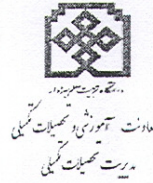


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



فرم ۱۱۴ - ت

شماره:

تاریخ: ۸۹/۱۱/۲۳

بسمه تعالی

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد/دکتری

با تلاوت آیاتی چند از کلام ... مجید جلسه دفاع از پایان نامه آقای عصمت الله عرفانی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی با عنوان بررسی تجربی آئرو دینامیک پروفیل پره توربین بادی و مقایسه آن با مدل تحلیلی

در ساعت ۱۱ روز شنبه مورخ ۸۹/۱۱/۲۳ در محل دانشکده فنی مهندسی اتاق ۲۴۵ تشکیل گردید. پس از استماع گزارش ارائه شده توسط دانشجو و استاد راهنما هیات داوران و حاضران سئوالاتی را مطرح و آقای عصمت الله عرفانی به دفاع از موضوع پرداخت و به سئوالات آنها پاسخ گفت.

سیس پایان نامه توسط هیات داوران مورد ارزشیابی قرار گرفت و نمره ۱۹٫۵ برابر درجه کمال برای آن تعیین گردید.

به این ترتیب ضمن تصویب پایان نامه مزبور از این تاریخ آقای عصمت الله عرفانی به عنوان کارشناس ارشد در رشته مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی شناخته می شود.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت	امضا
۱	دکتر امیر بک خوشنویس	استاد راهنما	
۲	مهندس محمد رضا اجنوردی	استاد مشاور	
۳	دکتر محمود پسندیده فرد	استاد داور	
۴	دکتر علی گل نژاد	استاد داور	
۵	دکتر حسینی	نماینده تحصیلات تکمیلی	

نام و نام خانوادگی و امضای مدیر گروه

۸۹، ۱۱، ۲۳

رونوشت

- ۱- معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه جهت اطلاع
- ۲- معاونت پژوهشی دانشگاه جهت اطلاع
- ۳- آموزش دانشکده جهت درج در پرونده دانشجو
- ۴- دانشجو



سوگند نامه دانش آموختگان دانشگاه تربیت معلم سبزوار

کزین برتر اندیشه بر نگذرد

به نام خداوند جان و خرد

اینک که به خواست آفریدگار پاک ، کوشش خویش و بهره گیری از دانش استادان، توشه ای از دانش و خرد گردآورده ام، در پیشگاه خداوند بزرگ سوگند یاد می کنم که در به کارگیری دانش خویش، همواره بر راه راست و درست گام بردارم. خداوند بزرگ، شما شاهدان، دانشجویان و دیگر حاضران را به عنوان داورانی امین گواه می گیرم که از همه دانش و توان خود برای گسترش مرزهای دانش بهره گیرم و از هیچ کوششی برای تبدیل جهان به جایی بهتر برای زیستن، دریغ نورزم. پیمان می بندم که همواره کرامت انسانی را در نظر داشته باشم و هموعان خود را در هر زمان و مکان تا سر حد امکان یاری دهم. سوگند می خورم که در به کارگیری دانش خویش به کاری که با راه و رسم انسانی، آیین پرهیزگاری، شرافت و اصول اخلاقی برخاسته از ادیان بزرگ الهی، به ویژه دین مبین اسلام، مبادینت دارد دست نیازم. همچنین در سایه اصول جهان شمول انسانی و اسلامی، پیمان می بندم از هیچ کوششی برای آبادانی و سرافرازی میهن و هم میهنانم فروگذاری نکنم و خداوند بزرگ را به یاری طلبم تا همواره در پیشگاه او و در برابر وجدان بیدار خویش و ملت سرافراز ، بر این پیمان تا ابد استوار بمانم.

نام و نام خانوادگی وامضای دانشجو



دانشگاه تربیت معلم سبزوار

دانشگاه تربیت معلم سبزوار

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی

بررسی تجربی آئرو دینامیک پروفیل پره توربین بادی و مقایسه آن با مدل تحلیلی

استاد راهنما :

دکتر امیربک خوشنویس

استاد مشاور:

مهندس محمد رضا اجنوردی

نگارش :

عصمت الله عرفانی

بهمن ۸۹

تقدیم بہ

پدر و مادر عزیزم

مشکر و قدردانی

پیش از همه، بهترین و صمیمانه ترین مراتب تشکر و ارادتمندی خود را نسبت به استاد ارجمندم جناب آقای دکتر امیریک خوشنویس ابراز می دارم؛ کسی که را بهمانی ها، حمایت ها، تشویق ها، صداقت، دلسوزی و دسترس پذیری او، در راه تکمیل این پایان نامه مرا بسیار دیدیون و بد به کار ساخت.

از استاد کرامیم جناب آقای مهندس محمدرضا اجوردی که کلماتشان بسیار راه گشا و نجات بخش بود کمال تشکر و قدردانی را دارم و سخت کوشی ایشان را بهواره سرمشق زندگی ام قرار خواهم داد.

صداقانه ترین پاس ها و قدردانی خود را به پدر و مادر عزیزم، تقدیم می کنم که بهواره پشتیبانم بوده اند.



دانشگاه خیزش هرمزوار

فرم چکیده‌ی پایان‌نامه‌ی دوره‌ی تحصیلات تکمیلی دفتر مدیریت تحصیلات تکمیلی

ش دانشجویی: ۸۷۲۳۸۰۱۰۱۴	نام: عصمت الله	نام خانوادگی دانشجو: عرفانی
استاد مشاور: مهندس محمد رضا اجنوردی		استاد راهنما: دکتر امیر بک خوشنویس
رشته: مهندسی مکانیک	گرایش: تبدیل انرژی	دانشکده: فنی و مهندسی
تاریخ دفاع: ۸۹/۱۱/۲۳	تعداد صفحات: ۱۴۹	مقطع: کارشناسی ارشد

عنوان پایان‌نامه: بررسی تجربی آئرو دینامیک پروفیل پره توربین بادی و مقایسه آن با مدل تحلیلی

کلیدواژه‌ها: ایرفویل، پروفیل سرعت دنباله، پروفیل شدت اغتشاشات دنباله، ضریب پسا، لایه مرزی

چکیده:

پره‌های روتور اصلی‌ترین بخش توربین‌های بادی هستند. خصوصیات آئرو دینامیکی توربین‌های بادی وابسته به شکل هندسی پره‌هایشان بوده و خصوصیات پره‌ها به نوبه خود وابسته به پروفیل سطح مقطع آنها می‌باشد. پروفیل سطح مقطع یک پره معمولاً به صورت ایرفویل است. قسمت اعظم طراحی یک توربین باد از لحاظ مدت انجام و حجم محاسبات تنها صرف شناسایی نیروهای وارد بر پره توربین می‌گردد. در این تحقیق مدل‌هایی از مقاطع پره توربین باد محور افقی در سرعت‌های کم در تونل باد مورد آزمایش قرار گرفته است. آزمایشات به گونه‌ای صورت گرفت که مقطع پره با وتر ثابت ۱۰ سانتی متر سرتاسر عرض اتاقک آزمون را، از یک دیوار تا دیوار روبرو اشغال کرده بود. مدل‌های مورد تست، ایرفویل‌های از خانواده ایرفویل‌های NREL، شامل ایرفویل مورد استفاده در قسمت ریشه پره از نوع S823 و ایرفویل مورد استفاده در قسمت نوک پره از نوع S822 بودند. در این تحقیق با اندازه‌گیری ناحیه دنباله پشت مدل‌ها، ابتدا جریان هوا در پشت مدل‌ها از نظر کمی و کیفی با مطالعه پهنا و وسعت پروفیل سرعت و پروفیل شدت اغتشاشات دنباله و همچنین نحوه تغییر پروفیل سرعت و پروفیل شدت اغتشاشات با زاویه حمله و عدد رینولدز بررسی شده است. سپس با استفاده از روش Wake Survey ضریب پسا دو ایرفویل S822 و S823 در اعداد رینولدز پایین محاسبه شده‌اند. نتایج این تحقیق نحوه تغییرات ضریب پسا، پروفیل‌های سرعت و شدت اغتشاشات دنباله مدل‌های مورد آزمایش را با تغییر عدد رینولدز و زاویه حمله اندازه‌گیری شده، نشان داده است. با توجه به اینکه توربین‌های بادی اغلب با سرعت‌های پایین باد مواجه هستند، آگاهی از مناسبترین زاویه حمله و کیفیت تغییرات ضریب پسا با زاویه حمله در اعداد رینولدز اندازه‌گیری شده در این تحقیق برای طراحی آئرو دینامیکی پره‌های توربین بادی که در این بازه از سرعت‌های جریان کار می‌کنند بسیار مفید

خواهد بود. برای اطمینان از صحت داده برداریها و نتایج تست، نتایج آزمایشگاهی بدست آمده با مقادیر ضریب پسای که توسط Selig و McGranahan بدست آمده و توسط NREL اعلام شده، مقایسه شده است.

امضای استاد راهنما

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه و کلیات.....
۲	۱-۱ مقدمه.....
۲	۲-۱ کلیات.....
۲	۱-۲-۱ انرژی باد.....
۳	۲-۲-۱ توربین باد.....
۴	۳-۲-۱ پره توربین باد با محور افقی.....
۷	۴-۲-۱ زاویه پیش پره.....
۸	فصل دوم: مرور منابع.....
۱۸	فصل سوم: تجهیزات آزمایشگاهی.....
۱۹	۱-۳ مقدمه.....
۱۹	۲-۳ کمیتهای مهم جریان سیال.....
۲۰	۳-۳ تونل باد.....
۲۲	۴-۳ دستگاه جریان سنج سیم داغ.....
۲۳	۱-۴-۳ پراب سیم داغ.....
۲۴	۲-۴-۳ سنسور سیم داغ.....
۲۵	۵-۳ مدل.....
۲۶	۱-۵-۳ انتخاب ایرفویل مناسب برای مقطع پره.....
۳۵	فصل چهارم: تئوری مسئله و معادلات حاکم.....

۳۶.....	۱-۴ جریان سیال.....
۳۶.....	۲-۴ ایرفویل در یک جریان سیال واقعی.....
۳۸.....	۳-۴ نیروی پسا.....
۳۸.....	۱-۳-۴ پسای اصطکاکی.....
۳۸.....	۲-۳-۴ پسای فشاری یا شکلی.....
۳۹.....	۴-۴ تاثیرات همسویی با نیروی پسا.....
۴۰.....	۵-۴ جدایش جریان.....
۴۲.....	۶-۴ معادلات حاکم بر جریان.....
۴۲.....	۱-۶-۴ معادله پیوستگی.....
۴۵.....	۲-۶-۴ معادله اندازه حرکت.....
۴۸.....	۷-۴ روش آزمایشگاهی محاسبه ضریب پسا به روش اندازه گیری اختلاف ممتوم.....
۵۳.....	۱-۷-۴ اصلاح نیروی پسا و اندازه گیری ممتوم بر حسب شدت اغتشاشهای جریان هوا.....

۵۷..... فصل پنجم: بحث و بررسی نتایج.....

۵۸.....	۱-۵ مقدمه.....
۵۹.....	۲-۵ بررسی پروفیل سرعت متوسط دنباله.....
۸۰.....	۳-۵ بررسی پروفیل شدت اغتشاشات دنباله.....
۹۶.....	۴-۵ محاسبه ضریب پسا.....
۱۰۳.....	۵-۵ بررسی عوامل خطا.....

۱۰۵..... فصل ششم: نتیجه گیری نهایی و پیشنهادات.....

۱۰۶.....	۱-۶ نتیجه گیری.....
۱۰۸.....	۲-۶ ارائه پیشنهادات.....

مراجع ۱۰۹

پیوست ها ۱۱۵

فهرست اشکال و جداول

صفحه	عنوان
۳.....	شکل ۱-۱ تصویر کلی از اجزای تشکیل دهنده توربینهای باد محور عمودی و محور افقی.....
۴.....	شکل ۱-۲ نمایی از پره و روتور یک توربین باد با محور افقی.....
۵.....	شکل ۱-۳ نمایی شماتیک از یک پره و پروفیل سطح مقطع آن.....
۵.....	شکل ۱-۴ نیروی برآیند وارد بر یک ایرفویل (R) و مؤلفه های آن.....
۶.....	شکل ۱-۵ و ۱-۶ نمایی از توربین باد محور افقی و پروفیل سطح مقطع پره.....
۷.....	شکل ۱-۶ مشخصات هندسی یک ایرفویل.....
۱۱.....	شکل ۱-۲ پروفیل بی بعد سرعت متوسط ($\frac{U}{U_{\infty}}$).....
۱۲.....	شکل ۲-۲ مقطع بال و بالانس.....
۱۳.....	شکل ۲-۳ نحوه قرارگیری شبکه و مدل.....
۱۵.....	شکل ۲-۴ سیستم BLC و مکش و دمش در پره یک توربین باد.....
۲۱.....	شکل ۳-۱ نمایی از تونل باد.....
۲۲.....	شکل ۳-۲ نمایی کلی از تونل باد مدار باز دمنده.....
۲۳.....	شکل ۳-۳ شماتیک سیستم دستگاه جریان سنج سیم داغ به همراه تجهیزات جانبی.....
۲۴.....	شکل ۳-۴ پراب با سنسور روکش دار و بدون روکش.....
۲۷.....	شکل ۳-۵ ایرفویل های NACA.....
۲۷.....	شکل ۳-۶ ایرفویل سری FX-S.....
۲۹.....	جدول ۳-۱ خانواده ایرفویل های NREL.....
۳۰.....	شکل ۳-۷ خانواده ایرفویل های ضخیم برای توربین های کوچک.....
۳۰.....	شکل ۳-۸ خانواده ایرفویل های کم ضخامت برای توربین های متوسط.....
۳۱.....	شکل ۳-۹ خانواده ایرفویل های کم ضخامت برای توربین های متوسط.....
۳۱.....	شکل ۳-۱۰ خانواده ایرفویل های ضخیم برای توربین های متوسط.....
۳۲.....	شکل ۳-۱۱ خانواده ایرفویل های ضخیم برای توربین های بزرگ.....
۳۲.....	شکل ۳-۱۲ خانواده ایرفویل ها ضخیم برا توربین های بزرگ.....

- شکل ۳-۱۳ خانواده ایرفویل‌های ضخیم برای توربین های بزرگ ۳۳
- شکل ۳-۱۴ خانواده ایرفویل‌های ضخیم برای توربین های خیلی بزرگ ۳۳
- شکل ۳-۱۵ خانواده ایرفویل‌های ضخیم برای توربین های خیلی بزرگ ۳۴
- شکل ۴-۱ میدان جریان سیال واقعی حول یک ایرفویل ۳۷
- شکل ۴-۲ توزیع فشار بر روی ایرفویل در سیال ایده آل و سیال واقعی و ایجاد پسای فشاری ۴۰
- شکل ۴-۳ جدایش لایه مرزی ۴۱
- شکل ۴-۴ حجم کنترل منتهای ثابت شده در فضا ۴۳
- شکل ۴-۵ ناحیه دنباله در پشت یک ایرفویل ۴۹
- شکل ۵-۱ نمای شماتیک از آزمایش در تونل باد ۵۸
- شکل ۵-۲ پروفیل سرعت متوسط بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۵ درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۶۰
- شکل ۵-۳ پروفیل سرعت متوسط بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله صفر درجه و رینولدز ۴۵۴۵۴ ۶۱
- شکل ۵-۴ پروفیل سرعت متوسط بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله صفر درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۶۱
- شکل ۵-۵ پروفیل سرعت متوسط بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله صفر درجه و رینولدز ۴۵۴۵۴ ۶۱
- شکل ۵-۶ پروفیل سرعت متوسط بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله صفر درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۶۱
- شکل ۵-۷ پروفیل سرعت متوسط بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله صفر درجه و رینولدز ۳۰۳۰۳ ۶۱
- شکل ۵-۸ پروفیل Velocity defect بر حسب موقعیت داده برداری در جریان پایین دست ایرفویل S822 ۶۲
- شکل ۵-۹ پروفیل Velocity defect بر حسب موقعیت داده برداری در جریان پایین دست ایرفویل S823 ۶۲
- شکل ۵-۱۰ پروفیل های سرعت متوسط دنباله ایرفویل S822 بر حسب زاویه حمله در عدد رینولدز ۳۰۳۰۳ ۶۳
- شکل ۵-۱۱ پروفیل های سرعت متوسط دنباله ایرفویل S823 بر حسب زاویه حمله در عدد رینولدز ۳۰۳۰۳ ۶۴
- شکل ۵-۱۲ پروفیل های سرعت متوسط دنباله ایرفویل S822 بر حسب زاویه حمله در عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۶۴
- شکل ۵-۱۳ پروفیل های سرعت متوسط دنباله ایرفویل S823 بر حسب زاویه حمله در عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۶۵
- شکل ۵-۱۴ پروفیل های سرعت متوسط دنباله ایرفویل S822 بر حسب زاویه حمله در عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۶۵

- شکل ۵-۱۵ پروفیل های سرعت دنباله ایرفویل S823 بر حسب زاویه حمله در عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۶۶
- شکل ۵-۱۶ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۷ درجه و رینولدز ۳۰۳۰۳ ۶۷
- شکل ۵-۱۷ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۷ درجه و رینولدز ۳۰۳۰۳ ۶۸
- شکل ۵-۱۸ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۷ درجه و رینولدز ۴۵۴۵۴ ۶۸
- شکل ۵-۱۹ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۷ درجه و رینولدز ۴۵۴۵۴ ۶۹
- شکل ۵-۲۰ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۷ درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۶۹
- شکل ۵-۲۱ پروفیل سرعت متوسط بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۷ درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۷۰
- شکل ۵-۲۲ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۰ درجه و رینولدز ۳۰۳۰۳ ۷۰
- شکل ۵-۲۳ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۰ درجه و رینولدز ۳۰۳۰۳ ۷۱
- شکل ۵-۲۴ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۰ درجه و رینولدز ۴۵۴۵۴ ۷۱
- شکل ۵-۲۵ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۰ درجه و رینولدز ۴۵۴۵۴ ۷۲
- شکل ۵-۲۶ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۰ درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۷۲
- شکل ۵-۲۷ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۰ درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۷۳
- شکل ۵-۲۸ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۳ درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۷۳
- شکل ۵-۲۹ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۳ درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ ۷۳

- ۷۴..... و رینولدز ۷۲۷۲۷
- شکل ۳۰-۵ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۵ درجه
- ۷۴..... و رینولدز ۷۲۷۲۷
- شکل ۳۱-۵ پروفیل سرعت دنباله بر حسب فاصله از لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۵ درجه
- ۷۵..... و رینولدز ۷۲۷۲۷
- شکل ۳۲-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله
- ۷۶..... S822 در ایرفویل
- شکل ۳۳-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله
- ۷۶..... S822 در ایرفویل
- شکل ۳۴-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله
- ۷۷..... S823 در ایرفویل
- شکل ۳۵-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله
- ۷۷..... S822 در ایرفویل
- شکل ۳۶-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله
- ۷۸..... S823 در ایرفویل
- شکل ۳۷-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله
- ۷۸..... S822 در ایرفویل
- شکل ۳۸-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله بر حسب عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله
- ۷۹..... S823 در ایرفویل
- شکل ۳۹-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله با تغییر عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله ۱۵ درجه
- ۷۹..... S822 در ایرفویل
- شکل ۴۰-۵ پروفیل سرعت متوسط دنباله با تغییر عدد رینولدز در مقاطع مختلف دنباله و زاویه حمله ۱۵ درجه
- ۸۰..... S823 در ایرفویل
- شکل ۴۱-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله صفر درجه و عدد رینولدز ۳۰۳۰۳
- ۸۱..... S823 در ایرفویل
- شکل ۴۲-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله صفر درجه و عدد رینولدز ۳۰۳۰۳
- ۸۲..... S822 در ایرفویل
- شکل ۴۳-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822

- در زاویه حمله صفر درجه و عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۸۲
- شکل ۴۴-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823
- در زاویه حمله صفر درجه و عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۸۲
- شکل ۴۵-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822
- در زاویه حمله صفر درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۸۲
- شکل ۴۶-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823
- در زاویه حمله صفر درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۸۳
- شکل ۴۷-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب زاویه حمله در رینولدز ۳۰۳۰۳ برای ایرفویل S822 ۸۴
- شکل ۴۸-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب زاویه حمله در رینولدز ۳۰۳۰۳ برای ایرفویل S823 ۸۴
- شکل ۴۹-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب زاویه حمله در رینولدز ۴۵۴۵۴ برای ایرفویل S822 ۸۵
- شکل ۵۰-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب زاویه حمله در رینولدز ۴۵۴۵۴ برای ایرفویل S823 ۸۵
- شکل ۵۱-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب زاویه حمله در رینولدز ۷۲۷۲۷ برای ایرفویل S822 ۸۶
- شکل ۵۲-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب زاویه حمله در رینولدز ۷۲۷۲۷ برای ایرفویل S823 ۸۶
- شکل ۵۳-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822
- در زاویه حمله ۷ درجه و عدد رینولدز ۳۰۳۰۳ ۸۷
- شکل ۵۴-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823
- در زاویه حمله ۷ درجه و عدد رینولدز ۳۰۳۰۳ ۸۷
- شکل ۵۵-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822
- در زاویه حمله ۷ درجه و عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۸۸
- شکل ۵۶-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823
- در زاویه حمله ۷ درجه و عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۸۸
- شکل ۵۷-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822
- در زاویه حمله ۷ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۸۸
- شکل ۵۸-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823
- در زاویه حمله ۷ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۸۸
- شکل ۵۹-۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822
- در زاویه حمله ۱۰ درجه و عدد رینولدز ۳۰۳۰۳ ۸۹

- شکل ۵-۶۰ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۰ درجه و عدد رینولدز ۳۰۳۰۳ ۸۹
- شکل ۵-۶۱ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۰ درجه و عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۸۹
- شکل ۵-۶۲ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۰ درجه و عدد رینولدز ۴۵۴۵۴ ۸۹
- شکل ۵-۶۳ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۰ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۹۰
- شکل ۵-۶۴ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۰ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۹۰
- شکل ۵-۶۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۳ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۹۰
- شکل ۵-۶۶ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۳ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۹۰
- شکل ۵-۶۷ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S822 در زاویه حمله ۱۵ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۹۱
- شکل ۵-۶۸ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب موقعیت داده برداری در پایین دست لبه فرار ایرفویل S823 در زاویه حمله ۱۵ درجه و عدد رینولدز ۷۲۷۲۷ ۹۱
- شکل ۵-۶۹ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۷ درجه برای ایرفویل S822 ۹۲
- شکل ۵-۷۰ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۷ درجه برای ایرفویل S823 ۹۲
- شکل ۵-۷۱ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۱۰ درجه برای ایرفویل S822 ۹۳
- شکل ۵-۷۲ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۱۰ درجه برای ایرفویل S823 ۹۳
- شکل ۵-۷۳ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۱۳ درجه برای ایرفویل S822 ۹۴
- شکل ۵-۷۴ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۱۳ درجه برای ایرفویل S823 ۹۴
- شکل ۵-۷۵ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۱۵ درجه برای ایرفویل S822 ۹۵
- شکل ۵-۷۶ نمودار شدت اغتشاشات بر حسب عدد رینولدز در زاویه حمله ۱۵ درجه برای ایرفویل S823 ۹۵
- شکل ۵-۷۷ مقادیر ضریب پسا بر حسب موقعیت داده برداری در زاویه حمله صفر درجه و رینولدز ۷۲۷۲۷ برای ایرفویل S822 ۹۶

شکل ۵-۷۸ مقادیر ضریب پسا بر حسب موقعیت داده برداری در زاویه حمله ۱۰ درجه و رینولدز ۳۰۳۰۳

۹۷..... برای ایرفویل S822

۹۸..... شکل ۵-۷۹ مقایسه مقادیر ضریب پسا برای زوایای حمله مختلف در ایرفویل S822

۹۹..... شکل ۵-۸۰ مقادیر ضریب پسا برای زوایای حمله مختلف در ایرفویل S822

۹۹..... شکل ۵-۸۱ مقادیر ضریب پسا برای زوایای حمله مختلف در ایرفویل S823

۱۰۲..... شکل ۵-۸۲ مقادیر ضریب پسا بر حسب عداد رینولدز در ایرفویل S822

۱۰۳..... شکل ۵-۸۳ مقادیر ضریب پسا بر حسب عداد رینولدز در ایرفویل S823

فصل ۱

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

امروزه استفاده از انرژیهای نو و تجدیدپذیر به علت مزایای فراوان آن بسیار مورد توجه قرار گرفته است. ماهیت پایان ناپذیر این گونه انرژیها، روند رو به اتمام سوخت های فسیلی، حفظ سلامت محیط زیست و سایر مزایای بارز این انرژیها موجب تشویق بشر در سرمایه گذاری در این راه بوده است. یکی از فراوان ترین منابع تجدیدپذیر، انرژی باد است. نیروی باد را می توان از طریق وزش آن حول پره های توربین باد که باعث ایجاد گشتاور پیچشی در روتور می شود جذب کرد. در سال های اخیر توربین های بادی محور افقی تکنولوژی غالب مورد استفاده در مزارع باد بوده است.

تعیین پارامترهای آئرودینامیکی وارده به پره های توربین باد توسط روشهای عددی و تجربی انجام می پذیرد. در روشهای عددی با استفاده از شبیه سازی و حل معادله های حاکم بر جریان سیال نظیر معادله های پیوستگی، اندازه حرکت و انرژی را در شرایط مختلف بدست آورده و با توجه به نتایج بدست آمده، سیستم های مورد نظر طراحی و یا بهینه می شوند. در روشهای تجربی با استفاده از تجهیزاتی نظیر تونل باد، مدل را در شرایط آزمایش قرار داده و با استفاده از دستگاههای اندازه گیری، کمیتهای مختلف جریان سیال را اندازه گیری کرده و در نتیجه می توان پدیده های فیزیکی را درک و سیستم های سیالاتی را طراحی و بهینه نمود. با توجه به ساده سازی های روش های عددی و هزینه های پژوهش در روشهای تجربی بهتر است از دو روش تجربی و حل معادلات حاکم بطور مکمل، استفاده نمود. در تحقیق حاضر با اندازه گیری سرعت در ناحیه دنباله مدل، مقادیر ضریب پسا با استفاده از داده های سرعت متوسط و شدت اغتشاشات دنباله بدست آمده توسط تونل باد محاسبه شده است.

۲-۱ کلیات

۱-۲-۱ انرژی باد

انرژی باد، انرژی حاصل از هوای متحرک می باشد. چنین تخمین زده می شود که حدود ۱ تا ۳ درصد انرژی نور خورشید که به زمین تابیده می شود به انرژی باد تبدیل می گردد. انرژی باد، فراوان،