



بررسی تحلیلی اثرات انفجاری مین‌های دریایی بر شناورهای SES (Surface Effect Ship)

مهندس عظیم منزوی^۱ - مهندس علی دهقانیان^۲ - مهندس محمد حسین کریمی^۳

گروه صنایع دریایی - صنایع دریایی شهید جولایی

monzavi@isiran.com

چکیده

شناورهای اثر سطحی (SES) از جمله پیشرفته‌ترین طرح‌های دریایی می‌باشند. این شناورها با استفاده از اثر سطح و با ایجاد لایه‌ای از هوای فشرده به راحتی بر روی سطح آب به حرکت در می‌آیند [۱]. به همین دلیل بکارگیری تجهیزات دفاعی زیر سطحی در رابطه با نابودی این شناورها بسیار مشکل و ناممکن میباشد. مین‌های فشاری، مغناطیسی و حتی اژدرها کاربری چندانی در تهدید شناورهای اثر سطحی نداشته و به همین جهت از این دسته شناورها در زمینه مقاصد نظامی استفاده می‌گردد. در این مقاله ضمن بررسی ویژگی‌های ساختاری شناورهای SES به تحلیل ویژگی‌های این شناورها در مقابله با تهدیدات زیر سطحی پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی: شناور اثر سطحی - رزم دریایی - نسل جدید

مقدمه

نسل جدید شناورهای دریایی آمیزه‌ای از فناوری نوین و قابلیت‌های رزمی است. الگوی رزمی دنیا به سرعت در حال تغییر است و همه چیز تحت الشعاع فناوری‌های نو در عرصه دریا قرار گرفته است [۲]. پیشرفت باور نکردنی سیستم‌های الکترونیکی و جنگال موجب شده است که کشنی‌های غول پیکر جنگی بیش از آنکه خود بتوانند در رزم دریایی موثر باشند، به هدفی بزرگ در صحنه نبرد تبدیل شوند. دریا در آینده نزدیک به صورت بیشتری تحت کنترل خواهد بود و با استفاده از سونارهای قوی و سیستم‌های رهگیری و شنود زیر آبی کنترل هر وسیله‌ای به راحتی صورت می‌پذیرد. بر اساس آمار دامنه آسیب پذیری شناورها در دهه‌های آتی به مراتب افزایش یافته و لازم است تا در زمینه طراحی و تولید شناورهای رزمی به صورت اساسی به بررسی همه جانبه ابعاد تهدید پرداخته شود. سرعت اژدرها در دهه‌های آتی و با استفاده از پدیده سوپر کاویتاسیون برابر موشک‌های امروزی خواهد گردید [۳]. و مین‌های هوشمند به صورت تهدیدی جدی در برابر شناورها خواهند بود. در حقیقت رزم دریایی و جنگ بر روی آب در آینده نزدیک با صحنه نبردهای امروزی به گونه‌ای متفاوت خواهد بود. در نبرد های آتی آسیب پذیر ترین بخش



۱- ریاست صنایع دریایی شهید جولایی

۲- کارشناس ارشد هوادریا- پژوهشکده هوادریا

۳- کارشناس ارشد کشتی سازی- صنایع دریایی شهید جولایی

حرکت در دریا خواهد بود و این مسئله به صورت جدی طراحی شناورها را تحت تاثیر قرار خواهد داد. آینده طراحی شناورهای دریایی به کلی متحول شده است و درک صحیح از شرایط آبی منجر به طراحی شناورهای رزمی مناسب با آینده خواهد بود.

شناورهای اثر سطحی در ساختار طراحی شناورهای رزمی

شناورهای رزمی و ناوهای جنگی از جمله پیشرفته ترین طرحهای دریایی می باشند. مشخصه بازر این شناورها سرعت و قابلیت مانور بسیار بالای آنها می باشد. در طی دهه های گذشته طرحهای دریایی و شناورهای طراحی شده به صورت بسیار مشهودی بهبود یافته و عملاً شاهد بوجود آمدن نسل جدیدی از شناورهای دریایی می باشیم بر اساس تئوری های جدید لازم است تا در زمینه طراحی شناورهای جنگی از الگوی شناورهای اثر سطحی (SES) تبعیت نمود (شکل ۱). مشخصه بارز این الگو توجه به پارامتر اساسی حرکت بر روی سطح آب و مصونیت شناور نسبت به تهدیدات زیر سطحی می باشد. این شناورها با استفاده از اثر سطح و با ایجاد لایه ای از هوای فشرده به راحتی بر روی سطح آب به حرکت در می آیند. به همین دلیل بکارگیری تجهیزات دفاعی زیر سطحی در رابطه با نابودی این شناورها بسیار مشکل و ناممکن میباشد. مینهای فشاری، مغناطیسی و حتی اژدرها کاربری چندانی در تهدید شناورهای اثر سطحی نداشته و به همین جهت از این دسته شناورها در زمینه مقاصد زیر سطحی نیز استفاده میگردند.

کاربری های خاص و ویژگیهای شناورهای SES

بدون شک بسیاری از کشورها برای دفاع از مرزهای آبی خود نیازمند داشتن نیروی دریایی قدرتمند می باشند. با توجه به عدم کارایی شناورهای بسیار بزرگ بهترین راه جهت مقابله و ایجاد ساختار دفاعی مستحکم استفاده از ایده تلفیق یک شناور سبک و تندرو با ویژگیهای ماموریتهای بزرگ است. امروزه متجاوزین مرزهای آبی معمولاً دارای شناورهای پرسرعت و مهمتر از آن دارای تجهیزات رادیویی و سلاحهای کاملاً پیشرفته ای می باشند. به همین دلیل می توانند خیلی زود شناورهای مرزی را شناسایی نموده و آنها را نابود نمایند. برای جلوگیری از این اتفاق باید سرعت کشتیهای گشت مرزی خیلی بیشتر از سرعت حرکت شناورهای دشمن و متجاوزین باشد. مشکل اساسی در این زمینه آنست که از نقطه نظر فنی هرگونه افزایش سرعت موجب سه برابر شدن توان مصرفی می گردد. پس می توان گفت جهت افزایش سرعت به میزان ۱۰٪ باید توان را به میزان ۳۳٪ افزایش داد [۴]. افزایش توان، بالا رفتن مقدار مصرف سوخت، بزرگتر شدن ابعاد شناور را به همراه داشته و موجب افزایش وزن کل شناور می گردد. در این حالت بالانس شناور را باید با دارای وزن بدست آمده انجام داد و نه با وزنی که از قبل انتظار داشتیم. بعنوان مثال، شناور Karvet با وزن کل ۱۰۰۰ تن ظرفیت سوخت ۲۵۰ تن و سرعت حرکت ۳۰ گره دریایی می باشد [۵]. برای طراحی نمونه مشابهی از این شناور با سرعت ۳۶ گره دریایی، مقدار توان ۶۰٪، ظرفیت سوخت آن تا ۳۸۰ تن و وزن کل شناور تا ۱۵۴۰ تن افزایش خواهد یافت. این بدان معنی است که قیمت شناور جدید هم در ساخت و هم در زمان بهره برداری نسبت به نمونه قبلی گرانتر می گردد چرا که تعداد خدمه و هزینه های مربوط به ساخت و تعمیر و



نگهداری نیز افزایش می‌یابد. بعبارت دیگر شناورهای بزرگ که دارای سرعت حرکت بالا می‌باشند، بار مالی سنگینی را بر دوش دولت ایجاد می‌نمایند [۶]. لازم به ذکر است که قیمت شناور کاروت بین ۲۲۰-۱۸۰ میلیون دلار است. افزایش بیش از حد سرعت یک شناور یا صرفاً بوسیله افزایش بیش از نسبت توان مصرفی به وزن آن امکان پذیر نیست و ارائه طرحهایی در کلاس هیدرو آئرواستاتیک و هیدرو آئرو دینامیک از اقدامات مناسب در این زمینه می باشد [۷]. همانگونه که ملاحظه می شود، راه حل اول مناسب نمی‌باشد، چراکه موجب سنگینتر شدن سیستم رانش و افزایش مصرف سوخت شده و بزرگتر شدن ابعاد و توناژ شناور و در نتیجه افزایش قیمت ساخت و هزینه‌های بهره‌برداری را به همراه دارد. پس افزایش سرعت فقط با تغییر شکل هیدرو دینامیکی بدنه شناور گه همان جدا شدن کل و یا بخشی از بدن شناور از آب است امکان پذیر است. در بین انواع مختلف شناورها، اولویت شناوری به شناور SES تعلق دارد. چراکه این شناور قادر است تا سرعت ماکزیمم خود را تا فورس ۶ (با وزن تقریبی ۳۵۰ تن) حفظ نماید، در صورتیکه دیگر شناورهای دارای مشخصات یکسان در این فورس دریا باید سرعت حرکت خود را کاهش دهند. تلفیق شناور SES و هلیکوپتر نیز دارای تمامی جنبه های دفاع از مرزهای آبی کشور است، از جمله:

- دارا بودن شناوری بالا،
- داشتن سطح آزاد عرشه جهت استقرار هرگونه سلاح و تجهیزات خاص،
- داشتن قابلیت مانوردهی بالا و نداشتن دریافت در هنگام دور زدن با سرعت بالا،
- بر اثر دمیدن هوا در کانال بین سایدها از توان کمتری در سرعت‌های بالا استفاده می‌گردد،
- برای استفاده از این نوع شناور نیازی به تأسیس پایگاه‌های خاص وجود ندارد
- شناور SES به راحتی می‌تواند در اسکله و یا در کنار دیگر شناورها پهلو بگیرد،
- بعلت داشتن قابلیت حمل هلیکوپتر، طول ناحیه پوشش مرزی شناور افزایش می‌یابد،
- از شناور SES و هلیکوپتر می‌توان برای توجیه اهداف مختلف استفاده نمود.
- قیمت ساخت و هزینه‌های تعمیر و نگهداری این شناور خیلی پایین می‌باشد.

قابلیت مواجه با انفجار در شناورهای اثر سطحی

انفجار زیر دریا و خطرات ناشی از انفجار مین و اژدر از مهمترین تهدیدات دریایی در زمان جنگ به شمار می آیند. با این همه مین های دریایی و انفجارهای زیر اب تقریباً اثری بر سازه شناورهای اثر سطحی ندارند . ضمن آنکه اصولاً سنسورها و تجهیزات زیر سطحی آنها قادر به ردیابی آنها نیز نمی باشند. در شکل‌های (۳) و (۴) و (۵) تست‌های انفجاری مین بر روی شناورهای SES از کلاس SMYGE و BH-۱۱۰ و OSKOY نمایش داده شده است. جدول (۱) نشان دهنده مشخصات شناورهای فوق می باشد. پدید آمدن موج انفجار تقریباً برحسب زمانیکه انفجار صورت می‌گیرد و به حداکثر گسترش خودش دست می‌یابد مطابقت دارد و حدوداً باندازه یک ثانیه است. در این حین ابعاد مشخصات فیزیکی انفجار (ارتفاع ستون آب H و شعاع ستون آب r) به جرم خرج انفجاری، عمق کار گذاری مین، خصوصیات کف دریا بستگی دارد .

براساس فرمولهای تجربی حداکثر ارتفاع برابر است با [۷].

$$H_{Max} = 0.61 \times V \quad (1)$$



در اینجا V برابر است با سرعت ابتدایی بخشی از آب در حین تشکیل ستون آب برحسب متر بر ثانیه، محاسبه V براساس فرمول زیر صورت می پذیرد.

$$V = k \frac{\sqrt[3]{G}}{h} \quad (3)$$

که در این رابطه h عمق انفجاری مین به متر و G جرم مواد منفجره به کیلوگرم و K ضریب نفوذ می باشد. مقدار K که جهت مین لنگر دار مورد استفاده قرار میگیرد برابر ۹۴، جهت مین کف خواب ۱۳۵ و جهت مین های دیگر بین ۹۴ تا ۱۳۵ می باشد.

لازم به ذکر است که حداکثر ارتفاع موج انفجار در صورت انفجار به صورت زیر محاسبه می گردد.

$$h_{onm} = (0.5 - 3)\sqrt[3]{G} \quad (3)$$

همانگونه که در تستها مشخص گردیده پاسخ واژگونی در شناور SES به ضریب تکانه خیلی کمتر از یک کشتی معمولی می باشد. بر این اساس ضربه وارده به شناور SES در شرایط برابر نسبت به یک شناور معمولی کمتر از ۴/۵ برابر بوده [۸]. و این نسبت در خصوص هاورکرافت به کمتر از ۶ برابر آستانه ضربه در یک شناور معمولی می رسد و علت این موضوع تماس کمتر بدنه SES و یا هاورکرافت با سطح آب می باشد و بدین علت تاثیر نیروهای اعمالی از آب در زمان انفجار کاهش می یابد. این ویژگی شناور SES باعث شده تا در ماموریتهایی نظیر مین یابی (شکل ۵) [۹].، رزمهای دریایی و مقابله با زیر دریایی نسبت به یک شناور معمولی برتری های محسوسی مشاهده شود. در واقع شناورهای اثر سطحی به عنوان شناورهای کارآمد قادر به رویارویی با تهدیدات زیر سطحی می باشند.

نتیجه گیری

با توجه به تغییر الگوی رزم دریایی لازم است تا بصورت اساسی در زمینه طراحی شناورهای دریایی جنگی به پارامترهای سرعت و کوچکی و قابلیت مبارزه با تهدیدات هوایی و زیر سطحی توجه گردد. بررسی ساختاری شناورهای اثر سطحی نشان می دهد که این شناورها نسبت به سایر شناورهای دریایی از سرعت بالایی برخوردار بوده و قادر به انجام مانورهای سریع می باشند. استفاده از بالشتک در این شناورها آنها را بر روی بالشتکی از هوا نگه داشته و این مسئله منجر به قابلیت های فراوانی می گردد که در خصوص مقابله با تجهیزات رزمی زیر سطحی از قبیل مین و اژدر حائز اهمیت می باشد. کلاس شناورهای SES دارای قابلیت تحمل بارهای ضربه ای در زمان انفجار مین دریایی بوده و صرفاً برخی تکانهای شدید همراه با جابجایی ادوات و تجهیزات در آن مشاهده گردیده است. این شناورها به دلیل کاهش بسیار شدید دنباله و به سبب استفاده از نیروی رانش ملخ هوایی می توانند به خوبی به اهداف زیر سطحی و زیر دریایی ها نزدیک شوند. در حال حاضر طیف وسیعی از کشورهای پیشرفته توجه خود را به بازسازی و نوسازی ناوگان شناورهای اثر سطحی SES متمرکز ساخته و کار تولید این شناورها به صورت جدی دنبال می گردد. در این مقاله به ارائه نتایج تستهای انفجاری بر روی شناورهای SES پرداخته شد. از نتایج بدست آمده می توان در زمینه طراحی شناورهای اثر سطحی و مطالعات جنگ های نوین دریایی استفاده نمود.

جدول ۱: مشخصات شناورهای SES که در تست انفجاری شرکت نموده اند



NAME	COUNTRY	MISSION	STRUCTURE	YEAR
SMYGE	SWEDEN	PATROL	GRP+AL	۱۹۹۸
BH-۱۱۰	ENGLAND	PATROL	AL(۵۰۸۳)	۱۹۷۳
OSKOY	NORWAY	MINE COUNTER	GRP+AL	۱۹۹۲



شکل ۱: مدل پیشرفته ای از شناور SES



شکل ۲: انفجار شدید یک مین دریایی در اثر برخورد کشتی



شکل ۳: تست انفجار شناور SMYGE



شکل ۴: تست انفجاری شناور BH-۱۱۰



شکل ۵: تست انفجاری شناور OSKOY



شکل ۶: مدل مین روب شناور SES

مراجع:

- [۱] Joost Moulijn Delft /Non-linear motions of surface effect ships/ University of Technology/ACV ۱۹۹۷
- [۲] C. Broadbent, C. Kennel /Monohull, Catamaran, Trimaran & SES High-Speed Sealift Vessels\FAST ۲۰۰۱
- [۳] V. Dubrovsky FRINA A. Lyakhovitsky/MULTI-HULL SHIPS/ The Royal Institution of Naval Architects\۲۰۰۰
- [۴]Ship Dynamics/Krylov Shipbuliding Research Institute/
St.Peterburg/Russia/۱۹۹۹
- [۵] Ship and Boat/Vol ۱ / Lower Marsh & Simon tall
/London/England/۱۹۸۷
- [۶] Ford, AG., R.N. Wares, WE Bush, ۵۳. Chorney. “۱۱۱gb Length-to-Beam Ratio Surface Effect Ship,” ALAN SNAME Advanced Marine Vehicles Conference Paper No.۷۸-۶۴۵, Apr ۱۹۷۸.
- [۷]B.A .Kolyzayev/Speravochnik(hand book of surface effect ship & hovercraft)/
pirove publication/۲ Edition/leningrad/۱۹۸۰.(in Russian)



[۸] Wilson, R.A., SM. Wells, CE. Heber, “Powering Prediction for Surface Effect Ships Based on Model Results,” AIAA/SNAME Advanced Marine Vehicles Conference Paper No. ۷۸.۷۴۴, Apr ۱۹۷۸. and Journal of Hydronauuics, Oct ۱۹۷۹.

[۹]Bill.Gunston / Hydrofoils and Hovercraft/ Aldus Science and Technology Series/ london/۱۹۹۹