طراحی وساخت توربین بادی با رویکرد المان زیبا سازی شهری

۱- غلامرضا نعمتی ۲- مرتضی نورشهرکی۳- محمد عبدالله زاده
۱- مدیرعامل شرکت دانش بنیان مِسِن انرژی قشم
۲- کارشناس واحد برق اداره کل بنادر و دریانوردی استان سیستان و بلوچستان
۳- رئیس هیئت مدیره شرکت مانا سپهر آریان

Email:Nemati2004@gmail.com
Email:m.shahraki@yahoo.com
Email: dehnov@yahoo.com

چکیده

یکی از منابع مهم انرژی که مورد توجه بسیاری از کشورهای دنیا قرار گرفته است ، انرژی حاصل از جریان باد است که بسیار پاک ، ارزان و دائمی می باشد.در این مقاله تحلیل آماری بر روی داده های وزش باد بندر چابهار در جنوب استان سیستان و بلوچستان انجام شده ، براساس داده ها، طراحی و شبیه سازی لازم جهت ساخت توربین عمود محور انجام گردیده و نمونه هائی درمقیاس کوچک بااستفاده از چاپگرهای سه بعدی ساخته و گواهی ثبت اختراع و طرح صنعتی دریافت شده است. درنهایت طرح امکان سنجی احداث شبکه روشنائی معابر بطول ۱۰۰۰ متر شامل پایه های روشنائی دارای سیستم های ترکیبی بادی – خورشیدی با استفاده از چراغ های روشنائی LED به سفارش سازمان منطقه آزاد چابهار ارائه شده است . دراین پروژه سیستم بگونه ای ساخته می شود که ضمن حفظ المان زیبا سازی ، قادر به تامین روشنائی کل مسیر باشد . نتایج نشان داده با نصب توربین های بادی عمود محور امکان کاهش انرژی فسیلی با استفاده بهینه از انرژی تجدید پذیر تا مرز صفر وجود دارد.

کلمات کلیدی: توربین ، باد، چگالی ، المان ،گشتاور

۱. مقدمه

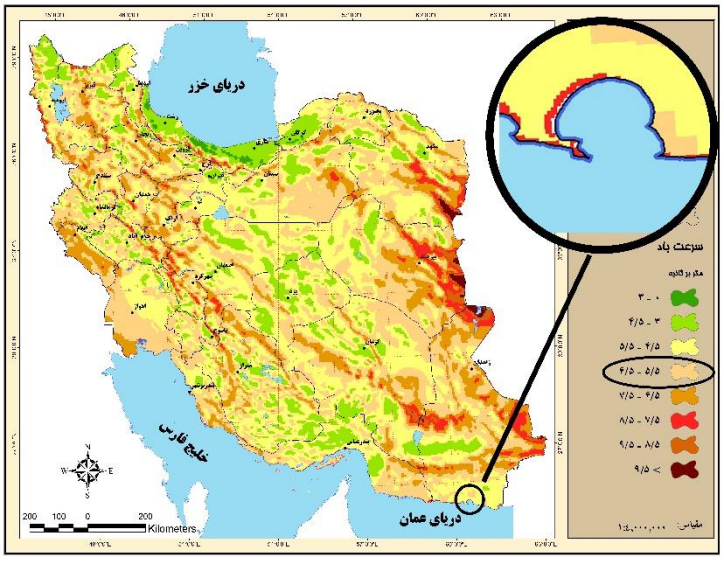
باتوجه به اینکه درهزاره سوم تعامل تنگاتنگی بین شهر و شهروند برقرار می باشد ، بوضوح مشخص می شود که پروژه‌های زیباسازی در جهت گسترش این ارتباط می بایست تعریف شوند .لذا نگاه مدیران شهری، دستیابی به شهری خلاق، پرورنده، مستعد و زیبا میباشد. شهری با رونق اقتصادی و فرهنگی که ساکنان و مسافرانش از حضور در آن احساس لذت ببرند و از هر فرصتی برای ارتباط با شهر استفاده کنند.امروزه در کشورهای توسعه یافته ، هدف از زیباسازی، فراهم آوردن محیطی است که همگی در آن احساس آرامش کنند . طراحی ، ساخت و نصب المان های زیباسازی شهر که ترکیبی از معماری و توجه به مدیریت سبز انرژی را درخود جاداده باشد ، یکی از اهداف مهم د رپروژه توسعه زیبا سازی شهری است . استفاده هرچه بیشتر از انرژی های تجدید پذیر و بدون آلایندگی

درحال افزایش است . از میان همه نیروهای طبیعی، سهولت و تداوم نیروی باد در برخی مناطق درکنار معضل اتلاف انرژی سبب گردیده تا موضوع به کارگیری مولدهای انرژی و هماهنگی آنها با محیط شهری مورد توجه قرار گیرد. نصب توربین های بادی در فضاهای عمومی و ترکیب آنها با المان های زیباسازی ، نمونه ای از این گرایش هاست. با این حال توربین افقی محور در محیط های شهری، به دلیل وجود لبه های راست گوشه ساختمان ها و ایجاد آشفتگی هوائی در اطراف آنها، و تاثیرات زیست محیطی ناشی از چرخش پره ها ارزیابی قابل قبولی نداشته است. علاوه برآن مزیت توربین ها ی عمود محور بشرح زیر خلاصه میگردد:

- توربین های عمود محور ساختار قدرتمندی دارند که مانع بروزمشکلات کنترلی میگردد.
- این توربین ها میتوانندانرژی باد را درهرجهتی دریافت کنند.
- توربین ها ی عمود محور آرام وبیصدا هستند .
- این توربین ها بدلیل قرارگرفتن در ساختار باریک قابلیت بالائی جهت اتصال به شبکه محلی را دارا میباشند.

توربین های عمود محور می توانند انرژی مقتضی را از جریان های درون شهری تامین نمایند. بنابراین، نقش طراحان برای خلق توربین های عمود محور از یک سو با تمرکز به جریان ورودی به توربین ها، سرعت باد و موضوع مهم تاثیر توربین ها بر منظر شهری جزء چالش های مهم مهندسین در سالهای اخیر بوده است. تلاش بثمر رسیده از ایده تا عمل شرکتها ی دانش بنیان درکنار نگاه توسعه ای برای طراحی و ساخت نخستین توربین های مقیاس کوچک بادی بظرفیت ۳۰۰ وات برپایه المان زیبا سازی شهرو تولید انرژی پاک با رویکرد طراحی یکپارچه و الهام گرفته از معیارهای لازم تلفیق مهندسی معماری و انرژی جهت تامین روشنائی معابر در یک پروژه پایلوت درادامه تشریح گردیده است .

براســاس اطلس باد ایران[1] ، منطقه عمومی چابهار درارتفاع ۱۰ متری دارای ســرعت متوســط باد بین ۵/۵ تا ۶/۵ متر برثانیه میباشــد. یافته های تحقیقات بانجام رسـیده نشـان داد که ایســتگاه های ســیری، زرینه اوباتو ، تربت جام، بندر چابهار، جزیره ابوموســی تبریز، زاهدان، نوژه همدان ، ســردشــت و کهنوج در یک طبقه بندی آماری ، دارای متوسـط سـالانه سـرعت باد بین ۶ تا۱۰ نات (برابر با ۳/۶ تا ۸ متربرثانیه) می باشـد و آماربرداری ده ســاله نشــان داده که بند رچابهار دربیشـتر از ۵۰ درصـد زمانی باد با سـرعت بالایی ۱۰ نات دارد. همچنین داده های ایســتگاه‌های محلی حداکثر ســرعت باد را در فصــل بهار و تابستان ثبت نموده است .تصویر (۱)



تصویر(۱) : اطلس باد ایران و وضعیت سرعت باد د ربند رچابهار

لذا از نظر پتانسیل انرژی بادی در سطح کشور با مقادیر بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ ژول در متر مربع، ایستگاه چابهار در این منطقه قرار دارد که در بسیاری از روزهای سال شرایط وزش باد برای بکارگیری توربین های بادی متداول مهیا می باشد و راه اندازی این توربین‌ها می تواند از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد. بااینحال عدم مقرون بصرفه بودن نصب نیروگاههای بادی متداول با ظرفیت بالای ۵۰ کیلووات ، امکان جایگزین ساز ی توربین ها ی عمود محور باظرفیت پائین تر را دراین مناطق اقلیمی توجیه پذیر ساخته است .

۲. مبانی طراحی توربین

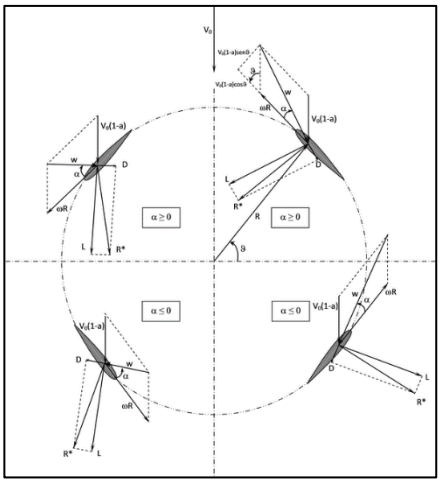
توربین های عمود محور از نظر نوع عملکرد پره ها به دو دسته تقسیم میشوند : دسته ی اول از نوع Lift type محسوب شده و کارکرد آنها از اصل برنولی پیروی کرده و ایجاد نیروی بالابرنده عمود بر زاویه ی حمله باد میکند. نوع دوم Drag type محسوب شده و همانطور که از نامش پیداست انرژی خودرا مستقیم از انرژی جنبشی باد میگیرند[2]. پره های نوع Lift type در میان انواع توربین های عمود محور امروزه محبوبیت بیشتری کسب کرده است و ضریب بالای راندمان سبب کارکرد گسترده این نوع پره صنعت ساخت توربین بادی شده است. (شکل ۱) نیروی lift در هر دوران دو بار تغییر جهت میدهد که با اختلاف کمی نسبت به زاویه ی عمود بر محور دوران، حسب رابطه (۱) باعث دوران توربین میشود.

$$C_l = \frac{2L}{A\rho v^2} \qquad (۱)$$

که در آن C_l ضریب بالابرنده ، A مساحت پره (m2)، ρ دانسیته (kg/m3)، V سرعت (m/s)، متغیرهای معادله هستند.

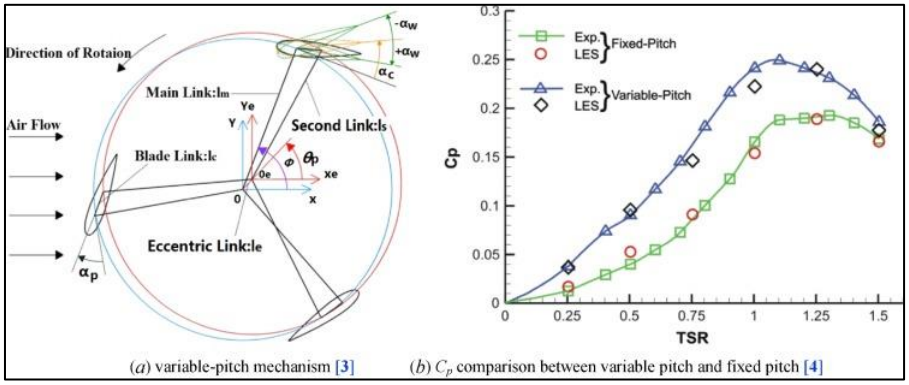
شکل ۱: نیروی بالابرنده و تاثیرآن در حرکت پره ها

باینحال این نیروی مازادی که کاملا باید توسط سازه دفع شود، به مرور زمان و با ایجاد تنش های درونی برای سازه، سبب خستگی و فرسایش شده و کارکرد این نوع از توربین را به پارامتر های بسیار پیچیده ای وابسته میکند و همین امر استفاده از این نوع توربین های عمود محور در ابعاد عظیم را با تغییر های بنیادین روبه رو کرده است. هرچقدر سرعت باد افزایش پیدا کند، نیروی بالابرنده هم در این نوع سازه فزونی خواهد یافت و میتوانیم سرعت دوران بیشتری انتظار داشته باشیم . (شکل ۲).



شکل (۲) : دوران پره های توربین دراثر عملکرد نیروی بالابرنده

از سوی دیگربا افزایش سرعت باد ، نیروی lift هم در این نوع سازه فزونی خواهد یافت و میتوانیم سرعت دوران بیشتری انتظار داشته باشیم. برای رسیدن به دور بالاتر، نوع Lift type گزینه ی مناسبی است، اما برای کارکرد با گشتاور بالا، drag type پرچمداری میکنند. به زبانی دیگر، drag type میتوانند با سرعتی از باد وارد مدار تولید انرژی شوند که Lift type در آن محیط هنوز دوران نکرده اند. این نوع توربین ها گشتاور لازم برای غلبه بر ممان اینرسی یا لختی دورانی خودرا از پره نوع drag type میگیرند و بعد از شروع حرکت سرعت دوران را بواسطه ی پره های Lift type افزایش میدهند. مزیتی که توربین عمود محور در این مرحله نسبت به توربین افق محور دارد، تاثیر پذیری از جریان های هرچند آشفته ی باد در جهات گوناگون بدون نیاز به تغییر جهت سازه است و همین امر بخشی از هزینه های سازه را کاهش داده و به کارگیری آن (در فرآیند تولید و نصب) را نسبت به توربین افق محور تسهیل میکند. در منحنی (۱) گشتاور ورودی یک توربین عمود محور با سه پره مارپیچی شکل به تصویر کشیده شده است و این یک سیکل ۳۶۰ درجه از دوران است، همانطور که مشاهده میکنید گشتاور در این نوع از توربین فارغ از نوع توربین، خطی و فزاینده نیست (مانند توربین افقی محور) .



منحنی (۱): گردش ۳۶۰ درجه توربین متشکل از اعمال گشتاور نیروی بالابرنده سه پره مارپیچی

با تکیه به تحلیل ها و مطالعات، نوع drag type برای طراحی بهترین انتخاب بوده و مارا مجاز میکند تا از ورق های کامپوزیتی و یا فلزی استفاده کنیم، بدون اینکه نیاز به فرم دوکی شکل همراه با پیچیدگی تولید داشته باشیم. این امر وزن سازه را تا حد زیادی کاهش خواهد داد و در فرآیند تولید، هیچ پیچیدگی مشکل آفرینی بوجود نخواهد آورد. نحوه ی برخورد با ساختار این ورق ها بسیار حائز اهمیت است و هرچقدر هوشمندانه تر صورت گیرد، بازده بالاتری را به ثمر خواهد رساند.از همین رو، طراحی ها در این عرصه بسیار متفاوت هستند و هر مجموعه به زعم نیاز، انتظار و توان تولید خود دست به طراحی میزند. لذا جلب حداکثری انرژی جنبشی باد ازاهمیت خاصی دراین طراحی ها برخوردار است . فرم متداول برای توربین عمود محور drag type ، فرم مارپیچ با دو پره مسطح است که علاوه بر جذب انرژی جنشی جریان باد، آنرا هدایت کرده و در مسیر برگشت هم از آن گشتاور برای دروان دریافت میکنند.شکل (۳) این گشتاور ثانویه، تحت تاثیر یک هم پوشانی میان نیم دایره ها ایجاد میشود که برای آن هم منطقی تعیین میشود. [3]

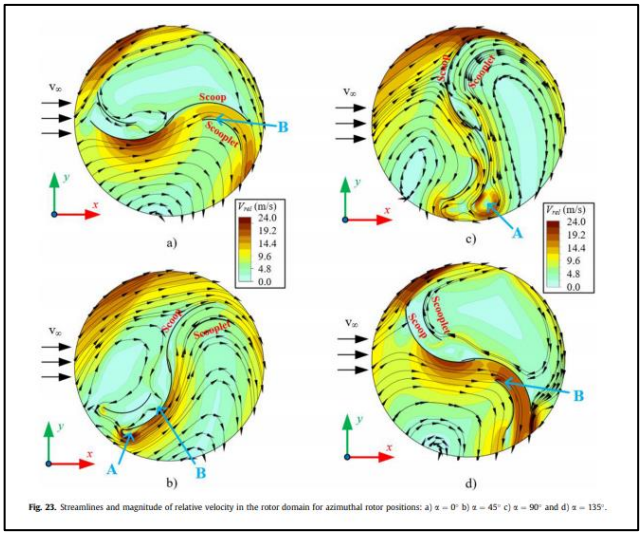


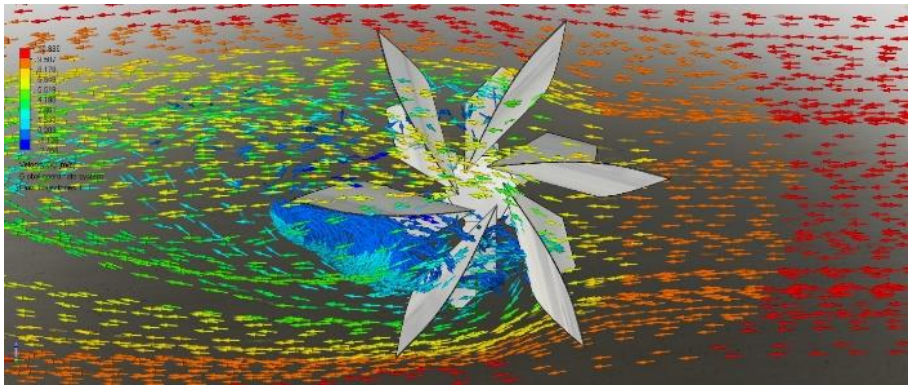
Fig. 23. Streamlines and magnitude of relative velocity in the rotor domain for azimuthal rotor positions: a) α = 0° b) α = 45° c) α = 90° and d) α = 135°.

شکل (۳): جریان های گردانی حول پره مارپیچ

اما در صورتی که تعداد این پره ها از دو عدد فزونی یابد، تداخل این پره ها، اجازه ی عبور جریان و این تبادل گشتاور ساز را نمیدهد. با افزایش تعداد پره ها، لختی دورانی سازه و بازده سازه به صورت همزمان افزایش پیدا میکند، اما نه به صورت خطی. وقتی تعداد پره ها از ۶ بالا تر میرود، بازده افت میکند و جریان باد سازه را دور میزند. از طرفی، هرچقدر سازه سطح بیشتری را اشغال کند، گشتاوری مخرب در راستای واژگونی به سازه وارد میشود که همین مسئله در شرایط طوفانی، اگر منجر به ریشه کن شدن سازه نشود، در مدت کوتاهی آنرا به تعویض بلبرینگ ها نیازمند خواهد کرد. برای افزایش پایداری سازه و همچنین افزایش کارکرد قطعات غلتشی، به جای استفاده از انواع بلبرینگ ها در مرکز دوران سازه، از چرخ برای تحمل این تنش ها بهره میگیریم و بر همین اساس طراحی میکنیم.

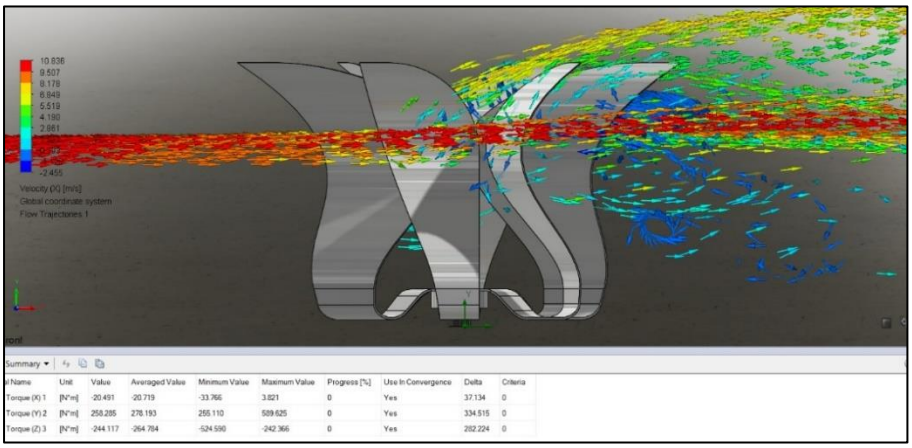
۳. طراحی بارویکرد المان زیبا سازی شهری

از رویکرد های ما برای طراحی توربین عمود محور، زیبایی این توربین جهت استفاده در فضای شهری و به عنوان المان شهریست. این توربین با الهام از گل، فضای طراحی کاملا گیاهی دارد و تماما به بواسطه امکان طراحی منعطف ، قابل تولید است .لذا طرح گل جهت فرآیند تحلیل جبهه ها و جریان های باد بر مورد استفاده گرفت. بااستفاده از برنامه Solid Work در این تحلیل، سرعت مبنای جریان ورودی باد ۱۰ متر بر ثانیه درنظر گرفته شد. مطابق با آنالیز صورت گرفته در شکل (۴) این توربین بر اساس چرخش ساعت گرد طراحی و تحلیل شده و همانطور که مشاهده میشود، بیشترین افت سرعت باد، پشت پره موافق محقق شده و این گردابه، سرعتی کمتر از ۱ متر بر ثانیه دارد. همین امر این پروانه را در این جهت به گردش می اندازد. بعد از هر تحلیل، زوایا و طراحی پره هارا بهبود داده و به شماتیکی زیبا تر و بهینه تر میرسیدیم.



شکل (٤): تحلیل جریانی باد درتوربین های با ٦ پره مارپیچ

پره هائی که هم راستا با جریان باد است، این جریان را با زاویه ی خود به سمت مخالف حرکت خود پرت میکند. این اتفاق هرچند منجر به ایجاد نیروی دورانی میشود، اما پره ای که در جهت عکس قرار دارد با دریافت دنباله ی این جریان، گشتاوری منفی بوجود می آورد و همین مجموعه ی عملکردی، برای این توربین در زوایای میان پره ها، حالت قفل وایستائی بوجود می آورد. (حالتی که در آن پره ها با تمام قدرت ترمز کرده و حرکت نمیکنند). برای حل این مسئله، باید توربین به دورانی حدود ۶۰ دور بر دقیقه برسد تا گشتاور حاصل هر دور، بر حالت ترمز غلبه کرده و منجر به دروان آن شود.

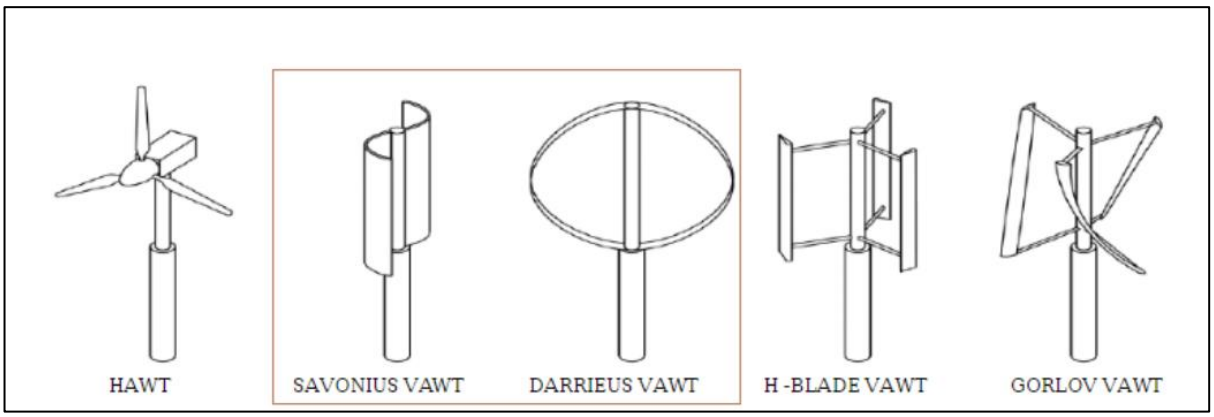


شکل (۵) : تحلیل جریانی باد پس از اعمال طراحی بصورت المان زیبا سازی بشکل گل

از آنجایی که این حالت ممکن نیست و توقع داریم توربین از همان ابتدا با نیروی باد شروع به دوران کند، این طرح را اصلاح کردیم. مطابق با شکل (۵) طرح بهینه سازی شده ی توربین عمود محور با طراحی الهام گرفته از گل میباشد. بدین ترتیب نخستین توربین عمود محور پنج پره که علاوه برزیبائی برخلاف توربین های متداول بجای دو دریچه ، دارای پنج دریچه تخلیه انرژی جنبشی است طراحی نهائی گردید. مطابق با شبیه سازی انجام شده ، جریان باد با سرعت ۳ متر بر ثانیه، در فضای منفی بلید به دام افتاده و بعد از تخلیه ی انرژی جنبشی، از فضای میانی عبور کرده و وارد فضای پره در جهت مخالف میشود، سپس توسط همین پره جهت پیدا کرده و در سمت ایجاد گشتاور مثبت زاویه میگیرد.

۳. روابط و معادلات حرکتی

بمنظور طراحی مناسب تلاش شده است از اصول و روابط حاکم بر توربین مارپیچی گورلوف (Gorlov helical turbine) استفاده شود . همانطور که در شکل (۶) مشاهده میگردد ، پره های توربین گورلوف در مقایسه با سایر انواع توربین ها امکان استحصال انرژی بیشتری را تا سطح ۲۰۰ وات فراهم می سازد.[4]



شکل (٦) : دسته بندی انواع توربین های بادی افق محور وعمود محور

جهت انتخاب بهترین نوع توربین لازم است عملکرد پره ها از طریق اصلاح شکل آیرودینامیکی آنها مورد توجه طراحان قرارگیرد. لذا با استفاده از باز طراحی توربین Darrieus شامل تغییر شکل پره ها وسطح مقطع مناسب ، بهینه سازی لازم جهت اخذ انرژی جنبشی و تبدیل آن به انرژی الکتریکی استفاده شده است . بااینحال تلاش ما براین بوده است که مقیاس تولیدانرژی را از سطح ماکزیمم ۲۰۰ وات تا سطح ۵۰۰ وات ارتقاء دهیم و بدین منظور معادلات بازنگری شده است . براساس مطالعات انجام شده ، میزان ودرجه پیچ خوردگی و شکل مستطیلی پره ها بسیار مهم میباشد. که دراین حالت داریم : (S=2R) جائی که S سطح مقطع ناحیه جاروب کنندگی پره برحسب متر میباشد. فاکتور بعدی توان تولیدی ا ز باد است که تابعی از مکعب سرعت هوا دارد مطابق با رابطه (۲):

$$p_{wind} = 1/2 \times Cp \times A \times V^3) \qquad (2)$$

که درآن Cp ضریب توان ، A مساحت پره و V سرعت باد میباشد.

چنین توانی توسط توربین بادرنظر گرفتن ضریب توان (Cp) از باد قابل استحصال خواهد بود. این ضریب بنام محدودیت آلبرت بتز شناخته شده است و ماکزیمم آن ۵۵ درصد است . یعنی در بهترین حالت فقط ۵۵ درصد توان مکانیکی حاصل از عملیات توربین به الکتریکی قابل تبدیل خواهد بود.[5]

براساس داده های آماری منطقه چابهار ، با درنظر گرفتن دانسیته هوا و سرعت متوسط باد در ارتفاع ۱۰ متری معادلات حاکم بر استحصال انرژی ا ز توربین بشرح زیر تعریف شده است :

دانسیته هوا	$\rho=1.13\ kg/m^3$
ضریب توان	$C_\rho=0.55$
سرعت نسبی جلوبرنده	$\gamma=\frac{0.7}{2}=0.35$ m
سرعت متوسط باد چابهار درارتفاع ۱۰ متر	$\upsilon=8\ m/s$
متوسط سرعت نسبی جلوبرنده	$\lambda_{av}=\frac{(2.5+2)}{2}=2.25$
سرعت زاویه ای	$\omega=\frac{(2.25*8)}{0.35}=51.4\ rad/s$

مساحت پره های توربین $A=1.5*0.7= 1.05m^2 =5.25\ m^2$ for 5 blade

محاسبه نیروی گشتاور توربین $\Gamma= \frac{\left(\frac{1}{2}*0.55\right)*1.13*5.25*8^3}{51.4}= 16.25$ N.m

توان توربین $p_{flow} = \frac{1}{2}*1.13*5.25*8^3= 1518.7$ watt

قدرت الکتریکی استحصالی توربین ۲۰ درصد براساس حد آلبرت بتز $p_{turbin} =1518.7*0.2= 303.7$ watt

به این ترتیب امکان استحصال انرژی الکتریکی در بدبینانه ترین حالت ۳۰۰ وات و دربهترین حالت بیش از ۸۰۰ وات در منطقه چابهار وکلا سواحل جنوبی ایران وجود دارد.
در عین حال اصول مبنا مانند چرخ ها و سهولت ساخت در راس توجه بوده و تمامی پره ها به وسیله ی خم شیت های برش خورده توسط لیزر، قابل تولید هستند. طرح بهینه سازی شده، در تمامی پارامتر ها موفق عمل کرده و گشتاور بالا (بدون نیروی دروان منفی) را تولید میکند. طبق تحلیل ها، جریان باد با سرعت ۳ متر بر ثانیه، در فضای منفی پره به دام افتاده و بعد از تخلیه انرژی جنبشی، از فضای میانی عبور کرده و وارد فضای پره در جهت مخالف میشود، سپس توسط همین پره جهت پیدا کرده و در سمت ایجاد گشتاور مثبت زاویه میگیرد.با افزایش ناحیه جذب باد توربین، توان بیشتری از بادقابل استحصال می باشد . این فرایند در هر شصت درجه، مجدد تکرار میشود و این سیکل گشتاور ساز را ادامه میدهد.

طبق تحلیل انجام شده با نرم افزار Solidworks ، گشتاور حاصل از این جریان (حول محورY) به طور متوسط برابر با ۱۶.۲۵ نیوتن متر خواهد بود. جرم سازه در حدود ۱۰۰کیلوگرم در صورت تولید با کامپوزیت تخمین زده میشود .

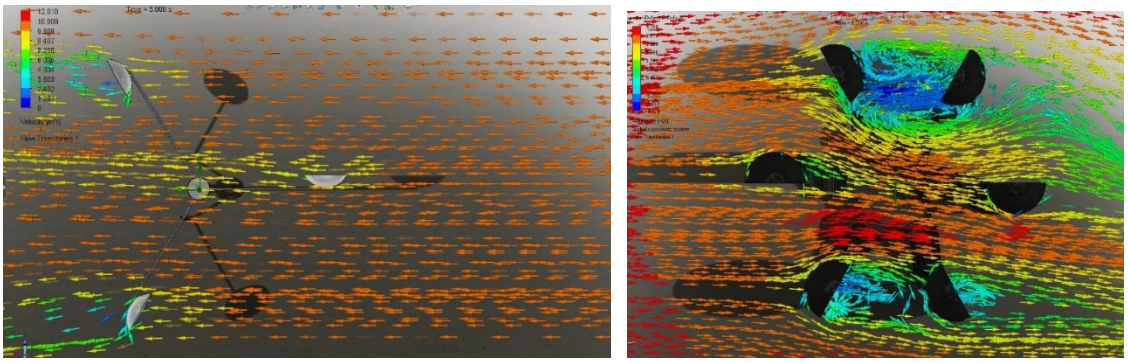
به طور کل نمیتوان رقم دقیقی از این لختی دروانی برای این سازه که جزو احجام پیچیده محسوب میشود متصور شد، اما میتوان شتابی که سازه بدان واسطه حرکت خود را شروع خواهد کرد تخمین زد که برابراست با ۱۶.۲۵ با عدد جرم سازه (تقریبی ۱۰۰ کیلوگرم) در شتاب سازه.

۴.طراحی نهائی پره های توربین

این طرح، با توجه به پتانسیل های ساختاری– مهندسی مورد تایید اولیه قرار گرفت و به مرحله تحلیل وارد شد. طبق تحلیل، پره ها هیچ تداخل منجر به تولید گشتاوری با جریان باد ندارند. بدین منظور، پره های کاپ مانند تحت باز طراحی قرار گرفته و تعداد آنها به عدد استاندارد ۶ رسید. در طراحی جدید فرم کاپ ها کاملا فرو رفته است.

این طراحی طبق تحلیل مزایا متعددی در بر داشته است.یکی از این مزایا نسبت به طرح قبلی این است که جریان باد عبوری از پشت کاپ عمود بر جریان، باعث کاهش فشار در پشت این کاپ شده و موجب تولید گشتاور در جهت مثبت میشود (اصل برنولی منجر به لیفت) ، در سمت مخالف نیز، همین فرم کاپ با دریافت جریان های خروجی، تولید گشتاور مثبت میکند.این فرم فرو رفته در یک سمت جریان را حبس کرده و تمام انرژی جنبشی آنرا دریافت میکند و در سمت دیگر، جریان را از پشت کروی خود عبور داده و حداقل

تداخل را ایجاد میکند. همچنین این سازه بسته به محدودیت های تیم تولید میتواند بسیار مرتفع باشد تا به جریان های باد بالا تر دسترسی پیدا کند. شکل (۷)



شکل (۷) : تحلیل حمله باد با ٦ کاپ که باعث ایجاد گشتاو رمشت می شود.

۵. طراحی سازه ترکیبی

سازه طراحی شده شامل یک پایه ۱۲ متری از جنس فولاد گالوانیزه است .این سازه میبایست علاوه بر دارابودن خواص یک پایه روشنائی و در عین حال نگهدارنده تاسیسات تولید انرژی ، بلحاظ معماری وزیبا سازی نیز موردتوجه باشد . در شکل (۸) یک پایه روشنائی با جزئیات موردنظر آورده شده است .

همانطور که ملاحظه میگردد ، در قسمت فوقانی یک دستگاه توربین ۳۰۰ واتی بادی تعبیه میگردد که از جنس کامپوزیت سبک میباشد. این توربین درانتها به شافت و سیستم ترمز و همچنین یاتاقانهای رانشی متصل بوده وازآنطریق به یک ژنراتور آهنربای دائم کوپلینگ داردکه بعنوان مولد برق عمل میکند و به ما این امکان را می دهد که نیاز به استفاده از گیربکس را از بین ببریم. درکنارآن یک باد سنج تعبیه شده است که ضمن مانیتورینگ سرعت باد، جهت سنجی را نیز انجام داده و درصورت وزش بادهای سنگین سیستم هشدار دهنده خودکار رافعال خواهد نمود که شامل قفل کردن و ترمز توربین میباشد. درقسمت پائین تردو صفحه خورشیدی هرکدام بظرفیت ۱۵۰ وات نصب شده است که عمل تولید انرژی هیبرید را برای سازه انجام میدهد پس از آن چراغ های روشنائی از نوع LED دوطرفه تعبیه شده است که با ولتاژ ۲۴ ولت جریان مستقیم تغذیه شده و قادرند درمجموع ۲۸۰ وات توان جذب نمایند. درانتها سیستم ژنراتور جریان مستقیم قراردارد که قدرت مکانیکی را به الکتریکی تبدیل نموده و بکمک AC Charger مجموعه باطری اسیدی تعبیه شده در انتهای سازه را شارژ مینماید. دراین قسمت سیستم هوشمند کنترل ، ماژول مخابراتی GPRS وسایر تجهیزات نصب میگردد.

۶. پروژه پایلوت

بمنظور اجرای یک پروژه پایلوت ، بلوار شهید ریگی حد فاصل گیت جنوبی تا میدان ورودی ساختمان سازمان منطقه آزاد بند رچابهار بطول ۱۰۰۰ متر انتخاب شده است . پروژه شامل مشخصات زیر میباشد:

الف) طراحی ، ساخت ، نصب وراه اندازی ۳۸ اصله پایه روشنائی ۱۲ متری هیبریدی

ب) نصب ۸۸ دستگاه چراغ LED ۱۴۰ وات جریان مستقیم

ج) نصب ۹۲ عدد پانل خورشیدی ۱۵۰ وات

د) نصب ۳۸ عدد توربین بادی ۳۰۰ وات

ذ) نصب ۶ عدد توربین مخصوص نورپردازی گیت های جنوبی وشمالی

و) طراحی ، ساخت و نصب دو دستگاه توربین باد با طراحی ویژه المان شهری مخصوص میدان

ز) تابلو کنترل و سیستم های متعلقه

درشکل (۹) موقعیت جانمائی شده پروژه آورده شده است .

شکل (۸) : سازه روشنائی معابر

شکل(۹): موقعیت اجرائی پروژه بلوار شهید ریگی منطقه آزاد بند رچابهار

۷. برآوردهای اقتصادی

باتوجه به تجهیزات طراحی شده جهت اجرای پروژه پایلوت بشرح جدول (۱) برآورد انجام شده حدود ۵۲ میلیارد ریال رانشان میدهد . همچنین با توجه به صفر شدن استفاده از انرژی شبکه برق این تغییرات را بررسی میکنیم :

- ✓ میزان صرفه جوئی سالیانه : ۸۷ مگاواتساعت
- ✓ هزینه صرفه جوئی برق بطورسالیانه : ۶۰۰ میلیون ریال
- ✓ ارزش نماد والمان زیبا سازی شهری : هرالمان ۶۰۰ میلیون ریال جمعا ۲۹ میلیارد ریال
- ✓ برگشت سرمایه گذاری انجام شده (صرفا بخش تولید انرژی) : ۴ سال

ردیف	نام تجهیز	واحد	مشخصات	قیمت واحد (ریال)	تعداد	قیمت کل (ریال)
۱	توربین عمود محور تیپ روشنائی	دستگاه	وات ۳۰۰	۳۵۰,۰۰۰,۰۰۰	٤٦	۱٦,۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	توربین عمود محور تیپ میدانی	دستگاه	کیلووات ۱	۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۲	۱,٤۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	پنل خورشیدی	عدد	وات ۱۵۰	٤۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰	٤,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
٤	چراغ روشنائی LED	دستگاه	وات ۱٤۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰	۱,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۵	پایه چراغ تلسکوپی گالوانیزه روشنائی	اصله	فولادی	٦۰,۰۰۰,۰۰۰	٤۰	۲,٤۰۰,۰۰۰,۰۰۰
٦	فوندانسیون	عدد	٦۰*٦۰*۱۲۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	٤۰	٦۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۷	تابلو کنترل	دستگاه	کامپوزیتی	۵۰,۰۰۰,۰۰۰	٤۸	۲,٤۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۸	باطری شارژر	دستگاه	ولت ۲٤	۵۰,۰۰۰,۰۰۰	٤۸	۲,٤۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۹	باطری اسیدی ۱۲ ولت ٤۰ آمپری	عدد	آمپر ٦۰	۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۰	سیم نمره ۱.۵	متر	مسی	۳۵۰,۰۰۰	۷۵۰	۲٦۲,۵۰۰,۰۰۰
۱۱	ژنراتور جریان مستقیم ۵۰۰ وات	دستگاه		۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰	٤۸	۷,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۲	متعلقات			۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰		۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۳	هزینه حمل ونصب تجهیزات					۱۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	جمع کل (ریال)					۵۲,۲٦۲,۵۰۰,۰۰۰

جدول (۱) : برآورد هزینه های اجرای طرح پایلوت

۸. نتیجه گیری

دراین مقاله ضمن تشریح اختراع انجام شده مطابق با گواهی اختراع و ثبت صنعتی پیوست (شکل ۱۰ و ۱۱) ، امکان سنجی اجرای یک پروژه پایلوت د رسواحل جنوبی کشور(بند رچابهار) بررسی و تلاش شده نشان داده شود با صفر نمودن استفاده از انرژی الکتریکی و کاهش سالیانه ۸۷ مگاواتساعت مصرف روشنائی برای یک کیلومتر اجرای سیستم هایبرید روشنائی معابر بلواری همزمان میتوان به کاهش سالانه ۴۳ تن آلاینده نظیر دی اکسید کربن بازاء هر کیلومتر شبکه روشنائی خیابان اقدام نمود. همچنین باتوجه به عدم تامین روشنائی بسیاری از آزاد راه های کشور و خسارات جانی ومالی فراوان عدم تامین روشنائی بخصوص در گذرگاه های تنگ وباریک کوهستانی و شیب دار کشور ، اجرای این سیستم بسیار موثر بوده و ازطریق جذب سرمایه گذار و اخذ عوارض میتوان اشتغال نیز ایجاد نمود . بعنوان نمونه د ریک پروژه د رحال بررسی آزاد راه بندر عباس – حاجی آباد بطول ۲۰۰ کیلومتر علاوه بر تامین روشنائی و امنیت رانندگی میتوان سالیانه ۱۷۵۰۰ مگاواتساعت برق صرفه جوئی و از انتشار ۹ میلیون تن آلاینده جلوگیری بعمل آورد و درعین حال معادل ۱۲۰ میلیارد ریال در هزینه برق مصرفی صرفه جوئی نمود.

شناسه یکتا: ۱۴۰۱۵۰۳۴۰۰۰۳۰۰۳۵۸۰
رمز تصدیق: ۸۳۴۷۴۱

قوه قضائیه
سازمان ثبت اسناد و املاک کشور

گواهی نامه ثبت اختراع

شماره اظهارنامه اختراع: ۱۴۰۱۵۰۱۴۰۰۰۳۰۰۲۸۵۷ شماره ثبت اختراع: ۱۰۸۵۱۹
تاریخ ثبت اظهارنامه اختراع: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰ تاریخ ثبت اختراع: ۱۴۰۱/۱۰/۱۷

عنوان اختراع:
توربین بادی عمود محور متکی و مهار بر زمین مقاوم در مقابل طوفان و قابل استفاده به عنوان المان شهری

مشخصات مالک:
محمد عبدالله زاده، شماره ملی: ۰۷۸۰۱۵۸۸۸۱، نشانی: استان قم ، شهرستان قم ، بخش مرکزی ، شهر قم، محله ۱۵خرداد ، کوچه قدوسی ۶ ، خیابان شهیدقدوسی ، پلاک ۰ ، طبقه منفی ۱، کد پستی: ۳۷۱۹۱۵۸۴۴۵، تابعیت جمهوری اسلامی ایران

مشخصات مخترع:
محمد عبدالله زاده ، شماره ملی: ۰۷۸۰۱۵۸۸۸۱، نشانی: استان قم ، شهرستان قم ، بخش مرکزی ، شهر قم، محله ۱۵خرداد ، کوچه قدوسی ۶ ، خیابان شهیدقدوسی ، پلاک ۰ ، طبقه منفی ۱، کد پستی: ۳۷۱۹۱۵۸۴۴۵، تابعیت جمهوری اسلامی ایران

طبقه بندی بین المللی:
F۰۳D ۳/۰۰;F۰۳D ۳/۰۶;F۰۳D ۹/۰۰;H۰۲P ۹/۰۴

مدت حمایت از تاریخ: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰ تا تاریخ: ۱۴۲۱/۰۴/۲۰ منوط به پرداخت اقساط سالیانه وفق ماده ۱۶ قانون و۶۶ آئین نامه اجرایی در مواعد مقرر می باشد.

رئیس اداره ثبت اختراعات /معاون : فرحناز شیروانی تاریخ: ۱۴۰۱/۱۰/۲۱ امضا:

رئیس اداره ثبت اختراعات
از طرف
شیروانی

مستندات گواهی نامه شامل توصیف، ادعانامه، خلاصه و نقشه در زمان تصدیق اصالت در لینک my.ssaa.ir قابل رویت است
نشانی و سایر مشخصات مخترعان، مالکان وبا تغییرات، مراتب به شرح مندرج در پیوست گواهی‌نامه می‌باشد

صفحه ۱ از ۱

شکل (۱۰) : گواهی نامه ثبت اختراع

قوه قضاییه
سازمان ثبت اسناد و املاک کشور

شناسه یکتا: ۱۴۰۱۵۰۳۴۰۰۰۲۰۰۲۸۷۰
رمز تصدیق: ۴۳۶۱۶۳

گواهی نامه ثبت طرح صنعتی

شماره اظهارنامه طرح صنعتی: ۱۴۰۱۵۰۱۴۰۰۰۲۰۰۳۸۱۰ — شماره ثبت طرح صنعتی: ۴۵۹۸۰
تاریخ ثبت اظهارنامه طرح: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶ — تاریخ ثبت طرح صنعتی: ۱۴۰۱/۰۷/۱۹

مشخصات طرح صنعتی:

کالا: توربین بادی
طبقه/طبقات بین المللی: ۱۵,۲۵
توصیف طرح صنعتی: شکل ظاهری این توربین شبیه گل می باشد که دارای شش عدد پره به شکل پرانتزی (دارای انحنای زیاد) است. بین پره های توربین دارای شکاف مخصوص می باشد. این طرح در صنعت توربین های بادی جهت تولید برق همچنین به عنوان المان شهری کاربرد دارد.زیر هر یک از پره های توربین یک چرخ وجود دارد

مشخصات مالک:

محمد عبدالله زاده، شماره ملی: ۰۷۸۰۱۵۸۸۸۱، نشانی: استان قم ، شهرستان قم ، بخش مرکزی ، شهر قم، محله ۱۵خرداد ، کوچه قدوسی ۶ ، خیابان شهیدقدوسی ، پلاک ۰ ، طبقه منفی ۱، کد پستی: ۳۷۱۹۱۵۸۴۴۵، تابعیت جمهوری اسلامی ایران

مشخصات طراح:

محمد عبدالله زاده ، شماره ملی: ۰۷۸۰۱۵۸۸۸۱، نشانی: استان قم ، شهرستان قم ، بخش مرکزی ، شهر قم، محله ۱۵خرداد ، کوچه قدوسی ۶ ، خیابان شهیدقدوسی ، پلاک ۰ ، طبقه منفی ۱، کد پستی: ۳۷۱۹۱۵۸۴۴۵، تابعیت جمهوری اسلامی ایران

مدت اعتبار: ۵ سال — تاریخ شروع اعتبار: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶ — تاریخ پایان اعتبار: ۱۴۰۶/۰۶/۱۶

رئیس اداره طرح صنعتی: فائزه گل رخساری — تاریخ: ۱۴۰۱/۰۸/۰۷ امضاء:

رئیس اداره ثبت طرح های صنعتی فائزه گل رخساری

** جهت تصدیق اقلام اطلاعاتی مندرج در این گواهی نامه الکترونیک به آدرس اینترنتی my.ssaa.ir مراجعه کنید
** در صورت تعددطراحان، مالکان ، نشانی و یا تغییرات، مراتب به شرح مندرج در پیوست گواهی‌نامه می‌باشد.

صفحه ۱ از ۱

شکل (۱۱): گواهی نامه ثبت صنعتی

۹. مراجع

1. http://energysaving.ir/Fa/Content91.html

2. M. A. Rosen, J. O. Ajedegba and G. F. Naterer, "Predicting Vertical Axis Wind Turbine Behaviour: Effects of Blade Configuration on Flow Distribution and Power Output," Nova Science Publishers, Inc., Ontario, 2010.
3. Y.-b. Liang, L.-x. Zhang, E.-x. Li, X.-h. Liu and Y. Yang, "Design Considerations of Rotor Configuration for Straight-Bladed Vertical Axis Wind Turbines," Advances in Mechanical Engineering, 2014.

4. A. M. Gorlov, Unidirectional helical reaction turbine operable under reversible fluid flow for power systems, United States Patent 5,451,137, Sept. 19, 1995
5. L. Deisadze, D. Digeser, C. Dunn and D. Shoikat, "Vertical Axis Wind Turbine Evaluation and Design," WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE, Worcester, 2013.