

سرعة الرياح وإمكانية استثمارها بمحطات: طبرق - درنة - شحات - بنينا - اجدايا - للفترة الزمنية: (1990 - 2010) دراسة مناخية

إعداد:

د. الطيب فرج السنوسي امجاور

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة طبرق

القبول: 30.6.2025

الاستلام: 2.5.2025

المستخلص:

تناول البحث أحد جوانب المناخ التطبيقي في تحليل خصائص عنصر الرياح من حيث سرعتها في بعض المحطات المختارة شمال شرقي ليبيا، وقد تبين من خلال النتائج التي توصل إليها البحث وجود تباين في سرعة الرياح بين محطات الدراسة؛ بسبب عوامل محلية وخصائص كل من الموقع والموضع لهذه المحطات وتأثرها بالمظاهر البيئية والتضاريس والعوارض وإمكانية استثمار سرعات الرياح في مجال الطاقة. وبتطبيق معادلة طاقة الرياح على معدلات السرعة بمحطات الدراسة يتضح التباين في طاقة الرياح الشهرية، وينسحب ذلك على الفصلية والسنوية بين محطات الدراسة التي أعطتنا صورة واضحة للمناطق الأكثر فرصة لاستثمار طاقة الرياح إذ نجد أن محطات درنة وبنينا وطبرق أكثر إنتاجية للطاقة الشهرية؛ فهي تتمتع بأكثر الفرص لإنشاء توربينات الرياح وإنتاج طاقة مستمدة من الرياح فيها.

الكلمات المفتاحية: طاقة الرياح - سرعة الرياح - التوربينات.

Abstract:

The study addressed one aspect of applied climate analysis in analyzing the characteristics of the wind element in terms of its speed at some selected stations in northeastern Libya. The results revealed variations in wind speed between the study stations due to local factors and the characteristics of the location and position of these stations, as well as their impact on the interface, terrain, and wind velocities, and the potential for investing in wind speeds in the energy sector. Applying the wind energy equation to the speed rates at the study stations revealed variations in monthly wind energy, as well as seasonal and annual variations between the study stations. This provided a clear picture of the areas with the greatest potential for wind energy investment. We found that the stations of Derna, Benina, and Tobruk are the most productive in monthly energy production, as they have the greatest opportunities for establishing wind turbines and generating wind-derived energy.

Keywords: Wind Energy, Wind Speed, Turbines

مقدمة:

أصبح التخصص في المناخ التطبيقي أحد التخصصات التي تحتل حقلًا علميًا ذو أهمية كبيرة؛ ذلك لارتباطه بكافة مفاصل الحياة التي يعيشها السكان، فضلاً عن دورها الكبير والإيجابي في معالجة وحل المشكلات المرتبطة بالإنسان وبيئته. وتوالت الدراسات بعد تطور طرق ووسائل البحث ومحاولة الإنسان تسخير عناصر المناخ من خلال استخدامها في مجالات حياته اليومية، من أجل الإسهام في حل المشكلات المتعلقة بالبيئة، والرياح عنصر مهم من عناصر المناخ لما له من أهمية كبيرة في الدراسات المناخية، يتضح ذلك من خلال علاقتها القوية بعناصر المناخ الأخرى والتي تتأثر بمجموعة من العوامل الثابتة منها والمتحركة، وعلى ضوء ذلك تم التطرق إلى أهم إمكانات الرياح في منطقة الدراسة وتحديد مستوى ملاءمتها من أجل استثمار الرياح في أحد مجالاتها الأكثر أهمية في هذا الوقت وهي إنتاج الطاقة الكهربائية. إن وقوع ليبيا على الساحل وتأثرها بالمنخفضات المتمركزة في البحر المتوسط خاصة في فصل الشتاء، وأيضاً المنخفضات المتمركزة على اليابسة خلال فصل الربيع؛ جعلها عرضة لسرعات الرياح الملائمة لاستغلالها.

مشكلة البحث:

تتبلور مشكلة البحث في معرفة أهم خصائص سرعة الرياح ومدى التباين المكاني والزمني في بعض المحطات المناخية شمال شرقي ليبيا وملاءمتها لجوانبها التطبيقية.

تساؤلات البحث:

- ما مدى التباين المكاني والزمني لسرعة الرياح نتيجة للعوامل المحلية في منطقة البحث؟
- هل توجد مناطق تتميز بسرعات واتجاهات ملائمة لاستغلال طاقة الرياح؟
- ما مدى إمكانية الاستفادة من سرعة الرياح في مجالات الاستثمارات التنموية المرتبطة بطاقة الرياح؟

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى الوقوف على خصائص عنصر الرياح في منطقة البحث من حيث السرعة ومعرفة العوامل التي تؤثر فيها مع بيان التباين الزمني والمكاني لسرعتها بين أجزاء منطقة البحث، وإمكانية الاستفادة من طاقة الرياح.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث في إبراز ما لعنصر الرياح من أهمية في مجالات الحياة المختلفة ومنها: الطاقة وما لها من دور في التخطيط العمراني والزراعة وغيرها من المجالات الأخرى؛ لذا فالباحث قد يسهم في توفير بيانات عن خصائص عنصر الرياح ومجالات استثمارها.

مناهج البحث وأساليبه:

يتبع البحث بعض المناهج المتبعة في البحوث العلمية منها:

1-المنهج الوصفي:

استخدم هذا المنهج في وصف أحوال المناخ السائد في منطقة البحث وخصائص الرياح

والعوامل المؤثرة فيها، وما ينتج عنها من تباين مكاني اعتماداً على البيانات والمعلومات المناخية التي تم الحصول عليها من محطات الرصد، وكذلك من البيانات المنشورة والدراسات السابقة.

2- المنهج الكمي أو التحليلي:

استخدم هذا المنهج في تحليل البيانات والمعلومات والجداول الإحصائية المبوبة والمتمثلة في الأرقام المطلقة التي تم الحصول عليها من مصادرها، وذلك باستخدام بعض الأساليب الكمية المستخدمة في الجغرافيا المناخية، إلى جانب تحويل هذه البيانات إلى خرائط وأشكال بيانية تخدم البحث وتساعد على فهم الخصائص المناخية للرياح بمنطقة البحث.

منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة في خمس محطات رصد تختلف فيما بينها في الموقع الجغرافي، وهي: محطة أرصاد طبرق في أقصى الجزء الشرقي لليبيا ومحطتي: درنة وشحات بالساحل الشمالي الأخضر بشمال شرقي البلاد، وأيضاً محطة بنينا، ومحطة اجدابيا، كما هو موضح بالجدول (1) وشكل (1)، وتتمثل الحدود الزمانية في البيانات الخاصة بالمحطات المناخية للفترة (1990-2020م)، في منطقة البحث والمركز الوطني للأرصاد الجوية.

المحطة	خط الطول شرقا	دائرة العرض شمالا	الارتفاع عن سطح البحر (م)	نوع المحطة	البعد عن البحر (كم)	الموقع الجغرافي
طبرق	23- 56	32 - 06	50	مناخية	30	أقصى الساحل الشمالي الشرقي
درنة	22 - 35	32 - 47	26	مناخية	أمتار	الساحل الشمالي
شحات	21 - 53	32 - 49	621	مناخية	9	جبلية المصطبة الثانية
بنينا	20 - 16	32 - 05	129	مناخية	22	سهل بنغازي
اجدابيا	20 - 10	30 - 43	28	مناخية	23	الساحل الجنوب الغربي

جدول (1) الموقع الفلكي والجغرافي لمحطات الدراسة وأنواعها

المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة العمليات المناخية، طرابلس

شكل (1) منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى الأطلس الوطني. استكهولم، 1978م، ص 32، 31.

الدراسات السابقة:

نذكر من الدراسات السابقة التي تطرقت لموضوع البحث دراسة الفقي (1999)⁽¹⁾ التي تطرقت إلى الرياح في مصر وأهم العوامل المؤثرة فيها، وكذلك اتجاه الرياح وسرعتها واتجاهات تغيرها، ومن أبرز النتائج التي خلصت لها الدراسة هي: أن الرياح تتميز بالتجانس الإقليمي، غير أنها تشهد بعض التغيرات في اتجاهها وسرعتها من مكان لآخر؛ نتيجة لظروف محلية.

ودراسة نوح: (1998م)⁽²⁾، لتصنيف مناخ الجبل الأخضر معتمداً فيها على التنوع المكاني في عنصرَي: الحرارة والأمطار، وأوضح تأثير العوامل المحلية في تنوع المناخ بين الأجزاء المختلفة لمنطقة الجبل الأخضر، كما قسم المنطقة إلى ثمانية أقاليم مناخية حسب عدد الأشهر ونوعها وذلك حسب طريقة كومبيه في التصنيف المناخي.

وتناول لاهم: (2003م)⁽³⁾، سهل بنغازي دراسة في الجغرافية الطبيعية اتجاهات التغير في كمية الأمطار كأحد الأسباب الطبيعية للتصحّر في منطقة سهل بنغازي، وتطرقت إلى بعض خصائص الأمطار وتوزيعها الفصلي، وخلص الباحث إلى أن تعاقب فترات الجفاف والرطوبة واستمرار فترات الجفاف لمدة طويلة وزيادة عددها هو أحد أسباب التصحر في سهل بنغازي. ودراسة المحمدي (2003)⁽⁴⁾ حول أهمية الطاقة الكهربائية وطرق توليدها، وكذلك العلاقة

(1) الفقي، أحمد عبد الحميد، «الرياح في مصر دراسة في الجغرافية المناخية»، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة عين شمس، 1999، القاهرة.

(2) نوح، سعيد إدريس، «مناخ الجبل الأخضر»، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة قاريونس، 1998م، بنغازي.

(3) لاهم، محمد عبدالله، سهل بنغازي دراسة في الجغرافية الطبيعية، منشورات جامعة قاريونس، 2003م، بنغازي.

(4) المحمدي، نضير صبار حمد. المناخ واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرمادي، (أطروحة دكتوراه غير منشورة)، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية، 2003.

بين الطاقة الكهربائية والعناصر المناخية، ومن بينها عنصر الرياح وإمكانية استثمار طاقة الرياح؛ من أجل الحصول على الطاقة الكهربائية في مدينة الرمادي.

وأيضاً دراسة عبود (2000)⁽⁵⁾ حول استغلال الطاقات، حيث تطرقت الدراسة إلى استخدام الطاقة المتولدة من الرياح إضافة إلى الطاقات المتجددة الأخرى وكيفية استخدامها في المناطق البعيدة مع دراسة تطبيقية في ناحية الوليد التابعة إلى محافظة الأنبار غرب العراق.

العوامل المؤثرة في سرعة الرياح بمنطقة البحث:

تتداخل عدة عوامل بعضها البعض في التأثير على سرعة الرياح بمنطقة الدراسة، وقد يتباين ذلك التأثير من مكان لآخر تبعاً لأهم العوامل، منها: ما هو ثابت كالموقع الفلكي ومظاهر السطح، ومنها: ما هو متحرك كالكتل الهوائية والمنخفضات الجوية.

1- الموقع الفلكي:

تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض 5.30' و 28° 38' 32° شمالاً، وخطي طول 10.18° و 31.45° و 24° 38' وشرقاً، وبهذا الامتداد تبلغ مساحتها حوالي: 13.969 كيلومتر مربع تقريباً، وبحكم موقعها الفلكي والذي جعلها تتباين مناخياً خلال فصلي الصيف والشتاء، فجزء من المناطق شبه المدارية خلال فصل الصيف، والمعتدلة خلال فصل الشتاء، وعليه فخلال الأشهر الحارة تتناقص سرعة الرياح، وتزيد حالات السكون خلال الأشهر الباردة بفعل تزايد الضغط الجوي وبنخفاضه تزداد سرعة الرياح.

2- السطح:

تؤثر مظاهر السطح على الخصائص المناخية لأي منطقة، ومنها: التباين في سرعة الرياح وخصائصها العامة؛ ونظراً لاتساع منطقة الدراسة وتباين التضاريس من مناطق أودية منخفضة والسهلية والذي يساعد انفتاحها على أن يكون تأثير عنصر الرياح بشكل أوسع مما يؤثر بصورة كبيرة على المعدل الحراري شتاءً، وما بين الارتفاعات التي تشكل مناطق تتباين فيها درجة الحرارة والضغط الجوي مما تنعكس على خاصيتي: سرعة واتجاه الرياح؛ الأمر الذي أثر على خصائص عنصر الرياح من حيث سرعتها وتباينها زمنياً ومكانياً بحسب الارتفاع.

3- الموقع بالنسبة إلى المسطحات المائية:

تقع منطقة الدراسة في شمال شرقي ليبيا، متأثرة بالمسطح المائي الوحيد وهو البحر المتوسط، ويُعد هذا المسطح ذو تأثير محدود؛ نظراً لصغره وكذلك الكتل الهوائية والمنخفضات الجوية المارة هو المصدر الرئيس للأمطار في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء وسيادة الاتجاه الشمالي الغربي من خلاله وطبيعة التضاريس التي تتحكم بحركة تلك الرياح بمنطقة الدراسة، وأقرب محطات منطقة الدراسة إلى البحر المتوسط هي محطتي: طبرق ودرنة.

4- الغطاء النباتي:

يُعد الغطاء النباتي نتاج الظروف الطبيعية سواء كان هذا النبات طبيعياً أم زراعياً، فالمناخ

(5) بان، علي عبود، استغلال الطاقات المتجددة في المستقرات البشرية النائية، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة بغداد، مركز التخطيط الحضري والإقليمي، 2000.

من أهم الظروف الطبيعية التي لها السيادة في التأثير على الحياة النباتية (فايد، 2005)، ص 290⁽⁶⁾، وتقع منطقة البحث في شمال القسم شرقي لليبيا، وهذا الموقع جعلها منطقة تتمتع بخصائص مناخية متميزة، والذي ساعدها في تكوين غطاء نباتي متميز في بعض أجزائها، حيث تنمو بعض الشجيرات فوق المنحدرات والأراضي المنخفضة، بالإضافة إلى نمو بعض أعشاب البحر المتوسط، ويمكن تقسيم المنطقة نباتياً إلى أشجار وشجيرات وأعشاب تبعاً للظروف المتحكم في توزيعه، فالأشجار ونباتات البحر المتوسط تتركز قرب الساحل ذو المناخ شبه الرطب، على امتداد البحر المتوسط، وكلما ابتعدنا عن الساحل تنتشر الشجيرات، ولها القدرة على مقاومة الجفاف بواسطة مخزون مائي داخل جذوعها وأوراقها خلال الفصل الجاف، وتنتشر في الأجزاء المنخفضة وبطون الأودية في منطقة الدراسة مثل: الشبرق والعوسج والمثنان، والزهرة، أما الأعشاب فهي من الأنواع الفصلية وتظهر خلال موسم المطر وتكثر في أجزاء كثيرة ومتفرقة بالمنطقة، خاصة مناطق تجمع المياه كمجاري الأودية وتختفي في الفصل الجاف، ومنها على سبيل المثال: القزاح والحارة والعنصل وغيرها.

وتقل السرعة فوق الأسطح المغطاة بالغطاء الطبيعي أو الزراعي مقارنة بالأسطح العارية والصحراوية بسبب اعتراض مسار الرياح، وحدوث تغير في سرعتها، حيث تزداد السرعة وتتغير الاتجاهات المكتسبة في المناطق المكسوة بالغطاء النباتي وخاصة إذا كانت الأشجار عالية إذ تعمل كمصدات للرياح، وتعمل كعائق أمام حركة الرياح القوية، وهناك علاقة ما بين سرعة الرياح وطول الغطاء النباتي إذ كلما كانت طويلة كلما قلت السرعة جدول (2) .

جدول (2) سرعة الرياح في مناطق الغطاء النباتي على ارتفاعات مختلفة

الارتفاع بالسنتيمترات	سرعة الرياح م/ثا	الغطاء النباتي
10	1	بين جذوع الأشجار
50	3.7	عند تيجان الأشجار
180	9.3	فوق الأشجار

المصدر: يوسف عبد المجيد فايد، جغرافيا المناخ والنبات، دار الفكر العربي، القاهرة، 2005، ص 170.

وتشمل العوامل المتحركة والتي تتأثر بحركة الشمس الظاهرية السنوية بين مدار السرطان ومدار الجدي، وينتج عنها زحزحة لمناطق الضغط الجوي شمال خط الاستواء وجنوبه وهذه العوامل هي:

1- الكتل الهوائية: من الكتل الهوائية التي تؤثر على منطقة الدراسة ومحطاتها والتي تؤثر أيضاً على خصائص الرياح من حيث السرعة والاتجاه:

- الكتلة الهوائية المدارية القارية (CT) : تنشأ فوق الصحراء لاتساعها وتجانس سطحها، وتتميز بشدة الجفاف طوال السنة، وشديدة الحرارة في الصيف، ومائلة للبرودة في فصل الشتاء ويظهر تأثيرها في فصل الربيع عندما تهب الرياح الحارة في مقدمة الانخفاضات الجوية

(6) فايد، يوسف عبد المجيد، جغرافيا المناخ والنبات، دار الفكر العربي، القاهرة، 2005، ص 290.

الربيعية التي تعبر البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، وهي شديدة الحرارة تزيد عن 40 م. - الكتلة الهوائية المدارية البحرية (MT) : وهي كتلة مصدرها المناطق المدارية فوق المحيط الأطلسي من جهة جزر أزور، ويصل تأثيرها إلى منطقة الدراسة في مؤخرة الانخفاضات الجوية الربيعية على شكل رياح غربية تلي رياح القبلي مباشرة، وتكون باردة؛ لأن المحيط الأطلسي أقل حرارة من البحر المتوسط، وتؤدي إلى تكون السحب وسقوط أمطار، غير أنها خفيفة تكاد لا تذكر، وأيضاً تتسبب هذه الكتلة في الزواجع الترابية.

- الكتلة الهوائية المدارية المعدلة: (MCT) وهي معدلة على الكتلة المدارية البحرية مصدرها جنوب أوروبا، وتصل إلى منطقة الدراسة خلال فصل الصيف في شكل رياح شمالية شرقية جافة خاصة في الطبقات العليا، بينما في الطبقات السفلى يكون هوائها رطباً؛ لزيادة نسبة بخار الماء، إلا أن الجو يتميز بندرة السحب والأمطار، حيث أن البحر المتوسط يكون عندئذ مركزاً للضغط المرتفع يميل فيه الهواء للهبوط إلى أسفل، وبذلك فإن الهواء يكون على الرغم من الرطوبة التي يحملها في أجزائه السفلى مصحوباً بجو صحو عديم السحب والأمطار بسبب جفاف الطبقات العليا (بن علي، 2007، ص 44).⁽⁷⁾

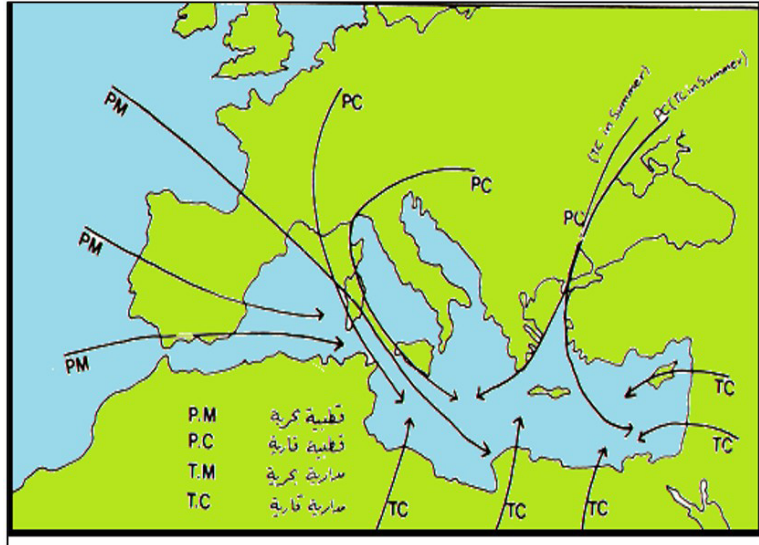
- الكتلة القطبية القارية: (CP) تصل إلى شمال منطقة الدراسة في الشتاء في مؤخرة الانخفاضات الجوية مصدرها جنوب روسيا وشرق أوروبا، ويتميز هوائها بالبرودة الشديدة والجفاف نتيجة لنشأتها فوق مناطق باردة وجافة بعيدة عن المؤثرات البحرية، ونظراً لمرورها فوق مياه البحر المتوسط؛ تكتسب حرارة ورطوبة مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات وعواصف رعدية ممطرة على منطقة الدراسة (شرف، 1996، ص 111).⁽⁸⁾

- الكتلة الهوائية القطبية البحرية (MP) وهي كتلة مصدرها المناطق القطبية في شمال المحيط الأطلسي في الخريف والشتاء، وتتميز بارتفاع الرطوبة وشدة البرودة، وتصل إلى منطقة الدراسة في فصلي: الشتاء والخريف، ويتميز هواء هذه الكتلة بارتفاع نسبة بخار الماء العالقة به، ويمرورها على مياه البحر الدافئة نسبياً؛ يكسبها حرارة ورطوبة فيضطرب الهواء مكوناً عواصف شديدة وسقوط أمطار على السواحل الشمالية للبلاد، سبباً في معظم الأمطار على منطقة الدراسة، ويبين شكل (2) أهم الكتل الهوائية التي تمر على ليبيا.

(7) بن علي، محسن فتح الله، «خصائص الأمطار في منطقة الجبل الأخضر»، (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة قاروينس، بنغازي، 2007، ص 44.

(8) شرف عبدالعزيز طريح، جغرافية ليبيا، مركز الإسكندرية للكتاب، ط3، الإسكندرية، 1996م، ص 111.

شكل (2) الكتل الهوائية التي تمر على منطقة البحر المتوسط.



المصدر: محمد النطاح، الأرصاد الجوية، دار الجماهيرية للنشر، 1990، ص 270.

2 - المنخفضات الجوية:

يصل مستوى الضغط في مراكز المنخفضات الجوية عادة إلى: (980) مليبار، وتحاط بها خطوط الضغط المتساوية المقفلة وقد يصبحها جبهات هوائية أو من دونها، وللمنخفضات الجوية تأثير على الأحوال المناخية والطقسية للمناطق التي تهب عليها، وبما أن المنخفضات الجوية تقع في نطاق الرياح الغربية (العكسية)؛ فإنها تتحرك في العادة من الغرب إلى الشرق وتتحرف أحيانا باتجاه الشمال الشرقي، ونجد سرعة الانخفاضات الجوية في فصل الشتاء أسرع منها في فصل الصيف، والانخفاضات المتعمقة تتحرك بسرعة أكبر من الانخفاضات الضحلة (الشيخ، 2004، ص162)⁽⁹⁾، ومن أهم خصائص المنخفضات الجوية الحركية هي حركتها بدوران يخالف حركة عقارب الساعة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، ومع اتجاه عقارب الساعة في النصف الجنوبي .

سرعة الرياح بمنطقة الدراسة:

تتوقف سرعة الرياح على معدل انحدار الضغط فتزداد بزيادة عمق المنخفض، وسرعة الرياح بمحطات الدراسة تسجل ارتفاعا نسبياً، ويبين جدول (3)، المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح بمحطات منطقة الدراسة، ومن خلاله يتضح التباين بين محطات الدراسة حيث يتراوح المعدل شهري لسرعة الرياح بين: 1.3 و 3.8 م/ثا) ويظهر التقارب واضحاً بين الفصول مع اختلاف بسيط في فصل الخريف.

فتسجل سرعة الرياح على مستوى منطقة الدراسة خلال فصل الخريف أقل متوسط

(9) أحمد أحمد الشيخ، الأرصاد الجوية، دار الفكر، القاهرة، 2004.

فصلي لها بين باقي فصول السنة؛ لانخفاض المتوسط الشهري في أكثر من نصف المحطات، وهو أقل مستوى بين فصول السنة رغم بدء التجدد في المنخفضات الجوية، وتسجل محطة درنة أعلى متوسط لهذا الفصل والذي بلغ 3.2م/ثا، تليها بنينا ثم طبرق بحوالي: 3.1 و 2.2م/ثا، على التوالي، فيما تسجل محطات شحات واجدابيا معدلات أقل المتوسطات ثم فصل الشتاء ومساويا لفصل الصيف 2.6م/ثا، في حين بلغ المعدل العام لفصل الربيع بمنطقة الدراسة 2.7م/ثا.

ويصل المعدل السنوي بمنطقة الدراسة إلى: 2.5م/ثا، وسُجلت في محطات درنة وبنينا متوسط سنوي يفوق المعدل العام حيث يصل إلى: 3.3 و 2.8م/ثا، أما محطات شحات واجدابيا سجلت متوسط أقل من المعدل العام تراوح بين: 2.3 و 1.8م/ثا، على التوالي في حين سجلت محطة طبرق 2.5م/ثا مساويا للمعدل العام.

جدول (3) المعدل الشهري والسنوي لسرعة الرياح (م/ثا)، في محطات الدراسة.

الأشهر													المحطة
السني	الخريف			الصيف			الربيع			الشتاء			
	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	12	
2.5	2.3	2.0	2.2	2.8	2.9	2.3	2.4	2.7	2.7	2.8	2.6	2.6	طبرق
	2.2			2.7			2.6			3			
3.3	3.2	2.7	3.8	3.4	3.7	3.2	2.8	3.1	3.4	3.4	3.4	3.6	درنة
	3.2			3.4			3.1			3.5			
2.3	2.6	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	2.3	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	شحات
	2.1			1.8			2.6			2.7			
2.8	2.6	2.5	3.8	3.8	3.0	3.1	3.2	3.4	2.9	2.6	2.4	2.5	بنينا
	3.1			3.3			3.2			2.5			
1.8	1.3	2.2	1.6	1.8	1.9	1.9	2.1	2.2	1.9	1.7	1.4	1.4	اجدابيا
	1.7			1.9			2.1			1.5			
2.5	2.4	2.3	2.6	2.7	2.7	2.5	2.6	2.8	2.7	2.7	2.5	2.7	المعدل العام
	2.4			2.6			2.7			2.6			

المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة العمليات المناخية، طرابلس.

طاقة الرياح في منطقة الدراسة:

طاقة الرياح هي الطاقة الحركية المستمدة من التيارات الهوائية الناتجة من تفاوت سخونة سطح الأرض وتحويلها إلى شكل من أشكال الطاقة وتناسب كمية الطاقة تناسباً طردياً مع مكعب سرعة الهواء، وبالإمكان الحصول على هذه الطاقة عند توافر الخصائص الملائمة لاستثمار الرياح بواسطة تركيب توربينات الرياح في المنطقة المراد استثمار طاقة الرياح فيها، وتُحسب كمية الطاقة الحركية الكامنة بالهواء من خلال المعادلة الآتية: (العياش، 1981، ص 44)⁽¹⁰⁾.

(10) سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة، الكويت، 1981، ص 42-44.

$PV^3/2 = 1$ حيث أن: P = طاقة الرياح (واط V Watts) = سرعة الرياح (م/ثا).

ويطبق هذه المعادلة على معدلات سرعة الرياح بمحطات منطقة الدراسة كالآتي:

التباين الزمني والمكاني لطاقة الرياح الشهرية في محطات منطقة الدراسة:

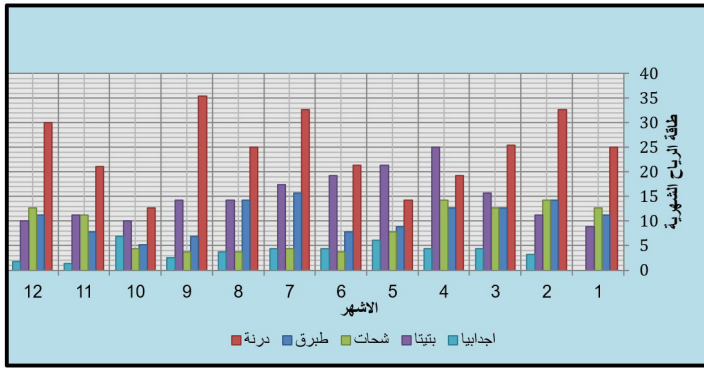
يتضح من الجدول (4) والشكل (3) أن طاقة الرياح تتباين زمنياً إذ تتباين بين محطات الدراسة من شهر لآخر ونتج هذا التباين؛ بسبب، التغير في معدلات سرعة الرياح من شهر لآخر، إذ نجد أن أعلى طاقة للرياح قد سجلت خلال شهر يوليو بمحطة طبرق حوالي: 15,7 واط m^2 /ثا، في حين سُجلت محطة درنة زيادة معدل الطاقة الشهري فهي أعلى معدل بمنطقة الدراسة وصل إلى: 35.4 واط m^2 /ثا، لشهر سبتمبر؛ لتسجيلها أعلى متوسط لسرعة الرياح بفعل الزيادة في معدل سرعة الرياح؛ بسبب خصائص كل من الموقع والموضع للمحطات ووقوعها ضمن الأجزاء الأقل تأثراً بالمظاهر البيئية والتضاريس وقلة العواصف، بينما محطة شحات بموقعها المرتفع على الكتلة الجبلية جعل تسجيلها يتفق مع أعلى معدل لسرعة الرياح وقت مرور الانخفاضات من أواخر الخريف إلى بداية الربيع وقد انعكس ذلك على مجموع الطاقة المحسوبة للرياح والتي تراوحت بين: 11.3 إلى: 14.2 واط m^2 /ثا، كما هو مبين بالجدول أدناه أما أقل طاقة شهرية من الرياح فقد سجلت خلال أشهر سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر لمعظم المحطات في كل من محطة طبرق ودرنة وبيننا، عدا محطة اجدابيا فأقل طاقة للرياح كانت خلال أشهر الشتاء بين: 0.9 و 3.2 واط m^2 /ثا.

جدول (4) المجموع الشهري للطاقة المحسوبة من الرياح (واط m^2 /ثا)، في محطات منطقة الدراسة.

المجموع	الأشهر												اسم المحطة
	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
126.9	11.3	7.8	5.2	6.9	14.2	15.7	7.8	8.9	12.7	12.7	14.2	11.3	طبرق
295	30.1	21.1	12.7	35.4	25.1	32.7	21.3	14.2	19.2	25.4	32.7	25.1	درنة
105.8	12.7	11.3	4.4	3.8	3.8	4.4	3.8	7.8	14.2	12.7	14.2	12.7	شحات
178.8	10.1	11.3	10.1	14.2	14.2	17.4	19.2	21.3	25.1	15.7	11.3	8.9	بنينا
44.3	1.8	1.4	6.9	2.6	3.8	4.4	4.4	6.1	4.4	4.4	3.2	0.9	اجدابيا

المصدر: من عمل الباحث استناداً إلى بيانات الجدول (3).

شكل (3) توزيع الطاقة الشهرية المحسوبة من الرياح (واط م²/ثا)، في محطات منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحث استنادا إلى بيانات الجدول (4).

ومن خلال التباين المكاني في طاقة الرياح الشهرية يمكن أن نعطي صورة واضحة للمناطق الأكثر فرصة لاستثمار طاقة الرياح إذ نجد أن محطات دنة وبنينا وطبرق أكثر إنتاجية للطاقة الشهرية حيث تتمتع بأكثر الفرص من حيث إنشاء توربينات الرياح وإنتاج طاقة الرياح فيها.

التباين الزمني والمكاني الفصلي لطاقة الرياح:

بمعاينة الجدول (5) والشكل (4) لتوزيع المجموع الفصلي للطاقة المتوقعة من الرياح يتضح أن هنالك تبايناً زمنياً للمجموع الفصلي للطاقة المستمدة من الرياح، ولا يقتصر هذا التباين فيما بين الفصول فقط وإنما بين المحطات أيضاً فالمحطات التي سجلت أعلى معدلات شهرية انسحب أيضاً على المعدل الفصلي، حيث سجلت محطة دنة أعلى معدل لطاقة الرياح بمنطقة الدراسة في كافة الفصول، وسجلت طاقة الرياح تبايناً مكانياً فيما بين المحطات، وتبايناً زمنياً إذ تميزت الطاقة بالانخفاض في فصل الشتاء مقارنة مع الفصول الأخرى إذ تراوحت طاقة الرياح خلاله ما بين: 6.9 في محطة اجدابيا و 87.9 (واط م²/ثا)، بمحطة دنة كما هو موضح في الجدول أدناه.

جدول (5) المجموع الفصلي لطاقة الرياح المتوقعة (واط م²/ثا)، لمحطات منطقة الدراسة.

المحطات	الفصول			
	الصيف	الربيع	الشتاء	الخريف
طبرق	37.7	34.3	36.8	19.9
دنة	79.1	58.8	87.9	69.2
شحات	12	34.7	39.6	19.5
بنينا	50.8	62.1	30.3	35.6
اجدابيا	12.2	14.9	6.9	10.9

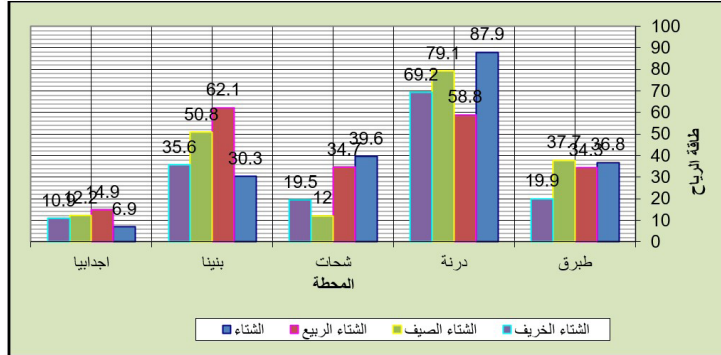
المصدر: من عمل الباحث استنادا إلى بيانات الجدول (3).

ويرجع هذا التباين إلى انخفاض سرعة الرياح خلال شهر يناير في بعض المحطات، فسرعة الرياح هي الأساس التي بموجبها تنتج الطاقة، فارتفع قليلاً المعدل خلال شهر فبراير ناتج عن

ارتفاع طفيف في سرعة الرياح.

أما فصل الربيع: فقد بلغت الطاقة خلال فصل الربيع مجموع تراوح بين: 4.9 واط م²/ثا، وتباينت زمانيا فيما بين أشهر الفصل.

شكل (4) توزيع المجموع الفصلي للطاقة المحسوبة من الرياح (واط م²/ثا)، في محطات منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (5).

وفي فصل الصيف: تراوحت طاقة الرياح المسجلة بين: 12 واط م²/ثا، بمحطة شحات إلى: 79.1 واط م²/ثا، في محطة درنة، وتباين أيضا بين شهر وآخر خلال هذا الفصل، حيث سجل شهر يوليو أعلى معدل مرده ارتفاع معدلات سرعة الرياح خلال هذا الشهر التي تعتبر المحرك الأساسي للتوربينات الهوائية وارتفاع مجموع الطاقة فيهما، أما محطات كل من شحات واجدابيا سبب قلة المجموع فيهما مقارنة بالمحطات الأخرى هو وقوع الأولى ضمن الأجزاء الجبلية، والثانية لوجود عوائق بها كالمباني.

بينما فصل الخريف: عند ملاحظة الجدول والشكل السابقين نجد أن أشهر فصل الخريف بلغ مجموع طاقة الرياح ما بين: 10.9 واط م²/ثا، في محطة اجدابيا و 69.2 واط م²/ثا، كما تتباين زمانيا أشهر فصل الخريف لجميع المحطات، نتيجة بدء الانخفاض التدريجي في عامل سرعة الرياح؛ نتيجة بدء وصول تأثير المنخفضات الجوية إلى منطقة الدراسة، فقد استحوذت محطات درنة وبنينا على أعلى مجموع الطاقة خلال فصل الخريف بلغت: 79.1 و 50.8 واط م²/ثا، وهذه السرعة تساعد على تحريك التوربينات الهوائية.

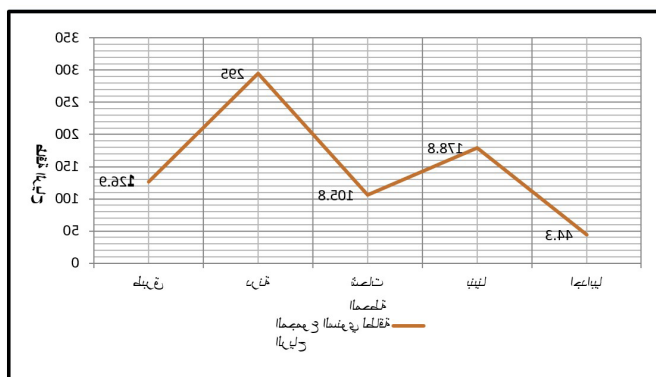
المجموع السنوي للطاقة المحسوبة من الرياح في محطات منطقة الدراسة:

تتباين الطاقة المستمدة من الرياح سنويا فيما بين محطات منطقة الدراسة خلال المدة الزمنية للدراسة. وبالعودة للجدول (4) وبالنظر للشكل (5) يتبين ذلك إذ نجد أن المجموع السنوي للطاقة ينخفض في محطات: اجدابيا وشحات وتزداد في محطات: درنة وبنينا وطبرق؛ بسبب التباين في المعدل السنوي لسرعة الرياح ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين كالآتي:

- الأولى: تضم كلا من محطتي: شحات واجدابيا، حيث وصل مجموع الطاقة فيهما إلى 105.8 و 44.3 واط م²/ثا، على التوالي وهما ذات المجموع السنوي الأقل مقارنة بمستوى الطاقة المتوقع في المحطات الأخرى.

- الثانية وتضم المحطات التي سجلت مجموع الطاقة، تراوح بين: 295 و 126.9 (واط م²/ثا)، وهي محطة درنة وبيننا وطبرق إذ سجلت فيهم أعلى مجموع للطاقة المتوقعة، إذ بلغت: 295 و 178.8 و 126.9 واط م²/ثا، على التوالي؛ ويرجع ذلك لعامل السرعة الذي على أساسه تُحدد كمية الطاقة المتوقعة لكل محطة، ويتضح من خلال بيانات المحطات وإنتاجها السنوي من طاقة الرياح إلى أن المجموعة الثانية هي الأكثر فرصة لاستثمار سرعة الرياح من أجل الحصول على الطاقة واستثمارها في مجالات متعددة. أما المجموعة الأولى فإمكانية استثمارها في إنتاج الطاقة يعتمد على مواصفات التوربينات فكل توربين يعمل ضمن مواصفات معينة.

شكل (5) مجموع طاقة الرياح السنوية المحسوبة (واط م²/ثا)، في محطات منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (3).

الجوانب التطبيقية للرياح في منطقة الدراسة:

- استخدام الطاقة الناتجة من الرياح في توليد الطاقة الكهربائية

يتم الحصول على الطاقة الكهربائية من الرياح وذلك من خلال التوربينات التي تتألف من دوار تثبت عليه الريش أو الشفرات، وجهاز توليد الكهرباء من حركة الدوار وصندوق التبديل عند الحاجة⁽¹¹⁾ ويتم الحصول على الطاقة الكهربائية من خلال ربطها بأسلاك كهربائية إلى محطة التوليد الوطنية ومن ثم إلى المنازل واستعمالها في أغراض التدفئة والإنارة

- استخدام الطاقة الكهربائية الناتجة عن الرياح في النشاط الصناعي؛

هناك أنواع من الصناعات تتطلب قدرة كهربائية عالية، وبعضها يتطلب قدرة كهربائية متوسطة، فنختار توربينات الرياح طبقاً لقدرتها؛ فالوحدات الصناعية المتوسطة إلى صغيرة نختار توربينات ذات قدرة بين: (20-1000 كيلو واط)، تستخدم في الصناعات الصغيرة يمكن أن تميز التوربينات الصغيرة حسب القدرة أيضاً، فهناك (20-500 واط)، يمكن استخدامها في شحن البطاريات للسيارات، وتوربينات ذات قدرة (1-10 كيلو واط)، تستخدم في التطبيقات المنزلية والصناعات الصغيرة⁽¹²⁾.

(11) فؤاد قاسم أمير، حل مشكلة الطاقة هو التحدي الأكبر للبشرية في القرن الحادي والعشرين، مصدر سابق، 2005، ص 190.

(12) ماجد كرم الدين محمود، الكهرباء من الرياح، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، القاهرة، 2012، ص 17.

- استخدام الطاقة الكهربائية الناتجة من الرياح في ضخ المياه:

يمكن استخدام طاقة الرياح من أجل الحصول على المياه الجوفية عندما تتوفر السرعة المناسبة التي تكفي لتحريك التوربينات واستخدامها في الضخ وكذلك في الاستعمالات المنزلية وفي الزراعة ولاسيما الزراعة المروية في منطقة الدراسة، وكذلك في سقاية الحيوانات.

- استخدام الطاقة الكهربائية الناتجة من الرياح في إنارة الشوارع والمنتزهات وغيرها من المجالات:

يمكن أن تستخدم الطاقة الكهربائية المتوقعة من الرياح من أجل إنارة المنتزهات والمناطق السياحية والأبراج والمعسكرات والحدود وإنارة الملاعب الرياضية بمنطقة الدراسة؛ لأن منطقة الدراسة تتوفر فيها السرعة الكافية من الرياح؛ لأجل تشغيل توربين الرياح.

النتائج:

1- يلعب الموقع الفلكي وذلك من خلال تأثيره في طول النهار وكمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى منطقة الدراسة وانعكاس على خصائص الرياح إضافة إلى طبيعة السطح الغطاء النباتي والعوامل المناخية المتحركة.

2- الغطاء النباتي في منطقة الدراسة له الدور الأكبر في تباين السرعة، حيث يعمل بمثابة عائق يقلل من سرعة الرياح نتيجة احتكاك الرياح بها، كما في محطة شحات الجبلية.

3- المعدلات السنوية لسرعة الرياح تختلف من محطة إلى أخرى فسجلت محطات: درنة وبنينا وطبرق اعلي المعدلات السنوية، أما محطات اجدابيا وشحات فقد سجلت أقل المعدلات السنوية لسرعة الرياح؛ نتيجة عوامل الموقع والموقع الخاصة بهما.

4- اتضح من خلال تحليل سرعة الرياح أن بعض محطات منطقة الدراسة تمتلك المؤهلات التي تمكنها من استغلال طاقة الرياح وقد اشتملت على محطات درنة وبنينا وطبرق.

5- تتباين الطاقة المحسوبة من الرياح في منطقة الدراسة مكانيا وزمانيا، إذ تتباين من شهر لآخر، كما تتباين من فصل لآخر إذ سجل فصل الصيف أعلى معدلات الطاقة حيث وصل إلى: 79.1 (واط م²/ثا)، في محطة درنة، أما عن التباين السنوي للطاقة فقد تراوح المعدل السنوي للطاقة الكهربائية المتوقعة من الرياح ما بين: 105.8 و 44.3 و 295 اطم²/ثا.

المقترحات:

1 - دعم المشاريع الخاصة بالرياح للاعتماد على طاقة الرياح المتجددة واستثمارها في منطقة الدراسة؛ للحفاظ على الطاقات الغير متجددة كالنفط.

2- ضرورة إنشاء محطات مناخية في جميع أجزاء المنطقة ومراعاة التوزيع المكاني للاستفادة من أكبر قدر ممكن من الرياح.

المراجع:

- 1- أحمد، عبد الحميد الفقي، «الرياح في مصر دراسة في الجغرافية المناخية»، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة، 1999م.
- 2- الشيخ، أحمد أحمد، الأرصاد الجوية، دار الفكر، القاهرة، 2004.
- 3- بان علي عبود «استغلال الطاقات المتجددة في المستقرات البشرية النائية»، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد، مركز التخطيط الحضري والإقليمي، 2000م.
- 4- عبدالعزيز طريح شرف، جغرافية ليبيا، مركز الإسكندرية للكتاب، ط3، الإسكندرية، 1996م.
- 5- عياش، سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، الكويت، 1981م.
- 6- فؤاد، قاسم أمير، «حل مشكلة الطاقة هو التحدي الأكبر للبشرية في القرن الحادي والعشرين»، رسالة ماجستير (غير منشورة) 2005.
- 7- ماجد كرم الدين محمود، الكهرباء من الرياح، المركز الاقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، القاهرة، 2012م.
- 8- محسن فتح الله بن علي، «خصائص الأمطار في منطقة الجبل الأخضر»، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة قاريونس، بنغازي، 2007ف.
- 9- محمد أحمد النطاح، الأرصاد الجوية، الجزء الأول، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، 1990م.
- 10- محمد عبد الله لآمة، سهل بنغازي دراسة في الجغرافية الطبيعية، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي، 2003م.
- 11- يوسف عبد المجيد فايد، جغرافية المناخ والنبات، دار الفكر العربي، القاهرة، 2005م.
- 12- نضير صبار حمد المحمدي، «المناخ واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرمادي»، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية، 2003.
- 13- نوح، سعيد إدريس، «مناخ الجبل الأخضر»، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة قاريونس، بنغازي، 1998م.