هبوب الرياح في انواكشوط وإمكانيات استغلالها (الطاقة نموذجا)

آمنة الشيخ بيده
وحدة التغيرات المناخية والبيئة
مختبر البيئة والصحة والمجتمع
جامعة انواكشوط

بشير محمد باريك
وحدة التغيرات المناخية والبيئة
مختبر البيئة والصحة والمجتمع
جامعة انواكشوط

ملخص البحث

ف هذا البحث إلى دراسة هبوب الرياح في انواكشوط، وتحليل بياناتها من حيث الاتجاه والسرعة، حيث تم تحليل وردات الرياح المركبة السنوية والشهرية، واستخدم المنهج التحليلي لهذا الأمر، وكان من نتائج البحث أن الاتجاه السائد للرياح هو القطاع الشمالي (من اتجاه شرق الشمال الشرقي (08) إلى غرب الشمال الغربي (30)) الذي يظهر في كل الشهور، وخاصة الشمال الشرقي والشمال والشمال الغربي. وتراوح متوسط السرعة للرياح بين 1م/ث و7م/ث وفي القصوى يصل إلى 15م/ث، حيث أمكن تصنيف السرعات إلى عدة مجموعات بناء على معدل السرعة. وفيما يتعلق بالمعدل الشهري لسرعة الرياح احتل شهر مايو المرتبة الأولى حيث بلغ المعدل 7م/ث وتلاه شهر ابريل وشهر يونيو ب 6م/ث لكل منها. وهو ما يسمح بإنتاج طاقة هوائية بكل سهولة ويسر.

الكلمات المفتاحية: الرياح . الضغط الجوي . المناخ . وردة الرياح – انواكشوط – الطاقة – الطاقة الهوائية.

1. مقدمة

أهمية البحث: تأتي أهمية البحث في تحديد أنسب المقاطعات لإقامة محطات توليد للطاقة الكهربائية من الرياح، في ظل التوجه المحلي نحو استثمار مصدر الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة وخاصة طاقة الرياح على نحو تجاري واقتصادي، كما تأتي أهميته من أن الاختيار السليم لمواقع محطات التوليد يسهم في رفع كفاءتها ويقلل من الخسائر التي قد تحدث في حال عدم اختيار المواقع بشكل سليم.

أهداف البحث: يهدف البحث إلى تحديد مدى إمكانية إقامة محطات توليد طاقة كهربائية اعتمادا على حركة الرياح في انواكشوط، ومدى فاعلية المشروع وربحيته، وإلى معرفة كمية الطاقة المحتملة التي يمكن الحصول عليها منها، وتحديد أفضل الفترات التي تتوفر على أكبر طاقة هوائية.

1-إشكالية البحث: تبرز إشكالية البحث في التحليل المكاني لخصائص الرياح متمثلة في السرعة والاتجاه لتحديد أنسب الشهور لتخزين الطاقة من خلال التساؤلات التالية: كيف تتحرك الرياح (سرعة واتجاها) زمانيا؟ وهل تسمح بتوليد طاقة كافية لمدينة انواكشوط؟ وما هي أفضل الشهور في توليد الطاقة الهوائية؟

الفرضيات: نشير إلى أن اتجاهات وسرعة الرياح تختلف من شهر لآخر، لكنها تسمح بتوليد طاقة كافية لتغذية مدينة انواكشوط، وأفضل الشهور في توليد الطاقة هي شهور فصل الصيف الحارة والجافة.

منطقة البحث: تمثل منطقة البحث حقيقة محطة انواكشوط المناخية، (مدينة انواكشوط)، ويسودها مناخ خاص تنخفض درجات الحرارة به عن درجات الحرارة في محطات الداخل ب 2°م، وهي منطقة سهلية تطل من الغرب على المحيط الأطلسي، ومن الشرق على الصحراء الكبرى، مما جعل مناخها مداري جاف في الشرق ورطب في الغرب. ويؤثر في مناخ المدينة موقعها الفلكي (منطقة مدارية) وتوزيع اليابس والماء (على الساحل الشرقي للمحيط الأطلسي) ومظاهر السطح (انتشار الكثبان الرملية والسباخ وغيرهما من الظاهرات التضاريسية الصحراوية) وانعدام الغطاء النباتي والحركة الهوائية العامة. ويؤثر في سرعة الرياح واتجاهاتها التوزيع الجغرافي لمراكز الضغط الجوي، خليج غينيا وغرب إفريقيا، كالمرتفع السيبيري والمنخفض الصحراوي والمرتفع السنتيلاني.

محطة[1] انواكشوط (آسكنا)[2]: تقع محطة انواكشوط عند تقاطع دائرة عرض 18° شمالا وخط طول 17°غربا على 10م من مستوى سطح البحر.[3] و" **انواكشوط**" أو" **نواكشوط**" أو" **نوق الشط**"،[4] وهي في غرب موريتانيا مطلة على ساحل المحيط الأطلسي (خريطة رقم 1)، كما أنها عاصمة موريتانيا وأكبر مدنها، وهي

---

[1] مساحة التغطية 30×30 كم.

[2] كانت تابعة لأسكنا (وكالة أمن الملاحة الجوية في إفريقيا ومدغشقر) التي تأسست في 12 من ديسمبر 1959 في سان لويس بالسنغال، فقد كلفت من قبل الدول الأعضاء بتوفير خدمات الملاحة الجوية. وتسير أسكنا فضاء جويا يزيد عن 16 مليون كيلومتر مربع مقسمة إلى خمس مناطق معلومات طيران (FIR). وقد أقامت من أجل ذلك 10 مراكز مراقبة إقليمية، منها مركز انواكشوط، كما عهد إليها بتسيير 25 مطارًا دوليًا، منها مطار انواكشوط أم التونسي. وتنفذ الوكالة مشاريع مهمة في موريتانيا منها: في مجال الاتصالات ووسائل الملاحة الجوية ووسائل المراقبة الجوية من أجل تحسين سلامة الملاحة الجوية، من خلال إظهار الطائرات العابرة للمجال الجوي الذي يديره مركز المراقبة الإقليمي في انواكشوط، نشرت أسكنا رادار مراقبة في مطار نواكشوط أم التونسي..

[3] https://www.meteoblue.com/ar/weather/historyclimate/weatherarchive/2377450- نواكشوط – موريتانيا

مختبر دراسات التنمية في الأقاليم الجافة بجامعة رواه ومختبر الدراسات والبحوث الجغرافية بجامعة انواكشوط، أطلس الهجرات والتصوير الإقليمي، 1999، لوحة 7.

[4] تعني بئر الأصداف.

منطقة خالية من الجبال وأرضها سبخة شديدة الملوحة بعيدة عن مصادر المياه السطحية العذبة، وساحلها ضحل وشريطها الساحلي يتكون من شواطئ رملية ورمال متحركة.[1]

المنهجية: لتحقيق الأهداف تم الاعتماد على المنهج التحليلي المتعلق بتحليل بيانات الرياح الشهرية والفصلية والسنوية، لمعرفة نظامها وخصائصها، ولتحديد أنسب الشهور لتوليد الطاقة الكهربائية من الرياح.

. **إجراءات البحث:** تم استخدام بيانات سرعة الرياح بوحدة م/ث[2].

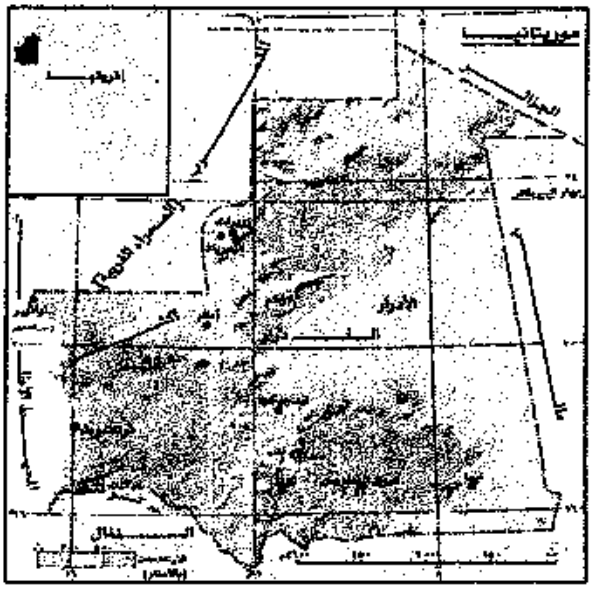
. استخراج المعدلات السنوية لسرعة الرياح، والمتوسط العام، وكذلك المتوسطات الفصلية،

. تحليل بيانات اتجاه الرياح بالدرجة من 0 – 360° للفترة من 2000 إلى 2020، حيث تم تمثيل اتجاه الرياح السائد من خلال وردات الرياح السنوية، والشهرية،

. تفسير متوسط كثافة طاقة الرياح المحتملة اعتمادا على متوسطات سرعة الرياح (م/ث) من خلال العلاقة التالية:[3] $P=½\rho V^3$

حيث:P: طاقة الرياح (وات/م^2) وρ : كثافة الهواء (قيمة ثابتة= 1.29كغم/م^3) وV^3: سرعة الرياح (م/ث).

خريطة رقم (1) موقع مدينة انواكشوط



موقع الموسوعة العربية: http://www.arab-ency.com.sy/ency/details/10324

[1] سيدي عبد الله المحبوبي، الهجرات الداخلية إلى مدينة انواكشوط، الرياض، رسالة ماجستير من جامعة الملك سعود، 1984، ص 3

[2] Wind m/s= 0.514 X wind kts

سرعة الرياح بالعقدة: Wind kts ثابت: 0.514 سرعة الرياح م/ث : Wind w/s

[3] Hennessey, J.P., 1977, some aspects of wind power satistics, journal of applied meteorogy, vol. 16, n°2.

2. تحديد المصطلحات

1.2. تعريف الرياح: تعرف الرياح بأنها الحركة الأفقية للهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بشكل متقطع، حيث تمتاز بتغير اتجاهها وسرعتها نتيجة أنماط الضغط الجوي من مكان لآخر،[1] تبعا لتباين درجات الحرارة والرطوبة والكتل الهوائية،[2] وهي لا تأخذ أثناء هبوبها اتجاها مباشرا نحو هدفها بل تنحرف نتيجة دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس، ويكون انحرافها إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي وإلى يسار اتجاهها في نصفها الجنوبي (انحراف كوريوليس[3] أو قانون" فرل Ferrel "[4])، كما تتأثر بكل ما يعترض طريقها من ارتفاعات، وانخفاضات، وبالتالي تختلف في كيفية تشكلها وسرعتها ومدتها واتجاهاتها.[5] ومن أنواعها الرياح الدائمة[6] والموسمية[7] والمحلية[8] واليومية[9].

---

[1] Joe R., Eaglma; 1985, Meteorogy, the atmosphre in action, 2nd edition, Wadsworth publishing company, Caalifornia, USA.

[2] علي غانم، المناخ التطبيقي، عمان، دار المسيرة، 2012.

[3] يؤثر دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس في اتجاه الرياح بدرجات متفاوتة حسب الموقع من خط الاستواء وسرعة الرياح والسطح الذي تهب فوقه. فبالقرب من الدائرة الاستوائية لا تنحرف الرياح عن اتجاهها الأصلي بصفة ملحوظة، وتزداد انحرافا كلما ابتعدنا عنه في اتجاه القطب. وهذا الانحراف يؤثر بصفة أوضح على الرياح السريعة، أما الرياح البطيئة فتأثرها به محدودا، كما أن الرياح التي تقطع مسافات طويلة تتأثر أثناء رحلتها بعامل انحراف فرل وبالحواجز التي قد تمر بها.

[4] إذا ولى شخص ظهره لمهب الرياح فإن الرياح تنحرف عن يمينه في نصف الكرة الشمالي وعن يساره في نصفها الجنوبي.

[5] بشيري ولد محمد الولاتي، المناخ العام، انوكشوط، مطبعة سيرس، 2015، ص 44.

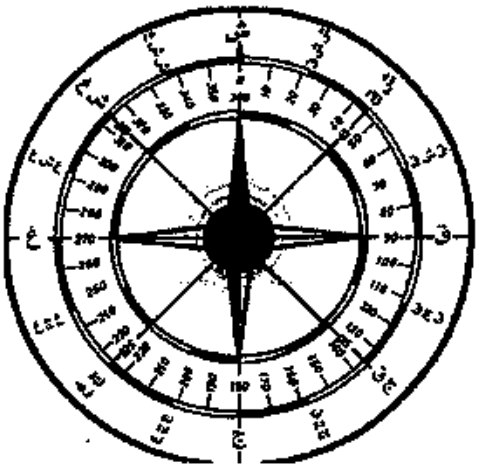
[6] الرياح التجارية والعكسية والقطبية في جزئي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي.

[7] الرياح الموسمية نوعان: الرياح الموسمية الصيفية والرياح للموسمية الشتوية.

[8] تختلف الرياح المحلية عن الرياح الموسمية بأنها غير شاملة لموسم كامل، حيث تهب خلال فترات متقطعة ولأيام معدودة، ومن أهم خصائصها الجفاف وقساوة الحر أو قساوة البرد.

[9] يحدث هذا النوع من الرياح في الجهات الساحلية وفي المناطق الجبلية نتيجة لاختلافات يومية في الضغط الجوي بين اليابس والماء وبين الوادي والجبل. ويقتصر تأثيرها على مساحة صغيرة، وعلى مستويات منخفضة من طبقة التروبوسفير.

شكل رقم (1) الاتجاهات العامة والفرعية



2.2 اتجاهات الرياح: تظهر وردات الرياح اختلافات هبوبها من حيث الاتجاهات والسرعات على المستوى السنوي والشهري. ووضع وردة الرياح يشبه إلى حد كبير البوصلة، فعند النظر إلى إحداهما نجد الجزء العلوي يمثل الشمال، ويمثل اليمين الشرق، واليسار الغرب، والجزء السفلي الجنوب.

2ـ3ـ سرعة الرياح: تختلف سرعة الرياح بشكل واضح من مكان لآخر ومن وقت لآخر، فالأصل في حركة الرياح هي الزوبعية أو تذبذب السرعة. والرياح، باعتبارها كتلة هوائية تتحرك بشكل أفقي من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، فإن سرعتها هي التغير الذي يطرأ على نسبة الغازات المتواجدة في الغلاف الجوي، ومن الأمور الهامة لقياس سرعة الرياح[1] توليد الطاقة. ومن خصائص الرياح محاولة توازن التفاوت: في درجات الحرارة بين المناطق الاستوائية والقطبين، وفي الاختلافات في درجات الحرارة بين المسطحات المائية واليابس، وفي اختلاف درجات الحرارة بين الوديان والجبال.

[1] يمكن تقسيم قوة الرياح إلى عدة أقسام منها: هواء خفيف، ونسيم خفيف (يثير الغبار والأتربة والأوراق)، ونسيم عليل (يحرك الأمواج وأغصان الأشجار، ونسيم قوي (يصدر الهبوب صوتا)، ورياح عالية (تتميز بأن المشي بعكسها صعب، وأن أغصان الأشجار تتحرك بشكل سريع وملحوظ، والرياح الهوجاء التي ينتج عنها تكسر الأغصان، ومن الصعب السير فيه بعكس الاتجاه، ورياح عاصفة، وهي التي تلحق الضرر بالمنشآت الضعيفة وقد تعرضها للوقوع، كما تعمل على تساقط الأشجار، ورياح عاصفة، التي تلحق الضرر بالبيوت الخشبية الهشة، ورياح عاصفة شديدة، هي التي تدمر كل شيء في طريقها، والإعصار، ويعتبر أقوى أنواع الرياح لأنه يعمل على تحطيم المباني بالكامل والمنشآت ويحمل معه بعض الحطام.

جدول رقم (1) تحديد اتجاهات الرياح

الاتجاه	الرمز	الدرجة	الاتجاه	الرمز	الدرجة	الاتجاه	الرمز	الدرجة
السكون	س	00	شرق الجنوب الشرقي	فجق	101-124	الجنوب الغربي	جغ	214-235
الشمال	ش	349-11	الجنوب الشرقي	جق	124-146	غرب الجنوب الغربي	غجغ	235-259
شمال الشمال الشرقي	ششق	11-34	جنوب الجنوب الشرقي	ججق	146-169	غرب	غ	259-281
الشمال الشرقي	شق	34-56	الجنوب	ج	169-191	غرب الشمال الغربي	غشغ	281-304
شرق الشمال الشرقي	فشق	56-79	جنوب الجنوب الغربي	ججغ	191-214	الشمال الغربي	شغ	304-326
الشرق	ق	79-101				شمال الشمال الغربي	ششغ	326-349

المصدر: نعمان شحادة، المناخ العملي، عمان، مطبعة النور النموذجية، 1983، ص 27

وعند استخدام بيانات السجلات المناخية، سنجد بأنها تكتب منقوصة الرقم العشري، وأنها تتوقف على الأرقام الزوجية، مما يعجل الباحث مضطرا لصياغة جدول جديد للانطلاق. (انظر الجدول رقم 2).

جدول رقم (2) تحديد اتجاهات الرياح بالرموز الحرفية والرقمية

الاتجاه	س	شق		شق	فشق	ق	فجق	جق	ججق	ج	ججغ		جغ	غجغ	غ	غشغ	شغ	ششغ	ش
الزاوية (°)	00	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36

نرى أن البيانات في الجدول رقم (2) مقتصرة على ذلك، فرقم 36° مثلا يعبر عن زاوية 360°، وخصصت للشمال، و06° معبرة عن زاوية 60° وتعني الشمال الشرقي، وهكذا. وتعتبر الرياح مصدرا جيدا للطاقة الكهربائية، خاصة وأنها من مصادر الطاقة المتجددة، كما تساعد في تحريك السفن الشراعية، وفي صب المياه عن طريق مضخات الرياح الخاصة، والطاقة المولدة عن طريق الرياح رخيصة التكلفة ونظيفة.

4.2 وردات الرياح: تعتبر وردات الرياح من أبرز الوسائل الكارتوغرافية المتبعة في تمثيل اتجاهات الرياح وسرعتها. ووردة الرياح المركبة عبارة عن مخطط دائري يستخدم لتبيان مدى التغير الذي يحصل في سرعات الرياح واتجاهاتها خلال فترة زمنية محددة.[1]

[1] تتعدد الأساليب المتبعة في رسم الوردات، وإن كانت المبادئ الأساسية لها جميعا واحدة. وترسم وردات الرياح الشهرية اعتمادا على مبت رصدات يوميا على الأقل، خلال خمس سنوات على الأقل ولعدد أيام الشهر. وكان رسمها اليدوي يتطلب شهورا من مرحلة الجمع إلى الرسم النهائي.

ولتقريب هذه الاتجاهات للقارئ، نبين أننا رمزنا للسكون بحرف السين في الاتجاهات وفي الزوايا بصفر، ونظرا لأن عدد الاتجاهات في الزوايا يزيد عن رموز الأحرف برقمين، اخترنا دمج اتجاه 02° واتجاه 04° في اتجاه واحد هو شمال الشمال الشرقي، وعكسه اتجاه جنوب الجنوب الغربي (20°-22°).[1]

3. الرياح في انواكشوط

1.3. وردة الرياح السنوية لمحطة انواكشوط: يشغل موضوع اتجاهات الرياح في انواكشوط بال الكثير من المهتمين بدراسة المناخ. ويبين الشكلين 1 و2 الهبوب على فترات من 1971 إلى 2020.[2] فعند رسم الوردة بتطبيق حاسوبي نجد أن كل وردة رياح لها مجموعة من الدوائر متحدة المركز، تمثل نسبة عدد مرات هبوب الرياح بسرعات معينة، ويتم تقديم الأرقام كنسب مئوية من تكرارات الهبوب. ويستخدم الكثيرون في الرسم 16 اتجاها، كل واحد منها مقسم إلى أجزاء، ومدرجة بألوان مختلفة، تمثل نهايته أعلى السرعات، بينما تمثل النقطة المركزية النسبة الأدنى. وللتحقق من ذلك يبين المفتاح، سرعات الرياح التي هبت بها من كل اتجاه خلال فترة زمنية محددة، بدءًا من النقطة المركزية ولغاية نهاية الاتجاه. واللون الأرجواني يعني أن الرياح هبت بسرعات تتراوح بين 1 إلى 3.5م/ث، والأخضر يعني أن الرياح هبت بسرعة تصل إلى 40 و45 ميلاً (64 إلى 72 كم/سا)، هذا يعني أنه خلال الفترة الزمنية المحددة، هبت الرياح بسرعات تتراوح من 0 إلى 45 ميلاً (72 كم/سا) من هذا الاتجاه المحدد.

---

[1] أهم الخطوات التقليدية المتبعة في رسم وردة الرياح المركبة: (أحمد محمود العبادي، دليل قسم الهيدرولوجيا، الجزء أ، قسم المناخ بوزارة الزارعة والمياه بالمملكة العربية السعودية، 1974، ص 63.)

1. عمل توزيع تكراري لعدد المرات التي هبت فيها الرياح من كل اتجاه،

2. تحويل تكرارت هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة إلى نسب مئوية،

3. طول الفئة= المدى (السرعة الأعلى –السرعة الأدنى) قسمة على عدد الفئات المطلوبة،

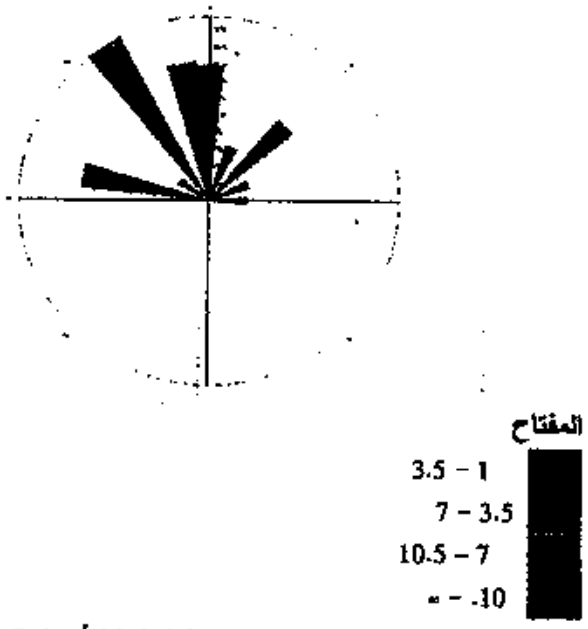
4. استخدام مقياس رسم معين لتمثيل النسب على الوردة.

[2] ترسم وردات الرياح الشهرية في محطة ما، على مدى خمس سنوات ولمدة أيام الشهر المدروس وعلى أساس ستة رصدات يوميا على الأقل، أي 930 رصدة إذا كان الشهر 31 يوما و900 رصدة إذا الشهر 30 يوما، وتكون السنوية بمثابة جمع للوردات الشهرية. ومع ذلك يمكن رسم وردة رياح لنصف شهر وليوم واحد حتى، إذا ما تطلب العمل ذلك.

ويبين الشكل أن السرعات مقسمة إلى خمس مستويات، لكل منها لون خاص. وكان قطاع الشمال الغربي (°30–°36) يمثل الرياح البحرية وقطاع الشمال الشرقي يمثل القارية (°02–°10)، وكذلك قطاع الجنوب الشرقي (°12–°16)، بينما يمثل قطاع الجنوب الغربي (°18–°28) البحرية أو الرياح الموسمية.[1]

1.1.3. وردة الرياح السنوية في الفترة ما بين 2016–2020: عند النظر إلى الشكل رقم (4) سنجد أنها مكونة –في وردة رياح الخمسية الأخيرة –من مكبرات صوت تخرج من نقطة مركزية تمثل محطة الرصد، ويوضح الامتداد اتجاه الرياح؛ يتم ترميز كل حلقة بالألوان بطولها، للإشارة إلى سرعة الرياح.

شكل رقم (1) وردة الرياح في محطة انواكشوط من 2016 – 2020



المصدر: بيانات ورسم الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية

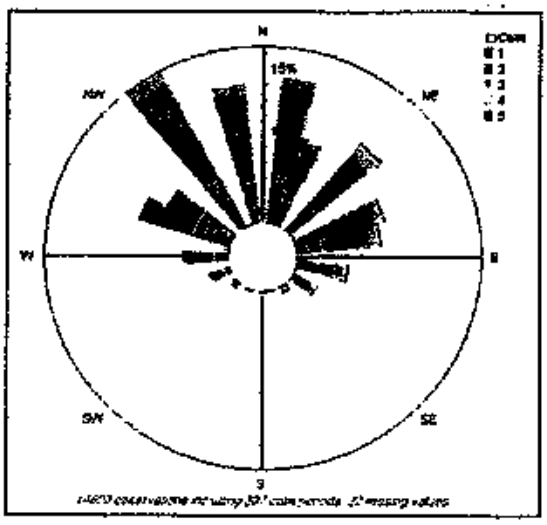
توفر كل دائرة (من هذه الدوائر المتحدة المركز على وردة الرياح)، قياسًا للمساعدة في معرفة عدد تكرارات هبوب الرياح بسرعة معينة ومن اتجاه معين، فاللون البارز هو الأخضر، ويبين أنه هو السرعة السائدة. ويلاحظ من الشكل أيضا أن اتجاهات هبوب الرياح كانت من قطاع الشمال عموما (ما بين غرب الشمال الغربي وشرق الشمال الشرقي مرورا بالشمال)، ولم يظهر إلا هبوبا محدودا

[1] لتحديد نسبة تكرارات الجهة التي هبت منها الرياح بسرعات مختلفة عن طريق فحص الحلقات تتتبع الحلقات الملتفة حول النقطة، وسنجد بأن كل حلقة تمثل بنسبة معينة. فعندما نستخدم الحلقات لقياس طول قسم مرمز بالألوان نحسب عدد الحلقات التي يغطيها.

جدا من قطاع الجنوب (بين شرق الجنوب الشرقي وغرب الجنوب الغربي). كما أن الاتجاه ما بين غرب الشمال الغربي وشمال الشمال الغربي كان أبرز من الاتجاه ما بين شرق الشمال الشرقي والشمال. والمهم أن اتجاه الشمال الغربي (شغ) كان هو الاتجاه السائد، حيث وصلت نسبته من مجموع تكرارات هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة إلى حوالي 24%، منها 2% في مستوى الرياح الضعيفة، و17% في المستوى المتوسط وحوالي 4% في مستوى الرياح القوية و1% في مستو الرياح القوية جدا. وفي المرتبة الثانية كان الاتجاه الشمالي (ش) وشمال الشمال الغربي (ششغ)، متلازمان، ومسجلان حوالي 16% لكل منهما، لكن المستوى الأول كان غائبا في الاتجاه الثاني، بينما ظهر بنسبة 4% في الاتجاه الثاني، أما المستوى الثاني من السرعة فسجل النسب الأعلى ب12% في اتجاه الشمال و16% في اتجاه شمال الشمال الغربي، وعندما نصل المستوى الثالث نجد بأنها سجلت في اتجاه الشمال حوالي 0.5% والاتجاه الثاني 2%، أما المستوى الرابع فغاب تماما، وفي المرتبة الرابعة جاء اتجاه جنوب الجنوب الغربي (ججغ) بحوالي 16%، حوالي 2% في المستو الأول و14% في المستوى الثاني، و0.5% في المستوى الثالث، وغاب المستوى الرابع، ومن الاتجاهات السائدة هناك أيضا الشمال الشرقي الذي وصلت نسبته إلى 14%، أكثر من 13% منها في المستوى الثاني والباقي في المستوى الثالث.

2.13. وردة الرياح السنوية في الفترة ما بين 2000-2004: من خلال الشكل رقم (2) نلاحظ أن الرياح تحركت من كل الاتجاهات تقريبا، وإن كانت بنسب متفاوتة، ويحتل الاتجاه الشمالي الغربي أعلى نسبة، أما النسبة الأدنى فكانت من نصيب اتجاه الجنوب. ومن حيث القطاعات يحتل القطاع (بين 02 و08) السيادة، ونسب تكرار اتجاهاته متقاربة، يليه قطاع الشمال الغربي (بين 30 و34) ويتميز بوجود فوارق كبيرة بين اتجاهاته، وهو يضم الاتجاه الأبرز (شغ)، أما القطاعين الباقيين ونسبهما محدودة والجنوبي الشرقي أكثر حضورا من الجنوب الغربي.

شكل رقم (2) وردة الرياح في انواكشوط خلال الفترة من 2000 – 2004



المصدر: الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية

أما السرعة فتراوحت بين 1 و18م/ث، بمعدل 5.7م/ث، أما الرياح النشطة فكانت نسبة تكرار هبوبها هامة حيث تمثل حوالي 20% من مجموع التكرارات، حوالي 48% منها لحساب قطاع الشمال الشرقي (02-08)، بينما نلاحظ في قطاعي الجنوب رغم ضعف الهبوب من عموما. وبالنسبة للرياح الضعيفة فإنها مسجلة في كل الاتجاهات تقريبا مع بروز نسبي في القطاعين الشماليين (جق + جغ)، أما الرياح المتوسطة فهي الرياح السائدة وهي التي تظهر بوضوح، ونسبة كبيرة أحيانا في الاتجاهات المختلفة. أما نسبة السكون فكانت قليلة (5%) مما يعني هبوبا مستمرا للرياح.

نلاحظ بداية عند تتبع هبوب الرياح من 1970 إلى 1974 أن نسب هبوب الرياح تفاوتت من حيث الاتجاهات ومن حيث السرعات. ففيما يتعلق بالاتجاه احتل اتجاه الشمال الشرقي المركز الأول بنسبة 13.5% من مجموع التكرارات، واحتل اتجاه شرق الجنوب الشرقي بنسبة 0.2%. ومن خلال تقسيم الاتجاهات إلى أربع قطاعات كبرى، نجد أن قطاع الشمال الغربي (30°- 36°) كان هو السائد (نسبة 46%)، وأن نسب تكرارات اتجاهاته تراوحت بين 9.7 % و13.4%، يليه قطاع الشمال الشرقي (02° - 10°) بنسبة 28.4%، والذي تميز بوجود فوارق كبيرة في نسب اتجاهاته (اتجاه الشمال الشرقي 13.5% واتجاه الشرق لم يتجاوز 1.3%، أما القطاع الجنوب الشرقي فلا يمثل سوى 1.29%.

جدول رقم (3) نسب هبوب الرياح في محطة انواكشوط في الفترة ما بين 1970 -1974

الاتجاه	من	شش	شق	ق	قق	ق	قش	ش	شش	ش	شغ	غ	غغ	غ	جغ	جج	ج	جش	ش	شش
الزيا	00	02	06/04	08	10	12	14	16	18	20	24/22	26	28	30	32	34	36
الف سرعة																	
1-7م/ث	1.6	7.6	10.2	3.5	0.6	0.2	0.5	0.5	0.4	1	6.4	1.8	5.8	8.8	11.4	9.2	8.6
7-14م/ث		1.3	3.3	1.1	0.6	0	0	0.1	0.3	0.6	0.5	0.9	2.3	3.9	2	0.9	1.2
=-14					0			0				0					

أما سرعات الرياح في هذه الفترة فتراوحت بين 1 و 18م/ث، وبمعدل 5.7م/ث، وكانت نسبة تكرار هبوب الرياح القوية ضعيفة جدا (حوالي 0.15)، أما الرياح النشطة فبلغت نسبة تكرار هبوبها 18.9%، منها 48.3% في القطاع الشمال الغربي، في حين لم يمثل القطاع الجنوبي الشرقي سوى نسبة 2.6%، وبالنسبة للرياح الضعيفة، وهي السائدة، بلغت النسبة 79% تقريبا، و48.3% منها تخص القطاع الشمالي الغربي، في الوقت الذي لا تتعدي فيه تكرارات قطاع الجنوب الشرقي 5%. أما السكون فلم يتجاوز 1.6%

ومن الجدول رقم (4) يتضح أن الاتجاه السائد كان الشمال (15.9%)، ومن حيث القطاعات احتل الشمال الغربي الصدارة (8.2%)، ويليه القطاع الشمال الشرقي (29%). وتظهر الفوارق بوضوح في قطاع الجنوب الغربي. وتراوحت السرعات بين 1 و19م/ث، حيث لم تتكرر الرياح القوية سوى مرة

واحدة بسرعة 19م/ث، أما الرياح النشطة فمثلت 21.3%، وأكثر من 52% منها انفرد به قطاع الشمال الغربي، تلاه قطاع الجنوب الشرقي. وقد هيمنت الرياح الضعيفة بنسبة 75.7%، و50% منها تدخل ضمن قطاع الشمال الغربي، ولا يمثل قطاع الجنوب الشرقي سوى 2.05%. أما الاتجاه السائد فكان الشمال الذي مثل 15.9% من مجموع التكرارات، وقد سجل أكبر نسبة للرياح النشطة، وهي 4.2%، أما نسبة السكون فكانت ضعيفة (3.9%).

جدول رقم (4) نسب هبوب الرياح في محطة انواكشوط في الفترة ما بين 1980 –1984

الاتجاه	س	شش	ش	شق	ق	قق	ق ق	ق	جق	ج	جج	ج ج	غ	غغ	غ غ	ش
الزوايا	00	02	04/06	08	10	12	14	16	18	20	22/24	26	28	30	32	34	36
فئات السرعة																	
1-7م/ث	3.9	6.1	8.7	4	1.9	1.1	0.1	0.2	0.5	0.3	3	2.1	1.0	6.8	11.5	7.8	11.7
7-14م/ث		1.8	2.4	1.6	0.9	0.5	00		0	0.	0.3	0.2	2.4	1.4	3.1	1.8	4.2
14--								0	.								

جدول رقم (5) نسب هبوب الرياح في محطة انواكشوط في الفترة ما بين 1990 –1994

الاتجاه	س	شش	ش	شق	ق	قق	ق ق	ق	جق	ج	جج	ج ج	غ	غغ	غ غ	ش
الزوايا	00	02	04/06	08	10	12	14	16	18	20	22/24	26	28	30	32	34	36
فئات السرعة																	
1-7م/ث	2.9	6.8	15.2	6.9	2.7	1.7	0.6	0.1	0.3	0.2	2.3	2.2	6.5	4.3	10.8	12	10.2
7-14م/ث		1	3	1.9	1.7	1.2	0.3		0.1		0.4	0.2	0.1	6	0.6	0.6	0.6
14--				0.03		0.03											

الاتجاه السائد في الفترة ما بين 1990 و1994 كان الشمال الشرقي، وذلك بنسبة 15.5%، وكان قطاع الشمال الغربي هو السائد (39.3%)، تلاه قطاع الشمال الشرقي (36.4%) في الوقت الذي لم تتعدي فيه هذه النسبة 4.3% في قطاع الجنوب الشرقي. وتراوحت السرعة في هذه الفترة بين 1–14م/ث، ولم تمثل الرياح القوية سوى نسبة 0.06%، أما الرياح النشطة فكانت حوالي 12%، و62.7% منها كانت ضمن قطاع الشمال الشرقي، وفي المرتبة الثانية جاء قطاع الشمال الغربي بنسبة 17.4%، وكانت النتيجة متدنية في قطاع الجنوب الغربي (6.7%)، وتمثل الرياح الضعيفة نسبة 82.7% 45% منها في القطاع الشمالي الغربي، وبعده جاء الشمال الشرقي، وتتدنى هذه النسبة في قطاع الشمال الغربي، لتكون في حدود 6.5%.

2.3. وراادات الرياح الشهرية

من هنا نتتبع الشهور لنرى مدى التغير الذي يحصل في اتجاهات الرياح وسرعاتها:

2.3-1-شهر يناير: تبين وردة رياح شهر يناير أن الرياح هبت من الشمال الشرقي أساسا، وإن كانت بنسب مختلفة مع سيادة واضحة لاتجاه الشمال الشرقي، يليه شرق الشمال الشرقي ومن ثم الشرق، وكأن باقي الاتجاهات في استراحة عدا اتجاه الشمال التي ظهرا باحتشام. وفي مجال السرعات

نلاحظ أن أقصى سرعة كانت 14م/ث والسرعة الدنيا كانت 1%، ويلاحظ أن أقصى السرعات تسجل في المساء وأدناها تسجل في الصباح. ومن خلال فئات السرعات نجد بأن الرياح القوية ظهرت في اتجاه الشمال الشرقي (2.5%) والشرق (2.8%)، أما الرياح النشطة، وهي المتعلقة بالفئة الوسطى، ويمثلها اللون الأخضر، فقد كان تكرار هبوبها مرتفعا (37% من اتجاه الشمال الشرقي، و18% من شمال الشمال الشرقي، و16% من الشرق، وفيما عدا اتجاه الشمال الغربي والشرق، المكملين لقطاع الشمال الشرقي، فقد غابت باقي الاتجاهات. وتظهر الرياح الضعيفة في ثلاثة اتجاهات هي الشمال وشمال الشمال الشرقي وشرق الشمال الشرقي، ولم تتجاوز نسبة السكون 3% مما يعني دوام الهبوب طيلة الشهر.

2.3-2- شهر فبراير: انطلاقا من وردة رياح الشهر (شكل رقم 4) يتبين لنا أن مجال الهبوب اتسع ليضم الشمال وشمال الشمال الغربي، وغرب الشمال الغربي، مما يعني انزياحا نسبيا نحو الغرب يرافقه صعودا للهبوب من الشمال، مع تراجع نسبي لنسبة الهبوب من الشرق، وأن نسب الاتجاهات الأخرى كانت أدنى من أن تظهر في الرسم أو منعدمة. وازدادت السرعات بحيث ظهر اللون الأزرق، المعبر عن قوة الحركة في اتجاهي الشمال الشرقي (حوالي 8%) والشمال (4%). ونسبة السكون الضعيفة لم تتجاوز 2.2%.

2.3-3- شهر مارس: ي يلاحظ في هذا الشهر أن أعلى نسبة سجلت في اتجاه شمال الشمال الغربي، يليه اتجاه الشمال الغربي، ثم الشمال، وفيما يتعلق بالسرعة سادت السرعة بين المتوسطة، مع ظهور الرياح القوية في اتجاه الشمال فقط، والرياح القوية جدا في اتجاه الجنوب الغربي. وتقلص اتجاه الشمال الشرقي كثيرا. أما من حيث السرعة فالرياح القوية جدا اقتصرت على الرياح الشمالية الغربية أما الرياح النشطة فبرزت في اتجاه الشمال، وقد تراجعت نسبتها مقارنة بالشهر السابق. ولا تزال نسبة السكون ضعيفة (3%).

2.3-4- شهر ابريل: يبدو أن ثلاث اتجاهات احتوت على الهبوب هي شمال الشمال الغربي (35%) والشمال الغربي (32%)، والشمال (17.5%)، وتقاسمت الاتجاهات الأخرى الباقي، وخاصة شمال الشمال الشرقي وغرب الشمال الغربي، وكان قطاع الجنوب (الاتجاهات من 12° - 26°). وكانت الرياح القوية بارزة في اتجاهي شمال الشمال الغربي والشمال الغربي، حيث وصلت حوالي 8% في كل منهما، ولم يظهر هذا المستوى من السرعة خارجهما. أما نسبة سكون الهواء فكانت ضعيفة جدا، حيث لم تتجاوز 2%.

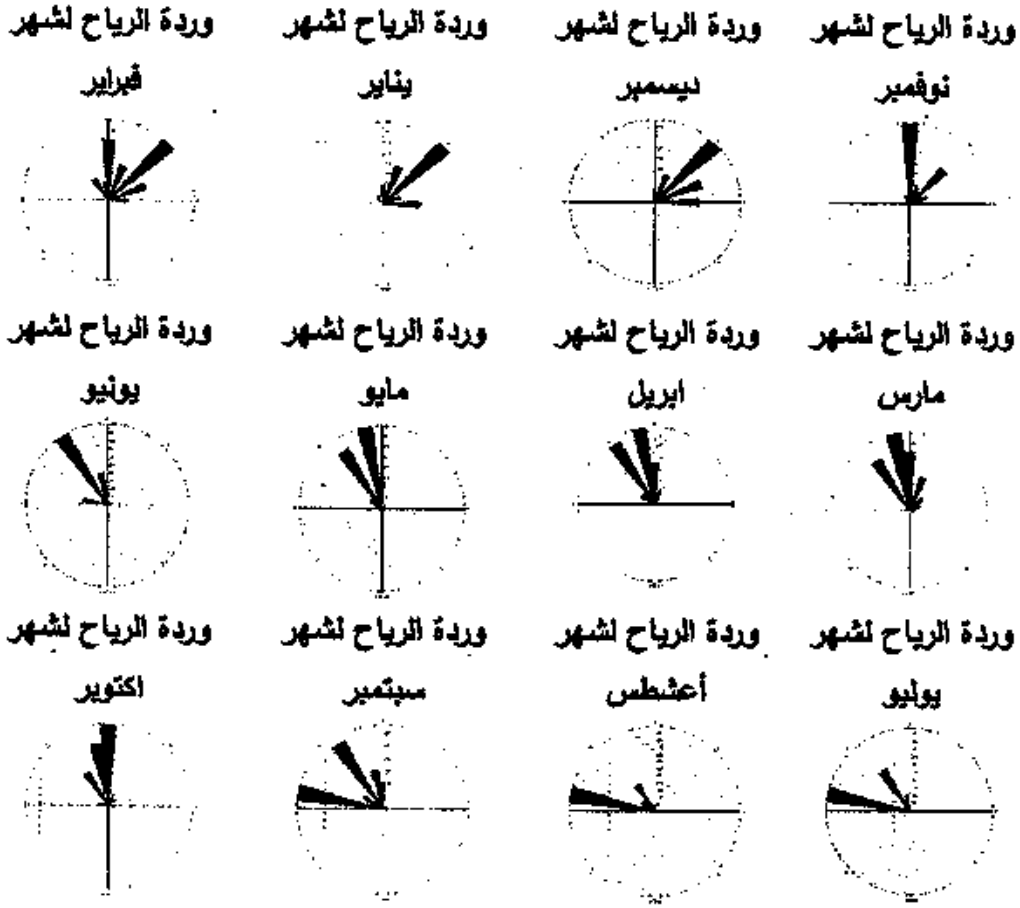
2.3-5- شهر مايو: ساد في هذا الشهر هبوب الرياح من قطاع الشمال الغربي (30-36) تقريبا، حيث أن اتجاه شمال الشمال الغربي سجل 40% من الهبوب، تلاه الشمال الغربي ب 34%، ثم غرب

الشمال ب 15%، وبلغت نسبة الرياح المتوسطة 82% تقريبا، بينما كانت نسبة هبوب الرياح القوية 18%، ومن ثلاث اتجاهات فقط هي شمال الشمال الغربي (5%) والشمال الغربي (2.5%) وغرب الشمال الغربي (2.5%). وهذا يدل على أن الهبوب من الاتجاهات الأخرى كان ضعيفا أو منعدما.

3-6-6- شهر يونيو: اقتصرت حركة الرياح في هذا الشهر على قطاع الشمال الغربي (30-36) تقريبا، حيث أن اتجاه الشمال الغربي سجل 62% من الهبوب، تلاه شمال الشمال الغربي ب 20%، ثم غرب الشمال الغربي ب17.5%، وبلغت نسبة الرياح المتوسطة 70% تقريبا، بينما كانت نسبة هبوب الرياح القوية 30%، ومن اتجاهين فقط هما الشمال الغربي وغرب الشمال الغربي، أي الرياح البحرية. وهذا يدل على أن الهبوب من الاتجاهات الأخرى كان ضعيفا أو منعدما. وكانت نسبة السكون في حدود 2.5%.

3-7-2-شهر يوليو: يتشابه الهبوب في هذا الشهر مع الشهر السابق في احتواء قطاع الشمال الغربي على كل الهبوب تقريبا، مع أن اتجاه غرب الشمال الغربي وصل هذه المرة إلى ما يناهز 63%، وتلاه الشمال الغربي ب 26%، والباقي بين شمال الشمال الغربي (9%)، ويظهر في فئات السرعة لون البنفسجي المزرق في اتجاه الشمال الغربي، كما ظهرت الرياح القوة في ثلاثة اتجاهات، بنسب متساوية تقريبا. أما السكون فلم يتغير وضعه كثيرا، لكن نسبته زادت بوصوله إلى 3%.

شكل رقم (3) وردات الرياح الشهرية لمحطة انواكشوط



المصدر: الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية

2.3-8-شهر أغسطس: ظل الاتجاه السائد هو قطاع الشمال الغربي، وظل اتجاه غرب الشمال الغربي سائدا بنسبة 60%، والشمال الغربي (نسبة 20%)، وسادت الفئة الثانية في السرعة، حتى وصلت إلى نسبة حوالي 85%، وظهرت الرياح الضعيفة بنسب ضعيفة (5%) من اتجاه الشمال الغربي و5% من اتجاه غرب الجنوب الغربي. أما نسبة السكون فارتفعت حتى وصلت ما يناهز 5%.

2.3-9-شهر سبتمبر: لم يتغير نظام الهبوب كثيرا، حيث بقي في قطاع الشمال الغربي ما بين درجات 30° و36°، موزعة بين غرب الشمال الغربي (35%) والشمال الغربي (32%)، وغرب الشمال الغربي 15% والشمال 11%، مع ظهور الرياح القوة في الشمال الغربي بنسبة 2%. ويمثل نسبة السكون حوالي 6%، وهي مرتفعة مقارنة بباقي الشهور لكنها ضعيفة، لأنها تؤكد استمرار هبوب الرياح.

2.3-10-شهر أكتوبر: تحولت الرياح السائدة في هذا الشهر إلى محيط الشمال، حيث سجل الشمال نفسه أعلى النسب، وفي المرتبة الثانية كان اتجاه شمال الشمال الغربي وفي المرتبة الثالثة كان اتجاه الشمال الغربي، وتتالت الاتجاهات بنسب تراوحت بين 2% و5%. وقد زادت نسبة السكون حتى بلغت 7%.

2.3-11-شهر نوفمبر: تميز هذا الشهر بحضور بارز لاتجاه الشمال (40%)، يليه اتجاه الجنوب الشرقي (25%)، مع سيادة واضحة لقطاع الشمال الشرقي، دون غياب للشمال الغربي والشرق. وتفاوتت السرعات، كما تراجعت نسبة السكون إلى حد ما حتى وصلت إلى 3.5%.

2.3-12-شهر ديسمبر: في هذا الشهر غاب قطاع الشمال الغربي كما غاب قطاع الجنوب الغربي وساد قطاع الشمال الشرقي (02- 10) وكان الاتجاه السائد هو الشمال الشرقي (40%)، تلاه شرق الشمال الشرقي (22.5%)، ثم الشرق (20%)، وشمال الشمال الشرقي (12.5%)، والشمال (4%). وكانت نسبة هبوب الرياح القوية أعلى من اتجاه الشرق، وتلاه الشمال الشرق وشرق الشمال الشرقي بالتساوي تقريبا. وعادت نسبة السكون إلى ضعفها (حوالي 1%).

هكذا إذن يمكن القول إن اتجاهات الرياح تتغير في المحطة خلال فصول السنة، وخاصة ما بين الصيف والشتاء، حيث تتعرض المدينة خلال السنة لنظامين من الرياح السائدة، ففي فصل الشتاء يكون الهبوب من القطاع الشمالي الشرقي (02°- 10°)، أما في فصل الصيف فيكون الهبوب السائد من قطاع الجنوب الغربي (20°-28°) (شكل رقم 3)، وفيما بين الاثنين فترتين انتقاليتين يلاحظ فيهما تداخل الهبوب.

4. حركة الرياح في انواكشوط

إن من أهم خصائص الرياح التي نحتاج إلى تقديرها حركة الرياح وثباتها، وحركة الرياح من أي اتجاه وخلال أية فترة هي حاصل ضرب سرعتها في عدد مرات هبوبها من اتجاه معين. فإذا كانت اتجاه الرياح وسرعتها تقرأ 6 مرات في اليوم، فإن عدد المرات التي تقرأ فيها خلال شهر يناير ستكون 186 مرة، وإذا كان ذلك لمدة 5 سنوات فسيكون العدد 930 مرة. فإذا هبوب الرياح من الشمال قد تكرر 220 مرة، وكان متوسط سرعتها 4.5م/ث، فإن حركة الرياح الشمالية تساوي 990م/ث.

جدول رقم (6) حركة الرياح خلال شهر يناير في محطة انواكشوط

الاتجاه	ش N	شق NE	ق E	جق SE	ج S	جغ SO	غ O	شغ NO	مج
التكرار	220	190	21	12	18	35	40	270	806
متوسط السرعة (م/ث)	4.5	7	4	4	3	4	4	6	
جريان الرياح (م/ث)	990	1330	84	48	54	140	160	1620	4426

ويمكن حساب حركة الرياح من جميع الاتجاهات باستخدام معادلة لامبير (Lambert)، التي تميز بين محصلة حركة الرياح من الشمال ومن الغرب، كما يلي:[1]

م(ش)= ش–ج + (شغ –جق + شق – جغ) ×جتا أو 45 x S(N)= N–S+ (NO – SE + NE–SO) x Cos45

م(غ)= غ–ق + (شغ –جق + جغ – شق) x جتا 45 أو x S(O)= O–E+ (NO – SE + NE–SO) Cos45

حيث أن م(ش) تمثل محصلة جريان الرياح من الشمال إلى الجنوب، بينما تمثل م(غ) محصلة جريان الرياح من الغرب نحو الشرق. وسيكون محصلة جريان الرياح في انواكشوط هي:

S(N)= N – S + (NO – SE + NE – SO) x Cos45= 990-54 + (1620-48 + 1330-140) x 0.707 = 936 + (1572 + 1190) x 0.707 = 936 + (2762) x 0.707 = 936+1952.734= 2888.734
S(O)= O – E + (NO – SE + SO – NE) x Cos45= 160 - 84 + (1620-48 + 140-1330) x 0.707 = 76 + (1572+-1190) x 0.707 = 76+270.074= 346.074

وستكون المحصلة العامة (ص) =

$S(G)= \sqrt{S(N)^2+S(O)^2} = \sqrt{2888.734^2+346.074^2} = \sqrt{8344784.123+119767.213} = \sqrt{8464551.336} = 2909.39 m/s$

ويمكن حساب ثبات الرياح (ث) كما يلي:

$$St = \frac{SG}{T} \times 100 = \frac{2909.39}{4426} \times 100 = 65.734\%$$

حيث أن St (Stabilité) تمثل ثبات الرياح وSG تمثل المحصلة العامة وT تمثل مجموع الجريان، وتعني نسبة ثبات الرياح 65.734% أن الرياح أكثر ثباتا.

5. الرياح طاقة كهربائية

يمكن التعامل مع هبوب الرياح على المستوى التفصيلي كونها موردا طبيعيا يمكن استثماره والاستفادة منه في كثير من الأنشطة البشرية، ومنها تحويل حركتها إلى طاقة باستخدام مراوح (تربينات) تديرها الرياح، ويتم تحويل دورانها إلى كهرباء بواسطة مولدات كهربائية، وتؤثر على سرعة الرياح قوة انحدار الضغط وقوة الاحتكاك بسطح الأرض (يقلل من سرعة الرياح ومقدار طاقتها).[2]

---

[1] تستخدم هذه القرينة باستخدام 8 جهات، وعند استخدام 16 اتجاها تستخدم معادلة أخرى. ولأن المناخيين يفضلون الاقتصار على ثمان جهات، يمكن جمع الاتجاهات الستة عشر في ثمانية بضم كل اتجاه إلى الموالي له، حسابا من الشمال.

[2] سولاف النوري وعبير الساكني، إمكانية سرعة الرياح في العراق ودورها في إنتاج الطاقة الكهربائية، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل، عدد 18، 2014.

وتعد طاقة الرياح من مصادر الطاقات المتجددة، حيث تمتاز بالوفرة والنظافة وسهولة الاستعمال والديمومة، فاستغلال طاقة الرياح بإنشاء محطات أو مزارع طاقة ليس له أثر بيئي سلبي، (أقل الطاقات انبعاثا لغاز ثاني أوكسيد الكربون)، إلا أنها تحتاج مساحات واسعة من الأراضي تبلغ 1كم^2/5-9ميغاوات.[1] كما أن استغلال طاقة الرياح يرتبط بسرعتها التي ينبغي ألا تقل في المتوسط عن 8 ميل/ساعة (3.57م/ث)، وتتناسب القوة التي يمكن الحصول عليها من نظام طاقة الرياح مع مكعب سرعة الرياح.[2]

إن نتائج الطاقة المحتملة للرياح ينبغي أن تعتمد على متوسطات سرعات الرياح، كما أنها تعتمد على عوامل أخرى، وخاصة تباين سرعة الرياح حول المتوسط.[3] فسرعة الرياح هي العنصر الأكثر أهمية الذي ينبغي قياسه وتحليله.[4] ويؤكد ذلك أن أول المعايير الفنية لدى وزارة الطاقة والثروة المعدنية الأردنية لإقامة محطات توليد الطاقة الكهربائية اعتمادا على حركة الرياح هو تحليل بيانات سرعة الرياح لعدة سنوات، ومن ثم قياسها عمليا سنة واحدة على الأقل بعد اختيار الموقع،[5] ثم إن مضاعفة سرعة الرياح تزيد الطاقة المنتجة بثمانية أضعاف،[6] لذا فإن من أهم محددات استغلال الطاقة الهوائية هو تغير سرعة الرياح،[7] ومع زيادة ارتفاع توربين الرياح تزداد سرعة الرياح بنسبة 10% فتزيد تبعا لذلك طاقة الرياح بنسبة 34%.[8]

---

[1] المركز الوطني للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية، الكهرباء من الرياح، كتيبات تبسيط المعلومات التقنية، القاهرة، 2012.

[2] عادل الراوي وقصي السامرائي، المناخ التطبيقي، بغداد، المكتبة الوطنية، 1990.

[3] C.G. Justus, W. R. Hargraves et Ali Yalcin, 1976, Nationwidw Assessment of potentiel output from Wind-power Generators, Journal of applied meteorology, vol 15, n°7..

[4] Burton T. et al., 2001.

[5] وزارة الطاقة والثروة المعدنية الأردنية، التقرير السنوي، عمان، 2017.

[6] المراوح في منطقة ما تبلغ سرعة الرياح فيها 12م/ث ستولد 8 أضعاف الطاقة الكهربائية المولدة في منطقة تبلغ سرعة الرياح فيها 6م/ث.

[7] غانم،2010، مرجع سبق ذكره.

[8] T. Burton, D., Shape et N.,Jenkins et E. Bossanyi 2001, Wind energy hand bopk, Engalnd.

جدول رقم (6) القدرة الإنتاجية للطاقة المتجددة في موريتانيا 2012-2018 (ميغاوات)

السنوات	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
كهروضوئية	–	18	18	18	34.6	84.8	86.1
كهروميكانيكية	–	4.4	4.4	34.4	34.4	34.4	34.4
كهرومائية	30	48	48	48	48	48	48
الإجمالي	30	70.4	70.4	100.4	117	167.2	168.5

https : //africa-energy-portal.org/country/mauritania

وعند التخطيط لإقامة مشاريع الطاقة الهوائية لا بد من عمل دراسة مناخية تحدد فيها سرعات الرياح المختلفة واتجاهاتها، لفترة زمنية مناسبة.[1] فسرعة الرياح المطلوبة لتوليد الطاقة تختلف باختلاف حجم المروحة، فكلما زاد نصف قطر المروحة زادت كمية الطاقة الكهربائية المنتجة، ويفضل أن تكون سرعة الرياح بين 3-17م/ث، فإذا كانت أقل من 3م/ث تكون الطاقة المنتجة قليلة وغير اقتصادية، ومع تزايد سرعة الرياح يزيد إنتاج الطاقة، ولكن إذا زادت عن 17م/ث (60كم/سا) يمكنها تدمير منشآت توليد الطاقة الكهربائية.[2]

هذا وتتميز موريتانيا بموارد طبيعية كبيرة تشمل ثروات معدنية (حديد ونحاس وذهب) وثروة سمكية على طول ساحلها على المحيط الأطلسي البالغ 667كم.[3] وتتطلب جهود التنمية تنمية وتطوير مصادر الطاقة وتوسيع خدماتها للوصول إلى كل السكان وخدمة عمليات الصناعة في أرجاء الوطن، كما تتطلب توجيه جهود كبيرة من خلال الشركة الموريتانية للكهرباء SOMELEC للاستفادة من مصادر الطاقة الهوائية الكبيرة في موريتانيا. وقد بلغ إنتاج الطاقة في موريتانيا عام 2015 422ميغاوات، تشمل 19.5% من مصادر الطاقة المتجددة، (طاقة مائية 7.1% وطاقة هوائية 8.2% وطاقة شمسية 4.2%. وفي عام 2017 احتلت موريتانيا المرتبة 39 في العالم في مجال الطاقة المتجددة.[4]

---

[1] غانم، 2010، مرجع سبق ذكره.

[2] غانم، 2010، مرجع سبق ذكره.

[3] بشيري ولد محمد، جغرافية موريتانيا، انواكشوط، نشر، 1993، ص 17.

[4] وفق بيانات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة ووكالة المخابرات الأمريكية عام 2019، تقدر الطاقة الإنتاجية للكهرباء في موريتانيا بـ 558 ميغاوات: تضم 16% طاقة مائية، و20% طاقة هوائية و36% طاقة شمسية لعام 2017.

جدول رقم (7) نسبة تكرار فئات السرعة من مجموع التكرارات من 2000-2020

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الفئة 1: بين 1-7م/ث	79	83	79	79	71	76	78	81	85	81	84	84
الفئة 2: 7-13م/ث	18	14	18	18	24	26	21	15	8	12	13	11
الفئة 3: فوق 13م/ث	2	2	-	0	0.5	0	0	1	2	1	0.5	1

المصدر: الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية اعتمادا على البيانات الشهرية

ومن خلال الجدول رقم (6) نلاحظ أن الفترة ما بين 2012 و2018 عرفت تطورا ملحوظا في مجال الطاقات المتجددة، حيث بدأت من 30ميغاوات/سا في العام الأول، لتصل 168.8ميغاوات/سا عام 2018. وشهدت الإنارة العمومية في انواكشوط تطورا كبيرا بفضل الخلايا الشمسية ضمن منظومة الإنارة العمومية.

وتفاوتت نسبة سرعة الرياح (جدول رقم 7) من شهر لآخر، حيث تراوحت في الفئة الأولى بين 84% و71%، أي أنها اكتسحت الفئات الباقية، وتراوحت الفئة الثانية بين 8% و26%، فيما يقارب الثلث، وإذا كان مدى الفئة الأولى لا يتجاوز 13، فإن مدى الثانية وصل إلى 18، مما يعني انتظام نسبة الأولى وعدم انتظام نسبة الثانية، أما الفئة الثالثة فكانت محدودة الحضور، فلم تتجاوز 2%، ولا مرة واحدة.

ومن خلال الجدول رقم (8)، يمكن القول إن المقدرات الموريتانية من الرياح وافرة، ويمكن تقسيم السنة إلى ثلاثة فصول يبدأ في مارس وينتهي في يونيو (4 شهور) وتكون فيه الرياح نشطة وفاعلة في إنتاج الطاقة، والفصل الثاني يضم 5 شهور (يوليو وأغسطس وديسمبر ويناير وفبراير) والثلاثة شهور الباقية (سبتمبر واكتوبر ونوفمبر) تمثل فصل سيادة الرياح الضعيفة. ومع ذلك لا نجد متوسطا في حدود 3م/ث التي تعتبر حدا دونيا بحيث تكون الطاقة المنتجة قليلة وغير اقتصادية. كما أنها لم تصل الحد الأعلى الذي قد يسبب تدمير منشئات توليد الطاقة نفسها (17م/ث) إلا نادرا (شهور يناير وفبراير وسبتمبر).

جدول رقم (8) يبين السرعات القصوى والدنيا من سنة 2000-2020 (م/ث)

الشهور	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
السرعة القصوى	18	15	16	17	17	19	15	18	15	13	16	14
السرعة الدنيا	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
المعدل	4	4.5	5	6	7	6	5	5	3	4	5	4

المصدر: الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية اعتمادا على البيانات الشهرية

هكذا إذن، قد تدخل الرياح ضمن موارد الثروة الموريتانية التي تعتمد عليها في المستقبل، عبر تشجيع الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة والخضراء، وفتح أبوابها أمام المستثمرين الدوليين، وظهر هذا التوجّه بوضوح على لسان وزير الطاقة الموريتاني الذي صرّح: "موريتانيا لديها الإمكانات والرغبة أن تكون رائدة عالميًا في مجال إنتاج الهيدروجين من مصادر الطاقة المتجددة."[1]

جدول رقم (9) المتوسط الشهري لسرعة الرياح في الفترة ما بين 2000 و2019 (م/ث)

الشهور	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	م
السرعة (م/ث)	4	4.5	5	6	7	6	5	5	3	4	5	4	5
الطاقة (وات/م^2)	2.6	3	3.2	3.9	4.5	3.9	3.2	3.2	2	2.6	3.2	2.6	3.2

المصدر: الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية + معالجة الطلبة 2021

إن استكشاف الطاقة في انواكشوط تأتي من عاملين يتمثل الأول في ارتفاع نسبة الطلب على الطاقة والثاني توفر مصادر الطاقة الهوائية.[2] وتقدر كلفة إقامة محطة لتوليد الطاقة الهوائية لإنتاج 100 إلى 150 ميغوات بحولي 290 مليون دولار، في حين تقدر كلفة إقامة محطة الطاقة الشمسية لإنتاج 100ميغاوات بضعفها تقريبا (حوالي 560مليون دولار).[3] والمهم أن مساهمة الطاقة الجديدة والمتجددة من مجموع الطاقة الكلي لا تزال ضعيفة. وحسب وكالة الأمم المتحدة للطاقة المتجددة، تصل إمكانية موريتانيا في الطاقة إلى 4000 جيغاوات/ساء، وهي تخطط لزيادة إنتاجها من الطاقة المتجددة إلى 50% بحلول عام 2030. ولموريتانيا لديها سرعة رياح تبلغ 9م/ث، خاصة في المناطق الساحلية.[4] من هنا نستطيع الجزم بأن منطقة انواكشوط تتميز بإمكانيات كبيرة من طاقة الرياح، وهو ما دفع الحكومة إلى السعي لزيادة نسبة الطاقة المتجددة من الطاقة الرياحية، وقد بلغت الطاقة الإنتاجية للرياح من الكهرباء 34.4 ميغاوات سنة 2018.

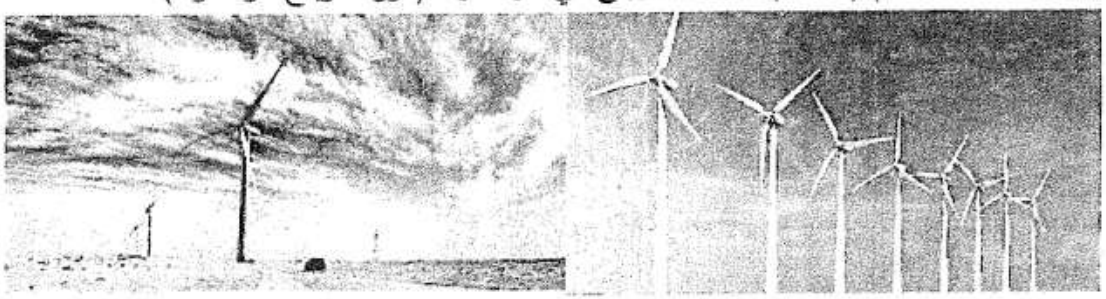
[1] أحمد طالب محمد، المشروعات الخضراء في انواكشوط/ مقال-هل-تكون-الطاقة-المتجددة-ثروة-موري/ https://attaqa.net/2021/10/18/

[2] Mohammad Ababneh,Wisam Kakih ,t Omar Abu Mohared and Issa Etier, 2009, Investigation of wind energy in Jordan, International conference and exhibition on green energy end sustainability for arid regions and Mediterraean contries (ICEGES 2009,Amman, june15-17.

[3] Ghassan Halasa, 2010, Wind-solar hydid electrical power generation in Jordan, Jodan, Jordan journal of mechanical and industrial engineering, vol.4, n°1, janv. Pages 205-209.

[4] أحمد طالب محمد، المشروعات الخضراء في انواكشوط:/مقال-هل-تكون-الطاقة-المتجددة-ثروة-موري/ https://attaqa.net/2021/10/18/

صور رقم (1 - 4) توربينات رياح في انواكشوط (مزرعة رياح انواكشوط)



المصدر: موقع تقدمي:/موريتانيا-محطة-جديدة-لطاقة-الرياح-شمال/ https://ar.taqadomy.net/mauritania-news

المصدر: موقع صحراء ميديا:/ -موريتانيا-تستعين-بشركة-ألمانية-لإنتا/ https://www.saharamedias.net/177039

ومن أجل الحد من الاعتماد على الطاقة الحرارية، وتخفيف أعباء الكهرباء عن السكان، وتلبية الطلب المتزايد عليها، بدأت في مايو 2013 جنوب انواكشوط أعمال بناء أكبر محطة لتوليد الطاقة من الرياح في البلاد[1]، تبلغ القدرة الإنتاجية للمحطة 31.5 ميغاوات،[2] وهو ما يوفر احتياجات مدينة انواكشوط من الكهرباء، ويخفض تكاليف الإنتاج، ويرفع من مستوى النفاذ إلى الكهرباء، علاوة على تطوير النشاطات الاقتصادية، وتثمين المقدرات الوطنية، وحماية البيئة عبر الاعتماد على الطاقات النظيفة. وفي مقابلة مع السيد نورو ديا،[3] قال إن موريتانيا تنتج الآن ما لا يقل عن 115 جيغاوات/ساعة، وإن الشهور الأكثر ملاءمة لتوليد الطاقة من الرياح هما (ابريل ومايو). ولتلبية احتياجات العاصمة من الطاقة توجد أربع محطات رئيسية لتوليد الطاقة في الضواحي منها محطة توليد طاقة الرياح. وفي إطار جهود الحكومة لمكافحة التغير المناخي قررت إنشاء محطة طاقة هوائية جديدة تصل طاقتها إلى 100ميغاوات/سا على بعد 400كم من انواكشوط، تبدأ الإنتاج سنة 2022. وقد كشف وزير الطاقة والمعادن عن خطط عمل وزارته خلال 2022، التي من بينها توسعة محطة طاقة الرياح بقدرة 30 ميغاوات/سا في انواكشوط، وفي نفس الاتجاه وقع أيضا مذكرة تفاهم مع شركة (Weelectrify

---

[1] أقيمت أول مزرعة رياح كبيرة في انواكشوط عام 2013، وتضم 15 توربينة، بقدرة 2ميغاوات لكل مروحة وبذلك تبلغ الطاقة الإجمالية 31.5 ميغاوات، تم إنجازها في عام 2015، وهي أول محطة كبيرة للرياح لتوليد الكهرباء، قامت ببنائها شركة إسبانية (Elecnor) لصالح الشركة الموريتانية للكهرباء العائدة للدولة بدعم من الصندوق العربي للتنمية الاقتصادية والاجتماعية. وكلفت نحو 60 مليون دولار، بتمويل من الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي.

[2] جرى استخدام تكنولوجيا ملائمة لتوربينات الرياح تتناسب مع الموقع القريب من الشاطئ الذي تسوده ظروف المناخ القاسية الجافة والحارة للغاية وبيئة مغبرة شديدة التآكل تؤثر على شفرات التوربينات. ويسمح تصميم التوربينات بتعديل الارتفاعات كلما كان ذلك ضروريا، لضبط الشفرات بانتظام لضمان الإنتاج الأمثل، وجعل صيانة التوربينات أسهل وأرخص.

[3] مراقب في محطة انواكشوط لتوليد الطاقة من الرياح.

Africa) الألمانية المختصة في مجال الطاقة المتجددة، وذلك لتشييد محطة لطاقة الرياح بسعة 100 ميغاوات.[1] وسيرافق تشييدها إنشاء مركز للتدريب المهني مدمج في المشروع، سيكون هو الوحيد من نوعه في البلاد، مما سيخلق فرص عمل عديدة ويد عاملة مؤهلة ويدعم طموحات موريتانيا في تنمية الطاقة المتجددة وإنتاج الهيدروجين.[2]

وقد عملت وزارة الخارجية الأمريكية بتجربة الطاقة الريحية في انواكشوط، عندما أعلنت عن الانتهاء من تركيب أكبر توربين لتوليد الطاقة الهوائية في السفارة الاميركية الجديدة في انواكشوط، وبناء أكبر هوائية لتوليد الطاقة بموريتانيا بطاقة تبلغ 50 كيلوواط.[3]

6. الخاتمة

ارتأينا توجيه موضوعنا نحو الطاقة الهوائية، نظرا لأنها أصبحت تحظى بأهمية كبيرة لنظافتها وقلة آثارها البيئية، فضلا عن كونها مصدرا متجددا، خاصة وأن تزايد الطلب على الطاقات الأحفورية (الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي واليورانيوم) سبب تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري والتغير المناخي، مما كان له الأثر الكبير في الاستثمار في الطاقات المتجددة ومنها الهوائية. ومن دراسة هبوب الرياح في انواكشوط لاحظنا أن المنطقة تمتلك مقدرات هائلة من الرياح تهيئها لأن تكون ضمن الدول التي يمكن أن تلعب دورا مهما في إنتاج الطاقة النظيفة وتطويرها واستضافة المشاريع المرتبطة بها. ولمواكبة تلك التحولات، أطلقت موريتانيا سنة 2020 مسار إعداد إستراتيجية وطنية

---

[1] أعلنت الوزارة أنه بموجب مذكرة التفاهم، سيتم بناء وتشغيل محطة طاقة الرياح في شمال موريتانيا، مع محطتي توليد الكهرباء الحاليتين في بولدوار وانواكشوط. وستبلغ ا الطاقة الإجمالية للمحطات الثلاث 230 ميغاوات في المستقبل، حسب مخطط بناء المحطة الجديدة. وأطلقت الوزارة اسم (WestStream-1) على مشروع المحطة الجديدة، حيث ستتكون من 50 توربينا، بسعة 2 ميغاوات للتوربين الواحد، وأعلنت أن المحطة الجديدة سيتم استكمالها بنظام استقرار وتزامن الشبكة، بما في ذلك بطاريات للتخزين، هي الأولى من نوعها في موريتانيا.

[2] أطلقت الشركة الألمانية (Westectrify Africa) حملة لصالح تمويل مشروع (ويستريم 1) عبر منصات أوروبية لـ «الاستثمار التشاركي»، وذلك من أجل جمع مليون يورو مفتوحة أمام المواطنين العاديين، مع منح فائدة بنسبة 7%. ووصف المدير التنفيذي للشركة الألمانية فيليب فاغنر المشروع بأنه «واعد»، وكتب فاغنر عبر منصة الاستثمار التشاركي أنهم سيستخدمون«توربينات قادرة على إنتاج 1.5 ميغاوات وقد تصل إلى 2 ميغاوات. وأشارت الشركة الألمانية العاملة في أفريقيا، إلى أن الكهرباء المنتجة في حقل (ويستريم 1) ستشتريها (صوملك) الموريتانية، من أجل تعزيز كهربة مدن وقرى البلاد، ولكن أيضا من أجل توفير الكهرباء لاستخراج المعادن.

[3] ينتج هذا التربين حوالي 142 ميغاوات/ساعة، وهو ما يعني التخلص من 84 ألف طن متريك من ثاني أكسيد الكربون سنويا.

طموحة لتحول قطاع الطاقة، ترتكز على الاستغلال الأمثل لإمكانات البلاد الهائلة من الغاز والطاقات المتجددة على المديين المتوسط والبعيد.

التوصيات

. لا ينبغي أن يحل نقل التكنولوجيا مكان الجهود المحلية لبناء القدرات بل ينبغي أن يكملها، مما يعني خلق القدرة على التكيف والتركيب والصيانة والإصلاح والتحسين في المجتمعات المحلية،

. ينبغي أن يرافق الاستثمار في نقل التكنولوجيا استثمارا في الخدمات الإرشادية المعتمدة على المجتمعات المحلية، وتوفر الخبرة والمشورة والتدريب بشأن عمليات التركيب وتكييف التكنولوجيا والإصلاح والصيانة.

. فتح برامج تكوين يضمن ولوج المكونين للخدمة مباشرة، وإنشاء معاهد للتكوين في المجال أو فتح شعب متخصصة في المعاهد العليا والجامعات، مما يوفر مجالا لتحسين اختبار وتصميم سياسات الطاقة المتجددة.

. زيادة حصة الطاقة الهوائية، للوفاء بأهداف التخفيف الطموحة المتصلة بتغير المناخي، مما يتطلب إجراء تحول في نظم الطاقة المعاصرة في المستقبل القريب، ويختلف هذا التحول إلى الطاقة المنخفضة التلوث عن عمليات التحول السابقة في الطاقة (من الخشب إلى الفحم ومن الفحم إلى النفط أو الغاز).

. تشجيع البحث والتطوير في المجال، ونشر النتائج بعد تبسيطها ليستفيد منها الجميع.

. زيادة الاستثمار المحلي (القطاع العام والخاص) والدولي في الطاقة الهوائية المحلية، حيث يتوقع أن يزداد الطلب على الطاقة الهوائية بدرجة كبيرة في المستقبل.

قائمة المصادر والمراجع

العربية

. الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية

. وزارة الطاقة والمعادن

. موقع متيو بلو:

نواكشوط – موريتانيا – www.meteoblue.com/ar/weather/historyclimate/weatherarchive/2377450

. الراوي، عادل وقصي السامرائي، المناخ التطبيقي، بغداد، المكتبة الوطنية، 1990.

. العبادي، أحمد محمود، دليل قسم الهيدرولوجيا، الجزء أ، قسم المناخ بوزارة الزارعة والمياه بالمملكة العربية السعودية، 1974.

. محبوبي، سيدي عبد الله، الهجرات الداخلية إلى مدينة انواكشوط، الرياض، رسالة ماجستير من جامعة الملك سعود، 1984.

. المركز الوطني للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية، الكهرباء من الرياح، كتيبات تبسيط المعلومات التقنية، القاهرة، 2012.

. النوري، سولاف وعبير الساكني، إمكانية سرعة الرياح في العراق ودورها في إنتاج الطاقة الكهربائية، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل، عدد 18، 2014.

. الولاتي، بشيري ولد محمد، المناخ العام، انوكشوط، مطبعة سيرس، 2015.

. الولاتي، بشيري ولد محمد، جغرافية موريتانيا، انواكشوط، نشر، 1993.

. شحادة، نعمان، المناخ العملي، عمان، مطبعة النور النموذجية، 1983

. غانم، علي، المناخ التطبيقي، عمان، دار المسيرة، 2012.

. مختبر دراسات التنمية في الأقاليم الجافة بجامعة رواه ومختبر الدراسات والبحوث الجغرافية بجامعة انواكشوط، أطلس الهجرات والتسيير الإقليمي، 1999.

. وزارة الطاقة والثروة المعدنية الأردنية، التقرير السنوي، عمان، 2017.

الأجنبية

– C.G. Justus, W. R. Hargraves et Ali Yalcin, 1976, Nationwidw Assessment of potentiel output from Wind-power Generators, Journal of applied meteorology, vol 15, n°7..

- Ghassan Halasa, 2010, Wind-solar hydid electrical power generation in Jordan, Jodan, Jordan journal of mechanical and industrial engineering, vol.4, n°1, janv. Pages 205-209.

- Hennessey, J.P., 1977, some aspects of wind power satistics, journal of applied meteorogy , vol. 16, n°2.
- Joe R., Eaglma, ; 1985, Meteorogy, the atmosphre in action, 2nd edition, Wadsworth publishing company, Caalifornia, USA.
- Mohammad Ababneh,Wisam Kakih-t Omar Abu Mohared and Issa Etier, 2009, Investigation of wind energy in Jordan, International conference and exhibition on green energy end sustainability for arid regions and Mediterraean contries (ICEGES 2009,Amman, june15-17.
- T. Burton, D., Shape et N.,Jenkins et E. Bossanyi 2001, Wind energy hand book, Engalnd.

. أحمد طالب محمد، المشروعات الخضراء في انواكشوط:/مقال-هل-تكون-الطاقة-المتجددة-ثروة-موري/
/https://attaqa.net/2021/10/18

- www.meteoblue.com/ar/weather/historyclimate/weatherarchive/- نواكشوط - موريتانيا

2377450

-https : //africa-energy-portal.org/country/mauritania