



**تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى بالساحلين
الشرقي والغربي بالمملكة العربية السعودية**
**Frequency and direction of changing daily maximum wind
speed in the east and west coasts of Saudi Arabia**

إعداد

د. مطيرة المطيري
Dr. Mutira Al-Mutairi

أستاذ الجغرافيا المناخية والبيئية - كلية الآداب - جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن

Doi: 10.21608/ajahs.2023.278602

٢٠٢٢ / ١١ / ١٥ استلام البحث

٢٠٢٢ / ١١ / ٢٨ قبول البحث

المطيري ، مطيرة (٢٠٢٣). تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى
بالساحلين الشرقي والغربي بالمملكة العربية السعودية. *المجلة العربية للآداب
والدراسات الإنسانية*، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، مج(٧)،
ع(٢٥) يناير، ٣٤٥ – ٣٧٦.

<http://ajahs.journals.ekb.eg>

**تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى بالساحلين الشرقي والغربي
بالمملكة العربية السعودية**

المستخلص:

تبحث الدراسة بتحليل الاتجاه العام لسرعة الرياح اليومية القصوى باستخدام البيانات اليومية للفترة من ١٩٧٨ - ٢٠١٧م بمحطات الدمام وينبع والوجه والفترة من ١٩٧٨ - ٢٠١٥م بمحطة جدة. ولقد اعتمد تحليل الاتجاه العام لسرعة الرياح اليومية القصوى على عدد من الأساليب الاحصائية. كما استخدمت هذه الدراسة طريقة المتوسطات النصفية لتحليل الاتجاه العام لسرعة الرياح اليومية القصوى ومن نتائج هذه الدراسة أن الرياح الشمالية تنصدر هبوب الرياح في محطة الدمام والرياح الغربية شمالية غربية في محطة الوجه والرياح الغربية في محطة ينبع، والرياح الشمالية في محطة جدة. وبينت الدراسة أن الرياح اليومية التي لا تتعدى سرعتها القصوى ١٠ م/ثانية هي الأكثر حدوثاً بمنطقة الدراسة بتكرار بلغ ١٠٢٧٢ يوم بمحطة الدمام و١٠٠٦٢ يوم بمحطة الوجه و٩٧١٨ يوم بمحطة ينبع و١٣٩٩٨ يوم بمحطة جدة. وأتضح من نتائج مقارنة سرعة الرياح اليومية القصوى بين المحطات أن هناك اختلاف بين معدلات سرعة الرياح بمنطقة الدراسة عدا محطة جدة وأن سرعة الرياح اليومية القصوى ذات اتجاه متناقص بكل المحطات عدا محطة ينبع. وجميع الاتجاهات ذات قيم انحدار بسيطة تراوحت قيمها بين ٠.٠٨٧ بمحطة الوجه و٠.٠٤١ بمحطة ينبع.

الكلمات المفتاحية: سرعة الرياح اليومية القصوى، السرعة اليومية القصوى للرياح، اتجاه التغير العام، الفحص الاحصائي، المقارنة المتعددة، المملكة العربية السعودية.

Abstract:

The study examines analyzing the general direction of maximum daily wind speed using daily data for the period from 1978 to 2017 in the Dammam, Yanbu and Wajh stations and for the period from 1978 to 2015 in the Jeddah station. Analysis of the general trend of the maximum daily wind speed was based on a number of statistical methods. This study also used the half-averages method to analyze the general direction of the maximum daily wind speed, and the results of this study are that the northern winds top the gusts of wind in Dammam station and the northwest winds in the Al Wajh station and the western winds in Yanbu station, and the northern winds in Jeddah station. The study showed that the daily winds whose maximum speed does not exceed 10 m / s is the most occurring in the study area

with a frequency of 10272 days in Dammam station, 10062 days in Al-Wajh station, 9718 days in Yanbu station and 13998 days in Jeddah station. It was clear from the results of comparing the maximum daily wind speed between stations that there is a difference between the rates of wind speed in the study area except for Jeddah station and that the maximum daily wind speed is decreasing in all stations except for Yanbu station. All directions have simple regression values ranging from 0.087 in Al Wajh Station to 0.041 in Yanbu Station.

Key-Words : Maximum daily of wind speed, Maximum wind speed, General trend, Staistical test, Multiple comparisons, Saudi Arabia.

مقدمة

تعتبر تغيرات سرعة الرياح القصوى من أهم مؤشرات التغير المناخي لأنها تصاحب عادة العواصف المطرية والعواصف الترابية والرملية. ولا تقل تأثيرات الرياح أهمية عن تأثيرات العناصر المناخية الأخرى في ظاهرة التغير المناخي على سطح الأرض.

ويرتبط نشوء الرياح وحركتها وسرعتها واتجاهها بالكتل الموزعة بين اليابس والمسطحات المائية. ونظراً لامتداد أراضي المملكة العربية السعودية بين أكثر من 15° عرضية بين دائرتي العرض $17^{\circ}34'$ و $32^{\circ}00'$ شمالاً فإن أراضيها تتأثر بالكتل الهوائية التالية:

أ- الكتلة الهوائية المدارية البحرية الموسمية القادمة من المحيطات الإستوائية.

ب- الكتلتين الهوائيتين المدارية القارية القادمة من آسيا وإفريقيا.

ج- الكتلة الهوائية القطبية البحرية القادمة من شمال المحيط الأطلسي.

د- الكتلة الهوائية القطبية البحرية القادمة من شمال آسيا وأوروبا.

وتتناوب تأثيرات هذه الكتل الهوائية على أراضي المملكة خلال فصلي الصيف والشتاء. ففي فصل الصيف تسيطر على أراضي المملكة الكتل الهوائية المدارية القارية الجافة التي تتميز بهبوب رياح جافة قادمة من أواسط آسيا. وفي بداية الفصل الخريف تبدأ بعض التيارات الهوائية الرطبة تحل محل الكتلة الهوائية المدارية القارية الجافة مما يؤدي إلى هبوب رياح رطبة قادمة من المحيط الأطلسي ومن البحر المتوسط. أما في فصل الشتاء تسيطر على المملكة كتلة هوائية قارية جافة باردة قادمة من أواسط آسيا ومن هضبة إيران. وبمجرد جفاف هذه الكتلة الهوائية تتقدم كتلة هوائية ثانية قادمة من المحيط الأطلسي وأوروبا نحو أراضي المملكة

تكرارات اتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى... د. مطيرة المطيري

باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي عبر البحر المتوسط. وخلال فصل الربيع يزداد تدريجياً الإشعاع الشمسي بسبب تقدم المنخفض الجوي الآسيوي والإفريقي نحو أراضي المملكة. وتتسبب هذه الظروف الجوية في تقدم كتلة هوائية بحرية رطبة قادمة من البحر المتوسط مما يؤدي إلى تقابل كتلة هوائية مدارية جنوبية وكتلة هوائية شمالية فوق الربع الخالي مما يؤدي إلى هبوب رياح السموم الحارة والجافة المحملة بالأتربة والرمال. وعليه فإن أراضي المملكة تقع تحت تأثير منظمين من الضغط الجوي هما منظومة الضغط الجوي المرتفع التي يسيطر عليها الضغط الجوي المرتفع السيبيري والضغط الجوي المرتفع الأوروبي والضغط الجوي المرتفع شبه المداري ومنظومة الضغط الجوي المنخفض التي يسيطر عليها المنخفض الجوي الهندي الموسمي والمنخفض الجوي السوداني والمنخفض الجوي المتوسطي (زيتون وشحادة، ٢٠١٥: ١٤٦٧).

وتكمن أهمية دراسة سرعة الرياح القصوى في كونها تتحكم في حدوث كثير من عناصر الطقس مثل الأعاصير والغيوم والأمطار والثلوج وتغيرات درجات الحرارة لأن الرياح تقوم بنقل الحرارة والرطوبة على سطح الأرض من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى مناطق الضغط الجوي المنخفض. ومن المتوقع أن يطال التغير المناخي خلال القرن الحالي معظم عناصر المناخ بما فيها الرياح في منطقة الجزيرة العربية (زيتون وشحادة، ٢٠١٥: ١٤٦٧).

ولقد ورد في القرآن الكريم التقريب بين لفظ "الريح" مفردة ولفظ "الرياح" مجموعة، بحيث تم ذكر لفظ "الرياح" عشر مرات مقترنة بالرحمة مثل مبشرات ومرسلات وذاريات، بينما تم ذكر "الريح" أربع عشرة مرة مقترنة بالعذاب مثل عاصف وقاصف وعقيم وصرصر (البناء وعبد الله، ٢٠١٢: ١٧٩).

وللمملكة العربية السعودية سواحل طويلة الساحل الغربي على طول البحر الأحمر يمتد بحوالي ١٨٠٠ كم يبلغ طوله حوالي ٧٧,٣% من إجمالي سواحل المملكة التي تقدر بنحو ٢٢٣٠ كم، والساحل الشرقي يبلغ طوله أكثر من ١٢٠٠ كيلو متر. ويختلف اتساعه من مكان إلى آخر، حيث يتراوح بين ٦٠ كيلومتر في شمال الخفجي، إلى ١٣٠ كيلو متر غرب مدينة الدمام. (الرويثي، ١٩٨٢). وتمتاز سواحل المملكة الشرقية والغربية بتنوع جغرافي طبيعي ومناخي مما يجعل الكثير من مناطقها واعدة عمرانياً واقتصادياً وسياحياً. ومما لاشك فيه أن للمناخ السائد في السواحل الشرقية والغربية تأثيراً هاماً ومباشر وغير مباشر في النشاط الاقتصادي، ولكن يظل للرياح تأثير في حالات الطقس والمناخ للمدن الساحلية الهابة عليها.

- أهمية الدراسة:

تتجلى أهمية هذه الدراسة في كونها دراسة مناخية مقارنة تتناول سمات الرياح السطحية السائدة بالساحلين الشرقي والغربي بالمملكة العربية السعودية، لعدة مدن متباينة جغرافياً وبيئياً ومناخياً، ولنتائج الدراسة أهمية في إمكانية الاستفادة من نتائجها

في الخطط المستقبلية لتخطيط وتطوير المناطق الساحلية سواء الساحل الشرقي والغربي بالمملكة العربية السعودية، وكما تعد الدراسة إضافة جغرافية للدراسات المناخية بالمملكة العربية السعودية.

ولدراسة الرياح بالساحلين الشرقي والغربي بالمملكة العربية السعودية خصوصية متميزة لأنها تهب على مناطق جعلها موقعها الجغرافي في تماس مباشر مع اليابسة والبحر مما يجعل سماتها متباينة سواء في السرعة والاتجاه ، وبالتالي تكون متباينة في تأثيراتها المناخية والبيئية. كما ان للرياح الساحلية قدرة كامنة يمكن الاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية من قوة الرياح. وتقدم هذه الدراسة أمكانية الاستفادة من طاقة الرياح في انتاج الطاقة الكهربائية كبديل يمكن أن يكون أحد مصادر الطاقة المتجددة بالمملكة العربية السعودية يساعد في تقليص الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية (النفطية) المستخدمة في انتاج الطاقة الكهربائية .

- أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

١. دراسة تكرار اتجاهات سرعة الرياح اليومية القصوى في منطقة الدراسة.
٢. دراسة تكرار اتجاهات الرياح الفصلية في منطقة الدراسة وتحديد الرياح السائدة في منطقة الدراسة.
٣. تحديد ومقارنة سرعة الرياح الشهرية والفصلية والسنوية في منطقة الدراسة.
٤. مقارنة خصائص الرياح في منطقة الدراسة.
٥. تحليل الاتجاه العام لتغير السرعة القصوى للرياح في منطقة الدراسة.

- منطقة الدراسة:

تشمل السواحل الشرقية والغربية بالمملكة العربية السعودية ، تنحصر الغربية على ساحل البحر الأحمر غرب المملكة (الوجه - جدة- ينبع) تمتد بين دائرتي عرض ١٢ ٢٦ شمالاً ودرجة ٥٤ ١٦ جنوباً وبين خطي الطول ٢٨ ٣٦ درجة و ٣٥ ٤٢ ، ساحل البحر الاحمر يحده شرقاً الهضاب والمرتفعات الغربية (الحجاز وعسير)، يضيق السهل الساحلي في الشمال ويتسع في الجنوب بحسب قرب وابتعاد المرتفعات الجبلية من خط الساحل، ويقع ساحل البحر الأحمر ضمن منطقة الدرع العربي ويتميز بالاستقامة والعديد من الرؤوس والخلجان ، كما تحف بها الشعاب والارصفة المرجانية، بينما تنحصر الشرقية على ساحل الخليج العربي(الدمام) وهو محصور في معظمه بين هضبة الصمان غرباً والخليج العربي شرقاً جدول شكل(١).

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى... د. مطيرة المطيري

الجدول (١) بيانات محطات الأرصاد المناخية بمنطقة الدراسة

رقم المحطة	المحطة	دائرة العرض (شمالاً)	خط الطول (شرقاً)	الارتفاع (متر)
40400	الوجه	26°12'19"	36°28'37"	23.7
41024	جدة	21°42'37"	39°11'12"	16.9
40439	بنبع	24°08'24"	38°03'50"	10.4
40417	الدمام	49°49'00"	26°27'00"	12.0

المصدر: الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة المركز الوطني للأرصاد والبيئة،
وزارة الدفاع والطيران



شكل (١)

- دراسات سابقة -

- دراسة إبراهيم (٢٠٠٨ م) بعنوان "دراسة بعض خصائص الرياح والأمواج البحرية على شاطئ مدينة طرطوس (سورية)"، تناول فيها تحديد اتجاهات الرياح وسرعتها وتحليل العلاقة المتبادلة بين سرعة الرياح وارتفاع أمواج البحر. ولقد

توصلت نتائج هذه الدراسة سيطرة الرياح الشمالية بسرعة تتراوح بين ١ و ٤ م/ثانية بنسبة حدوث بلغت ٥٩.٨% مع ندرة الرياح القوية التي تزيد سرعتها عن ١٠ م/ثانية التي لا تتعدى نسبة حدوثها ١.٣%.

دراسة البناء وعبد الله (٢٠١٢ م) بعنوان "دراسة عن الرياح في القرآن الكريم وسبل تخفيف أثارها" إلى توضيح المفاهيم المتعلقة بألفاظ "الريح" و"الرياح" التي ورد ذكرها في القرآن الكريم مع شرح مفصل لأنواع الرياح مدعوماً بالنص القرآني. كما تطرقت الدراسة إلى الجانب الروحي في تخفيف آثار العواصف الترابية على الانسان.

دراسة النوري والساكني (٢٠١٤م) بعنوان "امكانية سرعة الرياح في العراق ودورها في إنتاج الطاقة الكهربائية: دراسة في جغرافية الطاقة" أوضح من خلال تحليل البيانات المناخية المتعلقة بسرعة واتجاه الرياح خلال الفترة ١٩٨٠-٢٠١٣ بمحطات الدراسة أهمية طاقة الرياح وكيفية استغلالها مع إبراز مميزاتها والعوامل المؤثرة فيها. وتوصلت نتائج الدراسة أن محطات الناصرية والحي والبصرة هي أكثر المناطق قدرة على توليد الطاقة الكهربائية وأن فصلي الربيع والصيف هما أكثر الفصول ملائمة لإنتاج الطاقة الكهربائية.

ودراسة عبد (٢٠١١ م) بعنوان "تكرارات الرياح وعلاقتها بالغطاء الغيمي في العراق"، تناول فيه تحليل تكرار هبوب الرياح باتجاهاتها الثمانية الرئيسة وعلاقتها بسيادة الغيوم العالية (HC) والمتوسطة (MC) والمنخفضة (LC) خلال سنة مواسم للتغيم تم رصدها بمحطات الموصل وكركوك (المنطقة الشمالية) وبغداد والرطبة (المنطقة الوسطى) والناصرية والبصرة (المنطقة الجنوبية) خلال الفترة من ١٩٩٢-١٩٩٦ إلى ١٩٩٧-١٩٩٦. وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة سيطرة هبوب الرياح الشمالية بجميع المناطق وسيطرة الغيوم المنخفضة بالمنطقة الشمالية والغيوم المتوسطة والمنخفضة بالمنطقة الجنوبية والغيوم المتوسطة بالمنطقة الوسطى.

- كما نشرت الهيئة العامة للأحصاء بالمملكة العربية السعودية تقريراً بعنوان "مؤشرات للطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية" تم فيه استعراض المتوسط السنوي لسرعة الرياح خلال عام ٢٠١٦ بعشرة مواقع تراوحت فيها معدلات سرعة الرياح عند ارتفاع ١٠٠م بين ٥.٥ م/ثانية بجنوب ينبع و ٨.٧ م/ثانية بشمالها.

- وتناول Young (٢٠١١م) بحث بعنوان "Global Trends in Wind Speed and Wave Height" تحليل اتجاه سرعة الرياح على مستوى سطح الكرة الأرضية باستخدام قاعدة بيانات لفترة ٢٣ سنة. وقد أظهرت نتائج الدراسة زيادة في سرعة الرياح المتطرفة خلال الفترة المدروسة مقارنة بالمتوسط.

- كما تقدم Azorin-Molina (٢٠١٨ م) ببحث بعنوان:

"Recent trends in wind speed across Saudi Arabia, 1978–2013: a break in the stilling"

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

تم تحليل الاتجاهات الحديثة وتغير سرعة الرياح القريبة السطحية للفترة ١٩٧٨-٢٠١٣ في ١٩ محطة بالمملكة العربية السعودية. وقد اظهرت النتائج انخفاضاً كبيراً في سرعة الرياح بالمناطق الساحلية والداخلية والجبالية ذا دلالة احصائية مع هيمنة الاتجاهات السلبية ذات الأهمية الاحصائية على سرعة الرياح بمعظم أراضي المملكة.

- ودراسة نشرها (٢٠١٧م) Torralba بعنوان:

“Uncertainty in recent near-surface wind speed trends: a global reanalysis inter comparison”

اعتمدت على تحليل اتجاهات سرعة الرياح للفترة ١٩٨٠-٢٠١٥ وبأثر رجعي لفترات سابقة باستخدام بحوث وتطبيقات (ERA1-MERRA2) و (ERA-Interim reanalysis) والتحليل الياباني (JRA-55). ولقد تبين أن هناك تبايناً مكانياً وموسمياً قوياً في سرعة الرياح مع زيادة إجمالية في سرعتها فوق المحيط وانخفاضها على اليابسة خاصة في سرعة الرياح القريبة من سطح الأرض. وقد كشفت كذلك نتائج هذه الدراسة عن وجود تغير سريع في سرعة الرياح العالية مقارنة بسرعة الرياح المنخفضة والمتوسطة.

- ونشر Pryor وآخرون (٢٠٠٩م) دراسة بعنوان:

“Wind speed trends over the contiguous United States”

تناولت مقارنة شاملة لاتجاهات سرعة الرياح التاريخية على الولايات المتحدة المتجاورة استناداً إلى مجموعتين من بيانات الرصد، وأربع مجموعات بيانات لتحليل الطاقة، ونموذجين مناخيين إقليميين. ولقد تبين من هذه الدراسة أن هناك اختلافات كبيرة في الاتجاهات الزمنية المستمدة من بيانات سرعة الرياح المرصودة مع هيمنة الاتجاه المتناقص لسرعة الرياح. ويتوافق هذا الاتجاه مع مخرجات عمليات المحاكاة التي أجريت باستخدام MM5 و NCEP-2. ومع ذلك، توجد اتجاهات معاكسة في مخرجات التحليل الإقليمي لأمريكا الشمالية، وعمليات إعادة التحليل العالمية الأخرى كشفها أسلوب التحليل (ERA-40 و NCEP-1).

- منهجية البحث وأساليبه

تلخصت منهجية الدراسة في ثلاث خطوات عملية متسلسلة هي:

١- جمع البيانات لسرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمحطات ينبع والوجه والدمام وخلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٥ م بمحطة جدة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

٢- حساب البيانات وتبويبها وحساب متوسطاتها الحسابية وانحرافاتها المعيارية وفئات تكرارها.

٣- فحص توزيع قيم سرعة الرياح اليومية القصوى بتطبيق ثلاثة فحوص احصائية من برنامج SPSS23 هي:

(أ) فحص التوزيع الطبيعي Test of Normality باستخدام أدوات التحليل Analyze.

(ب) فحص تجانس سرعة الرياح اليومية القصى بتطبيق فحص التجانس Test of Homogeneity باستخدام أدوات تحليل التباين الأحادي One-Way ANOVA.

(ج) فحص تباين سرعة الرياح اليومية القصى بتطبيق اختبار ANOVA في أدوات تحليل التباين الأحادي One-Way ANOVA.

٤-مقارنة معدلات سرعة الرياح اليومية القصى في المحطات المدروسة بتطبيق اختبار Post Hoc من أدوات المقارنات المتعددة Multiple comparisons LSD المتوفرة ضمن أدوات تحليل التباين الأحادي.

كما استخدمت هذه الدراسة طريقة المتوسطات النصفية في تحليل اتجاه التغير لسرعة الرياح اليومية القصى مع اخضاع نتائجها لفحص "t student" بتطبيق الخطوات العملية التالية:

١- تقسيم كل سلسلة زمنية لسرعة الرياح اليومية القصى في كل محطة إلى فترتين متساويتين (الفترة الأولى من ١٩٧٨ إلى ١٩٩٧ م والفترة الثانية من ١٩٩٨ إلى ٢٠١٧ م بمحطات ينبع والوجه والدمام) و (الفترة الأولى من ١٩٧٨ إلى ١٩٩٦ م والفترة الثانية من ١٩٩٧ إلى ٢٠١٥ م بمحطة جدة).

٢- حساب معامل ميلان خط الاتجاه العام للسلسلة الزمنية (b) بتطبيق المعادلة الآتية:

$$b = \frac{X'_2 - X'_1}{T_2 - T_1}$$

بحيث يمثل:

X'_1 : متوسط أمطار الفترة الأولى.

X'_2 : متوسط أمطار الفترة الثانية.

T_1 : الزمن المقابل للفترة الأولى (منتصف الفترة).

T_2 : الزمن المقابل للفترة الثانية (منتصف الفترة).

٣- إخضاع المتوسط النصفى لكل فترة لفحص الخطأ المعياري للفرق الإحصائي بين المتوسطين بتطبيق المعادلة الآتية:

$$S.E|X'_1 - X'_2| = \left[\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5}$$

بحيث يمثل:

$S.E|X'_1 - X'_2|$: الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين.

σ_1^2 : أفضل تقدير للانحراف المعياري للمتوسط الأول.

σ_2^2 : أفضل تقدير للانحراف المعياري للمتوسط الثاني.

n_1 : عدد الحالات في الفترة الأولى.

n_2 : عدد الحالات في الفترة الثانية.

ويستخدم الخطأ المعياري لبيان فيما إذا كانت توجد فروق إحصائية مهمة بين المتوسطين عند مستوى الاحتمال 0.05 (2 S.E).

٤- فحص الأهمية الإحصائية (t) ستودنت (t student's test) لبيان أهمية الفرق بين المتوسطين عند مستوى الأهمية الإحصائية 0.05 بتطبيق المعادلة الآتية:

$$t = \frac{|X'_1 - X'_2|}{\left[\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5}}$$

وتقارن قيمة (t) المحسوبة بهذه العلاقة مع قيمة (t) المجدولة عند مستوى الأهمية الإحصائية 0.05 ودرجة الحرية المناسبة (d.f) للفترتين. وتحسب درجة الحرية بتطبيق المعادلة الآتية:

$$d.f = (n_1 + n_2) - 2$$

-التحليل والمناقشة-

١- تحليل تكرار الرياح اليومية القصوى

(أ)-تحليل تكرار اتجاهات هبوب الرياح اليومية القصوى

يظهر تصنيف تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى حسب اتجاهات هبوبها الذي يمثل عدد أيام هبوب الرياح أن الرياح الشمالية تنصدر هبوب الرياح في محطة الدمام بما يعادل ٤٠١٦ يوم يمثل نسبة قدرها ٢٧.٥% من إجمالي تكرار هبوب الرياح خلال فترة الدراسة الجدول (٢) والشكل (٢).

الجدول (٢) التوزيع التكراري لأيام هبوب الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمنطقة الدراسة

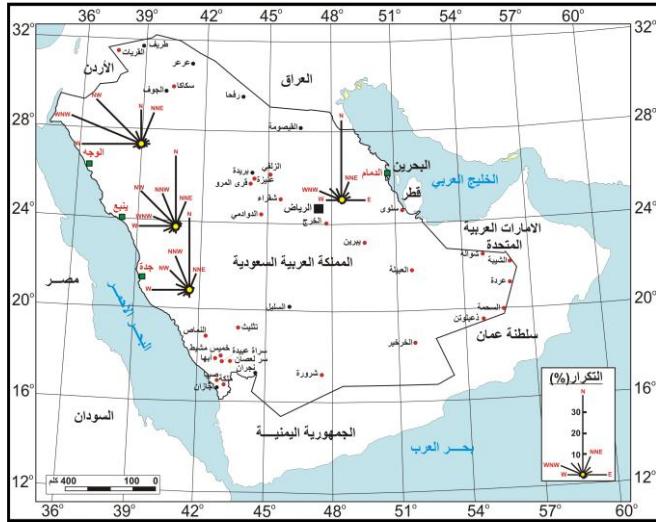
الاتجاه	الدمام		الوجه		ينبع		جده	
	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%
N	4016	27.5	1530	10.5	108	0.7	4919	29.9
NNE	1098	7.5	1541	10.6	112	0.8	974	5.9
NE	629	4.3	317	2.2	186	1.3	168	1.0
ENE	705	4.8	519	3.6	335	2.3	248	1.5
E	1816	12.4	386	2.6	495	3.3	176	1.1
ESE	388	2.7	159	1.1	132	0.9	17	0.1
SE	425	2.9	43	0.3	63	0.4	31	0.2
SSE	342	2.3	22	0.1	113	0.8	90	0.5
S	413	2.8	116	0.8	659	4.5	433	2.6
SSW	73	0.5	153	1.1	225	1.5	301	1.8
SW	62	0.4	175	1.2	606	4.1	464	2.8
WSW	48	0.3	331	2.3	1880	12.7	886	5.4
W	1030	7.1	2523	17.3	9460	64.0	2573	15.7
WNW	1760	12.1	3420	23.5	1	0.0	867	5.3
NW	1195	8.2	2750	18.9	303	2.0	1842	11.2
NNW	602	4.1	578	4.0	112	0.8	2439	14.8
المجموع	14604	100	14564	100	14791	100	16429	100

وتليها الرياح الشرقية والرياح الغربية الشمالية غربية بتكرار متماثلة تقريباً بلغت على التوالي ١٨١٦ و ١٧٦٠ تكرار تمثل نسبة قدرها أيضاً على التوالي ١٢.٤% و ١٢.١% من إجمالي تكرار هبوب الرياح بمحطة الدمام.

وتتصدر الرياح الغربية الشمالية غربية هبوب الرياح بمحطة الوجه وتليها الرياح الشمالية غربية بإجمالي تكرار بلغ على التوالي ٣٤٢٠ و ٢٧٥٠ يوم يمثل أيضاً نسبة بلغت على التوالي ٢٣.٥% و ١٨.٩% من إجمالي تكرار هبوب الرياح بالمحطة المذكورة.

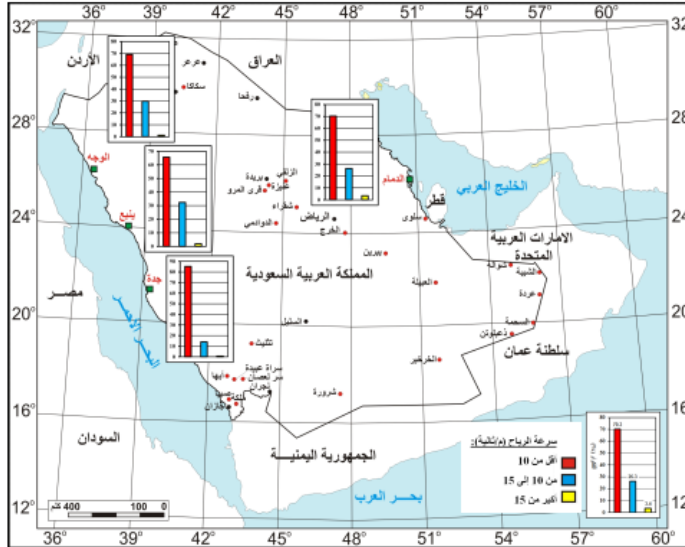
وتهيمن الرياح الغربية بإجمالي تكرار بلغ ٩٤٦٠ يوم يمثل ٦٤.٠% من إجمالي تكرار هبوب الرياح بمحطة ينبع. وفي محطة جدة تتصدر الرياح الشمالية هبوب الرياح بتكرار بلغ ٤٩١٠ يوم ويليهما الرياح الغربية والرياح الشمالية شمالية غربية بتكرار بلغ على التوالي ٢٥٧٣ و ٢٤٣٩ يوم ويمثل على التوالي ١٥.٧% و ١٤.٨% من إجمالي تكرار هبوب الرياح بمحطة جده.

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري



الشكل (٢) ورات تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م

(ب) تحليل تكرار اتجاهات هبوب الرياح اليومية القصوى
تم تحليل تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى بالاعتماد على تصنيف بيانات سرعة الرياح في ثلاث فئات الجدول (٣) والشكل (٣)



الشكل (٣) توزيع فئات تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م

الجدول (٣) التوزيع التكراري لفئات سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمنطقة الدراسة

جده	ينبع	الوجه	الدمام	الفئات (م/ثانية)	
506	521	302	1023	التكرار	0 - 0١
3.1	3.5	2.1	7.0	%	
13492	9197	9760	9249	التكرار	١٠ - ١٥
82.1	62.2	67.0	63.3	%	
2314	4793	4334	3834	التكرار	أكبر من ١٥
14.1	32.4	29.8	26.3	%	
16429	14791	14564	14604	المجموع	

ويتضح من بيانات الجدول (٣) أن الرياح اليومية التي لا تتعدى سرعتها القصوى ١٠ م/ثانية هي الأكثر حدوثاً بمنطقة الدراسة بتكرار بلغ ١٠٢٧٢ يوم بمحطة الدمام و ١٠٠٦٢ يوم بمحطة الوجه و ٩٧١٨ يوم بمحطة ينبع و ١٣٩٩٨ يوم بمحطة جدة، أي ما يعادل نسباً قدرها على التوالي ٧٠.٣% و ٦٩.١% و ٦٥.٧% و ٨٥.٢% من إجمالي تكرار الرياح بالمحطات المذكورة. وبلغ تكرار هبوب الرياح التي تتراوح سرعتها بين ١٠ و ١٥ م/ثانية ٣٨٣٤ يوم بمحطة الدمام و ٤٣٣٤ يوم بمحطة الوجه و ٤٧٩٣ يوم بمحطة ينبع و ٢٣١٤ يوم بمحطة جدة، أي ما يعادل نسبة قدرها على التوالي ٢٦.٣% و ٢٩.٨% و ٣٢.٤% و ١٤.١% من إجمالي تكرار الرياح. في حين لا يتعدى تكرار الرياح التي تفوق سرعتها ١٥ م/ثانية ٤٩٨ يوم بمحطة الدمام و ١٦٨ يوم بمحطة الوجه و ٢٨٠ يوم بمحطة ينبع و ١١٧ يوم بمحطة جدة، وهي تشكل نسبة لا تتعدى على التوالي ٣.٤% و ١.٢% و ١.٩% و ٠.٧% من إجمالي تكرار الرياح. وتعتبر فئة الرياح التي لا تتعدى سرعتها القصوى ١٠ م/ثانية من نوع النسيم الخفيف أو الجميل وفئة الرياح التي تتراوح سرعتها بين ١٠ و ١٥ م/ثانية من نوع الهواء البارد، في حين تعتبر فئة الرياح التي تفوق سرعتها ١٥ م/ثانية من نوع الرياح القوية حسب تصنيف سلم Beaufort لقوة الرياح.

٢- الفحص الاحصائي لبيانات سرعة الرياح اليومية القصوى

(أ) فحص التوزيع الطبيعي لتكرار سرعة الرياح اليومية القصوى

يتطلب فحص التوزيع الطبيعي لتكرار سرعة الرياح اليومية القصوى ترتيب قيم السرعة ترتيباً تصاعدياً وتقسيمها إلى فئات، تبدأ فيها الفئة التي تحتوي على أقل القيم بالرقم ١. ولقد تم تقسيم بيانات سرعة الرياح اليومية القصوى للفترة المدروسة إلى خمس فئات هي: (الجدول ٤)

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

الجدول (٤) التوزيع التكراري لفئات سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمنطقة الدراسة

جده	ينبع	الوجه	الدمام	فئة السرعة (م/ثانية)	
506	521	302	1023	التكرار	٥.٠ - ٠
3.1	3.5	2.1	7.0	%	
13492	9197	9760	9249	التكرار	١٠.٠ - ٥.١
82.1	62.2	67.0	63.3	%	
2314	4793	4334	3834	التكرار	١٥.٠ - ١٠.١
14.1	32.4	29.8	26.3	%	
104	267	153	468	التكرار	٢٠.٠ - ١٥.١
0.6	1.8	1.1	3.2	%	
13	13	15	30	التكرار	أكبر من ٢٠.٠
0.1	0.1	0.1	0.2	%	
16429	14791	14564	14604	المجموع	

ولقد تم اختبار مطابقة توزيعات تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى للتوزيع الطبيعي بتطبيق فحصين غير معلمين هما فحص Shapiro-Wilk وفحص Kolmogorov-Smirnov بكل محطة باستخدام أسلوب التحليل الاحصائي Analyse من أدوات الوصف الاحصائي في برنامج SPSS. وقد أعطى فحص المطابقة النتائج التالية: الجدول (٥).

ويتبين من نتائج هذا الفحص أن مستوى الدلالة (Sig.) في اختبار Shapiro-Wilk يقل بجميع المحطات ولجميع الفئات عن قيمة مستوى الدلالة الحرجة ٠.٠٥ عدا الفئة الخامسة بمحطة جدة. ولذلك نرفض فرضية العدم ونقبل الفرضية البديلة التي تفيد بوجود اختلاف حقيقي بين توزيع تكرار سرعة القصوى والتوزيع الطبيعي بالمحطات المدروسة.

الجدول (٥) نتائج فحص حسن مطابقة تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى المسجلة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م للتوزيع الطبيعي بمنطقة الدراسة

Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			الفئة (م/ثانية)	المحطة
Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.		
0.327	1023	0.000	0.659	1023	0.000	٥.٠ - ٠	الدمام
0.099	9249	0.000	-----	-----	-----	١٠.٠ - ٥.١	
0.14	3834	0.000	0.927	3834	0.000	١٥.٠ - ١٠.١	
0.173	468	0.000	0.895	468	0.000	٢٠.٠ - ١٥.١	
0.334	30	0.000	0.396	30	0.000	أكبر من ٢٠.٠	
0.455	302	0.000	0.424	302	0.000	٥.٠ - ٠	الوجه

0.149	9760	0.000	-----	-----	-----	١٠.٠ - ٥.١	
0.224	4334	0.000	0.868	4334	0.000	١٥.٠ - ١٠.١	
0.225	153	0.000	0.867	153	0.000	٢٠.٠ - ١٥.١	
0.179	15	.200*	0.862	15	0.026	أكبر من ٢٠.٠	
0.423	521	0.000	0.61	521	0.000	٥.٠ - ٠	ينبع
0.133	9197	0.000	-----	-----	-----	١٠.٠ - ٥.١	
0.206	4793	0.000	0.883	4793	0.000	١٥.٠ - ١٠.١	
0.198	267	0.000	0.87	267	0.000	٢٠.٠ - ١٥.١	
0.238	13	0.043	0.789	13	0.005	أكبر من ٢٠.٠	جده
0.463	506	0.000	0.533	506	0.000	٥.٠ - ٠	
0.159	13492	0.000	-----	-----	-----	١٠.٠ - ٥.١	
0.296	2314	0.000	0.79	2314	0.000	١٥.٠ - ١٠.١	
0.199	104	0.000	0.844	104	0.000	٢٠.٠ - ١٥.١	أكبر من ٢٠.٠
0.204	13	0.143	0.92	13	0.253		

(ب) فحص تجانس توزيع تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى

من خلال نتائج اختبار تجانس تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى المبينة بالجدول (٦) يتبين أن قيمة اختبار Levene Statistic تتراوح بين 162.704 ومحطة الوجه و ٢٧٣.٢٠٤ بمحطة الدمام وأن قيمة مستوى الدلالة Sig. = 0.000 وهي أقل من ٠.٠٥ بجميع المحطات، لذلك نرفض فرضية العدم التي تفيد بعدم وجود تباين ونقبل الفرضية البديلة التي تفيد بوجود تباين في توزيع تكرار سرعة الرياح القصوى بجميع المحطات المدروسة.

الجدول (٦) نتائج اختبار تجانس تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى المسجلة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمنطقة الدراسة

Sig.	df2	df1	Levene Statistic	المحطة
0.000	16424	4	273.204	الدمام
0.000	16424	4	162.704	الوجه
0.000	16424	4	226.921	ينبع
0.000	16424	4	190.356	جده

(ج) فحص تباين توزيع تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى

أعطى فحص التباين لتوزيع تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بالمحطات المدروسة النتائج التالية الجدول (٧)

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

الجدول (٧) نتائج فحص التباين لتوزيع تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمنطقة الدراسة

Sig.	F	مربع المتوسط	درجة الحرية	مجموع التربيعات	فحص التباين	المحطة
		Mean Square	df	Sum of Squares		
0.000	21006.2	142991	4	571963	بين المجموعات	الدمام
		6.807	16424	111799	داخل المجموعات	
		---	16428	683762	المجموع	
0.000	14833.3	94037.5	4	376150	بين المجموعات	الوجه
		6.34	16424	104122	داخل المجموعات	
		---	16428	480272	المجموع	
0.000	15022.0	94994.2	4	379977	بين المجموعات	ينبع
		6.324	16424	103860	داخل المجموعات	
		---	16428	483837	المجموع	
0.000	7129.0	46195.2	4	184781	بين المجموعات	جده
		6.48	16424	106425	داخل المجموعات	
		---	16428	291206	المجموع	

من خلال نتائج فحص تباين تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى المبينة بالجدول ٧ يتبين أن قيمة اختبار F تتراوح بين ٧١٢٩.٠ بمحطة جده و ٢١٠٠٦.٢ بمحطة الدمام وهي أكبر من القيمة الحرجة ٢.٣٧١٩ وأن قيمة مستوى الدلالة Sig. = 0.000 بجميع المحطات وهي أصغر من ٠.٠٥، لذلك نرفض فرضية العدم ونقبل الفرضية البديلة التي تفيد بوجود تباين حقيقي في توزيع تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى بالمحطات المدروسة.

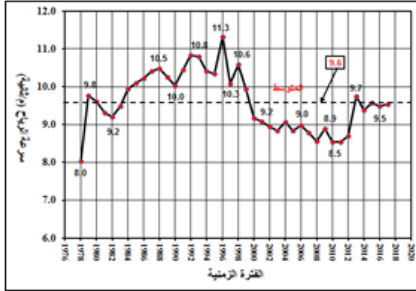
٣- مقارنة معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى بمتوسطاتها الحسابية لتحديد مدى اختلاف قيم سرعة الرياح اليومية القصوى عن متوسطها الحسابي خلال الفترة المدروسة، فقد تم تطبيق الاختبار اللامعلمي ذي الحدين Binomial Test باستخدام أدوات الفحوص اللامعلمية Nonparametric tests في برنامج SPSS. وقد أعطى هذا الفحص النتائج التالية: الجدول (٨) والأشكال (٤، ٥، ٦، ٧)

الجدول (٨) نتائج فحص ذي الحدين Binomial test لمقارنة توزيع سرعة الرياح اليومية القصوى بمتوسطاتها الحسابية بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧م

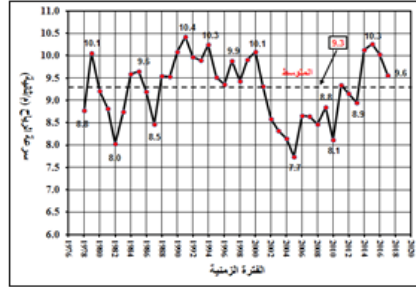
المحطة	المجموعة	الفئة (م/ثانية)	التكرار	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (2-tailed)
الدمام	Group 1	≤ 9.3	8718	0.6	0.5	0.000
	Group 2	> 9.3	5886	0.4		
	Total	-----	14604	1.0		
الوجه	Group 1	≤ 9.6	7765	0.53	0.5	0.000
	Group 2	> 9.6	6839	0.47		
	Total	-----	14604	1.0		
بينع	Group 1	≤ 9.7	7702	0.47	0.5	0.000
	Group 2	> 9.7	8727	0.53		
	Total	-----	16429	1.0		
جده	Group 1	≤ 8.7	8979	0.55	0.5	0.000
	Group 2	> 8.7	7450	0.45		
	Total	-----	16429	1.0		

ويتبين من بيانات الجدول (٨) أن قيمة مستوى الدلالة الاحصائية لسرعة الرياح اليومية القصوى يساوي ٠.٠٠٠ بجميع المحطات المدروسة وهو أقل من قيمة مستوى الدلالة الحرجة ٠.٠٥. وعليه نرفض فرضية العدم ونقبل الفرضية البديلة التي تفيد بأن هناك إختلاف حقيقي بين سرعة الرياح اليومية القصوى ومتوسطها الحسابي خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بتكرارات تقل عن المتوسط الحسابي بما يعادل ٨٧١٨ يوم بالدمام و ٧٧٦٥ يوم بالوجه و ٧٧٠٢ يوم بينع و ٨٩٧٩ يوم بجده، أي ما يعادل نسباً قدرها على التوالي ٥٩.٧% و ٥٣.٢% و ٩.٠% و ٥٤.٧% من إجمالي تكرارات سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة المدروسة.

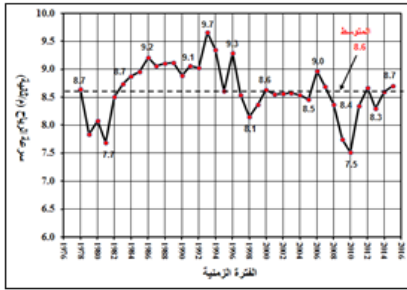
تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري



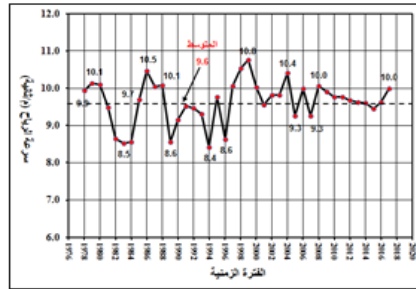
الشكل (٥) معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمحطة الوجه



الشكل (٦) معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمحطة الدمام



الشكل (٧) معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٥ م بمحطة جدة



الشكل (٨) معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمحطة ينبع

٤- مقارنة معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى بمنطقة الدراسة
يبين الجدول (٩) أن الفرق بين معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى دال ومهم احصائياً بين محطة جدة من جهة ومحطات الدمام والوجه وينبع من جهة ثانية، وغير دال وغير مهم احصائياً بين بقية المحطات الأخرى. لا يوجد اختلاف بين معدلات سرعة الرياح في المحطات المدروسة عدا محطة جدة.
الجدول (٩) نتائج المقارنة المتعددة بين قيم سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمنطقة الدراسة

مستوى الثقة عند ٩٥%		مستوى الدلالة	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	محطة المقارنة	المحطة الرئيسية
Upper Bound	Lower Bound	Sig.	Std. Error	Mean Difference		
0.3262	-1.6462	0.188	0.49925	-0.66	الوجه	الدمام
3.0637	1.0913	0.000	0.49925	2.08 ^{ab}	جدة	
0.2712	-1.7012	0.154	0.49925	-0.72	ينبع	

1.6462	-0.3262	0.188	0.49925	0.66	الدمام	الوجه
3.7237	1.7513	0.000	0.49925	2.74*	جده	
0.9312	-1.0412	0.912	0.49925	-0.06	ينبع	
-1.0913	-3.0637	0.000	0.49925	-2.08*	الدمام	جده
-1.7513	-3.7237	0.000	0.49925	-2.74*	الوجه	
-1.8063	-3.7787	0.000	0.49925	-2.79*	ينبع	
1.7012	-0.2712	0.154	0.49925	0.72	الدمام	ينبع
1.0412	-0.9312	0.912	0.49925	0.06	الوجه	
3.7787	1.8063	0.000	0.49925	2.79*	جده	

٥- تحليل الاتجاه لعام لتغير سرعة الرياح اليومية القصوى

يمثل الجدول (١٠) نتائج حساب اتجاه سرعة الرياح اليومية القصوى بطريقة المتوسطات النصفية بالمحطات المدروسة، وفيه تم حساب متوسط السرعة لكل فترة (X_1) ، (X_2) بكل محطة وعدد سنوات كل فترة (n_1) ، (n_2) وعامل ميلان الخط المار بمتوسطي الفترتين (b) والذي يمثل خط اتجاه تغير سرعة الرياح في المحطة الجدول (١٠).

الجدول (١٠) المتوسطات النصفية لسرعة الرياح اليومية القصوى بمنطقة الدراسة

المحطة	X_1	n_1	X_2	n_2	T_1	T_2	b
الدمام	٩.٥	20	٩.١	20	1987.5	2007.5	-0.036
الوجه	١٠.١	20	٩.١	20	1987.5	2007.5	-0.087
ينبع	٩.٤	20	٩.٩	20	1987.5	2007.5	0.041
جده	٨.٨	19	٨.٤	19	1987.0	2006.0	-0.040

يوضح الجدول:

١- أن سرعة الرياح اليومية القصوى ذات اتجاه متناقص بكل المحطات عدا محطة ينبع.

٢- أن جميع الاتجاهات ذات قيم انحدار بسيطة تراوحت قيمها بين ٠.٠٨٧ بمحطة الوجه و ٠.٠٤١ بمحطة ينبع.

ولقد بين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين $|2SE|X'_1 - X'_2|$ وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفيين عند مستوى الاحتمال ٥ %، بحيث كانت الفروق أكبر من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين في محطتي الوجه وجده الجدول (١٢). وتعد هذه الفروق الحاصلة ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تزيد عن ٩٥ % . ويشترط لأن يكون الفرق ذا أهمية إحصائية وبالتالي

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

الجدول (١١) فحص الأهمية الإحصائية لمعامل الميلان "b" للمتوسطات النصفية بمنطقة الدراسة عند مستوى الاحتمال ٥ %

المتغير	الدمام	الوجه	ينبع	جده
X_1	٩.٤	١٠.١	٩.٤	٨.٨
σ_1^2	٠.٤٠	٠.٥٠	٠.٤٤	٠.٢٦
n_1	20	20	20	19
X_2	٩.١	٩.٢	٩.٨	٨.٤
σ_2^2	٠.٥٧	٠.٢٨	٠.١٥	٠.١١
n_2	20	20	20	19
$X_1 - X_2$	٤0.	٠.٩	٤-0.	٤٠0.
2SE	٠.٤٤	٠.٤٠	٠.٣٤	٠.٢٨
t_c	1.663	4.530	2.423	2.792
$t_{5\%}$	2.024	2.024	2.024	2.028
df	38	38	38	36
درجة الأهمية	غير مهم	مهم	مهم	مهم

جوهرى وحقيقي أن يزيد عن ضعفي أو ٣ أضعاف الخطأ المعياري (2 S.E) أو (3 S.E) للفرق وإلا أعتبر غير مهم إحصائياً ومرفوضاً (Gregory, 1970 ; Crowe, 1971). وعليه تعد اتجاهات التغير العام الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية مهمة إحصائياً وجوهرية أو حقيقية وهي غير ناجمة عن عشوائية نظام هبوب الرياح اليومية القصوى بالمحطتين المذكورتين. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت للفرق بين المتوسطات النصفية هذه النتيجة أيضاً. فمن خلال نتائج الجدول ١٢ جاءت قيم "t" المحسوبة للفرق بين المتوسطات أكبر من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية ٠.٠٥ وهي ٢.٠٢٤ المناسبة لدرجة الحرية (n-2) ٣٦ بمحطتي الوجه وينبع و٢.٠٢٨ المناسبة لدرجة الحرية (n-2) ٣٦ بمحطة جده. ويشترط لكي يكون الفرق بين المتوسطات النصفية مهماً وجوهرياً أن تكون قيمة "t" أكبر من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية ٠.٠٥ ودرجة الحرية المناسبة بالمحطة، أي أن قيمة $t_c > t_{0.05}$ وإلا أعتبر الفرق الحاصل غير مهم ونتائج عن الحظ ومرفوضاً (Gregory, 1970 ; Oliver, 1981). وعليه فإن اتجاهات التغير المحسوبة في المحطات المدروسة تمثل اتجاهات متناقضة ذات أهمية إحصائية يمكن الاعتماد عليها في تحليل التغيرات الزمنية والمكانية المتناقضة لسرعة الرياح اليومية القصوى بمحطات الوجه وينبع وجده عدا اتجاه التغير بمحطة الدمام الذي أظهر اتجاهاً متناقضاً غير دال إحصائياً.

٦- تحليل الاتجاه العام لتغير السرعة القصوى اليومية للرياح
٦-١- الفحص الاحصائي لتكرار السرعة القصوى اليومية للرياح

لتحليل تكرار السرعة اليومية القصوى للرياح خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧، وهي أقصى سرعة لهبوب الرياح في السنة الجدول (١٣)، تم تقسيم قيم السرعة إلى خمس فئات هي: الجدول (١٤).

- الفئة الأولى تتشكل من قيم سرعة الرياح اليومية القصوى التي لا تتعدى ١٥ م/ثانية.
- الفئة الثانية تتشكل من قيم سرعة الرياح اليومية القصوى التي تتراوح بين ١٥ و ٢٠ م/ثانية.
- الفئة الثالثة تتشكل من قيم سرعة الرياح اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢٠ و ٢٥ م/ثانية.
- الفئة الرابعة تتشكل من قيم سرعة الرياح اليومية القصوى التي تتراوح بين ٢٥ و ٣٠ م/ثانية.
- الفئة الخامسة تتشكل من قيم سرعة الرياح اليومية القصوى التي تفوق ٣٠ م/ثانية. وحسب تصنيف سلم بوفور Beaufort لقوة الرياح فإن الفئة الأولى تمثل الرياح التي تهب على شكل نسيم بنسبة تكرار لا تتعدى ٧.٥% والفئة الثانية تمثل الرياح الباردة التي تهب بنسبة تكرار تتراوح بين ٣٠.٠% بمحطة الدمام و ٧٨.٩% بمحطة جدة والفئة الثالثة تمثل الرياح القوية التي تهب بنسبة تكرار تتراوح بين ١٥.٨% بمحطة جدة و ٥٧.٥% بمحطة الدمام والفئتان الرابعة والخامسة تمثلان رياح العواصف التي تهب بنسبة تكرار تتراوح بين ٢.٦% بمحطة جدة و ٧.٥% بمحطتي الدمام والوجه الشكل (٨).

الجدول (١٢) السرعة اليومية القصوى للرياح (م/ثانية) خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ م بمنطقة الدراسة

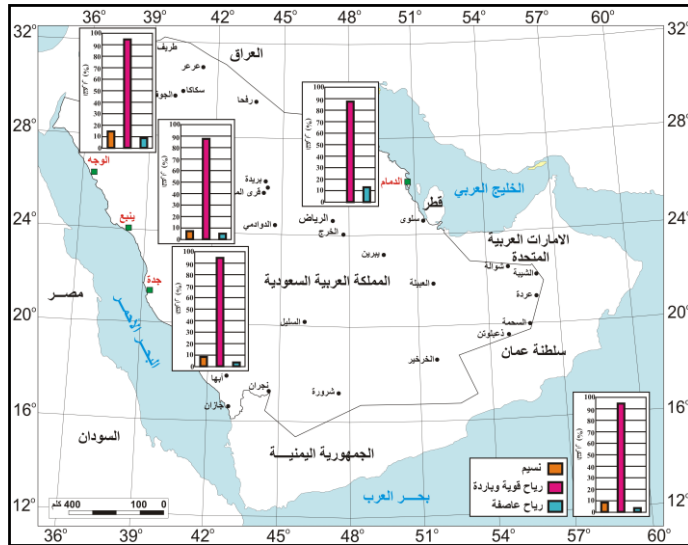
السنة	الدمام	الوجه	ينبع	جده	السنة	الدمام	الوجه	ينبع	جده
1978	18.5	23.1	17.5	18.0	1996	59.1	22.1	18.0	20.6
1979	23.1	18.0	22.1	23.6	1997	22.1	20.6	20.6	23.6
1980	20.6	20.6	23.1	19.5	1998	19.0	25.2	18.0	17.5
1981	16.4	14.4	17.5	19.5	1999	20.6	17.0	19.0	16.4
1982	15.9	18.0	14.4	20.6	2000	23.1	19.0	28.3	15.4
1983	19.0	18.5	14.4	16.4	2001	19.5	15.4	20.6	17.5
1984	18.0	19.5	14.4	16.4	2002	23.1	20.6	18.5	15.9
1985	21.1	18.5	19.5	22.6	2003	19.5	19.0	17.5	15.4
1986	20.6	19.5	20.6	18.5	2004	20.6	15.4	21.1	17.5
1987	17.5	28.3	19.0	15.4	2005	20.6	23.6	16.4	15.4
1988	20.6	16.4	19.5	25.7	2006	21.6	17.5	20.0	15.4
1989	20.6	26.7	17.5	17.0	2007	21.1	19.5	19.5	16.4
1990	20.6	16.4	23.1	18.5	2008	18.0	14.4	18.5	18.0

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

15.4	25.7	15.4	21.6	2009	18.0	18.5	21.6	23.1	1991
18.0	15.4	17.5	23.6	2010	18.0	23.6	21.6	23.1	1992
18.5	17.0	14.4	19.5	2011	19.5	22.1	21.6	30.3	1993
16.4	17.5	17.5	26.2	2012	20.6	23.1	22.6	19.5	1994
16.4	16.4	16.4	23.1	2013	14.4	17.5	16.4	25.7	1995
18.0	16.4	16.4	25.7	2014	20.6	18.0	22.1	59.1	1996
18.0	21.6	17.5	21.6	2015	23.6	20.6	20.6	22.1	1997
0.0	17.5	15.4	20.6	2016	17.5	18.0	25.2	19.0	1998
0.0	20.6	18.5	24.2	2017	16.4	19.0	17.0	20.6	1999
17.2	19.3	19.0	22.2	المتوسط					
4.7	3.0	3.3	6.6	الانحراف المعياري					
40	40	40	40	حجم العينة					
25.7	28.3	28.3	59.1	القيمة القصوى					

الجدول (١٣) التوزيع التكراري للسرعة اليومية القصوى للرياح خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧م بمنطقة الدراسة

جده	ينبع	الوجه	الدمام	فئة السرعة (م/ثانية)	
1	3	3	0	التكرار	أقل من ١٥
2.6	7.5	7.5	0.0	%	
30	23	24	12	التكرار	٢٠ - ١٥
78.9	57.5	60.0	30.0	%	
6	12	10	23	التكرار	٢٥ - ٢٠
15.8	30.0	25.0	57.5	%	
1	2	3	3	التكرار	٣٠ - ٢٥
2.6	5.0	7.5	7.5	%	
0	0	0	2	التكرار	أكبر من ٣٠
0.0	0.0	0.0	5.0	%	
100	100	100	100	المجموع	



شكل (٤)

٦-٢- الفحص الاحصائي لبيانات السرعة القصوى اليومية للرياح
 (أ)-فحص التوزيع الطبيعي لتكرار السرعة القصوى اليومية للرياح
 لتحديد مدى مطابقة توزيع السرعة القصوى للرياح بالمحطات المدروسة تم تطبيق
 فحسي Shapiro-Wilk و Kolmogorov-Smirnov بكل محطة باستخدام
 أسلوب التحليل الاحصائي Analyse من أدوات الوصف الاحصائي في برنامج
 SPSS. وقد أعطى فحص حسن المطابقة النتائج التالية: الجدول (١٤).
 الجدول (١٤) نتائج فحص حسن مطابقة تكرار السرعة القصوى للرياح اليومية المسجلة
 خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧م للتوزيع الطبيعي بمنطقة الدراسة

Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			الفئة (م/ثانية)	المحطة
Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	أقل من ١٥	الدمام
0.198	12	.200*	0.86	12	0.050	١٥ - ٢٠	
0.222	23	0.005	0.824	23	0.001	٢٠ - ٢٥	
0.385	3	.	0.75	3	0.000	٢٥ - ٣٠	
0.26	2	.				أكثر من ٣٠	الوجه
-----	-----	-----	-----	-----	-----	أقل من ١٥	
0.15	24	0.175	0.925	24	0.075	١٥ - ٢٠	
0.175	10	.200*	0.911	10	0.289	٢٠ - ٢٥	
0.177	3	.	1	3	0.964	٢٥ - ٣٠	ينبع
-----	-----	-----	-----	-----	-----	أكثر من ٣٠	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	أقل من ١٥	
0.16	23	0.13	0.959	23	0.449	١٥ - ٢٠	
0.193	12	.200*	0.862	12	0.051	٢٠ - ٢٥	

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

0.26	2	.				٣٠ - ٢٥	جده
-----	-----	-----	-----	-----	-----	أكبر من ٣٠	
0.385	3	.	0.75	3	0.000	أقل من ١٥	
0.162	30	0.042	0.914	30	0.019	٢٠ - ١٥	
0.312	6	0.069	0.767	6	0.029	٢٥ - ٢٠	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	٣٠ - ٢٥	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	أكبر من ٣٠	

ويتبين من نتائج هذا الفحص أن مستوى الدلالة (Sig.) في اختبار Shapiro-Wilk يقل بمحطتي الدمام وجدة عن قيمة مستوى الدلالة الحرجة ٠.٠٥. ولذلك نرفض فرضية العدم ونقبل الفرضية البديلة التي تفيد بوجود اختلاف حقيقي بين توزيع تكرار السرعة القصوى للرياح والتوزيع الطبيعي بهاتين المحطتين، في حين نجد أن مستوى الدلالة (Sig.) في اختبار Shapiro-Wilk يفوق بمحطتي الوجه وينبع عن قيمة مستوى الدلالة الحرجة ٠.٠٥. ولذلك نقبل فرضية العدم التي تفيد بعدم وجود اختلاف حقيقي بين توزيع تكرار السرعة القصوى للرياح والتوزيع الطبيعي بهاتين المحطتين.

(ب)- فحص تجانس توزيع السرعة اليومية القصوى للرياح

من خلال نتائج اختبار تجانس توزيع السرعة اليومية القصوى للرياح المبينة بالجدول ١٦ يتبين أن قيمة اختبار Levene Statistic تتراوح بين ٤٩.٨٩٧ بمحطة جده و ٣٧١.٣١٩ بمحطة الدمام وأن قيمة مستوى الدلالة Sig. = 0.000 وهي أقل من ٠.٠٥، لذلك نرفض فرضية العدم التي تفيد بعدم وجود تباين ونقبل الفرضية البديلة. في حين نجد أن قيمة اختبار Levene Statistic تتراوح بين ٢.٧٤٠ بمحطة الوجه و ٢.٧٨٤ بمحطة ينبع وأن قيمة مستوى الدلالة Sig. تبلغ ٠.٠٥٧ و ٠.٠٥٥ على التوالي، وهي أكبر من ٠.٠٥، لذلك نقبل فرضية العدم التي تفيد بعدم وجود تباين ونرفض الفرضية البديلة التي تفيد بوجود تباين في توزيع تكرار السرعة القصوى للرياح بهاتين المحطتين.

الجدول (١٥) نتائج اختبار تجانس السرعة اليومية القصوى للرياح المسجلة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧م بمنطقة الدراسة

Sig.	df2	df1	Levene Statistic	المحطة
0.000	36	3	371.319	الدمام
0.057	36	3	٠.274	الوجه
0.055	36	3	2.784	ينبع
0.000	36	2	49.897	جده

(ج) فحص تباين توزيع تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى أعطى فحص التباين للسرعة اليومية القصوى للرياح بالمحطات المدروسة النتائج التالية: الجدول (١٦)

الجدول (١٦) نتائج فحص التباين لتوزيع تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧م بمنطقة الدراسة

Sig.	F	مربع المتوسط	درجة الحرية	مجموع التربيعات	فحص التباين	المحطة
		Mean Square	df	Sum of Squares		
0.000	31.839	411.341	3	1234.02	بين المجموعات	الدمام
		12.919	36	465.095	داخل المجموعات	
		-----	39	1699.12	المجموع	
0.000	77.510	126.525	3	379.575	بين المجموعات	الوجه
		1.632	36	58.765	داخل المجموعات	
		-----	39	438.34	المجموع	
0.000	77.085	104.2	3	312.601	بين المجموعات	ينبع
		1.352	36	48.663	داخل المجموعات	
		-----	39	361.264	المجموع	
0.000	40.023	222.653	3	667.958	بين المجموعات	جده
		5.563	36	200.272	داخل المجموعات	
		-----	39	868.23	المجموع	

من خلال نتائج فحص تباين تكرار سرعة الرياح اليومية القصوى المبينة بالجدول ١٦ يتبين أن قيمة اختبار F تتراوح بين ٣١.٨٣٩ بمحطة الدمام و ٧٧.٥١٠ بمحطة الوجه وهي أكبر من القيمة الحرجة ٢.٣٧١٩، وأن قيمة مستوى الدلالة Sig. = 0.000 = جميع المحطات وهي أصغر من ٠.٠٥، لذلك نرفض فرضية العدم ونقبل الفرضية البديلة التي تفيد بوجود تباين حقيقي في توزيع تكرار السرعة اليومية القصوى للرياح بالمحطات المدروسة.

٣- مقارنة السرعة اليومية القصوى للرياح بمتوسطاتها الحسابية لتحديد مدى اختلاف قيم سرعة الرياح اليومية القصوى عن متوسطها الحسابي خلال الفترة المدروسة، فقد تم تطبيق الاختبار اللامعلمي ذي الحدين Binomial Test باستخدام أدوات الفحوص الامعملية Nonparametric tests في برنامج SPSS. وقد أعطى هذا الفحص النتائج التالية: الجدول (١٧).

الجدول (١٧) نتائج فحص ذي الحدين Binomial test لمقارنة توزيع السرعة اليومية القصوى للرياح بمتوسطاتها الحسابية بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧م

Exact Sig. (2-tailed)	Test Prop.	Observed Prop.	التكرار	الفئة (م/ثانية)	المجموعة	المحطة
0.038	0.5	0.68	27	<= 22.2	Group 1	الدمام
		0.32	13	> 22.2	Group 2	
		1	40	Total		

تكرارات اتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

0.268	0.5	0.60	24	<= 19.0	Group 1	الوجه
		0.40	16	> 19.0	Group 2	
		1	40	Total		
0.636	0.5	0.55	22	<= 19.3	Group 1	ينبع
		0.45	18	> 19.3	Group 2	
		1	40	Total		
0.430	0.5	0.43	17	<= 17.2	Group 1	جده
		0.58	23	> 17.2	Group 2	
		1	40	Total		

يتضح من بيانات الجدول (١٨) أن قيمة مستوى الدلالة الاحصائية لسرعة الرياح اليومية القصوى أكبر من ٠.٠٥ بجميع المحطات المدروسة. وعليه نقبل فرضية العدم ونرفض الفرضية البديلة التي تفيد بأن هناك اختلاف حقيقي بين السرعة اليومية القصوى للرياح ومتوسطاتها الحسابية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بتكرارات تقل عن المتوسط الحسابي بما يعادل ٢٧ يوم بالدمام و ٢٤ يوم بالوجه و ٢٢ يوم بينبع و ١٧ يوم بجده، أي ما يعادل نسباً قدرها على التوالي ٦٨.٠% و ٦٠.٠% و ٥٥.٠% و ٤٣.٠% من إجمالي تكرارات السرعة القصوى للرياح خلال الفترة المدروسة.

-مقارنة معدلات سرعة الرياح اليومية القصوى بالمحطات المدروسة

يتبين من خلال بيانات الجدول (١٨) أن مستوى الدلالة Sig. أقل من مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين جميع المحطات، عدا محطة الوجه من جهة ومحطتي ينبع وجده من جهة ثانية. وعليه فإن الفرق بين السرعة اليومية القصوى للرياح دال ومهم احصائياً بين جميع المحطات، وغير دال وغير مهم احصائياً بين محطة الوجه من جهة ومحطتي ينبع وجده. وعليه نقبل فرضية العدم التي تفيد بعدم وجود اختلاف بين السرعة القصوى للرياح في المحطات المدروسة عدا محطة الوجه.

الجدول (١٨) نتائج المقارنة المتعددة بين قيم سرعة الرياح اليومية القصوى خلال الفترة ١٩٧٨-٢٠١٧ بمنطقة الدراسة

مستوى الثقة عند ٩٥%		مستوى الدلالة	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	محطة المقارنة	المحطة الرئيسية
Upper Bound	Lower Bound	Sig.	Std. Error	Mean Difference		
5.257	1.153	0.002	1.03882	3.20500*	الوجه	الدمام
4.9695	0.8655	0.006	1.03882	2.91750*	ينبع	
7.0595	2.9555	0.000	1.03882	5.00750*	جده	

-1.153	-5.257	0.002	1.03882	-3.20500*	الدمام	الوجه
1.7645	-2.3395	0.782	1.03882	-0.2875	ينبع	
3.8545	-0.2495	0.085	1.03882	1.8025	جده	
-0.8655	-4.9695	0.006	1.03882	-2.91750*	الدمام	ينبع
2.3395	-1.7645	0.782	1.03882	0.2875	الوجه	
4.142	0.038	0.046	1.03882	2.09000*	جده	
-2.9555	-7.0595	0.000	1.03882	-5.00750*	الدمام	جده
0.2495	-3.8545	0.085	1.03882	-1.8025	الوجه	
-0.038	-4.142	0.046	1.03882	-2.09000*	ينبع	

٥- تحليل الاتجاه لعام لتغير سرعة الرياح اليومية القصوى
يمثل الجدول (١٩) نتائج حساب اتجاه السرعة اليومية القصوى للرياح بطريقة المتوسطات النصفية بالمحطات المدروسة، وفيه تم حساب متوسط السرعة لكل فترة (X_1) ، (X_2) بكل محطة وعدد سنوات كل فترة (n_1) ، (n_2) وعامل ميلان الخط المار بمتوسطي الفترتين (b) والذي يمثل خط اتجاه تغير سرعة الرياح في المحطة.
الجدول (١٩) المتوسطات النصفية للسرعة اليومية القصوى للرياح بمنطقة الدراسة

المحطة	X_1	n_1	X_2	n_2	T_1	T_2	b
الدمام	٢٢.٨	٢٠	٢١.٦	٢٠	١٩٨٧.٥	٢٠٠٧.٥	-٠.٠٦٠
الوجه	٢٠.٢	٢٠	١٧.٨	٢٠	١٩٨٧.٥	٢٠٠٧.٥	-٠.١٢٠
ينبع	١٩.٣	٢٠	١٩.٣	٢٠	١٩٨٧.٥	٢٠٠٧.٥	٠.٠٠٠
جده	١٩.٣	٢٠	١٥.١	٢٠	١٩٨٧.٥	٢٠٧.٥	-٠.٢١٠

ويتضح من بيانات هذا الجدول:

- ١- أن سرعة الرياح اليومية القصوى ذات اتجاه متناقص بكل المحطات عدا محطة ينبع.
 - ٢- أن جميع الاتجاهات ذات قيم انحدار سالبة بسيطة تراوحت قيمها بين -٠.٢١٠ - بمحطة جده و ٠.٠٦٠ - بمحطة الدمام.
- ولقد بين فحص الأهمية الإحصائية بطريقة الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين $|2SE|X'_1 - X'_2|$ وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين المتوسطين النصفيين عند مستوى الاحتمال ٥ %، بحيث كانت الفروق أكبر من ضعف الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين في محطتي الوجه وجده (الجدول ٢١). وتعد هذه الفروق الحاصلة ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تزيد عن ٩٥ %.

تكرار واتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

الجدول (٢٠) فحص الأهمية الإحصائية لمعامل الميلان "b" للمتوسطات النصفية بمنطقة الدراسة عند مستوى الاحتمال ٥%

المتغير	الدمام	الوجه	ينبع	جده
X_1	22.8	20.2	19.3	19.3
σ_1^2	84.6	11.6	9.0	8.4
n_1	20	20	20	20
X_2	21.6	17.8	19.3	15.1
σ_2^2	4.8	7.8	10.2	28.1
n_2	20	20	20	20
$X_1 - X_2$	1.2	2.4	0.0	4.2
2SE	4.2	2.0	2.0	2.7
t_c	0.567	2.437	0.000	3.109
$t_{5\%}$	2.024	2.024	2.024	2.028
df	38	38	38	36
درجة الأهمية	غير مهم	مهم	غير مهم	مهم

وتعد اتجاهات التغير العام الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية مهمة إحصائياً وجوهرية أو حقيقية وهي غير ناجمة عن عشوائية نظام هبوب الرياح اليومية القصوى بالمحطتين المذكورتين. وقد أكد فحص الأهمية الإحصائي "t" ستودنت للفروق بين المتوسطات النصفية هذه النتيجة أيضاً. فمن خلال نتائج الجدول ٢١ جاءت قيم "t" المحسوبة للفروق بين المتوسطات أكبر من قيمة "t" الحرجة عند مستوى الأهمية ٠.٠٥ وهي ٢.٠٢٤ المناسبة لدرجة الحرية (n-2) ٣٨ بمحطة الوجه و ٢.٠٢٨ المناسبة لدرجة الحرية (n-2) ٣٦ بمحطة جده. وعليه فإن اتجاهات التغير المحسوبة في محطتي الوجه وجده تمثل اتجاهات متناقضة ذات أهمية إحصائية يمكن الاعتماد عليها في تحليل التغيرات الزمنية والمكانية المتناقضة للسرعة اليومية القصوى للرياح بمحطتي الوجه وجده عدا اتجاه التغير بمحطتي الدمام وينبع اللتين أظهرتا اتجاهاً متناقضاً غير دال إحصائياً.

النتائج:

توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

١- يتضح من تحليل تكرار اتجاهات هبوب الرياح اليومية القصوى حسب اتجاهات هبوبها أن:

-محطة الدمام تنصدر الرياح الشمالية هبوب الرياح بما يعادل ٤٠١٦ يوم يمثل نسبة قدرها ٢٧.٥%، وتليها الرياح الشرقية والرياح الغربية شمالية غربية بتكرارات متماثلة تقريباً بلغت على التوالي ١٨١٦ و ١٧٦٠ تكرار تمثل نسبة قدرها ١٢.٤% و ١٢.١% من إجمالي تكرار هبوب الرياح خلال فترة الدراسة.

- بمحطة الوجه تتصدر الرياح الغربية شمالية غربية هبوب الرياح وتليها الرياح الشمالية غربية بإجمالي تكرار بلغ على التوالي ٣٤٢٠ و ٢٧٥٠ يوم يمثل أيضاً نسبة بلغت على التوالي ٢٣.٥% و ١٨.٩% من إجمالي تكرار هبوب الرياح خلال فترة الدراسة.

- بمحطة ينبع تسيطر الرياح الغربية بإجمالي تكرار بلغ ٩٤٦٠ يوم يمثل ٦٤.٠% من إجمالي تكرار هبوب الرياح خلال فترة الدراسة.

- محطة جدة تتصدر الرياح الشمالية هبوب الرياح بتكرار بلغ ٤٩١٠ يوم يليها الرياح الغربية والرياح الشمالية شمالية غربية بتكرار بلغ على التوالي ٢٥٧٣ و ٢٤٣٩ يوم ويمثل على التوالي ١٥.٧% و ١٤.٨% من إجمالي تكرار هبوب الرياح خلال فترة الدراسة.

٢- واطهرت الدراسة أن الرياح الشمالية تتصدر هبوب الرياح في محطة الدمام والرياح الغربية شمالية غربية في محطة الوجه والرياح الغربية في محطة ينبع، والرياح الشمالية في محطة جدة.

٣- تبين أن الرياح اليومية التي لا تتعدى سرعتها القصوى ١٠ م/ثانية هي الأكثر حدوثاً بمنطقة الدراسة بتكرار بلغ ١٠٢٧٢ يوم بمحطة الدمام و ١٠٠٦٢ يوم بمحطة الوجه و ٩٧١٨ يوم بمحطة ينبع و ١٣٩٩٨ يوم بمحطة جدة.

٤- أظهرت نتائج مقارنة سرعة الرياح اليومية القصوى بين المحطات أن هناك اختلاف بين معدلات سرعة الرياح بمنطقة الدراسة عدا محطة جده وأن سرعة الرياح اليومية القصوى ذات اتجاه متناقص بكل المحطات عدا محطة ينبع. كما جميع الاتجاهات ذات قيم انحدار بسيطة تراوحت قيمها بين ٠.٠٨٧ بمحطة الوجه و ٠.٠٤١ بمحطة ينبع.

٥- أظهرت نتائج فحص السرعة اليومية القصوى للرياح وجود اختلاف حقيقي بين توزيع تكرار السرعة القصوى للرياح والتوزيع الطبيعي بمحطتي جده والدمام، وأن توزيع تكرار السرعة القصوى للرياح بمحطتي ينبع والوجه يتبع التوزيع الطبيعي.

٦- من خلال نتائج اختبار Levene Statistic لتجانس توزيع السرعة اليومية القصوى تبين وجود تباين في توزيع تكرار السرعة القصوى للرياح بمحطتي الدمام وجده وهناك تجانس في توزيع تكرار السرعة القصوى للرياح بمحطتي ينبع والوجه.

٧- دل فحص مقارنة السرعة اليومية القصوى للرياح بين المحطات أن مستوى الدلالة Sig. أقل من مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين جميع المحطات، عدا محطة الوجه من جهة

تكرارات اتجاه تغير سرعة الرياح اليومية القصوى ... د. مطيرة المطيري

ومحطتي ينبع وجده من جهة ثانية وهي تؤكد عدم وجود اختلاف بين السرعة القصوى للرياح في المحطات المدروسة عدا محطة الوجه.

٨- تبين أن السرعة اليومية القصوى للرياح ذات اتجاه متناقص بكل المحطات عدا محطة ينبع، وأن جميع الاتجاهات ذات قيم انحدار سالبة بسيطة تراوحت قيمها بين ٠.٢١٠- بمحطة جده و ٠.٠٦٠- بمحطة الدمام. كما أن الفروق بين المتوسطين النصفيين الحاصلة ذات دلالة إحصائية هامة لأن احتمالية حدوثها تزيد عن ٩٥ %.

المراجع

١- المراجع العربية

- إبراهيم، بهجت (٢٠٠٨): دراسة بعض خصائص الرياح والأمواج البحرية على شاطئ مدينة طرطوس (سوريه)، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الأساسية، المجلد (٣٠)، العدد ٣: ٩-٢١.

- زيتون، محمد عبد الكريم؛ شحادة، نعمان عابد (٢٠١٥): مؤشرات التغير المناخي في شمال الأردن، مجلة دراسات (العلوم الإنسانية والاجتماعية)، المجلد (٤٢)، ملحق ٢: ١٤٦٧-١٤٨٦.

- عبد، حسين فاضل (٢٠١١): تكرارات الرياح وعلاقتها بالغطاء الغيمين في العراق، مجلة كلية التربية، المجلد (١)، العدد ٩، جامعة واسط، ص ص ٤٠١-٤٣١.
- الغشيان، هيفاء عبدالله، (١٤٢٤): الخصائص المناخية لغرب المملكة العربية السعودية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.

- البناء، شهاب أحمد؛ عبد الله، حسين حامد (٢٠١٢): دراسة عن الرياح في القرآن الكريم وسبل تخفيف آثارها، وقائع المؤتمر الأول للعواصف الترابية وتأثيراتها البيئية: الأسباب والمعالجات، كلية العلوم، جامعة بغداد، ١٧-١٨ تشرين الأول (١)، ص ص ١٧٨-١٨١.

- المطيري، مطيرة (٢٠١٧م): امكانية استغلال طاقة الرياح في انتاج الطاقة الكهربائية بمنطقة الحدود الشمالية بالمملكة العربية السعودية دراسة في المناخ التطبيقي، بحث منشور إلكتروني، مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية، العدد الأول، المجلد السادس والعشرين.

- ، مطيرة (٢٠١٢م): تكرار الرياح والعواصف الغبارية بمدينة حائل في المملكة العربية السعودية دراسة مناخية تحليلية، كلية التربية، جامعة عين شمس، جمهورية مصر، المجلد الثامن عشر العدد الثالث.

- المركز الوطني للأرصاد والبيئة (٢٠١٨): البيانات اليومية المناخية لمحطات الدمام والوجه وجده وينبع، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، جده، المملكة العربية السعودية.

- الهيئة العامة للإحصاء (٢٠١٦) : مؤشرات الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية ، إحصاءات الطاقة المتجددة ٢٠١٦.

٢- المراجع الأجنبية

- Azorin-Molina, C. ; Rahman. S. ; Guijarro, J.A. ; McVicar, T.R. ; Milona, L. ; Chen, D. and Vicente-Serrano, S.M. (2018) : Recent trends in wind speed across Saudi Arabia, 1978–2013: a

- break in the stilling, *International Journal of Climatology*, 38 (Suppl. 1) : e966-e984, DOI: 10.1002/joc.5432.
- Crowe , P. R. (1971) : Concepts in climatology , Grou Ltd , London , pp. 589.
 - Gregory , S. (1970) : Statistical methods and Geographer , Longman Grou. Ltd., London, pp. 277.
 - Oliver , J. E. (1981) : Climatology selected applications , Edward Arnold , V. H. Wiston and Sons , pp 260.
 - Pryor, S.C. ; Barthelmi, R.J. ; Young, D.T. ; Takli, E.S. and Arritt, R.W. (2009) : Wind speed trends over the contiguous United States, *Journal of Geophysical Research*, Vol. (114), DI4105, doi:10.1029/2008JD011416.
 - Torralba, V. ; Dobas-Reyes, F.J. and Gonzalez-Reviriego, N. (2017) : Uncertainty in recent near-surface wind speed trends: A global reanalysis inter comparison, *Environmental Research Letters*, 12(2017) 114019: 1-9, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8a58>.
 - Wu, J. ; Zha, J. ; Zhao, D. and Yang, Q. (2018) : Changes in terrestrial near-surface wind speed and their possible causes: An overview, *Climate Dynamic*(2018) 51 : 2039-2078, DOI 10.1007/s00382-017-3997-y.
 - Young, I.R. ; Zieger, S. and Babanin, A.V. (2011) : Global Trends in Wind Speed and Wave Height, *Science*, Vol. (332) : 451-455, DOI:10.1126/science. 1197219.