بررسی سیستم های نوین در زمینه توربین های بادی نسل جدید

امیرحسین گنجی[1]، مصطفی ورمزیار[2*]،

1 - دانشجوی ارشد، مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران
2- دانشیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران
* تهران، ایران ، صندوق پستی 1678815811، Varmazyar.mostafa@sru.ac.ir

چکیده

گسترش انرژی های نو در جهان سبب شده تا دانشمندان حوزه انرژی به دنبال راهکارهایی در جهت بهبود عملکرد سیستم های انرژی های نو در ایند. در حوزه توربین های بادی و استفاده از انرژی باد در جهت استفاده از ان، راه ها و روش های جدیدی مورد ارزیابی قرار گرفته است . در این مقاله سعی داریم تا قسمتی از این روش ها و متد ها را ارایه بدهیم.هدف ما بررسی شیوه های نوین در جهت بهبود عملکرد توربین های بادی در زمینه استفاده از متد ها وروش های استفاده از ایرفویل ها در توربین های بادی میباشد.

کلیدواژگان
دینامیک محاسبات سیالات ، توربین بادی،انرژی های نو

Review of new systems in the field of new generation wind turbines

Amirhosein ganji[1], mostafa varmazyar[2*]

1- Name of the Department, shahid rajaee, Tehran, Iran.
2- Department of Mechanical Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
* P.O.B. 1678815811 Tehran, Iran, Varmazyar.mostafa@sru.ac.ir

Abstract
The spread of new energy in the world has led energy scientists to seek solutions to improve the performance of new energy systems. In the field of wind turbines and the use of wind energy to use it, new ways and methods have been evaluated. In this article, we try to provide you with some of these methods and methods. Our goal is to examine new methods to improve the performance of wind turbines in the field of using methods and methods of using airfoils in wind turbines.
Keywords :cfd, Wind Turbine, renewable energy

مقدمه

انرژی یکی از جدی ترین چالش های امروز کره زمین است. امروزه گرم شدن روز افزون کره زمین به خاطر اثرات منفی گازهای گلخانه ای، یکی از مسائل مهمی است که بشر با آن درگیر میباشد. استفاده از سوخت های فسیلی جهت تامین سوخت مورد نیاز نیروگاه ها علاوه بر تمام شدن سریع آنها باعث افزایش آلودگی محیط زیست می گردد از طرف دیگر، طبق توافق نامه اقلیمی در پاریس امضا کنندگان را ملزم به یافتن منابع انرژی جایگزین برای مقابله با انتشار گازهای گلخانه ای واداشته است.

توربین های بادی امروزه در زمره مهم ترین وسیله های تولید انرژی در حوزه انرژی های تجدیدپذیر قرار گرفته اند. سیستم تبدیل انرژی باد دارای قدمت طولانی در جهان وهمچنین کشورمان ایران نیز میباشد. در گذشته با استفاده از انرژی باد در جهت به حرکت در اوردن قایق ها ،اسیاب های بادی ، خنک کردن منازل در شهرهای کویری و... را میتوان مثال زد.اما امروزه با توجه به بحث جدی اتمام سوخت های فسیلی و عواملی چون گرم شدن کره زمین و نیز خطرات زیست محیطی، محققین و دانشمندان را وادار به حرکت به سمت بهره برداری از انرژی های نو قرار داده است. فلذا در جهت بهره برداری هر چه بیشتر از منابع انرژی های تجدید پذیر در راستای بهبود وضعیت جهان وجلوگیری از گرم شدن کره زمین گام های موثری برداشته شده است .

در بین انرژی های تجدید پذیر، انرژی باد به دلیل در دسترس بودن و قدرت ان در صدر جدول لیست پژوهشگران برای استفاده از این نوع انرژِی میباشد. از سوی دیگر، معمولاً به دلیل هزینهٔ تعمیر و همچنین به دلیل حرکت پرهها که باعث به خطر افتادن زندگی پرندگان و بحث تخریب های زیست محیطی که در دنیای امروز بسیار حائز اهمیت میباشد و نیز بحث نگهداری توربین ها هم از نکات بسیار مهمی میباشد.

ابتدا در سال 2016 ارسلان سلیم [1] با مطالعه تأثیر آیرودینامیک پوسته بر عملکرد توربین بادی شناور هوا، عملکرد آیرودینامیکی توربین بادی را با تنظیمات مختلف پوسته بررسی کرد. او با در نظر گرفتن روتور NREL فاز IV بر روی کانال های هوایی به نام های NACA-5415، NACA-9415 و NACA-5425 مطالعات خود را انجام داد. شبیه سازی حالت پایدار برای محدوده ای از سرعت باد بین 10 الی 25 متر بر ثانیه در زاویه حمله صفر درجه انجام داد. نتایج مطالعه نشان داد توربین مبتنی بر پوسته NACA-9415 با فرضیات ذکر شده بالاترین ضریب توان را دارد.

در ادامه در سال 2017 نیز ارسلان سلیم [2] عملکرد آیرودینامیکی یک سیستم هوا برد با تغییر موقعیت روتور NREL فاز IV در پوسته شناور ارائه نمود. شبیه سازی خود را با قرار دادن روتور در فاصله های مختلف در فواصل(0.25؛ 0.3، 0.35، 0.4 و 0.45) متر از دهانه ورودی توربین قرار داده شد، تا بتواند تغییرات گشتاور روتور و میزان راندمان را به نسبت موقعیت های مختلف روتور و نیز عملکرد آیرودینامیکی مطلوب پوسته شناور را بررسی نماید. نتایج پژوهش ایشان نشان می دهد که با قرار دادن روتور در ورودی پوسته یعنی در فاصله (0.25) متر از دهانه ورودی توربین، می توان بیش ترین راندمان به نسبت موقعیت های دیگر روتور بدست اورد.

در ادامه محمد سعید [3] عملکرد آیرودینامیکی سیستم هوابرد با روتور NREL فاز IV را با شبیه سازی ناپایدار سیستم هوابرد و تغییرات در گشتاور روتور برای یک چرخش کامل به منظور مقایسه عملکرد پیکربندی نصب شده روی پوسته روتور فاز IV با پیکربندی آزمایش استاندارد آن، شبیه سازی حالت پایدار روتور نیز در شرایط مختلف باد برای هر دو تنظیم انجام می شود. سرانجام ، برای طراحی پایدار سیستم هوابرد نیروهای آیرودینامیکی روی بدنه پوسته مشخص وتعیین میگردد.

قاضی شهزاد علی [4] در پژوهش خود مشاهده کرد بار بر روی تیغه توربین بادی هوابرد ممکن است به طور قابل توجهی تحت تأثیر میدان جریان ناپایدار در ارتفاع زیاد قرار گیرد. در ادامه او عملکرد آیرودینامیکی روتور را تحت تأثیر تنظیمات مختلف باد و زاویه حمله مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که بیشتر بارهای آیرودینامیکی متغیر بر روی تیغه روتور پس از سه دوره چرخش به تدریج به یک رفتار ثابت می رسند و نیز 10.7٪ افت ضریب توان به دلیل زاویه حمله روتور در فرضیات مشخص شده مشاهده می شود. و نتیجه این که با وجود پیچیدگی پدیده های جریان ناپایدار باید به سراغ طراحی یک روتور که در شرایط مختلف مفید باشد، رفت.

یکی دیگر از نکات مهم در توربین های بادی را میتوان به مراحل تولید ، حمل ونقل و نیز نگهداری از انها اشاره نمود. با توجه به مواردی که ذکر شد و به دلیل اهمیت موضوع، سعی داریم در این مقاله به بررسی نوعی از توربین های بادی نسل جدید برویم ، و نحوۀ عملکرد آن را مورد بررسی قرار بدهیم.

لازم به ذکر است که در این مقاله منظور از توربن بادی مرسوم توربین بادی با محور افقی میباشد.

2-1 توربین بادی شناور در هوا

توربین هوابرد یک طراحی جدید برای توربین‌های بادی است، در این طراحی توربین‌ها بدون هیچ‌گونه پایه‌ای در هوا به‌تولید انرژی می‌پردازند. این سیستم به گونه ای طراحی می شود تا توربین در ارتفاع بالا ثابت باشد و همچنین زمان وقوع باد شدید سیستم با زمین برخورد نکند و حرکات تحت کنترل داشته باشد. در این گونه توربین های هوابرد ژنراتور الکتریکی در ارتفاع قرار دارد و برق تولیدی توسط کابل به زمین منتقل میگردد.در واقع توربینهای بادی هوابرد شامل بالن، توربین با محور افقی سبک با سه پره، کابل و ایستگاه زمینی میباشند. نحوۀ عملکرد این نوع توربین به این صورت است که بالن توسط گاز هلیوم پر میشود و تا ارتفاع مورد نیاز بالا میرود. توربینها توسط انرژی جنبشی باد به حرکت

درآمده و سپس انرژی الکتریکی تولید شده توسط کابل ها به زمین منتقل میشود.

2-2 نحوه عملکرد توربین

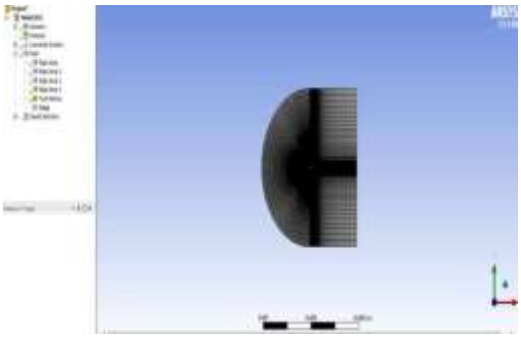
با توجه به بررسی نحوه عملکرد توربین معرفی شده امروزه لازم داریم تا بتوانیم در جهت بهبود سیستم های قدیمی توربین های بادی و جایگزین نمودن این سیستم ها در جهت هر چه بهتر عملکرد توربین معرفی شده گام های موثری برداشت.

توربین بادی شناور در هوا در واقع یک بادکنک پر شده از هلیوم است که پره و توربینی در میانه آن قرار گرفته است. این توربین با ریسمان های بسیار محکمی به زمین متصل شده و برق تولیدی خود را به پایین می فرستد. این توربین به گونه ای طراحی شده که می تواند در برابر باد با سرعت 100 مایل بر ساعت دوام بیاورد و برف و باران به آن آسیبی نزند. یک ریسمان ثانویه زمینی برای محافظت از تجهیزات الکترونیکی در برابر صاعقه به آن متصل می شود و اگر وضعیت جوی بسیار متلاطم شده و نامساعد شود امکان پایین آوردن امن آن وجود دارد.در عین حال، اگر یکی از سه ریسمان آن پاره شود، توربین به طور خودکار و بی خطر خود را به پایین انتقال می دهد.
یکی از نکات حائز اهمیت در این توربین ها این است که پس از نصب امکان نظارت از راه دور آن وجود دارد. اما یک نفر باید به طور تمام وقت، برای اطمینان از سالم بودن ریسمان ها و کاهش نیافتن گاز هلیوم توربین، بر آن نظارت داشته باشد.

الف:نمایی از توربین بادی

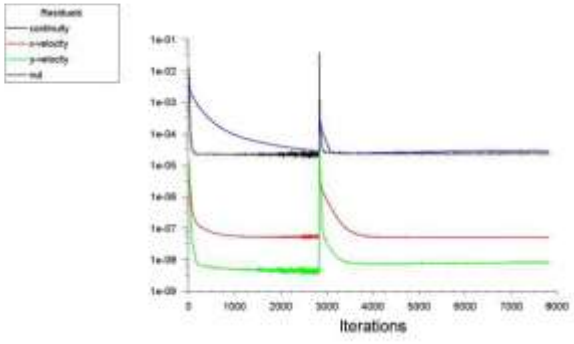
شبیه سازی عددی:

در این مرحله هندسه ایرفویل با مشخصه naca0012 را در دیزاین مدلر را را ایجاد نموده و در بخش انسیس مش با توجه به نیاز مساله شبکه مش بندی دقیقی را ایجاد نموده تا اطراف ایرفویل ما ایجاد لایه مرزی نموده تا بتوانیم نتایج خوبی را از شبیه سازی خود بگیریم.

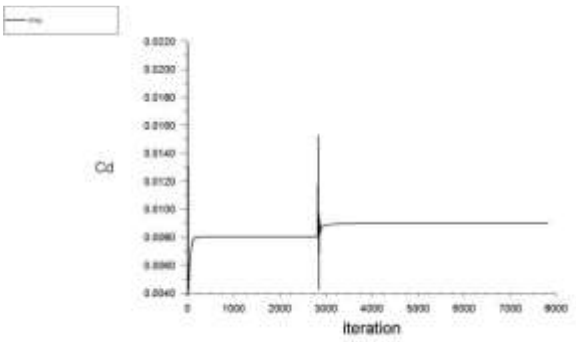


ب: مش انجام شده ایرفویلnaca0012

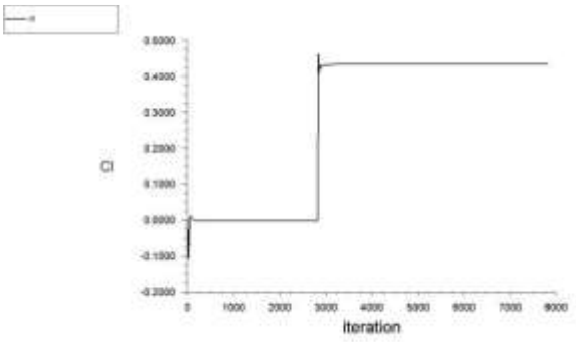
در نرم افزار فلوئنت با اعمال سرعت 10 ((متر بر ثانیه)) ،و زاویه حمله 5 درجه یرای ایرفویل اعلامی ایجاد نموده و مساله بر پایه توربولانس حل نموده و نتایجی به مشابه زیر گرفتیم.



ج: نمودار حل مساله در نرم افزار فلوئنت



د: نمودار درگ



ه: نمودار لیفت

با توجه به حل مساله به صورت secound order نتایجی را طبق نمودارهای بالا برای میزان درگ ولفت خود برای سیستم ایرفویل خود رسیدیم. که در ادامه در بخش نتایج مورد بحث قرار میدهیم.

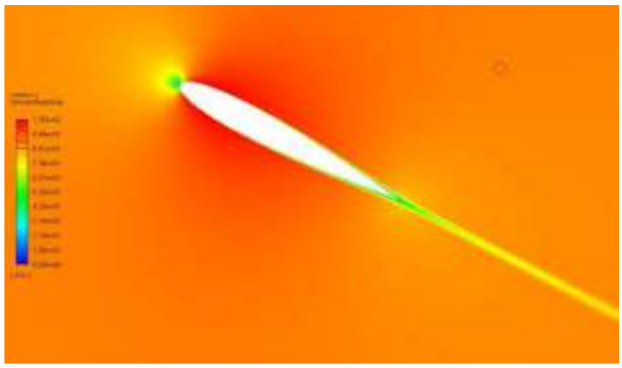
نتایج و بحث:

طبق انجام مراحل شبیه سازی به نتایج زیر میرسیم.

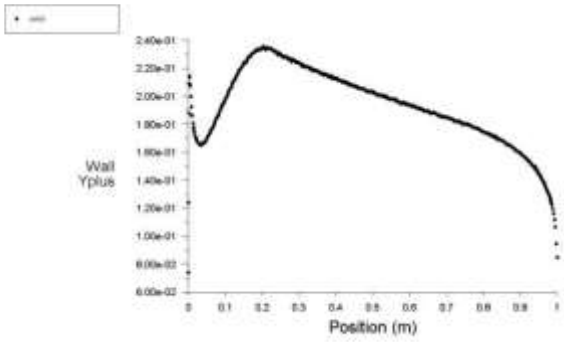
همان طور که مشاهده شد ایرفویل در توربین بادی به دلیل موقعیتی که در مسیرجریان بعد از زوایای حمله متفاوت که قرار میگیرند باید دارای شرایط بسیار مطلوب یعنی تحمل در برابر زوایای حمله و نیز سرعت های متفاوت باد باشد.

امروزه با گسترش استفاده از توربین های بادی مسئله افزایش بازده توربین بادی به منظور افزایش توان تولیدی و بهبود عملکرد توربین اهمیت بسیار زیادی یافته است. در این تحقیق استفاده از ایرفویل در جهت هدف پروژه انجام شده است . نتایج این تحقیق نشان میدهد که تغییر نوع ایرفویل با توجه مشخصات فیزیکی با ثابت نگه داشتن تعداد پره، در زاویه حمله باد می تواند موجب بهبود عملکرد پره شود. همچنین در پژوهش های آینده میتوان تاثیر این روش انواع ایرفویل ها را برای این نوع توربین در شرایط سرعت های مختلف باد وزوایای حمله متفاوت مورد بررسی قرار داد..

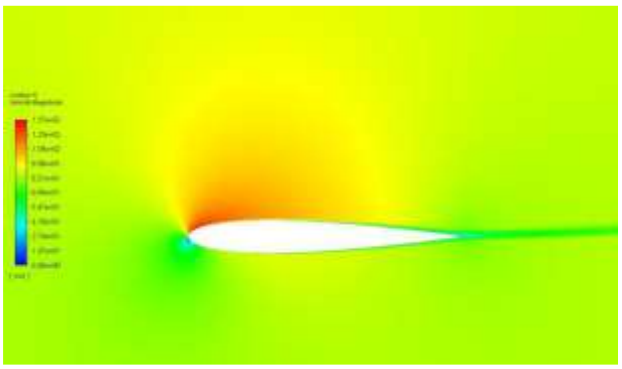
شکل ها، نمودار ها:



و: توزیع سرعت



ز:نمودار توزیع y plus



ح :توزیع فشار

مراجع:

[1]Saleem, Arslan, and Man-Hoe Kim. "Aerodynamic analysis of an airborne wind turbine with three different aerofoil-based buoyant shells using steady RANS simulations." Energy Conversion and Management 177 (2018): 233-248.

[2] Saleem, Arslan, and Man-Hoe Kim. "Effect of rotor axial position on the aerodynamic performance of an airborne wind turbine system in shell configuration." Energy Conversion and Management 151 (2017): 587-600.

[3]. Saeed, Muhammad, and Man-Hoe Kim. "Aerodynamic performance analysis of an airborne wind turbine system with NREL Phase IV rotor." Energy Conversion and Management 134 (2017): 278-289.

[4]Ali, Qazi Shahzad, and Man-Hoe Kim. "Unsteady aerodynamic performance analysis of an airborne wind turbine under load varying conditions at high altitude." Energy Conversion and Management 210 (2020): 112696.