Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

"أشجار الرياح" إبتكار جديد لتعظيم الإستفادة من نسمات الهواء دون الإخلال بالشكل أو التخطيط العام للمدن و التجمعات السكانية

"Wind Trees" an invented solution that deals with breezes without disturbing urban or residential agglomerations

Associate Prof./ Mohamed Moheyeldin Mahmoud
Faculty of Applied Arts
Beni–Suef Uni.
mo7eyeldin_mo7amed@hotmail.com

Abstract:

In accordance of the increasing environmental awareness of various associations and bodies, and the rising voices calling for the need to reduce the consumption of natural and primary resources in line with environmental requirements and ensure the achievement of the principles of sustainable development, and in light of the endeavor to amend production plans and processes and reduce gas emissions, the need to search for other sources of clean energy instead of using fossil fuels.

Wind energy comes as one of the most prominent and efficient renewable energies capable of generating electricity, although it is flawed by the large size and height of its turbines, and the need for large areas of land far away from cities and population centers to construct their generation stations other than not being able to set it up except in the areas that witness the activity of the wind movement, which could be considered as the research problem.

While the research aims to take a glance at one of the modern design innovations, and to study the feasibility of using it in gardens, squares, places, and public parks in cities and residential communities, where it is possible to generate electric power using the minimum amount of breezes and air flows.

The research concludes that Wind trees are characterized by being less susceptible and affected by weather fluctuations, because of the small amount of wind energy needed to start generating electricity compared to other traditional wind turbines that need high wind speeds to start working.

The research also concludes that traditional wind turbine blades could be considered as a life threat for many birds, bats and wild creatures, if compared to wind trees, which are safer and more environmentally friendly and wildlife.

Wind trees are preferably used in a large extent, especially in the areas that do not witness a great activity of wind movement and populated areas as it is possible to generate an amount of energy that is enough for an electric car to cover approx. 16,000

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

km throughout the year which is equivalent to burning approximately 160 gallons of fossil fuels, while traditional wind turbines are preferable used in remote places and desert, isolated and uninhabited areas.

The research recommends the need for a kind of integration in the use of both traditional wind turbines and wind trees to ensure optimal utilization of any wind movement activity at different speeds and degree of regularity. The research also recommends seeking to activate the concept of wind trees, and the importance of their presence in fields, parks, public places and population gatherings because of their impact on improving energy efficiency, in order to secure the current and future generation's energy needs.

Keywords:

Gaseous emissions – environmental awareness – clean energy – wind energy – sustainable development

ملخص البحث :-

فى ظل تزايد الوعى البيئى لمختلف الجمعيات و الهيئات ، و إرتفاع الأصـــوات المنادية بضـــرورة تخفيض إستهلاك الموارد الطبيعية و الأولية بما يتواءم مع المتطلبات البيئية و يضمن تحقيق مبادئ التنمية المستدامة ، و فى ظل الـ سعى إلى تعديل الخطط و العمليات الإنتاجية و الحد من الإنبعاثات الغازية ، برزت الحاجة إلى البحث عن مـ صادر أخرى للطاقة النظيفة عوضاً عن إستخدام الوقود الأحفورى .

و تأتى طاقة الرياح كأحد أشـــهر و أكفأ أنواع الطاقات الجديدة و المتجددة و من أكثرها قدرة على توليد الكهرباء ، و إن كان يعيبها الحجم و الإرتفاع الكبير للتوربينات الخاصـــة بها ، و الحاجة إلى مســـاحات واســـعة من الأرض بعيداً عن المدن و التجمعات الـ سكانية لإقامة محطات لتوليد الكهرباء عن طريقها ، فـ ضلاً عن عدم التمكن من إقامتها سوى بالمناطق التى تشهد نشاطاً لحركة الرياح الأمر الذى يمكن إعتبارة بمثابة إشكالية البحث .

بينما يهدف هذا البحث إلى إلقاء الـ ضوء على أحد المبتكرات التـ صميمية الحديثة ، و درا سة جدوى إ ستخدامه فى تزيين و تجميل الحدائق و الميادين و الأماكن و المتنزهات العامة بالمدن و التجمعات الســـكنية ، حيث يمكن عن طريقة إ ستغلال القدر الأدنى من ذ سمات و دفقات الهواء لتوليد الطاقة الكهربائية بـ شكل آمن و فعال دون التأثير على الـ شكل أو المظهر العام لتلك التجمعات الأمر الذى يمكننا معه القول لكل مواطن و لكل فرد و بكل فخر أنظر من حولك طاقتك بلا حدود .

الكلمات المفتاحية :

الإنبعاثات الغازية – الوعى البيئى – الطاقة النظيفة – طاقة الرياح – التنمية المستدامة

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

إشكالية البحث :-

فى ظل تزايد الوعى البيئى لمختلف الجمعيات و الهيئات، و إرتفاع الأصـــوات المنادية بضـــرورة تخفيض إستهلاك الموارد الطبيعية و الأولية بما يتواءم مع المتطلبات البيئية و يضمن تحقيق مبادئ التنمية المستدامة، و فى ظل الســـعى إلى تعديل الخطط و العمليات الإنتاجية و الحد من الإنبعاثات الغازية، برزت الحاجة إلى البحث عن مصـــادر أخرى للطاقة النظيفة عوضاً عن إستخدام الوقود الأحفورى.

و تأتى طاقة الرياح كأحد أ شهر و أكفأ أنواع الطاقات الجديدة و المتجددة و من أكثرها قدرة على توليد الكهرباء، و إن كان يعيبها الحجم و الإرتفاع الكبير للتوربينات الخاصة بها، و الحاجة إلى مساحات واسعة من الأرض بعيداً عن المدن و التجمعات السكانية لإقامة محطات لتوليد الكهرباء عن طريقها، فضلاً عن عدم التمكن من إقامتها سوى بالمناطق التى تشهد نشاطاً لحركة الرياح الأمر الذى يمكن إعتبارة بمثابة إشكالية البحث.

هدف البحث :

إلقاء الضوء على أحد المبتكرات التصميمية الحديثة، و دراسة جدوى إستخدامه فى تزيين و تجميل الحدائق و الميادين و الأماكن و المتنزهات العامة بالمدن و التجمعات الـ سكنية، حيث يمكن عن طريقة إ ستغلال القدر الأدنى من نســـمات و دفقات الهواء لتوليد الطاقة الكهربائية بشـــكل آمن و فعال دون التأثير على الشـــكل أو المظهر العام لتلك التجمعات.

فرض البحث :

في ظل أزمة التغيرات المناخية الراهنة، و التهديدات الحالية و المستقبلية، و مع إرتفاع معدلات إستهلاك الطاقة و الوقود و التآكل السريع و المتزايد في مساحات اليابسة يمكن لأشجار الرياح أن تعالج القصور و تكمل أوجه النقص لتعظيم الإستفادة من طاقة الرياح بإعتبارها أحد أشهر أنواع الطاقات المتجددة و النظيفة و من أكثرها شيوعاً و رواجاً فى سبيل الوصول إلى التنمية المستدامة و تأمين إحتياجات الأجيال الحالية و المستقبلية.

تمهيد :

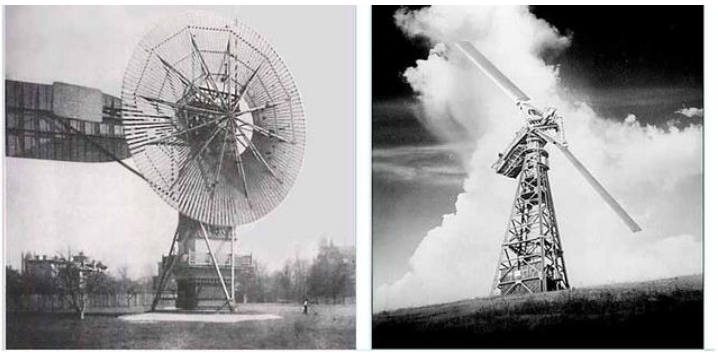
منذ فجر التاريخ عرف المـ صريون القدماء طاقة الرياح، و إ ستخدموها فى تحريك و إبحار الـ سفن عن طريق الأ شرعة تبعهم فى ذلك البابليون، و الذين إ ستخدموا طاقة الرياح لإدارة أحجار الرحى لطحن الحبوب، ثم إ ستخدمت طاقة الرياح فى أوروبا من قبل الهولنديون لرى الأرا ضى المـ ستـ صلحة فى القرن 12. أما فى العـ صر الحديث، يعتبر تـ شارلز براش Charles Brush أول من قام بتوليد الكهرباء عن طريق طاقة الرياح، إذ تمكن من إقامة ما يطلق عليه طاحونة براش فى كليفلاند بولاية أوهايو بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1888 ، و التى إتخذت شـــكل المروحة الضخمة مع إضافة ذيل (إرتفاع حوالى 18 متر و تشغل مساحة حوالى 17 متر) (شكل 1). [1] [2]

[1] طاقة الرياح: طاقة متجددة و رخيصة ، بوابة فيدو
https://www.feedo.net/ScienceAndTechnology/Technology/EssentialTechnology/WindPower.htm?fbclid=IwAR3KR2S27HB3GdiJR204xMJ1qTjyVvR8LJInxmvwfpbOD9cxfqNEa1Y5g0c#4

[2] Arundhuti Banerjee and Others, Dynamic Analysis of Offshore Wind Turbine Structures, August 2016
https://www.researchgate.net/publication/315897839_Dynamic_Analysis_of_Offshore_Wind_Turbine_Structures

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

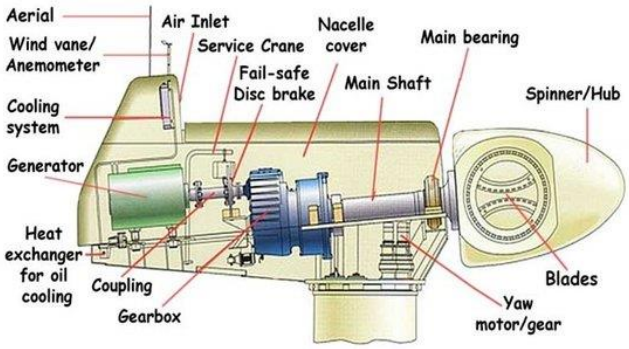
إستمرت طاحونة براش على مدار عشرون عاماً فى توليد حوالى 12 كيلو واط من الكهرباء ثم أهملت.



شكل (1) طاحونة براش

و مع بدايات عام 1940 عادت طاقة الرياح مرة أخرى إلى الصورة لتصبح محوراً للإهتمام ، و تصبح معها الدنمارك مركزاً متخ صصاً فى درا سة توربينات الهواء، و إن لم يبدأ التطور الحقيقى فى هذا المجال إلا مع الزيادة المضطردة فى أسعار النفط عام 1970.

و على الرغم من كونها أحد أشهر أنواع الطاقات النظيفة الجديدة و المتجددة، و من أكثرها شيوعاً ، وقف الحجم و الضجيج المتولد كنتيجة لإستخدام طاقة الرياح حائلاً دون إستخدامها بجانب المدن أو بالقرب من التجمعات السكانية.



شكل (2) التروس و الأجزاء المعدنية الخاصة بأحد التوربينات المستخدمة فى طاقة الرياح [3]

و يمكن تقسيم الأصوات الصادرة عن توربينات توليد الكهرباء من طاقة الرياح إلى شقين، الشق الأول و هو الأ صوات المتولدة عن حركة التروس و الأجزاء المعدنية و الميكانيكية مع بع ضها البعض (شكل 2)، و الذى يـ صدر غالباً مع بداية عملية التحريك، أما الـ شق الأخر فهو ما يتولد كنتيجة لحركة الهواء على شفرات التوربينة لينتج صوتاً أشبه ما يكون بصوت الطنين، يتزايد نسبياً مع تزايد سرعة الرياح.

[3] Ghaeth Fandi and others, Modeling and Simulation of a Gearless Variable Speed Wind Turbine System with PMSG, Department of Electrical Power Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic, 2017.

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

و تتميز التوربينات حديثة الـ صنع و التى يمكن عن طريقها إنتاج الطاقة الكهربية بمعدل يتراوح ما بين 2- 3 ميجا واط بكونها الأهدأ صوتاً ، حيث أنها لا تنتج أصواتاً تزيد عن 43 ديسيبل تقريباً [4] مقارنة بغيرها من التوربينات المصنوعة خلال فترة الثمانينيات و أوائل التسعينيات من القرن المنصرم و التى كانت تصدر أصواتاً تقارب أصوات الجرارات و المعدات الزراعية (100 ديسيبل تقريباً) لتوليد ما بين 100 – 500 كيلو واط من الكهرباء فقط[5] ، حيث تم تخفيض الأصوات الناتجة عن المولد و التروس ، و كذلك إعادة تصميم شفرات التوربينات للتخفيف من الأصوات و الضجيج.

و على الرغم من كل ما تقدم فإنه يشترط عند تركيب أى من توربينات طاقة الرياح الحديثة حتى أن تبعد مسافة حوالى 1000 متر عن أقرب التجمعات السكانية، و ذلك إن كان إرتفاع تلك التوربينة يتعدى 25 متر و لا يتجاوز 50 متر، أما فى حالة التوربينات التى يتعدى إرتفاعها 50 متر و لا يصل إلى 100 متر فيشترط أن يتم تركيبها على بعد 1500 متر ، أما بالنسبة للتوربينات التى يتجاوز إرتفاعها 100 متر و لا يصل إلى 150 متر فيشترط أن تبعد عن التجمعات السكنية بمسافة لا تقل عن 2000 متر، كما يشترط أن تبعد التوربينات التى يتجاوز إرتفاعها 150 متر بمسافة لا تقل عن 3000 متر عن أقرب التجمعات السكانية (شكل 3) و ذلك للحد من آثار الأصوات و الضجيج الصادر عنها. [6] [7] [8] [9]

---

[4] Keith Longtin, How Loud is a Wind Turbine, August 2014
https://www.ge.com/news/reports/how-loud-is-a-wind-turbine?fbclid=IwAR0z26OkUzQl6V6rxRYkpltr4nuAhgVVeho9LDZ3ufPQkkM6jiLHikMGrho

[5] Noise from wind turbines, Ministry of Environment of Denmark, Environmental Protection Agency
https://eng.mst.dk/air-noise-waste/noise/wind-turbines/noise-from-wind-turbines/?fbclid=IwAR1XY6Ur1hMmD44UeKlshpIT74CJOh76WpiSzJ5HcFL_kD9HSGuBR-TBPPM

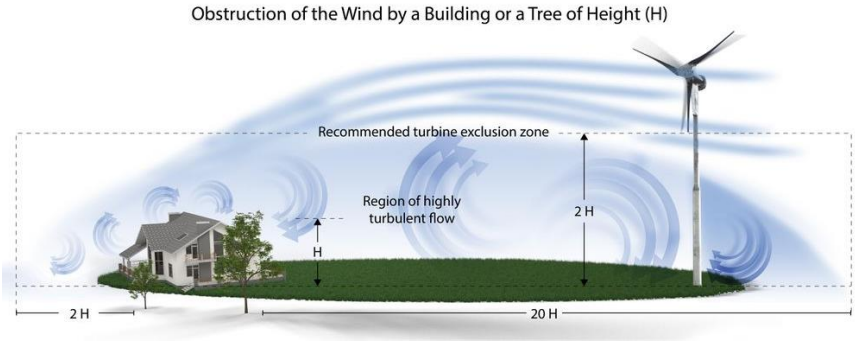
[6] Keith Longtin, How Loud is a Wind Turbine, August 2014
https://www.ge.com/news/reports/how-loud-is-a-wind-turbine?fbclid=IwAR0z26OkUzQl6V6rxRYkpltr4nuAhgVVeho9LDZ3ufPQkkM6jiLHikMGrho

[7] Wind Turbines (Minimum Distances from Residential Premises) Bill [HL], 2010
https://publications.parliament.uk/pa/ld201011/ldbills/017/11017.1-i.html

[8] Christopher Barclay, Wind Farms – Distance from housing, 2012.
https://savestraiton.files.wordpress.com/2013/02/uk-distance-from-housing.pdf

[9] Holger Schmitz, New distance rules for wind turbines, Noerr, August 2020.
https://www.noerr.com/en/newsroom/news/new-distance-rules-for-wind-turbines

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846



شكل (3) المسافات البينية بين توربينات طاقة الرياح و التجمعات السكانية

ماذا يقصد بأشجار الرياح :

هى توربينات صغيرة بنصف حجم التوربينات التقليدية المتعارف عليها تقريباً، إذ لا يتعدى إرتفاع تلك التوربينات العشرة أمتار [10] ، و لا تحتاج إلا لحوالى ثمانيه إلى عشرة أمتار فقط كحيز للعمل [11] ، فى حين يبلغ وزن الواحدة منها حوالى أربعة أطنان [12] .

[10] KATIE GLOEDE, Wind Trees : Turbines for Small Residential Spaces, January 2015 https://www.architectmagazine.com/technology/wind-trees-turbines-for-small-residential-spaces_c?fbclid=IwAR3IusQ17wRG-miOvB-Kmi7RWN0Hoq9ysbqix-4YMoz_wZqoCg5t3kDVgvc

[11] Keith Breene, Meet the wind turbine that looks like a tree, October 2016 https://www.weforum.org/agenda/2016/10/wind-turbine-that-looks-like-a-tree/?fbclid=IwAR16e6OMwvThL_EyRENHrViavr2TES4qrIF6GBlW5SFpbbW79QvGRK1IQWg

[12] Achyuthan Ramaswamy, Wind Turbine Trees – Aeroleaves – NewWind https://www.arch2o.com/wind-turbine-tree-aeroleaves-newwind/?fbclid=IwAR2gxYpTvSP8eAMHRAYyU_xaA812KVEHZStOP7QAUnfoBTRLLnI9wI6jGAI

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

شكل (4) شكل عام لأحد أشجار الرياح [13]

يرجع بداية ظهور النموذج الأول لتلك التوربينات التى تأخذ فى شكلها و مظهرها العام شكل الشجرة إلى عام 2013، فى حين تم البدء فى إستخدامها فعلياً مع بدايات عام 2016 [14] ، و تتكون من جذوع معدنية أساسية (غالباً ما تكون ثلاثة جذوع) تنقسم تلك الجذوع إلى فروع أصغر، بحيث يحمل كل فرع منها مجموعة من الوحدات البلاستيكية مخروطية الشكل يتراوح عدد تلك الوحدات ما بين 12– 54 تمثل الأوراق (شكل 4)[15] .

\

[13] KATIE GLOEDE, Wind Trees : Turbines for Small Residential Spaces, January 2015 https://www.architectmagazine.com/technology/wind-trees-turbines-for-small-residential-spaces_c?fbclid=IwAR3IusQ17wRG-miOvB-Kmi7RWN0Hoq9ysbqix-4YMoz_wZqoCg5t3kDVgvc

[14] Melody Schreiber, Man-made “wind trees” will finally make it possible to power homes using turbines, August 2016 https://qz.com/763715/wind-trees-mini-turbines-that-can-power-homes?fbclid=IwAR2D1hZ__7sGssdXvaIxLC3tj_EP9MjY6Dr2un-LOQN2xkSgA4OT7-zXB1o

[15] New World Wind, The wind tree silently generates electricity from gentle breezes, July 2022 https://www.startupselfie.net/2022/07/23/the-wind-tree/?fbclid=IwAR1Uy8QkD_NTrYjCvX1x7yP8eGTk6ARLBKzRInQ9nIIaWt2gmuISJVsAUfw

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

تحتوى كل وحدة من الوحدات المخروطية السابق الإشارة إليها مجموعة مغناطيسية مثبته تقوم بتوليد الصدمات الكهربية عند دورانها (شكل 5).[16]

شكل (5) المكونات و المجموعة المغناطيسية الخاصة بإحدى الوحدات المخروطية [17]

تتميز تلك الوحدات بكونها بطيئة السرعة يمكنها عن طريق القطبية المغناطيسية إقتناص أقل دفقات أو نسمات الهواء التى تقل سرعتها عن 8 Kph و تحويلها إلى طاقة كهربية [18] ، مقارنة بالتوربينات التقليدية و التى كانت تستلزم وجود حركة و نشاط للرياح لا تقل سرعته عن 35 Kph حتى تتمكن من تحويله إلى طاقة كهربائية. [19]

---

[16] Achyuthan Ramaswamy, Wind Turbine Trees – Aeroleaves – NewWind https://www.arch2o.com/wind-turbine-tree-aeroleaves-newwind/?fbclid=IwAR2gxYpTvSP8eAMHRAYyU_xaA812KVEHZStOP7QAUnfoBTRLLnI9wI6jGAI

[17] المرجع السابق .

[18] Megan Barber, Urban “wind Trees” generate electricity from breezes – A micro wind turbine that can work in the city, March 2017 https://archive.curbed.com/2017/3/14/14914302/wind-tree-turbine-for-sale?fbclid=IwAR3lusQ17wRG-miOvB-Kmi7RWN0Hoq9ysbqix-4YMoz_wZqoCg5t3kDVgvc

[19] Keith Breene, Meet the wind turbine that looks like a tree, October 2016 https://www.weforum.org/agenda/2016/10/wind-turbine-that-looks-like-a-tree/?fbclid=IwAR16e6OMwvThL_EyRENHrViavr2TES4qrIF6GBlW5SFpbbW79QvGRK1IQWg

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

و يمكن عن طريق تلك التوربينات توليد ما يكفى لقطع سيارة كهربائية لمسافة تصل إلى 16,000 Km ، و هو ما يوازى حرق 160 جالوناً من الوقود الأحفورى تقريباً (حوالى 2,400 KWh) من الكهرباء على مدار العام. يعتبر إستخدام تلك التوربينات فى توليد الطاقة الكهربية مكلفاً نوعاً ما مقارنة بالطاقة الشمسية مثلاً إذ تبلغ تكاليف إقامة و تشغيل

الوحدة الواحدة من تلك التوربينات حوالى 56,000 دولار فى حين تبلغ تكلفة إنشاء محطة لتوليد نفس القدر من الكهرباء بإستخدام الطاقة الشمسية حوالى 22– 23 ألف دولار فقط، و لكن تكمن أكبر ميزات تلك التوربينات فى كونها صغيرة الحجم لا تحتاج إلى مساحة كبيرة للعمل مقارنة بمحطات الطاقة الشمسية، إذ أنه يستلزم توفير ما مقداره حوالى 40 متر مربع لإنشاء محطة للطاقة الشمسية لإنتاج نفس القدر من الكهرباء، و هو ما يوازى أربعة أضعاف المساحة المطلوبة لإقامة توربينة الرياح أو يزيد، الأمر الذى يصبح معه إستخدام هذا النوع من التوربينات فى توليد الكهرباء أكثر منطقية و فاعليه. [20]

هذا و قد قامت قامت شركة New Wind الفرنسية بالتزامن مع إجتماعات قادة العالم خلال قمة المناخ Cop21 المنعقدة بمركز مؤتمرات لو بورجيه Le Bourget Conference Center بباريس عام 2015، بتركيب زوج من أشجار الرياح بأحد مراكز الإشعاع الثقافى و الحضارى و أحد أشهر ميادين العاصمة الفرنسية ميدان الكونكورد، لبيان جدوى إستخدامها و التأكيد على فاعليتها و كفاءتها و تواءمها و عدم إضرارها بمكان العمل و البيئة المحيطة.

النتائج :-

1. تتميز أشجار الرياح بكونها توربينات صامتة سريعة ردة الفعل.
2. تتميز أشجار الرياح بكونها أقل عرضة و تأثراً بالتقلبات الجوية، و ذلك لإحتياجها إلى القدر القليل من طاقة الرياح للبدء فى توليد الكهرباء مقارنة بغيرها من توربينات الرياح التقليدية و التى و على الرغم من كونها تقوم بتوليد طاقة كهربية أكبر إلا أنها تحتاج إلى سرعات عالية من الرياح للبدء فى العمل.
3. ت شكل توربينات الرياح التقليدية ذات الـ شفرات الـ ضخمة تهديداً صريحاً لحياة الكثير من الطيور و الخفافيش و الكائنات البرية، على العكس من أشجار الرياح و التى تعتبر الأكثر أماناً و صداقة للبيئة و الحياة البرية.
4. ي ستلزم توافر ن شاط لحركة الرياح بـ سرعات عالية و شبه ثابته لـ ضمان توليد الكهرباء بـ شكل مـ ستمر و منتظم بإستخدام توربينات الرياح التقليدية، الأمر الذى تضطر معه الجهات المعنية إلى الإستعانة بكميات كبيرة من الوقود الأحفورى لتوليد الكهرباء فى حالة عدم وجود ن شاط لحركة الرياح، على العكس تماماً من أ شجار الرياح التى لا تحتاج إلا للقدر القليل من حركة الرياح للبدء فى الدوران و توليد الكهرباء و هو الـ شئ المتوافر فى أغلب الأحيان، الأمر الذى يجعلها أكثر فاعلية و مناسبة للإستخدام إلى حد كبير خاصة فى المناطق التى لا تشهد نشاطاً كبيراً
5.

[20] Melody Schreiber, Man-made “wind trees” will finally make it possible to power homes using turbines, August 2016
https://qz.com/763715/wind-trees-mini-turbines-that-can-power-homes?fbclid=IwAR2D1hZ__7sGssdXvaIxLC3tj_EP9MjY6Dr2un-LOQN2xkSgA4OT7-zXB1o

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 14 1 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

6. لحركة الرياح و المناطق الآهلة بالســـكان فى حين يفضـــل الإســـتعانة بالتوربينات التقليدية فى الأماكن البعيدة و المناطق الصحراوية و المنعزلة و الغير آهلة بالسكان.

التوصيات :-

يو صى الباحث بـ ضرورة حدوث نوع من التكامل فى إ ستخدام كلاً من توربينات الرياح التقليدية و أ شجار الرياح لضمان تحقيق الإستفادة المثلى من أى نشاط لحركة الرياح على إختلاف سرعاتها و درجة إنتظامها، كما يوصى الباحث بالســـعى إلى تفعيل مفهوم أشـــجار الرياح، و أهمية تواجدها فى الميادين و المتنزهات و الأماكن العامة و التجمعات الـ سكانية لما لها من مردود على تحـ سين كفاءة الطاقة، و المـ ضى قدماً فى مـ سار مـ ستدام لتأمين إحتياجات الأجيال الحالية و المستقبلية ، دون التأثير على الشكل العام أو المظهر الحضارى لتلك الأماكن و التجمعات.

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 14 1 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

المراجع:

1. طاقة الرياح: طاقة متجددة و رخيصة ، بوابة فيدو
https://www.feedo.net/ScienceAndTechnology/Technology/EssentialTechnology/WindPower.htm?fbclid=IwAR3KR2S27HB3GdiJR204xMJ1qTjyVvR8LJInxmvwfpbOD9cxfqNEa1Y5g0c#4
2. Achyuthan Ramaswamy, Wind Turbine Trees – Aeroleaves – NewWind
https://www.arch2o.com/wind-turbine-tree-aeroleaves newwind/?fbclid=IwAR2gxYpTvSP8eAMHRAYyU_xaA812KVEHZStOP7QAUnfoBTRLLnI9wI6jGAI
3. Arundhuti Banerjee and Others, Dynamic Analysis of Offshore Wind Turbine Structures, August 2016
https://www.researchgate.net/publication/315897839_Dynamic_Analysis_of_Offshore_Wind_Turbine_Structures
4. Christopher Barclay, Wind Farms – Distance from housing, 2012.
https://savestraiton.files.wordpress.com/2013/02/uk-distance-from-housing.pdf
5. Ghaeth Fandi and others, Modeling and Simulation of a Gearless Variable Speed Wind Turbine System with PMSG, Department of Electrical Power Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic, 2017.
6. Holger Schmitz, New distance rules for wind turbines, Noerr, August 2020.
https://www.noerr.com/en/newsroom/news/new-distance-rules-for-wind-turbines
7. KATIE GLOEDE, Wind Trees: Turbines for Small Residential Spaces, January 2015
https://www.architectmagazine.com/technology/wind-trees-turbines-for-small-residential-spaces_c?fbclid=IwAR3lusQ17wRG-miOvB-Kmi7RWN0Hoq9ysbqix-4YMoz_wZqoCg5t3kDVgvc
8. Keith Breene, Meet the wind turbine that looks like a tree, October 2016
https://www.weforum.org/agenda/2016/10/wind-turbine-that-looks-like-a-tree/?fbclid=IwAR16e6OMwvThL_EyRENHrViavr2TES4qrIF6GBlW5SFpbbW79QvGRK1IQWg
9. Keith Longtin, How Loud is a Wind Turbine, August 2014
https://www.ge.com/news/reports/how-loud-is-a-wind-turbine?fbclid=IwAR0z26OkUzQl6V6rxRYkpltr4nuAhgVVeho9LDZ3ufPQkkM6jiLHikMGrho

Art and Architecture Journal
VOLUME 4, ISSUE 1, 2023, 141 – 151
Print ISSN 2805-2838
Online ISSN 2805-2846

10. Megan Barber, Urban “wind Trees” generate electricity from breezes – A micro wind turbine that can work in the city, March 2017 https://archive.curbed.com/2017/3/14/14914302/wind-tree-turbine-for-sale?fbclid=IwAR3lusQ17wRG-miOvB-Kmi7RWN0Hoq9ysbqix-4YMoz_wZqoCg5t3kDVgvc
11. Melody Schreiber, Man-made “wind trees” will finally make it possible to power homes using turbines, August 2016 https://qz.com/763715/wind-trees-mini-turbines-that-can-power-homes?fbclid=IwAR2D1hZ__7sGssdXvaIxLC3tj_EP9MjY6Dr2un-LOQN2xkSgA4OT7-zXB1o
12. New World Wind, the wind tree silently generates electricity from gentle breezes, July 2022 https://www.startupselfie.net/2022/07/23/the-wind-tree/?fbclid=IwAR1Uy8QkD_NTrYjCvX1x7yP8eGTk6ARLBKzRInQ9nIIaWt2gmuISJVsAUfw
13. Noise from wind turbines, Ministry of Environment of Denmark, Environmental Protection Agency https://eng.mst.dk/air-noise-waste/noise/wind-turbines/noise-from-wind-turbines/?fbclid=IwAR1XY6Ur1hMmD44UeKlshpIT74CJOh76WpiSzJ5HcFL_kD9HSGuBR-TBPPM
14. Wind Exchange Energy Zone, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy https://windexchange.energy.gov/small-community-wind-handbook
Wind Turbines (Minimum Distances from Residential Premises) Bill [HL], 2010 https://publications.parliament.uk/pa/ld201011/ldbills/017/11017.1-i.html