International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 2 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

Received	2025/09/23	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2025/10/18	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2025/10/19	تم نشر الورقة العلمية في

تقييم إمكانية الاستفادة من طاقة الرياح في مدينة مسلاته ليبيا

أسامة عبد القادر علي [1] **محمد محمود الشوماني** [2]

1،2– المعهد العالي للعلوم والتقنية مسلاته – ليبيا

[1]mohamedmah2013@yahoo.com [2]alosta1984@gmail.com

الملخص

تمثل طاقة الرياح أحد الحلول الواعدة للتحول نحو الطاقة النظيفة عالميا، حيث توجهت الدول لتنويع مصادر الطاقة والاستثمار في البدائل المستدامة للوقود الأحفوري لتقليل انبعاثات الكربون، كما تزايد الوعي للبحث عن وسائل لتقليل التلوث البيئي. تهدف هذه الدراسة الى تقييم امكانات طاقة الرياح في محمية الشعافيين بمدينة مسلاته، عن طريق تحليل بيانات واقعية لسرعة الرياح الشهرية لعام 2017م، على ارتفاع مرجعي 20 متر، مع تقدير قيم سرعة الرياح على الارتفاعين 70 متر، 90 متر. افترضت الدراسة امكانية تركيب مزرعة رياح تضم 16 توربين، كل منها بقدرة اسمية تبلغ 1.65 ميجاوات وبنصف قطر دوار 41 متر، كما اعتمدت الدراسة على معطيات قياسية لكثافة الهواء (1.2 كجم/م^3)، ومعامل كفاءة النظام (87%)، لحساب مؤشرات أداء مزرعة الرياح. اظهرت النتائج أداء عال عند ارتفاع 90 متر، حيث بلغ متوسط كثافة القدرة السنوية 342 واط/م^2، في حين تجاوز معامل السعة نسبة 29 %. تشير النتائج الى امكانيات واعدة لإنتاج الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح في مسلاته، وتشجع الاستثمار في الطاقة النظيفة وتجعلها من اولويات الخطط لتنويع مصادر الطاقة الوطنية في ليبيا.

الكلمات المفتاحية: طاقة الرياح، التلوث البيئي، كثافة القدرة، معامل السعة، الطاقة النظيفة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 2 المجلد
http://www.doi.org/10.62341/omat1011

Evaluating the Wind Energy Potential of the City of Mesallata

Osama A. Ali [1] **Shumani M. M** [2]

1,2- .High Institute Science and Technology Mesallata، LIBYA
[1]alosta.1984@gmail.com [2]mohamedmah2013@yahoo.com

Abstract

Wind energy represents one of the most promising solutions for the global transition towards clean energy. Countries have increasingly diversified their energy sources and invested in sustainable alternatives to fossil fuels to reduce carbon emissions، while awareness of finding ways to reduce environmental pollution has also grown. This study aims to assess the wind energy potential in the Al-Shaafeen Reserve in Mesallata city by analyzing real-world monthly wind speed data for the year 2017، at a reference height of 20m، and estimating wind speed values at heights of 70m and 90m. The study assumed the possibility of installing a wind farm comprising 16 turbines، each with a rated power of 1.65 MW and a rotor radius of 41m. The study also relied on standard data for air density (1.2 kg/m^3) and a system efficiency factor (87%) to calculate the wind farm's performance indicators. The results showed high performance at a height of 90m، where the average annual power density reached 342 W/m^2، while the capacity factor exceeded 29%. The results indicate promising potential for electricity generation from wind energy in Mesallata, encouraging investment in clean energy and making it a priority in plans to diversify national energy sources in Libya.

Keywords: Wind energy, Environmental pollution, Power density, Capacity factor, clean energy.

المقدمة

تعتبر طاقة الرياح من المصادر البديلة التي حازت اهتماما كبيرا في العقود الأخيرة، حيث توجهت دول العالم لإيجاد حلول مستدامة لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية [1]. تواجه الدول النامية ومنها ليبيا تحديات اقتصادية وبيئية تعزز ضرورة وتنويع مصادر الطاقة واستغلال مواردها الطبيعية، ومنها طاقة الرياح، وجعلها خيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة [2].

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

تمتلك ليبيا تضاريس مميزة ما يمنحها امكانيات وخصائص عالية لاستغلال مواردها الطبيعية، وقد اظهرت الدراسات تميز بعض المواقع الليبية بإمكانية توليد الطاقة الكهربائية بقدرة عالية عن طريق طاقة الرياح [4,3]، فعلى سبيل المثال، سجلت مدينة زوارة نسبة مرتفعة لمتوسط سرعة الرياح عند ارتفاع 80 متر، وبلغت كثافة الطاقة في بعض الاشهر أكثر من 500 واط/ م^2 [5]، كما اشارت دراسات اخرى تفاوتا في امكانيات جيدة لطاقة الرياح بالمناطق اللبيبة المختلفة [7,6]. ومن بين تلك المناطق مدينة مسلاته التي تقع في شمال غرب ليبيا، حيث صنفت من ضمن المناطق التي تمتلك امكانيات واعدة لطاقة الرياح، واكدت تلك الدراسات الى الحاجة الى مزيد من التعمق في تقييم تلك الامكانات [8]. لهذا فان هذه الدراسة تهدف الى تحليل امكانية توليد الطاقة الكهربائية من مزرعة رياح في محمية الشعافيين بمدينة مسلاته، وهو موقع ذو تلال جبلية واشجار متفرقة ذات ارتفاعات متوسطة، حيث اعتمدت هذه الدراسة على بيانات يومية مأخوذة كل 10 دقائق في موقع المحمية لعام 2017م [9]، ومنها تم حساب متوسط سرعة الرياح الشهرية لذلك العام، عند ارتفاع مرجعي 20م فوق سطح الارض، حيث يعتبر اكثر دقة في ذلك الموقع لقلة التشويش النباتي [10–12]، ومن تلك البيانات تم تقدير قيم سرعة الرياح الشهرية عند الارتفاعين 70م ،90 م، باستخدام القانون اللوغاريثمي. وحتى يتم تقييم امكانية سرعة الرياح في موقع المحمية تم حساب كثافة القدرة الشهرية وتقدير الإنتاج الشهري والسنوي للطاقة الكهربائية ومعامل السعة لمزرعة الرياح لكل ارتفاع، بحيث تكون الدراسة معمقة حول جدوى استغلال طاقة الرياح في محمية الشعافيين بمدينة مسلاته. تميزت هذه الدراسة في أنها قدمت تقييماً دقيقاً لإمكانات طاقة الرياح داخل محمية طبيعية ذات تضاريس تلال بتحليل لخصائص رياح تختلف جوهرياً عن تلك الموجودة في المناطق الساحلية أو السهول المسطحة التي حظيت بالجزء الأكبر من الاهتمام في الأدبيات السابقة، كما قدمت نموذجاً حسابياً متكاملاً يتنبأ بالأداء عند ارتفاعات 70 و 90 متراً، وهي الارتفاعات التشغيلية الفعلية لتوربينات الرياح الحديثة متوسطة الحجم [12,11]. يوفر هذا النهج بيانات أكثر واقعية وفائدة لتخطيط المشاريع وتقييم جدواها الاقتصادي. بالإضافة إلى تقديمها لمحاكاة أداء مشروع كامل، من خلال تصميم مزرعة رياح افتراضية (16 توربيناً) وحساب ناتجها السنوي من الطاقة ومؤشرات أدائها الرئيسية، مثل معامل السعة، مما يقدم صورة واضحة وملموسة عن العائد المتوقع من الاستثمار.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

منهجية الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التحليلي لبيانات سرعة الرياح في محمية الشعافيين بمدينة مسلاته، حيث تم جمع بيانات سرعة الرياح من اجهزة قياس موضوعة على ارتفاع مرجعي 20م فوق سطح الأرض، استخدمت المحطة مرسمة رياح (Anemometer) من النوع الكوبي (Cup Anemometer)، وتم اخذ بيانات يومية لكل 10 دقائق ولمدة عام كامل 2017م [9]، ومنها تم حساب المتوسط الشهري لتلك البيانات عند الارتفاع المرجعي. قبل بدء التحليل، خضعت البيانات الخام لسلسلة من إجراءات مراقبة الجودة لضمان موثوقيتها. شملت هذه الإجراءات فحصاً دقيقاً لاكتشاف القيم الشاذة أو المستحيلة فيزيائياً (كسرعات سالبة أو تفوق 50 م/ث)، والتي تمثلت بأقل من 0.5% من إجمالي البيانات وتم استبعادها. بالنسبة للفجوات الصغيرة في التسلسل الزمني (أقل من ساعة)، تم تعويض القيم المفقودة باستخدام تقنية الاستيفاء الخطي. بعد هذه المعالجة، تم حساب المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح التي اعتمدت عليها جميع التحليلات اللاحقة. ونظرا لعدم توفر بيانات واقعية لسرعة الرياح على ارتفاعات عالية، تم تقدير حساب المتوسط الشهري لسرعة الرياح عند ارتفاع 70م و 90 م باستخدام المعادلة اللوغاريثمية، وهي شائعة الاستخدام في دراسات طاقة الرياح لتقدير سرعة الرياح على ارتفاعات مختلفة اعتمادا على بيانات متوفرة من ارتفاعات اخرى لموقع الدراسة، وباستخدام معامل خشونة سطح ملائم لموقع الدراسة، كما تم استخدام قيمة الكثافة الهوائية (1.2 كجم/م^3) في جميع الحسابات وهي قيمة سنوية معيارية شائعة الاستخدام في تقدير مشاريع طاقة الرياح وتتوافق مع معايير الهيئة الليبية للمواصفات والمقاييس [10]. بعد ذلك تم حساب الطاقة الكهربائية المنتجة لتقديم تصور علمي دقيق حول جدوى استثمار طاقة الرياح في موقع المحمية.

حساب متوسط سرعة الرياح الشهرية من الارتفاع المرجعي للتوربين:

يمكن تحويل سرعة الرياح عند ارتفاع معين وبناء علي البيانات الواقعية المأخوذة من مكان الدراسة باستخدام المعادلة اللوغاريثمية التالية [13,12]:

$$V_Z = V_{Z_R}\left(\frac{\ln\left(Z/z_0\right)}{\ln\left(Z_R/z_0\right)}\right) \qquad (1)$$

حيث :

V_z : تمثل سرعة الرياح عند الارتفاع المستهدف Z = (70م ، 90م)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

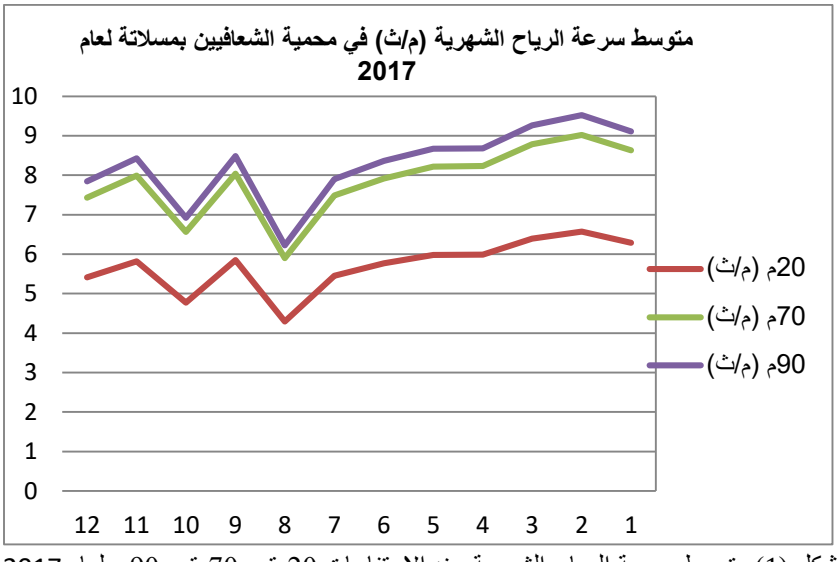
V_{Z_R} : تمثل سرعة الرياح عند الارتفاع المرجعي (20م)

$z_0 = 0.7m$: طول خشونة السطح، وهي قيمة تقديرية موصى بها للمناطق الجبلية ذات التلال واشجار متوسطة [12,10].

جدول (1) الطول النموذجي لخشونة السطح لحساب التوزيع الرأسي لسرعة الرياح

نوع التضاريس الجبلية	طول خشونة السطح (بالمتر)
تلال منخفضة مكشوفة	0.10 – 0.30
تلال مع أشجار متفرقة	0.30 – 0.80
جبال مع غابات كثيفة	0.80 – 1.50

يبين الشكل (1)، ان متوسط سرعات الرياح الشهرية متفاوتة على مدار العام ، كما ان قيمتها تزداد بزيادة الارتفاع كما هو موضح خصوصاً عند الارتفاع 90متر، حيث تقل تأثيرات الاحتكاك المرتبطة بطبيعة طبقة الغلاف الجوي القريبة من السطح[13,11].



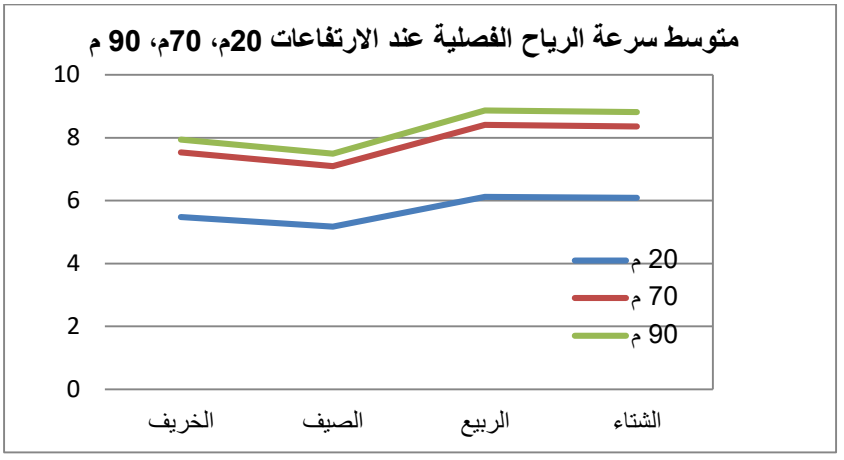
شكل (1) متوسط سرعة الرياح الشهرية عند الارتفاعات 20متر، 70متر، 90 م لعام 2017

متوسط سرعة الرياح الفصلية عند الارتفاعات 20م، 70م و 90 م

الشكل (2) يوضح متوسط السرعة للرياح الفصلية لثلاث ارتفاعات مختلفة 20 متر، 70 متر و 90 متر، وكما هو يظهر أقصي سرعات عند كل الفصول علي ارتفاع 90 متر.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011



شكل (2) متوسط سرعة الرياح الفصلية عند الارتفاعات 20م، 70م، 90 م لعام 2017

يلاحظ من الشكل (2)، ان سرعة الرياح تكون في اعلى قيمتها خلال اشهر الشتاء والربيع (يناير، فبراير، مارس)، بينما تكون سرعة الرياح في اقل قيمة لها خلال اشهر الصيف خصوصا شهر اغسطس.

كثافة قدرة الرياح

بناء على متوسط سرعة الرياح الشهرية وقيمة كثافة الهواء في موقع الدراسة، تم حساب كثافة قدرة الرياح لكل شهر عند الارتفاعات 20م ، 70م و 90م، باستخدام المعادلة التالي [13,12] :

$$P = \frac{1}{2}\,\rho\, v^3 \qquad (2)$$

حيث :

P : كثافة القدرة (واط/م^2)

ρ : كثافة الهواء (كجم/م^3)

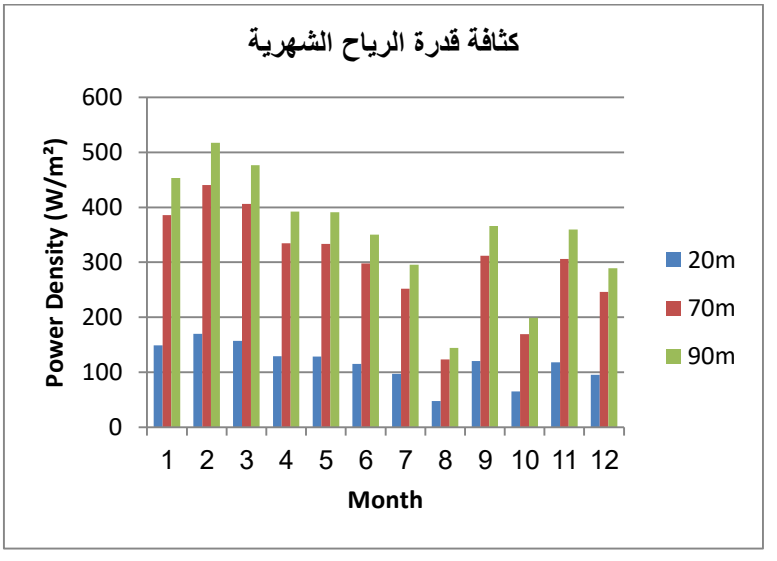
V : سرعة الرياح (م/ث)

يوضح الشكل (3)، ان كثافة قدرة الرياح تسير وفق نسق سرعة الرياح، حيث تصل ذروتها خلال الاشهر ذات السرعات العالية. كما نلاحظ ان كثافة القدرة تزداد بشكل ملحوظ مع زيادة الارتفاع، ما يميز اختيار الارتفاع المناسب عند تركيب التوربينات لتحقيق اقصى استفادة من مورد الرياح.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

من خلال الشكل (3)، يتبين ان قيمة كثافة القدرة عند ارتفاع 90م يشير الى ان هذا الموقع يصنف ضمن الفئات الجيدة الى الممتازة من حيث مورد الرياح [13,10]، حيث تصل كثافة القدرة في شهر فبراير الى اعلى قيمتها وهي 517 واط/ م²، كما بلغ متوسط الكثافة السنوية نحو 352 واط/م²، ما يعكس امكانات واعدة لموقع الدراسة.



شكل (3) كثافة قدرة الرياح الشهرية عند الارتفاعات 20م، 70م، 90م لعام 2017

تحليل الطاقة الكهربائية المنتجة سنوياً وصافي الإنتاج

يعد تقدير الطاقة السنوية المنتجة من اهم المؤشرات الدالة على نجاح مشاريع طاقة الرياح [14,6]، حيث يعتمد هذا التقدير على القيم الشهرية لسرعة الرياح، بالإضافة الى المواصفات الفنية للتوربينات المستخدمة [13–15].

الخصائص الفنية المعتمدة لتوربين الرياح

لحساب الطاقة المنتجة شهريا وسنويا، تم اعتماد توربين رياح بالخصائص الفنية التالية :[9]

القدرة الاسمية: (Prated = 1.65 ميجاوات) وهي تمثل اقصى طاقة يمكن للتوربين انتاجها في ظروف مثالية

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

قطر الدوار: (D = 82 متر) حيث يؤثر قطر الدوار بشكل مباشر على مساحة التقاط الرياح

مساحة الدوار: (A) حيث تبلغ تقريباً (5281 م^2)، وقد تم حسابها وفق المعادلة:

$$A = \pi(\frac{D}{2})^2 \qquad (3)$$

معامل القدرة: (C_P=0.3) وهو معامل لتقدير كفاءة التوربين في تحويل طاقة الرياح الى طاقة كهربائية

كفاءة النظام: ($\eta = 0.87$) حيث تمثل كفاءة النظام الفعلية بعد التشغيل وفقا لدليل الشركة العامة للكهرباء [16].

الطاقة الناتجة الشهرية لتوربين واحد

تم حساب الطاقة المنتجة شهريا لتوربين واحد للارتفاعات الثلاث وفق المعادلة التالية [13,12]:

$$\mathbf{E}_{\text{شهري(ساعة–ميجاوات)}} = \frac{\mathbf{P.A.\ C_p\ .\eta.t}}{\mathbf{10^6}} \qquad (4)$$

حيث :

E : الطاقة المنتجة (واط ساعة).

P : كثافة طاقة الرياح (واط/م^2).

A : مساحة الدوار (م^2) .

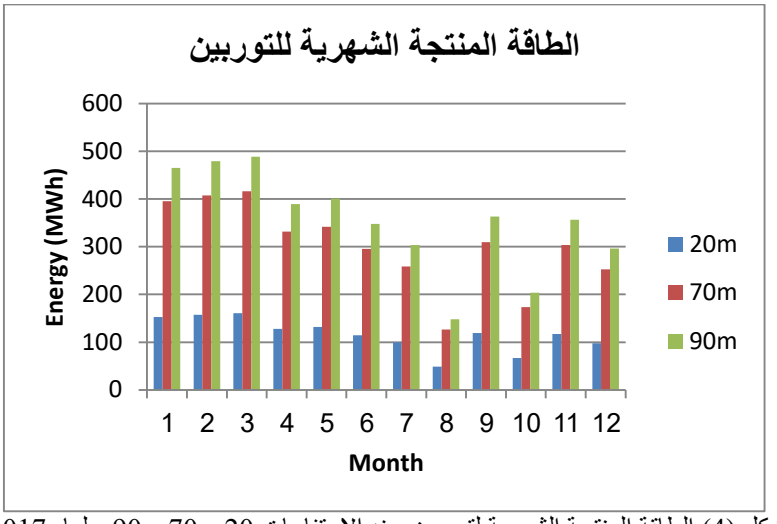
C_P: معامل القدرة.

t: عدد الساعات الشهرية.

من خلال الشكل (4)، والذي يظهر مقدار الطاقة الشهرية المتحصل عليها من خلال توربين واحد للارتفاعات المختلفة، حيث يتضح ان الارتفاع 90م يعطى معدل طاقة شهرية اعلى مقارنة بالارتفاعين الآخرين، حيث يتراوح انتاج الطاقة إلى ما يقرب 500 ميجا وات ساعة في اشهر الشتاء، بينما لا تتجاوز الطاقة المنتجة 170 ميجا وات ساعة عند الارتفاع 20 متر في نفس الأشهر.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011



شكل (4) الطاقة المنتجة الشهرية لتوربين عند الارتفاعات 20م، 70م، 90 م لعام 2017

الطاقة السنوية الكلية لتوربين واحد

تم تطبيق المعادلة (5) لحساب الطاقة السنوية الكلية لتوربين واحد، وذلك اعتماداً على بيانات المتوسط الشهري لسرعة الرياح عند ارتفاع 20متر وكذلك للارتفاعين 70، 90 متر [13,12].

$$E_{\text{سنوي(توربين)}} = \sum_{i=1}^{12} E_{\text{شهري(ساعة–ميجاوات)}} \qquad (5)$$

كما تم حساب الطاقة السنوية الكلية لمزرعة الرياح عند الارتفاعات 20، 70، 90 متر. باستخدام المعادلة التالية [8]:

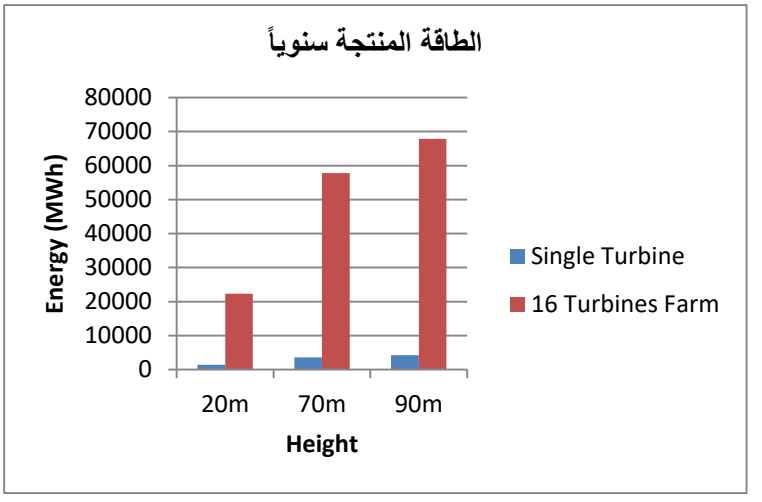
$$E_{\text{سنوي(مزرعة)}} = E_{\text{سنوي(توربين)}} \times 16 \qquad (6)$$

يظهر الشكل (5)، معدل مرتفع للطاقة المنتجة السنوية عند الارتفاع 90م، حيث يتجاوز الانتاج السنوي 4000 ميجاواط ساعة للتوربين الواحد، بينما يكون الانتاج السنوي عند الارتفاع 70م حوالي 3522 ميجاواط ساعة وهو معدل اعلى بكثير من انتاج الطاقة لتوربين واحد عند ارتفاع 20م حيث يبلغ 1360 ميجاواط ساعة سنوياً. في حين يقدر الانتاج السنوي لمزرعة الرياح في موقع المحمية عند ارتفاع 20م، 70م و 90م بحوالي 21760، 56354، 66172 ميجاواط ساعة على التوالي. تشير هذه المعدلات الى الاثر الايجابي في الاستثمار لإنشاء مزرعة رياح في محمية الشعافيين بمدينة مسلاته، كما

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

تؤكد النتائج ان تركيب توربينات الرياح على ارتفاع 90 م، سيساهم بشكل كبير في تحسين الاداء العام للتوربينات وبالتالي زيادة الطاقة المستخلصة.



شكل (5) الطاقة المنتجة سنوياً لتوربين واحد وللمزرعة عند الارتفاعات 20م، 70م، 90م لعام 2017

معامل السعة لتوربينات الرياح

يُعد معامل السعة مؤشرًا رئيسيًا لتقييم كفاءة أنظمة توليد الكهرباء من الرياح [17,15,5]، كما انه يبرز الامكانات الواعدة لمشروع طاقة الرياح في موقع الدراسة. يعبر معامل السعة عن نسبة الطاقة الفعلية المنتجة للتوربين خلال فترة معينة الى الطاقة القصوى النظرية التي يمكن انتاجها لو عمل التوربين بكامل طاقته طوال الوقت. يتم حساب معامل السعة باستخدام المعادلة التالية [13,12]:

$$\mathbf{CF} = \frac{E_{\text{سنوي(توربين)}}}{\mathbf{P_{rated}} \cdot \mathbf{t}} \qquad (7)$$

حيث :

CF : معامل السعة.

توربين سنوي E : الطاقة الصافية المنتجة سنويا (kWh).

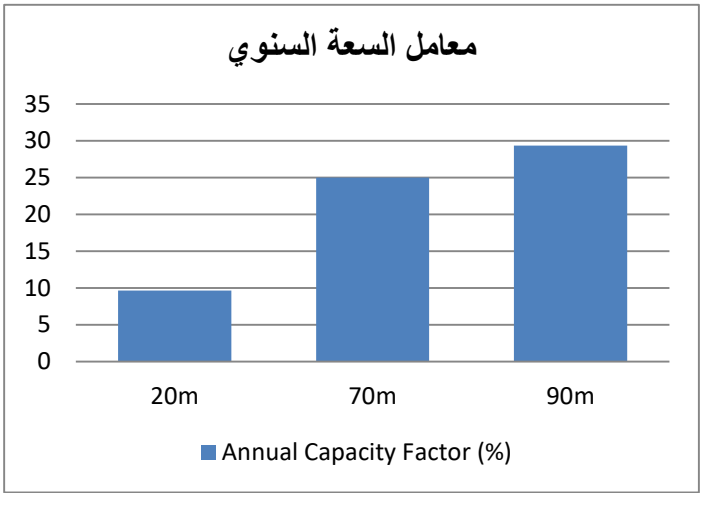
Prated : القدرة الاسمية للتوربين (1650 kW).

t : عدد ساعات السنة (t= 8760 ساعة)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

يتضح من الشكل (6)، ان معامل السعة للتوربين يصل حوالي 28.5% عند ارتفاع 90م، وهذا يؤكد ان الموقع يصلح لتركيب مزرعة رياح لإنتاج الطاقة الكهربائية. كما يتبين من الشكل ان زيادة الارتفاع تؤدي الى رفع اداء التوربين وبالتالي تحسين انتاج الطاقة الذي بدوره يؤدي الى زيادة الكفاءة الاقتصادية لمزرعة الرياح. كما نلاحظ من الشكل ان معامل السعة عند الارتفاع 90م، قد حقق زيادة في الاداء تصل الى حوالي 3 اضعاف قيمتها مقارنة بالارتفاع 20م.



شكل (6) معامل السعة السنوي عند الارتفاعات 20م، 70م، 90م لعام 2017

الخاتمة

خلصت الدراسة إلى أن محمية الشعافيين بمدينة مسلاتة تمتلك موارد ريحية مناسبة تؤهلها لتكون من أبرز المناطق الواعدة في ليبيا لإنتاج الكهرباء من الرياح. وقد أظهر التحليل الشامل للبيانات – لا سيما على ارتفاع 90 مترًا – تفوقًا ملحوظًا في الكفاءة ومعامل السعة والطاقة المنتجة. كما تؤكد النتائج أن المشروع يُعد مجديًا اقتصاديا على المدى الطويل، خاصة في ظل ارتفاع أسعار الطاقة التقليدية وزيادة الحاجة الوطنية لمصادر طاقة نظيفة ومستدامة. وختامًا، فإن الاستثمار في طاقة الرياح بمحمية الشعافيين لا يمثّل خيارًا هندسيًا واقتصاديًا فحسب، بل هو خطوة استراتيجية نحو تعزيز أمن الطاقة وتقليل الانبعاثات الكربونية والمساهمة في التنمية المستدامة للبلاد. وعلى الرغم من انخفاض معاملات السعة المحسوبة في الدراسة والتي قد تبدو أقل مقارنة ببعض المواقع الأخرى

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

في ليبيا، إلا أن هذا الاختلاف يُعزى إلى التباين الطبيعي في موارد الرياح، واختلاف سنوات اخذ البيانات ومنهجيات التقييم ونوع التوربينات الافتراضية المستخدمة، ما يؤكد أهمية إجراء دراسات تفصيلية لكل موقع على حدة لضمان دقة التقييم.

التوصيات

بناءا على التحليلات الفنية لدراسة وتقييم امكانات مزرعة طاقة الرياح في محمية الشعافيين بمدينة مسلاته، فان الدراسة توصي بالاتي:

- اعتماد ارتفاع 90م كخيار اول لتركيب توربينات الرياح، حيث اظهرت النتائج زيادة واضحة في الطاقة الكهربائية المنتجة.
- دراسة إمكانية التوسع لاحقا في تركيب توربينات أكثر في موقع الدراسة بناءً على الاداء الفعلي لهذه المزرعة.
- ربط منظومة مزرعة الرياح بالشبكة الكهربائية العامة لضمان استقرار امداد الكهرباء، مع امكانية دمج انظمة متطورة لتخزين الطاقة الكهربائية.
- دراسة دمج الطاقة الشمسية مع مزرعة الرياح لتعويض انخفاض الانتاج خصوصا في فصل الصيف.
- توفير برامج تدريبية لأبناء مدينة مسلاته لتعزيز قدرتهم على تشغيل المحطات وصيانتها، وخلق فرص عمل ورفع التنمية البشرية.
- البدء بإجراء دراسات تقييم الأثر البيئي (EIA) بشكل تفصيلي لموقع المشروع، لضمان ملاءمته بيئيًا ولضبط أي تأثيرات سلبية قد تؤثر على البيئة المحيطة، خاصة وأن الموقع يقع داخل محمية طبيعية.
- تعميق البحث حول التحديات الاقتصادية حيث تمثل التضاريس التلالية للموقع تحدياً لوجستياً مهماً في مراحل نقل المعدات الثقيلة والإنشاءات، مما قد يؤدي إلى زيادة في التكاليف الرأسمالية الأولية مقارنة بالمشاريع في المناطق المسطحة. بالإضافة إلى ذلك، فإن تكاليف إنشاء الأبراج ذات الارتفاع 90 متراً أعلى من نظيرتها ذات الارتفاعات الأقل. ومع ذلك، تشير النتائج إلى أن العائد المرتفع للطاقة عند هذا الارتفاع، مدعوماً بعمر افتراضي طويل للتوربينات (20–25 سنة)، من شأنه أن يعوض هذه التكاليف الإضافية على مدى عمر المشروع، مما يعزز جدواه الاقتصادية على المدى الطويل.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

المراجع

[1] النعاس، جمال & موسى، حنان. (2021). إمكانات طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية في المنطقة الوسطى من ليبيا. مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد الأول، 1(1) ، 130–97.

[2] El-Osta، W. & Khalifa، Y. (2003). Prospects of Wind Energy Plants in Libya: a case study. Renewable Energy، 28، 363-371.

[3] Elmabruk، A.، Aleej، F.، & Badii، M. (2014). Estimation of wind energy in Libya. In 5th International Renewable Energy Congress (IREC)، March، pp. 1-6.

[4] النعاس، جمال & موسى، حنان (2021). دور طاقة الرياح في تعزيز مصادر الطاقة المتجددة: دراسة تطبيقية لإقليم الجبل الأخضر .مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية،11(2)، 67–45.

[5] Teyabeen، A. A.، Akkari، F. R.، Jwaid، A. E.، Zaghwan، A.، & Abodelah، R. (2019). Assessment of Wind Energy Potential in Zwara، Libya. Solar Energy and Sustainable Development Journal، 8(2)، 1-15.

[6] Isa، A.، Abd Allah، Y.، al-Shummaki، A.، & Abu al-Hull، T. (2022). Analysis and estimation of wind energy data for some regions in Libya. Libyan International Conference on Applied Sciences and Engineering (LICASE) (pp. 112-125). Tripoli، Libya.

[7] امجاور، الطيب فرج. (2025). سرعة الرياح وإمكانية استثمارها بمحطات: طبرق– درنة– شحات– بنينا– اجدابيا – للفترة الزمنية (1990 – 2010): دراسة مناخية .مجلة كلية العلوم – جامعة طرابلس،24(1) ، 130–112.

[8] الكشريو، نوري & الشراولي، حميد، (2017). دراسة فنية اقتصادية لمشروع توليد الكهرباء بطاقة الرياح بسعة 26 ميجاوات بمسلاتة، المجلة الدولية للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات، 3(2).

[9] الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة (2017)، تقرير قياسات طاقة الرياح السنوي لمحطة محمية الشعافيين بمسلاته، ليبيا.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/omat1011

[10] الهيئة الليبية للمواصفات والمقاييس (2021). التقرير السنوي للهيئة الليبية للمواصفات والمقاييس لعام 2021 ,طرابلس، ليبيا.

[11] Ahwide، F.، & Aldali، Y. (2017، September 1). Wind Characteristics & Wind Energy Potential in Libya : the case study in Derna. Omar Al-Mukhtar University،1(1).

[12] Manwell، J. F.، McGowan، J. G.، & Rogers، A. L. (2009). Wind Energy Explained: Theory، Design and Application. John Wiley & Sons.

[13] Gasch، R.، & Twele، J. (2002). Wind power plants: Fundamentals، design، construction and operation. London، UK: James & James.

[14] الصالح، طارق &اخرون (2020). دراسة ومحاكاة توليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة الرياح بمنطقة مطار طرابلس الدولي–ليبيا .المجلة العلمية للعلوم التطبيقية بجامعة صبراتة، 3 (2) :162–149.

[15] Alshiteewi، E.، Elmabruk، M.، & Gabbasa، M. (2023). Predication of wind energy potential generation in Geryan – Libya. International Science and Technology Journal، (32)، 112-130.

[16] Libyan General Electric Company. (2021). Libyan General Electric Company Handbook.

[17] Shreif، H، El-Osta، W.، & Yagub، A. (2019). Wind resource assessment for southern part of Libya: Case study of Hun. Solar Energy and Sustainable Development Journal، 8(1)، 12-33.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية