨١٣	-٠,٥٨٥
الرطوبة النسبية	-٠,١٤٠	-٠,٢٤٤	-٠,٣٣٥	-٠,٣٧٦	-٠,٩٥٣	١,٠٠٠	٠,٨٦٩	٠,٧٢٠
الضغط الجوي	-٠,٣٢٣	-٠,٤٣٥	-٠,٥٧٥	-٠,٥١٢	-٠,٨١٣	٠,٨٦٩	١,٠٠٠	٠,٥١٣
تساقط الأمطار	٠,٢٩٢	٠,٠٤٧	-٠,١٢٢	-٠,٠٥٦	-٠,٥٨٥	٠,٧٢٠	٠,٥١٣	١,٠٠٠
مدينة القصيم								
	تكرار العواصف الترابية	تكرار ظاهرة الغبار العالق	سرعة الرياح السائدة	أقصى سرعة للرياح	درجات الحرارة	الرطوبة النسبية	الضغط الجوي	تساقط الأمطار
تكرار العواصف الترابية	١,٠٠٠	٠,٩٢٥	٠,٨٠٣	٠,٩٤٥	٠,١٠٣	-٠,١٥٧	-٠,٢٢١	٠,١٦٩
تكرار ظاهرة الغبار العالق	٠,٩٢٥	١,٠٠٠	٠,٩٠٣	٠,٩٢٢	-٠,٠٢٦	-٠,٠٠٥	-٠,١٣٨	٠,٢٨١
سرعة الرياح السائدة	٠,٨٠٣	٠,٩٠٣	١,٠٠٠	٠,٩١٠	٠,٠٠٠	-٠,٠٥٨	-٠,٢٣٩	٠,٢٣٥
أقصى سرعة للرياح	٠,٩٤٥	٠,٩٢٢	٠,٩١٠	١,٠٠٠	٠,٠٥٥	-٠,١٢١	-٠,٢٤١	٠,٢٠٣
درجات الحرارة	٠,٢٨٩	٠,١٣٩	٠,٠٠٠	٠,٠٥٥	١,٠٠٠	-٠,٩٧٤	-٠,٩٣٤	-٠,٧٢٤
الرطوبة النسبية	-٠,١٥٧	-٠,٠٠٥	-٠,٠٥٨	-٠,١٢١	-٠,٩٧٤	١,٠٠٠	٠,٩٠٧	٠,٧٦٥
الضغط الجوي	-٠,٢٢١	-٠,١٣٨	-٠,٢٣٩	-٠,٢٤١	-٠,٩٣٤	٠,٩٠٧	١,٠٠٠	٠,٦٢٢
تساقط الأمطار	٠,١٦٩	٠,٢٨١	٠,٢٣٥	٠,٢٠٣	-٠,٧٢٤	٠,٧٦٥	٠,٦٢٢	١,٠٠٠

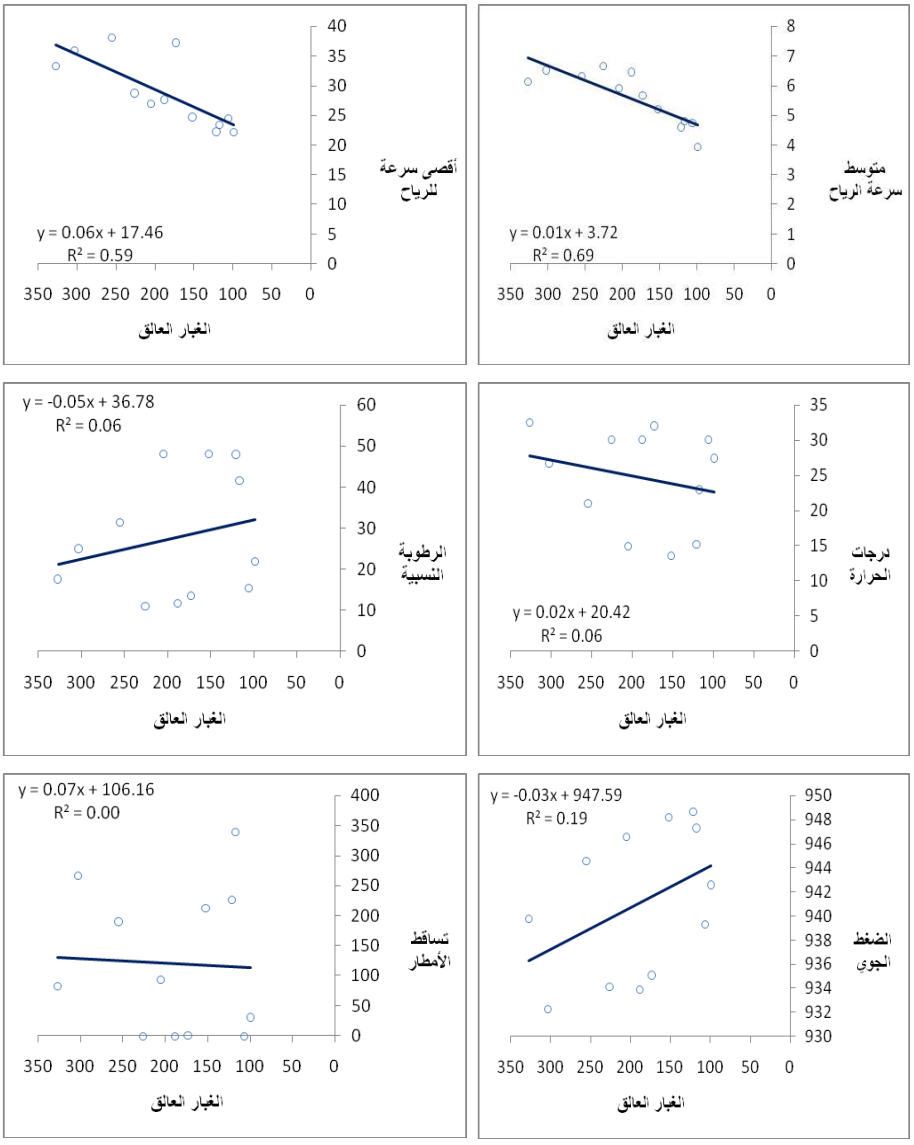
الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



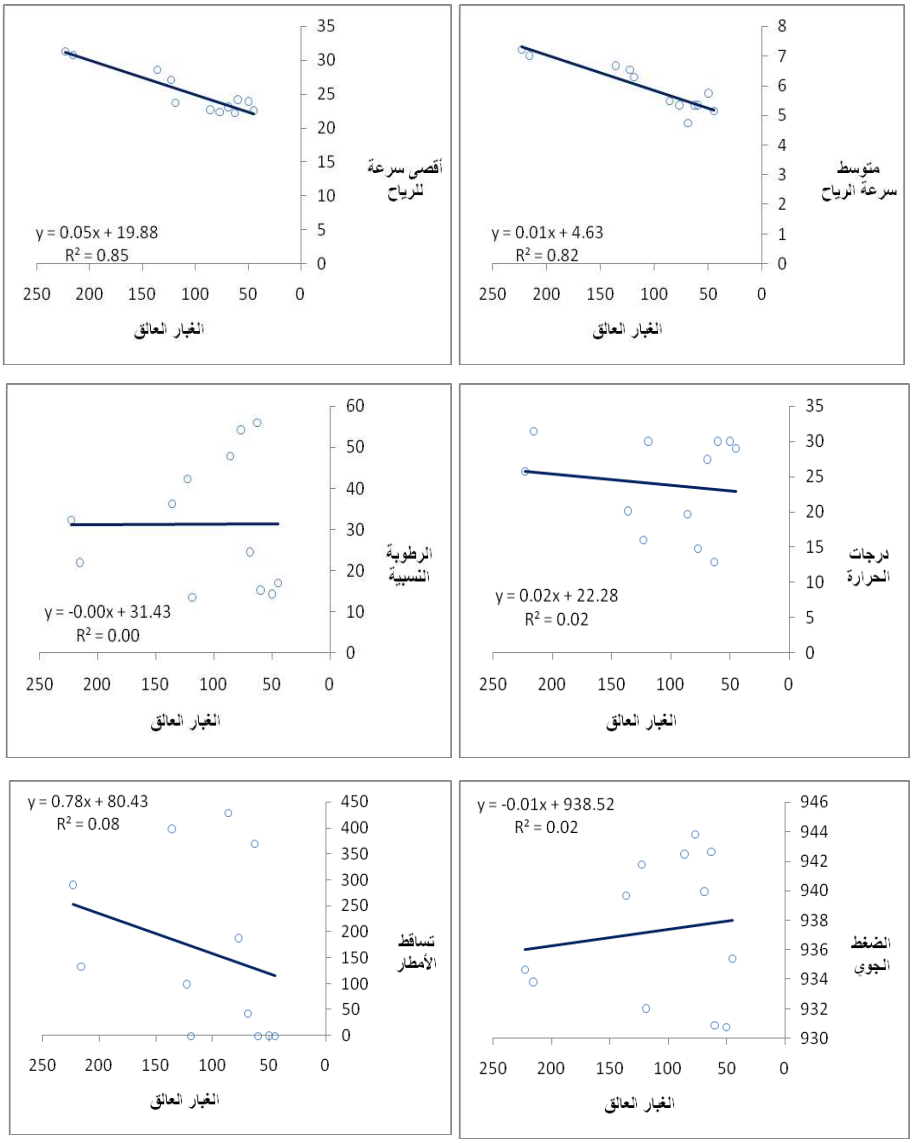
شكل (١٧) منحنيات الانحدار الخطي لقياس العلاقة بين ظاهرة العواصف الترابية وعناصر المناخ في مدينة الرياض خلال الفترة (١٩٩٧–٢٠١١م)



شكل (١٨) منحنيات الانحدار الخطي لقياس العلاقة بين ظاهرة العواصف الترابية وعناصر المناخ في مدينة القصيم خلال الفترة (١٩٩٧–٢٠١١م)



شكل (١٩) منحنيات الانحدار الخطي لقياس العلاقة بين ظاهرة الغبار العالق وعناصر المناخ في مدينة الرياض خلال الفترة (١٩٩٧–٢٠١١م).



شكل (٢٠) منحنيات الانحدار الخطي لقياس العلاقة بين ظاهرة الغبار العالق وعناصر المناخ في مدينة القصيم خلال الفترة (١٩٩٧–٢٠١١م)

سابعاً: العلاقة بين العواصف الترابية والغبار

تحدث حالات الغبار في الجو بعد العواصف الترابية حيث تبقى ذرات الغبار الناعمة جداً عالقة في الجو وترصدها المحطات المناخية على أنها غبار، إضافة إلى مساهمة تلوث الهواء بعوادم السيارات ومخلفات المصانع، واتضح من الجدول(٢٤,٢٣) والشكل(٢٢,٢١) العلاقة بين حدوث الغبار والعواصف الترابية في منطقة الدراسة بشكل واضح.

يلاحظ مما تقدم إلى أن الارتباط الطردي القوي بين تكرار الغبار العالق وتكرار العواصف الترابية في الرياض والقصيم والذي بلغ ٠,٨٩٠، ٠,٩٢٥ على التوالي جدول(٢٢)، ويمكن تفسيره من خلال معامل التفسير (r^2)، الذي بلغ في مدينة الرياض ٧٩٪، وفي مدينة القصيم ٨٦٪، ما يؤكد أن العواصف الترابية تسهم في تكرار الغبار العالق بمعدلات مرتفعة شكل(٢٣).

الجدول رقم (٢٣). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار في مدينة الرياض خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

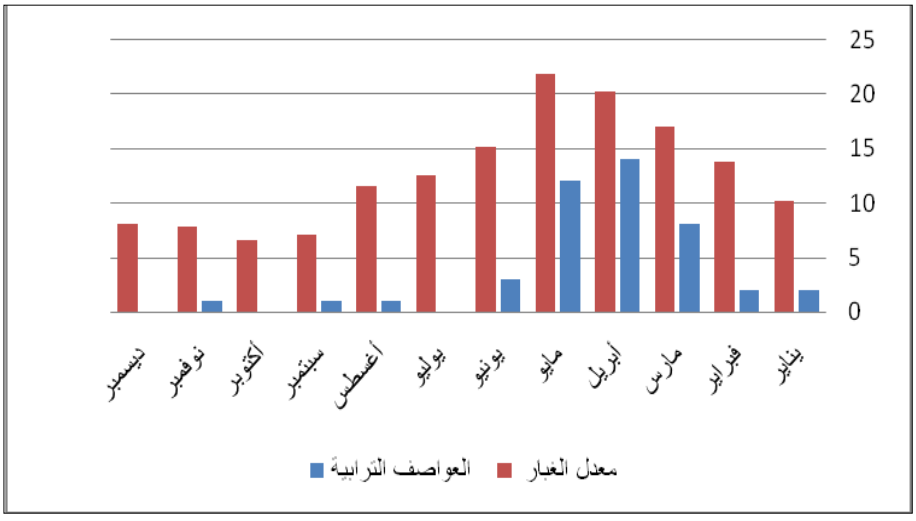
الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	٢	٢	٨	١٤	١٢	٣	٠	١	١	٠	١	٠	٤٤
معدل الغبار	١٠,١	١٣,٧	١٧	٢٠,٢	٢١,٨	١٥,١	١٢,٥	١١,٥	٧,١	٦,٦	٧,٨	٨,١	١٢,٦

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

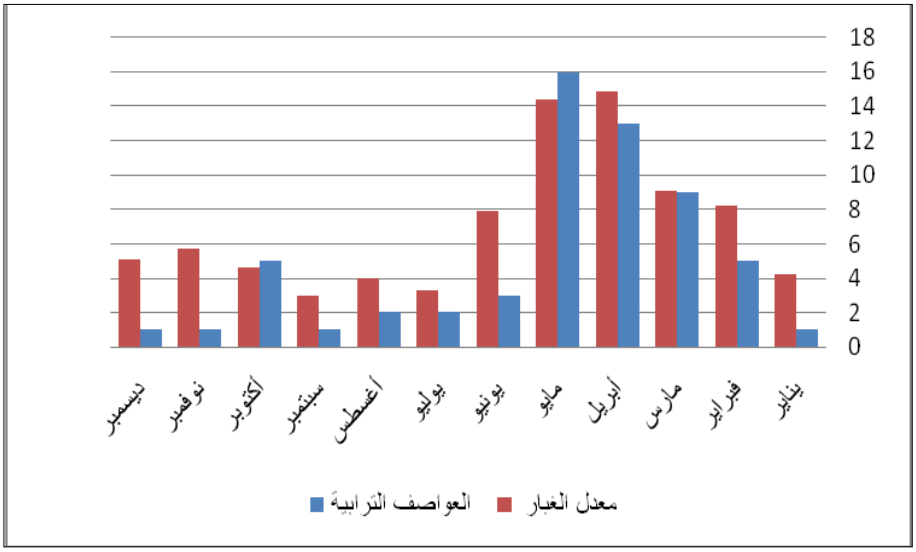
الجدول رقم (٢٤). المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار في مدينة القصيم خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م).

الشهر / عناصر المناخ	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
العواصف الترابية	١	٥	٩	١٣	١٦	٣	٢	٢	١	٥	١	١	٥٩
معدل الغبار	٤,٢	٨,٢	٩,١	١٤,٩	١٤,٤	٧,٩	٣,٣	٤	٣	٤,٦	٥,٧	٥,١	٧

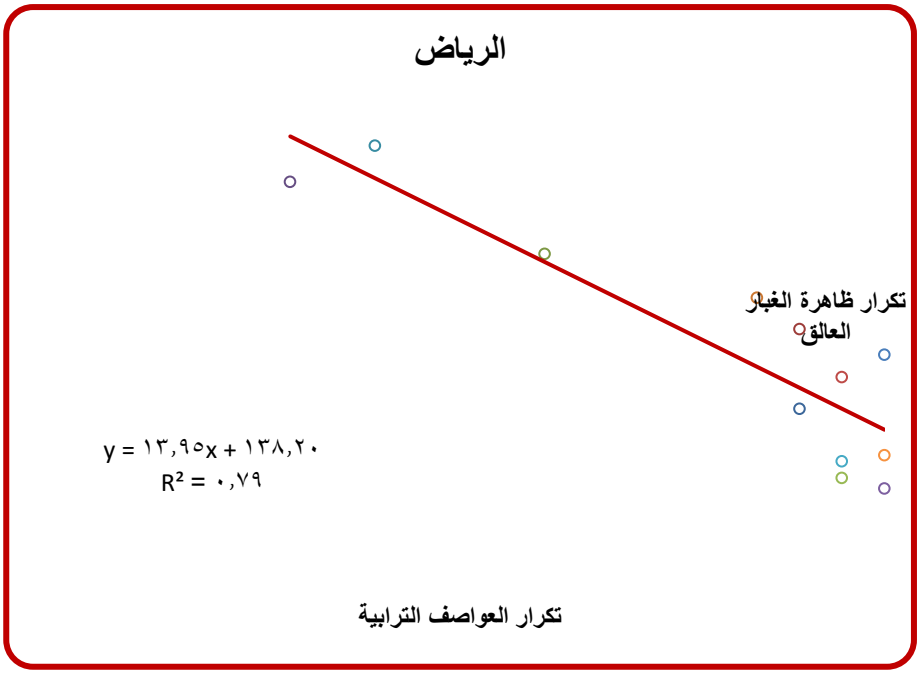
الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

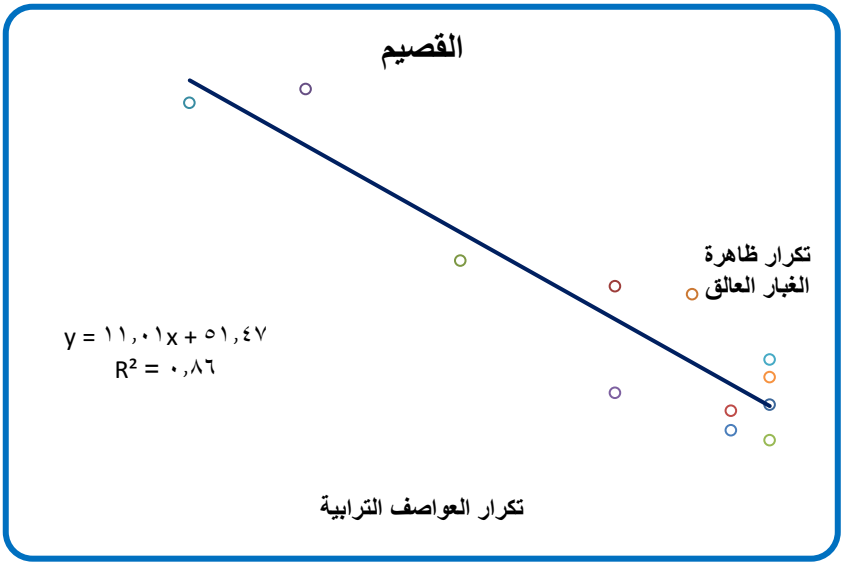


الشكل (٢١) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار في مدينة الرياض.



الشكل (٢٢) المعدل الشهري لتكرار العواصف الترابية والغبار في القصيم.





شكل (٢٣) الانحدار الخطي لقياس العلاقة بين ظاهرة الغبار العالق والعواصف الترابية في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٩٧-٢٠١١م)

احتمالية حدوث العواصف الترابية والغبار العالق في منطقة الدراسة:

قامت الباحثة باستخدام النتائج التي حصلت عليها لقياس احتمالية حدوث العواصف الترابية والغبار التي حدثت في منطقة الدراسة خلال فترة الدراسة على أساس أشهر العام باستخدام قيم الانحراف المعياري وفقاً لمعادلة (أوليفر، ١٩٧٢م) كما يلي:

التوزيع	المعادلة
عادي عندما يتراوح بين:	X + 1 S.D. و X - 1 S.D
تحت العادي عندما يتراوح بين:	X - 1 S.D و X - 2 S.D.
تحت العادي جداً عندما يتراوح بين:	X - 2 S.D و X - 3 S.D.
فوق العادي عندما يتراوح بين:	X + 1 S.D و X + 2 S.D.
فوق العادي جداً عندما يتراوح بين:	X + 2 S.D و X + 3 S.D.

X= المعدل الشهري للعواصف الترابية.

S.D= الانحراف المعياري Standard Deviation.

ويؤدي قياس توزيع الظاهرتين على أساس أشهر العام إلى تحديد ووضع أساس للتكرار العادي للظاهرتين، وذلك للتعرف مستقبلاً على احتمالية هبوب العواصف الترابية والغبار على منطقة الدراسة ما إذا كان عادياً أم دون الاعتيادي أم فوق العادي لكل شهر على حدة. ولقياس التوزيع قامت الباحثة بحساب الانحراف المعياري ومعدل حدوث الظاهرة لكل شهر على حدة خلال فترة الدراسة في مدينتي الرياض والقصيم.

يبين جدول (٢٥) أن احتمالية التكرار العادي للعواصف الترابية في مدينة الرياض يتراوح بين (٠-٠,٤) خلال أشهر أغسطس وسبتمبر ونوفمبر على حد سواء، في حين يتراوح بين (٠-٠,٥) خلال شهري يناير وفبراير، و(٠-١,٣) في شهر مارس، و(٠,١-١,٧) في شهر أبريل، و(٠-٢,١) في شهر مايو. أما في يونيو فيتراوح بين (٠-١)، في حين أظهرت النتائج عدم وجود أية عواصف ترابية خلال الأشهر يوليو وأكتوبر وديسمبر بشكل اعتيادي.

إذن يمكن القول بأن أعلى تكرار للعواصف الترابية في مدينة الرياض بشكل اعتيادي يكون خلال أشهر الربيع (مارس، أبريل، مايو) فيما يتصدر شهر مايو المعدل الأعلى (٢,١).

وتظهر احتمالية تكرار العواصف الترابية بشكل فوق العادي خلال شهر مايو إلى ٣,٤ عاصفة ، أو فوق العادي جداً لتصل إلى ٤,٧ عاصفة.

أما في مدينة القصيم جدول(٢٦)، فإن احتمالية تكرار العواصف الترابية بشكل عادي يتراوح بين ٠-٠,٤ خلال أشهر يناير وسبتمبر ونوفمبر وديسمبر على حد سواء، في حين يتراوح بين ٠-٠,٩ خلال شهر فبراير، و٠-١,٥ في شهر مارس، و٠-٢,٥ في شهر أبريل، و٠-٢,٨ في شهر مايو. أما في يوليو فيتراوح بين ٠-٠,٥، وكذلك شهر أغسطس ٠-٠,٦. ويتضح من الجدول أنه لا يخلو شهر من احتمال حدوث العواصف الترابية.

إذن يمكن القول بأن أعلى احتمال لتكرار للعواصف الترابية مدينة القصيم بشكل اعتيادي يكون خلال أشهر الربيع (مارس، أبريل، مايو)،

فيما يتصدر شهر مايو المعدل الأعلى خلال العام ٢,٨،وتحدث العواصف الترابية بشكل فوق العادي خلال شهر مايو تصل إلى ٤,٥ عاصفة ، أو فوق العادي جداً لتصل إلى ٦,٢ عاصفة.

الجدول رقم (٢٥). احتمالية تكرار العواصف الترابية في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٩٧–٢٠١١م

الأشهر	المعدل	الانحراف المعياري	عادي		فوق العادي	فوق العادي جداً
	X	S.D	X-S.D	X+S.D	X+2S.D	X+3S.D
يناير	٠,١	٠,٤	٠	٠,٥	٠,٩	١,٣
فبراير	٠,١	٠,٤	٠	٠,٥	٠,٩	١,٣
مارس	٠,٥	٠,٨	٠	١,٣	٢,١	٢,٩
أبريل	٠,٩	٠,٨	٠,١	١,٧	٢,٥	٣,٣
مايو	٠,٨	١,٣	٠	٢,١	٣,٤	٤,٧
يونيو	٠,٢	٠,٨	٠	١	١,٨	٢,٦
يوليو	٠,٠	٠,٠	٠	٠	٠	٠
أغسطس	٠,١	٠,٣	٠	٠,٤	٠,٧	١
سبتمبر	٠,١	٠,٣	٠	٠,٤	٠,٧	١
أكتوبر	٠,٠	٠,٠	٠	٠	٠	٠
نوفمبر	٠,١	٠,٣	٠	٠,٤	٠,٧	١
ديسمبر	٠,٠	٠,٠	٠	٠	٠	٠
سنوي	٠,٢	٠,٢	٠	٠,٤	٠,٦	٠,٨

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

الجدول رقم (٢٦). احتمالية تكرار العواصف الترابية في مدينة القصيم خلال الفترة ١٩٩٧–٢٠١١م.

الأشهر	المعدل	الانحراف المعياري	عادي		فوق العادي	فوق العادي جداً
	X	S.D	X-S.D	X+S.D	X+2S.D	X+3S.D
يناير	٠,١	٠,٣	٠	٠,٤	٠,٧	١
فبراير	٠,٣	٠,٦	٠	٠,٩	١,٥	٢,١
مارس	٠,٦	٠,٩	٠	١,٥	٢,٤	٣,٣
أبريل	٠,٩	١,٦	٠	٢,٥	٤,١	٥,٧

مايو	١,١	١,٧	٠	٢,٨	٤,٥	٦,٢
يونيو	٠,٢	٠,٦	٠	٠,٨	١,٤	٢
يوليو	٠,١	٠,٤	٠	٠,٥	٠,٩	١,٣
أغسطس	٠,١	٠,٥	٠	٠,٦	١,١	١,٦
سبتمبر	٠,١	٠,٣	٠	٠,٤	٠,٧	١
أكتوبر	٠,٣	٠,٥	٠	٠,٨	١,٣	١,٨
نوفمبر	٠,١	٠,٣	٠	٠,٤	٠,٧	١
ديسمبر	٠,١	٠,٣	٠	٠,٤	٠,٧	١
سنوي	٠,٣	٠,٣	٠	٠,٦	٠,٩	١,٢

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

كما يشير جدول (٢٧) إلى احتمالية تكرار ظاهرة الغبار في مدينة الرياض بشكل اعتيادي في شهر يناير بمعدل يتراوح بين (٢,٧-١٧,٥) ، و(٧,٥-١٩,٩) خلال شهر فبراير، و(١٠,٢-٢٣,٨) خلال مارس، و(١١,٦-٢٨,٨) في أبريل، وتتراوح بين (١٤,٨-٢٨,٨) في مايو وهو المعدل الأعلى خلال العام، أما في يونيو فتتكرر بمعدل يتراوح بين (٧,٤-٢٢,٨)، و(٣,٨-٢١,٢) في يوليو، و٣,٤-١٩,٦) في أغسطس، و(٠,٧-١٣,٥) في سبتمبر، و(١,٤-١١,٨) في أكتوبر، و(٣,٤-١٢,٢) في نوفمبر، و(٣,٦-١٢,٦) في ديسمبر. إذن المعدل الأعلى لاحتمالية تكرار ظاهرة الغبار العالق في الرياض يتركز خلال فصل الربيع، وعلى وجه الخصوص في شهر مايو، ويظهر التكرار بشكل فوق العادي ٣٧,٤ خلال شهر أبريل، أو فوق العادي جداً لتصل إلى ٤٦.

كما يبين جدول (٢٨) أن ظاهرة الغبار العالق تتكرر في القصيم بمعدل (٠,١-٨,٣) خلال شهر يناير، و(١,٩-١٤,٥) في فبراير، و(٣,٨-١٤,٤) في مارس، و(٦,٦-٢٣,٢) في أبريل، وهو أعلى معدل خلال العام. و(٦,٧-٢٢,١) في مايو، و(١,٢-١٤,٦) في يونيو، و(٠,٤-٦,٢) في يوليو، و(٠,٢-٧,٨) في أغسطس، فيما يتراوح بين (٠-٦) في سبتمبر، و(٠,٣-٨,٩) في أكتوبر، و١,٩-٩,٥) في نوفمبر، و(١,٢-٩) في شهر ديسمبر.

إذن المعدل الأعلى لاحتمالية تكرار ظاهرة الغبار العالق في القصيم يتركز خلال فصل الربيع، وعلى وجه الخصوص في شهر أبريل. وتظهر بشكل فوق العادي ٣١,٥ خلال شهر أبريل، أو فوق العادي جداً ٣٩,٨ في ذات الشهر.

الجدول رقم (٢٧). احتمالية تكرار ظاهرة الغبار في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٩٧–٢٠١١م.

الأشهر	المعدل	الانحراف المعياري	عادي		فوق العادي	فوق العادي جداً
	X	S.D	X-S.D	X+S.D	X+2S.D	X+3S.D
يناير	١٠,١	٧,٤	٢,٧	١٧,٥	٢٤,٩	٣٢,٣
فبراير	١٣,٧	٦,٢	٧,٥	١٩,٩	٢٦,١	٣٢,٣
مارس	١٧,٠	٦,٨	١٠,٢	٢٣,٨	٣٠,٦	٣٧,٤
أبريل	٢٠,٢	٨,٦	١١,٦	٢٨,٨	٣٧,٤	٤٦
مايو	٢١,٨	٧,٠	١٤,٨	٢٨,٨	٣٥,٨	٤٢,٨
يونيو	١٥,١	٧,٧	٧,٤	٢٢,٨	٣٠,٥	٣٨,٢
يوليو	١٢,٥	٨,٧	٣,٨	٢١,٢	٢٩,٩	٣٨,٦
أغسطس	١١,٥	٨,١	٣,٤	١٩,٦	٢٧,٧	٣٥,٨
سبتمبر	٧,١	٦,٤	٠,٧	١٣,٥	١٩,٩	٢٦,٣
أكتوبر	٦,٦	٥,٢	١,٤	١١,٨	١٧	٢٢,٢
نوفمبر	٧,٨	٤,٤	٣,٤	١٢,٢	١٦,٦	٢١
ديسمبر	٨,١	٤,٥	٣,٦	١٢,٦	١٧,١	٢١,٦
سنوي	١٢,٦	٥,٠	٧,٦	١٧,٦	٢٢,٦	٢٧,٦

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

الجدول رقم (٢٨). احتمالية تكرار ظاهرة الغبار في مدينة القصيم خلال الفترة ١٩٩٧–٢٠١١م

الأشهر	المعدل	الانحراف المعياري	عادي		فوق العادي	فوق العادي جداً
	X	S.D	X-S.D	X+S.D	X+2S.D	X+3S.D
يناير	٤,٢	٤,١	٠,١	٨,٣	١٢,٤	١٦,٥
فبراير	٨,٢	٦,٣	١,٩	١٤,٥	٢٠,٨	٢٧,١
مارس	٩,١	٥,٣	٣,٨	١٤,٤	١٩,٧	٢٥
أبريل	١٤,٩	٨,٣	٦,٦	٢٣,٢	٣١,٥	٣٩,٨
مايو	١٤,٤	٧,٧	٦,٧	٢٢,١	٢٩,٨	٣٧,٥
يونيو	٧,٩	٦,٧	١,٢	١٤,٦	٢١,٣	٢٨

يوليو	٣,٣	٢,٩	٠,٤	٦,٢	٩,١	١٢
أغسطس	٤,٠	٣,٨	٠,٢	٧,٨	١١,٦	١٥,٤
سبتمبر	٣,٠	٣,٠	٠	٦	٩	١٢
أكتوبر	٤,٦	٤,٣	٠,٣	٨,٩	١٣,٢	١٧,٥
نوفمبر	٥,٧	٣,٨	١,٩	٩,٥	١٣,٣	١٧,١
ديسمبر	٥,١	٣,٩	١,٢	٩	١٢,٩	١٦,٨
سنوي	٧,٠	٣,٩	٣,١	١٠,٩	١٤,٨	١٨,٧

الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

الاتجاه الزمني للعواصف الترابية في منطقة الدراسة

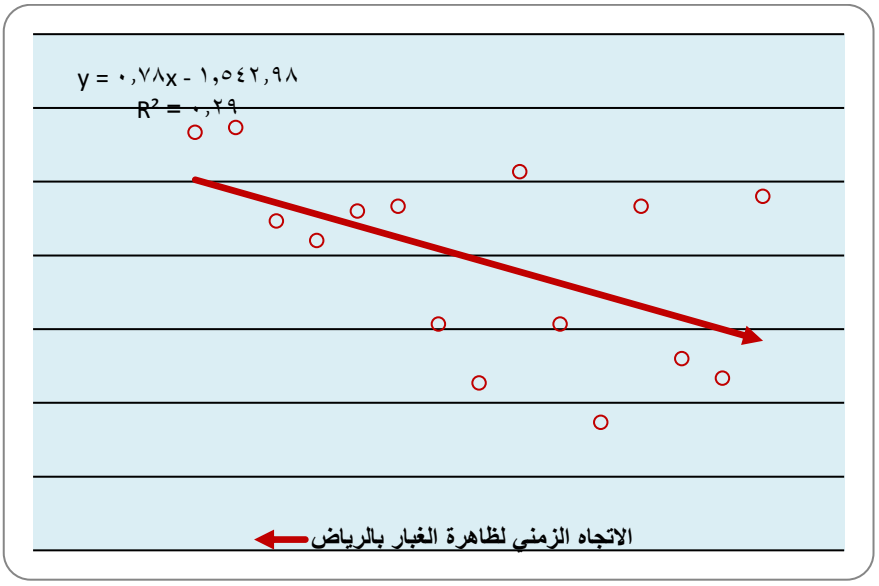
أظهرت النتائج تركز هبوب العواصف الترابية في منطقة الدراسة في فصل الربيع، ومن ثم تم تمثيل الاتجاه الزمني (Trend) للعواصف الترابية خلال الفترة (١٩٧٩-٢٠١١م) في فصل الربيع لتحديد ما إذا كانت الظاهرة تتجه إلى الزيادة أم إلى النقصان، ويظهر شكل (٢٤) الثبات النسبي للعواصف الترابية في مدينة الرياض، فيما تتجه في محطة القصيم إلى النقصان. ويؤكد انخفاض معامل التفسير (R^2) (0.00) و٠,٠٩) على التوالي أنه من غير المؤكد ارتباط العواصف الترابية بتقدم السنوات في محطتي الدراسة.

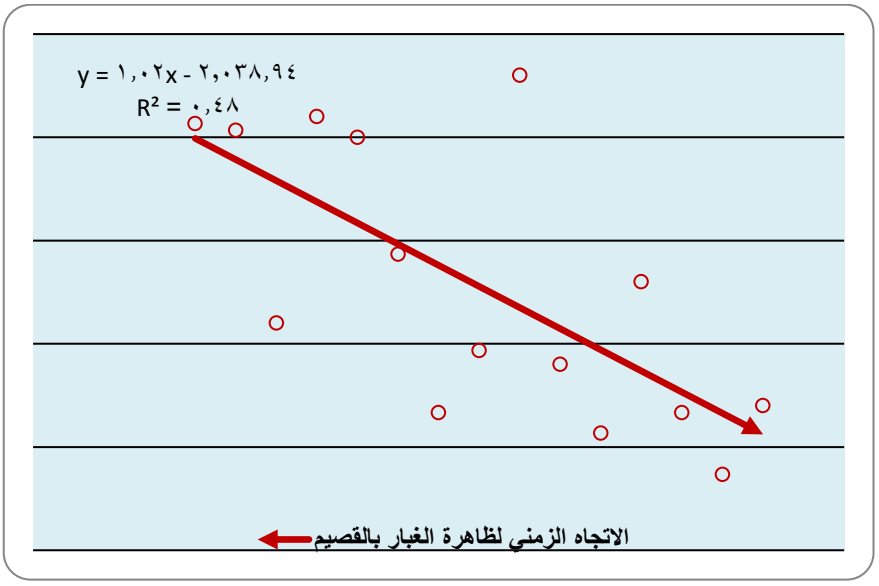
شكل (٢٤) الاتجاه الزمني للعواصف الترابية بمنطقة الدراسة في فصل الربيع

الاتجاه الزمني لظاهرة الغبار العالق في منطقة الدراسة

أظهرت النتائج تركز ظاهرة الغبار العالق في منطقة الدراسة في فصل الربيع، ومن ثم تم تمثيل الاتجاه الزمني (Trend) للظاهرة خلال

الفترة (١٩٧٩-٢٠١١م) في فصل الربيع لتحديد ما إذا كانت تتجه إلى الزيادة أم إلى النقصان، ويظهر شكل (٢٥) اتجاه الظاهرة إلى الزيادة على مدى أعوام فترة الدراسة. وهو ما يؤكده ارتفاع معامل التفسير (R^2) (0.29 و٠,٤٨) على التوالي.





شكل (٢٥) الاتجاه الزمني لظاهرة الغبار بمنطقة الدراسة في فصل الربيع

تصنيف العواصف الترابية وظاهرة الغبار العالق في منطقة الدراسة

للتعرف على السمات المناخية المصاحبة لظاهرتي العواصف الترابية والغبار العالق تم استخدام تحليل (K-Means) لتصنيف كل من الظاهرتين حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٧٩-٢٠١١م) أي على مدى ١٥ عاماً ليمثل كل فصل ٤٥ شهراً.

ويشير جدول (٢٩) إلى أن مدينة الرياض شهدت خلال أشهر الخريف صنفين من العواصف الترابية، الأول صاحبه هطول كثيف للأمطار مع ارتفاع ملحوظ في معدلات الرطوبة النسبية وانخفاض لدرجات حرارة الهواء، إضافة إلى ارتفاع في معدلات الضغط الجوي وسرعة الرياح القصوى والمتوسطة. فيما صاحب الصنف الثاني انعدام سقوط الأمطار مع انخفاض شديد في الرطوبة النسبية مع ارتفاع درجة الحرارة واعتدال الضغط الجوي والسرعة القصوى والمتوسطة للرياح.

أما فصل الشتاء فقد شهد حالتين، الأولى هي انعدام العواصف الترابية تماماً، أما الحالة الثانية فتثبت حدوث أربع حالات للعواصف

الترابية صاحبها هطول طفيف للأمطار مع اعتدال الرطوبة النسبية المائلة للارتفاع وانخفاض درجات الحرارة مع اعتدال الضغط الجوي وسرعة الرياح.

كما شهد فصل الصيف حالتين، الأولى انعدام العواصف الترابية تماماً، والثانية صاحبها انعدام التساقط مع انخفاض ملحوظ للرطوبة النسبية وارتفاع درجات الحرارة واعتدال الضغط الجوي وسرعة الرياح.

أما فصل الربيع فكان لها النصيب الأوفر من تكرار العواصف الترابية حيث سجلت ٢٤ حالة تم تصنيفهم إلى صنفين، الأول (١٩ شهراً) صاحبه تساقط طفيف للأمطار مع انخفاض الرطوبة النسبية وارتفاع درجات الحرارة فيما ارتفعت معدلات الضغط الجوي وبلغت سرعة الرياح أقصاها. أما الصنف الآخر (٥ أشهر) فيشير إلى كميات متوسطة من التساقط، مع ارتفاع الرطوبة النسبية واعتدال درجات الحرارة وارتفاع معدلات الضغط الجوي، أما سرعة الرياح فكانت الأكثر ارتفاعاً على مدار العام.

الجدول رقم (٢٩). تصنيف العواصف الترابية في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٩٧–٢٠١١م

فصل الخريف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	0	193
HUMIDITY	14	75
TEMPERATURE	33	19
PRESSURE	938	947
WINDMAX	28	40
WINDMEAN	4	6

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	1
	2	1
Valid		2
Missing		43

فصل الشتاء

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	0	13
HUMIDITY	0	48
TEMPERATURE	0	16
PRESSURE	0	945
WINDMAX	0	30
WINDMEAN	0	6

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	0
	2	4
Valid		4
Missing		41

فصل الربيع

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	8	50
HUMIDITY	24	39
TEMPERATURE	28	24
PRESSURE	942	943
WINDMAX	37	39
WINDMEAN	7	7

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	19
	2	5
Valid		24
Missing		13

فصل الصيف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	0	0
HUMIDITY	0	13
TEMPERATURE	0	37
PRESSURE	0	936
WINDMAX	0	34
WINDMEAN	0	6

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	0
	2	2
Valid		2
Missing		43

كما يبين جدول (٣٠) أن مدينة الرياض تعرضت لظاهرة الغبار العالق خلال أشهر الخريف في ٤٢ شهراً من إجمالي ٤٥، ووفقاً للتصنيف فإن ٣٩ حالة صاحبها انخفاض في الرطوبة النسبية واعتدال درجة الحرارة، إضافة إلى اعتدال الضغط الجوي وسرعة الرياح مع ندرة في تساقط الأمطار. وفي ٣ حالات فقط كانت معدلات تساقط الأمطار مرتفعة وكذلك معدلات الرطوبة النسبية والضغط الجوي مع انخفاض درجات الحرارة، واعتدال سرعة الرياح.

كما شهدت بقية أشهر العام كاملة في محطة الرياض حدوث ظاهرة الغبار العالق، ففي فصل الشتاء اتسمت الأحوال المناخية المصاحبة بارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض درجة الحرارة، مع ارتفاع ملحوظ في معدلات الضغط الجوي وسرعة الرياح، أما التساقط فكان نسبياً خلال ١٤ شهراً من إجمالي الفترة.

كما شهد فصل الصيف تشابهاً في تصنيف ظاهرة الغبار العالق، حيث رافقها انخفاض في معدلات الرطوبة النسبية مع ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة، مما أدى إلى انخفاض معدلات الضغط الجوي، واعتدال سرعة الرياح في معظم الأحيان، مع انعدام تساقط الأمطار.

أما أشهر الربيع فقد اتسمت بارتفاع ملحوظ في سرعة الرياح مع ارتفاع معدلات الضغط الجوي وانخفاض الرطوبة النسبية، فما سجلت درجات الحرارة معدلات معتدلة. وشهد التصنيف الأول ندرة في تساقط الأمطار خلال ٩ أشهر من أشهر الربيع، فيما كان هناك تساقطاً ملحوظاً نسبياً خلال ٣٦ شهراً من فترة القياس والتصنيف.

مما سبق يتضح أن الغالبية العظمى من أشهر العام تشهد تكرار ظاهرة الغبار العالق في ظل رياح تتراوح سرعاتها القصوى بين (٢٦-٣٩) عقدة.

الجدول رقم (٣٠) تصنيف ظاهرة الغبار في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٩٧-٢٠١١م

فصل الخريف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	96	2
HUMIDITY	64	24
TEMPERATURE	19	27
PRESSURE	947	943
WINDMAX	28	23
WINDMEAN	6	4

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	3
	2	39
Valid		42
Missing		3

فصل الشتاء

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	33	2
HUMIDITY	54	41
TEMPERATURE	15	15
PRESSURE	948	948
WINDMAX	25	24
WINDMEAN	5	5

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	14
	2	31
Valid		45
Missing		0

فصل الربيع

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	5	41
HUMIDITY	23	36
TEMPERATURE	27	24
PRESSURE	942	943
WINDMAX	36	35
WINDMEAN	6	7

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	36
	2	9
Valid		45
Missing		0

فصل الصيف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	0	0
HUMIDITY	12	13
TEMPERATURE	36	36
PRESSURE	934	935
WINDMAX	26	39
WINDMEAN	6	6

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	26
	2	19
Valid		45
Missing		0

يبين جدول (٣١) أن العواصف الترابية تكررت خلال أشهر الخريف في مدينة القصيم في ٧ أشهر من إجمالي ٤٥ شهراً، ومن ثم أظهرت نتائج تحليل التصنيف انعدام العواصف الترابية في معظم فصول الخريف خلال فترة الدراسة، وأثناء السبع حالات التي ظهرت فيها صاحبها ندرة شديدة في تساقط الأمطار مع اعتدال معدلات الرطوبة

النسبية ودرجات حرارة الهواء، إضافة إلى انخفاض في معدلات الضغط الجوي واعتدال سرعة الرياح القصوى والمتوسطة.

أما فصل الشتاء فقد شهد تكرار العواصف الترابية في ستة أشهر فقط من إجمالي ٤٥ شهراً، وأظهرت نتائج تصنيف الحالات الست أن شهر واحد فقط حدثت فيه العواصف الترابية وصاحبها هطول أمطار كثيف مع ارتفاع ملحوظ في الرطوبة النسبية وانخفاض كبير في درجات الحرارة، فيما اتسمت سرعة الرياح بالاعتدال في ظل ارتفاع نسبي للضغط الجوي. وفي الخمسة أشهر الأخرى صاحب العواصف الترابية تساقط متوسط للأمطار مع ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية وانخفاض درجات الحرارة واعتدال الضغط الجوي، إلا أن سرعة الرياح اتسمت بالارتفاع حيث بلغ معدلها ٤٢ عقدة.

وجاء فصل الصيف أشبه إلى حد ما بفصل الخريف، فكان التصنيف الأول هو انعدام العواصف الترابية تماماً، أما الثاني فصاحبه انعدام التساقط تماماً مع انخفاض ملحوظ للرطوبة النسبية وارتفاع درجات الحرارة بشكل كبير مع انخفاض كبير في معدلات الضغط الجوي وارتفاع سرعة الرياح. وتكررت العواصف الترابية الصيفية خلال خمسة أشهر فقط من إجمالي ٤٥ شهراً.

أما فصل الربيع فسجلت ١٩ حالة للعواصف الترابية، تم تصنيفهم إلى صنفين، الأول (٣ أشهر فقط) صاحبها تساقط للأمطار مع ارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض درجات الحرارة فيما ارتفعت معدلات الضغط الجوي، وكانت سرعة الرياح مرتفعة نسبياً. أما الصنف الآخر (١٦ شهراً) فيشير إلى تساقط طفيف للأمطار، مع انخفاض الرطوبة النسبية واعتدال درجات الحرارة وارتفاع معدلات الضغط الجوي، أما سرعة الرياح فكانت الأكثر ارتفاعاً على مدار العام.

الجدول رقم (٣١) تصنيف العواصف الترابية في مدينة القصيم خلال الفترة ١٩٩٧–٢٠١١م

فصل الخريف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	0	1
HUMIDITY	0	26
TEMPERATURE	0	28
PRESSURE	0	939
WINDMAX	0	28
WINDMEAN	0	5

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	0
	2	7
Valid		7
Missing		38

فصل الشتاء

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	102	24
HUMIDITY	54	48
TEMPERATURE	13	16
PRESSURE	943	942
WINDMAX	25	32
WINDMEAN	6	7

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	1
	2	5
Valid		6
Missing		39

فصل الربيع

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	59	8
HUMIDITY	43	25
TEMPERATURE	20	27
PRESSURE	939	937
WINDMAX	31	33
WINDMEAN	7	7

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	3
	2	16
Valid		19
Missing		26

فصل الصيف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	0	0
HUMIDITY	0	14
TEMPERATURE	0	36
PRESSURE	0	931
WINDMAX	0	32
WINDMEAN	0	7

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	0
	2	5
Valid		5
Missing		40

كما يبين جدول (٣٢) أن مدينة القصيم تعرضت لظاهرة الغبار العالق خلال أشهر الخريف في ٣٨ شهراً من إجمالي ٤٥، ووفقاً للتصنيف فإن ٣٣ حالة صاحبها انخفاض في الرطوبة النسبية واعتدال درجة الحرارة، إضافة إلى اعتدال الضغط الجوي وسرعة الرياح مع ندرة في تساقط الأمطار. وفي ٥ حالات فقط كانت معدلات تساقط

الأمطار مرتفعة وكذلك معدلات الرطوبة النسبية والضغط الجوي مع انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة، واعتدال سرعة الرياح.

وفي فصل الشتاء اتسمت الأحوال المناخية المصاحبة لظاهرة الغبار التي تكررت في ٣٩ شهراً، بارتفاع كبير في الرطوبة النسبية وانخفاض حاد لدرجة الحرارة، مع ارتفاع ملحوظ في معدلات الضغط الجوي واعتدال سرعة الرياح، إضافة إلى ارتفاع معدلات التساقط. هذا في التصنيف الأول ولفترة خمسة أشهر فقط، أما التصنيف الثاني والأكثر شيوعاً في شتاء القصيم فلا يختلف عن التصنيف الأول إلا بأنه يتسم بندرة تساقط الأمطار.

كما شهد فصل الصيف تشابهاً في تصنيف ظاهرة الغبار العالق، حيث رافقها انخفاض في معدلات الرطوبة النسبية مع ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة، مما أدى إلى انخفاض معدلات الضغط الجوي، واعتدال سرعة الرياح في معظم الأحيان، مع انعدام تساقط الأمطار.

أما فصل الربيع فقد اتسم بظاهرة الغبار في كامل فترة الدراسة، وصاحب التصنيف الأول وهو الأكثر شيوعاً، ارتفاع سرعة الرياح مع ارتفاع كبير في الضغط الجوي وانخفاض ملحوظ للرطوبة النسبية، فيما سجلت درجات الحرارة معدلات معتدلة مع تساقط طفيف للأمطار. أما التصنيف الثاني وهو الأقل شيوعاً فصاحبه تساقط كثير للأمطار مع ارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض الضغط الجوي مع بقاء الحرارة في حالة اعتدال فيما سجلت أقصى سرعة للرياح ٣٠ عقدة. مما سبق يتضح أن الغالبية العظمى من أشهر العام في مدينة القصيم تشهد تكرار ظاهرة الغبار العالق في ظل رياح تتراوح سرعاتها القصوى بين (٢٢-٣٠) عقدة.

الجدول رقم (٣٢) تصنيف ظاهرة الغبار في مدينة القصيم خلال الفترة ١٩٩٧-٢٠١١م

فصل الخريف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	3	76
HUMIDITY	27	63

فصل الشتاء

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	69	7
HUMIDITY	59	50

TEMPERATURE	15	15
PRESSURE	942	943
WINDMAX	27	23
WINDMEAN	6	6

TEMPERATURE	28	19
PRESSURE	939	942
WINDMAX	23	22
WINDMEAN	5	6

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	5
	2	34
Valid		39
Missing		6

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	33
	2	5
Valid		38
Missing		7

فصل الصيف

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	0	0
HUMIDITY	15	19
TEMPERATURE	36	35
PRESSURE	931	933
WINDMAX	24	26
WINDMEAN	6	7

فصل الربيع

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
RAINFALL	8	65
HUMIDITY	28	41
TEMPERATURE	27	22
PRESSURE	945	938
WINDMAX	30	30
WINDMEAN	7	7

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	33
	2	3
Valid		36
Missing		9

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	37
	2	8
Valid		45
Missing		0

النتائج

توصلت الباحثة إلى عدد من النتائج يمكن إيجازها فيما يلي:

- يزيد عدد العواصف الترابية في مدينة القصيم عنها في الرياض ، فبينما بلغ مجموع العواصف الترابية في القصيم نحو٥٩عاصفة، إلا أنها لاتزيد عن ٤٤ عاصفة في الرياض خلال فترة الدراسة.

- يزيد مجموع حدوث حالات الغبار العالق في مدينة الرياض تبلغ ٢٢٧٢ مرة ،وفي القصيم تبلغ ١٢٦٧مرة.

- زيادة هبوب العواصف الترابية الفصلية في فصلي الربيع والصيف والشتاء في منطقة الدراسة في الرياض يحتل فصل الربيع المركز الاول ٣٤ عاصفة، والقصيم ٢١ عاصفة، يليه فصل الصيف في

الرياض ٤٤ عاصفة، والقصيم ٥ عواصف، ثم فصل الشتاء في الرياض ٤ عواصف، والقصيم ٣ عواصف. وتقل العواصف الترابية في فصل الخريف في الرياض إلى عاصفتين ، والقصيم ٥ عواصف.

- تسهم سرعة الرياح السائدة في تكرار العواصف الترابية في مدينة الرياض بنسبة ٣٢٪، والغبار بنسبة ٦٩٪. أما في مدينة القصيم فإن معدل سرعة الرياح تسهم في تكرار العواصف الترابية بنسبة ٦٤٪، والغبار بنسبة ٨٢٪.

- تسهم سرعة الرياح القصوى في تكرار العواصف الترابية في مدينة الرياض بنسبة ٤٧٪،والغبار ٥٩ ٪.أما مدينة القصيم فان أقصى سرعة للرياح تسهم في تكرار العواصف الترابية بنسبة ٨٩٪، والغبار٨٥ ٪وهي نسبة مرتفعة للغاية.

- وجود علاقة طردية قوية بين درجة الحرارة وتكرار كل من العواصف الترابية والغبار ، حيث بلغت في العواصف الترابية ٠,٢٠٦ و الغبار ٠,٢٥١ وذلك في مدينة الرياض، أما في مدينة القصيم فقد بلغت ٠,٢٨٩ والغبار٠,١٣٩على التوالي.

- وجود علاقة ارتباطية سالبة بين الرطوبة النسبية وكل من العواصف الترابية والغبار، فقد بلغت في مدينة الرياض - ٠,١٤٠. والغبار-٠٢٤٤..بينما بلغت في مدينة القصيم - ٠,١٥٧ والغبار- ٠,٠٠٥، وبذلك يتضح أنه كلما انخفضت الرطوبة النسبية ازدادت العواصف الترابية والغبار .ذلك لأن الرطوبة تعمل على تماسك التربة إلى حد ما فلا تذروها الرياح بسهولة.

- وجود علاقة طردية موجبة بين الأمطار وكل من العواصف الترابية والغبار ،حيث بلغت في مدينة الرياض ٠,٢٩٢. و٠,٠٤٧.. وفي مدينة القصيم ٠,١٦٩ و.٢٨١ على التوالي.

- وجود علاقة طردية قوية بين الغبار العالق و العواصف الترابية فقد بلغت (٠,٨٩٠، ٠,٩٢٥) على التوالي، حيث تسهم العواصف الترابية في حدوث الغبار بنسبة ٧٩٪في مدينة الرياض ،

و بنسبة ٨٦٪في مدينة القصيم ، وهذا يؤكد أن العواصف الترابية تسهم في إحداث الغبار العالق بمعدلات عالية.

- أن أعلى احتمال لتكرار للعواصف الترابية في مدينة الرياض بشكل اعتيادي يكون خلال أشهر الربيع (مارس، أبريل، مايو) فيما يتصدر شهر مايو المعدل الأعلى (٢,١). وفوق العادي ٣,٤ عواصف خلال شهر مايو، أو فوق العادي جداً ٤,٧ عواصف .

- أن أعلى احتمال لتكرار للعواصف الترابية مدينة القصيم بشكل اعتيادي يكون خلال أشهر الربيع (مارس، أبريل، مايو)، فيما يتصدر شهر مايو المعدل الأعلى خلال العام (٢,٨)، وتحدث بشكل فوق العادي ٤,٥ عواصف خلال شهر مايو، أو فوق العادي جداً ٦,٢ عواصف.

- يتركز أعلى معدل لتكرار ظاهرة الغبار العالق في مدينة الرياض خلال فصل الربيع، وخاصة في شهر مايو. وفي مدينة القصيم يتركز خلال فصل الربيع، وخاصة في شهر أبريل.

- ومن تمثيل الاتجاه الزمني (Trend) للغبار في فصل الربيع اتضح اتجاهها إلى الزيادة على مدى أعوام فترة الدراسة. وهو ما يؤكده ارتفاع معامل التفسير في مدينة الرياض والقصيم (R^2) (٠,٢٩ و٠,٤٨).

- ومن تصنيف العواصف الترابية في مدينة الرياض وجد أن أشهر الربيع كان لها النصيب الأوفر من تكرار العواصف الترابية حيث سجلت ٢٤ حالة تم تصنيفها إلى صنفين، الأول (١٩ شهراً) صاحبه تساقط طفيف للأمطار مع انخفاض الرطوبة النسبية وارتفاع درجات الحرارة فيما ارتفعت معدلات الضغط الجوي وبلغت سرعة الرياح أقصاها. أما الصنف الآخر (٥ أشهر) فيشير إلى كميات متوسطة من التساقط، مع ارتفاع الرطوبة النسبية واعتدال درجات الحرارة وارتفاع معدلات الضغط الجوي، أما سرعة الرياح فكانت الأكثر ارتفاعاً على مدار العام.

- وفي مدينة القصيم سجلت ١٩ حالة للعواصف الترابية ، تم تصنيفها إلى صنفين، الأول (٣ أشهر فقط) صاحبها تساقط للأمطار مع ارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض درجات الحرارة فيما ارتفعت معدلات الضغط الجوي، وكانت سرعة الرياح مرتفعة نسبياً. أما الصنف الآخر (١٦ شهراً) فيشير إلى تساقط طفيف للأمطار، مع انخفاض الرطوبة النسبية واعتدال درجات الحرارة وارتفاع معدلات الضغط الجوي، أما سرعة الرياح فكانت الأكثر ارتفاعاً على مدار العام.

- كما تعرضت مدينة الرياض لظاهرة الغبار العالق خلال أشهر الخريف في ٤٢ شهراً من إجمالي ٤٥، ووفقاً للتصنيف فإن ٣٩ حالة صاحبها انخفاض في الرطوبة النسبية واعتدال درجة الحرارة، إضافة إلى اعتدال الضغط الجوي وسرعة الرياح مع ندرة في تساقط الأمطار. وفي ٣ حالات فقط كانت معدلات تساقط الأمطار مرتفعة وكذلك معدلات الرطوبة النسبية والضغط الجوي مع انخفاض درجات الحرارة، واعتدال سرعة الرياح.

- كما تعرضت مدينة القصيم لظاهرة الغبار العالق خلال أشهر الخريف في ٣٨ شهراً من إجمالي ٤٥، ووفقاً للتصنيف فإن ٣٣ حالة صاحبها انخفاض في الرطوبة النسبية واعتدال درجة الحرارة، إضافة إلى اعتدال الضغط الجوي وسرعة الرياح مع ندرة في تساقط الأمطار. وفي ٥ حالات فقط كانت معدلات تساقط الأمطار مرتفعة وكذلك معدلات الرطوبة النسبية والضغط الجوي مع انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة، واعتدال سرعة الرياح.

التوصيات

توصي الدراسة بالتالي:

- ضرورة التعاون الإقليمي والدولي لتتبع حدوث العواصف الترابية وامتدادها المكاني.

- إنشاء مركز دراسات للعواصف الترابية والغبار لأغراض التحليل والمعالجة للتقليل من الآثار السلبية على جوانب الحياة، وأهمها

صحة الإنسان.

- إنشاء واحات زراعية، وإقامة أحزمة خضراء حول المدن وعلى الطرق للتقليل من حدوث العواصف الترابية والغبار وتثبيت التربة.

- توعية الأفراد وطلاب المدارس حول أضرار العواصف الترابية والغبار وما تسببه من انعدام للرؤية والحوادث المرورية وطرق الحماية منها.

- إجراء دراسات تطبيقية تتعلق بتأثيرات العواصف الترابية والغبار على الصحة وحوادث الطرق والنواحي الاقتصادية.

المصادر

المراجع العربية

[١] الأحيدب، إبراهيم سليمان،(١٤٢٩ه)،*جغرافية المخاطر دراسة جغرافية*، مكتبة الملك فهد الرياض.

[٢] أحمد، بدر الدين،(١٩٩٣م)، *مناخ المملكة العربية السعودية*، كلية العلوم الاجتماعية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

[٣] البياني، فراس فاصل، (٢٠١١م)، *الظروف المناخية وأثرها في التوزيع الجغرافي للعواصف الترابية دراسة تطبيقية على محافظة الأنبار*، مجلة جامعة الأنبار.

[٤] البيشي، فيروز مذكر، (١٤٣٠هـ)، *العواصف الترابية والرملية بمنطقة مكة المكرمة دراسة في الجغرافيا المناخية*، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للبنات، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة.

[٥] المسند، عبدالله عبدالرحمن، (٢٠١٠م)، *رياح البوارح وأثرها في إثارة العواصف الرملية في شرقي المملكة العربية السعودية*، الجمعية الجغرافية السعودية.

[٦] بدوي، إبراهيم محمد علي، (٢٠٠٤م)، *الجغرافيا المناخية، مع نماذج تطبيقية للوطن العربي والمملكة العربية السعودية*، كليات البنات، الإسكندرية.

[٧] صيام، نادر، (٢٠١٣م)، *حالات الغلاف الجوي الطقس والمناخ، سلسلة علم المناخ العدد الأول*، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض.
[٨] عبداللاه، عبدالفتاح صديق،٢٠١٠م*شبه الجزيرة العربية المعاصرة*، دار المعرفة للتنمية البشرية، الرياض.
[٩] غانم، علي أحمد، (٢٠٠٣م)، *الجغرافيا المناخية*، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.
[١٠] الجربوع، ريم علي، (١٤٣٣هـ)، تكرار الرياح والعواصف الغبارية في مدينة الرياض دراسة مناخية تحليلية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٠م، *رسالة ماجستير غير منشورة*، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض.
[١١] الشريف، عبدالرحمن صادق، (١٩٩٤م)، *جغرافية المملكة العربية السعودية*، ج١، ط٣، الرياض، دار المريخ.
[١٢] هيئة المساحة الجيولوجية السعودية ،(١٤٣٣ه)،*المملكة العربية السعودية: حقائق وأرقام*، جدة.
[١٣] الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، *المركز الوطني للأرصاد والبيئة بيانات مناخية للفترة(١٩٩٧-٢٠١١م)*.
[١٤] الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، (١٤٢٤هـ) ، *خرائط الرياض، المخطط الاستراتيجي الشامل*.

المراجع الاجنبية

[١٥] Crook, j., (2009):Climate analysis and long range forecastin of dust storms in IRAq . Manster's thesis NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL .MONTEREY CA

[١٦] Wilkerson, W.D.,(1991):Dust and sand forecasting in Iraq and adjoining countries, Air Weather Service Technical Note AWS/ TN-001,Scott Air .Force Base

[١٧] Squirs,R.Vieor.,(2007): Physics and processes dust and storm. Climate .institute. Jnfo climateorge

[١٨] Jaber, M. A., (2010): Impact phenomena of air dust to early Agriculture crop .altamath spend Jabayish/Faculty of Arts-University of Dhi Qar thiqaruni.org

Dusty Storms and Climatic Elements affecting In the Cities of Riyadh and Qassim (An Analytical Climatic Study)

Dr. Motirh Jueetm Hilal Al-Mutairi
associate professor,
University of Princess Noura Abdulrahman

Abstract. Dust storms occur in the desert areas and semi-desert, These winds arise and consists of moving air deep depressions which derailed usual, because of the circumstances climatic fluctuations in the atmosphere.

Dust storm occurs when the availability of several conditions, including: dry soil, disjointed, and bare of vegetation, and the attainment of high wind speed.

This study aims to clarify the picture of the geographical distribution of dust storms monthly, quarterly and annual in the study area, and the study of climatic conditions associated with the occurrence of dust storms and dust, and measuring the correlation between the recurrence of dust storms and dust, temperature and relative humidity and rates of atmospheric pressure, rainfall, and the speed of the prevailing and extreme winds. also, to study the possibility of dust storms, dust and time trend in the study area, and the classification of dust storms, dust and climatic features associated with them.

The study pointed to several conclusions: including; increase the number of dust storms in the city of Qassim (59 storm) more from Riyadh (44 storm). An increase in the total occurrence of airborne dust in Riyadh city (2272), in Qassim (1267).

The effect of the speed of the prevailing wind in the frequency of dust storms in the city of Riyadh by 32%, and dust by 69%. In Qassim city, wind speed contribute to the recurrence of dust storms by 64%, and dust by 82%, and the wind speed maximum impact in a repeat of dust storms in the Riyadh city by 47%, and dust 59%. Qassim city increased by 89%, and dust 85% .