



العواصف الرَّمْلِيَّة في محافظة الأحساء شَرْقِيَّ المملكة العربية السعودية

أفنان الملحم

محاضر في جامعة الملك فيصل
باحثة دكتوراه في جامعة القصيم
afmulhim@kfu.edu.sa

محمد أبو الحسن القاسم

أستاذ مشارك
جامعة الملك فيصل
mmukhtar@kfu.edu.sa

العواصف الرملية في محافظة الأحساء شرقي المملكة العربية السعودية

محمد أبو الحسن القاسم، وأفنان الملحم

الملخص

”هدف البحث إلى التعرف على خصائص ظاهرة العواصف الرملية في محافظة الأحساء شرقي المملكة العربية السعودية وأسبابها وتوزيعها وإظهار الاتجاه العام. تكمن أهمية البحث في الآثار المترتبة عن حدوث الظاهرة على صحة الإنسان وبيئته وأنشطته المختلفة. اعتمد البحث على البيانات المناخية المتوفرة بمحطة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بمطار الأحساء خلال مدة الدراسة ١٩٨٥-٢٠١٧م. أتبع المنهج الاستقرائي، وكذلك المنهج الاستدلالي، وأستخدم الأسلوب الكمي لتحليل البيانات المناخية وبرنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (Spss)، والأسلوب الكارتوجرافي وتحليل خرائط نوا للضغط الجوي على مستوى سطح البحر. توصل البحث إلى عدد من النتائج من أهمها: أن ظاهرة العواصف الرملية هي ظاهرة جوية متكررة في منطقة الدراسة حيث بلغ تكرارها ٦٧٤ عاصفة خلال مدة الدراسة، ويعد الربيع أكثر فصول السنة من حيث تكرار العواصف (٤٥٪) ويزداد تكرارها في شهر مارس (١٦,٦٪)، ويعتبر فصل الخريف أقل فصول السنة تكراراً للظاهرة بنسبة (٦,٢٪) ويحل الشتاء ثانياً والصيف ثالثاً، ويمثل تحدر الضغط الجوي العامل المؤثر الأكبر في حدوث العواصف، إضافة للعوامل الخارجية والمتتمثلة في المنخفضات الجوية والجباهات والكتل الهوائية. وأكد تحليل التباين الأحادي بتطبيق اختبار شيفيه ازدياد الظاهرة والتذبذب الواضح خلال السنوات الأخيرة. توصي الدراسة بالتوسع في المسطحات الخضراء ومصدات الرمال، والاهتمام بظاهرة العواصف في التخطيط العمراني وفي المجالات المختلفة الصناعية والتجارية والزراعية والصحية والبيئية. وتحديث أساليب الرصد.

الكلمات المفتاحية: العواصف الرملية، الأحساء.

Sandstorms in Al-Ihasa Governorate in Eastern Saudi Arabia

Muhammad Al-Qasim and Afan Mulhim

Abstract

This research aims to identify the characteristics of sandstorm phenomenon in Alhasa province, in the eastern part of the Kingdom of Saudi Arabia, its causes, distribution, and general trend. The importance of research lies in the impact of storms on human health, environment, and activities. The research relied on the climatic data available in the meteorological and environmental protection station in Al-Ahsa Airport during the study period 1985-2017. The inductive approach was used, together with the inferential approach. Several methods were used, namely the quantitative method, SPSS and cartographic method. The most important results are: Sandstorms are a northern seasonal phenomenon, where their frequency reached 674 storms during the study period. Spring is the season where storms are the most frequent (45%), while the fall semester is the least frequent (6.2%). Winter comes second and summer third. The pressure gradient is the biggest factor affecting the occurrence of storms. In addition the such as air depressions, fronts and air masses. The results showed an increase of sandstorm during the last eleven years. The study recommends need for the expansion of green areas, sand bumpers, and pay attention to storms in urban planning and environment.

Keywords: Sandstorms, Al-Ahsa.

المقدمة

تعدُّ العواصف الرَّمْلِيَّة من أهم الظواهر الجوية التي تحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة على مستوى العالم، وبشكل خاص في شبه الجزيرة العربية وبلوخرستان وأفغانستان وروسيا في قارة آسيا، ونطاق الساحل الأفريقي والصحراء الكبرى في قارة أفريقيا، والمكسيك وغرب الولايات المتحدة الأمريكية في أمريكا الشمالية، والأرجنتين في أمريكا الجنوبية، وكذلك في أجزاء واسعة من قارة أستراليا (Isdo, 1976:108-111).

وتعتبر منطقة الشرق الأوسط والتي تضم المملكة العربية السعودية ومنطقة الدراسة من أكثر المناطق عرضةً للعواصف الترابية، حيث وقوعها في منطقة الهبوط المستمر للهواء بين دائرتي عرض ٣٠ درجة و ٣٠ درجة شمال وجنوب خط الاستواء، إضافةً إلى امتداد الصحاري الرَّمْلِيَّة حولها واستواء سطحها وقلة الغطاء النباتي فيها.

ومن خلال دراسات الباحثين المختصين أمثال (الطاهر، ١٩٩٦)، و(المسند، ٢٠١٠)، و(الملحم، ٢٠١٨)، تصدرت الأحساء على مستوى السعودية من حيث تكرار ظاهرة العواصف الترابية على مستوى المملكة العربية السعودية، واهتموا بدراسة خصائص الظاهرة وما يتبعها من آثار سلبية خاصة فيما يتعلق بزحف الرمال على العمران واختفاء بعض القرى وتدهور تربتها الزراعية الخصبة، كما اهتم آخرون أمثال، (Almuhanna, 2015) بدراسة جزيئات الغبار الناتج عن العواصف ومدى تأثيرها على النظم الأيكولوجية للمنطقة.

وقد تناول هذا البحث خصائص العواصف الرَّمْلِيَّة في محافظة الأحساء، وأسبابها وتغير سلوكها خلال فترة الدراسة؛ ومن ثم كان وُضع التوصيات لأخذ التدابير والاحتياطات اللازمة للحد من آثارها.

أهداف الدراسة

تتلخص أهداف هذه الدراسة في الآتي:

- التعرف على خصائص ظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة في منطقة الدراسة، وأهم أسباب حدوثها.
- وصف التوزيع السنوي والفصلي والشهري لظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة في منطقة الدراسة.
- تحديد الاتجاه العام لظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة وكشف التغير في سلوكها بمنطقة الدراسة، وأسبابه.

فروض الدراسة

- من أسباب حدوث ظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة في محافظة الأحساء: تحدر الضغط الجوي (الفارق في الضغط الجوي)، المنخفضات والجبهات والكتل الهوائية.

- تشهد شهور فصلي الشتاء والربيع، والسنوات الأخيرة تكراراً أعلى لحدوث ظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة في منطقة الدراسة.
- أدى تحدر الضغط الجوي، وحركة المنخفضات الجوية، وقُدوم الجبهات والكتل الجوية إلى ازدياد تكرار حدوث ظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة في منطقة الدراسة خلال السنوات الأخيرة.

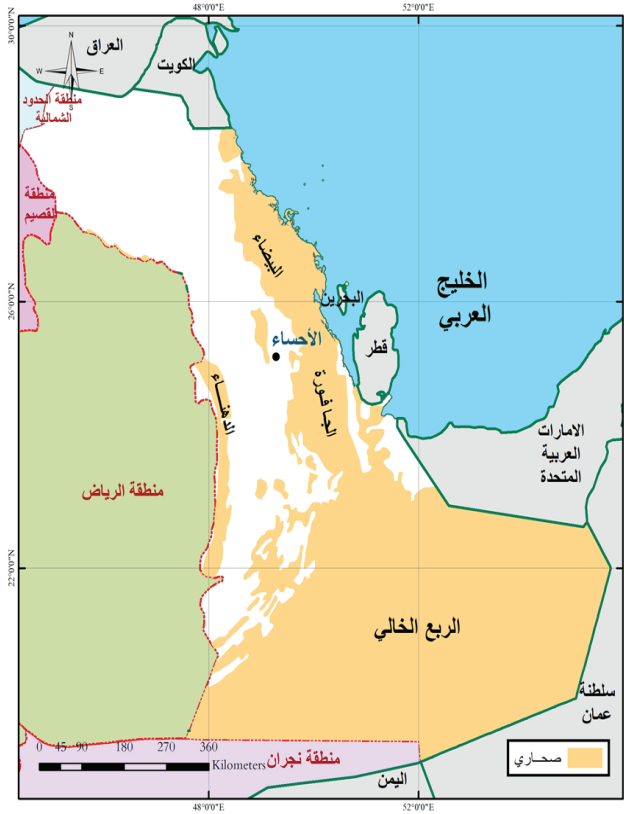
منهج البحث وأهميته

تنبع أهمية هذا البحث من تعقُّبه التوزيع الشهري والفصلي والسنوي لتكرار حدوث ظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة في منطقة الدراسة، وكشِّفه عن سلوك الظاهرة والتغير الذي يحدث لها بغية السيطرة والحد من آثارها السالبة. ويقوم هذا البحث على المنهج الاستقرائي حيث تم جمع البيانات من محطة الأرصاد الجوية في مطار الأحساء، والمنهج الاستدلالي في صياغة مشكلة البحث والاستدلال بالدراسات السابقة، وللتحقق من فرضيات البحث وأهدافه استخدم الأسلوب الوصفي التحليلي والأساليب الإحصائية خاصة برنامج (Spss)، فضلاً عن استخدام الأساليب الكارتوجرافية. وقد اعتمد في جمع المعلومات على بيانات محطة الأحساء التابعة للهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة السعودية، بمطار الأحساء الدولي، والتي تقع عند دائرة عرض (١٧ / ٥٣) ٢٥° وخط طول (١١ / ٢٩ / ٤٩°) وترتفع عن سطح البحر بنحو ١٧٨,١٧ م، وذلك لمدة ثلاثة وثلاثين عاماً (١٩٨٥ م حتى ٢٠١٧ م)، تلك التي تشكل دورة مناخية، وبالنسبة للحدود المكانية فسوف تتم دراسة العواصف الرَّمْلِيَّة التي أثرت على محافظة الأحساء والتي يدخل ضمنها الواحة والحاضرة وكذلك أجزاء واسعة من الربع الخالي. كما تم الاستعانة بالخرائط الجوية المنشورة في موقع نوا.

منطقة الدراسة

تقع محافظة الأحساء في الجانب الشرقي من المملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض (٣٠ / ٢٢° و ٤٥ / ٢٥° شمالاً)، وخطي طول (٤٨° و ٥١ / ٤٠° شرقاً)، وتعدُّ محافظة الأحساء الأكبر مساحةً في المملكة بما يساوي ٣٧٥٠٠٠ كيلومتر مربع تقريباً، حيث تمثل ٦٨٪ من مساحة المنطقة الشرقية و ٢٤٪ من مساحة المملكة (هيئة المساحة الجيولوجية، ٢٠١٢ م: ١٥). وتحتل منطقة الدراسة الجزء الجنوبي من المنطقة الشرقية المأهول بالسكان فيما يلي امتداد صحراء الربع الخالي وصحراء الجافورة من جهة الجنوب، وتبعد حوالي ٧٥ كيلومتراً من الساحل الغربي للخليج العربي (شكل ١).

يتسم سطح منطقة الأحساء بأنه من أقل مناطق المملكة تضرساً ومن أكثرها انبساطاً واستواء باستثناء بعض التلال والجبال المتناثرة، وينحدر سطحها تدريجياً نحو الشرق والشمال الشرقي ويرتفع عن مستوى سطح البحر بحوالي ١٦٠ متراً (الطاهر، ١٩٩٩: ٥١).



شكل (٢) الصحاري المحيطة بالأحساء

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على أطلس المملكة العربية السعودية، ١٤٣٥هـ: ٦٠

خصائص العواصف الرملية في منطقة الدراسة وأسبابها: بموجب تعريف (UNEP, els. 2016: 6) فإن العاصفة الغبارية «DustStorm» أو العاصفة الرملية «Sand Storm» تحدث عندما ينخفض مدى الرؤية إلى واحد كيلومتر ١٠٠٠ متر أو أقل، أما إذا كان مدى الرؤية أكثر من واحد كيلومتر، فإن ذلك يسمى الغبار السديمي «Dust Haze» أو الغبار «Dust» وذلك حسب قوة الرياح أو على ما يقرره الراصد في وقت العاصفة. كما تُعرف (الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠١٦: ٢) العاصفة الرملية أو العاصفة الغبارية «Dust Storm or Sand Storm» بأنها عبارة عن مجموعة من جسيمات الغبار أو الرمل التي تثيرها الرياح العنيفة لتبلغ ارتفاعات عالية فوق سطح الأرض حيث تكون الرؤية الأفقية أقل من ١ كم، وتبلغ سرعة الرياح فيها ٢٣ عقدة.

وفي (Mohammad, 1989: 81) ذكر بأنبانويب (Banoub, 1970) عرّف العواصف الرملية بأنها ظاهرة جوية تشتد فيها سرعة الرياح لتصل إلى (٦٣ كم/ ساعة) وتنخفض بها الرطوبة النسبية إلى أقل من ٧٠٪، وتثار فيها الأتربة والرمال وتتدنى الرؤية الأفقية إلى أقل من (١٠٠٠ م)، وتحدث تلك العواصف نتيجة اضطراب في المجال الحراري والضغط الجوي في الطبقة الحدية القريبة من سطح الأرض.

تشغل الصحاري مساحات واسعة من محافظة الأحساء، مما يجعل المنطقة مسرحاً لحركة الرمال والعواصف الرملية، ويبين (شكل ٢) الصحاري المحيطة بالمنطقة، حيث تأخذ صحراء الربع الخالي مساحة واسعة من جنوب منطقة الدراسة والتي تعد أكبر صحراء رملية متصلة في العالم تمتد على مساحة ٦٠٠٠٠٠ كم^٢، كما تحيط بها صحراء الجافورة من الشمال والشرق والجنوب والتي تعتبر المصدر الأساسي للانسحاق الرملي نحو المنطقة والتي تسمى البيضاء في امتدادها الشمالي، كما، وتتأثر برمال الدهناء من الناحية الغربية للمنطقة (الوليقي، ١٩٩٧: ١١٢-١١٣).

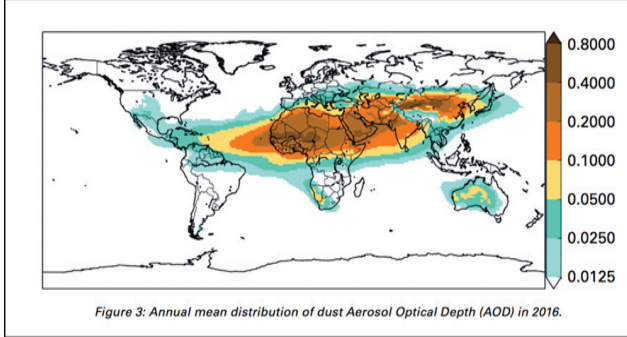
وقد ذكرت (المحم، ٢٠١٨: ١٢٥-١٢٦) - وعن طريق تقنية الاستشعار عن بعد- اقتصار الغطاء النباتي على الواحة التي تأثرت في السنوات الأخيرة بزحف الرمال المصاحبة للعواصف الرملية، ونتج عنه تقلص مساحة الغطاء النباتي واختفاء مصدات الرياح، كما أثر أيضاً كل من التمدد العمراني وجفاف العيون على تقلص مساحته، وباستثناء ذلك فإنها فقيرة بل معدومة من الغطاء النباتي، ومن ناحية أخرى أظهرت التقنية امتداد العمران في منطقة الدراسة بشكل أساسي ناحية الشمال والشرق والجنوب، ومدى تأثير زحف الرمال على طمس بعض المعالم العمرانية خاصة في الجزء الشمالي الشرقي من الواحة والذي يقع باتجاه هبوب الرياح الشمالية السائدة.



شكل (١) موقع منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على أطلس المملكة العربية السعودية، ١٤٣٥هـ: ٤٢

في المغرب في أواخر العام ٢٠١٦م، كما أصدرت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عام ٢٠١٦م خارطة تمثل مستويات انبعاث الغبار عالمياً، وجاءت منطقة الدراسة ضمن المستويات المرتفعة (شكل ٣).



شكل (٣) المتوسط السنوي لتوزيع العمق البصري فيما يتصل بالهباء الجوي الترابي (AOD) في ٢٠١٦م

المصدر: <http://public.WMO.int>

الدراسات السابقة

أجريت العديد من الدراسات عن ظاهرة العواصف الترابية بوصفها من الظواهر المناخية المؤثرة على الإنسان والبيئة، ومنها دراسات عالمية، وأخرى إقليمية، ومحلية على مستوى المملكة والمنطقة الشرقية ومنطقة الدراسة، ونذكر على سبيل المثال:

- درس هاهنبرجر وآخرون (Hahnebrgr, etal, 2021) في بحثهم عن "الخصائص الجوية لحوادث العاصفة الترابية في الحوض الشرقي العظيم، أوتو، الولايات المتحدة الأمريكية". فقد اعتمدوا في إجراء الدراسة على بيانات، جمعت من محطات جودة الهواء الموجودة في المناطق المأهولة بالسكان، كما تم تحليل اثنين من أيام العواصف الترابية واستخدموا صور الأقمار الصناعية، وقد توصلت الدراسة إلى أن الرياح الجنوبية الغربية هي المسبب الرئيسي في حدوث العواصف الترابية في الحوض العظيم في "أوتو" وتسمى "رياح هاتو" وتعمل على إثارة الرواسب ورفعها في الهواء.

- درس (القاسم، ١٩٩٦) «ظاهرة العواصف الترابية في البيئات القاحلة: حالة دراسية لمنطقة الخرطوم، وقد تناولت الدراسة ظاهرة العواصف الترابية، من حيث مكوناتها وتركيبها وتصنيفاتها والعوامل التي تؤدي إلى حدوثها وآثارها على صحة الإنسان والبيئة، وذلك بالتطبيق على منطقة الخرطوم عاصمة السودان، حيث أكدت الدراسة أن سلوك ظاهرة العواصف الترابية له علاقة عكسية مع كمية الأمطار، وأن ازديادها يرجع إلى عوامل تدهور الغطاء النباتي وتفكك وتدهور التربة بالإضافة إلى التغيرات الطفيفة في بعض عناصر المناخ، كما بينت الدراسة أن الفارق في الضغط الجوي ودرجات الحرارة هو

تناول العلماء والباحثون في مجال جغرافية المناخ وعلم الأرصاد الجوية أمثال (أبا حسين، ١٩٩٩)، و(آل سعود، ١٩٨٥)، و(أبو العينين، ١٩٨٨) و(أبو الخير، ١٩٨٤) آلية حمل الأتربة خلال العواصف الرملية والغبارية التي تهب من كل الاتجاهات على شكل دورات من مختلف المقاييس، الصغيرة والمتوسطة والكبيرة، سواء كانت على شكل حركات هوائية معقدة رأسية أو أفقية، وتعد حركة الرمال أو انسياقها ظاهرة ديناميكية بيئية مهمة، تنتج منها حركة الحبيبات الرملية قفزاً أو زحفاً على السطح بفعل الرياح، وتتأثر بصورة رئيسية بسرعة الرياح، إضافة إلى عوامل آخر أهمها حجم حبيبات الرمال، ومدى تضرس السطح الذي تنساق عليه، والعوامل الجوية، وكثافة الغطاء النباتي، ومصادر الرمال وكمياتها.

وقد صنف كل من (الكليب، ١٩٩٠)، و(والكر، ٢٠٠٥)، و(كروك، ٢٠٠٩) و(المسند، ٢٠٠٩) العواصف الرملية والغبارية في المنطقة الشرقية - والتي تقع منطقة الدراسة ضمنها حسب سبب نشأتها - إلى نوعين كما ورد (في المسند، ٢٠١٠: ٢٣):

- عواصف شتوية وربيعية: تنشأ بسبب الجبهات الهوائية الباردة التي تتبع المنخفضات الجوية، وتكون رياح شمالية غربية باردة ويستمر تأثيرها أكثر من ٤٨ ساعة في كل عاصفة.

- عواصف صيفية: تنشأ بسبب رياح البوارح وهي رياح شمالية وشمالية غربية، وسبب رياح البوارح يعود إلى العمل المزدوج من مركزين للضغط الجوي هما: منخفض الهند الموسمي، المرتفع الجوي فوق شرق البحر الأبيض المتوسط، ويستمر تأثيرها إلى ١٠ أيام.

ويمكن إرجاع السبب في نشأة وتكوين وحركة العواصف الرملية والغبارية إلى عوامل رئيسية وأخرى مساعدة كما يلي:

١/ تتمثل العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى حدوث وتكرار ظاهرة العواصف الرملية والغبارية في عناصر المناخ وبخاصة الفروق في معدلات الضغط الجوي ودرجات الحرارة، والمنخفضات الجوية والكتل الهوائية والجبهات الهوائية.

٢/ العوامل المساعدة هي عوامل تؤثر بصورة غير مباشرة في حدوث العواصف الرملية والغبارية وتكرارها، وتتمثل في الجفاف وطبيعة المواد السطحية وسوء التخطيط لاستخدام الأرض بالإضافة إلى النشاطات البشرية.

اهتم العالم متمثلاً في منظماته وهيئاته الدولية والإقليمية والمحلية بظاهرة التغير المناخي والأخطار البيئية الناتجة عنها، ومن أهمها تكرار العواصف الرملية والغبارية وكشف التغير في سلوكها وأسبابها، فقد شهدت السنوات الأخيرة تزايداً مستمراً في حدوث ظاهرة العواصف في العديد من مناطق العالم وخاصة في المناطق الجافة. وتوج هذا الاهتمام بانعقاد العديد من المؤتمرات المتتالية، مثل مؤتمر القمة المعني بالمناخ في نيويورك ٢٠١٤ م، ومؤتمر باريس للمناخ ٢٠١٥ م، ومؤتمر المناخ الذي عقد

السبب المباشر في حدوث الظاهرة وبخاصة في فصل الصيف، وأوصت الدراسة بأهمية وقف إزالة الغطاء النباتي وبضرورة زراعة الأحزمة الخضراء والغابات للتخفيف من حدة الظاهرة واضطرابها.

درست (أبا حسين، ١٩٩٩) «الانسياق الرُمليّ في البحرين: دراسة تطبيقية في محمية العرين» وتم الاعتماد على التحليل الميكانيكي للحبيبات الرُمليّة المنساقة في منطقة محمية العرين، وقد تبين أن الحبيبات الرُمليّة هي رمال ناعمة إلى متوسطة الحجم، كما استحوذت الاتجاهات (شمال، شمال غرب، غرب) على ٧٢٪ من كمية الانسياق الرُمليّ خلال العام بنسبة (٣٧٪، ٢٩٪، ٦٪) على التوالي خلال فترة الدراسة، وقد مثل فصل الصيف أكثر الفصول انسياقاً للرمال.

تناولت (العتيبي، ٢٠١٦) العواصف الترابية في المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٢م بهدف التعرف على أسباب العواصف الترابية واتجاهاتها وانحرافاتهما، وتأثيرها على التنمية المستدامة، وذلك بالاعتماد على الأساليب الكمية والتقنية، وتوصلت الدراسة إلى أن سرعة الرياح هي العامل المؤثر الأكبر في حمل ذرات الأتربة، كما أن العواصف الترابية تتركز في الجزء الشرقيّ من المملكة العربية السعودية، وأن الأحساء أعلى مدن المملكة من حيث تكرار حدوث حالات العواصف الترابية.

درست (الملمح، ٢٠١٨) «العواصف الرُمليّة والغبارية في شرقيّ المملكة العربية السعودية: دراسة في الجغرافيا المناخية» خلال الفترة من ١٩٨٨م وحتى ٢٠١٣م بهدف التعرف على خصائص العواصف شرقيّ المملكة ومعرفة مصادرها وأسباب نشأتها وسلوكها وتحليل العلاقة بينها وبين العناصر المناخية، كذلك تقييم نماذج التنبؤ بالغبار والتعرف على آثارها. وقد استُعين بالمعادلات الإحصائية للكشف عن خصائص العواصف وسلوكها، واستخدام الأسلوب التقنيّ المتمثل في الاستشعار عن بُعد لمعرفة الآثار الناتجة عن زحف الرمال. وقد توصلت إلى أن الربيع أكثر فصول السنة نصيباً من العواصف، ويزداد حدوثها في شهر مارس، واحتلت الأحساء المركز الأول من حيث تكرار العواصف الرُمليّة والغبارية، وتعد سرعة الرياح العامل المؤثر الأكبر في حدوث العواصف الرُمليّة والغبارية، وأن الرياح السائدة الشمالية هي العامل الأقوى ذو العلاقة لحدوث العواصف في المنطقة الشرقيّة.

تناول (Almuhanna, 2015) «الغبار الناتج عن العواصف الغبارية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية» بهدف فحص طبيعة وخصائص ترسيب الجسيمات المرتبطة بالغبار الناتج عن العواصف وربطها بالظروف المناخية، وذلك لتقدير خصائص الكتلة واللون والذوبان للغبار المترسب ومعرفة أثر ذلك على التربة والزراعة والصحة. وقد

تم استخدام نظام ألوان Munswll للترب، وتركيب أجهزة قياس الغبار وأدوات الرصد في محطة الدراسة، وتم تحليل جسيمات الغبار بأخذ عينات لوقت العاصفة المدروسة في مارس ٢٠١٤م. وتم التوصل إلى أن هذه العاصفة تسببت في ترسيب شديد وثقيل للغبار على نطاق واسع، أدى إلى انخفاض الرؤية الأفقية، وهو الأمر الذي يؤدي إلى تهديد للنظام الأيكولوجي بأكمله.

مناخ المنطقة الشرقيّة:

إنّ لخصائص عناصر المناخ الأثر الكبير في تحديد خصائص العواصف، وشدتها، وسلوكها، وآثارها خاصة فيما يتعلق بالضغط الجوي واتجاه وسرعة الرياح في منطقة الدراسة.

فقد بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة خلال فترة الدراسة ٢٧,٣°، كما بلغ المتوسط السنوي لدرجات العظمى إلى ٣٤,٩°، حيث الرياح الجافة الشمالية وشمال الشمالية الغربية المارة باتجاه مصدر الرمال، وهو الأمر الذي يساعد على رفع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة وجفاف السطح مع تفكك التربة، ممّا يسهم في نشأة العواصف وتكرارها، بينما انخفض المتوسط السنوي لدرجات الحرارة الصغرى إلى ١٩,٦°، وقدّرت قيمة المدى الحراري السنوي بأنها ٢٣°.

وتعدّ أنظمة الضغط الجوي من أهم العوامل الديناميكية المؤثرة في مناخ منطقة الدراسة، حيث إنّها تؤثر على اتجاهات الرياح واختلاف درجات الحرارة، وتتحكم في نشأة المنخفضات الجوية، وحركة الكتل الهوائية وهبوب العواصف، كما أنها تؤدي إلى تكوّن السحب وسقوط الأمطار.

وقد بلغ متوسط الضغط الجوي السنوي على مستوى المحطة ٩٨٩,٥ مليبار، وأمّا فيما يتعلق بمتوسط الضغط الجوي خلال شهور الشتاء فقد سيطر الضغط المرتفع بمقدار ٩٩٧,٣ مليبار، بينما وصل متوسط الضغط الجوي خلال شهور الربيع ٩٨٩,٩ مليبار، وأمّا خلال شهور فصل الصيف فساد الضغط المنخفض حيث بلغ ٩٧٩,٩ مليبار، وهو الأمر الذي يساعد على جذب الرياح الجافة الشمالية وشمال الشمالية الغربية المارة باتجاه مصدر الرمال والذي يؤدي إلى تكرار هبوب العواصف في المنطقة خلال هذا الفصل، وفي شهور فصل الخريف بدأ متوسط الضغط بالارتفاع مرة أخرى ليصل إلى ٩٩٠,٨ مليبار. وبلغ المتوسط السنوي للرطوبة النسبية ٣٧,٧٪، وتتباين قيم الرطوبة النسبية من فصل إلى آخر، حيث ارتفعت متوسطاتها إلى حدها الأقصى خلال شهور الشتاء فبلغت ٥٣٪، وذلك نتيجة لبرودة الهواء مع تأثير الكتل البحرية القادمة من البحر المتوسط المصاحبة للمنخفضات الجوية في هذا الفصل، والكتل الهوائية المدارية البحرية فوق مياه المحيط الهندي المارة عبر مياه الخليج العربي ناحية شمال شبه الجزيرة العربية، كما أنّ لمنخفض البحر الأحمر الأثر الطفيف في رفع نسب الرطوبة في المنطقة خلال فصل الشتاء. وقد انخفضت قيم الرطوبة النسبية بشكل واضح في فصل الصيف حيث وصل متوسط الرطوبة النسبية

الجو لفترة طويلة، وتسهم في حجب الرؤية والتعرية الريحية وزيادة معدلات التبخر، ومن أهم العوامل التي تساعد هذه الرياح على إثارة الأتربة، توفر التكوينات الرملية، واستواء السطح وانخفاضه، إضافة إلى سيادة الجفاف، وقلة سقوط الأمطار السنوية، وزيادة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة، واختفاء الغطاء النباتي (سليم، ١٩٩٠: ٢٩).

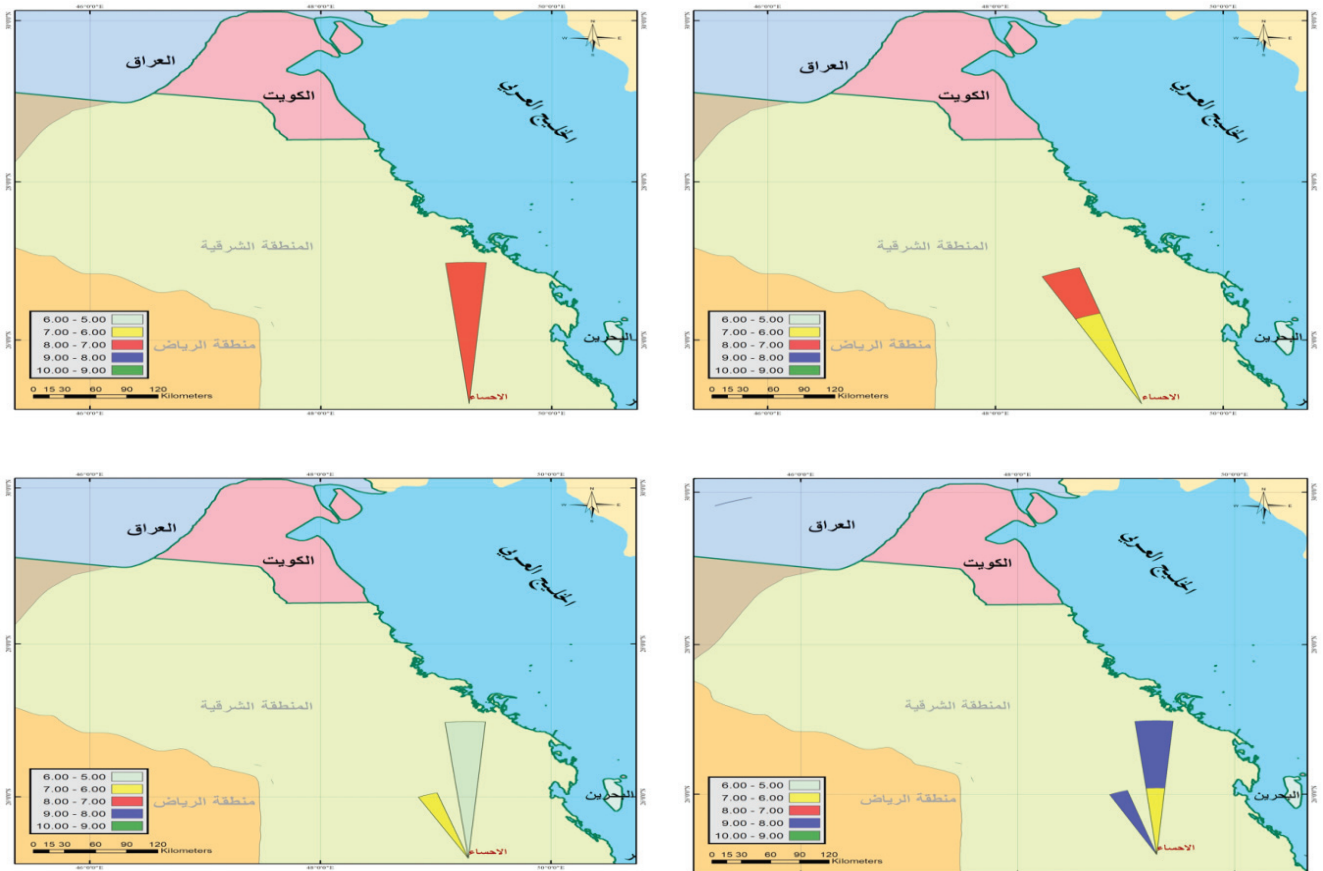
وقد بلغ متوسط سرعة الرياح السنوي خلال فترة الدراسة ٦,٩ عقدة باتجاه رياح شمالي، وأما فيما يتعلق بمتوسط سرعة الرياح خلال شهور الشتاء فقد بلغ ٧ عقدة، مع اتجاه رياح شمال الشمال الغربي، بينما بلغ متوسط سرعة الرياح خلال شهور الربيع ٧,٣ عقدة، مع اتجاه رياح شمالي، وأما خلال شهور الصيف فقد بلغ متوسط سرعة الرياح ٧,٩ عقدة، مع اتجاه رياح شمالي، وشمال الشمال الغربي، بينما ينخفض متوسط سرعة الرياح خلال شهور الخريف ليصل إلى ٥,٧ عقدة، مع اتجاه رياح شمالي، وشمال الشمال الغربي. من ذلك نستنتج أن الرياح الشمالية، والشمالية الشمالية الغربية هي السائدة، حيث تواجد مصادر للرمال (صحراء بادية الشام- النفود- الدهناء- الجافرة) باتجاه هبوب الرياح على منطقة الدراسة، مما يساعد على تكرار هبوب العواصف الرملية والغبارية (شكل ٤).

فيها إلى ٢٣,٧٪، وذلك نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وقلة التساقط، وهو الأمر الذي يساعد في زيادة حدة الجفاف وهبوب العواصف مع توافر العوامل الأخرى كسرعة الرياح والتربة المفككة.

وتتصف الأمطار في منطقة الدراسة عموماً بالقليلة والتذبذب الشديد، كما تتصف بالهطول العنيف الذي تصحبه أحياناً الزوابع الرعدية والاضطرابات الشديدة في الجو، وتتباين كمية الأمطار على المنطقة الشرقية من عام إلى آخر، كما تختلف كمية الأمطار السنوية من جهة إلى أخرى ومن فصل إلى آخر داخل المدينة الواحدة (أحمد، ١٩٩٣: ٩١).

وقد بلغ متوسط كمية المطر السنوية ٩٩,٤٦ ملم، ويعد فصلي الشتاء ٥٣,٧٠ ملم والربيع ٣٣,٧٥ ملم أكثر فصول السنة من حيث توافر كميات الأمطار الناتجة من وجود المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط والتي يسبقها حالة عدم استقرار جوي وإثارة للأتربة، كما أن تداخل الضغط الجوي بالنسبة لفصل الربيع ينتج عنه أمطاراً ربيعية، يليهما الخريف ١١,٢٤ ملم ثم فصل الصيف الذي تكاد تنعدم فيه الأمطار.

تتعرض الأحساء بوجهٍ لهبوب الرياح الحارة والجافة في أواخر فصل الربيع والفترات الأولى من فصل الصيف، وتتميز هذه الرياح بسرعتها بحيث تحمل معها كميات كبيرة من الرمال المتعلقة في



شكل (٤) وردات الرياح الفصلية في منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

نتائج الدراسة:

إنَّ دراسة العواصف في المنطقة ومعرفة خصائصها وفترات حدوثها وتكرارها يمكن بيانه من خلال تحليل البيانات المناخية من محطة الرصد الجوي في مطار الأحساء على المستوى الشهري والفصلي والسنوي كما يلي:

التوزيع الشهري للعواصف الرَّمْلِيَّة بمنطقة الدراسة

يبين (الجدول ١) و(شكل ٥) تباين توزيع العواصف الرمليّة في منطقة الدراسة من شهر إلى آخر خلال فترة الدراسة ١٩٨٥-٢٠١٧م حيث يتضح الآتي:

الخريف

الصيف

الربيع

الشتاء

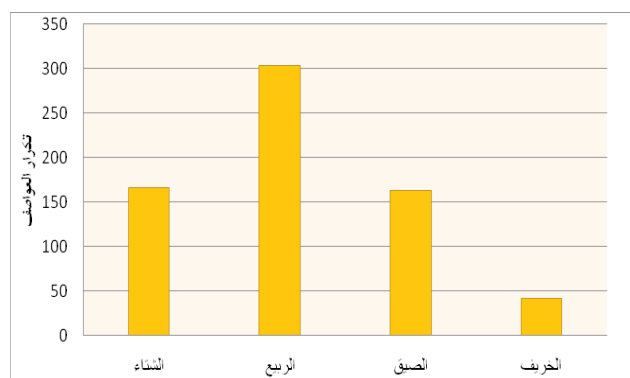
جدول (١): التوزيع الشهري والفصلي لتكرار العواصف بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧م

الشهر		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو
تكرار العواصف	الشهري	٥١	٣٥	٨٠	١١٢	٩٩	٩٢
	الفصلي	الشتاء			الربيع		
		١٦٦			٣٠٣		
الشهر		يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
تكرار العواصف	الشهري	١٠٤	٤٢	١٧	٨	٦	٢٨
	الفصلي	الصيف			الخريف		
		١٦٣			٤٢		

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠م.

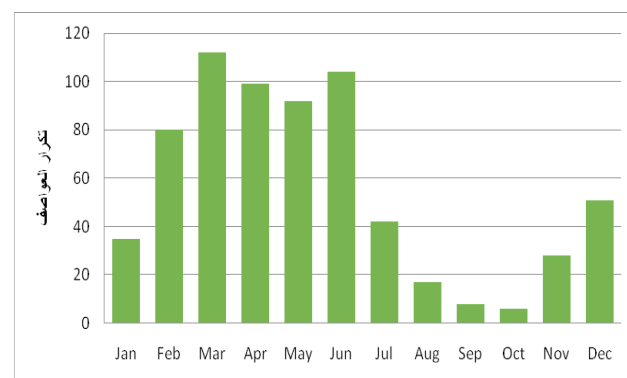
مثل شهر مارس أعلى شهور السنة تكراراً لحدوث ظاهرة العواصف الرَّمْلِيَّة، حيث بلغت ١١٢ عاصفة بنسبة ١٦,٦٪ من جملة العواصف، يليه شهر يونيو بتكرار ١٠٤ عاصفة وبنسبة ١٥,٤٪. بينما يعدُّ شهر أكتوبر أقل شهور السنة تكراراً للظاهرة، وذلك بواقع ست عواصف وبنسبة أقل من ٠,٩٪. يليه شهر سبتمبر بتكرار ثماني عواصف وبنسبة ١,٢٪، ويصل المتوسط الشهري للظاهرة ٥٦,٢ عاصفة، ويشير المدى بين أعلى الشهور تكراراً للعواصف وأدناها والذي بلغ ١٠٦ عاصفة خلال فترة الدراسة إلى التباين والتذبذب الكبير في حدوث العواصف خلال شهور السنة.

التوزيع الفصليّ للعواصف الرَّمليّة بمنطقة الدراسة يتأثر تكرار العواصف في منطقة الدراسة بتغيّر فصول السنة الأربعة حيث يعدّ الربيع أعلى فصول السنة تكراراً لحدوث العواصف الرَّمليّة، وذلك بمجموع ٣٠٣ عاصفة، وذلك بنسبة ٤٥٪ من جملة مرات تكرار العواصف، يليه فصل الشتاء بتكرار بلغ ١٦٦ عاصفة، وذلك بنسبة ٢٤,٦٪. ثم فصل الصيف بعدد ١٦٣ عاصفة وبنسبة ٢٤,٢٪، في حين كان فصل الخريف أقل فصول السنة من حيث عدد مرات تكرار الظاهرة إذ شهد ٤٢ عاصفة، بنسبة ٦,٢٪، وبلغ المتوسط الفصلي للعواصف ١٦٨,٥ عاصفة، وبلغ المدى الفصلي ٢٦١ عاصفة (الجدول ١) و(شكل ٦).



شكل (٦): التوزيع الفصلي^١ لتكرار العواصف بمنطقة الدراسة
خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول ١ (٢٠٢٠ م)



شكل (٥): التوزيع الشهري لتكرار العواصف بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧م.

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول ١ (٢٠٢٠ م)

سنة إلى أخرى خلال فترة الدراسة، كما يعطي فكرة للاتجاه العام للسنوات المقبلة. ويوضح (الجدول ٢) و(الشكل ٧) أن عدد مرات تكرار الظاهرة في منطقة الدراسة قد بلغ ٦٧٤ عاصفة خلال مدة الدراسة.

التوزيع السنوي للعواصف الرملية بمنطقة الدراسة:
إن دراسة التوزيع السنوي للعواصف في محطة الأحساء يبين تكرار حدوث الظاهرة ومستوى التغير والتذبذب في عدد مرات تكرارها من

جدول (٢): التوزيع السنوي لتكرار العواصف بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧م

السنة	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤	١٩٩٥	المجموع
العواصف	٣٨	٢٧	١٠	٢٦	٢٦	١٤	٣٩	٣١	٢٢	٢٥	٣	٢٦١
السنة	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨	١٩٩٩	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	المجموع
العواصف	٢	٣	٠	٣	٦	٥	٦	١٧	١٩	١٠	٢٠	٩١
السنة	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	٢٠١٦	٢٠١٧	المجموع
العواصف	١٣	١٧	٣٠	٢٣	٣٧	٦٥	٣٨	١٦	٥٠	١٦	١٧	٣٢٢

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠م

تكرار العواصف فيها ٢٦١ عاصفة بنسبة ٣٨,٧٪، (المجموعة الثانية ١٩٩٦م حتى ٢٠٠٦م) حيث بلغ إجمالي العواصف ٩١ عاصفة بنسبة ١٣,٥٪، (المجموعة الثالثة ٢٠٠٧م حتى ٢٠١٧م) حيث بلغ تكرار العواصف ٣٢٢ بنسبة ٤٧,٨٪. وباستخدام برنامج (Spss)، يوضح (الجدول ٣) بعض الخصائص الإحصائية السنوية للعواصف في محطة الأحساء خلال الفترة ١٩٨٥م - ٢٠١٧م، حيث يلاحظ الآتي:

جدول (٣): الخصائص الإحصائية السنوية للعواصف بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٥م-٢٠١٧م

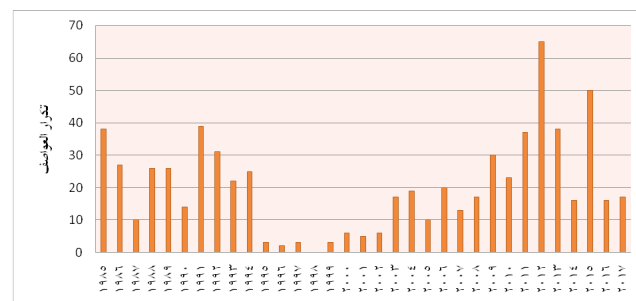
المتوسط الحسابي	عدد السنوات الأعلى من المتوسط	عدد السنوات الأقل من المتوسط	أكبر قيمة	أصغر قيمة	المدى	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف
٢٠,٤	١٤	١٩	٦٥	٢	٦٣	١٤,٩	٧٥٪

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠م

تم استبعاد القيمة (صفر) من حساب المدى. بلغ المتوسط الحسابي السنوي ٢٠,٤ عاصفة رملية، ومن ذلك نلاحظ أن عدد السنوات التي كان فيها تكرار العواصف الرملية أعلى من المتوسط هي ١٩ سنة، بينما بلغ عدد السنوات التي قل تكرار العواصف فيها عن المتوسط ١٤ سنة، وقد بلغت أكبر قيمة للعواصف الرملية ٦٥ عاصفة، وذلك في عام ٢٠١٢م، أمّا أصغر قيمة لتكرار الظاهرة فكانت عاصفتين وذلك في سنة ١٩٩٦م. وقد بلغ الانحراف المعياري ١٤,٩، وبلغت نسبة معامل الاختلاف ٧٥٪.

وللتحقق من درجة التغير خلال المجموعات الزمنية الثلاث خلال مدة الدراسة، تم تطبيق تحليل التباين الأحادي، عن طريق اختبار شيفيه، ويبين (الجدول ٤) التالي نتائج هذا الإجراء:

شهد عام ٢٠١٢م أكبر عدد مرات حدوث العواصف الرملية بمجموع ٦٥ عاصفة، بنسبة ٩,٦٪ من جملة عدد مرات حدوث الظاهرة، تلاها عام ٢٠١٥م بتكرار ٥٠ عاصفة، وبنسبة ٧,٤٪، أمّا من حيث أقل الأعوام تكراراً لحدوث العواصف الرملية فإن عام ١٩٩٨م لم يشهد حدوث أية حالة للظاهرة، يليه عام ١٩٩٦م بعاصفتين بنسبة تقل عن ٠,٣٪، ثم أعوام ١٩٩٥، ١٩٩٧، ١٩٩٩ بثلاثة عواصف رملية فقط بنسبة ٠,٤٪.



شكل (٧) التوزيع السنوي لتكرار العواصف بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧م

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول ١ (٢٠٢٠م)

الاتجاه العام والتغير في ظاهرة العواصف الرملية بمنطقة الدراسة:

تكمّن أهمية دراسة التغير في العواصف في الوقوف على سلوك الظاهرة والتغيرات التي طرأت عليها خلال فترة الدراسة ١٩٨٥م وحتى ٢٠١٧م؛ ومن ثم معرفة خط الاتجاه العام لها، بغية الحد من آثارها، لذلك سيتم تحليل بعض الخصائص الإحصائية للبيانات، ثم رسم خط الاتجاه العام للعواصف عن طريق السلاسل الزمنية وتطبيق معادلة الاتجاه العام، وللتحقق من ذلك تم تقسيم مدة الدراسة إلى ثلاث مجموعات، اشتملت كل مجموعة على إحدى عشرة سنة (المجموعة الأولى ١٩٨٥م حتى ١٩٩٥م) والتي بلغ

جدول (٤): تحليل التباين الأحادي للعواصف خلال الفترات الثلاث بمنطقة الدراسة

الأبعاد	مصدر التباين	مجموع المربعات	د ح	متوسط المربعات	النسبة الفائية	قيمة احتمالية	الاستنتاج
	بين المجموعات	٢٦٠٥,٥١٥	٢	١٣٠٢,٧٥٨	٨,٦٠٠	٠٠١.	توجد فروق لصالح الفترة الثالثة
	داخل المجموعات	٤٥٤٤,٥٤٥	٣٠	١٥١,٤٨٥			
	الكلي	٧١٥٠,٠٦١	٣٢				

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠م

جدول (٥): اختبار شيفيه لتوضيح المتوسطات

فترة السنوات	العدد	المتوسط
١,٠٠	١١	٢٣,٧٢٧٣
٢,٠٠	١١	٨,٢٧٢٧
٣,٠٠	١١	٢٩,٢٧٢٧

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠م

أنّ خط الاتجاه العام في ارتفاع تصاعديّ تدريجيّ بدءاً من عام ١٩٩٩م إلى ما بعد ٢٠١٧م، مع تذبذب واضح ارتفاعاً وانخفاضاً في بعض السنوات، إذ يرتفع المدى بين قيم الظاهرة في منطقة الدراسة، إذ تراوحت قيم العواصف الرُمليّة بين ٦٥ عاصفة في سنة ٢٠١٢م وبين (صفر) عاصفة في سنة ١٩٩٨م، أي أنّ هناك تذبذباً كبيراً بين قيم الظاهرة في منطقة الدراسة خلال مدة الدراسة، ويمكن توضيح هذا التغير والاختلاف للقيم وانحرافها عن خط الاتجاه العام بالعلامات الموجبة والسالبة كالتالي:

(+ + + + - - - - - + + + + - + + - + +)
(- - + - +)

وكذلك يمكن تقدير الاتجاه العام لظاهرة العواصف الرُمليّة في منطقة الدراسة، بتطبيق معادلة تقدير الاتجاه بطريقة المربعات الصغرى التالية:

$$\hat{y} = (ax) + b$$

حيث:

$\hat{y}$: الاتجاه العام لقيم الظاهرة

a: معامل الزمن

X: الزمن

$\hat{b}$: الحد المطلق

ولإيجاد a نستخدم هذه المعادلة:

$$\hat{a} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

ولإيجاد $\hat{b}$ نستخدم هذه المعادلة:

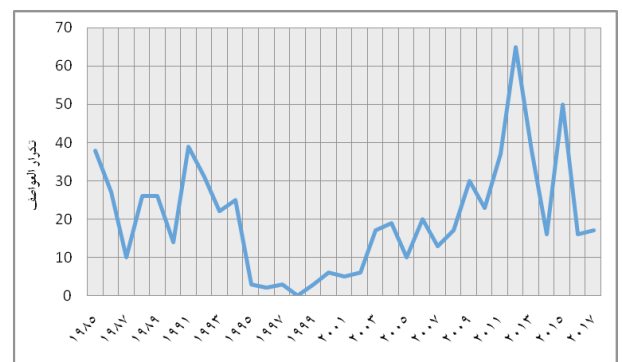
$$\hat{b} = \hat{y} - \hat{a}\hat{x}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

وقد جاءت نتائج التطبيقات كما في الجدول (٦) والشكل (٩):

يوضح (الجدول ٤) وجود دلالة إحصائية لصالح الفترة المناخية الثالثة حسب اختبار شيفيه لتوضيح درجة التغير للمجموعات الزمنية الثلاثة الأنفة الذكر، وهذا يؤكد اضطراب ظاهرة العواصف خلال الأحد عشر عاماً الأخيرة مقارنة ببقية المجموعات الزمنية الأخرى، ويلاحظ ذلك بوضوح من خلال (شكل ٨)، حيث التباين الكبير في تكرار العواصف خلال الفترة الوسطى بمجموع ٩١ عاصفة مقارنة بما قبلها وما بعدها.



شكل (٨) تكرار العواصف الرُمليّة بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٥م-٢٠١٧م.

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات جدول ١ (٢٠٢٠م)

بتطبيق السلاسل الزمنية للاتجاه العام للعواصف الرُمليّة في منطقة الدراسة في المدة ١٩٨٥م وحتى ٢٠١٧م لبيان مدى ازدياد تكرار العواصف الرُمليّة، وذلك عن طريق استخدام طريقة أشباه المتوسطات لدراسة سلسلة الاتجاه العام للعواصف، نجد

الجدول (٦): تقدير الاتجاه العام لظاهرة العواصف الرُمليّة بمنطقة الدراسة ١٩٨٥ م - ٢٠١٧ م

السنة	X	y	xy	X*x	Y	X	Y	xy	X*x	Y	X
١٩٨٥	٠	٣٨	٠	٠	٢٠٠٢	١٦,٠٨	٠	٠	٢٨٩	٢٠,٦٧	١٧
١٩٨٦	١	٢٧	٢٧	١	٢٠٠٣	١٦,٣٥	١	٢٧	٣٢٤	٢٠,٩٤	١٨
١٩٨٧	٢	١٠	٢٠	٤	٢٠٠٤	١٦,٦٢	٤	٢٠	٣٦١	٢١,٣١	١٩
١٩٨٨	٣	٢٦	٧٨	٩	٢٠٠٥	١٦,٨٩	٩	٧٨	٤٠٠	٢١,٤٨	٢٠
١٩٨٩	٤	٢٦	١٠٤	١٦	٢٠٠٦	١٧,١٦	١٦	١٠٤	٤٤١	٢١,٧٥	٢١
١٩٩٠	٥	١٤	٧٠	٢٥	٢٠٠٧	١٧,٤٣	٢٥	٧٠	٤٨٤	٢٢,٠٢	٢٢
١٩٩١	٦	٣٩	٢٣٤	٣٦	٢٠٠٨	١٧,٧	٣٦	٢٣٤	٥٢٩	٢٢,٢٩	٢٣
١٩٩٢	٧	٣١	٢١٧	٤٩	٢٠٠٩	١٧,٩٧	٤٩	٢١٧	٥٧٦	٢٢,٥٦	٢٤
١٩٩٣	٨	٢٢	١٧٦	٦٤	٢٠١٠	١٨,٢٤	٦٤	١٧٦	٦٢٥	٢٢,٨٣	٢٥
١٩٩٤	٩	٢٥	٢٢٥	٨١	٢٠١١	١٨,٥١	٨١	٢٢٥	٦٧٦	٢٣,١	٢٦
١٩٩٥	١٠	٣	٣٠	١٠٠	٢٠١٢	١٨,٧٨	١٠٠	٣٠	٧٢٩	٢٣,٣٧	٢٧
١٩٩٦	١١	٢	٢٢	١٢١	٢٠١٣	١٩,٠٥	١٢١	٢٢	٧٨٤	٢٣,٦٤	٢٨
١٩٩٧	١٢	٣	٣٦	١٤٤	٢٠١٤	١٩,٣٢	١٤٤	٣٦	٨٤١	٢٣,٩١	٢٩
١٩٩٨	١٣	٠	٠	١٦٩	٢٠١٥	١٩,٥٩	١٦٩	٠	٩٠٠	٢٤,١٨	٣٠
١٩٩٩	١٤	٣	٤٢	١٩٦	٢٠١٦	١٩,٨٦	١٩٦	٤٢	٩٦١	٢٤,٤٥	٣١
٢٠٠٠	١٥	٦	٩٠	٢٢٥	٢٠١٧	٢٠,١٣	٢٢٥	٩٠	١٠٢٤	٢٤,٧٢	٣٢
٢٠٠١	١٦	٥	٨٠	٢٥٦	Total	٢٠,٤	٢٥٦	٨٠	١١٤٤٠		٥٢٨

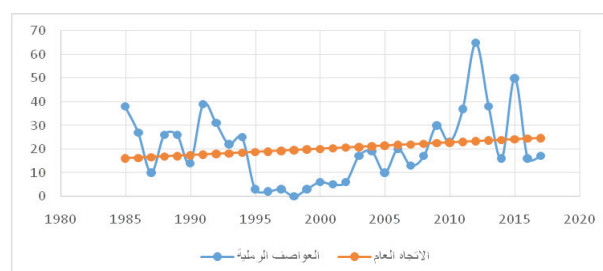
المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠

العوامل التي أدت للتغير في تكرار ظاهرة العواصف الرُمليّة في منطقة الدراسة:

للكشف عن العوامل والأسباب التي ساعدت على التغير في سلوك الظاهرة، فقد عمد البحث إلى التحقق من ذلك من خلال العوامل التي تتسبب في حدوث ظاهرة العواصف الرُمليّة والمتمثلة في الآتي:

١- تحدر الضغط الجوي:

أثر تحدر الضغط الجوي (الفارق السنوي في الضغط الجوي) بين محطة الأحساء ومحطتي القيصومة والظهران اللتين تقعان شمال منطقة الدراسة، وذلك بحكم الاتجاه الشمالي للرياح والعواصف القادمة لمنطقة الدراسة، والجدول يوضح قيم تحدر الضغط الجوي خلال المدة (١٩٨٥ حتى ٢٠١٣ م)، ونظراً لتوقف محطة الظهران عن العمل في العام ٢٠١٣ م، فقد حذفت السنوات من ٢٠١٤ حتى ٢٠١٧ لحساب تحدر الضغط.



شكل (٩) الاتجاه العام للعواصف الرُمليّة بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٥ م - ٢٠١٧ م.

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠

اتسم الاتجاه العام لظاهرة العواصف الرُمليّة في محافظة الأحساء من خلال السلاسل الزمنية بالارتفاع الواضح من خلال خط الاتجاه العام. وذلك بتطبيق المعادلة كما جاء في الجدول (٦) والشكل (٨).

الجدول (٧): تحدر الضغط في محطة الأحساء مع محطتي القيصومة والظهران خلال فترة الدراسة ١٩٨٥م-٢٠١٣م

السنة	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤
تحدر الضغط مع القيصومة	١٩,٧	١٩,٧	١٩,٩	١٩,٩	١٩,٩	١٩,٨	١٩	١٩	٢٠	٢٠,١
تحدر الضغط مع الظهران	١٨,١	١٧,٨	١٧,٧	١٧,٤	١٧,٤	١٧,٣	١٨,٣	١٧,٨	١٧,٦	١٧,٥
السنة	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨	١٩٩٩	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤
تحدر الضغط مع القيصومة	٢٠,١	٢٠,٣	٢٠,٤	٢٠,٤	٢٠	٢٠,٣	٢٠,٣	٢٠,٦	٢٠,٦	٢٠,٦
تحدر الضغط مع الظهران	١٧,٤	١٦,٨	١٦,٩	١٦,٩	١٦,٨	١٦,٨	١٦,٨	١٦,٨	١٦,٩	١٦,٨
السنة	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	
تحدر الضغط مع القيصومة	٢٠,٦	٢٠,٧	٢٠,٧	٢٠,٣	٢٠,٨	٢٠,٨	٢٠,٦	٢٠	٢٠	
تحدر الضغط مع الظهران	١٧	١٦,٩	١٦,٨	١٦,٥	١٧	١٦,٧	١٦,٧	١٦,٧	١٦,٨	

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠

جدول (٩): معامل ارتباط بيرسون تحدر الضغط وتكرار العواصف الرَّمْلِيَّة بين محطتي الأحساء والظهران خلال فترة الدراسة ١٩٨٥م - ٢٠١٣م

الأبعاد	قيمة معامل الارتباط مع الظهران	حجم العينة	القيمة الاحتمالية	الاستنتاج
العواصف	٢٦٣.	٢٩	١٦٨.	لا توجد علاقة

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠

وللتحقق من أثر تحدر الضغط الجوي على تكرار العواصف الرَّمْلِيَّة في محطة الأحساء من جهة ومحطتي الظهران والقيصومة في آن واحد، فقد جاءت نتائج هذا الإجراء واضحة وجود علاقة ارتباطية موجبة، حيث كانت القيمة الاحتمالية (٠) كما في (الجدول ١٠).

جدول (١٠): معامل ارتباط بيرسون لتحدر الضغط الجوي بين الظهران والقيصومة وأثره على تكرار العواصف بمنطقة الدراسة

الأبعاد	قيمة معامل الارتباط مع القيصومة والظهران	حجم العينة	القيمة الاحتمالية	الاستنتاج
المحطتين	**٧٧٦.	٢٩	٠٠٠.	توجد علاقة ارتباطية موجبة

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠

للتحقق من وجود علاقة ارتباط موجبة دالة إحصائياً بين تكرار العواصف في محطة الأحساء وتحدر الضغط الجوي بينها من جهة وبين محطتي القيصومة والظهران من جهة أخرى، وذلك بحساب معامل ارتباط بيرسون، عن طريق برنامج (Spss)، وجاءت نتائج هذا الإجراء بوجود علاقة غير دالة بين تكرار العواصف الرَّمْلِيَّة في محطة الأحساء وتحدر الضغط بينها وبين محطة القيصومة، فقد كانت القيمة الاحتمالية ٠,٠٧٢ كما هو موضح في (الجدول ٨) التالي:

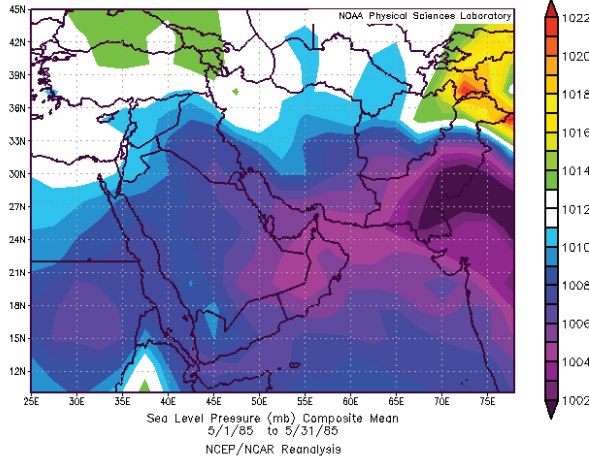
جدول (٨): معامل ارتباط بيرسون تحدر الضغط وتكرار العواصف الرَّمْلِيَّة بين محطتي الأحساء والقيصومة خلال فترة الدراسة ١٩٨٥م-٢٠١٣م

الأبعاد	قيمة معامل الارتباط مع القيصومة	حجم العينة	القيمة الاحتمالية	الاستنتاج
العواصف	٣٤٠.	٢٩	٠٧٢.	توجد علاقة غير دالة

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠

كما جاءت نتائج هذا الإجراء بعدم وجود علاقة بين تكرار العواصف الرَّمْلِيَّة في محطة الأحساء وتحدر الضغط بينها وبين محطة الظهران حيث كانت القيمة الاحتمالية (٠,١٦٨) كما موضح في (الجدول ٩) التالي:

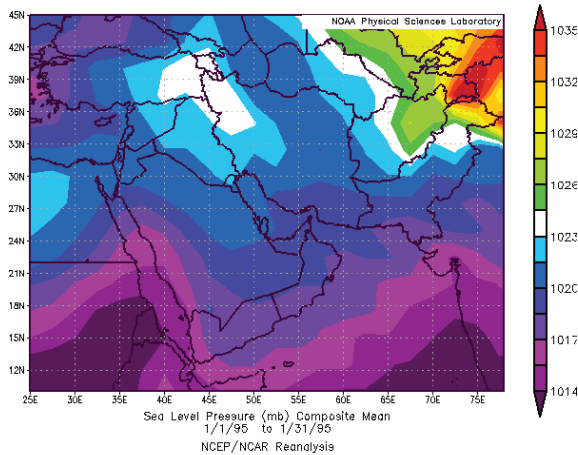
مرتفع البحر المتوسط وحتى القارة الهندية لتصبح المنطقة الشرقيّة مسرحاً للغبار وخصوصاً الأحساء؛ لأنها محاطة برمال صحراء الجافورة الإنسيابية. كما يلاحظ بوضوح فارق الضغط الجوي حيث بلغ في مركز المنخفض ١٠٠٠ مليبار، بينما كان في منطقة الدراسة ١٠٠٦.



شكل (١١) منخفض الهند الموسمي عند مستوى سطح البحر عام ١٩٩١م

المصدر: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day>

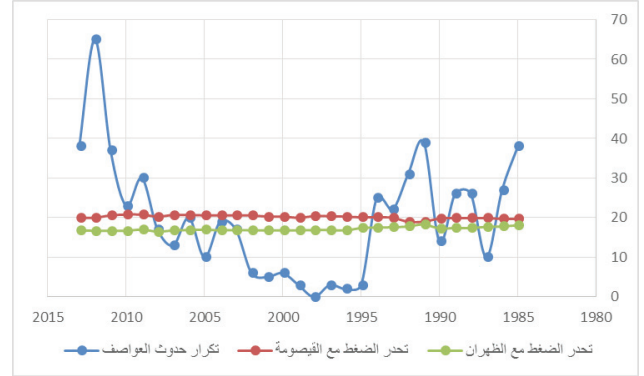
بينما كان العام ١٩٩٥ الأدنى تكراراً لظاهرة العواصف الرمليّة في المجموعة الأولى، فإنه لم يتم رصد أية عاصفة رملية خلال شهر يناير أيضاً، ويوضح الشكل (١٢) الحركة الجوية خلال شهر يناير في العام ١٩٩٥م، وتوضح ضعف منخفض البحر المتوسط الذي عادة ما يتوغل إلى منطقة الدراسة في هذه الشهور من السنة، وذلك لضعف الفارق في الضغط الجوي الذي بلغ عند مركز منخفض البحر المتوسط ١٠١٩ مليبار، وكان الضغط في منطقة الدراسة ١٠٢٠ مليبار.



شكل (١٢): منخفض البحر المتوسط عند مستوى سطح البحر عام ١٩٩٥م

المصدر: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day>

ولمزيد من التحقق من أثر عناصر المناخ على تكرار وتغير سلوك العواصف الرمليّة في الأحساء خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٣)، تم رسم الشكل (١٠) الذي يجمع بين تكرار العواصف وتجدرّ الضغط الجوي بين محطة الأحساء من جهة ومحطتي القيصومة والظهران من جهة أخرى، ولا يلاحظ ارتباط تكرار العواصف بالتغير الواضح في فوارق الضغط بين منطقة الدراسة وكل محطة منفردة (الظهران والقيصومة)، في حين أكدت نتائج معامل ارتباط بيرسون (جدول ١٠) على قوة الارتباط (٠,٧٧٦) بين مجمل تحدّر الضغط في المحطتين وتكرار العواصف الرمليّة في منطقة الدراسة.



شكل (١٠): تحدّر الضغط الجوي بين الأحساء ومحطتي القيصومة والظهران على تكرار العواصف الرمليّة ١٩٨٥م - ٢٠١٣م

المصدر: إعداد الباحثين: ٢٠٢٠

٢- المنخفضات الجوية والجبهات والكتل الهوائية:

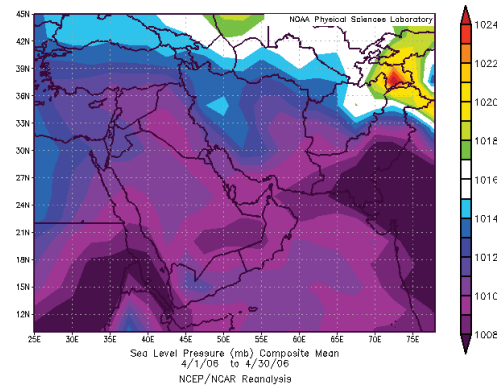
يؤدي قدوم المنخفضات الجوية والجبهات والكتل الهوائية إلى منطقة الدراسة إلى الاضطرابات الجوية وحالة من عدم الاستقرار، ينشأ عنها هطول الأمطار، والضباب، وتكرار العواصف الرمليّة. وللتحقق من ذلك على إثارة العواصف الرمليّة في منطقة الدراسة، نستعرض بعض النماذج لخرائط الطقس المنشورة بموقع نوا (Noaa) والتي تبين حركة الغلاف الجوي، وقدوم المنخفضات الجوية لمحطة الأحساء. وتم اختيار ستة خرائط تمثل أعلى وأدنى تكرار للعواصف خلال المجموعات الزمنية الثلاث آنفة الذكر- بغية تفسير حدوث الظاهرة والتغير في مرات تكرارها.

أ/ المرحلة الأولى من عام ١٩٨٥ وحتى ١٩٩٥م:

شهد عام ١٩٩١ أعلى تكرار للعواصف الرمليّة في منطقة الدراسة ٣٩ عاصفة خلال هذه المجموعة، وكان شهر مايو الأكثر تكراراً بمجموع ٨ عواصف. وتظهر الخريطة (شكل ١١) الحركة الجوية خلال هذا الشهر من تاريخ ١ مايو ١٩٩١ حتى ٣١ مايو ١٩٩١م، حيث يبدأ تأثير منخفض الهند الموسمي في نهاية الربيع وبداية دخول فصل الصيف والذي يؤثر على مناخ المملكة العربية السعودية خاصة الأجزاء الشرقيّة منها، حيث تقع منطقة الدراسة، وتُظهر الخريطة ما يعرف برياح البوارح المثيرة للغبار في منطقة الدراسة، حيث إن الرياح الشمالية بفرعها تهب من

ب/ المرحلة الثانية من عام ١٩٩٦ وحتى ٢٠٠٦م:

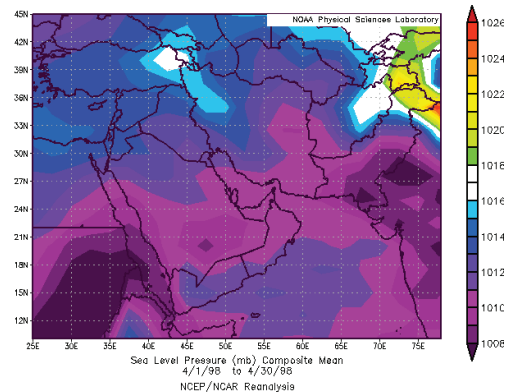
شهد عام ٢٠٠٦ أعلى تكرار للعواصف الرَّمْلِيَّة في منطقة الدراسة عاصفة خلال هذه المجموعة، وكان شهري يناير وأبريل الأكثر تكراراً، بواقع ٥ عواصف لكل شهر. ويظهر الشكل (١٣) الحركة الجوية خلال شهر أبريل اليوم الأول من الشهر حتى يوم ٣٠ في العام ٢٠٠٦م، حيث يظهر أثر المنخفضات المحلية في الربع الخالي، والتي تتأثر عادة بارتفاع درجات الحرارة في هذه الفترات من السنة، والتي تتطافر مع خطوط التساوي لمنخفض الهند الموسمي الذي يبدأ تأثيره أيضاً خلال هذه الفترات من السنة ممّا يزيد من أثر عمق تلك المنخفضات وزيادة شدة هبوب الرياح الشمالية الهابّة على المنطقة التي تؤدي إلى شدة العواصف الرَّمْلِيَّة. كما يلاحظ بوضوح فارق الضغط الجوي حيث بلغ في مركز المنخفض المحلي ١٠٠٦ مليبار، بينما كان في منطقة الدراسة ١٠١٠ مليبار.



شكل (١٣): منخفض الهند الموسمي والمنخفض المحلي عند مستوى سطح البحر عام ٢٠٠٦م

المصدر: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day>

بينما لم يشهد العام ١٩٩٨ حدوث أية عاصفة رملية خلال سنوات المجموعة الأولى، فإن الشكل (١٤) يوضح الحركة الجوية خلال شهر أبريل في العام ١٩٩٨م، حيث سيطر الضغط المنخفض على شبه الجزيرة العربية كاملة، فلم يكن هناك وجود لحركة جبهات هوائية ولا منخفضات جوية عميقة، ولا وجود لفوارق في الضغط الجوي، مؤثرة على منطقة الدراسة.

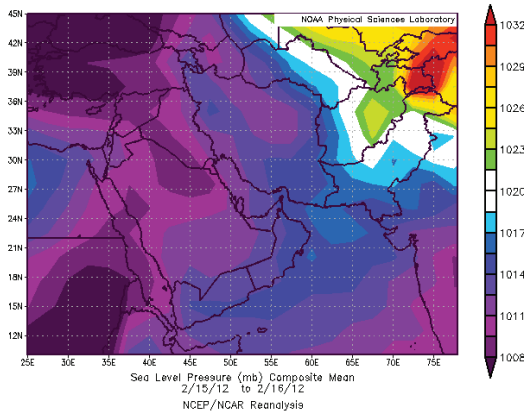


الشكل (١٤): حالة الضغط الجوي على منطقة الدراسة عام ١٩٩٨م

المصدر: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day>

ج/ المرحلة الثالثة من عام ٢٠٠٧ وحتى ٢٠١٧م:

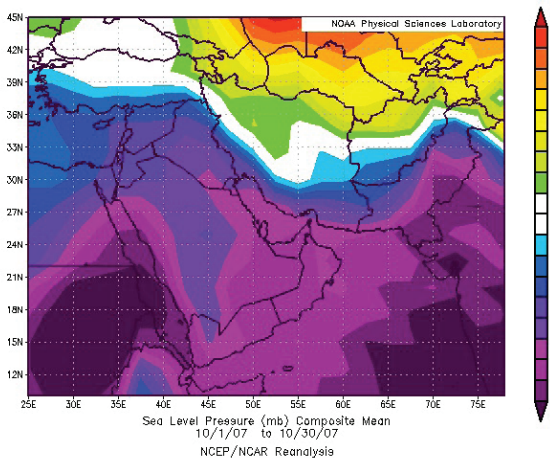
شهد عام ٢٠١٢ أعلى تكرار للعواصف الرَّمْلِيَّة في منطقة الدراسة (٦٥ عاصفة) خلال مدة الدراسة، وكان شهر فبراير الأكثر تكراراً بواقع ١٥ عاصفة. وتظهر الخريطة (شكل ١٥) الحركة الجوية لمنتصف شهر فبراير اليوم الخامس عشر من الشهر، حيث يظهر أثر منخفض البحر المتوسط العميق الممتد الذي أدى إلى تكرار العواصف الشديدة، والتي كان أبرزها عاصفة يوم ٢٥ فبراير ٢٠١٢ التي حولت النهار إلى ليل وحظيت باهتمام الباحثين. ويلاحظ بوضوح فارق الضغط الجوي حيث بلغ في مركز المنخفض ١٠٠٦ مليبار، بينما كان في منطقة الدراسة ١٠١١ مليبار.



شكل (١٥): منخفض البحر المتوسط عند مستوى سطح البحر عام ٢٠١٢م

المصدر: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day>

بينما شهد العام ٢٠٠٧ حدوث ١٣ عاصفة رملية فقط (شكل ١٦)، خلال سنوات المجموعة الثالثة، فإن الشكل ١٤ للحركة الجوية لا يُظهر خلال شهر أكتوبر في العام ٢٠٠٧م، أية منخفضات جوية أو جبهات هوائية مؤثرة على منطقة الدراسة.



شكل (١٦): حالة الضغط الجوي على منطقة الدراسة عام ٢٠٠٧م

المصدر: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day>

مناقشة نتائج الدراسة:

خلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج حول موضوع العواصف الرملية في محافظة الأحساء شرقي المملكة العربية السعودية، حيث رصدت مجموعة من العوامل الجغرافية التي تؤثر بطريقة مباشرة على حدوث العواصف الرملية في منطقة الدراسة، ومنها الموقع الفلكي واستواء سطح المنطقة، بجانب مجموعة من الخصائص الجغرافية التي تؤثر بشكل غير مباشر، تتمثل في خصائص التربة، والغطاء النباتي.

فقد أكدت النتائج وجود علاقة ارتباطية موجبة بين تكرار حدوث العواصف الرملية مع تحدر الضغط الجوي بين محطة الأحساء ومحيطها، وهو ما ذهبت (العتيبي، ٢٠١٦) في دراستها عن العواصف الترابية في المملكة العربية السعودية حيث توصلت إلى أن سرعة الرياح هي العامل المؤثر الأكبر في حمل ذرات الأتربة شرقي المملكة، وعلى مستوى الإقليم فقد توصل له (القاسم، ١٩٩٦) في دراسته عن ظاهرة العواصف الترابية في منطقة الخرطوم، أشار إلى العلاقة العكسية بين تكرار حدوث العواصف الترابية مع كمية الأمطار، بجانب تدهور الغطاء النباتي، بجانب تحدر الضغط الجوي. كما أشارت الدراسة لأثر العوامل الخارجية في إثارة الظاهرة واضطرابها في منطقة الدراسة خلال السنوات المختلفة والمتتمثل في المنخفضات الجوية والجهات والكتل الهوائية.

وقد استعرضت النتائج التوزيع الزمني للعواصف الرملية في منطقة الدراسة، إذ يعد الربيع أكثر فصول السنة تكراراً للظاهرة بنسبة ٤٥٪، ويزداد حدوثها في شهر مارس بنسبة ١٦,٦٪، وتقل في فصل الخريف بنسبة لا تتجاوز ٦,٢٪، ويعد شهر أكتوبر أقل شهور السنة تكراراً للعواصف بنسبة ٠,٩٪، أما بالنسبة للتوزيع السنوي فيعد العام ٢٠١٢م الأكثر تكراراً للظاهرة بنسبة ٩,٦٪ بينما لم يشهد العام ١٩٩٨م حدوث أية عاصفة رملية.

وقد أكد تحليل التباين الأحاد بتطبيق اختبار شيفيه، وتطبيق معادلة تقدير الاتجاه بطريقة المربعات الصغرى ازدياد اضطراب ظاهرة العواصف الرملية في منطقة الدراسة، خاصة خلال السنوات الأخيرة، وأن هناك تذبذب واضح خلال سنوات الدراسة. ولتفسير ذلك التغير أكدت النتائج وجود علاقة ارتباطية موجبة مع تحدر الضغط الجوي بين محطة الأحساء ومحطتي الظهران والقيصومة، إضافة إلى أثر العوامل الخارجية التي سبق الإشارة إليها.

توصي الدراسة بضرورة إضافة محطات للرصد الجوي في المنطقة الشرقية؛ لإعطاء فكرة أكثر شمولية لمناخ المنطقة بين أجزائها المختلفة، وتزويد محطات الرصد الجوي بأجهزة حديثة لدراسة هذه الظواهر الجوية، كما توصي الدراسة بضرورة تحديث وتطوير البرامج العددية التي تحاكي الغبار والعواصف الرملية في محافظة الأحساء، وإقامة المعامل الخاصة لعمل المختصين في مجال متابعة هذه الظواهر والاستفادة من صور الأقمار الصناعية والتقدم التكنولوجي. وللمحد من الآثار السالبة

للظاهرة توصي الدراسة بالتوسع في المسطحات الخضراء داخل المدن، وزيادة أعداد مصدات الرمال باتجاه الرياح السائدة، ومراعاة ألا يكون التخطيط العمراني باتجاه هبوب الرياح التي تجلب معها العواصف في الاتجاهات الشمالية والشمالية الغربية، وكذلك متابعة الآثار المترتبة على تكرار العواصف الرملية في المجالات المختلفة منها الصناعية والتجارية والزراعية والصحية والبيئية.

المراجع

أبا حسين، أسماء علي، ١٩٩٩، الانسياق الرملي في البحرين - دراسة تطبيقية في محمية العرين، مجلة مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، العدد ١١، ٢١٣-٢٣١.

أحمد، بدر الدين يوسف محمد، ١٩٩٣، مناخ المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٥٧.

إيف سياما؛ زينت عبدالمع، ٢٠١٥، التغير المناخي، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض.

آل سعود، مشاعل محمد، ١٩٨٥، الانسياق الرملي وخصائصها لحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض - الدمام المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض.

سليم، محمد صبري محسوب، ١٩٩٠، الظروف المناخية بالأحساء المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٣٥.

الطاهر، عبد الله، ١٩٩٦، العواصف الرملية والغبارية وأثرها فيتر بالحقول الزراعية في واحة الأحساء، الجمعية الجغرافية السعودية، العدد ٢٤.

الطاهر، عبد الله، ١٩٩٩، الأحساء: دراسة جغرافية، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض.

العتيبي، مشاعل فهد مطلق، ٢٠١٦، العواصف الترابية في المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الدمام، الدمام.

القاسم، محمد أبو الحسن، ١٩٩٦، ظاهرة العواصف الترابية في البيئات القاحلة: حالة دراسة لمنطقة الخرطوم، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الخرطوم، الخرطوم.

المسند، عبد الله، ٢٠١٠، رياح البوارح وأثرها في إثارة العواصف الرملية في شرقي المملكة العربية السعودية، مجلة كلية الآداب، جامعة طنطا، العدد ٢٤.

الملحم، افنان، ٢٠١٨، العواصف الرملية والغبارية في شرقي المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك فيصل، الأحساء.

الولييعي، عبدالله بن ناصر، ١٩٩٧، بحار الرمال في المملكة العربية السعودية، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض.

المراجع الأجنبية

Abdullah,M. Shafi (1989): Dust storm phenomena and their environmental impacts in Kuwait, unpublished Ph.d theses, University of Glasgow U.K.

Almuhanna A. (2015) Dustfall Associated with Dust Storms in the Al-Ahsa oasis of Saudi Arabia, Open Journal of Air Pollution, Published Online June 2015 in SciRes <http://www.scirp.org/journal/ojap> or <http://dx.doi.org/10.4236/ojap.2015.42007>. pp65-75>.

Isdo; S.B. (1976) Dust Storm, Storms, Scientific American, V.235, No.4 p 108-111 and 113-114.

Hahnenberger, M. & Nicoll, K. (2010), Meteorological characteristics of dust storm events in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A, Atmospheric Environment (60). 601- 612, USA.

UNEP, WMO, UNCCD (2016). Global Assessment of Sand and Dust Storms. United Nations Environment Programme, (pp 1-19) Nairobi.