

تاملی برچالش‌ها و راهکارهای ساخت شناور سطحی بدون عرشه به عنوان ابزاری راهبردی در نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران

حسن قاسمی^۱، غلامرضا صالحی^۲، سهراب مجدفر^۳، حبیب‌الله سیاری^۴

Gholamreza-salehi@aut.ac.ir

- ۱- دانشیار دانشکده کشتی سازی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ۲- کارشناسی ارشد، دانشکده کشتی سازی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره) نوشهر
- ۴- دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه عالی دفاع ملی

چکیده

با توجه به اینکه نیروی دریایی به عنوان تنها نیروی راهبردی در جمهوری اسلامی ایران مطرح است، داشتن نقشی تعیین کننده و راهبردی در میدان بسیار مهم و قابل توجه می‌باشد. با نگرش به لزوم آمادگی جهت نبرد های ناهمتر از دریایی، توجه به ایده های جدید حائز اهمیت می‌گردد. یکی از ایده های جدید که دارای قابلیت های بالقوه راهبردی نظامی است، شناور سطحی بدون عرشه می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از روش توصیفی با منابع کتابخانه ای و مطالعه روش جنگ های نوین، ضمن بیان ضرورت استفاده و توجه به این نوع شناورها در ابعاد مختلف نظامی و غیرنظامی، با معرفی این نوع شناور و تاریخچه تحقیقات، به بیان ویژگی های بالقوه این شناور در پنهان کاری پرداخته و راهبردهای استفاده از این شناور عنوان شده است. همچنین در خصوص چالش های پیش روی ساخت آن بحث شده است و راهکارهای ساخت به صورت یک نقشه راه کلی بیان گردیده است.

واژگان کلیدی: شناور بدون عرشه، شناور نیمه مغروق، نیروی راهبردی، پنهان کاری، YNU

تاریخ دریافت مقاله : ۹۴/۰۴/۲۱

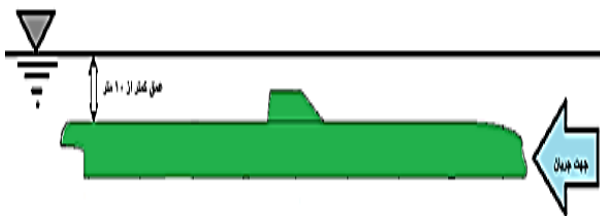
تاریخ پذیرش مقاله : ۹۴/۰۹/۰۶

۱- مقدمه

کاهش می یابد. محققان مشخصه‌ها و ویژگی‌های هیدرودینامیکی شناورهایی مانند زیر دریایی‌ها را مورد مطالعه قرار داده‌اند ولی اطلاعات قابل بهره برداری برای این مدل موجود نمی باشد [4,5]. بنابراین در تحقیقات، جهت امکان سنجی کاربری عملی بر روی شکل و فرم مذکور کار می‌شود و تحقیق درخصوص مشخصات هیدرودینامیکی شامل نیروهای جانبی و ممان‌ها می‌باشد که خاصیت شش درجه حرکت در زمان غوص را مورد توصیف قرار دهد [6]. این مدل برای دوری از امواج دریا و پیشگیری از وارد آمدن خسارت به کالا طراحی گردیده است. همچنین طی تحقیقی دیگر ویژگی‌های هیدرودینامیکی و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش مدل در حوض شناور توسط یونئو (Uneo) انجام گرفته است و تخمین تئوری‌ها با توجه به حرکت در شرایط مدل جهت روشن شدن وضعیت امکان سنجی عملی روی شکل و فرم بدنه صورت گرفته است [7].

۲- معرفی شناور بدون عرشه

شناور بدون عرشه، شناور سطحی با قابلیت غوص در زیر آب است ولی نه به صورت یک زیر دریایی بلکه با چند قابلیت و در چند حالت است. حالت اول بگونه ای است که شناور بطور کامل در زیر آب ولی در نزدیکی سطح قرار می‌گیرد. (شکل (۱)).



شکل (۱) نمای شماتیک شناور بدون عرشه در حالت مغروق

حالت دیگر به صورت نیمه مغروق، یعنی عمقی است که در فاصله کم و نزدیک به سطح آب می‌باشد و اثر سطحی هنوز پا بر جاست تا جایی که دک اصلی شناور تقریباً مماس با سطح آب قرار گیرد و فقط برجک (سوپر استراکچر) مستقر روی بدنه بیرون از آب قرار گیرد. (شکل (۲)).

کلمه راهبردی یا معادل لاتین آن، یک کلمه استراتژیک در ادبیات نظامی امروز است که مفهوم نزدیکی با تعیین کننده بودن در رزم دارد. یکی از مولفه‌های راهبردی بودن و راهبردی ماندن تعیین کننده بودن در میدان نبرد است. باتوجه به این مطلب شناور سطحی بدون عرشه با قابلیت غوص در آب که در زمینه‌های غیر نظامی نیز مورد توجه قرار دارد، می‌تواند به عنوان توان بالقوه‌ای از تبدیل شدن به یک ابزار بازدارندگی در نبردهای ناهم‌تراز، مورد توجه قرار گیرد. همچنین می‌تواند به عنوان یکی از راهبردهای نیروی دریایی ارتش در جنگ نامنظم و غیرمستقران مورد استفاده باشد. دردنیای امروز که توانمندی اطلاعاتی و شناسایی یکی از ابزارهای موفقیت در عملیات می‌باشد، شناسایی نشدن و اختفاء اهمیتی دوچندان می‌یابد. این موضوع درجایی که دشمن دارای توانایی‌های فناورانه برتر ماهواره‌ای و پهبادی است، مهمتر و پررنگ تر می‌گردد. از نگاهی دیگر از آنجایی که یکی از نقاط ضعف شناورهای سطحی، شناسایی به صورت‌های مختلفی از قبیل دید چشمی، راداری و رهگیری صوتی (سوناری) می‌باشد، اختفا در زیر آب یکی از گزینه‌هایی است که بعد از خفا سازی فرم بدنه می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. به این ترتیب نیاز به شناوری سطحی با قابلیت محدود غوص در موارد لزوم به زیر آب، که می‌تواند این ضعف‌ها را پوشش داده و به عنوان ابزار تهدید و بازدارندگی مطرح گردد خود را نمایان می‌سازد. جهت بررسی ضرورت توجه به این نوع شناورها باید مزایا و کاربردهای آن را عنوان نمود که با مطالعه آن و آگاهی از توانمندی‌های بالقوه‌ای که در این نوع شناورها وجود دارد ضرورت توجه به این شناور به عنوان یک واحد راهبردی به خوبی روشن می‌گردد. در این زمینه گروهی در دانشگاه یوکوهاما ژاپن روی مدلی تحت عنوان YNU-MODEL تحقیقاتی را انجام داده‌اند [1]. در این مدل از فرم بدنه یک کانتینربر استفاده و با اندازه‌گیری نیروهای هیدرودینامیکی، مدل بهینه‌ای را پیشنهاد دادند که در آن تغییراتی در فرم سینه و پاشنه ارائه شده است [1,2]. البته مدل ارائه شده هنوز کاربری عملی ندارد. شخص دیگری یک شناور نیمه مغروق با سرعت بالا (HSV) را ارائه کرده است [3]، که نیروی مقاومت موج سازی با مکانیزمی مشابه این مدل، به وسیله بالک‌ها

هنگام صعود به سطح آب بکار می روند. همچنین جهت جبران نیروها و ممان‌های ناخواسته مورد استفاده قرار می‌گیرد که در شکل (۴) نشان داده شده است [9].

۳- مزایا

۳-۱- بعد غیر نظامی

ایده شناور بدون عرشه در بعد تجاری می‌تواند جهت مواردی چون جلوگیری از برخورد کشتی با شرایط نامساعد دریایی، ایمن بودن بار و شناور از آسیب‌های احتمالی ناشی از طوفان، جلوگیری از تاخیر در تحویل دهی کالا، دور بودن خدمه کشتی از ناراحتی‌های ناشی از دریازدگی و هوای طوفانی مورد توجه قرار داد.

۳-۲- بعد نظامی

علاوه بر کاربردهای غیرنظامی گفته شده که بسیار حائز اهمیت می‌باشند، می‌توان به مواردی چون پنهان شدن از دید چشمی دشمن، عدم کشف راداری بدلیل حضور در زیر سطح و همچنین امکان ضعیف رهگیری سوناری به علت زیاد بودن اغتشاشات و امواج در اعماق نزدیک به سطح، به عنوان کاربردهای نظامی آن اشاره نمود که در شکل ۵ نمونه ای از آن نشان داده شده است.

۳-۳- سایر کاربردها

این نوع شناورها قابلیت استفاده به عنوان یگان شناسایی و شنودی جهت عملیات در شرایط نامساعد جوی را دارند. همچنین کاربری‌های تحقیقاتی، گردشگری و ... را نیز می‌توان برای آن متصور بود.

۴- مولفه‌ها و ویژگی‌های راهبردی بالقوه شناور

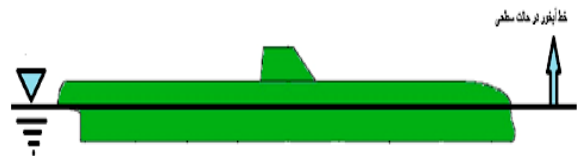
بدون عرشه در اختفاء

شناور سطحی بدون عرشه قابلیت‌هایی را در زمینه اختفاء دارد که می‌تواند نقطه ضعف شناورهای سطحی که همان قرار گرفتن در دید راداری و چشمی بودن است را پوشش دهد که ضمن توضیح مفهوم اختفاء به اختصار به تعدادی از آنها اشاره خواهیم کرد.

حالت شناور نیمه مغروق



شکل (۲) نمای شماتیک شناور بدون عرشه در حالت نیمه مغروق

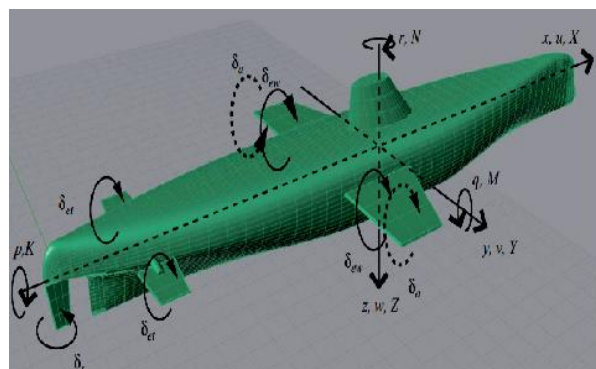


شکل (۳) نمای شماتیک شناور بدون عرشه در حالت شناور سطحی

حالت سوم کاملاً در روی سطح آب و به صورت یک شناور سطحی است. شکل (۳)

به عبارتی این شناور در حالت عادی قادر است مانند کشتی‌های سطحی روی آب حرکت کند و در زمان لازم به عمق نیمه مغروق برود یا کاملاً غوص کرده و به زیر آب برود.

این شناور دارای دو باله اصلی، تقریباً در مرکز و در نزدیکی سوپراستراکچر و دو باله فرعی در انتها و نزدیک سکان می‌باشد. به این ترتیب که قابلیت غوص را با حفظ نیروی شناوری و با کمک ایجاد نیروی لیفت به سمت پایین که توسط دو باله اصلی تامین می‌گردد، بدست می‌آورد.

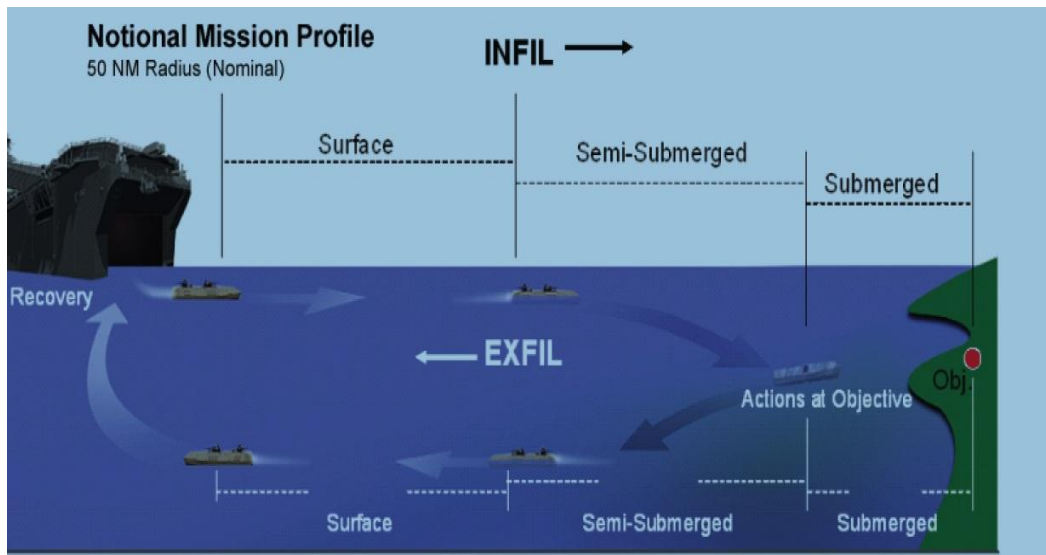


شکل (۴) نمای شماتیک شناور بدون عرشه بصورت ۳ بعدی

وظیفه باله اصلی تامین نیروی بالا و پایین رفتن شناور است و باله‌های انتهایی نیز جهت تامین نیروی بالابرنده

۴-۱ مفهوم اختفاء

در شناورهای نظامی، اختفا به عوامل زیادی بستگی دارد که می‌توان به اندازه، رنگ، نوع متریالی که برای



شکل (۵) نمای شماتیک کاربرد نظامی شناور بدون عرشه

با آب پر می‌شود تا امواج قبل از برخورد با بدنه در آب مستهلک شده و توان آنها کاهش یابد.

۴- در حالت مغروق با استفاده از مواد پوششی ویژه می‌توان بازتاب امواج صوتی را کاهش داد.

۵- می‌توان با دقت در انتخاب پروانه میزان ارتعاشات را کاهش داد تا کشف و رهگیری سوناری امکان پذیر نباشد.

۶- با توجه به کم بودن عمق غوص در حالت مغروق امکان استفاده از موتور دیزل به علت دسترسی آسان به هوای روی سطح وجود دارد که یک نیروی محرکه در دسترس می‌باشد.

۷- در صورت طراحی سوپر استراکچر به صورت خفا، امکان استفاده از این شناور به صورت دائم در حالت نیمه مغروق وجود دارد که این حالت ضمن حفظ توانمندی پنهان کاری می‌تواند باعث سهولت بسیار در استفاده از تجهیزات مختلف گردد.

با توجه به ویژگی‌های این شناور، کارکردهای متفاوتی را می‌توان برای این شناور تعریف کرد از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- این شناور می‌تواند به عنوان یک شناور کوچک بدون سرنشین جهت انجام عملیات آفندی و انتحاری مورد استفاده قرار گیرد.

ساخت بدنه از آن استفاده می‌شود، چگونگی ساخت، استفاده از زوایایی که امواج را به منبع اولیه باز نگرداند، محیط استفاده و ویژگی‌های آن، وضعیت جوی و مدیریت عوامل شناسایی شدن مانند امواج راداری و امواج صوتی اشاره کرد. اما مد نظر قرار دادن هرکدام از این ویژگی‌ها ضمن ایجاد هزینه اضافه می‌تواند محدودیت‌هایی را برای شناور و قابلیت‌های مطلوب آن مانند سرعت قدرت مانور و ... ایجاد نماید که ویژگی ذاتی و قابلیت‌های اولیه شناور خیلی مهم می‌باشند.

برخی از ویژگی‌های این شناور به قرار زیر می‌باشد:

۱- در حالت سطحی امکان ایجاد سطح مقطع کم راداری با زاویه‌های باز جهت سخت شدن امکان شناسایی راداری براحتی وجود دارد.

۲- این شناور در حالت مغروق به صورت کامل از دید چشمی و راداری پنهان می‌گردد و به علت غوص به اعماق نزدیک به سطح، توان رهگیری سوناری کمی به علت وجود امواج و اغتشاشات در سطح را دارد.

۳- در حالت نیمه مغروق امکان استفاده از جداره کامپوزیتی دوم نیز وجود دارد. این جداره با فاصله یک متر از سوپر استراکچر وجود دارد که فاصله بین دوجداره

نوع راهبرد مورد استفاده از این شناورها در تعیین اندازه آن نقش اساسی دارد زیرا این شناورها از اندازه‌های کوچک تا ابعاد بزرگ و در حد کانتینر قابل ساخت می‌باشند. یعنی می‌توانند با توجه به نیاز، به عنوان شناورهای کوچک جهت عملیات‌های انتحاری یا برای حملات سریع و غافلگیرانه و گریز از محل با سرنشین کم استفاده شوند. همچنین برای انجام ماموریت‌های طولانی در فواصل دورتر از ساحل جهت حملات موشکی دوربرد استفاده گردد. بنابراین مشخص کردن نوع نیاز و راهبرد بسیار مهم می‌باشد.

۳-۵- تجهیزات

نوع تجهیزات و کاربرد آنها نیز در ساخت شناور موثر است مثلاً فرم بدنه، اندازه، مواد مصرفی، جهت شناوری با قابلیت نصب تجهیزات مین ریزی، در مقایسه با شناوری به عنوان یک شناور تندرو با قابلیت شلیک موشک‌های کوتاه برد، متفاوت می‌باشد. همچنین نوع نیروی محرکه قابل استفاده اعم از دیزلی، الکتریکی، دیزل الکتریک، بخار و هسته ای در آن بسیار مهم می‌باشد. به همین دلیل لازم است در این زمینه نیز تحقیق و نیازسنجی صورت پذیرد.

۴-۵- محیط مورد استفاده

در انتخاب راهبرد، محل استفاده از تجهیزات نیز تعیین کننده است. بطور مثال محیط کم عمق و با شوری و خورندگی بالا و آب غیرشفاف مانند تنگه هرمز با فواصل دورتر و دریا‌های تمیزتر در امکان‌سنجی ساخت و مواد مورد استفاده، متفاوت است و باید برای هر محیط راهبرد جداگانه با قابلیت‌های متفاوت در نظر گرفته شود.

۵-۵- جنس بدنه

یکی دیگر از چالش‌هایی که باید در طراحی مفهومی مورد توجه قرار گیرد جنس بدنه است. برای شناورهایی با ابعاد کوچک می‌توان از آلومینیوم، یا مواد مرکب و کامپوزیتی استفاده کرد. اما در شناورهای بزرگتر در دسترس‌ترین گزینه فولاد می‌باشد. البته نوع توانمندی‌ها از قبیل غیر

۲- می‌توان به عنوان شناورهای سریع تهاجمی نظیر موشک اندازه‌ها، مورد استفاده قرار گیرد.

۳- امکان مسلح شدن به اژدر و استفاده در حالت مغروق به علت نزدیکی به سطح آب در این شناور وجود دارد.

۴- امکان استفاده به عنوان یک شناور شناسایی و تجهیز به امکانات جمع آوری اطلاعات جهت این امر وجود دارد.

۵- این شناور می‌تواند به صورت غیر فعال با جمع آوری اطلاعات از طریق پهپاد به عنوان سکوی پرتاب موشک از فواصل نزدیک و زیر آب مورد استفاده قرار گیرد.

۶- امکان استفاده از موشک‌های دور برد در ابعاد و اندازه‌های بزرگ شناور نیز وجود دارد.

۴-۲ عوامل قابل صرف نظر کردن

با توجه به موارد بالا از برخی ویژگی‌ها نیز در حالاتی خاص می‌توان صرف نظر کرد. به عنوان مثال در حالت غوص و نیمه مغروق نیازی به استفاده از سرعت بالا نمی‌باشد و حتی با استفاده از باطری و شارژ توسط دیزل کوچک و کم سر و صدا براحتی می‌توان به هدف نزدیک شد اما در حالت سطحی به سرعت بالا دست یافت. این موضوع نیاز به مشخص شدن نوع کاربری و اندازه شناور دارد. بطور مثال در شناورهای شناسایی وضعیت با شناورهای های ضربتی متفاوت می‌باشد.

۵-۵ چالش‌ها و راهکارهای پیش روی ساخت

۵-۱- طراحی مفهومی براساس نیاز

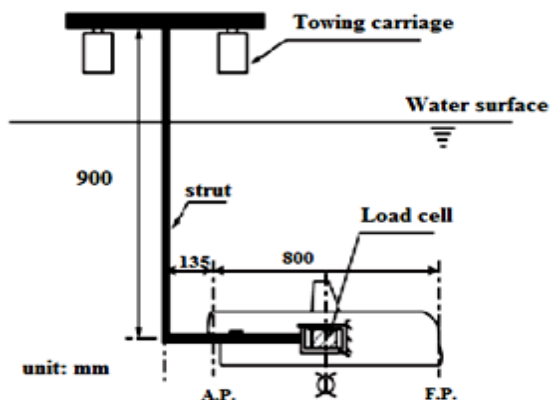
توجه به این نکته که چه نوع شناور و در چه ابعادی مورد نیاز است، بسیار اهمیت دارد. یعنی با توجه به نوع نیاز، امکانات محیطی محل مورد استفاده شناور و توانایی‌های فنی، باید تحقیقات گسترده‌ای صورت گیرد و جنبه‌های مختلف نیازمندی‌ها روشن گردد که نیروی دریایی ارتش به عنوان یک نیروی راهبردی نیاز به چه نوع امکاناتی دارد تا نقشی تعیین کننده برای کشور در میدان نبرد ایفا کند. به عنوان مثال به چند نمونه از مولفه‌هایی که در طراحی مفهومی باید مورد توجه قرار گیرد مختصراً اشاره می‌گردد.

۵-۲- اندازه و ابعاد

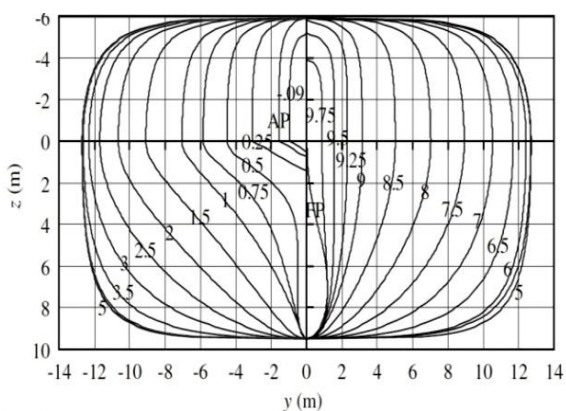
نمودن ابعاد مدل و نقشه خطوط بدنه آن در شکل‌های ۷ و ۸ ارائه شده است.



شکل (۶) مدل شناور بدون عرشه ساخته شده



شکل (۷) ابعاد شناور ساخته شده در حوضچه کشش



شکل (۸) نمای body plan شناور ساخته شده YNU

۸- راهکار جهت ساخت

جهت برطرف شدن چالش‌ها و عملیاتی شدن امکان ساخت این نوع شناور، راهکارهای زیر به صورت مرحله‌ای قابل اجرا می‌باشد:

۱- انجام بررسی‌های اولیه توسط تیم عملیاتی و برآورد نیاز واقعی و راهبرد مورد انتخاب در میدان نبرد.

مغناطیسی بودن، هزینه تامین مواد مورد نظر و داشتن تکنولوژی کار با آن مواد نیز می‌تواند اثرگذار باشد.

۶- امکان سنجی علمی

بعد از مشخص شدن نوع نیاز و سایر مواردی همچون ابعاد و اندازه و فرم شناور مورد نیاز، باید مطالعات علمی آغاز گردد. در این مرحله نیاز است نیروهای وارد بر بدنه از نظر هیدرودینامیکی با توجه به معادلات ناویراستوکس (۱) و (۲) و شکل هندسی مورد نظر مورد تحلیل و بررسی قرار بگیرد و در شرایط مختلف نیروهای اعمالی بدست آمده همچنین نیروی محرکه مورد نیاز با توجه به سرعت محاسبه گردد. آنگاه با توجه به نتایج بدست آمده، بدنه شناور نیز مورد تحلیل‌های مختلف سازه‌ای قرار بگیرد.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_j) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i u_j + p \delta_{ij} - \tau_{ji}) = 0 \quad (2)$$

در انجام این مطالعات باید تمام جنبه‌های مورد نظر را با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف شبیه‌ساز تحلیل و بررسی کرد و نتایج بدست آمده با داده‌های تجربی و عملی در صورت وجود، مقایسه گردد تا بتواند به آنچه بدست آمده به عنوان یک طرح عملی برای ساخت اعتماد کرده و امکان سنجی ساخت آن را بعد از ساخت مدل اولیه شروع نمود. نرم‌افزارهایی مانند فلوئنت، اتوشیپ، مکسرف و ... می‌توانند در این زمینه مورد استفاده قرار بگیرند.

۷- ساخت مدل شناور در ابعاد کوچک

از دیگر چالش‌های پیش رو در ساخت یک شناور سطحی بدون عرشه، ساخت مدلی از شناور جهت بررسی‌های تجربی محاسبات، شبیه‌سازی‌ها، مشاهده چگونگی تحرک و شناوری می‌باشد. این مدل باید در حوض‌های تست مورد آزمایش قرار گیرد تا همه موارد قبل از شروع ساخت مدل واقعی کنترل گردد.

مدل ساخته شده در دانشگاه یوکوهاما در شکل ۶ نشان داده شده است. همچنین نمای شماتیک جهت مشخص

ship utilizing downward lift". In: Conference Proceedings of the Japan Society of Naval Architects of Japan, vol. 5, pp. 141-142.

[2] Hirayama, T., Takayama, T., Hirakawa, Y., Koyama, H., Kondo, S., Akiyama, M., 2005b. " Trial experiment on the submersible surface ship utilizing downward lift." In: Conference Proceedings of the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, vol. 1, pp. 233-234

[3] Mori, K., Hotta, T., Ebira, K., Qi, Xi, 1988. A. "study on semi-submersible high speed ship with wings & its resistance characteristic sand possibility." Journal of the Society of Naval Architects of Japan 164, 74-81

[4] Evans, J., Nahon, M., 2004. "Dynamics modeling and performance evaluation of an autonomous underwater vehicle" .Ocean Engineering 31, 1835-1858

[5] Gertler, M., 1950. " Resistance Experiments on a Systematic Series of Streamlined Bodies of Revolution for Application to the Design of High Speed Submarines" Report C-297. The David Taylor Model Basin, Navy Department.

[6] Ueno, M., Yoshimura, Y., Tsukada, Y., Miyazaki, H., 2009. "Circular motion tests and uncertainty analysis for ship maneuverability." Journal of Marine Science and Technology 14, 469-484

[7] Ueno, M., 2010. "Hydrodynamic derivatives and motion response of a submersible surface ship in unbounded water" Ocean Engineering 37, 879-890

[8] michio, ueno; yushiaki ,Tsukada ;Hiroshima ,sawadab" A prototype of submersible surface ship & its hydrodynamic characteristic", ELSEVIER, Ocean engineering ,38(2011)1686-1695

[۹] حسن قاسمی، نیمارودی، غلامرضا صالحی، تحلیل هیدرودینامیک عددی شناورهای بدون عرشه، چهارمین همایش ملی شناورهای تندرو اردیبهشت ماه ۹۴.

۲- امکان‌سنجی ساخت آنچه که براساس برآوردها و نیاز سنجی بدست آمده است.

۳- انتخاب نوع، ابعاد، سایز و کاربری شناور مورد نظر با توجه به نیازسنجی انجام شده و توانایی هایی که در زمینه ساخت وجود دارد.

۴- انجام تحقیقات گسترده در زمینه مدل انتخاب شده توسط واحدهای تحقیقاتی با همکاری نهادهای علمی به همراه استخراج تجربیات مشابه در داخل و خارج کشور.

۵- ساخت مدلی در ابعاد آزمایشگاهی جهت انجام آزمایشات، مشاهدات تجربی، بررسی دقیق تر موانع پیش روی ساخت و اخذ تدابیر لازم برای موانع پیش بینی نشده.

۶- جمع بندی نتایج و تدوین ساختار پروژه، با مشخص بودن جزئیات و مراحل، جهت شروع کار.

۹- نتیجه گیری

با توجه به آنچه گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که یک نیروی دریایی راهبردی نیاز به شناورهایی دارد که در عملیات‌ها و میدان‌های واقعی، نقشی تعیین کننده داشته باشند. از آنجا که این شناور ویژگی‌های خاص ذاتی پنهان کاری دارند، با اعمال سایر تکنیک‌های اختفا، امکان استفاده از آن به عنوان یک شناور با امکان شناسایی کم، در عرصه دریا به راحتی متصور می‌باشد. همچنین در تمامی کلاس‌های شناور سطحی (قایق، ناوچه، کوروت، فریگیت، ناوشکن و ...) امکان ساخت شناوری به صورت نیمه مغروق در همان کلاس و با همان توانمندی‌ها به علاوه ویژگی اختفا، وجود دارد. در پایان نیز پیشنهاد می‌گردد مدل استفاده شده در دانشگاه یوکوهاما به عنوان مدل پایه ای در شروع تحقیقات مورد استفاده قرار گیرد تا امکان مقایسه نتایج علمی و تجربی میسر گردد.

۱۰- مراجع

[1] Hirayama, T., Takayama, T., Hirakawa, Y., Koyama, H., Nishimura, K., Kondo, S., 2005a. "Trial experiment on the submersible surface