

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

عنوان طرح تحقیقاتی	
عنوان فارسی	طراحی و ساخت مجموعه‌ی موتور براسلس DC، درایور کنترلی و پروانه پیشران، جهت استفاده در شناورهای کوچک دریایی
عنوان انگلیسی	Design and manufacture of brushless DC motor, control driver and propeller for small boats of marine

۱- مجریان طرح تحقیقاتی			
ردیف	نام و نام خانوادگی	عنوان فعالیت های اصلی	مسئولیت
۱	رضا ولی دوبران	طراحی و ساخت موتور BLDC	مهندس برق - سرپرست تیم تلاش
۲	امیر صفایی نسب	طراحی و ساخت سیستم کنترل جهت درایو موتور BLDC	مهندس برق
۳	آراز نادى	طراحی و ساخت پروانه پیشران و بدنه‌ی موتور	مهندس مکانیک

۲- مشخصات فردی و سوابق تحصیلی مجریان طرح

۱-۲- مشخصات فردی و سوابق تحصیلی مجری اول	
نام و نام خانوادگی: رضا ولی دوبران	نام پدر: خسرو
شماره شناسنامه: ۲۷۴۰۷۵۳۶۷۵	تاریخ تولد: ۱۳۷۲/۰۱/۲۸
تلفن همراه: ۰۹۱۰۹۷۹۸۰۶۲	تلفن ثابت: ۰۲۱-۷۶۲۸۱۲۸۹
آدرس محل سکونت: شهر پردیس - فاز ۳ - محله پردیسان - مجتمع گلستان ۱ - بلوک ۷ - واحد ۲۱	
رشته و گرایش مقطع کارشناسی: مهندسی برق - قدرت	دانشگاه اخذ مدرک کارشناسی: ارومیه
رشته و گرایش مقطع کارشناسی ارشد: مهندسی برق قدرت - سیستم های قدرت	دانشگاه اخذ مدرک کارشناسی ارشد: شهید بهشتی تهران
عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد: مکان بای و تنظیم پارامترهای بهینه منابع تولید پراکنده و فیلترهای پسیو همراه با باز آرای بی‌هینه شبکه، به صورت همزمان با در نظر گرفتن قیود کیفیت توان در یک میکرو گرید	
رشته و گرایش مقطع دکتری: -----	دانشگاه اخذ مدرک دکتری: -----
عنوان رساله دکتری: -----	

۲-۲- مشخصات فردی و سوابق تحصیلی مجری دوم	
نام و نام خانوادگی: آراز نادى	نام پدر: رحیم
شماره شناسنامه: ۲۷۴۱۱۴۸۹۹۶	تاریخ تولد: ۱۳۷۵/۰۷/۰۱
تلفن همراه: ۰۹۱۴۴۷۴۴۵۴۷	تلفن ثابت: ۰۴۴-۳۳۴۶۹۱۷۳
آدرس محل سکونت: ارومیه - خیابان مولوی - خیابان امین - خیابان الفت - کوی دوم - ده متری - سمت چپ - پلاک ۵۰	
رشته و گرایش مقطع کارشناسی: مهندسی مکانیک	دانشگاه اخذ مدرک کارشناسی: ارومیه
رشته و گرایش مقطع کارشناسی ارشد: مهندسی مکانیک - انرژی	دانشگاه اخذ مدرک کارشناسی ارشد: دانشگاه شهید بهشتی تهران

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان و وظیفه
تاریخ:		

عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد: بررسی عددی و بهینه سازی توربین بادی کوچک به منظور کاهش آلودگی صوتی		
رشته و گرایش مقطع دکتری: ----- دانشگاه اخذ مدرک دکتری: -----		
عنوان رساله دکتری: -----		
۲-۳- مشخصات فردی و سوابق تحصیلی مجری سوم		
نام و نام خانوادگی: امیر صفایی نسب	نام پدر: عبدالله	کد ملی: ۴۵۶۰۱۴۴۵۵۹
شماره شناسنامه: ۴۵۶۰۱۴۴۵۵۹	تاریخ تولد: ۱۳۷۳/۱۲/۲۱	محل تولد: سمنان
تلفن همراه: ۰۹۳۵۱۰۵۶۲۰۵	تلفن ثابت: ۰۲۱-۷۷۰۸۹۷۱۶	آدرس ایمیل: safaeinasab@email.kntu.ac.ir
آدرس محل سکونت: تهران - قنات کوثر - خیابان مطهری - کوچه شهید محرابیان - پلاک ۴۰ - واحد ۶		
رشته و گرایش مقطع کارشناسی: مهندسی برق - کنترل		
رشته و گرایش مقطع کارشناسی: مهندسی برق - الکترونیک قدرت		
عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد: طراحی و ساخت سیستم کنترل یک مبدل AC/AC نمونه		
رشته و گرایش مقطع دکتری: -----		
عنوان رساله دکتری: -----		

۳- مشخصات درخواست کننده طرح	
سازمان درخواست کننده طرح: سازمان صنایع دریایی	
گروه/صنعت/واحد به کارگیرنده (محل تصویب پروژه در سازمان): معاونت تحقیقات و فناوری - مرکز نوع آوری باز دریایی	
عنوان کلان پروژه اصلی (پروژه مادر): شناورهای سبک سطحی و اسکوترهای زیر سطحی	

۴- شرح مسئله/چالش/نیاز فناوری
<p>در این تحقیق چالشی که مطرح هست، اینکه برای انواع اسکوترها و شناورهای کوچک دریایی به جای استفاده از موتورهای بنزینی و براش، می توان از موتورهای براشلس DC، استفاده کرد. این نوع از موتورها به دلیل مزایای قابل توجهی که نسبت به موتورهای احتراق داخلی و براش دارند، امروزه مورد توجه اکثر شرکت های مهندسی قرار گرفته است. از مزایا و علل اصلی جایگزینی این موتورها به جای احتراق داخلی و براش در شناورها می توان به موارد زیر اشاره کرد:</p>
<ol style="list-style-type: none"> ۱- آلودگی زیست محیطی موتورهای احتراق داخلی ۲- آلودگی صوتی موتورهای احتراق داخلی ۳- فرسودگی سریع موتورهای براش ۴- بازده پایین موتورهای براش در مقایسه با براشلس ۵- نسبت گشتاور به حجم بالای موتورهای براشلس نسبت به براش ۶- انتقال حرارت بهتر موتورهای براشلس

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

۷- اگر از فرسودگی و زنگ زدن بلبرینگ و قطعات مکانیکی صرفنظر کنیم، موتور براشلس حتی در صورت نفوذ آب به درون موتور نیز کار می کند.

۸- کاهش نویز به دلیل عدم استفاده از زغال و کموتاتور

البته موتورهای براشلس عیب بزرگی که دارند، اینکه هزینه ی ساخت درایور این موتورها بالاست، و بدون درایو حتی نمی توان با سرعت ثابت این موتورها را راه اندازی کرد. انواع روش های راه اندازی برای موتور BLDC طراحی شده وجود دارد به طوری که در این تحقیق از روش سنسور هال برای راه اندازی موتور BLDC استفاده خواهیم کرد.

۵- مشخصات اعضای تیم تحقیقاتی	
۵-۱- کارفرما/نماینده کارفرما	
نام و نام خانوادگی: سید علی عسگری کیسی	سمت: مدیر مرکز نوع آوری باز دریایی
مدرک تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته و گرایش مدرک تحصیلی: مهندسی شیمی
دانشگاه محل اخذ مدرک: دانشگاه آزاد_ واحد تهران جنوب	عضویت:
۵-۲- استاد راهنما	
نام و نام خانوادگی: حمید هوشمند	رتبه علمی/سمت:
مدرک تحصیلی: دکترای تخصصی	رشته و گرایش مدرک تحصیلی: مهندسی برق کنترل
دانشگاه:	عضویت:
۵-۳- داور/ارزیاب	
نام و نام خانوادگی:	رتبه علمی/سمت:
مدرک تحصیلی:	رشته و گرایش مدرک تحصیلی:
دانشگاه محل اخذ مدرک:	عضویت:
۵-۴- مشاور	
نام و نام خانوادگی: امیر محمد فتحی	رتبه علمی/سمت:
مدرک تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته و گرایش مدرک تحصیلی: مهندسی انرژی های تجدیدپذیر
دانشگاه محل اخذ مدرک: علوم تحقیقات آزاد تهران	عضویت: ---

۶- مشخصات علمی و فنی طرح (در صورت نیاز توضیحات تکمیلی پیوست شود)

این طرح به چهار بخش اصلی تقسیم می گردد:

۱- طراحی و ساخت موتور براشلس DC متناسب با گشتاور و سرعت تعریف شده

۲- طراحی و ساخت درایو کنترلی برای راه اندازی موتور برشلس DC

۳- طراحی و ساخت قالب بدنه موتور برای جاسازی موتور براساس DC در آن

۴- طراحی پروانه پیشران و تحلیل آن در نرم افزار ANSYS

در ابتدا طراحی مقدماتی موتور در نرم افزار تحلیل ماشین‌های الکتریکی انجام می‌گیرد سپس با استفاده از نرم‌افزار و استفاده از روش المان محدود، شبیه سازی موتور برای رسیدن به گشتاور و سرعت مورد نظر انجام می‌گیرد و بعد از تایید نتایج حاصل از شبیه سازی، مقدمات لازم را برای ساخت موتور فراهم می‌کنیم، این مقدمات موارد زیر را شامل می‌شود:

۱- تهیه ورق استیل و برش ورقه‌های موتور با لیزر

۲- جوشکاری موتور

۳- سنگ زنی بدنه موتور

۴- رنگ کاری

۵- زدن سیم پیچ موتور

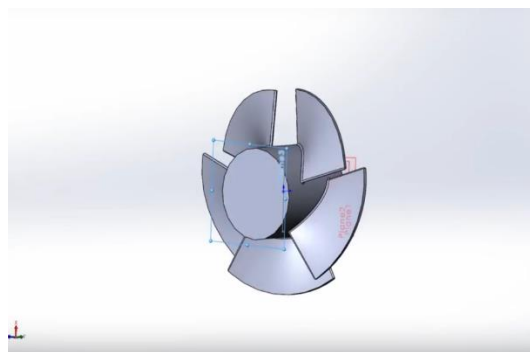
۶- رزین کاری موتور

۷- ساخت بدنه‌ی موتور

بعد از ساختن موتور می‌بایست ابتدا در سیمولینک متلب درایور مربوطه را طراحی و شبیه سازی کنیم، سپس بعد از مطمئن شدن از نتایج شبیه سازی، با استفاده از ادوات الکترونیکی درایو کنترلی را پیاده سازی می‌کنیم، بعد از ساخت برد مربوط به درایور، می‌بایست برای کنترل درایو با استفاده از ARM یا AVR برنامه کنترلی برای درایور نوشته شود. در نهایت برد درایور به موتور متصل شده و تست نهایی آن انجام می‌گیرد. در صورتی که شناور و یا اسکوتر به دو موتور سنکرون نیاز داشته باشد در این صورت دو موتور با درایو جدا از هم خواهیم ساخت، سپس با کدنویسی ARM این دو موتور را به صورت سنکرون با هم راه‌اندازی می‌کنیم.

همزمان با ساخت موتور و طراحی درایور آن، به صورت موازی طراحی بدنه موتور و پروانه پیشران توسط بخش مکانیک انجام می‌گیرد، سپس با استفاده از نرم افزار ANSYS متناسب با خروجی خواسته شده، پروانه پیشران طراحی و ارزیابی می‌شود و با استفاده از نرم افزار Solid Work نقشه ی ساخت آن ایجاد می‌گردد، در نهایت مجموعه‌ی موتور و پروانه‌ی پیشران برای استفاده در شناورهای کوچک مورد بهره برداری قرار می‌گیرد.

دینامیک سیالات محاسباتی ابزاری است که برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی رفتار جریان سیال به کار می‌رود. این ابزار با حل معادلات ناویر-استوکس رفتار جریان سیال را مشخص می‌کند. به دلیل ماهیت غیر خطی این معادلات، حل تحلیلی آن‌ها ممکن نبوده و به صورت عددی حل می‌شوند.



کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

شکل ۱: نمایی از پره در نرم افزار SolidWork

۷- نوع طرح				
۷-۱- تحقیقات بنیادی (باماهیت تولید علم، اثبات و نمایش فناوری)				
۷-۱-۱- تحقیقات بنیادی محض (بدون توجه به کاربردهای عملی و به منظور گسترش مرزهای دانش صورت میگیرد)				
علوم دفاعی <input type="checkbox"/>	فیزیک <input type="checkbox"/>	شیمی <input type="checkbox"/>	مکانیک <input type="checkbox"/>	علم مواد <input type="checkbox"/>
علوم کامپیوتر <input type="checkbox"/>	الکترونیک <input type="checkbox"/>	علوم دریایی <input type="checkbox"/>	علوم زمینی <input type="checkbox"/>	علوم جوی و فضایی <input type="checkbox"/>
ریاضیات و علوم محاسباتی <input type="checkbox"/>	علوم بیولوژی <input type="checkbox"/>	علوم شناختی و عصبی <input type="checkbox"/>	سایر موارد <input type="checkbox"/>	نام ببرید:
۷-۱-۲- تحقیقات بنیادی جهت دار (به منظور فراهم نمودن زمینه علمی لازم برای حل مشکلات و شبهات علمی و فنی شناخته شده (حل مسائل جاری و یا آتی) - کاربرد خاص از آن مد نظر است)				
تئوری های جنگ، ماهیت جنگ، معماری جنگ <input type="checkbox"/>	بهبود حسگرها، لیزر مرئی، امواج میکروویو پرتوان، تشخیص هدف، فرآیندهای پرانرژی <input type="checkbox"/>	سازه های خاموش در برابر صوت، مواد فضایی، مواد آشکارساز، مواد فروالکترونیک <input type="checkbox"/>	روش شناختی شبیه سازی، مدل سازی، هوش مصنوعی، جستجوی هوشمند، سیستم عامل، رمز <input type="checkbox"/>	
حسگرهای بویایی، سنتز آنزیمی مواد پرانرژی، ردیاب آوایی <input type="checkbox"/>	نانو لوله، کامپوزیت های آلی، لیزرهای شیمیایی <input type="checkbox"/>	سازه های هوشمند، آیرودینامیک هواپیما <input type="checkbox"/>	بینایی ماشینی، فشارهای روانی و عملکرد <input type="checkbox"/>	
آکوستیک آب های کم عمق <input type="checkbox"/>	اثرات یونوسفری <input type="checkbox"/>	IR، ابررساناها، انتشار ایمن <input type="checkbox"/>	سایر <input type="checkbox"/>	نام ببرید:
۷-۲- تحقیقات کاربردی سامانه محور				
موشکی <input type="checkbox"/>	دفاع موشکی <input type="checkbox"/>	هوایی <input type="checkbox"/>	تجهیزات هوایی <input type="checkbox"/>	زمینی <input type="checkbox"/>
دریایی <input checked="" type="checkbox"/>	تجهیزات نبرد دریایی <input type="checkbox"/>	الکترونیک و مخابرات <input type="checkbox"/>	اطلاعاتی و جاسوسی <input type="checkbox"/>	فضایی <input type="checkbox"/>
جنگ افزارهای هوشمند <input type="checkbox"/>				سایر <input type="checkbox"/>
۷-۳- تحقیقات کاربردی فناوری محور				
فناوری های نرم (شامل معماری فرماندهی و کنترل، سیستم عامل، رمزنگاری) <input type="checkbox"/>	فناوری سیستم (شامل اویونیک و ناوبری، خلبان خودکار، سیستم های اتوماسیون) <input type="checkbox"/>	راديوالکترونیک (شامل آنتن، گیرنده، فرستنده، جنگال) <input type="checkbox"/>		
الکترواپتیک (شامل سیستم های راداری پسیو و غیره) <input type="checkbox"/>	فناوری زیستی (شامل تغذیه، دارو، پاکسازی، بهداشت، بیومتری) <input type="checkbox"/>	مکاترونیک و رباتیک (شامل عملگرها، گیربکس، میکروروبات) <input checked="" type="checkbox"/>		
پیشرانش (شامل موتورهای توربو، پیستونی، پالسی) <input type="checkbox"/>	مواد پرانرژی شامل (سوخت، مواد منفجره) <input type="checkbox"/>	عمرانی و تأسیساتی (شامل مصالح، سنگرها، سوله ها، پلها، ساختمانها، سیستم های سرمایه و گرمایش) <input type="checkbox"/>		
ذخیره و تولید انرژی های نو (شامل خورشیدی، بادی، هیدروژنی) <input type="checkbox"/>	انرژی مستقیم (شامل لیزر، الکترومغناطیس) <input type="checkbox"/>	سازه و مواد پیشرفته (شامل کامپوزیت ها، پلیمرها، نساجی، جاذب رادار، ساخت و تولید شامل جوشکاری، فرم دهی) <input type="checkbox"/>		

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

سایر <input type="checkbox"/> نام ببرید:	میکروالکترونیک (شامل نیمه هادی ها و سنسورها) <input type="checkbox"/>	لیزر و فتونیک (شامل سیستم های نمایش، دکتورها، سیکرها) <input type="checkbox"/>
--	---	--

۷-۴- توسعه‌ی تجربی (به منظور تولید دانش جدید)

بهبود فرآیندهای قبلی <input type="checkbox"/>	بهبود محصولات قبلی <input checked="" type="checkbox"/>	تولید فرآیند جدید <input type="checkbox"/>	تولید محصول جدید <input type="checkbox"/>
---	--	--	---

۸- سوابق طرح (فعالیت‌ها، مطالعات مشابه و مرتبط) و نوآوری نسبت به تحقیقات مشابه

۸-۱- سوابق داخلی طرح

از شرکت‌هایی که به طراحی و ساخت موتور BLDC را انجام می‌دهند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱- شرکت G_motor

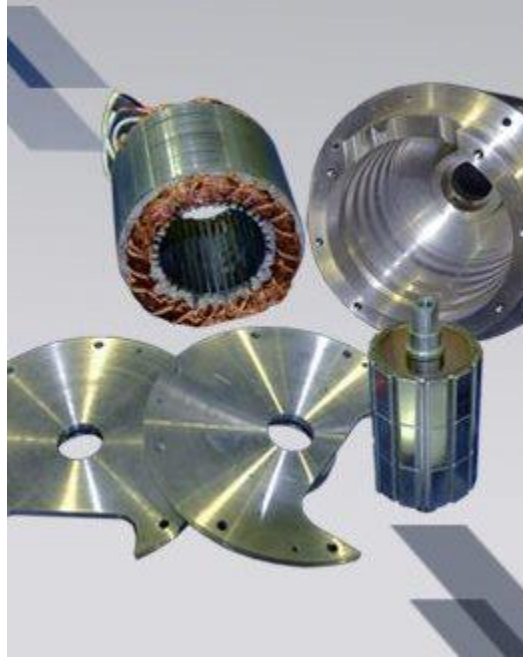
۲- شرکت کهربا موتور

۳- نما موتور

شرکت‌های مهندسی طی چند سال اخیر شروع به طراحی موتورهای برانشلس کرده‌اند. شرکت G_motor برای کوادکوپترها در حال حاضر موتور BrushLess تولید می‌کند.



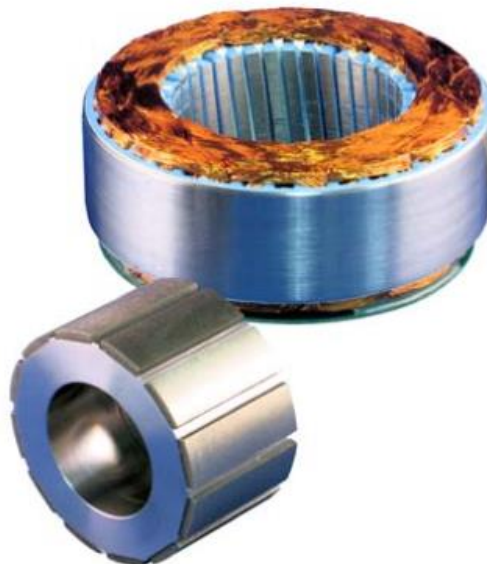
علاوه بر این شرکت کهربا موتور، در زمینه طراحی موتور BLDC برای انواع دوچرخه برقی، کولر، اسکوتر و ... طراحی و ساخت انجام داده است. که تصویر زیر نمونه موتور طراحی شده در این شرکت را نشان می‌دهد.



موتور BLDC که طراحی خواهیم کرد، دارای سیم‌پیچی نامتقارن هست و جهت استفاده در داخل سیال آب مناسب است.

۸-۲- سوابق خارجی طرح

در [۴] آقای Demir به مقایسه انواع موتورهای براشلس از نوع متقارن و نامتقارن پرداخته است. و تاثیر این سیم‌بندی ها را روی کیفیت گشتاور خروجی موتور مورد بررسی قرار داده است. در این مقاله موثر بودن سیم‌بندی نامتقارن در بهبود کیفیت گشتاور خروجی به اثبات رسیده است. البته قبل از آقای Demir، شخصی به نام Allen در پایان نامه ارشد [۵] برای اولین بار از تاثیر سیم‌بندی نامتقارن در بهبود گشتاور خروجی در موتور براشلس استفاده کرده است. همانطور که قبلا هم ذکر شد شرکت آمریکایی Allied motion [۶] نیز از این طراحی استفاده کرده و موتورهای براشلس از این نوع سیم‌بندی را به کار گرفته است. یک نمونه ساخته شده از این موتور در شرکت Allied motion در تصویر زیر نشان داده شده است.



۸-۳- جنبه‌های نوآوری طرح نسبت به تحقیقات مشابه فوق

- ۱- مجموعه موتور، کنترل درایو و پروانه پیشران به عنوان سیستم رانش اسکوترها و شناورها استفاده خواهد شد.
- ۲- موتور براشلس موجود دارای سیم‌بندی نامتقارن خواهد بود.

۹- دلایل پیشنهاد و اهداف دقیق طرح

هدف از انجام این تحقیق طراحی و ساخت موتور براشلس (BLDC) در رنج ۲۵۰ الی ۷۰۰ وات برای شناورهای سطحی و زیر سطحی به همراه درایور کنترلی آن، به منظور جایگزین کردن موتورهای براش شناورهای کوچک موجود در کشور با موتورهای براشلس می‌باشد.

موتور BLDC که طراحی خواهد شد، دارای سیم‌پیچی از نوع گسترده و نامتقارن می‌باشد که به خاطر نوع سیم‌بندی دارای ریپل گشتاور خیلی پایین هست. موتور BLDC که در این طراحی مد نظر هست دارای ساختار سیم‌بندی از نوع غیر متقارن می‌باشد و نشان خواهیم داد که این نوع سیم‌بندی بدون اینکه دندانه‌های استاتور را مورب کنیم ریپل گشتاور (Cogging Torque) را به شدت پایین آورده و یک گشتاور با کیفیت دارای ریپل کم را تولید می‌کند. اساس این کار به این نحو هست که سیم‌پیچی به صورت طراحی می‌گردد که شار مغناطیسی توزیع شده در هسته موتور (Back_EMF) تقریباً سینوسی بوده و همین عامل باعث حفظ مقدار قابل توجهی از دامنه‌ی Cogging Torque خواهد شد. قبل از ساخت موتور، ابتدا موتور در نرم افزار JMAG Designer 17.1 شبیه‌سازی شده و بعد از اطمینان از نتایج شبیه‌سازی این موتور وارد مرحله‌ی ساخت می‌گردد. توان خروجی موتور بین ۲۵۰ الی ۷۰۰ وات، سرعت موتور ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ دور بر دقیقه و گشتاور خروجی آن ۳ الی ۶ نیوتن متر خواهد بود.

نمونه‌ی خارجی مشابه این موتور را یک شرکت آمریکایی به نام Allied motion ساخته است، که دارای ۳۹ اسلات هست. در شکل زیر نمونه‌ی ساخته شده در آزمایشگاه، نشان داده شده است.



بعد از اینکه موتور BLDC مورد اشاره ساخته شد، این موتور نیازمند درایو برای راه اندازی می‌باشد. لذا همزمان با ساخت موتور یکی از اعضای تیم، طراحی و ساخت درایور موتور BLDC را انجام خواهد داد و از آنجایی که ساخت درایور زمان بر هست طبق برنامه ریزی انجام گرفته در ابتدا خود موتور ساخته خواهد شد و با استفاده از درایوری که از بازار خریداری شده، راه‌اندازی می‌گردد که نقایص طرح اولیه موتور بر طرف گردد، در مرحله بعد موتور بهینه سازی و با درایوری که طراح درایو ساخته است، راه-

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

اندازی خواهد شد. لازم به ذکر هست که همزمان با ساخت موتور و درایور آن، مهندس مکانیک پروژه طراحی و ساخت پروانه را انجام خواهد داد. در نهایت مجموعه ی کاملی که شامل موتور، کنترل درایو و پروانه پیشران هست به عنوان خروجی پروژه جهت استفاده در اسکوترها و شناورهای کوچک دریایی استفاده خواهد شد.

۱۰- ضرورت و اهمیت اجرای طرح

استفاده از موتورهای جریان مستقیم بدون جاروبک (BLDC) به دلایل متعددی امروزه مورد توجه صنعت قرار گرفته است. تا چند دهه ی قبل، از موتورهای برآش DC به جای موتورهای BLDC استفاده می کردند چرا که طراحی و پیاده سازی درایو موتورهای BLDC، بسیار پرهزینه و دارای پیچیدگی های زیادی بود. امروزه با پیشرفت الکترونیک قدرت و ساخت ادوات الکترونیکی پیشرفته، پیاده سازی و کنترل موتورهای BLDC پیچیدگی های قبل رو ندارد لذا بنا به معایبی که برای موتورهای برآش ذکر شده است، موتورهای BLDC جایگزین موتورهای برآش شده است. معایب موتورهای برآش به شرح زیر است [۱-۳]:

- ۱- با توجه به برآش های موجود سرعت موتور برآش محدود شده است.
- ۲- برآش های داخل موتور پس از مدتی به دلیل اصطکاک کارایی خود را از دست داده و لازم هست که هر چند وقت یکبار عوض گردد.
- ۳- تماس مکانیکی برآش ها با یکدیگر و اصطکاک ناشی از آن عواقبی همچون هدر رفتن انرژی الکتریکی و تولید حرارت را به دنبال دارد که بهره وری موتور را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد. و طول عمر آن را کاهش می دهد.
- ۴- تغییرات مستمر در وضعیت کموتاتور و برآش ها، صدای زیادی نسبت به موتور برآشلس تولید می کند.
- ۵- توان مصرفی موتور برآش در مقایسه با برآشلس بیشتر هست.
- ۶- گشتاور خروجی موتور برآش در مقایسه با برآشلس کم تر هست.
- ۷- بهترین ویژگی موتور برآشلس دست یابی به کنترل بهتر سرعت موتور می باشد.
- ۸- به ازای توان خروجی یکسان ابعاد موتور برآشلس در مقایسه با برآش کم تر هست.

با توجه به مطالب ذکر شده در بالا، اهمیت موتورهای BLDC را نسبت به موتورهای DC دارای زغال و کموتاتور به وضوح دیده می شود.

۱۱- منابع جمع آوری داده و مشی فنی اجرای پروژه

[1]. Krishnan, R. (2017). *Permanent magnet synchronous and brushless DC motor drives*. CRC press.

[2]. Xia, C. L. (2012). *Permanent magnet brushless DC motor drives and controls*. John Wiley & Sons.

[3]. Hendershot, J. R., & Miller, T. J. E. (2010). *Design of brushless permanent-magnet machines* (p. 178). Venice, Florida, USA: Motor Design Books.

[4]. Demir, Y., & Aydin, M. (2014, September). Design of several un-skewed radial flux permanent magnet synchronous motors with asymmetric and symmetric AC windings—A comparative study. In *2014 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)* (pp. 2411-2417). IEEE.

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

[5]. Allen, C. P. (1988). *Design of a brushless AC servo-motor using neodymium iron boron permanent magnet material* (Doctoral dissertation, Dublin City University).

[6]. Motors, M. F. T. Alliedmotion. com [online]. 2013 [cit. 2013-05-01]. *Dostupné z: http://www.alliedmotion.com/Products/Series.aspx.*

۱۲- موارد استفاده از نتایج حاصل از اجرای طرح در صنعت یا سازمان دفاعی (کاربردها)

۱- شناورهای کوچک سازمان صنایع دریایی
 ۲- اسکوترها

۱۳- موانع، مشکلات و ریسک‌های احتمالی (متغیرهای مسئله) در راه انجام پروژه

۱- دقت دستگاه‌های برش کم تر هست .
 ۲- برای تولید انبوه محصول نیاز به دستگاه سیم پیچ زن می باشد.
 ۳- کارگاهی که بتواند پروانه پیشران را با همان دقت نرم افزار برش دهد در کشورمان کم هست.

۱۴- دستاوردها یا نتایج مورد انتظار به صورت دقیق و خلاصه بیان گردد

طراحی و ساخت موتور BLDC در رنج ۲۵۰ الی ۷۰۰ وات و با سرعت ۱۰۰۰ تا ۲۸۰۰ دور بر دقیقه
 طراحی و ساخت درایور موتورهای BLDC
 طراحی و ساخت پروانه پیشران

۱۵- اعتبار، زمانبندی و مراحل اجرای طرح

تاریخ خاتمه: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱		تاریخ شروع: ۱۳۹۹/۰۴/۰۱		کسر خدمت مورد نیاز: ۲۴ ماه	اعتبار مورد نیاز: ۸ میلیون تومان
درصد مشارکت	مجریان	وزن فعالیت (نفرماه)	زمان اجرا (ماه)	عنوان فعالیت	ردیف
۳۳/۳	۱	هر یک از اعضا ۱ ماه	۱	جمع آوری اطلاعات در رابطه با موتورهای براشلس ، پروانه های پیشران و انواع درایور برای راه اندازی موتور BLDC	۱
۳۳/۳	۲	جمع آوری داده انجام می‌دهند			
۳۳/۳	۳				
۸۰	۱	سرپرست تیم و طراح	۱/۵	طراحی و مدل سازی موتور براشلس در نرم افزار JMAG Designer	۲
۰	۲	درایور تبادل اطلاعات انجام خواهند داد			
۲۰	۳				
۵۰	۱	سرپرست تیم و طراح	۲	CNC و جوشکاری و رنگ کاری بدنه موتور و سیم پیچی موتور با طراحی جدید	۳
۵۰	۲	مکانیک در این قسمت تبادل اطلاعات خواهند داشت			
۰	۳				
۷۰	۱	راه اندازی نمونه اولیه	۲	ساخت نمونه اولیه موتور و خرید درایور آماده از بازار برای راه اندازی موتور طراحی شده ، استفاده از طرح اولیه بدنه موتور طراحی شده توسط بخش مکانیک	۴
۱۵	۲	موتور			
۱۵	۳				
۳۰	۱	تبادل اطلاعات بین	۲	طراحی درایور در سیمولینک متلب و لینک کردن آن با موتور مدل سازی شده در نرم‌افزار تحلیل ماشین های الکتریکی	۵
۰	۲	سرپرست تیم و طراح			

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 مرکز نوآوری باز دریایی Morris Open Innovation Center	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

۷۰	۳	درایور موتور			
۵	۱	تبادل اطلاعات بین	۲/۵	طراحی پروانه پیشران و تحلیل آن در نرم افزار ANSYS	۶
۹۵	۲	سرپرست تیم و مهندس			
۰	۳	مکانیک پروژه			
۲۰	۱	تبادل اطلاعات بین	۱/۵	پیاده سازی درایو شبیه سازی شده ، روی برد الکتریکی (نقشه مدار در Altium Designer و سپس زدن قطعات روی برد طراحی شده)	۷
۰	۲	سرپرست تیم و طراح			
۸۰	۳	درایو			
۹۵	۱	توسط سرپرست تیم و	۱/۵	بهینه سازی موتور طراحی شده در نمونه ی اولیه و رفع اشکالات احتمالی	۸
۰	۲	طراح درایور			
۵	۳				
۱۰	۱	توسط سرپرست تیم و	۱/۵	نوشتن برنامه ARM برای کنترل موتورهای BLDC	۹
۰	۲	طراح درایور			
۹۰	۳				
۵۰	۱	توسط سرپرست تیم و	۱/۵	لینک کردن درایو ساخته شده وموتور بهینه سازی شده	۱۰
۰	۲	طراح درایور			
۵۰	۳				
۱۰	۱	تبادل اطلاعات بین	۲	ساخت پروانه طراحی شده	۱۱
۰	۲	سرپرست تیم و طراح			
۹۰	۳	مکانیک			
۳۳/۳	۱	تبادل اطلاعات بین تمام	۱	کوپل کردن پروانه پیشران و موتور BLDC تست محصول نهایی	۱۲
۳۳/۳	۲	اعضا تیم			
۳۳/۳	۳				
۳۳/۳	۱	مشارکت تمام اعضا تیم	۲	اخذ مجوزهای تولید انبوه محصول	۱۳
۳۳/۳	۲				
۳۳/۳	۳				
۳۳/۳	۱	مشارکت تمام اعضا تیم	۲	استاندارد سازی محصول و اخذ مجوزها برای تولید	۱۴
۳۳/۳	۲				
۳۳/۳	۳				

۱۶- سایر توضیحات ضروری

از آنجایی که پروژه مورد نظر از نوع ساخت می باشد هزینه ای که برآورد شده برای ساخت دو نمونه از این محصول حدود ۸ میلیون خواهد بود.

ساخت بدنه موتور (یک میلیون و دویست هزار تومان)

ساخت درایو کنترلی (یک میلیون و دویست هزار تومان)

ساخت پروانه (یک میلیون و شصت هزار تومان)

لذا از مرکز نوع آوری باز دریایی خواهشمندیم که بودجه پیش بینی شده برای ساخت مجموعه ی ارزشمند ارائه شده را فراهم آورد.

کد فرم: 68-FO-09-3-53-01	 <p>مرکز نوآوری باز دریایی Marine Open Innovation Center</p>	عنوان فرم: اطلاعات طرح تحقیقاتی استارت آپ فنی - مهندسی محققان وظیفه
تاریخ:		

مرجع تایید کننده طرح تحقیقاتی	استاد راهنما	مجریان طرح
سمت: نام و نام خانوادگی: تاریخ و امضاء:	سمت: کارمند نام و نام خانوادگی: حمید هوشمند تاریخ و امضاء:	نام و نام خانوادگی: رضا ولی دویران تاریخ و امضاء: ۱۳۹۹/۰۳/۲۸ نام و نام خانوادگی: آراز نادی تاریخ و امضاء: ۱۳۹۹/۰۳/۲۸ نام و نام خانوادگی: امیر صفایی نسب تاریخ و امضاء: ۱۳۹۹/۰۳/۲۸