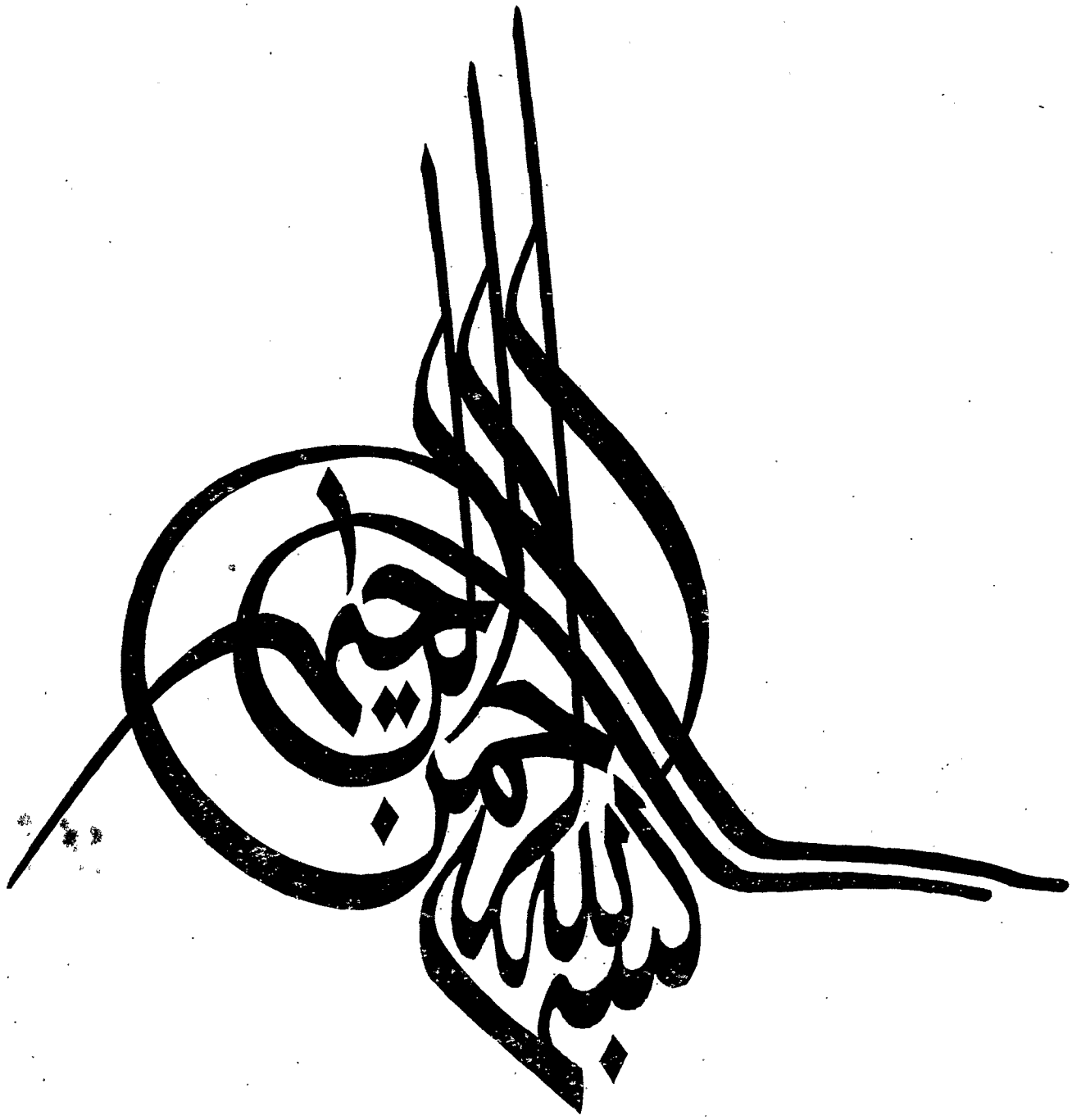

٥٨٢١٨

دانشگاه یزد
مجتمع فنی و مهندسی
دانشکده مکانیک

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مکانیک(تبدیل انرژی)

تحلیل عددی جریان مغشوش حول یک جسم زیرسطحی

استاد راهنما: **دکتر محمد سفید**

استاد مشاور: **دکتر شهرام طالبی**

تهیه کننده: **رحیم عطاالهی اشکور**

۱۳۸۷/۹/۲۴

اسفند ماه ۱۳۸۶

۱۰۸۲۱۸

تقدیر و تشکر:

سپاس از پدر و مادر عزیزم، این ستارگان پرفروغ زندگی که آرزویشان موفقیت فرزندانشان است و در این راه از هیچ تلاشی دوری نمی نمایند.

سپاس از استاد های محترم جناب دکتر سفید و جناب دکتر طالبی که در این مدت با راهنمایی ها و مشاوره های خود من را در به پایان رساندن این پروژه یاری نمودند و سپاس از مهندس غفاری که همکاری زیادی در طول انجام پروژه نمودند.

با آرزوی موفقیت برای همه آنان که در انجام این پروژه من را یاری نمودند.

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی	صورتجلسه دفاعیه پایان‌نامه دانشجوی دوره کارشناسی‌ارشد	شناسه: ب/ک/۳

جلسه دفاعیه پایان‌نامه تحصیلی آقای/ خانم: رحیم عطاالهی اشکور دانشجوی کارشناسی‌ارشد

رشته/گرایش: مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی

تحت عنوان: تحلیل عددی جریان مغشوش حول یک جسم زیر سطحی

و تعداد واحد: ۶ در تاریخ ۱۳ / ۱۲ / ۱۳۸۶ با حضور اعضای هیأت داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید.

پس از ارزیابی توسط هیأت داوران، پایان‌نامه با نمره: به عدد ۱۸/— به حروف هیجده تمام

و درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

عنوان	نام و نام خانوادگی	امضاء
استاد/ استادان راهنما:	آقای دکتر محمد سفید	
استاد/ استادان مشاور:	آقای دکتر شهرام طالبی	
متخصص و صاحبنظر داخلی:	آقای دکتر ولی کلانتر	
متخصص و صاحبنظر خارجی:	آقای دکتر احمدرضا عظیمیان	۱۳۸۷/۹/۲۳

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام و نام خانوادگی: آقای دکتر قاسم میرجلیلی

امضاء:

چکیده

بسیاری از جریانهای واقعی در هیدرودینامیک مانند حرکت یک زیردریایی، وسایل نقلیه کنترل شونده زیر سطحی، رباتهای زیر دریایی و غیره در رده جریانهای تراکم‌ناپذیر دسته‌بندی می‌شوند. بنابراین انگیزه اصلی در این پایان‌نامه، ارائه یک راهکار مناسب برای تحلیل جریانهای تراکم‌ناپذیر برای بدست آوردن نیروهای هیدرودینامیکی وارد بر اجسام غوطه‌ور در آب می‌باشد. این نیروها از حل معادلات ناویر استوکس تراکم‌ناپذیر و بدست آوردن میدان جریان و انتگرالگیری از نیروهای فشاری و اصطکاکی در اطراف جسم مورد نظر بدست می‌آیند. این نیروها در کنترل و ناوبری وسایل نقلیه زیر سطحی نقش اساسی دارند.

حل کردن معادلات ناویر استوکس تراکم‌پذیر برای جریانهای تراکم‌ناپذیر از نظر محاسباتی بهینه نمی‌باشد. زیرا در جریان تراکم‌ناپذیر سرعت صوت به سمت بینهایت میل می‌کند. مشکل اصلی در شبیه‌سازی عددی جریانهای تراکم‌ناپذیر این است که معادله پیوستگی با معادلات بقای اندازه حرکت خطی از نظر فشار هیچگونه ارتباط مستقیمی ندارد. در جریانهای تراکم‌پذیر به علت وجود مشتق چگالی نسبت به زمان در معادله پیوستگی، این مشکل وجود ندارد. یک روش برای ایجاد این ارتباط روش تراکم‌پذیری مصنوعی می‌باشد. این روش در ابتدا توسط کورین برای مسائل دائم معرفی شده‌است.

در این روش مجموعه معادلات حاکم از بیضوی- سهموی به هذلولوی- سهموی تغییر ماهیت می‌دهند. این تغییر با افزودن مشتق فشار به زمان مصنوعی به معادله پیوستگی بوجود می‌آید. با ایجاد این تغییر می‌توان از روشهای مؤثر ارائه‌شده برای جریانهای تراکم‌پذیر، برای انفصال و حل معادلات حاکم استفاده کرد. در تحقیق حاضر از روش ضمنی فاکتورگیری تقریبی ارائه‌شده توسط بیم-وارمینگ برای حل معادلات حاکم در مختصات عمومی منحنی‌الخط استفاده شده‌است. این روش شاخه‌ای از روشهای ضمنی با جهت‌های متغیر می‌باشد. نحوه انفصال جمله‌های جابجایی و لزج تفاضل مرکزی مرتبه دو می‌باشد. اثرات اغتشاشها با استفاده از یک

ضریب لزجت گردابه‌ای که به ضریب لزجت ملکولی افزوده می‌شود شبیه‌سازی شده است. از مدل بالدوین و لومکس و Q_4 که مدلهای جبری دو لایه‌ای هستند در برنامه فوق استفاده شده‌است. مسائل پایه بسیاری از جریانهای خارجی برای بررسی اعتبار برنامه، حل شده و با داده‌های تجربی و عددی موجود مقایسه شده‌است. سپس کاربرد این روش با استفاده از مدل بالدوین و لومکس برای شبیه سازی آشفتگی در مسائل سه‌بعدی نشان داده شده‌است.

در فصل چهار این پایان نامه به بررسی جریانهای دو بعدی پرداخته شده است و مشاهده شد که در جریانهای دو بعدی مدل Q_4 ضریب برا را بهتر از مدل بالدوین و لومکس محاسبه می کند اما در مورد ضریب پسا هر دو دارای ضعف هستند. در فصل پنج جریانهای سه بعدی تحت زاویه حمله صفر درجه بررسی شدند و مشاهده شد که جوابها دارای خطای نسبتا زیادی هستند.

کلمات کلیدی: معادلات ناویر استوکس ترکم‌ناپذیر - روش تراکم پذیری مصنوعی - روش بیم وارمینگ - هیدروفویل

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول ۱

۱-۱ تاریخچه و پیشینه پژوهش ۱

۱-۲ محدودیتها در تعیین ضرایب هیدرودینامیکی وسایل زیر سطحی ۱۱

۱-۳ مختصری از هندسه اجسام زیر سطحی ۱۲

۱-۴ نیروهای وارده برزیر دریایی یا جسم زیر سطحی ۱۴

۱-۴-۱ نیروی هیدرواستاتیک ۱۴

۱-۴-۲ نیروهای هیدرو دینامیکی ۱۵

۱-۵ روشهای حل معادلات ناویر- استوکس تراکم‌ناپذیر ۱۵

۱-۵-۱فرمول‌بندی چرخش- تابع جریان ۱۵

۱-۵-۲ فرمول‌بندی بر اساس متغیرهای پایه ۱۷

۱-۷ تعیین نوع دستگاه معادلات دیفرانسیل پاره‌ایی مرتبه اول ۱۹

۱-۷-۱ تعیین نوع دستگاه معادلات ناویر- استوکس تراکم‌ناپذیر دوبعدی دائم ۲۰

فصل دوم ۲۴

۲-۱ مقدمه ۲۴

۲-۲ متریک‌های انتقال ۲۶

۲-۳ انتقال معادلات به فضای محاسباتی ۲۸

۲-۴ تولید شبکه ۳۲

۲-۵ شبکه‌های جبری ۳۲

۲-۵-۱ مقاطع ریموس ۳۳

۲-۵-۲ مقاطع ناکا ۳۴

۲-۵-۳ شبکه‌های دوبعدی ۳۵

۲-۵-۴ شبکه‌های سه‌بعدی ۳۶
۲-۶ شبکه‌های بیضوی ۳۷
۲-۶-۱ تعامد و تجمع خطوط شبکه روی سطح ۳۸
۲-۶-۲ نتایج ۳۸
فصل سوم ۴۰
۳-۱ مقدمه ۴۰
۳-۲ معادلات ناویر- استوکس برای کمیتهای متوسط زمانی ۴۱
۳-۳ روش بالدوین و لومکس برای مدل‌سازی آشفتگی ۴۵
۳-۴-۱ شکل بی‌بعد روابط ۴۷
۳-۵ روش Q_f برای مدل‌سازی آشفتگی ۴۸
۳-۵-۱ شکل بی‌بعد روابط ۴۹
فصل چهارم ۵۱
۴-۱ مقدمه ۵۱
۴-۲ روش تراکم‌پذیری مصنوعی ۵۱
۴-۳ انتخاب مقادیر β ۵۳
۴-۳-۱ حد پائین β ۵۴
۴-۳-۲ حد بالای β ۵۵
۴-۴ معادلات حاکم در مختصات عمومی منحنی‌الخط به شکل بقایی ۵۷
۴-۵ انفصال معادلات حاکم از روش بیم- وارمینگ ۵۸
۴-۵-۱ خطی‌سازی جمله‌های جابجایی ۵۸
۴-۵-۲ خطی‌سازی جمله‌های لزج در مختصات عمومی ۵۹
۴-۵-۳ فاکتور گیری تقریبی ۶۰
۴-۶ استهلاک خطی ۶۱

۴-۷ استخراج شکل سه‌قطری معادلات ۶۵
۴-۸ محاسبه ضرائب هیدرودینامیکی برای یک هیدروفویل تحت زاویه حمله ۶۹
۴-۸-۱ پسا و برآی فشاری ۶۹
۴-۸-۲ پسا و برآی اصطکاکی ۷۰
۴-۸-۳ محاسبه ضرائب پسا و برآ ۷۰
۴-۹ نتایج ۷۱
۴-۹-۱ شرایط مرزی و شبکه استفاده‌شده ۷۱
۴-۹-۲ حل جریان حول استوانه ۷۲
۴-۹-۳ حل جریان حول هیدروفویل ۷۴
فصل پنجم ۸۷
۵-۱ مقدمه ۸۷
۵-۲ معادلات حاکم در مختصات عمومی منحنی‌الخط به شکل بقایی ۸۷
۵-۳ انفصال معادلات حاکم از روش بیم- وارمینگ ۸۸
۵-۳-۱ خطی‌سازی جمله‌های جابجایی ۸۹
۵-۳-۲ خطی‌سازی جمله‌های لزج در مختصات عمومی ۸۹
۵-۳-۳ فاکتور گیری تقریبی ۹۰
۵-۳-۴ استخراج شکل سه‌قطری معادلات ۹۱
۵-۴ محاسبه ضریب پسا برای اجسام تقارن محوری بدون زاویه حمله ۹۵
۵-۴-۱ پسای فشاری ۹۵
۵-۴-۲ پسای اصطکاکی ۹۵
۵-۴-۳ محاسبه ضریب پسای کل ۹۶
۵-۵ نتایج ۹۷
۵-۵-۱ شرایط مرزی و شبکه استفاده‌شده ۱

۵-۵-۲ حل جریان حول کره ۹۹
۵-۵-۳ حل جریان حول ریموس ۱۰۰
فصل ششم ۱۰۶
۶-۱ خلاصه فعالیتهای انجام‌شده و نتیجه‌گیری ۱۰۶
۶-۲ تحقیقات آتی ۱۰۸
پیوست ۱۱۰
مراجع ۱۱۱

فهرست جدول ها

عنوان *صفحه*

جدول ۱-۱ : مشخصات سیال در شرایط متعارفی ۱۲

جدول ۴-۱ مطالعه شبکه در $Re = ۲$ برای جریان حول استوانه ۷۳

جدول ۴-۲ مقایسه نتایج تحقیق حاضر برای استوانه در $Re = ۴۰$ با داده‌های مرجع [۱۳] ۷۴

جدول ۴-۳ مقایسه ضرایب هیدرودینامیکی هیدروفویل در $Re = ۴\times۱۰^{۶}$ با داده‌های تجربی ۷۷

جدول ۴-۴ مقایسه ضرایب هیدرودینامیکی هیدروفویل در $Re = ۲/۸\times۱۰^{۶}$ با داده‌های تجربی ۷۷

جدول ۵-۱ مقایسه نتایج تحقیق حاضر برای کره در $Re = ۱۰۰$ با داده‌های تجربی ۱۰۰

جدول ۵-۲ مقایسه ضریب پسای تحقیق حاضر با داده‌های مرجع [۶] ۱۰۱

فهرست شکل ها

عنوان *صفحه*

شکل۱-۱ نمایی از AUV مرفی ۷

شکل۱-۲ نمایی ازجسم زیر سطحی REMUS ۸

شکل ۲-۱ قلمرو فیزیکی دوبعدی برای یک هیدروفویل ۲۶

شکل ۲-۲ قلمرو محاسباتی متناظر با گامهای ثابت $\Delta\xi$ و $\Delta\eta$ ۲۶

شکل ۲-۳ مقطع بدنه ریموس (REMUS) در صفحه x-y ۳۳

شکل ۲-۴ شبکه باسازمان سه بعدی از نوع o-o حول بدنه شناور ریموس ۳۷

شکل ۲-۵ شبکه جبری تولیدشده در ناحیه دم یک هیدروفویل نامتقارن ۳۹

شکل ۲-۶ شبکه بیضوی تولیدشده در ناحیه دم یک هیدروفویل نامتقارن ۳۹

شکل ۲-۷ شبکه جبری تولیدشده در ناحیه دم بدنه شناور ریموس ۳۹

شکل ۲-۸ شبکه بیضوی تولیدشده در ناحیه دم بدنه شناور ریموس ۳۹

شکل ۳-۱ قطر گردابه‌های نزدیک دیوار متناسب با فاصله گردابه‌ها از دیوار[۱۰] ۴۶

شکل ٤-۱ فلوچارت برنامه نوشته شده ۶۸

شکل ۴-۲ شبکه بیضوی حول هیدروفویل ۷۲

شکل ۴-۳ شبکه جبری حول استوانه ۷۲

شکل ۴-۴ میدان سرعت حول استوانه در $\mathrm{Re}_D = ۴۰$ ۷۸

شکل ۴-۵ شکل خطوط جریان اطراف استوانه در $\mathrm{Re}_D = ۴۰$ ۷۸

شکل ۴-۶ میدان فشار حول استوانه در $\mathrm{Re}_D = ۴۰$ ۷۸

شکل ۴-۷ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح استوانه با داده‌های مرجع [۱۳] در $\mathrm{Re}_D = ۴۰$ ۷۸

شکل ۴-۸ میدان سرعت حول استوانه در $\mathrm{Re}_D = ۲$ ۷۹

شکل ۴-۹ شکل خطوط جریان اطراف استوانه در $\mathrm{Re}_D = ۲$ ۷۹

شکل ۴-۱۰ میدان فشار حول استوانه در $\mathrm{Re}_D = ۲$ ۷۹

شکل ۴-۱۱ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح استوانه با داده‌های فارنبرگ $Re_D = ۲$ ۷۹

شکل ۴-۱۲ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح استوانه با داده‌های فارنبرگ $Re_D = ۴$ ۸۰

شکل۴-۱۳ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح استوانه با داده‌های فارنبرگ $Re_D = ۱۰$ ۸۰

شکل ۴-۱۴ شکل خطوط جریان اطراف استوانه در $Re_D = ۲۰$ ۸۰

شکل ۴-۱۵ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح استوانه با داده‌های فارنبرگ $Re_D = ۲۰$ ۸۰

شکل ۴-۱۶ نمودار تغییرات ضریب برا بر حسب زاویه حمله در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ برای دو مدل بالدوین و لومکس و $Q_۴$ ۸۱

شکل ۴-۱۷ نمودار تجربی تغییرات ضریب برا بر حسب زاویه حمله[۷] ۸۱

شکل ۴-۱۸ نمودار تغییرات ضریب پسا بر حسب ضریب برا در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ ۸۱

شکل ۴-۱۹ نمودار تجربی تغییرات ضریب پسا بر حسب ضریب برا[۷] ۸۱

شکل ۴-۲۰ میدان فشار حول هیدروفویل بدون زاویه حمله در $Re_L = ۲/۸\times۱۰^۶$ (BL) ۸۲

شکل ۴ - ۲۱ میدان فشار حول هیدروفویل بدون زاویه حمله در $Re_L = ۲/۸\times۱۰^۶$ ($Q_۴$) ۸۲

شکل ۴-۲۲ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۲/۸\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۶ درجه(BL) ۸۲

شکل ۴- ۲۳ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۲/۸\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۶ درجه($Q_۴$) ۸۲

شکل ۴-۲۴ خطوط جریان حول هیدروفویل با زاویه حمله ۱۰ درجه در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ ($Q_۴$) ۸۳

شکل ۴-۲۵ خطوط جریان حول هیدروفویل با زاویه حمله ۱۰ درجه در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ (BL) ۸۳

شکل ۴-۲۶ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۱۰ درجه(BL) ۸۳

شکل ۴ - ۲۷ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۱۰ درجه($Q_۴$) ۸۳

شکل ۴-۲۸ خطوط جریان حول هیدروفویل با زاویه حمله ۱۸ درجه در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ ($Q_۴$) ۸۴

شکل ۴ - ۲۹ خطوط جریان حول هیدروفویل با زاویه حمله ۱۸ درجه در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ (BL) ۸۴

شکل ۴-۳۰ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۱۸ درجه(BL) ۸۴

شکل۴ – ۳۱ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۱۸ درجه($Q_۴$) ۸۴

شکل ۴-۳۲ خطوط جریان حول هیدروفویل با زاویه حمله ۲۰ درجه در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ ($Q_۴$) ۸۵

شکل ۴-۳۳ خطوط جریان حول هیدروفویل با زاویه حمله ۱۰ درجه در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ (BL) ۸۵

شکل ۴-۳۴ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۲۰ درجه($Q_۴$) ۸۵

شکل ۴ - ۳۵ میدان فشار حول هیدروفویل در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۲۰ درجه(BL) ۸۵

شکل ۴-۳۶ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح هیدروفویل با داده‌های تجربی در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۱۰ درجه ۸۶

شکل ۴ - ۳۷ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح هیدروفویل با داده‌های تجربی در $Re_L = ۴\times۱۰^۶$ با زاویه حمله ۱۳/۳ درجه ۸۶

شکل ۵-۱ شبکه بیضوی از نوع o-o حول بدنه ریموس ۹۷

شکل ۵-۲ شبکه جبری از نوع o-o حول کره ۹۷

شکل ۵-۳ مقطع $K=1$ از شبکه سه‌بعدی حول کره ۹۸

شکل ۵-۴ مقطع $K=KM/2$ از شبکه سه‌بعدی حول کره ۹۸

شکل ۵-۵ مقطع $K=1$, $K=KM/2$ از شبکه سه‌بعدی حول کره ۹۹

شکل ۵-۶ محور تکین در $z = y = 0$ ۹۹

شکل ۵-۷ شکل خطوط جریان اطراف کره در $Re_D = ۱۰۰$ ۱۰۱

شکل ۵-۸ شکل خطوط جریان اطراف کره در $Re_D = ۱۰۰$ ۱۰۱

شکل ۵-۹ میدان فشار حول کره در $Re_D = ۱۰۰$ ۱۰۲

شکل ۵-۱۰ مقادیر ضریب فشار روی سطح کره $Re_D = ۱۰۰$ ۱۰۲

شکل ۵-۱۱ میدان سرعت اطراف دماغه ریموس در $Re_L = ۵\times۱۰^۶$ ۱۰۲

شکل ۵-۱۲ شکل خطوط جریان اطراف دماغه ریموس در $Re_L = ۵\times۱۰^۶$ ۱۰۲

شکل ۵-۱۳ میدان فشار در نقطه سکون بدنه ریموس در $Re_L = ۵\times۱۰^۶$ ۱۰۳

شکل ۵-۱۴ میدان فشار اطراف ریموس در $Re_L = ۵\times۱۰^۶$ ۱۰۳

شکل ۵-۱۵ جدایش آرام روی بدنه ریموس در ناحیه دم ۱۰۲

شکل ۵-۱۶ نقطه شروع جدایش آرام روی بدنه ریموس ۱۰۳

شکل ۵-۱۷ لایه مرزی آرام روی بدنه ریموس بدون زاویه حمله ۱۰۴

شکل ۵-۱۸ لایه مرزی مغشوش روی بدنه ریموس بدون زاویه حمله ۱۰۴

شکل ۵-۱۹ مقایسه مقادیر ضریب فشار روی سطح ریموس با داده‌های مرجع [۶] در $Re_L = ۳/۲\times۱۰^{۷}$ ۱۰۴

شکل ۵-۲۰ مقایسه مقادیر ضریب اصطکاک روی سطح ریموس با داده‌های مرجع [۶] در $Re_L = ۳/۲\times۱۰^{۷}$ ۱۰۴

شکل ۵-۲۱ مقایسه مقادیر ضریب پسای تحقیق حاضر با داده‌های مرجع [۶] برای بدنه ریموس بدون بالک بر حسب اعداد رینولدز ۱۰۵

شکل ۵-۲۲ نمودار همگرایی بر حسب تعداد تکرار برای (نرم دو متغیرهای جریان) ۱۰۵

فهرست علائم

سرعت کلی جسم	U
مولفه سرعت در راستای محور x	u
مولفه سرعت در راستای محور y	v
عدد رینولدز	Re
طول جسم	L
زمان	t
فشار	P
چگالی	ρ
زاویه حمله	α
لزجت دینامیکی	μ
لزجت سینماتیکی	ν
ضریب پسا	C_D
ضریب برا	C_L
تنش برشی در مرز جامد	τ_w
چرخش	Ω
تانسور نرخ کرنش	S_{ij}
ضریب تراکم پذیری مصنوعی	β

فصل اول

مقدمه

۱-۱ تاریخچه و پیشینه پژوهش

AUV مخفف Autonomous Under water Vehicle است و به طورکلی بیان کننده یک جسم غوطه ور در زیر سطح آب است که به طور خودکار کنترل می شود در ادامه این پروژه برای اختصار از کلمه AUV به عنوان جسم زیر سطحی استفاده می شود.

اختراع زیر دریایی یکی از بزرگترین تحولات علوم مهندسی دریایی است در بعد تجاری و تحقیقاتی انسان را با دنیای شگفت انگیز زیر دریا آشنا کرده است و در بعد نظامی استراتژی جنگ و دفاع را در دریا متحول ساخته است. انسان در قرن نهم قبل از میلاد مسیح تلاش کرده است به زیر دریا دسترسی پیدا کند (کتیبه آشوری) آنان از پوست باد کرده حیوانات به عنوان مخزن هوا استفاده می کردند. اولین قایق پارویی که توانست به زیر آب رود در سال ۱۵۸۰ میلادی توسط ویلیام بورنه[۱] ساخته شد. این قایق از روکش چرمی ساخته شده بود که کاهش حجم آن با استفاده از گیره دستی باعث غوطه ور شدن آن به زیر آب می گردید. نخستین زیردریایی را فیزیکدان

---

[۱] William Bourna

آلمانی کورنیلوس وان دربیل[1] ساخت که با پارو حرکت می کرد و تا عمق ۵ متر به زیر آب می رفت. در سال ۱۸۰۲ مهندس آمریکایی روبر فلوتن[2] زیر دریایی ساخت که با نیروی بخار کار می کردو توانایی پرتاب AUV را داشت. بعد از جنگ جهانی دوم زیر دریایی ها بزرگ تر و سریع تری ساخته شدند که توانایی حرکت در عمق بیشتری را داشتند.

در مورد وسایل محرکه زیر سطحی بدون سرنشین اولین کاربردهای آن در زمینه نظامی و مربوط به استفاده از AUV در حدود ۱۳۰ سال پیش است، اما آغاز آن به قرن۱۶ میلادی و استفاده از قایقهای انتحاری برمیگردد.

در سال ۱۷۷۰ میلادی یک آمریکایی بنام دیوید بوشنل[3] AUV ای که قابلیت پرتاب از زیر دریایی را داشت بکار گرفت.

اصل AUV احتمالا مربوط به اژدر وایت هد[4] به نام "ماهی[5]" است رابرت وایت هد اولین اژدر را در اتریش در سال ۱۸۶۶ ساخت نام اژدرها از نام اژدر ماهی که قادر به تحمیل یک شوک الکتریکی گیج کننده به طعمه است، برگرفته شده است. اولین اژدر وایت هد به سرعت بالای ۳ متر بر ثانیه و طی فاصله ۷۰۰ متر دست یافت که نیروی محرکه آن هوای فشرده بود و یک بسته انفجاری حمل می نمود اگر از این حقیقت که آن یک بسته انفجاری را حمل می نمود صرفنظر بنماییم آن می تواند به عنوان اولین AUV در نظر گرفته شود.

در سال ۱۹۳۰ میلادی اولین AUV الکتریکی که مقدمه ای در بوجود آمدن AUV های آشیانه یاب تلقی می گردند، توسط دانشمندان آلمانی ساخته شدند و در سال ۱۹۴۳ در زیر دریایی نیروهای آلمانی استفاده گردیدند.

---

[1] Cornellus Van Drebel

[2] Rober Floton

[3] Deavid bushnell

[4] Whitehead

[5] Fish

احتیاج در به دست آوردن اطلاعات اقیانوس شناسی در یک مسیر دقیق و زیر یخ استان مورفی[۱]، باب فرانسیس[۲] و بعدا تری آورت[۳] از لابراتوار فیزیک کاربردی از دانشگاه واشنگتن را برای شروع به تولید اولین AUV واقعی در اواخر دهه ۱۹۵۰ انگیزه داد. کار آنها منتج به ظهور و کار وسایلی به نام SPURV شد. SPURV I در اوایل دهه ۶۰ به بهره برداری رسید. و از تلاشهای تحقیقاتی تا نیمه دهه ۷۰ حمایت کرد. SPURV I قادر به جا به جا کردن ۴۸۰ کیلوگرم بود و می توانست با سرعت ۲/۲ متر بر ثانیه برای ۵/۵ ساعت در عمق ۳ کیلومتری کار کند وسیله با امواج صوتی از سطح کنترل می شد و قادر به حرکت در یک فشار ثابت به طور خودکار عمل نماید. محققین از این وسیله برای اندازه گیری های CT در طول خطوط فشار ثابت در پشتیبانی از مدل سازی امواج درونی استفاده کردند. بعدا در دهه ۷۰ برای مشاهده پخش رنگ به طور عمودی و افقی در عمق ۱ کیلومتری استفاده شد. وسیله قادر به دنبال کردن رگه رنگی تا ۶۶ ساعت بعد از رها شدن رنگ بود. SPURV II تواناتر از SPURV I بوده و برای مطالعه پراکندگی ویک های زیر دریایی با استفاده از یک دنباله رنگی در طول دهه های ۷۰ و ۸۰ مورد استفاده قرار گرفت.

مرکز سیستم اقیانوسی ناوال در ۱۹۷۳ شروع به توسعه سیستم تحقیق پیشرفته خودکار AUSS در جواب به غرق شدن USS Thresher و چند زیر دریایی دیگرکرد. وسیله در ۱۹۸۳ به بهره برداری رسید، گزارشات و انتشارات حاصل ار این سیستم در دهه ۹۰ هنوز در مطبوعات چاپ می شدند. AUSS، ۹۰۷ کیلوگرم را جا به جا می کرد، باتری های روی-نقره با انرژی ۲۰ کیلو وات-ساعت را حمل می نمود آن دارای یک سیستم ارتباط صوتی بود که تصاویر ویدیویی را از میان آب انتقال می داد. AUSS، ۱۱۴ غواصی کامل که برخی تا ۶ کیلومتر می رسیدند را انجام داد.

---

[۱] Stan Murphy

[۲] Bob Francois

[۳] Terry Ewart

Epulard ایفریمر[1] در ۱۹۷۶ طراحی شد و در ۱۹۷۸ مونتاژ شد و در ۱۹۸۰ دارای کارکرد کامل شد. Epulard اولین AUV کنترل شونده صوتی بود که تا عمق ۶ کیلومتری پایین می رفت و از عکاسی اعماق اقیانوس و بررسی اعماق حمایت می کرد. این وسیله با کابل در ارتفاع ثابتی ار کف نگه داشته می شد. Epulard، در سال های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰، ۳۶۰ غواصی کامل را که برخی از آنها در عمق ۶ کیلومتری بودند، انجام داد.

مطابق با فهرست وسایل زیردریایی باسبی[2] ۱۹۸۷، در ۱۹۸۷ تعداد ۶ AUV در حال کار و ۱۵ مورد دیگر نیز در مرحله طراحی یا ساخت بودند. در طول این مدت AUV ها، ROV های خودکار نامیده می شدند. نام AUV برگرفته از وسیله نقلیه زیر سطحی پیشرفته ای بود که در مرکز پژوهش های دفاعی آمریکا تحت بررسی بود که در سال ۱۹۸۴ کامل شد. مبدا وسایل Hugin که اخیرا توسط کانسبرگ سیمارد تولید انبوه می شوند را می توان در اواخر دهه ۸۰ یافت.

موسسه ماساچوست در اوایل دهه ۹۰ تعداد ۶ وسیله به نام Odyssey را ساخت. این وسایل قادر به حمل ۱۶۰ کیلوگرم بودند. و با سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه تا ۶ ساعت می توانستند حرکت کنند و تا عمق ۶ کیلومتری پایین می رفتند. وسایل Odyssey در سال ۱۹۹۴ شروع به کار نمودند و در سال ۱۹۹۵ برای ۳ ساعت در عمق ۱/۴ کیلومتری در اقیانوس کار کردند. این وسایل همچنین در طول این مدت در حمایت از نمونه برداری ها در اقیانوس ها مورد استفاده قرار گرفتند.

ABE همچنین در اوایل دهه ۹۰ ساخته شد و اولین ماموریتش را در ۱۹۹۴ کامل کرد. ABE قادر به جابه جایی ۶۸۰ کیلوگرم بود و می توانست برای ۳۴ ساعت در عمق ۵ کیلومتری کار کند. و معولا با سرعت ۰/۷۵ متر بر ثانیه حرکت می کند ABE دارای ۶ موتور پیش ران است که به آن قدرت مانور بالایی در هر سه جهت می دهد. این توانایی ها ABE را به یک وسیله فوق العاده برای انجام تحقیقات در نزدیکی کف با سطح ناهموار تبدیل کرده است. ABE، ۸۰ غواصی

---

[1] IFREMER

[2] Busby