



دانشگاه صنعتی شیراز

دانشکده مهندسی مکانیک و هوافضا

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک

(گرایش تبدیل انرژی)

**بررسی پارامتریک موقعیت بدنه‌ها و ارزیابی اثر تغییر هندسه بر روی مقاومت
هیدرودینامیک شناور تریماران**

بوسیله:

حمید رضا زارع

استاد راهنما :

دکتر امیرحسین نیک سرشت

بهمن ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم بہ

پدر بزرگوارم

آنکہ عالمانہ بہ من آموخت تا چگونه در عرصہ زندگی، ایستادگی را تجربہ نمایم

و

روح پاک مادرم

آنکہ آفتاب مهرش در آستانہ قلمم، ہمچنان پابرجاست و ہرگز غروب نخواہد کرد

سپاسگزاری

سپاس خدای را که هر چه هست از اوست و اینکه نیازم را بی پانچ نگذارد و مریاری نمود تا قسمتی از عمر خود را در راه تحصیل علم و دانش سپری نمایم. سپاس خدای را که خانواده را کانون امن جهت تربیت و پیشرفت انسان، و پدر و مادر را تکیه گاهی مطمئن برای فرزندان قرار داد. سپاس خدای را که همواره استادانی دلسوز و فرزانه را راهنمایم قرار داد تا در راه داز و بی پایان تحصیل علم، تسکینی بر عیش سیری نپذیرم باشند.

بر خود لازم میدانم که از تمامی عزیزانی که در مراحل مختلف انجام این تحقیق مریاری نمودند، شکر و قدردانی نمایم.

با شکر از یاوران همیشگی ام

پدر، برادر و خواهرانم

با شکر از مشوقان واقعی راه علم

استاد ارجمند جناب آقای دکتر نیک سرشت،

استاد کرامی جناب آقای دکتر امیدوار

همچنین از حمایت های پژوهشگرانه سالانه های دبیرانی در مراحل مختلف انجام این تحقیق شکر و قدردانی می نمایم.

چکیده

بررسی پارامتریک موقعیت بدنه‌ها و ارزیابی اثر تغییر هندسه بر روی مقاومت هیدرودینامیک شناور تریماران

بوسیله‌ی:

حمید رضا زارع

در سال‌های اخیر همانند حمل و نقل زمینی و هوایی، در زمینه حمل و نقل دریایی نیز دستیابی به سرعت‌های بالا مورد توجه قرار گرفته است. از این رو تحقیقات زیادی در دنیا برای بهینه کردن طراحی شناورها به منظور برآورده ساختن این نیاز صورت گرفته است. یکی از طرح‌های منطقی استفاده از شناورهای چند بدنه‌ای به منظور کاهش مقاومت هیدرودینامیکی می‌باشد. از آنجایی که کارهای انجام شده بر روی شناورهای چند بدنه‌ای خیلی محدود می‌باشد، تکنیک‌های مدل کردن تجربی یا عددی برای طراحان بسیار مهم می‌باشد.

محاسبه نیروی هیدرودینامیک وارد بر بدنه شناورها در طراحی آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پایان نامه محاسبه سه بعدی در حالت دو فازی و جریان مغشوش حول شناورهای چند بدنه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. جهت حل معادلات حاکم از روش حجم محدود و برای پیش بینی موقعیت سطح آزاد از روش حجم سیال (VOF) استفاده شده است. به همین منظور، ابتدا جریان اطراف بدنه‌ی محاسباتی ویگلی¹ شبیه‌سازی شده است. در این مرحله مدل‌های آشفتگی مختلف و همچنین اندازه شبکه مناسب برای شبیه‌سازی سطح آزاد مورد بررسی قرار گرفته است. سپس، جریان اطراف بدنه شناور تریماران با هندسه پیچیده شبیه‌سازی شده است. در این مرحله در فاز اول جریان اطراف بدنه‌ی مرکزی تنها شبیه‌سازی شده و تاثیر تغییر هندسه بدلیل اضافه کردن قسمت نگهدارنده‌ی محور پروانه بر روی مقاومت هیدرودینامیک و الگوی موج بررسی شده است. سپس در فاز دوم جریان اطراف شناور تریماران شبیه‌سازی شده است و تاثیر تغییر موقعیت طولی و عرضی بدنه‌های جانبی و همچنین عمق آب مورد بررسی قرار گرفته است.

¹ Wigley

فهرست مطالب

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| فصل ۱- پیشینه ی تحقیق هیدرودینامیک شناورها..... | ۱ |
| ۱-۱- پیشینه تحقیق | ۴ |
| ۱-۱-۱- مطالعات عددی هیدرودینامیک شناورها..... | ۴ |
| ۱-۱-۲- مطالعات آزمایشگاهی و عددی بر روی تریماران ها | ۶ |
| ۲-۱- اهداف تحقیق..... | ۸ |
| فصل ۲- طبقه بندی شناورها و بررسی مقاومت وارد بر آن ها..... | ۹ |
| ۱-۲- طبقه بندی شناورها بر اساس سرعت..... | ۱۰ |
| ۲-۲- طبقه بندی بر اساس روش های تحمل وزن شناور | ۱۱ |
| ۳-۲- طبقه بندی شناورهای پیشرفته | ۱۱ |
| ۱-۳-۲- کاتاماران ها | ۱۳ |
| ۲-۳-۲- شناورهای SWATH..... | ۱۴ |
| ۳-۳-۲- شناورهای SLICE..... | ۱۵ |
| ۴-۳-۲- شناورهای پروازی..... | ۱۵ |
| ۵-۳-۲- شناورهای هیدروفویل..... | ۱۶ |
| ۶-۳-۲- شناورهایی با بالشتک های هوا..... | ۱۸ |
| ۷-۳-۲- شناورهای اثر سطحی..... | ۱۹ |
| ۸-۳-۲- شناورهای هیبریدی..... | ۲۰ |
| ۹-۳-۲- تریماران..... | ۲۰ |
| ۱-۹-۳-۲- مقاومت..... | ۲۱ |
| ۲-۹-۳-۲- نحوه قرارگیری سیستم های پیشران..... | ۲۱ |
| ۳-۹-۳-۲- نحوه قرارگیری کلی | ۲۱ |
| ۴-۹-۳-۲- پایداری دریایی و حرکت | ۲۲ |
| ۵-۹-۳-۲- قابلیت مقاومت در برابر دشمن | ۲۲ |
| ۶-۹-۳-۲- رادار گریزی..... | ۲۲ |
| ۱۰-۳-۲- نتیجه گیری مقایسه فرم بدنه ی پیشرفته..... | ۲۲ |
| ۴-۲- بررسی مقاومت شناورها..... | ۲۴ |
| ۱-۴-۲- مقاومت ویسکوزیته | ۲۵ |
| ۱-۱-۴-۲- مقاومت اصطکاکی..... | ۲۵ |
| ۲-۱-۴-۲- مقاومت فرم..... | ۲۷ |
| ۲-۴-۲- مقاومت موج..... | ۳۰ |

| | |
|----|--|
| ۳۰ | ۲-۴-۱-سیستم موج اولیه |
| ۳۱ | ۲-۴-۲-سیستم موج ثانویه |
| ۳۳ | ۲-۴-۳-تأثیر عمق آب بر روی مقاومت موج |
| ۳۴ | ۲-۴-۳-مقاومت هوا |
| ۳۵ | ۲-۴-۴-مقاومت اسپری و ریل اسپری |
| ۳۷ | ۲-۵-۵-استفاده از مدل برای تعیین مقاومت کشتی |
| ۳۷ | ۲-۵-۱-روش ITTC 1957 |
| ۳۸ | ۲-۵-۲-روش هیوز - پروهاسکا |
| ۴۰ | ۲-۵-۳-روش ITTC 1978 |
| ۴۱ | ۲-۵-۴-روش تلفر |
| ۴۲ | فصل ۳- معادلات حاکم |
| ۴۳ | ۳-۱- معادله بقای جرم |
| ۴۳ | ۳-۲- معادله بقای اندازه حرکت خطی |
| ۴۳ | ۳-۳- آشفتگی |
| ۴۴ | ۳-۳-۱- روابط اساسی حاکم بر لزجت گردابه ها |
| ۴۵ | ۳-۳-۲- مدل های لزجت گردابه ای |
| ۴۶ | ۳-۳-۳- مدل $k-\epsilon$ |
| ۴۷ | ۳-۳-۴- مدل انتقال تنش برشی $k-\omega$ |
| ۵۱ | ۳-۴-۴- جریان های سطح آزاد |
| ۵۲ | ۳-۴-۱- معادله سطح آزاد |
| ۵۲ | ۳-۴-۲- مدل سازی سطح آزاد |
| ۵۲ | ۳-۴-۱- روش های ردیابی سطح آزاد |
| ۵۳ | ۳-۴-۲- روش های ردیابی حجم |
| ۵۴ | ۳-۴-۳- روش حجم سیال |
| ۵۶ | فصل ۴- نتایج عددی |
| ۵۷ | ۴-۱- بررسی پروفیل موج و مقاومت هیدرودینامیکی وارد بر بدنه شناور ویگلی |
| ۵۷ | ۴-۱-۱- مشخصات هندسی بدنه ی ویگلی |
| ۵۸ | ۴-۱-۲- نتایج عددی |
| ۵۸ | ۴-۱-۱- شرایط مرزی |
| ۵۹ | ۴-۱-۲- دامنه محاسباتی |
| ۶۰ | ۴-۱-۳- شبکه بندی دامنه ی محاسباتی |
| ۶۱ | ۴-۱-۴- تحلیل مدل های آشفتگی |
| ۶۲ | ۴-۱-۵- تحلیل نتایج عددی |
| ۶۷ | ۴-۲- بررسی پروفیل موج و نیروی مقاومت هیدرودینامیکی وارد بر بدنه شناور تریماران |
| ۶۸ | ۴-۲-۱- بررسی الگوی موج و نیروی مقاومت هیدرودینامیک وارد بر بدنه مرکزی |
| ۶۸ | ۴-۲-۱- مشخصات هندسی بدنه ی مرکزی |
| ۷۰ | ۴-۲-۲- شبکه بندی دامنه محاسباتی |
| ۷۲ | ۴-۲-۳- نتایج عددی |

| | |
|-----|--|
| ۷۲ |نتایج عددی بدنه ی مرکزی بدون قسمت عقب |
| ۷۶ |نتایج عددی بدنه ی مرکزی به همراه قسمت عقب |
| ۷۹ |بررسی تاثیر قسمت عقب بر روی مقاومت هیدرودینامیکی شناور |
| ۸۳ |بررسی الگوی موج و مقاومت هیدرودینامیک وارد بر بدنه های تریماران HALSS |
| ۸۳ |مشخصات هندسی تریماران HALSS |
| ۸۵ |شبکه بندی دامنه محاسباتی |
| ۸۶ |شبیه سازی عددی |
| ۸۶ |نتایج عددی تریماران برای حالت اول |
| ۹۱ |نتایج عددی تریماران برای حالت دوم |
| ۹۵ |نتایج عددی تریماران برای حالت سوم |
| ۹۹ |نتایج عددی تریماران برای حالت چهارم |
| ۱۰۳ |بررسی تاثیر موقعیت طولی بدنه های جانبی |
| ۱۰۸ |بررسی تاثیر موقعیت عرضی بدنه های جانبی |
| ۱۱۱ |بررسی تاثیر عمق آب بر روی ضریب مقاومت هیدرودینامیکی |
| ۱۱۳ |فصل ۵- جمع بندی و پیشنهادها |
| ۱۱۴ |۱-۵- جمع بندی و نتیجه گیری |
| ۱۱۵ |۲-۵- پیشنهادها |
| ۱۰۷ |فهرست منابع |

فهرست جدول‌ها

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۲۷ | جدول (۱-۲): مقاومت کل محاسبه شده برای جریان آشفته روی صفحه ی تخت |
| ۳۸ | جدول (۲-۲): مقادیر پیشنهاد شده برای C_A |
| ۵۹ | جدول (۱-۴): مقایسه ضریب مقاومت برای فاصله مرز خروجی مختلف |
| ۶۰ | جدول (۲-۴): تعداد سلول‌ها برای چهار شبکه مختلف |
| ۶۲ | جدول (۳-۴): مقایسه ضریب مقاومت عددی و تجربی برای بدنه ی ویگلی در اعداد فرود مختلف |
| ۶۸ | جدول (۴-۴): مشخصات هندسی بدنه اصلی و بدنه های جانبی برای تریماران در اندازه اصلی |
| ۷۰ | جدول (۵-۴): مشخصات هندسی بدنه ی مرکزی |
| | جدول (۶-۴): مقایسه ضریب مقاومت کل عددی و تجربی برای بدنه ی مرکزی بدون قسمت عقب در اعداد فرود |
| ۷۳ | مختلف |
| | جدول (۷-۴): مقایسه ضریب مقاومت کل عددی و تجربی برای بدنه ی مرکزی با قسمت عقب در اعداد فرود |
| ۷۷ | مختلف |
| ۸۳ | جدول (۸-۴): حالت های مختلف قرارگیری بدنه ی جانبی |
| ۸۴ | جدول (۹-۴): مشخصات هندسی شناور تریماران |
| ۸۷ | جدول (۱۰-۴): موقعیت قرار گیری سینه و پاشنه ی شناور در حالت اول برای اعداد فرود مختلف |
| ۸۸ | جدول (۱۱-۴): محاسبه ی خطای مقاومت کل برای حالت اول |
| ۹۱ | جدول (۱۲-۴): موقعیت قرار گیری سینه و پاشنه ی شناور در حالت دوم برای اعداد فرود مختلف |
| ۹۲ | جدول (۱۳-۴): محاسبه ی خطای مقاومت کل برای حالت دوم |
| ۹۶ | جدول (۱۴-۴): موقعیت قرار گیری سینه و پاشنه ی شناور در حالت سوم برای اعداد فرود مختلف |
| ۹۶ | جدول (۱۵-۴): محاسبه ی خطای مقاومت کل برای حالت سوم |
| ۱۰۰ | جدول (۱۶-۴): موقعیت قرار گیری سینه و پاشنه ی شناور در حالت چهارم برای اعداد فرود مختلف |
| ۱۰۱ | جدول (۱۷-۴): محاسبه ی خطای مقاومت کل برای حالت چهارم |
| ۱۰۴ | جدول (۱۸-۴): حالت های مختلف قرار گیری طولی بدنه های جانبی |
| ۱۰۹ | جدول (۱۹-۴): حالت های مختلف قرار گیری عرضی بدنه های جانبی |
| ۱۱۲ | جدول (۲۰-۴): نسبت عمق آب به طول بدنه مرکزی در عمق های مختلف |
| ۱۱۲ | جدول (۲۱-۴): عدد فرود بر حسب عمق برای اعداد فرود بر حسب طول مختلف در عمق های مختلف |
| ۱۱۲ | جدول (۲۲-۴): ضریب مقاومت کل برای حالت های اول و چهارم در عمق های مختلف برای اعداد فرود مختلف |

فهرست شکل‌ها

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| شکل (۱-۱): فلسفه ی تغییر شکل بدنه ی شناورها [۱]..... | ۳ |
| شکل (۲-۱): (الف) شناور تریماران تحقیقاتی تریتون، (ب) شناور Benchijigua Express | ۶ |
| شکل (۳-۱): المان بندی بدنه و سطح آزاد در روش پانل رنگین..... | ۷ |
| شکل (۱-۲): نمایی از یک شناور کاتاماران..... | ۱۳ |
| شکل (۲-۲): نمایی از یک شناور SWATH | ۱۴ |
| شکل (۳-۲): نمایی از یک شناور SLICE | ۱۵ |
| شکل (۴-۲): نمایی از یک شناور پروازی..... | ۱۶ |
| شکل (۵-۲): نمایی از یک شناور هیدروفویلی..... | ۱۷ |
| شکل (۶-۲): نمایی از یک هاورکرافت..... | ۱۹ |
| شکل (۷-۲): نمایی از یک شناور اثر سطحی..... | ۲۰ |
| شکل (۸-۲): تجزیه مقاومت به مولفه های مختلف..... | ۲۵ |
| شکل (۹-۲): مقاومت اصطکاکی در امتداد صفحه تخت تابعی از عدد رینولدز..... | ۲۶ |
| شکل (۱۰-۲): برای اعداد فرود کمتر از ۰/۱۵ در نظر گرفتن جریان اطراف کشتی به وسیله جسم دو قسمتی شامل قسمت مغروق کشتی و تصویر آن نسبت به سطح آزاد..... | ۲۸ |
| شکل (۱۱-۲): توزیع فشار و جریان اطراف کشتی در اعداد فرود کمتر از ۰/۱۵ شکل بالایی بدون لزجت، ناحیه هاشور زده شکل پایینی لایه مرزی و قسمت برخاستگی..... | ۲۹ |
| شکل (۱۲-۲): جریان دو بعدی با لایه مرزی، نشان دهنده جدایش جریان و وجود جریان برگشتی نزدیک سطح بعد از نقطه ی جدایش..... | ۲۹ |
| شکل (۱۳-۲): جریان اطراف جسم متقارن..... | ۳۱ |
| شکل (۱۴-۲): سیستم موج ثانویه و زاویه کلوین بر اساس الگوی موج کلوین در آب عمیق..... | ۳۲ |
| شکل (۱۵-۲): شماتیک امواج تولیدی در سینه و پاشنه ی شناور..... | ۳۲ |
| شکل (۱۶-۲): امواج ایجاد شده به دلیل حرکت یک شناور تندرو در سرعت بحرانی در آب کم عمق، زاویه کلوین نزدیک ۹۰ درجه..... | ۳۴ |
| شکل (۱۷-۲): خطوط جریان هوای اطراف بدنه ی یک شناور بدست آمده از دینامیک سیالات محاسباتی..... | ۳۵ |
| شکل (۱۸-۲): گسترش اسپری در یک شناور نیمه جابجایی با بدنه ی خن گرد..... | ۳۶ |
| شکل (۱۹-۲): برون یابی ضریب شکل..... | ۴۰ |
| شکل (۱-۳): کسر حجمی سیال روی شبکه ی گسسته شده..... | ۵۴ |
| شکل (۱-۴): (الف) نمایی کلی از بدنه ویگلی؛ (ب) دامنه محاسباتی و شرایط مرزی..... | ۵۸ |
| شکل (۲-۴): شبکه محاسباتی به کار رفته برای بدنه ویگلی..... | ۶۰ |

- شکل (۳-۴): مقایسه پروفیل موج روی بدنه برای شبکه های مختلف با نتایج تجربی گزارش شده در مرجع [۴۳]
- الف (عدد فرود ۰/۲۵؛ ب) عدد فرود ۰/۴۰۸ ۶۱
- شکل (۴-۴): مقایسه پروفیل موج روی بدنه با مدل های آشفتگی مختلف با نتایج تجربی گزارش شده در مرجع [۴۳]
- در عدد فرود ۰/۴۰۸ ۶۱
- شکل (۵-۴): الگوی موج روی سطح آزاد اطراف بدنه ی ویگلی برای اعداد فرود مختلف ۶۳
- شکل (۶-۴): مقایسه پروفیل موج روی بدنه ی ویگلی برای اعداد فرود مختلف با نتایج تجربی گزارش شده در مرجع [۴۳] ۶۵
- شکل (۷-۴): مقایسه ضریب مقاومت کل بر حسب عدد فرود برای بدنه ی ویگلی با داده های تجربی گزارش شده در مرجع [۴۳] ۶۶
- شکل (۸-۴): توزیع اندازه سرعت بر روی سطح آزاد برای اعداد فرود مختلف اطراف بدنه ی ویگلی ۶۶
- شکل (۹-۴): نمایی از شناور تریماران HALSS [۱۷] ۶۸
- شکل (۱۰-۴): نقشه ی مقاطع عرضی بدنه ی مرکزی؛ الف) بدون قسمت عقب؛ ب) به همراه قسمت عقب ۶۹
- شکل (۱۱-۴): نمای پشت بدنه مرکزی؛ الف) بدون قسمت عقب؛ ب) با قسمت عقب ۶۹
- شکل (۱۲-۴): نمای سینه ی بدنه مرکزی (شکافنده ی موج) ۷۰
- شکل (۱۳-۴): شبکه محاسباتی بکار رفته برای بدنه مرکزی بدون قسمت عقب ۷۱
- شکل (۱۴-۴): شبکه ی محاسباتی بکار رفته برای بدنه مرکزی به همراه قسمت عقب ۷۱
- شکل (۱۵-۴): مقایسه ضرایب مقاومت در اعداد فرود مختلف با نتایج تجربی گزارش شده در مرجع [۱۷]:
- الف) مقاومت باقی مانده؛ ب) مقاومت کل ۷۳
- شکل (۱۶-۴): کانتور y^+ روی بدنه ی مرکزی بدون قسمت نگهدارنده ی محور پروانه در عدد فرود ۰/۳۸۶ ۷۳
- شکل (۱۷-۴): الگوی موج روی سطح آزاد برای بدنه ی مرکزی بدون قسمت عقب در اعداد فرود مختلف ۷۴
- شکل (۱۸-۴): پروفیل موج ایجاد شده روی بدنه ی مرکزی بدون قسمت عقب ۷۵
- شکل (۱۹-۴): توزیع اندازه سرعت بر روی سطح آزاد اطراف بدنه ی مرکزی ۷۵
- شکل (۲۰-۴): مقایسه ضرایب مقاومت در اعداد فرود مختلف با نتایج تجربی گزارش شده در مرجع [۱۷]: الف)
- مقاومت باقی مانده؛ ب) مقاومت کل ۷۶
- شکل (۲۱-۴): کانتور y^+ روی بدنه ی مرکزی همراه با قسمت نگهدارنده ی محور پروانه در عدد فرود ۰/۳۸۶ ۷۷
- شکل (۲۲-۴): الگوی موج روی سطح آزاد برای بدنه ی مرکزی به همراه قسمت عقب در اعداد فرود مختلف ۷۸
- شکل (۲۳-۴): پروفیل موج بر روی بدنه ی مرکزی به همراه قسمت عقب ۷۹
- شکل (۲۴-۴): تاثیر اضافه کردن قسمت عقب بر روی مقاومت باقیمانده ۷۹
- شکل (۲۵-۴): مقایسه ی تاثیر قسمت عقب بر روی الگوی سطح آزاد در عدد فرود ۰/۳۸۶ ۸۰
- شکل (۲۶-۴): مقایسه ی تاثیر قسمت عقب بر روی پروفیل موج روی بدنه در عدد فرود ۰/۳۸۶ ۸۱
- شکل (۲۷-۴): مقاطع عرضی مختلف و مقایسه ی کانتور فشار بر روی بدنه ی مرکزی؛ الف) بدون قسمت عقب؛ ب) با قسمت عقب ۸۱
- شکل (۲۸-۴): مقایسه ی تغییر شکل سطح آزاد در مقاطع عرضی مختلف در عقب شناور برای عدد فرود ۰/۳۸۶ ۸۲
- شکل (۲۹-۴): نقشه های مقاطع عرضی و نیم پهنای شناور تریماران ۸۴
- شکل (۳۰-۴): شبکه بندی دامنه ی محاسباتی و شبکه ی به کار رفته برای بدنه ی جانبی ۸۵
- شکل (۳۱-۴): مقایسه ضرایب مقاومت در اعداد فرود مختلف با نتایج تجربی گزارش شده در مرجع [۱۷] برای حالت اول؛ الف) مقاومت باقی مانده؛ ب) مقاومت کل ۸۷

- شکل (۳۲-۴): کانتور γ^+ روی بدنه های شناور؛ الف) بدنه ی مرکزی؛ ب) طرف داخل بدنه های جانبی؛ ج) طرف بیرون بدنه های جانبی ۸۸
- شکل (۳۳-۴): الگوی موج روی سطح آزاد در حالت اول برای اعداد فرود مختلف ۸۹
- شکل (۳۴-۴): پروفیل موج بر روی بدنه ی مرکزی شناور تریماران برای حالت اول در اعداد فرود مختلف ۹۰
- شکل (۳۵-۴): پروفیل موج بر روی بدنه ی جانبی شناور تریماران برای حالت اول در اعداد فرود مختلف ۹۰
- شکل (۳۶-۴): مقایسه ضرایب مقاومت بر حسب عدد فرود با نتایج تجربی مرجع [۱۷] در حالت دوم؛ الف) مقاومت باقی مانده؛ ب) مقاومت کل ۹۲
- شکل (۳۷-۴): الگوی موج روی سطح آزاد در حالت دوم برای اعداد فرود مختلف ۹۳
- شکل (۳۸-۴): پروفیل موج بر روی بدنه ی مرکزی شناور تریماران برای حالت دوم در اعداد فرود مختلف ۹۴
- شکل (۳۹-۴): پروفیل موج بر روی بدنه ی جانبی شناور تریماران برای حالت دوم در اعداد فرود مختلف ۹۴
- شکل (۴۰-۴): توزیع سرعت بر روی سطح آزاد برای حالت دوم در اعداد فرود مختلف ۹۵
- شکل (۴۱-۴): مقایسه ضرایب مقاومت بر حسب عدد فرود با نتایج تجربی مرجع [۱۷] در حالت سوم؛ الف) مقاومت باقی مانده؛ ب) مقاومت کل ۹۶
- شکل (۴۲-۴): الگوی موج روی سطح آزاد در حالت سوم برای اعداد فرود مختلف ۹۸
- شکل (۴۳-۴): پروفیل موج بر روی بدنه ی مرکزی شناور تریماران برای حالت سوم در اعداد فرود مختلف ۹۹
- شکل (۴۴-۴): پروفیل موج بر روی بدنه ی جانبی شناور تریماران برای حالت سوم در اعداد فرود مختلف ۹۹
- شکل (۴۵-۴): مقایسه ضرایب مقاومت بر حسب عدد فرود با نتایج تجربی مرجع [۱۷] در حالت چهارم؛ الف) مقاومت باقی مانده؛ ب) مقاومت کل ۱۰۰
- شکل (۴۶-۴): الگوی موج روی سطح آزاد در حالت چهارم برای اعداد فرود مختلف ۱۰۱
- شکل (۴۷-۴): پروفیل موج روی بدنه ی مرکزی برای حالت چهارم در اعداد فرود مختلف ۱۰۲
- شکل (۴۸-۴): پروفیل موج روی بدنه ی جانبی برای حالت چهارم در اعداد فرود مختلف ۱۰۲
- شکل (۴۹-۴): مقایسه ی ضریب مقاومت باقیمانده بر حسب عدد فرود برای موقعیت های طولی مختلف ۱۰۵
- شکل (۵۰-۴): مقایسه ی الگوی موج برای موقعیت های طولی مختلف در عدد فرود $0/405$ ۱۰۵
- شکل (۵۱-۴): مقایسه ی پروفیل موج روی بدنه ی مرکزی برای موقعیت های طولی مختلف در عدد فرود $0/405$ ۱۰۶
- شکل (۵۲-۴): مقایسه ی تغییر شکل سطح آزاد و شکست امواج در مقاطع عرضی مختلف در عقب شناور برای حالت اول و دوم در عدد فرود $0/405$ (سمت راست حالت اول؛ سمت چپ حالت دوم) ۱۰۷
- شکل (۵۳-۴): نمای از مقاطع عرضی مختلف بر روی بدنه ی مرکزی ۱۰۷
- شکل (۵۴-۴): مقایسه ی تغییر شکل سطح آزاد و شکست امواج در مقاطع عرضی مختلف در عقب شناور برای حالت دوم و چهارم در عدد فرود $0/405$ (سمت راست حالت چهارم؛ سمت چپ حالت دوم) ۱۰۸
- شکل (۵۵-۴): مقایسه ی ضریب مقاومت باقیمانده بر حسب عدد فرود برای موقعیت های عرضی مختلف ۱۰۹
- شکل (۵۶-۴): الگوی موج برای موقعیت های عرضی مختلف (سمت راست حالت سوم؛ سمت چپ حالت دوم) ۱۱۰
- شکل (۵۷-۴): مقایسه ی پروفیل موج روی بدنه ی مرکزی برای موقعیت های عرضی مختلف در عدد فرود $0/328$ ۱۱۰
- شکل (۵۸-۴): مقایسه ی پروفیل موج روی بدنه ی مرکزی برای موقعیت های عرضی مختلف در عدد فرود $0/405$ ۱۱۱
- شکل (۵۹-۴): نمایش شماتیک عمق های مختلف مورد بررسی ۱۱۱

فصل اول

پیشینه‌ی تحقیق، میدرو دینامیک شناورها

مقدمه

در سال‌های اخیر همانند حمل و نقل زمینی و هوایی، در زمینه حمل و نقل دریایی نیز دستیابی به سرعت‌های بالا مورد توجه قرار گرفته است. از این رو تحقیقات زیادی در دنیا برای بهینه کردن طراحی شناورها به منظور برآورده ساختن نیازهای کاربران در تناسب بین سرعت و هزینه حمل و نقل صورت گرفته است. با دستیابی مهندسی به اصول طراحی شناورهای جدید سیر تکاملی شناورهای تندرو آغاز گردید. در چند دهه اخیر روند صعودی ساخت نمونه‌های پیشرفته از شناورهای تندرو و ارائه مدل‌های مهندسی مناسب نشان دهنده اهمیت این بخش از صنعت دریایی است. افزایش تقاضا برای شناورهای تندرو با کاربردهای تجاری و نظامی، تمایل به انواع شناورهای غیر متعارف را افزایش داده است. یکی از مهمترین دلایل این تمایل مصرف سوخت نسبتاً کم این نوع شناورها در مقایسه با شناورهای متداول می‌باشد. نکته مهمی که در طراحی شناورهای تندرو می‌بایست مدنظر قرار گیرد این است که برای رسیدن به سرعت بالاتر نیاز به کاهش قابل توجهی در مقاومت موج می‌باشد. مقاومت موج، که به آن مقاومت موج سازی نیز گفته می‌شود، مهم‌ترین جزء مقاومت هنگام افزایش سرعت کشتی است. بنابراین کاهش این مولفه از مقاومت جهت دستیابی به سرعت‌های بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به طور کلی، به منظور کاهش مقاومت موج، نیاز به افزایش نسبت لاغری^۱ (که بیان کننده نسبت طول به ریشه سوم حجم آب جابجا شده است) یا افزایش نیروی برای دینامیکی بدنه می‌باشد. افزایش نیروی برای دینامیکی برای شناورهای بزرگ جهت کاهش مقاومت موج-سازی، با محدودیت‌های زیادی همراه است. معمولاً برای طراحی کشتی با سرعت بالاتر از ۳۰ گره دریایی (هر گره دریایی ۰/۵۱۴۴ متر بر ثانیه می‌باشد) باید بدنه‌ای با نسبت لاغری حدود ۷ ساخته شود. کشتی‌های تندروی جدید دارای نسبت لاغری حدود ۹ می‌باشند. بنابراین، هنگامی که سرعت و وزن کشتی با همدیگر افزایش می‌یابد، شکل بدنه‌های متداول باید تغییر کند و بدنه‌های باریک‌تری مورد استفاده قرار گیرد. یک مثال مناسب برای بیان این موضوع شناورهای RO-RO^۲ معمولی که برای حمل بارهای چرخ دار مانند اتومبیل‌ها از آن استفاده می‌شود و دارای یک سطح شیب‌دار برای بارگیری آنها می‌باشد، با سرعت حدود ۲۰ گره و ضریب بلوکی^۳ ۰/۶ (ضریب بلوکی بیان کننده‌ی نسبت حجم غوطه‌ور کشتی به حاصل ضرب طول در عرض در ارتفاع آب‌خور می‌باشد) و نسبت لاغری ۶ در مقایسه با شناورهای تندرو با سرعت حدود ۳۰ گره و ضریب بلوکی ۰/۴۸ و نسبت لاغری ۷/۵ می‌باشد. بنابراین احتیاج به یک مفهوم کاملاً متفاوت برای شناورهای تندروی بزرگ می‌باشد. بیشترین مقدار ضریب لاغری که در آن پایداری شناور بحرانی می‌شود حدود ۹ می‌باشد. در نتیجه پیکربندی بدنه باید تغییر کند و شناورهای چند بدنه^۴ مورد استفاده قرار گیرند. طراحی و ساخت شناورهای چند بدنه گام نوینی در زمینه ساخت شناورهای تندرو بوده است. این شناورها دارای کاربری در شرایط سخت دریایی بوده و علاوه بر سرعت بالا از قابلیت مانور پذیری مناسبی نیز برخوردار می‌-

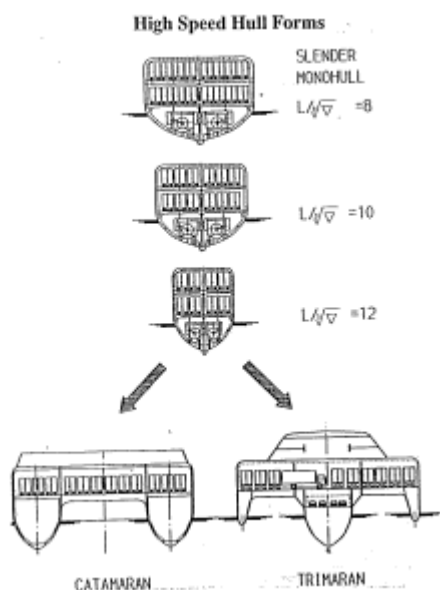
^۱ Slenderness ratio = $\frac{L}{\nabla^{1/3}}$

^۲ Roll On-Roll Off

^۳ Block coefficient $\left[C_B = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot D} \right]$

^۴ Multi hull

باشند. ایده طراحی این شناورها در سال‌های اخیر کارشناسان زیادی را به خود جلب نموده است و ده‌ها مدل از شناورهای پر سرعت سه بدنه‌ای و پنج بدنه‌ای ساخته شده است. این شناورها الگویی موفق در زمینه طراحی شناورهای جدید بوده و شناورهای تندرو از این کلاس دارای کاربری‌های گسترده نظامی می‌باشند. شکل (۱-۱) فلسفه‌ی تغییر شکل بدنه‌های باریک با نسبت لاغری ۸، ۱۰ و ۱۲ را نشان می‌دهد [۱].



شکل (۱-۱): فلسفه‌ی تغییر شکل بدنه‌ی شناورها [۱]

پیکربندی تریماران^۱، متشکل از بدنه‌ی مرکزی باریک و دو بدنه‌ی جانبی، پیشنهادی جالب می‌باشد. با ساخت بدنه اصلی بسیار بلند و باریک می‌توان افزایش مقاومت موج در سرعت‌های بالا را در محدوده مناسبی نگه داشت. همچنین پایداری مورد نیاز را می‌توان با استفاده از بدنه‌های نسبتاً کوچک و باریک کناری بدست آورد. اما با افزایش بدنه‌ها، افزایش سطح خیس کل اجتناب ناپذیر است و این موضوع باعث نامطلوب بودن سوخت مصرفی در سرعت‌های پایین می‌شود، اما دستاوردهای بدست آمده در سرعت‌های بالا قابل توجه است [۲]. به منظور دستیابی به محدوده سرعت ۳۵-۶۰ گره و حفظ حداکثر قابلیت حمل بار در سطح قابل قبول، ضروری است که مقاومت موج به حداقل برسد. با وجود اینکه کارهای زیادی در ارتباط با مقاومت موج شناورهای تک بدنه‌ای صورت گرفته است، اما کارهای انجام گرفته برای شناورهای چند بدنه‌ای نسبتاً کم می‌باشد [۲].

یکی از سوالات اساسی که در مورد تریماران‌ها پرسیده می‌شود در ارتباط با مزیت مقاومت تریماران‌ها نسبت به بدنه‌های متداول از قبیل تک بدنه‌ای‌ها و دو بدنه‌ای‌ها^۲ می‌باشد. اگر مساله اصلی بحث فرسایش ساحل، بدلیل موج تولید شده از حرکت شناورها در رودخانه باشد تمایل زیادی در مینیمم کردن مقاومت

^۱ Trimaran

^۲ Catamaran

موج سازی وجود دارد. در این صورت معمولاً افزایش تعداد بدنه‌های زیر آب مطلوب است. هر چند با توجه به محدوده‌ی سرعت با افزایش تعداد بدنه‌ها به بیشتر از دو یا سه بدنه زیر آب، کاهش کمی در موج ایجاد شده بوجود می‌آید. این موضوع در مطالعات جامع دکتورز [۳] آورده شده که مقاومت کل و مقاومت موج-سازي شناورهای با یک تا شش بدنه را با هم مقایسه کرده است. اما اگر بیشترین توجه در مورد کم کردن مقاومت کل است، می‌توان گفت که افزایش سطح خیس شده، اصلی‌ترین اشکال در شناورهای چند بدنه‌ای می‌باشد. در واقع اگر طراحان تریماران بخواهند بر این اساس رقابت کنند لازم است که اندازه بدنه‌های جانبی را به حداقل برسانند. در این صورت بدنه‌های جانبی به عنوان پایدار کننده شناخته می‌شوند [۳].

۱-۱- پیشینه تحقیق

۱-۱-۱- مطالعات عددی هیدرودینامیک شناورها

در زمینه هیدرودینامیک شناورها، اولین حل تحلیلی برای مسئله مقاومت موج توسط میشل^۱ در سال ۱۸۹۸ برای کشتی‌های باریک که در سطح آزاد یک سیال لزج حرکت می‌کند ارائه شده است. این حل به انتگرال میشل معروف است. سپس کلونین در سال ۱۹۰۵ نظریه‌ی بنیادی موج شناورها را ارائه نمود [۳]. از آن پس مطالعات تئوری در زمینه هیدرودینامیک شناور مورد بررسی قرار گرفت، اما بدلیل در دسترس نبودن کامپیوترهای پیشرفته در آن سال‌ها، محاسبات عددی حتی بر مبنای تقریب مرتبه اول نیز بسیار مشکل بود.

پیشرفت سریع کامپیوترها به تحقیقات هیدرودینامیک شناورها شتاب بیشتری بخشید. کارهای عددی در زمینه مدل‌سازی رفتار شناور بر اساس فرض جریان پتانسیل (فرض سیال ایده‌ال، غیر چرخشی، با صرف نظر کردن از لزجت) شکل گرفت. روش نواری^۲ از نخستین روشها بر اساس جریان پتانسیل بود که با فرض خطی سازی حرکات شکل گرفت [۵] و در ادامه رویکردهای مختلفی در این زمینه ارائه گردید [۶]. در سال‌های اخیر تئوری روش نواری تغییر چندانی نکرده و نرم افزارهایی بر این اساس تهیه شده است که موضوع مشترک آنها روی سرعت و دقت مدل‌سازی می‌باشد. روش سه بعدی پانل حل مسئله موج‌سازی را بهبود بخشید. روش چشمه رنگین^۳ توسط گاد و داوسن [۷] در سال ۱۹۷۷ پایه گذاری شد که این روش بوسیله محققان زیادی مورد قبول واقع شد. در این روش نقاط تکین^۴ روی سطح آب و سطح بدنه توزیع می‌شود. از سوی دیگر، کاربرد تئوری نیومن-کلونین^۵ بر مبنای توزیع چشمه متحرک هولاک^۶ روی سطح بدنه به طور گسترده در کارهای مانند گویول و همکاران [۸] در سال ۱۹۷۷، اندرو و ژانگ [۴] در سال ۱۹۸۷، کنگ و سیونگ [۹] در سال ۱۹۹۱ مورد استفاده قرار گرفت. در مقایسه با روش چشمه رنگین، روش چشمه هولاک فقط به توزیع نقاط تکین روی سطح بدنه کشتی احتیاج دارد و شرط سطح آزاد و شرایط دور دست به صورت اتوماتیک ارضاء می‌شود. اما حل عددی مسئله نیومن-کلونین به دلیل پیچیدگی در معادله انتگرال دشوار می‌باشد.

¹ Michell

² Strip Method

³ Rankine source

⁴ Singularity

⁵ Neumann-Kelvin

⁶ Havelock

روش‌های مبتنی بر جریان پتانسیل با فرض سیال بدون لزجت در دامنه محاسباتی، فیزیک مساله را ساده‌سازی می‌نمایند که نتیجه این فرض، محدودیت در انجام مدل‌سازی جریان‌هایی است که در آنها لزجت از اهمیت بالایی برخوردار است. برای جریان پتانسیل اطراف شناور از روش المان مرزی^۱ استفاده می‌شود که در این روش از تغییرات درون دامنه محاسباتی صرف نظر شده و توزیع سرعت روی مرزها محاسبه می‌شود. در روش المان مرزی هر یک از شبکه‌های روی جسم شناور معادله لاپلاس را ارضا می‌نمایند (توزیع سرعت سیال ایده‌آل جواب معادله لاپلاس می‌باشد). بدین ترتیب فضای سه بعدی دامنه محاسباتی به فضای دو بعدی مرزها تبدیل شده و محاسبات با سرعت بیشتری همراه خواهد بود. به علاوه رویه حل با مساله شبکه‌بندی دامنه محاسباتی که از مهم‌ترین مسائل در کارهای عددی می‌باشد روبرو نخواهد بود [۴].

در بازننگری‌های گورسکی [۱۰] و لارسون و همکارانش [۱۱]، محدودیت‌های محاسباتی جریان پتانسیل در نشان دادن برخی از ویژگی‌های فیزیکی مهم میدان جریان پیرامون بدنه کشتی، مورد بررسی قرار گرفته است. آنها بیان کردند که اساس روش جریان پتانسیل برای بسیاری از کاربردها کافی نبوده و نیاز به توجه و توسعه روش‌های محاسبه جریان لزج می‌باشد. جریان واقعی ماهیتی آشفته داشته و با تغییر شکل‌های پیچیده سطح آزاد روبرو می‌باشد. در این حالت امکان صرف نظر از اثر لزجت وجود نداشته و به علاوه برای مدل‌سازی سطح آزاد نیز باید از روش‌های مناسبی استفاده نمود. محاسبات جریان لزج برای بدنه کشتی از دهه ۱۹۶۰ با حل معادله لایه مرزی آغاز شد. این رویکرد، محاسبات را برای اکثر بدنه‌ها، با توجه به دقت مهندسی مورد نیاز انجام می‌داد. اما این رویکرد در پیش‌بینی جریان عقب کشتی و در ناحیه برخاستگی موج^۲ با شکست مواجه شد و باعث شد که محققان به سراغ روش‌های پیشرفته دیگری بروند. در دهه‌ی ۱۹۸۰ تعداد زیادی از روش‌های RANS^۳ برای جریان پشت کشتی توسعه یافت. در حدود سال ۱۹۹۰ پیش‌بینی جریان پشت کشتی با سرعت قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت. هر چند شبیه‌سازی عددی جریان اطراف بدنه‌ی کشتی در نزدیک پروانه بدلیل پیش‌بینی نادرست گردابه عقب کشتی رضایت بخش نبود. بعدها دلیل ناتوانی پیش‌بینی‌ها، نامناسب بودن مدل آشفتگی تشخیص داده شد. بنابراین تمام تلاش‌ها برای پیدا کردن مدل آشفتگی مناسب برای جریان عقب کشتی در چند سال بعد منجر به اتخاذ مدل‌های پیشرفته مثل مدل آشفتگی $k-\omega$ و مدل RSM^۴ شد. تا حدود سال ۲۰۰۰ روش حل RANS پیشرفت قابل ملاحظه‌ای نموده بودند. با این وجود موج‌های دورتر از بدنه هنوز با دقت خوبی پیش‌بینی نمی‌شدند، اما برای موج‌ها نزدیک بدنه پیش‌بینی‌ها دارای دقت مناسبی بودند. بعد از گذشت حدود ۵۰ سال از شروع گسترش دینامیک سیالات محاسباتی، اکنون این روش در مدل کردن سطح آزاد، موج‌های پشت کشتی و تعامل پروانه با بدنه پیشرفت قابل توجهی کرده است [۱۲].

^۱ Boundary Element Method-BEM

^۲ Wake

^۳ Reynolds-Averaged Navier-Stokes

^۴ Reynolds Stress Model

۱-۱-۲- مطالعات آزمایشگاهی و عددی بر روی تریمارانها

از جمله کارهای تحقیقاتی که در مورد تریماران صورت گرفت است، ساخت تریماران تحقیقاتی تریتون^۱ می باشد. این شناور به منظور بررسی عملکرد سازه‌ای و دریانوردی تریمارانها به سفارش وزارت دفاع بریتانیا توسط کارخانه Vosper Thornycraft در فاصله زمانی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۸ ساخته شد. این شناور بزرگترین شناور ساخته شده جهان در آن زمان بود که ۹۰ متر طول و ۲۲ متر عرض داشت. این برنامه تحقیقاتی شامل حرکت در شرایط دریایی و سرعت‌های مختلف بود و بر این اساس آزمایشاتی انجام گرفت. تریتون کلیه آزمایش‌های بارگذاری سازه‌ای و عملکرد دریایی را با موفقیت پشت سر گذاشت. با جمع‌بندی نتایج این تحقیق در سال ۲۰۰۲، قابلیت‌های این چنین شناورهایی مورد تایید قرار گرفت. کاهش هزینه‌ی سوخت، کاهش درگ و در نتیجه افزایش قابل ملاحظه سرعت، طول بیشتر، افزایش پایداری برای عرشه که می‌تواند به عنوان عرشه پرواز مورد استفاده قرار گیرد، از جمله مزایایی بود که در این تحقیق برای تریمارانها بر شمرده شد. شکل (۱-۲) نمایی از این شناور را نشان می‌دهد [۱۳].

از دیگر شناورهای تریماران ساخته شده می‌توان به شناور Benchijigua Express اشاره کرد که یکی از بزرگترین شناورهای تندرو آلومینیومی می‌باشد که توسط شرکت کشتی سازی Austal ایالات متحده در سال ۲۰۰۵ ساخته شده است و افق تازه‌ای در زمینه شناورهای تندرو باز نمود (شکل (۱-۲)). این شناور ۱۲۶ متری قابلیت جابجایی ۱۳۵۰ مسافر و حدود ۳۴۱ اتومبیل یا معادل آن را دارا می‌باشد. صاحبان این کشتی به دنبال دستیابی به راحتی شناورهای تک بدنه و مقاومت پایین، پایداری مناسب و ظرفیت باربری کاتامارانها بودند. این شناور همچنین در طی سفرهای دریایی خود به سرعت بالاتر از ۴۰/۴ گره نیز رسیده است. طراحی این کشتی همچنین دارای پتانسیل زیادی برای حمل و نقل با اهداف نظامی است [۱۳].



(ب)



(الف)

شکل (۱-۲): (الف) شناور تریماران تحقیقاتی تریتون، (ب) شناور Benchijigua Express

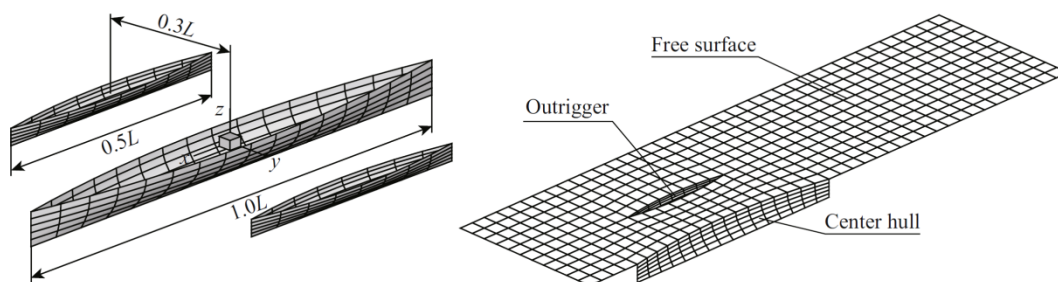
^۱ Triton

در دانشگاه ناپل تحقیقاتی در زمینه تاثیر فرم بدنه و همچنین موقعیت بدنه‌های جانبی بر روی مقاومت هیدرودینامیکی و سازه شناورهای تریماران انجام شده است. همچنین در این تحقیقات تاثیر تداخل امواج بر روی مقاومت تریماران بررسی شده است. بر اساس نتایج این تحقیقات پدیده تداخل و بدنه اصلی لاغر منجر به کاهش مقاومت موج‌سازی تریماران می‌شود [۱۴].

در مرکز تحقیقات مهندسی دریا در کشور کره نیز تحقیقاتی بر روی یک شناور تریماران صورت گرفته است. از آزمایش‌ها مشخص شد که موقعیت طولی بدنه‌های جانبی نسبت به موقعیت عرضی بدنه‌های جانبی و همچنین فرم بدنه‌های جانبی تاثیر بیشتری بر روی مقاومت دارد و هنگامی که بدنه‌ها عقب باشند مقاومت شناور کمتر است. دلیل این پدیده را قرار گرفتن سینه‌ی بدنه‌های جانبی در اولین قعر موج بوجود آمده بیان کردند. در این تحقیق تاثیر سه فرم بدنه مختلف برای بدنه‌های جانبی مورد آزمایش قرار گرفته است و نشان داده شد که شناور تریماران با بدنه‌های جانبی به فرم متقارن دارای کمترین مقاومت می‌باشد [۱۵].

در زمینه محاسبه عددی مقاومت شناور تریماران و بررسی پدیده امواج بین بدنه‌ها در بسیاری از دانشگاه‌های معتبر تحقیقات زیادی صورت گرفته و نتایج آنها در مقالات ارائه شده است. پنگ [۴] در سال ۲۰۰۱ محاسبات عددی با استفاده از روش المان مرزی بر روی مقاومت شناورهای چند بدنه‌ای انجام داد. او در تحقیقات خود سه شکل بدنه مختلف را مورد بررسی قرار داده است.

وانگ [۱۶] در سال ۲۰۰۸ تحقیقی عددی با استفاده از روش پانل رنکین سه بعدی برای محاسبه مقاومت موج‌سازی تریماران با بدنه ویگلی انجام داد. موقعیت قرار گیری بدنه‌ها و شبکه‌ی استفاده شده در این تحقیق در شکل (۳-۱) آورده شده است.



شکل (۳-۱): المان بندی بدنه و سطح آزاد در روش پانل رنکین

توسط ایگور مزین و همکارانش [۱۷] در مرکز دریایی واشنگتن در سال ۲۰۰۹ تحقیقاتی تجربی بر روی پدیده تداخل امواج در طراحی شناور تریماران انجام گرفت. شناور تریماران بزرگ مورد بررسی که با نام HALSS^۱ معرفی می‌شود، دارای سطح عرشه‌ی وسیعی بوده و به منظور پشتیبانی از هواپیماهای سنگین که نیاز به عرشه طولانی برای بلند شدن و فرود آمدن دارند طراحی شده است و در عملیات‌های نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیقات نشان داده شد که با تغییر در موقعیت طولی بدنه‌ی جانبی شناور تریماران تغییر زیادی (حدود ۷۰ درصد) در مقاومت هیدرودینامیکی صورت می‌پذیرد.

^۱ Heavy Air Lift Support Ship

۱-۲- اهداف تحقیق

شناورهای چند بدنه‌ای امکان انتخاب محدوده‌ی وسیعی از موقعیت قرارگیری بدنه‌ها و تغییر شکل بدنه را برای کم کردن مقاومت موج‌سازی فراهم می‌کنند. شناورهای چند بدنه‌ای پیشرفته با استفاده از تکنیک‌های جدید، طراحی شناورهای سنتی مرسوم را به چالش می‌کشند. این شناورها با وجود داشتن شکل هندسی پیچیده، در سرعت‌های بالا عملکردی مطلوب دارند. از آنجایی که کارهای انجام شده بر روی شناورهای چند بدنه‌ای خیلی محدود می‌باشد، تکنیک‌های مدل کردن تجربی یا عددی برای طراحان بسیار مهم می‌باشد. استفاده از داده‌های اندازه اصلی شناورهای مشابه موجود، یکی از گزینه‌هایی است که در دسترس طراحان قرار دارد، اما ممکن است داده‌های مورد نیاز مخصوصاً برای شناورهای جدید همیشه در دسترس نباشد. از طرف دیگر می‌توان برای پیش‌بینی عملکرد شناور در اندازه اصلی از آزمایش مدل استفاده کرد، اما این امر نیازمند تجهیزات آزمایشگاهی بوده و بسیار پرهزینه است. بنابراین یک مدل‌سازی عددی دقیق و انعطاف پذیر برای تحلیل هیدرودینامیک شناورها ضروری به نظر می‌رسد. در تحقیق حاضر سعی شده است تا کارایی روش‌های عددی در محاسبه مقاومت هیدرودینامیکی جریان سطح آزاد، همراه با پدیده‌ی تداخل و شکست امواج در اطراف شناور تریماران مورد بررسی قرار گیرد. بدیهی است که بارزترین ایده برای کم کردن مقاومت، در نظر گرفتن موقعیت‌های طولی و عرضی مختلف برای بدنه‌های جانبی می‌باشد. یک نظر مشترک این است که به منظور کاهش مقاومت، بدنه‌های جانبی در عقب بدنه اصلی قرار گیرند. این بدیهی است که پاسخ دقیق وابسته به تغییر مکان نسبی بدنه اصلی و بدنه‌های جانبی و همچنین عدد فرود عملیاتی مورد نظر می‌باشد. همچنین در عمل، محدودیت‌های متعدد طراحی، فاصله طولی و عرضی بین بدنه مرکزی و بدنه‌های جانبی را محدود می‌کند.

در این پایان نامه حل جریان سه‌بعدی متلاطم اطراف یک شناور تریماران به صورت دوفازی در نرم افزار فلوئنت انجام شده است و اثرات اضافه کردن قسمت نگهدارنده‌ی محور پروانه و همچنین اثرات موقعیت بدنه‌های جانبی بر روی نیروی مقاومت هیدرودینامیک و الگوی موج بر روی سطح آزاد محاسبه شده است. شایان ذکر است که هر دو فاز آب و هوا تراکم ناپذیر در نظر گرفته شده است و از تغییرات چگالی و لزجت صرف نظر شده است.