

التحليل التكراري المقارن للعواصف الرملية والغبارية المؤثرة على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية في المملكة العربية السعودية

Comparative analysis of Sandstorms frequency in IABM – Saudi Arabia

إعداد: الأستاذ الدكتور / أحمد بن عبد الله الدغيري

قسم الجغرافيا، كلية اللغة العربية والعلوم الاجتماعية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية

Email: ahmadam32c@gmail.com

المخلص

تتناول هذه الدراسة تحليل تكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح المصاحبة لها والمؤثرة على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية الطبيعية باستخدام البيانات اليومية المرصودة بأربع محطات مناخية هي الرياض (40437) وحفر الباطن (40377) والأحساء (40420) والظهران (40416). ولقد تم اختيار هذه المحطات كونها تحيط بمحمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية الطبيعية وهي الأقرب منها. ولتحقيق أهداف البحث، اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي الاستقصائي باستخدام البيانات اليومية لتكرار العواصف الغبارية والرملية والسرعة المتوسطة والقوى للرياح المرصودة خلال الفترة 1995-2023 بمحطتي الرياض والأحساء و 1995-2014 بمحطة الظهران و 1995-2013 بمحطة حفر الباطن. ولتحقيق أهداف الدراسة تم تطبيق العديد من الأساليب الإحصائية في فحص ومعالجة بيانات الرصد اليومي لتكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح المصاحبة لها هي: اختبار شابيرو- ويلك Shapiro-Wilk في تحديد حسن مطابقة توزيع البيانات السنوي للتوزيع الطبيعي Normality test، - اختبار ت ستودنت T-student لفحص تجانس التباين للبيانات ذات التوزيع الطبيعي والاختبار اللامعلمي Binomial لفحص تجانس التباين للبيانات التي يختلف توزيعها عن التوزيع الطبيعي، - فحص الأهمية الإحصائية مان- كندل Mann-Kendall في تحليل اتجاه التغير العام لتكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح المصاحبة لها.

ولقد توصلت هذه الدراسة إلى نتائج هامة كشفت عن خصائص تكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح المصاحبة لها المؤثرة على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية. وتوصي هذه الدراسة بتطبيق الأساليب الإحصائية والخطوات العملية التي تم استخدامها من خلال التوظيف المتكامل لبيانات الرصد اليومي لعناصر الطقس ولتكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح المصاحبة لها المؤثرة على المحميات الطبيعية في المملكة العربية السعودية. ولقد تم تمثيل نتائج هذه الفحوص الإحصائية في جداول ورسوم بيانية توضيحية.

الكلمات المفتاحية: العواصف الغبارية، العواصف الرملية، سرعة الرياح، الاختبار اللامعلمي الأحادي، اختبار ت ستودنت، اختبار مان- كندل، المحمية الطبيعية، المملكة العربية السعودية.

Comparative analysis of Sandstorms frequency in IABM – Saudi Arabia

Abstract

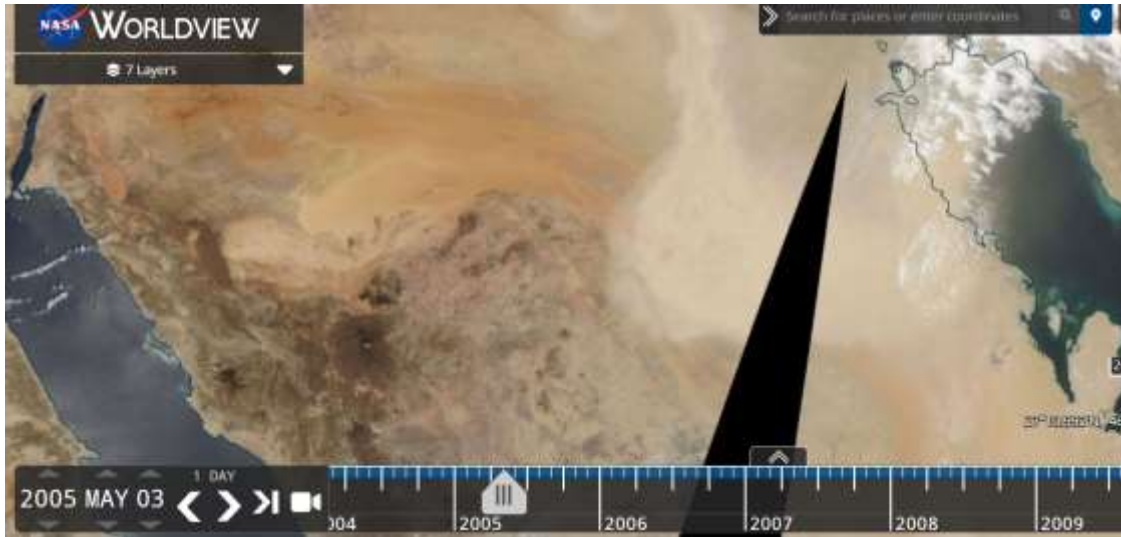
This study analyses the frequency of dust and sand storms and the related wind speed affecting the Imam Abdul Aziz bin Muhammad Natural Reserve using daily data observed at four climate stations: Riyadh (40437), Hafr Al-Batin (40377), Al-Ahsa (40420), and Dhahran (40416). These stations were chosen because they surround the Imam Abdul Aziz bin Muhammad Natural Reserve and are the closest ones. To achieve the research objectives, the study relied on a quantitative survey approach using the frequency daily data of dust and sand storms and the average and maximum wind speeds observed during the period 1995-2023 at the Riyadh and Al-Ahsa stations, 1995-2014 at the Dhahran station, and 1995-2013 at the Hafr Al-Batin station. To achieve the objectives of the study, the several statistical methods applied are: - Normality test (Shapiro-Wilk) in determining the goodness of fit of the annual data distribution to the normal distribution, T-student test to test the homogeneity of variance for data with a normal distribution, and the nonparametric test Binomial to test the homogeneity of variance for data whose distribution differs from the normal distribution, Applying the statistical significance of Mann-Kendall in analyzing the trend of the dust and sand storms frequency and the related wind speed.

This study showed some important results that revealed the characteristics of the dust and sand storms frequency and the related wind speeds affecting the Imam Abdul Aziz bin Muhammad Reserve. Some recommendations are proposed. They are based on the application of statistical methods and methodology steps using the integrated daily monitoring data for weather elements and the dust and sand storms frequency and the related wind speeds affecting natural reserves in the Kingdom of Saudi Arabia. The funding of these statistical tests have been represented in illustrative tables and graphs.

Keywords: Dust storms, Sand storms, Wind speed, Binomial test, T-student test, Mann-Kendall test, Natural reserve, Saudi Arabia.

1. المقدمة

هناك الكثير من الباحثين الذين أوردوا تعاريفاً للعاصفة الغبارية تختلف من حيث التعبير اللغوي ولكنها تتفق في معظمها من حيث المضمون والمفهوم العلمي للعاصفة الغبارية. وللتفريق بين العواصف الغبارية Dust storm والعواصف الرملية Sand storm وغيرها من العواصف الأخرى نستعرض مفهوم العاصفة الغبارية حسب ما ورد في العديد من المصادر والبحوث العلمية. فحسب ما أوردته منظمة الأرصاد العالمي التابعة للأمم المتحدة فإن العواصف الرملية تحدث عادة عندما ترفع الرياح القوية كميات كبيرة من الرمال والأتربة التي لا يتجاوز قطرها 100 ميكرون من التربة الجافة والجافة إلى الغلاف الجوي وتؤدي إلى تدني مدى الرؤية إلى 1000 متر أو أقل (WMO¹). وتصنف هذه المنظمة العواصف الرملية والترابية بأنها ظاهرة مناخية خطيرة وشائعة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، وتحدث في الغالب بسبب تدرجات الضغط القوية المرتبطة بالأعاصير التي تزيد من سرعة الرياح على مساحة واسعة (الصورة 1).



الصورة 1: تقدم عاصفة غبارية على وسط المملكة في 2005/5/30م

كما تعرف العواصف الغبارية بأنها عبارة عن حبيبات صغيرة من التربة المفككة في المناطق الجافة لا تتجاوز أقطارها 100 ميكرومتر تنقلها رياح قوية ذات سرعات تفوق 8 م/ثانية. وتعمل هذه الرياح على رفع الغبار من التربة السطحية إلى عدة آلاف من الأمتار الذي يؤدي إلى تدني مدى الرؤية إلى أقل من 1 كم، حيث تتقدم جبهة العاصفة الغبارية كجدار من الغبار يرتفع إلى حوالي 3000م ويتسع إلى عشرات بل مئات الكيلومترات (WMO, 2017).

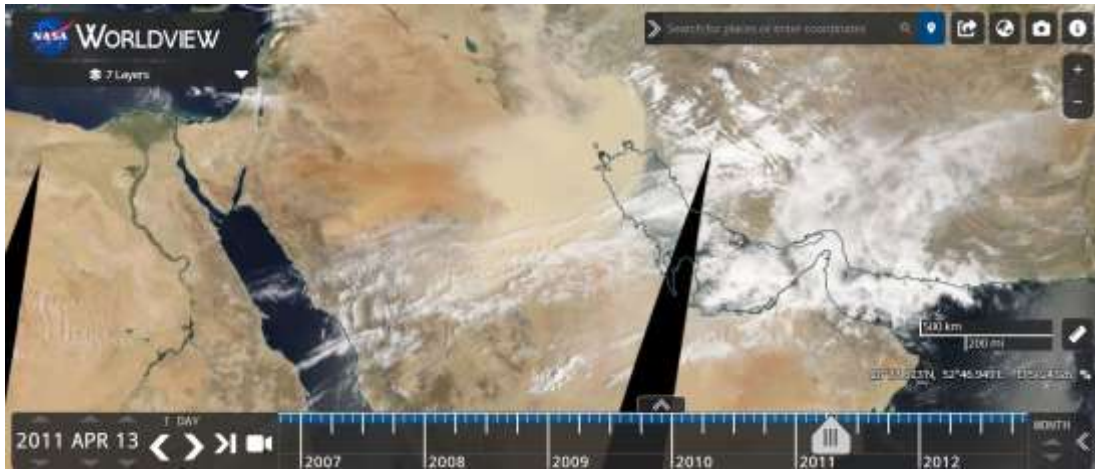
وتستطيع الرياح الشديد أن ترفع كميات كبيرة من الرمال والأتربة من الطبقات السطحية الجافة إلى الغلاف الجوي، وتنقلها إلى مئات الآلاف من الكيلومترات. وقد جاء في تقدير منظمة الأرصاد الجوي العالمية أن حوالي 40% من الهواء الجوي في طبقة التروبوسفير (الطبقة السفلى من الغلاف الجوي للأرض) يتكون من جزيئات غبارية هي نتاج للأتربة المعدنية الناتجة عن هذه العواصف الغبارية والرملية التي تكون مصادرها الرئيسية المناطق القاحلة في شمال أفريقيا وشبه الجزيرة العربية وبلاد الشام

(1) World Meteorology Organization (WMO) –

وآسيا الوسطى والصين. وتختلف التقديرات العالمية لانبعاثات الغبار، المستمدة أساساً من نماذج المحاكاة بين 1 و3 جيجاتون سنوياً (1-3 ألف طن/سنة).

وعلى هذا يمكن القول بأن العواصف الغبارية هي رياح قوية تحمل كميات ضخمة من الغبار والغرين في المناطق الجافة وشبه الجافة وتؤدي إلى انسياب حبيبات الغبار إلى مسافات طويلة جداً (عاتي وشاكر، 2010)، حيث تشكل العواصف الغبارية غيمة تتصاعد فيها كميات من الأتربة والرمال إلى الأعلى في طبقة الغلاف الجوي التروبوسفير ولمسافة بضع مئات من الأمتار وتؤدي إلى تدني مدى الرؤية بصورة حادة ولبضع أمتار قرب مركز العاصفة (حديد، 1982) (الصورة 2).

ويرتبط مفهوم العاصفة الغبارية بحركة ذرات الغبار المنقولة من التربة السطحية المفككة في المناطق الجافة بواسطة رياح شديدة السرعة تفوق سرعتها 8 م/ثانية (28.8 كم/ساعة) أو أكثر تعمل على رفع الغبار وعلى تقدم جبهة العاصفة كجدار غباري يرتفع إلى أكثر من 3000 م ويمتد بعرض عشرات إلى مئات الكيلومترات مما يؤدي إلى تدني مدى الرؤية الأفقية إلى أقل من 1 كم (موسى، 1988).



الصورة 2: تقدم عاصفة غبارية على وسط وشرقي المملكة في 13- أبريل-2011

ولقد أولت كثير من الدراسات العالمية والمحلية ظاهرة العواصف الغبارية كمشكلة بيئية اهتمام كبيراً، على سبيل المثال لا الحصر تطرقت دراسة (Bezlova, 2002) إلى العاصفة الرملية العملاقة لصحراء جوبي التي ضربت كلا من الصين وكوريا الجنوبية واليابان وأدت إلى إغلاق المدارس والمطارات وحجبت الرؤية إلى 90 متر وواصلت مسيرتها إلى ساحل غرب الولايات المتحدة الأمريكية. وأدت هذه العاصفة خلال يومين إلى زيادة حالات حساسية الصدر، وصعوبة التنفس بين الناس. ويرجع سجل العواصف الرملية الشديدة في الصين إلى القرن الـ16 م حيث أدت هذه العواصف إلى تحويل أكثر من 28 % من أراضي الصين إلى صحاري مشيراً إلى التنامي السريع في مساحتها والتي تجاوز معدل 2460 كلم²/سنة. كما قام كذلك (Ologunorisa, 2003) بدراسة عن التغيرات المكانية والموسمية للعواصف الرملية في نيجيريا بالاعتماد على بيانات مناخية مسجلة من 27 محطة رصد خلال الفترة الممتدة من 1969 إلى 1992 م. وقد طبق الباحث بعضاً من التحليل الإحصائية الوصفية مثل المتوسط ومعامل الاختلاف لتحديد الاختلافات المكانية في حدوث العواصف الرملية الفصلية والسنوية. وقادت نتائج دراسته إلى أن المناطق الشمالية في نيجيريا تتسم بتعدد وتكرارية عالية للعواصف الرملية وبمعامل اختلاف منخفض، على عكس من ذلك في المناطق الجنوبية حيث تتميز بتعدد منخفض وبمعامل اختلاف عالٍ. كما اعزت

الدراسة إلى أن المصدر الرئيس للعواصف الرملية هي الصحراء الجنوبية، وتبين أن حدوث العواصف الرملية يتكرر كثيراً في شهور مارس ويونيو وتقل في الفترة الممتدة من أغسطس إلى نوفمبر وتكاد تختفي في ديسمبر ويناير بسبب الظروف الجوية السائدة على معظم مناطق نيجيريا. وفي دراسة إقليمية أخرى حول تباينات هبوب العواصف الغبارية اختبر (Charles et al., 2002) الصفات المشتركة لاستجابة التعرية الريحية للشذوذ المناخي Climatic anomalies وفي هذه الدراسة تم اختبار الارتباط للمتوسط الشهري لسمك الغبار الجوي المرئي والأمطار وسرعة الرياح خلال الفترة 1979-1993. وأشار (Zhang et al., 2002) أن العواصف الرملية والغبارية هي إحدى الكوارث الطبيعية التي تحدث بترددات كثيرة في الصحارى والمناطق المحيطة بها وهذا يؤكد الديمومة والحمية البيئية لهذه العواصف، والتي أدت إلى تأثيرات سلبية للغاية على البيئة في شمال غرب الصين وشمال الصين. وفي دراسة أخرى خاصة بالصحراء الكبرى قدم (Kaskaoutis, 2010) لمحة عن الدراسات الحديثة للغبار الهوائي المرئي وخصائصه الطبيعية والكيميائية وتغيراته الموسمية ومناطق مصدره ومساراته نحو أوروبا الجنوبية التي تتأثر به مع توضيح نتائج الدراسات المماثلة.

1.1. أهداف البحث

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

(أ)- تحليل الخصائص الإحصائية لتكرار العواصف الغبارية والرملية.

(ب)- تحليل تجانس التباين لتكرار العواصف الغبارية والرملية.

(ج)- تحليل اتجاه التغير العام لتكرار العواصف الغبارية والرملية.

منظومات الضغوط الجوية والكتل الهوائية لنشوء العواصف الترابية

يلعب تباين التوزيع المكاني والزمني للضغط الجوي دوراً كبيراً في التأثير على حركة الرياح التي تنقل الغبار من خلال فعاليته المؤثرة في سرعة واتجاه الرياح، حيث تقوم الكتل الهوائية المدارية القارية بنقل كميات من الأتربة للمناطق التي تمر بها. وفي المملكة العربية السعودية تهب هذه الكتل، ويكون مصدر نشوئها الهضبة الأثيوبية. حيث تعبر هذه الكتل الهوائية البحر الأحمر وجبال الحجاز متجه صوب العراق مؤدية إلى تصاعد الغبار. وفي فصل الشتاء يتغير اتجاه هذه الكتل نحو الشمال الشرقي من قارة أفريقيا فيصل تأثيرها إلى الأجزاء الغربية من المملكة متسببة في تصاعد الغبار ونشوء عواصف ترابية. كما يصاحب بعض الكتل الهوائية القطبية الباردة في فصل الشتاء حدوث عواصف ترابية. ويتأثر شمال المملكة بمنظومات الضغط الجوي الخفيف التي تتشكل غرب آسيا شتاءً. وتتركز مناطق الضغط الخفيف فوق المسطحات المائية للبحر المتوسط والبحر الأسود وبحر قزوين والخليج العربي. وفي الوقت ذاته تتركز ثلاث مراكز للضغط العالي فوق هضبة الأناضول وهضبة إيران وهضبة شبه الجزيرة العربية بحيث تقع أراضي المملكة ضمن مناطق التقاء الضغوط العالية والمنخفضة (الحسيني، 2015). وتحدث العواصف الغبارية في المناطق التي تمتاز بالجفاف وقلة تساقط الأمطار وامتداد مساحات كبيرة تغطيها التربة المفككة، وهي تشمل مناطق واسعة من العالم، منها الوطن العربي وأراضي واسعة من المملكة.

وتحدث ظاهرة العواصف الغبارية في حالة استقرار الجو وفي حالة عدم استقراره (Al Khafaji, 2009). ففي حالة استقرار الجو يتشكل الغبار على ارتفاعات 1000م عندما تحدث الانقلابات الحرارية على ارتفاعات 500م بسبب هبوط الهواء البارد

من طبقات الغلاف الجوي العليا. وتساعد هذه الانقلابات الحرارية على احتفاظ سطح الأرض بالغيبار. أما في حالة عدم استقرار الجو، فإن تشكيل الغبار يرتبط بامتداد الجبهات الهوائية الباردة عند مرورها فوق الصحاري مما يؤدي إلى زيادة سرعة الرياح التي تعمل بدورها على نقل وانتشار ذرات الغبار على مساحات كبيرة وعلى ارتفاعات عالية من سطح الأرض (راشد، 2011). ويتزايد حدوث العواصف الغبارية خلال فصل الصيف وفي الأشهر الأكثر جفافاً التي تتسم بهبوب الرياح القوية التي بإمكانها إثارة ونقل كميات ضخمة من الغبار لمسافات طويلة. وتعتبر درجة الحرارة أهم عناصر الطقس المؤثرة على تشكيل العواصف الغبارية (العريشي، 2018).

ولقد كانت شكلت العواصف الترابية محط اهتمام العديد من الباحثين خلال الثلاثين سنة الماضية في المملكة العربية السعودية، بحيث ظهرت العديد من الدراسات التي تناولت ديناميكية نشوء العواصف الترابية وتحليل تأثيراتها البيئية وتأثيراتها على صحة الإنسان، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- (أ)- الدراسات التي تناولت ديناميكية نشوء العواصف الترابية والرملية، نذكر منها دراسات (الغفاري، 2001؛ العمودي، 2003؛ الحربي، 2015؛ المطيري، 2016؛ العتيبي، 2016؛ المطيري، 2017؛ الملحم، 2018؛ القحطاني، 2020).
- (ب)- الدراسات التي تناولت تأثيرات العواصف الرملية والترابية على الزراعة، نذكر منها دراسات (الطاهر، 1996؛ الجروان، 2015).
- (ج)- الدراسات التي تناولت تأثيرات العواصف الرملية والترابية على صحة الإنسان، نذكر منها دراسات (مسرحي، 2004؛ بن يحيى، 2011؛ العنزي، 2011؛ المطيري، 2015؛ الحربي، 2016).

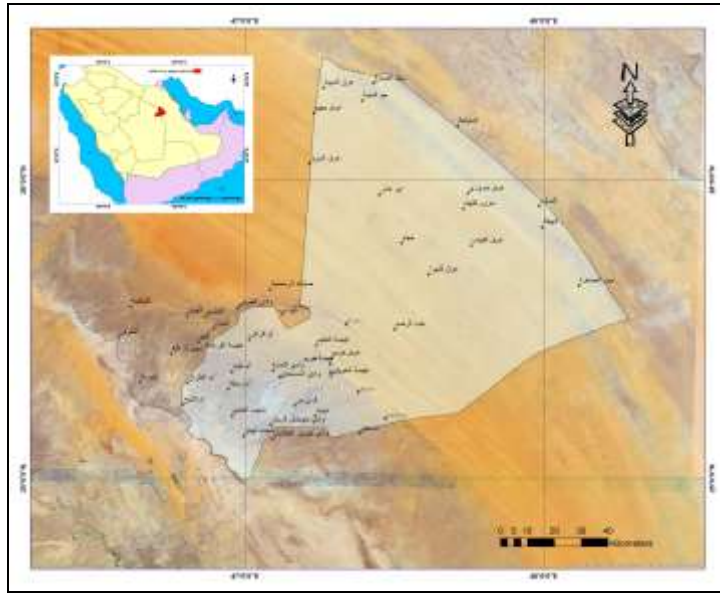
2.1. أهمية موضوع البحث

تكمن أهمية هذه الدراسة في:

- (أ)- كونها تتناول تأثيرات العواصف الغبارية والرملية على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية الطبيعية التي تعتبر إحدى الموارد البيئية التي تسعى رؤية المملكة 2023 لحمايتها والحفاظ عليها ضمن مخططات التنمية المستدامة للموارد البيئية والطبيعية للمملكة العربية السعودية.
- (ب)- كونها تعتمد على عدة أساليب إحصائية للكشف عن خصائص تكرار هبوب العواصف الغبارية والرملية على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية الطبيعية التي تعتبر إحدى الموارد البيئية التي تسعى رؤية المملكة 2023 لحمايتها والحفاظ عليها ضمن مخططات التنمية المستدامة للموارد البيئية والطبيعية للمملكة العربية السعودية.

3.1. منطقة الدراسة

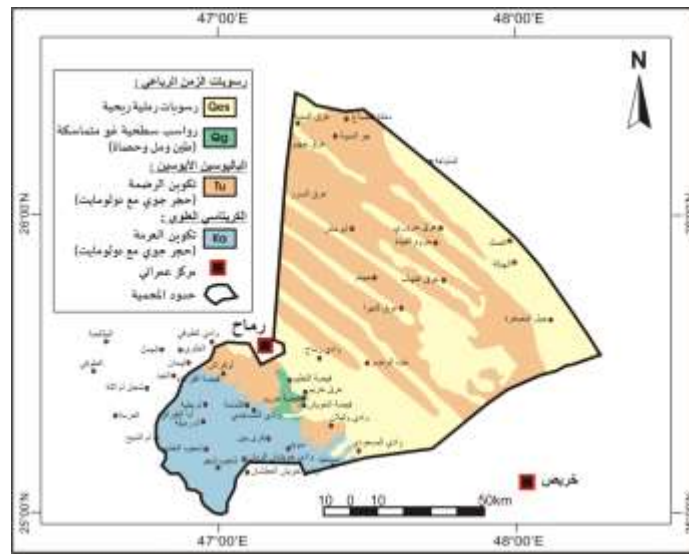
تقع محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية في الشمال الشرقي من منطقة الرياض، وفي الجزء الجنوبي الغربي من صحراء الدهناء ممتدة على مساحة تقدر بحوالي 11300 كم² على الحدود الإدارية لمنطقتي الرياض والمنطقة الشرقية ومحصورة بين دائرتي العرض 25° و 26°35' شمالاً وبين خطي الطول 46°40' و 48°20' شرقاً (الشكل 1).



الشكل 1: الموقع الجغرافي لمحمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية.

ويحدها من الجنوب محافظة خريص ومن الغرب محافظة رماح ومن الشرق والشمال محافظة قرية العليا. وقد تم إنشاء محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية تطبيقاً للمرسوم الملكي الكريمة رقم 47124 الصادر بتاريخ 17 رمضان 1439 هـ الموافق (م)، ضمن اهتمامات المملكة بتحقيق الاستدامة البيئية التي تهدف إليها رؤية 2030 من خلال حماية البيئة الطبيعية والنباتية والحياة الفطرية وتنشيط السياحة البيئية. وتتميز محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية بموقع جغرافي متميز بالقرب من مدينة الرياض وبتطور العديد من المراكز العمرانية داخل أراضيها أهمها مركزي الغيلانية وكسر المزيرع إضافة إلى وفرة حياة فطرية ونمو تشكيلات نباتية متنوعة، خاصة بروضة خريم. توازي حدود المحمية الشرقية هضبة الصلب بدءاً من الأجزاء الشرقية لجبل المصفرة وتتجه صوب الشمال بموازاة السفوح الشرقية لعروق الدهناء، مروراً بالهيكبة، الصلب، المتياهة حتى فياض العوشزيات، بعدها تنحرف الحدود صوب الغرب حتى عروق شوية. أما حدها جهة الشمال فهو غير مستقيم حيث يستمر خلال الدهناء عند عروق جهيم، عروق جهام، عروق السرو، عروق الرويكب، صياهد الرمحية حتى رماح، بعدها تظهر حدودها بشكل متعرج مما يلي وادي الطوقي وتستمر غرباً حتى خشم البويب، ومنه تنحرف صوب الجنوب على طول امتداد حافة العرمة وتستمر إلى جبل برمة وحتى الأجزاء الشمالية من فياض أم شقوق، بعدها تنحرف حدودها صوب الجنوب وتمتد خلال منابع وادي الخويش، وادي وثيلان، وادي والمسعودي وتستمر الحد خلال الدهناء حتى (16.44- 25.31). ويغطي أراضي المحمية رمال هي جزء من امتداد رمال صحراء الدهناء ومن المحتمل أنها ارسابات تعود لعدت فترات من الزمن الربع، أما صخور القاعدة فيغلب أنها تعود لحقبة (الباليوسين-أيوسين) ممثلة بمتكون أم الرضمة وكذلك حقبة الكريتاسي الأعلى ممثلة بتكوين العرمة (الشكل 2).

الشكل 2: الخريطة الجيولوجية لمحمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية.



2. منهجية الدراسة

تعتمد هذه الدراسة على الخطوات المنهجية التالية:

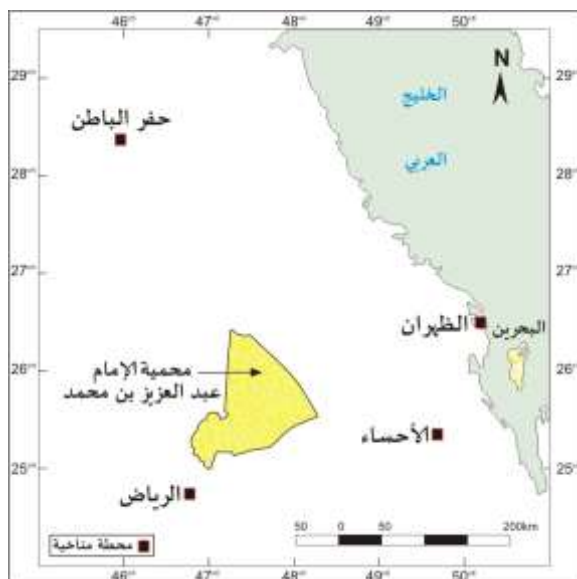
1.2. جمع البيانات

تم جمع البيانات اليومية لتكرار العواصف الرملية والعواصف الغبارية (الترابية) وسرعة الرياح المصاحبة لها من محطات الأحساء والرياض وحفر الباطن والظهران المناخية التابعة للمركز الوطني للأرصاد (NCA) National Center for Meteorology الذي تشرف عليه المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) (الجدول 1 والشكل 3). ويلخص الجدول 2 بيانات تكرار العواصف الغبارية والرملية والجدول 3 سرعة الرياح المصاحبة لها بالمحطات المدروسة خلال الفترة الممتدة من 1995 وحتى 2023م.

الجدول 1: إحداثيات مواقع المحطات المناخية والمطرية المؤثرة على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية

المحطة	كود/ رقم المحطة	دائرة العرض N	خط الطول E	الارتفاع (متر)
الرياض	40437	24°55'31"	46°43'19"	613.6
الأحساء	40420	25°25'39"	49°38'57"	143.0
حفر الباطن	40377	27°54'43"	45°31'20"	413.0
الظهران	40416	26°15'34"	50°09'39"	16.8

الشكل 3: الموقع الجغرافي للمحطات المناخية والمطرية المؤثرة على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية.



الجدول 2: بيانات تكرار العواصف الغبارية خلال الفترة 1995-2023

حفر الباطن		الظهران		الرياض		الأحساء		السنة
غبارية	رملية	غبارية	رملية	غبارية	رملية	غبارية	رملية	
32	3	16	1	73	3	79	3	1995
43	4	19	0	32	0	44	2	1996
70	16	35	1	55	3	66	3	1997
10	1	35	1	48	3	26	0	1998
36	10	67	0	59	1	49	3	1999
71	23	113	5	70	4	52	6	2000
37	1	60	0	32	1	52	5	2001
50	8	43	2	43	6	73	13	2002
78	28	57	2	58	6	111	17	2003
51	9	54	4	39	2	89	14	2004
60	3	64	3	31	0	76	7	2005
71	11	82	3	50	4	96	18	2006
111	8	112	2	38	3	77	8	2007
135	19	115	0	56	0	71	14	2008
93	14	113	6	51	5	109	30	2009
97	12	94	4	37	2	101	20	2010
120	14	74	2	50	4	145	30	2011
102	17	99	5	53	4	144	60	2012
54	4	38	1	61	8	119	31	2013
---	---	37	3	44	2	96	15	2014

---	---	---	---	75	4	135	50	2015
---	---	---	---	47	4	113	16	2016
---	---	---	---	64	6	96	17	2017
---	---	---	---	86	11	138	37	2018
---	---	---	---	74	1	105	35	2019
---	---	---	---	73	5	91	11	2020
---	---	---	---	54	2	94	21	2021
---	---	---	---	71	2	124	30	2022
---	---	---	---	25	1	70	5	2023
1321	205	1327	45	1549	97	2641	521	المجموع

المصدر: المركز الوطني للأرصاد.

الجدول 3: التوزيع السنوي لسرعة الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية والرملية.

حفر الباطن		الظهران		الرياض		الأحساء		السنة
متوسط السرعة	السرعة القصوى	متوسط السرعة	السرعة القصوى	متوسط السرعة	السرعة القصوى	متوسط السرعة	السرعة القصوى	
6.9	27.8	8.0	32.6	5.8	26.9	7.3	28.5	1995
6.8	29.3	7.9	29.8	5.3	22.6	6.3	27.3	1996
6.9	32.2	8.3	32.4	5.9	24.6	7.1	29.0	1997
5.6	27.8	8.4	29.8	5.2	25.6	5.2	21.4	1998
6.4	29.1	8.9	30.6	5.1	24.7	5.1	19.6	1999
7.2	30.3	9.8	32.0	5.5	21.1	5.0	19.0	2000
6.1	26.2	9.1	29.0	5.6	18.8	4.9	20.8	2001
6.8	25.7	8.5	29.2	5.8	17.3	6.0	23.0	2002
7.7	31.3	7.8	26.2	5.7	22.8	6.9	27.7	2003
7.0	27.2	8.0	28.6	5.5	27.8	6.7	27.6	2004
6.6	26.4	7.5	26.6	5.8	25.3	5.8	26.1	2005
7.1	32.0	8.2	29.7	5.9	24.2	6.3	27.6	2006
7.9	29.9	8.3	28.2	5.1	25.5	5.9	30.1	2007
8.3	34.1	8.3	27.9	5.7	31.6	4.7	19.6	2008
7.1	33.7	8.8	30.4	5.6	24.0	5.5	23.8	2009
7.8	30.5	7.8	27.8	5.5	29.6	5.5	27.0	2010
8.7	34.1	8.6	29.9	5.8	25.5	7.7	30.8	2011
8.2	32.5	8.2	31.7	5.9	21.7	8.1	36.1	2012
8.0	30.3	8.2	30.8	5.9	14.8	8.0	35.0	2013
---	---	8.5	33.2	5.4	24.3	7.3	29.8	2014
---	---	---	---	5.4	29.3	7.9	34.1	2015
---	---	---	---	5.1	23.0	7.2	31.8	2016

---	---	---	---	5.2	19.1	6.8	30.1	2017
---	---	---	---	5.8	21.1	7.5	31.3	2018
---	---	---	---	5.6	94.4	7.8	31.8	2019
---	---	---	---	5.6	91.3	7.7	29.5	2020
---	---	---	---	5.4	145.8	8.1	29.3	2021
---	---	---	---	5.1	116.4	7.7	29.0	2022
---	---	---	---	5.2	47.4	7.4	29.8	2023

2.2. فحص ومعالجة البيانات

لفحص البيانات اليومية لتكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح المصاحبة لها، تم تطبيق أربعة فحوص إحصائية متاحة ببرنامج الحزمة الإحصائية SPSS23، هي:

(أ)- فحص مطابقة توزيع البيانات للتوزيع الطبيعي بتطبيق اختبار شابيرو ويلك Shapiro-Wilk.

(ب)- فحص تجانس تباين توزيع البيانات بتطبيق اختبار ت- ستودانت T-student المناسب للتوزيع الطبيعي للبيانات واختبار Binomial المناسب للبيانات التي يختلف توزيعها عن التوزيع الطبيعي.

(ج)- الوصف الإحصائي لبيانات تكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح (القصوى والمتوسطة) بتطبيق معايير النزعة المركزية ومقاييس التشتت.

(د)- تحليل الاتجاه العام لتغير تكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح (القصوى والمتوسطة) بتطبيق اختبار مان-كندل Mann-Kendall.

ولقد تم تمثيل البيانات والنتائج بخرائط وبرسوم بيانية باستخدام برنامج إكسل Excel.

3. التحليل والمناقشة

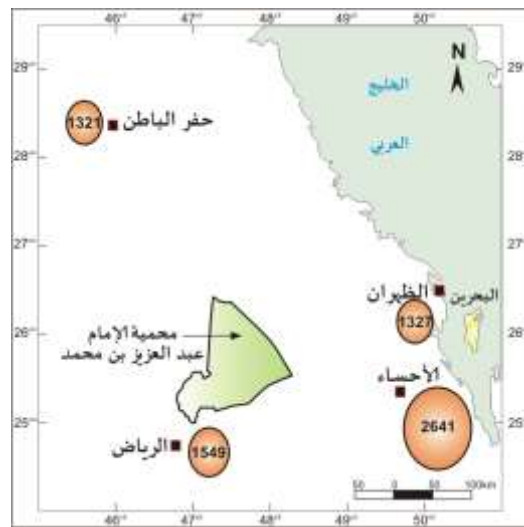
تتلخص نتائج هذه الدراسة فيما يلي:

1.3. التحليل التكراري للعواصف الغبارية

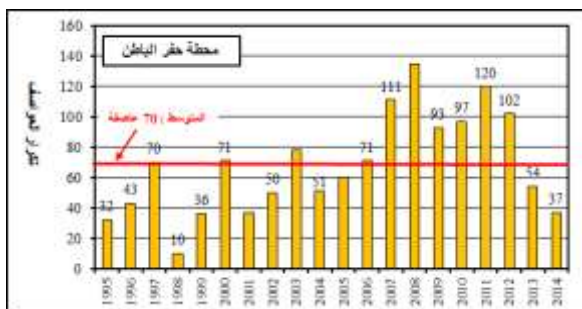
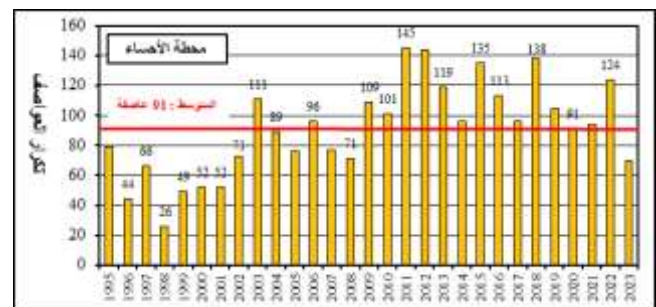
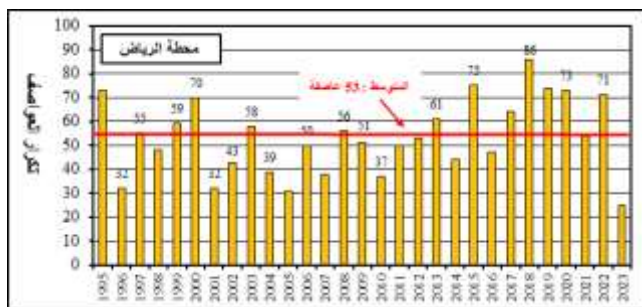
نظراً للموقع الجغرافي لمحمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية، فقد تم اختيار محطات الرياض (الجنوب الغربي) والأحساء (الجنوب الشرقي) والظهران (الشمال الشرقي) وحفر الباطن (الشمال الغربي) المناخية المحيطة بموقع المحمية. ولقد بلغ إجمالي العواصف الغبارية خلال الفترة المدروسة 6838 عاصفة رصدتها مجموع المحطات، منها 1549 عاصفة بالرياض و 2641 عاصفة بالأحساء و 1327 عاصفة بالظهران و 1321 عاصفة بحفر الباطن، أي ما يعادل نسبة قدرها 22.7% و 38.6% و 19.4% و 19.3% من إجمالي العواصف الغبارية المرصودة. ويلخص الجدول 4 التوزيع التكراري لهذه العواصف (الشكل 4 والشكل 5).

الجدول 4: التوزيع التكراري السنوي للعواصف الغبارية.

حفر الباطن		الظهران		الرياض		الأحساء		السنة
%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	
2.4	32	1.2	16	4.7	73	3.0	79	1995
3.3	43	1.4	19	2.1	32	1.7	44	1996
5.3	70	2.6	35	3.6	55	2.5	66	1997
0.8	10	2.6	35	3.1	48	1.0	26	1998
2.7	36	5.0	67	3.8	59	1.9	49	1999
5.4	71	8.5	113	4.5	70	2.0	52	2000
2.8	37	4.5	60	2.1	32	2.0	52	2001
3.8	50	3.2	43	2.8	43	2.8	73	2002
5.9	78	4.3	57	3.7	58	4.2	111	2003
3.9	51	4.1	54	2.5	39	3.4	89	2004
4.5	60	4.8	64	2.0	31	2.9	76	2005
5.4	71	6.2	82	3.2	50	3.6	96	2006
8.4	111	8.4	112	2.5	38	2.9	77	2007
10.2	135	8.7	115	3.6	56	2.7	71	2008
7.0	93	8.5	113	3.3	51	4.1	109	2009
7.3	97	7.1	94	2.4	37	3.8	101	2010
9.1	120	5.6	74	3.2	50	5.5	145	2011
7.7	102	7.5	99	3.4	53	5.5	144	2012
4.1	54	2.9	38	3.9	61	4.5	119	2013
---	---	2.8	37	2.8	44	3.6	96	2014
---	---	---	---	4.8	75	5.1	135	2015
---	---	---	---	3.0	47	4.3	113	2016
---	---	---	---	4.1	64	3.6	96	2017
---	---	---	---	5.6	86	5.2	138	2018
---	---	---	---	4.8	74	4.0	105	2019
---	---	---	---	4.7	73	3.4	91	2020
---	---	---	---	3.5	54	3.6	94	2021
---	---	---	---	4.6	71	4.7	124	2022
---	---	---	---	1.6	25	2.7	70	2023
100	1321	100	1327	100	1549	100	2641	المجموع



الشكل 4: التوزيع المكاني لتكرار العواصف الغبارية المؤثرة على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية.



الشكل 5: التوزيع التكراري السنوي للعواصف الغبارية المرصودة بالمحطات المناخية المدروسة.

ويتضح من بيانات الجدول 4 أن هناك تباين واضح للتوزيع التكراري للعواصف الغبارية بين مناطق الرياض والأحساء والظهران وحفر الباطن. وقد يرتبط هذا التباين بطول فترة الأرصاد، بحيث نجد أن فترة الأرصاد لم تتعد 20 سنة بمحطة الظهران و 19 سنة بمحطة حفر الباطن، بينما تصل إلى 29 سنة بمحطتي الرياض والأحساء. وتبعاً لذلك نجد أن تكرار العواصف الغبارية بمحطة الأحساء يفوق بما يعادل 49.8% و 50.0% نظيره بمحطتي الظهران وحفر الباطن وأن تكرار العواصف الغبارية بمحطة الرياض يفوق بما يعادل 14.3% و 14.7% نظيره بمحطتي الظهران وحفر الباطن. ويُلخص الجدول 5 الخصائص الإحصائية للتوزيع التكراري للعواصف الغبارية بالمحطات المناخية المدروسة. ومن بيانات الجدول 5 يتضح أن تكرار العواصف الغبارية يصل أقصاه بالمناطق الشرقية (الأحساء) والجنوبية (الرياض) بما يعادل 2641 و 1549

عاصفة على التوالي، أي بما يفوق على التوالي 49.8% و 50.0% بمحطة الأحساء و 14.3% و 14.7% بمحطة الرياض. ويبدو أن هذا التباين يرتبط بطول فترة الرصد القصيرة بمحطتي الظهران وحفر الباطن.

الجدول 5: الخصائص الإحصائية للتوزيع التكراري للعواصف الغبارية خلال الفترة 1995-2018.

حفر الباطن	الظهران	الأحساء	الرياض	الفحص الإحصائي	
1321	1327	2641	1549	Sum	المجموع
70	66	91	53	Average	المتوسط
33	33	31	16	Sd	الانحراف المعياري
0.48	0.49	0.34	0.29	CV	معامل الاختلاف
1104.7	1061.9	961.8	241.9	Variance	التباين
135	115	145	86	Maximum	القيمة القصوى
10	16	26	25	Minimum	القيمة الدنيا
125	99	119	61	Range	المدى

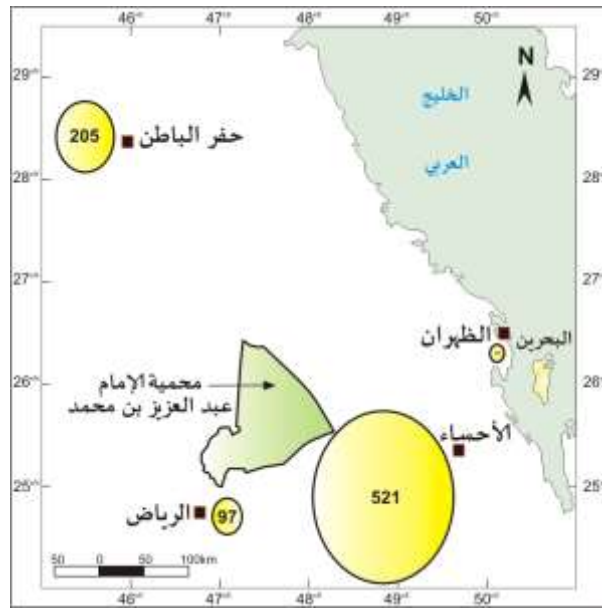
وللتأكد من معنوية هذه التباينات، تم فحص مدى مطابقة بيانات التوزيع التكراري للعواصف الغبارية للتوزيع الطبيعي بتطبيق اختبار شابيرو-ويلك Shapiro-Wilk المناسب لحجم العينات ($N < 30$) بالمحطات المدروسة. ولقد أظهرت نتائج هذا الاختبار أن قيمة مستوى الدلالة لتوزيع البيانات بلغت عند درجة الحرية 29 ($\text{Sig.} = 0.741$) بمحطة الرياض و ($\text{Sig.} = 0.841$) بمحطة الأحساء و عند درجة الحرية 20 ($\text{Sig.} = 0.146$) بمحطة الظهران و عند درجة الحرية 19 ($\text{Sig.} = 0.893$) بمحطة حفر الباطن، وجميعها أكبر من القيمة الحرجة 0.05. وعليه فإن توزيع تكرار جميع العواصف الغبارية لا يختلف عن التوزيع الطبيعي. وبناء على نتائج هذا الاختبار، تم فحص تجانس التباين لتكرار العواصف الغبارية بتطبيق اختبار T-student. ولقد أظهرت نتائج اختبار T-student قيمةاً لمستوى الدلالة قدرها ($\text{Sig} = 0.000$) بمحطات الرياض والظهران وحفر الباطن، وهي أقل من القيمة الحرجة 0.05، وهي تدل على أن تجانس التباين لبيانات تكرار العواصف الغبارية معنوي وذو أهمية إحصائية. بينما بلغت قيمة مستوى الدلالة لهذا الاختبار 0.991 بمحطة الأحساء. وبما أن هذه القيمة هي أكبر من القيمة الحرجة 0.05، فهي تدل على أن تجانس التباين لتكرار العواصف الغبارية بهذه المحطة غير معنوي وليس له أية أهمية إحصائية.

2.3. التحليل التكراري للعواصف الرملية

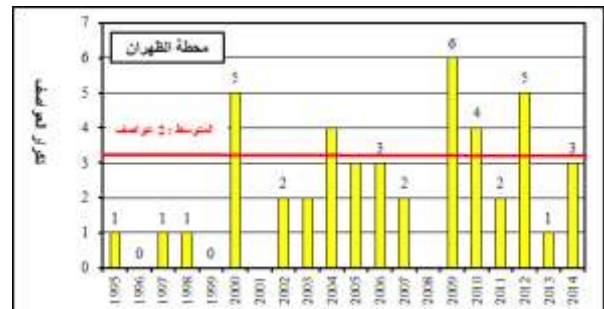
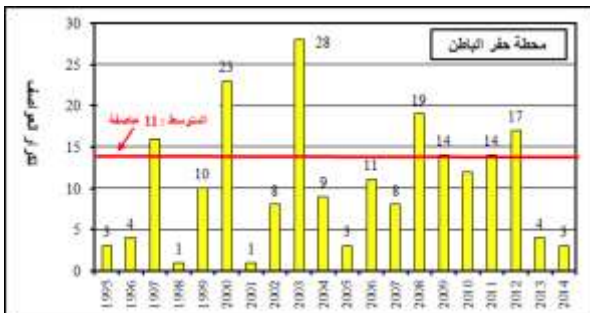
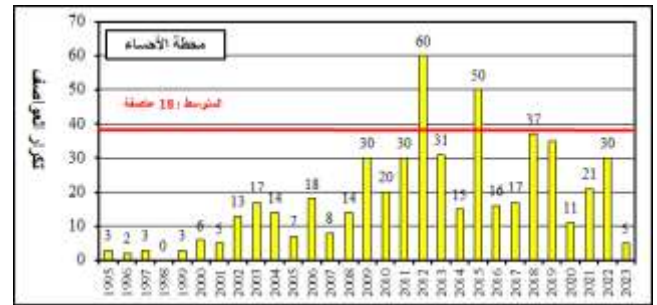
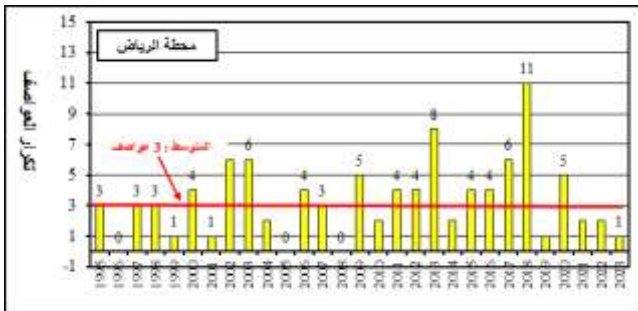
بلغ إجمالي العواصف الرملية خلال الفترة المدروسة 868 عاصفة رصدتها مجموع المحطات، منها 97 عاصفة بالرياض و 521 عاصفة بالأحساء و 45 عاصفة بالظهران و 205 عاصفة بحفر الباطن، أي ما يعادل نسبة قدرها 11.2% و 60.0% و 5.2% و 23.6% من إجمالي العواصف الرملية المرصودة. ويلخص الجدول 6 التوزيع التكراري لهذه العواصف (الشكل 6 والشكل 7)

الجدول 6: التوزيع التكراري السنوي للعواصف الرملية.

حفر الباطن		الظهران		الرياض		الأحساء		السنة
%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	
1.5	3	2.2	1	3.1	3	0.6	3	1995
2.0	4	0.0	0	0.0	0	0.4	2	1996
7.8	16	2.2	1	3.1	3	0.6	3	1997
0.5	1	2.2	1	3.1	3	0.0	0	1998
4.9	10	0.0	0	1.0	1	0.6	3	1999
11.2	23	11.1	5	4.1	4	1.2	6	2000
0.5	1	0.0	0	1.0	1	1.0	5	2001
3.9	8	4.4	2	6.2	6	2.5	13	2002
13.7	28	4.4	2	6.2	6	3.3	17	2003
4.4	9	8.9	4	2.1	2	2.7	14	2004
1.5	3	6.7	3	0.0	0	1.3	7	2005
5.4	11	6.7	3	4.1	4	3.5	18	2006
3.9	8	4.4	2	3.1	3	1.5	8	2007
9.3	19	0.0	0	0.0	0	2.7	14	2008
6.8	14	13.3	6	5.2	5	5.8	30	2009
5.9	12	8.9	4	2.1	2	3.8	20	2010
6.8	14	4.4	2	4.1	4	5.8	30	2011
8.3	17	11.1	5	4.1	4	11.5	60	2012
2.0	4	2.2	1	8.2	8	6.0	31	2013
---	---	6.7	3	2.1	2	2.9	15	2014
---	---	---	---	4.1	4	9.6	50	2015
---	---	---	---	4.1	4	3.1	16	2016
---	---	---	---	6.2	6	3.3	17	2017
---	---	---	---	11.3	11	7.1	37	2018
---	---	---	---	1.0	1	6.7	35	2019
---	---	---	---	5.2	5	2.1	11	2020
---	---	---	---	2.1	2	4.0	21	2021
---	---	---	---	2.1	2	5.8	30	2022
---	---	---	---	1.0	1	1.0	5	2023
100	205	100	45	100	97	100	521	المجموع



الشكل 6: التوزيع المكاني لتكرار العواصف الرملية المؤثرة على محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية.



الشكل 7: التوزيع التكراري السنوي للعواصف الرملية المرصودة بالمحطات المناخية

ويتضح من بيانات الجدول 6 أن هناك تباين واضح للتوزيع التكراري للعواصف الرملية بين مناطق الرياض والأحساء والظهران وحفر الباطن. وقد يرتبط هذا التباين بطول فترة الأرصاد، بحيث نجد أن تكرار العواصف الرملية بمحطة الأحساء يفوق بما يعادل 91.4% و 60.7% نظيره بمحطتي الظهران وحفر الباطن وأن تكرار العواصف الغبارية بمحطة الرياض يفوق بما يعادل 14.3% و 14.7% نظيره بمحطتي الظهران وحفر الباطن. وعلى العكس من ذلك، فإنه بالرغم من طول فترة الرصد بمحطة الرياض إلا أن إجمالي تكرار العواصف الرملية بها يقل بما يعادل 52.7% عن نظيره بمحطة حفر الباطن.

وقد يرتبط هذا التباين باختلاف نشاط ديناميكية العواصف الرملية بالمنطقتين. ويلخص الجدول 7 الخصائص الإحصائية للتوزيع التكراري للعواصف الرملية بالمحطات المناخية المدروسة. ومن بيانات الجدول 7 يتضح أن تكرار العواصف الرملية يصل أقصاه بالمناطق الشرقية (الأحساء) بما يعادل 521 عاصفة.

الجدول 7: الخصائص الإحصائية للتوزيع التكراري للعواصف الرملية خلال الفترة 1995-2018.

حفرة الباطن	الظهران	الأحساء	الرياض	الفحص الاحصائي	
205	45	521	97	Sum	المجموع
11	2	18	3	Average	المتوسط
8	2	15	2	Sd	الانحراف المعياري
0.70	0.81	0.82	0.75	CV	معامل الاختلاف
57.0	3.4	219.0	6.2	Variance	التباين
28	6	60	11	Maximum	القيمة القصوى
1	1	1	1	Minimum	القيمة الدنيا
27	5	59	10	Range	المدى

وللتأكد من معنوية هذه التباينات، تم فحص مدى مطابقة بيانات التوزيع التكراري للعواصف الرملية للتوزيع الطبيعي بتطبيق اختبار شابيرو-ويلك Shapiro-Wilk المناسب لحجم العينات ($N < 30$) بالمحطات المدروسة. ولقد أظهرت نتائج هذا الاختبار أن قيمة مستوى الدلالة لتوزيع البيانات بلغت عند درجة الحرية 29 ($\text{Sig.} = 0.029$) بمحطة الرياض و ($\text{Sig.} = 0.009$) بمحطة الأحساء وعند درجة الحرية 20 ($\text{Sig.} = 0.124$) بمحطة الظهران وعند درجة الحرية 19 ($\text{Sig.} = 0.368$) بمحطة حفرة الباطن. وعليه فإن توزيع تكرار العواصف الرملية يختلف عن التوزيع الطبيعي بمحطتي الرياض والأحساء ويتوافق مع التوزيع الطبيعي بمحطتي الظهران وحفرة الباطن.

ومن ما تقدم فقد تم تطبيق اختبار ت-ستودانت T-student المناسب للتوزيع الطبيعي لفحص تجانس التباين بمحطتي الظهران وحفرة الباطن والاختبار اللامعلمي Binomial المناسب للتوزيع الطبيعي لفحص تجانس التباين بمحطتي الرياض والأحساء. ويعتمد فحص تجانس التباين على مقارنة البيانات بمتوسطها الحسابي في كل محطة (الجدول 7). وعليه نجد أن متوسط تكرار العواصف الرملية السنوي يصل إلى 3 عواصف/سنة بمحطة الرياض و 18 عاصفة/سنة بمحطة الأحساء و عاصفتين/سنة بمحطة الظهران و 11 عاصفة/سنة بمحطة حفرة الباطن.

ومن بيانات الجدول 5، نجد أن تكرار العواصف السنوي الذي يقل المتوسط الحسابي يصل إلى 19 قيمة سنوية (65.1%) عند مستوى الدلالة 0.138 بمحطة الرياض و 16 قيمة بمحطة الأحساء (55.2%) عند مستوى الدلالة 0.711 و 15 قيمة بمحطة الظهران (78.9%) عند مستوى الدلالة 0.549 و 11 قيمة بمحطة حفرة الباطن (57.9%) عند مستوى الدلالة 0.905. وتدل

هذه النتيجة على أن الفروق بين التكرار السنوي لهبوب العواصف الرملية ومتوسطها الحسابي خلال الفترة 1985-2018 غير معنوي ويعكس مدى عدم تجانس التباين للتوزيع التكراري لإجمالي العواصف الرملية.

3.3. التحليل التكراري لاتجاهات هبوب الرياح المصاحبة للعواصف

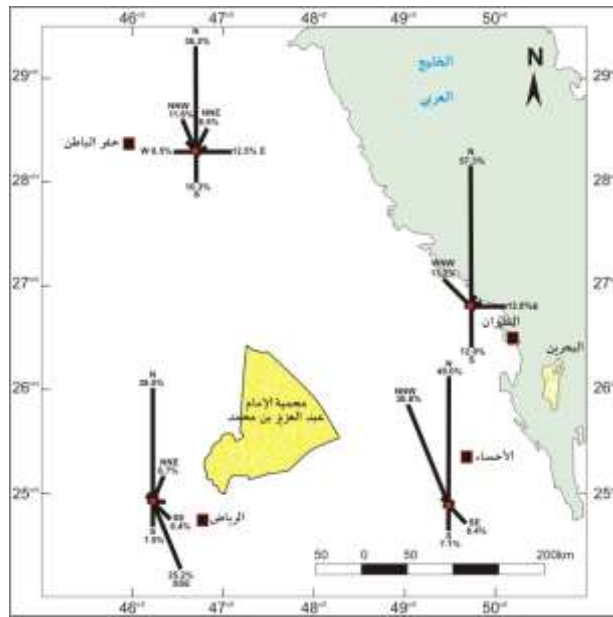
يتباين التوزيع التكراري لهبوب الرياح ولاتجاهاتها من محطة لأخرى، كما تلخصه بيانات الجدول 8 والشكل 9.

الجدول 8: التوزيع التكراري لهبوب الرياح حسب الاتجاهات المرصودة خلال الفترة 1995-2018.

الاتجاه	الرياض		الأحساء		الظهران		حفر الباطن	
	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار
E	4.6	16	0.4	1	12.0	28	12.5	28
NE	1.4	5	0.4	1	2.1	5	1.3	3
ENE	38.0	131	49.0	117	57.3	134	36.2	81
N	1.4	5	1.3	3	0.0	0	2.2	5
NE	8.7	30	1.3	3	2.6	6	8.5	19
NNE	2.3	8	36.8	88	0.0	0	11.6	26
NNW	1.7	6	3.3	8	12.0	28	1.3	3
S	7.5	26	7.1	17	0.9	2	10.3	23
SE	8.4	29	0.0	0	0.0	0	2.2	5
SSE	25.2	87	0.0	0	0.0	0	0.9	2
SSW	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.4	1
W	0.6	2	0.4	1	0.0	0	8.5	19
WNW	0.0	0	0.0	0	13.2	31	4.0	9
المجموع	100	345	100	239	100	234	100	224

وتهب الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية والرملية بالأساس من الشرق الشمالي الشرقي (ENE) بجميع المحطات ويتكرر يعادل 57.3% و 49.0% و 38.0% و 36.2% من إجمالي تكرار هبوب الرياح بمحطات الظهران والأحساء والرياض وحفر الباطن على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، تهب الرياح من أربعة اتجاهات ثانوية هي الجنوب جنوبي شرقي (SSE) بمحطة الرياض ومن الشمالي شمالي شرقي (NNE) بمحطة الأحساء ومن الغرب شمالي غرب (WNW) بمحطة الظهران ومن الشرق بمحطة حفر الباطن وبنسبة تكرار قدرها 25.2%، 36.8%، 13.2%، 12.5% من إجمالي التكرار للفترة المدروسة على التوالي.

وللتأكد من الأهمية الإحصائية لهذه التباينات، تم فحص حسن مطابقة توزيع تكرار هبوب الرياح مع التوزيع الطبيعي بتطبيق اختبار شابيرو-ويلك Shapiro-Wilk المناسب لحجم السلاسل الزمنية بالمحطات المدروسة ($N < 30$). ولقد بلغت قيم مستوى الدلالة لهذا الاختبار بجميع المحطات 0.000 عند درجة الحرية 13. وتدلل هذه النتيجة على أن توزيع تكرار هبوب الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية والرملية لا يختلف عن التوزيع الطبيعي. وبناء على هذه النتيجة، تم فحص تجانس التباين بتطبيق اختبار ت-ستودنت T-student المناسب للتوزيع الطبيعي للبيانات. ولقد أظهرت نتائج هذا الاختبار قيماً لمستوى الدلالة بلغت عند درجة الحرية 12 0.317 بمحطة حفر الباطن و 0.507 بمحطة الظهران و 0.498 بمحطة الأحساء و 0.178 بمحطة الرياض. وبما أن قيم مستوى الدلالة هي أكبر من القيمة الحرجة 0.05، فهي تدل على أن تجانس التباين لتكرار هبوب الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية والرملية غير معنوي وليست له أية أهمية إحصائية.



الشكل 8: التوزيع التكراري لاتجاهات هبوب الرياح المصاحبة للعواصف الرملية خلال الفترة 1995-2018.

4.3. التحليل التكراري للسرعة المتوسطة للرياح

يتباين المعدل السنوي لمتوسط سرعة الرياح المصاحبة للعواصف من محطة لأخرى ومن سنة لأخرى، كما تلخصه بيانات الجدول 00. ولقد بلغ هذا المعدل 5.5 عقدة/سنة بالرياض و 7.0 عقدة/سنة بالأحساء و 7.2 عقدة/سنة بحفر الباطن و 8.4 عقدة/سنة بالظهران. ولتحليل الأهمية الإحصائية لتباينات السرعة المتوسطة للرياح، تم فحص حسن مطابقة توزيعها للتوزيع الطبيعي بتطبيق اختبار شابيرو-ويلك. ولقد أظهرت نتائج هذا الاختبار قيماً لمستوى الدلالة بلغت 0.017 بمحطة الرياض و 0.028 بمحطة الأحساء عند درجة الحرية 29 و 0.213 بمحطة الظهران عند درجة الحرية 20 و 0.889 بمحطة حفر الباطن. وتدلل هذه القيم على أن توزيع بيانات السرعة المتوسطة للرياح لا يختلف عن التوزيع الطبيعي بمحطتي الرياض والأحساء، بينما لا يتوافق مع التوزيع الطبيعي بمحطتي الظهران وحفر الباطن. وبناء على هذه النتيجة، تم فحص الأهمية الإحصائية لتجانس تباين السرعة المتوسطة للرياح بتطبيق اختبار ت-ستودنت المناسب للتوزيع الطبيعي والاختبار اللامعلمي Binomial المناسب للتوزيع غير الطبيعي للبيانات. ولقد أظهرت نتائج هذين الاختبارين قيماً لمستوى الدلالة بلغت 0.000 عند درجة الحرية 28 بمحطتي الأحساء والرياض،

الجدول 9: الخصائص الإحصائية للسرعة المتوسطة للرياح المصاحبة للعواصف الرملية خلال الفترة 1995-2018.

حفر الباطن	الظهران	الأحساء	الرياض	الفحص الإحصائي	
7.2	8.4	7.0	5.5	Average	المعدل
0.80	0.53	1.05	0.30	Sd	الانحراف المعياري
0.11	0.06	0.15	0.05	CV	معامل الاختلاف
0.64	0.28	1.11	0.09	Variance	التباين
8.67	9.83	8.08	5.92	Maximum	القيمة القصوى
5.58	7.50	4.67	5.08	Minimum	القيمة الدنيا
3.08	2.33	3.42	0.83	Range	المدى
30.0	29.7	29.6	43.9	Average	المعدل
2.7	1.9	3.8	38.1	Sd	الانحراف المعياري
0.09	0.06	0.13	0.87	CV	معامل الاختلاف
7.2	3.6	14.7	1451.0	Variance	التباين
34.1	33.2	36.1	145.8	Maximum	القيمة القصوى
25.7	26.2	19.6	14.8	Minimum	القيمة الدنيا
8.4	7.0	16.5	131.0	Range	المدى

وهي تدل على أن تجانس تباين السرعة المتوسطة للرياح معنوي وذو دلالة إحصائية بالمحطتين. ومن ناحية أخرى، بلغت قيم مستوى الدلالة لاختبار Binomial 0.263 عند درجة الحرية 19 بمحطة الظهران و 0.359 عند درجة الحرية 18 بمحطة حفر الباطن. وتدل هاتان القيمتان على أن تجانس تباين السرعة المتوسطة للرياح ليست له أهمية إحصائية بمحطتي الظهران وحفر الباطن. وقد ترتبط هذه النتيجة بقصر السلسلة الزمنية لقياسات السرعة المتوسطة للرياح المصاحبة للعواصف بالمحطتين مقارنة بمحطتي الرياض والأحساء.

5.3 التحليل التكراري للسرعة القصوى للرياح

يتباين المعدل السنوي للسرعة القصوى للرياح المصاحبة للعواصف من محطة لأخرى ومن سنة لأخرى، كما تلخصه بيانات الجدول 10. ولقد بلغ هذا المعدل 43.9 عقدة/سنة بالرياض و 29.6 عقدة/سنة بالأحساء و 30.0 عقدة/سنة بحفر الباطن و 29.7 عقدة/سنة بالظهران. ولتحليل الأهمية الإحصائية لتباينات السرعة القصوى للرياح، تم فحص حسن مطابقة توزيعها للتوزيع الطبيعي بتطبيق اختبار شابيرو-ويلك. ولقد أظهرت نتائج هذا الاختبار قيماً لمستوى الدلالة بلغت 0.000 بمحطة الرياض عند درجة الحرية و 0.106 بمحطة الأحساء عند درجة الحرية 29 و 0.899 بمحطة الظهران عند درجة الحرية 20 و 0.445 عند درجة الحرية 19 بمحطة حفر الباطن. وتدل هذه القيم على أن توزيع بيانات السرعة القصوى للرياح لا يختلف

عن التوزيع الطبيعي بمحطات الأحساء والظهران وحفر الباطن بينما لا يتوافق مع التوزيع الطبيعي بمحطة الرياض. وبناء على هذه النتيجة، تم فحص الأهمية الإحصائية لتجانس تباين السرعة القصوى للرياح بتطبيق اختبار ت ستودنت المناسب للتوزيع الطبيعي بمحطات الظهران وحفر الباطن والأحساء والاختبار اللامعلمي Binomial المناسب للتوزيع غير الطبيعي للبيانات بمحطة الرياض. ولقد أظهرت نتائج هذين الاختبارين قيماً لمستوى الدلالة بلغت 0.000 عند درجات الحرية 28 بمحطة الأحساء و 19 بمحطة الظهران و 18 بمحطة حفر الباطن و 0.001 عند درجة الحرية 28 بمحطة الرياض، وهي تدل على أن تجانس تباين السرعة القصوى للرياح معنوي وذو دلالة إحصائية بجميع المحطات.

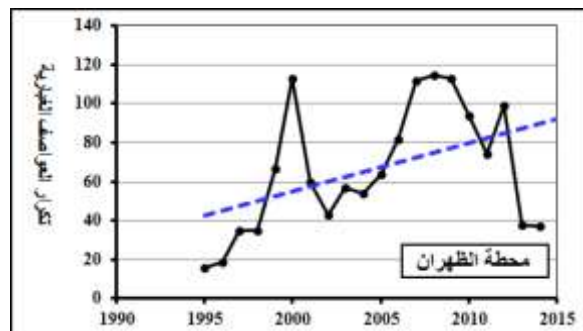
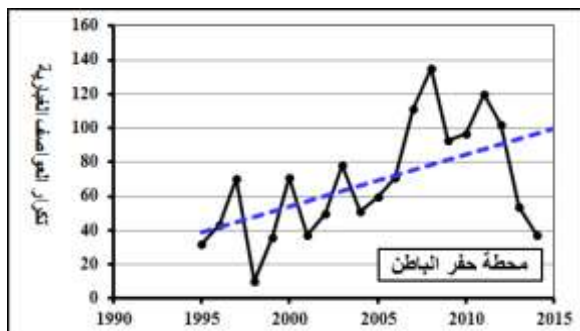
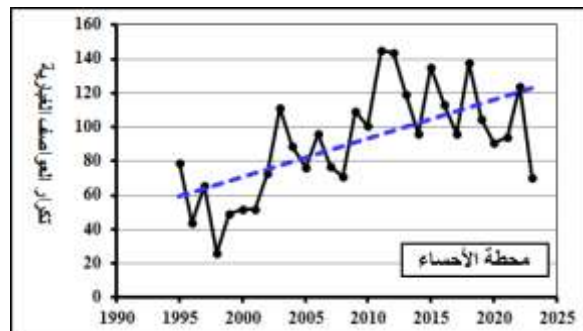
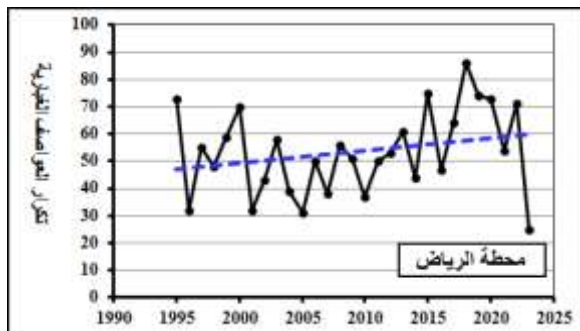
6.3. تحليل اتجاه التغير العام لتكرار العواصف

يتسم تكرار العواصف الغبارية باتجاهات متزايدة معنوية بمحطات الظهران والرياض وحفر الباطن عند مستوى الدلالة 0.90 و 0.99 و 0.999 على التوالي، بالإضافة إلى اتجاه متزايد وغير معنوي بمحطة الأحساء (الجدول 10 والشكل 9).

الجدول 10: نتائج اختبار مان-كندل Mann-Kendall لتحديد الأهمية الإحصائية لإتجاه التغير العام لعناصر الطقس

المصاحبة للعواصف الغبارية خلال الفترة 1985-2018

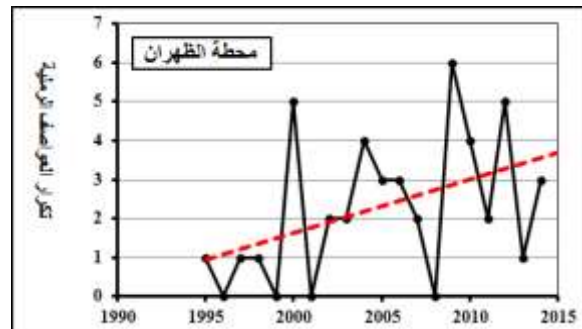
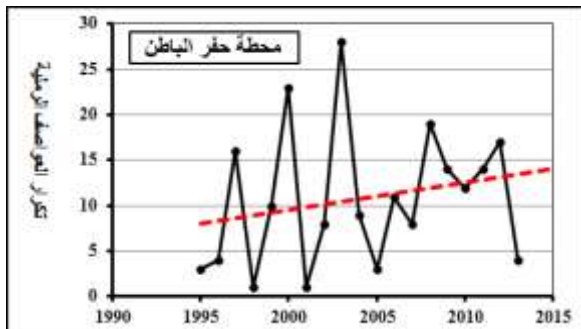
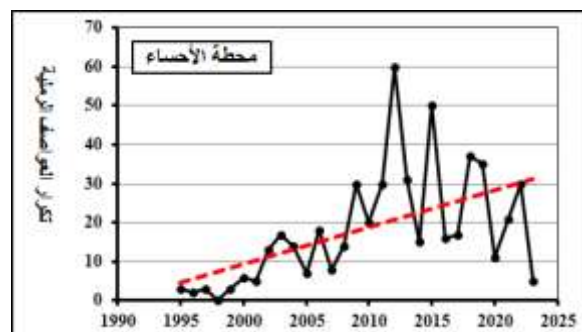
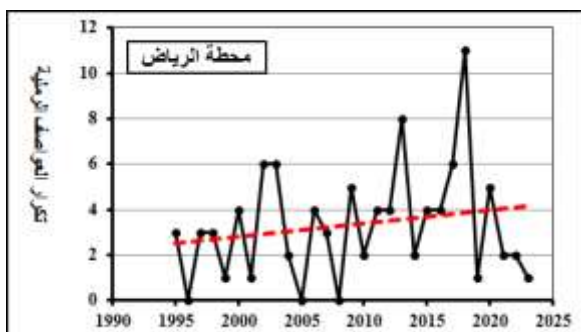
المحطة	عناصر الطقس		قيمة الاختبار	قيمة الانحدار	درجة الحرية	مستوى الدلالة	الأهمية الإحصائية
	تكرار العواصف الغبارية	تكرار العواصف الرملية	Test Z	Q	N	Sig.	
الرياض	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	3.17	2.236	29	0.99	اتجاه معنوي
	السرعة المتوسطة للرياح (تكرار)	سرعة الرياح القصوى (تكرار)	(-0.96)	(-0.006)	29	---	غير معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	1.35	0.653	29	---	غير معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	3.87	0.892	29	0.999	اتجاه معنوي
الأحساء	السرعة المتوسطة للرياح (تكرار)	سرعة الرياح القصوى (تكرار)	2.91	0.083	29	0.95	اتجاه معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	2.83	0.253	29	0.999	اتجاه معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	2.18	3.585	20	0.90	اتجاه معنوي
الظهران	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	1.91	0.138	20	---	غير معنوي
	السرعة المتوسطة للرياح (تكرار)	سرعة الرياح القصوى (تكرار)	0.07	0.000	20	---	غير معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	(-0.39)	(-0.052)	20	---	غير معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	3.40	4.667	19	0.999	اتجاه معنوي
حفر الباطن	السرعة المتوسطة للرياح (تكرار)	سرعة الرياح القصوى (تكرار)	3.29	0.109	19	0.99	اتجاه معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	1.37	0.500	19	---	غير معنوي
	تكرار العواصف الغبارية (عقدة)	تكرار العواصف الرملية (عقدة)	1.93	0.250	19	---	اتجاه معنوي



الشكل 9: اتجاه التغير العام لتكرار العواصف الغبارية خلال الفترة المدروسة.

1.6.3. تحليل اتجاه التغير العام لتكرار العواصف الرملية

ويتسم تكرار العواصف الرملية باتجاهات متزايدة، منها اتجاه واحد معنوي عند مستوى الدلالة 0.999 بمحطة الأحساء (الشكل 10).



الشكل 10: اتجاه التغير العام لتكرار العواصف الرملية خلال الفترة المدروسة.

2.6.3. تحليل اتجاه التغير العام لسرعة الرياح

أظهرت نتائج اختبار مان-كندل لفحص الأهمية الإحصائية للتغير العام لسرعة الرياح المصاحبة لها تباينات واضحة بين المحطات المدروسة يلخصها الجدول 00. وعليه يتضح من بيانات هذا الجدول أن هناك اتجاهين متزايدين ومعنويين للسرعة المتوسطة للرياح بمعدل 0.03 عقدة/10 سنوات عند مستوى الدلالة 0.95 بمحطة الأحساء وبمعدل 0.06 عقدة/10 سنوات عند مستوى الدلالة 0.99 بمحطة حفر الباطن. كما تتسم السرعة المتوسطة للرياح باتجاه متزايد وغير معنوي بمحطة الظهران وباتجاه آخر متناقص وغير معنوي بمحطة الرياض.

أما بالنسبة للسرعة القصوى للرياح، فهي تتسم باتجاهين متزايدين وغير معنويين بمحطتي الرياض وحفر الباطن، وباتجاه متزايد ومعنوي بمعدل زيادة قدره 0.09 عقدة/10 سنوات عند مستوى الدلالة 0.999 بمحطة الأحساء. وعلى خلاف ذلك تتسم السرعة القصوى للرياح باتجاه متناقص وغير معنوي بمحطة الظهران.

4. الخلاصة

ساعد توفر البيانات اليومية لتكرار العواصف الغبارية والرملية وسرعة الرياح المصاحبة لها المرصودة خلال الفترة 1995-2023 بمحطتي الرياض والأحساء و 1995-2014 بمحطة الظهران و 1995-2013 بمحطة حفر الباطن المناخية على تحليل ديناميكية وخصائص هذه العواصف. ولقد أظهرت نتائج الرصد اليومي أن هناك تباين في إجمالي تكرار العواصف الغبارية والرملية التي تعرضت لها أراضي محمية الإمام عبد العزيز بن محمد الملكية بمجموع 2641 عاصفة غبارية و 521 عاصفة رملية رصدتها محطة الأحساء و 1549 عاصفة غبارية و 97 عاصفة رملية رصدتها محطة الرياض و 1327 عاصفة غبارية و 45 عاصفة رملية رصدتها محطة الظهران و 1321 عاصفة غبارية و 205 عاصفة رملية رصدتها محطة حفر الباطن. ولقد أظهرت نتائج اختبار Shapiro-Wilk أن التوزيع التكراري للعواصف الغبارية بجميع المحطات وتوزيع العواصف الرملية بمحطتي الظهران وحفر الباطن. كما يتسم توزيع تكرار العواصف الغبارية بتجانس معنوي للتباين بجميع المحطات، بينما يتسم توزيع تكرار العواصف الرملية بعدم تجانس التباين بجميع المحطات.

ولقد أظهرت نتائج تحليل اتجاهات هبوب الرياح وجود اتجاه رئيسي (ENE) وأربعة اتجاهات ثانوية (SSE) بمحطة الرياض و (NNE) بمحطة الأحساء و (WNW) بمحطة الظهران و (E) بمحطة حفر الباطن. ويتسم هبوب الرياح حسب الاتجاهات المدروسة بتوزيع تكراري لا يختلف عن التوزيع الطبيعي بجميع المحطات وبتجانس غير معنوي للتباين.

أما بالنسبة للسرعة المتوسطة للرياح، فقد تبين أنها تتسم:

أ- بمعدلات تتراوح بين 5.5 عقدة/سنة بمحطة الرياض و 8.4 عقدة/سنة بمحطة الظهران.

ب- بتوزيع طبيعي بمحطتي الرياض والأحساء بينما يختلف توزيعها عن التوزيع الطبيعي بمحطتي حفر الباطن والظهران.

ج- بتجانس غير معنوي للتباين بمحطتي الظهران وحفر الباطن ومعنوي وذو أهمية إحصائية بمحطتي الرياض والأحساء.

أما بالنسبة للسرعة القصوى للرياح، فقد تبين أنها تتسم:

أ- بمعدلات تتراوح بين 29.6 عقدة/سنة بمحطة الأحساء و 43.9 عقدة/سنة بمحطة الرياض.

ب- بتوزيع طبيعي بمحطات الظهران والأحساء وحفر الباطن، بينما يختلف توزيعها عن التوزيع الطبيعي بمحطة الرياض.

- ج- بتجانس معنوي للتباين وذي أهمية إحصائية بجميع المحطات.
أما بالنسبة لتحليل اتجاه التغير العام لتكرار العواصف، فقد تبين:
أ- أن العواصف الغبارية تتسم بتكرار متزايد ومعنوي عند مستوى الدلالة 0.90 بمحطة الظهران و 0.99 بمحطة الرياض و 0.999 بمحطة حفر الباطن.
ب- أن العواصف الرملية تتسم بتكرار واحد فقط متزايد ومعنوي عند مستوى الدلالة 0.999 بمحطة الأحساء.
أما بالنسبة لتحليل اتجاه التغير العام لسرعة الرياح، فقد تبين:
أ- أن السرعة المتوسطة للرياح تتسم باتجاهين متزايدتين ومعنويتين عند مستوى الدلالة 0.95 بمحطة الأحساء و 0.99 بمحطة حفر الباطن.
ب- أن السرعة القصوى للرياح تتسم باتجاه واحد فقط متزايد ومعنوي عند مستوى الدلالة 0.999 بمحطة الأحساء.

5. التوصيات والمقترحات

بناء على ما تقدم ذكره من نتائج، توصي هذه الدراسة بعدة مقترحات عملية هي:

- (أ)- تطوير الدراسات البيئية للمحميات من خلال التوظيف المتكامل للبيانات المناخية المتاحة على مستوى المحطات التابعة للمكتب الوطني للأرصاد والأساليب الإحصائية بالإضافة إلى تقنيات نظم المعلومات الجغرافية.
(ب)- التوسع في تطبيقات الدراسات البيئية (المناخية والهيدرولوجية) على مستوى المحميات الطبيعية بالمملكة.
(ج)- استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد للكشف عن التغير المكاني للغطاء النباتي ومتابعة تطور نموه بالمحميات الطبيعية.
(د)- وضع خطة وطنية للدراسات البيئية على مستوى المحميات الطبيعية.
(هـ)- وضع منهجية علمية للدراسات البيئية بالمحميات الطبيعية حسب الأولويات الوطنية التي تتضمنها رؤية 2030.
(و)- تطبيق منهجية الدراسة الحالية على بعض المحميات الطبيعية للتأكد من نتائجها ومقارنة المخرجات التي توصلت هذه الدراسة بغيرها في باقي المحميات الطبيعية بهدف وضع الخطوات العملية لبناء قاعدة معلومات جغرافية للمحميات الطبيعية بالمملكة.

6. المراجع

1.6 المراجع العربية

- الطاهر، عبد الله أحمد سعد (1996). العواصف الرملية وأثرها في ترب الحقول الزراعية في واحة الأحساء، سلسلة بحوث جغرافية، العدد 24، الجمعية الجغرافية السعودية.
- الغفاري، ياسر حامد (2001). دراسة مناخية وديناميكية عن العواصف الترابية على المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.
- العمودي، أحمد عثمان (2003). دراسة ديناميكية لحالة حدوث عاصفة ترابية على المملكة العربية السعودية: دراسة خاصة على من الرياض والمدينة المنورة وجدة، مجلة جامعة الملك عبد العزيز (علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة)، المجلد (14): 105-123.

- مسرحي، يحي سليمان (2004). العواصف الرملية في جازان: الآثار السلبية والإيجابية، حوليات كلية المعلمين في جازان، العدد4: 180-183.
- بن يحي، مريم أحمد (2011). الرياح والعواصف الغبارية وتأثيرها على انتشار أمراض الجهاز التنفسي (الربو) في مدينة الهفوف في المملكة العربية السعودية في الفترة 1985-2008، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم والآداب، جامعة الملك سعود.
- العنزلي، شريفة المنفي (2011). الرياح والعواصف الغبارية وتأثيرها على انتشار أمراض العيون بمدينة عرعر في المملكة العربية السعودية في الفترة 1985-2007، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم والآداب، جامعة الملك سعود.
- الجروان، نورة فهد (2015). العواصف الغبارية والرملية ومخاطرها على الزراعة في منطقة القصيم، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- حديد، أحمد سعيد؛ الحسني، فاضل باقر؛ العاني، حازم توفيق (1982): المناخ المحلي، الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، العراق.
- الحربي، سعود حمود (2015). تكرار حالات الطقس الغبارية والعوامل المصاحبة لها في المملكة العربية السعودية خلال الفترة 1990-2010، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم والآداب، جامعة الملك سعود.
- راشد، عماد خريبط (2011): دراسة تأثير بعض العناصر الجوية على العواصف الغبارية لمناطق مختارة من العراق، مجلة علوم المستنصرية، المجلد (22)، العدد 4، قسم علوم الجو، كلية العلوم، ص ص: 253-272، الجامعة المستنصرية، بغداد.
- المطيري، حنان مطلق (2016). العواصف الرملية والغبارية بمنطقة الحدود الشمالية بالمملكة العربية السعودية: دراسة في جغرافية المناخ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- العتيبي، مشاعل فهد (2016). العواصف الترابية في المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك فيصل، الدمام.
- الحربي، نوير علي (2016). العواصف الغبارية وآثارها على مرضى البو في مدينة بريدة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية اللغة العربية والعلوم الاجتماعية، جامعة القصيم.
- المطيري، عبد الله سويلم (2017). العواصف الرملية في منطقة المدينة المنورة: دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم والآداب، جامعة الملك سعود.
- الملحم، أفنان عبد اللطيف (2018). العواصف الرملية والغبارية في شرقي المملكة العربية السعودية: دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك فيصل، الدمام.
- القحطاني، جواهر مفرح (2020). العواصف الرملية والغبارية في جنوب غربي المملكة العربية السعودية: دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الملك خالد، أبها.

- المطيري، مطيرة خويتم (2015). **العواصف الترابية في منطقة الرياض والقصيم والعناصر المؤثرة فيها: دراسة مناخية تحليلية**، مجلة كلية اللغة العربية والعلوم الاجتماعية، جامعة القصيم، المجلد (8)، العدد 2: 1096-1021.
- عاتي، صباح عبود؛ شاكور، سحر نافع (2010): **العواصف الغبارية في العراق: دراسة في خصائصها الزمنية والمكانية**، عدد خاص بوقائع المؤتمر الجغرافي الأول، الفترة 1-2/12/2010، كلية الآداب، جامعة بغداد.
- العريشي، عائشة علي (2018). **تأثير الغبار على صحة الإنسان في منطقة جازان**، المجلة العربية للدراسات الجغرافية، العدد 1: 74-33.
- الحسيني، قصي فاضل (2015). **تحليل التذبذب والاتجاه للظواهر الغبارية في محافظة القادسية للمدة 1971-2010**، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، العدد 20: 320-305.
- موسى، علي حسن (1988): **العواصف والأعاصير**، الطبعة الأولى، دمشق ن دار الفكر، سوريا.

2.6. المراجع الأجنبية

- Al Khafaji, R.M. (2009): **Effects of Dust Storms on Some Iraqi Territories**, Unpublished PhD, Department of Geology, University of Sciences, Baghdad.
- Bezlova, A. (2002): **Giant sandstorm hits China, Japan, Korea, U.S.A today**, Academic search premier.
- Charles S. Z. and Young, E. (2002). **Regional Contrasts in Dust Emission Responses to Climate**, Journal of Geophysical Research, Vol. (110), Issue D13, Cite ID D1320.
- Kaskaoutis, D.G. (2010): **Dust Storm Identification Via Satellite Remote Sensing**, Natural Disaster Research, Prediction and Mitigation Series, Nova Science Pub Incorporated.
- Ologunorisa, T. E. (2003). **Spatial and seasonal variations of sandstorms over Nigeria: Theoretical and applied climatology**, Vol. (75), Issue 1-2, pp. 55-63, Academic search premier.
- WMO, (2017). **Dust storm or Sand storm**, International Cloud Atlas, World Meteorological Organization (WMO).
- Zhang, Q. and Yuan, L. (2002): **Preliminary Study on Sand-Dust Storm in the Northern China and Its Prevention and Control**, J. Urban Environment & Urban Ecology ; 2002-05.

Doi: <https://doi.org/10.52133/ijrsp.v5.51.5>