مروری بر طراحی کولار در شناورهای RIB جستجو و نجات

امید زیار[۱] ، سعید جامعی[۲]

۱- کارشناسی ارشد، مهندسی دریا، دانشگاه خلیج فارس omid.ziyar@mehr.pgu.ac.ir

۲- استادیار، مهندسی دریا، دانشگاه خلیج فارس jaameisa@pgu.ac.ir

* نویسنده مسئول: jaameisa@pgu.ac.ir

چکیده:

توسعه شناورهای پروازی موجب دستیابی به کارایی مناسب‌تری در شرایط مختلف عملیاتهای دریایی شده است. از سویی دیگر بهینه‌سازی و طراحی فرم بدنه‌های جدید بطور مداوم مورد توجه پژوهشگران، طراحان و مهندسان در صنایع دریایی بوده است. در این بین، شناورهای RIB[۱] یک طراحی خاص و منحصر به فرد از شناورهای پروازی است. شناورهای RIB در مقایسه با دیگر بدنه‌های پروازی، پایداری و بویانسی بهتری دارند و در جذب بارهای ضربه‌ای نیز بهتر عمل می‌کنند. همچنین این نوع شناورها در ایمن‌سازی و کاهش ریسک، عملکرد مناسبی دارند. مهمترین بخش در شناورهای RIB کولار می‌باشد. کولارها مانند یک کمک فنر بزرگ بوده و در حوادث دریایی مانند یک حصار عمل می‌کنند. در مقاله حاضر به چگونگی طراحی کولارها پرداخته می‌شود و جزییات مربوط به جنس، مقاطع و همچنین اتصالات آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ در ادامه محاسبات مربوط به شناور مورد مطالعه، ارائه می گردد. در نهایت با بررسی موضوع مورد بحث، می‌توان این نتیجه‌گیری را کرد که وجود کولار در شناورهای تندرو بدنه پروازی اجتناب ناپذیر و بسیار با اهمیت است.

واژه های کلیدی:

شناورهای پروازی، شناورهای RIB ، کولار، بویانسی

Review of Collar design in RIB Search and Rescue Boats

Omid Ziar[1], Saeed Jaamei[2]

[1,2] Department of Marine Engineering, Faculty of Engineering, Persian Gulf University, Bushehr, Islamic Republic of Iran

ABSTRACT:

Development of planing boats has led to the achievement of proper performance in the various conditions. On the other hand, optimization and design of new body shapes has been considered by researchers. In between, Rigid Inflatable Boats (RIB) are a special and unique design of planing boats. Rigid Inflatable Boats (RIB) and Rescue Boats have better stability and buoyancy than other planing hulls and also perform better in absorbing impact loads. Also, this type of boat performs well in securing and reducing risk. The most important part of RIB vessels is the collar. Collars are like huge shock absorbers and act like a fence in marine accidents. In the present article, the complete design of the collars is discussed and the details related to the material, sections, as well as connections are examined, and then all the calculations related to the studied boat are performed. Finally, by examining the topic under discussion, it can be concluded that the presence of Collar in RIB Boats is inevitable and very important.

Keywords:

Planing Boat, RIB Boat, Collar, Buoyancy

[1] Rigid Inflatable Boat

۱ – مقدمه

شناور گشت دریایی به دلیل وجود باد، امواج و نیروهای وارد شده به بدنه شرایط سخت و ناخوشایندی برای خدمه ایجاد می‌کند. از این رو اضافه شدن شناورهای RIB به بخش گشت دریایی و امداد و نجات به دلیل ویژگی‌های متنوع و منحصر به فرد این شناورها در ایمن سازی و کاهش ریسک مفید است و به خصوص در شرایطی که شناورها بطور مداوم در تماس با کشتی‌های دیگر هستند شرایطی ایمن را مهیا می‌کند. شناورهای RIB معمولا با بدنه‌ای از جنس آلومینیوم دریایی (که چگالی کمتری از فولادها و ضربه پذیری مناسبتر نسبت به مواد کامپوزیت دارد) ساخته می‌شوند که در لبه بالایی این شناور کولار[۲] قرار می‌گیرد. بخش های داخلی کولارها می‌تواند کاملا از هوا پر باشد و یا از ترکیب فوم و هوا تشکیل شود. ساختار مقطع آن بصورت D می‌باشد که فضای داخلی بیشتری در شناور جهت جانمایی مناسب وجود داشته باشد. البته نمونه های مقطع گرد آنها نیز به دلیل ایجاد بویانسی بیشتر، کاربرد فراوان دارد. کولارها مانند یک کمک فنر بزرگ بوده و در حوادث دریایی مانند یک حصار عمل می‌کنند. همچنین با وجود این لوله‌های توپر لاستیکی انعطاف‌پذیر، ورود و خروج از شناور راحت‌تر انجام می گیرد. شناورهای RIB در مقایسه با دیگر انواع بدنه‌های تندرو، پایداری و بویانسی[۳] بهتری دارند و همچنین این بدنه‌ها در جذب بارهای ضربه‌ای بهتر عمل می‌کنند. با استفاده از این شناورها می‌توان بدون وارد آمدن نیروی اضافه به افراد درون شناور و خدمه، در شرایط دریایی بحرانی با سرعت بالاتری حرکت کرد. همچنین در این بدنه، وجود همزمان مقطع V شکل و کولار، شرایط مناسب برای استراحت افراد درون شناور در آب آرام به شکل مناسب‌تری فراهم می‌شود. استفاده از کولارها در شناورهای امداد و نجات علاوه بر کاهش ورود آب به عرشه می‌تواند سبب افزایش پایداری در شرایط دریایی متفاوت نیز گردد. در صورت از بین رفتن تعادل و واژگونی[۴] شناور، با افزایش بویانسی و نیروی رو به بالا[۵] که توسط هوای درون کولار ایجاد شده، سبب برگشت شناور به حالت تعادل می‌گردد.

اگر چه در ابتدا کولارها برای بهبود وضعیت استاتیکی شناور معرفی گردید ولی در ادامه تاثیرات آن روی حرکت و پایداری شناور، نشان از مفید بودن آن در بهبود عملکرد دینامیکی شناور داشت. از این رو با جذب بارهای ضربه‌ای حرکات روان در امواج را فراهم می‌آورد که با کاهش ارتعاشات وارد بر بدنه سبب می‌شود افراد حاضر در شناور کمتر در معرض آسیب‌های وارده از طرف بدنه قرار گیرند. تنها نکته منفی در این شناورها، نگرانی بابت نیاز به تورم و باد شدگی مجدد کولارها و همچنین سوراخ شدن کولار می‌باشد ولی با بروزرسانی امکانات و جنس‌های مورد استفاده در ساخت، عمر کولارها به ۱۰ تا ۱۵ سال می‌رسد که از این رو بسیار مناسب به حساب می‌آیند.

اولین پیشرفت در زمینه شناورهای RIB در سال ۱۹۶۲ در کالج اتلانتیک آغاز شد. پس از آن در سال ۱۹۶۳ این شناورها با چسباندن کولار به کف سفت گسترش یافت[1]. اولین قایق نجات مدل RIB در سال ۱۹۷۲ شروع به کار کرد [2]. کولارها بخش ویژه ای از شناورهای RIB را تشکیل می‌دهد که در ابتدا به منظور ایجاد ثبات شرایط استاتیکی مورد استفاده قرار گرفت اما مشخص شد که تاثیر زیادی در بهبود ویژگی های دریامانی شناور نیز دارد [3]. همچنین کولارها با جلوگیری از ورود آب به شناور، پایداری شناور را در حرکت با سرعت کم و یا بدون حرکت افزایش می دهد همچنین کولارها با جذب بارهای ضربه ای امکان سواری نرم تر در موج را نیز فراهم می آورد [4]. کولار به عنوان حایل عمل می کند و از آسیب به سازه جلوگیری می کند همچنین از جان افراد روی عرشه محافظت می کند[5] . علاوه بر این سرنشینان وسایل نقلیه پر سرعت دریایی از جمله شناورهای RIB به دلیل رفتار غیر خطی در معرض آسیب های فیزیکی و روحی قرار می گیرند [6].

---

[2] Collar
[3] Buoyancy
[4] Capsize
[5] Lift

کاربران این نوع شناورها عبارتند از ارتش بسیاری از کشورها، گاردهای ساحلی، سازمان های گمرک و شیلات، سازمان ها مرتبط با عملیات نجات، شرکت های نفتی و خدمات اضطراری [7].

۲ – طراحی کولار

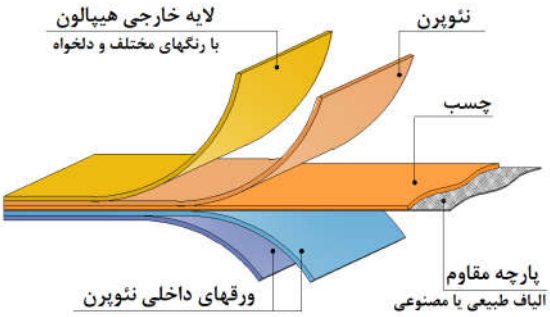
یکی از مهمترین بخش ها در شـــناورهای RIB طراحی کولار می باشد. بدین منظور می بایست جزئیات مربوط به جنس، طراحی مقاطع و همچنین اتصـــالات کولار مورد بررسی قرار گیرد که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۲-۱- جنس کولار

برای ساخت کولار در شناورهای RIB ابتدا لازم است از مواد مورد استفاده در آن آگاهی داشته باشید تا متناسب با نوع و کاربرد شناور بهترین جنس انتخاب گردد. ویژگی های انواع مختلف پارچه امکان انتخاب گسترده محصول و عملکرد را فراهم می کند. به طور معمول در ساخت کولار از چهار جنس: پلی اتیلن کلرو سولفون شده[6]، پلی‌وینیل کلراید[7]الولوی[8] و فوم روکشدار[9]استفاده می‌شود [8].

۲-۱-۱- پلی اتیلن کلرو سولفون شده(هیپالون)

یک پوشش لاستیک مصنوعی است که بر اساس پلی اتیلن ساخته شده است. این ماده می‌تواند تا ۲۰ سال دوام داشته باشد. لایه های هاپیلون به صورت هم پوشانی به هم متصل هستند. این ماده برای استفاده مداوم تا دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد مناسب است. هیپالون با توجه به مقاومت بالایی که در برابر شرایط جوی و همچنین مواد شیمیایی دارند. همچنین باتوجه به راحت بودن فرآیند تعمیر و نگهداری ماده ای مناسب برای ساخت کولار می‌باشد. مطابق شکل (۱) هیپالون روی قسمت بیرونی پارچه مالیده می‌شود و مقاومت در برابر اشعه فرابنفش و همچنین سایش را فراهم می‌کند و از داخل نیز با ماده نئوپرین پوشانده می‌شود تا استحکام بالایی را به پارچه بخشد.



شکل ۱- لایه های تشکیل دهنده هیپالون

۲-۱-۲- پلی‌وینیل کلراید

PVC در حالت ســاده یک ماده انعطاف‌پذیر نیســت و به افزودنی نیاز دارد تا بتواند آن را انعطاف‌پذیر کرد و از آن به عنوان روکش پارچه پایه اســتفاده کنند. در بین مواد حا ضر PVC به عنوان ارزان ترین ماده برای تولید ا ست و می توان آن را با ا ستفاده از جوش یا چ سب مت صل کرد. کولارهای ســاخته شــده از این رنگ، براق هســتند. پارچه های قابل تورم ساخته شده از این جنس وزن کمی دارند و از این رو در ســاخت شــناورهای تفریحی کاربرد دارند. یک مزیت PVC قابل جوش بودن اســت که درحالی که پارچه های هیپالون میبایســت با چســب به هم متصــل شــوند. اما به دلیل عدم مقاومت در برابر تابش طولانی مدت اشــعه ماوراء بنفش و مواد شــیمیایی ، معمولا در شناورهای RIB بزرگ که بیشتر در معرض نور خورشید هستند مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

جدول۱- مقایسه ویژگی های هیپالون و PVC

ویژگی ها	پی وی سی	هیپالون
مقاومت UV	بالا	خیلی بالا
مقاومت حرارت	متوسط	خیلی بالا
مقاومت شیمیایی	متوسط	خیلی بالا
طول عمر	بیش از ده سال	بیش از سی سال
قیمت	متوسط	۲۰ تا ۶۰ درصد بیشتر

۲-۱-۳- Elvaloy

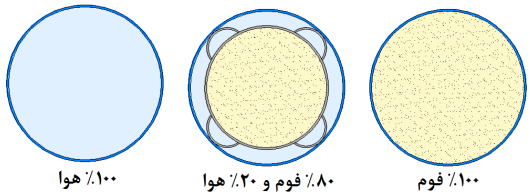
این ماده از مقاومت بالایی در برابر سایش برخوردار است و ثبات رنگ عالی و خواص کلی خوبی داراســت. این نوع پارچه قابل جوشــکاری و چســباندن اســت. همچنین در جذب ا شعه های فرابنفش شبیه به هیپالون عمل می‌کند.

[6]Hypalon
[7]PVC
[8]Elvaloy
[9]West Coated Foam

با این حال، هزینه اولیه پارچه در حال حاضـــر بالاتر از گزینه های دیگر است اگرچه ممکن است با گذشت زمان فضای رقابتی ایجاد کند.

۴-۱-۲- فوم روکش دار

در این ماده فوم با استفاده از ماده پلی اورتان(PU) و با حالت انعطاف پذیر پوشانده می‌شود. این نوع از پارچه شناوری به اندازه کولارهای بادی ساخته شده بدون امکان سوراخ شدن و افت فشار را دارد. پلی اورتان نسبت به پی وی سی و هیپالون از مقاومت و استحکام بالاتری برخوردار است.



شکل۲- شماتیک مقطع پوشانده شده با فوم روکش دار[9]

در جدول زیر کارایی کولار با جنس های متفاوت در شناورهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفته است:

جدول۲- مقایسه کارایی جنس های متفاوت در ساخت کولار

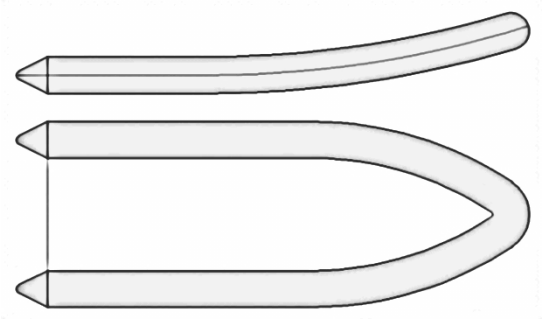
	پی وی سی	هیپالون	Evaloy	فوم روکشدار
قایق های ورزشی تاشو	**	**	***	n/a
شناورهای تندرو RIB	**	***	***	**
شناورهای ورزشی RIB	**	***	***	**
شناورهای عملیاتی RIB	*	**	**	***

۲-۲- مقاطع

در حال حاضر برای طراحی کولار از چند نوع مقطع مختلف استفاده می‌کنند که براساس نوع کارایی شناور این مقاطع قابل تغییر می‌باشند. در طراحی می‌بایست به ویژگی‌های مورد نظر توجه بسیاری نمود. در فرآیند تولید نهایی کولارها نیاز مبرم به تجزیه و تحلیل می‌باشد زیرا که مواد مورد استفاده دارای ویژگی های منحصر به فرد هستند و باید اطمینان کامل از فرآیند طراحی و تولید حاصل گردد. مقاطع در طراحی کولار انواع متفاوتی دارد که وابسته به نیاز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۲-۲- طراحی منحنی[10]

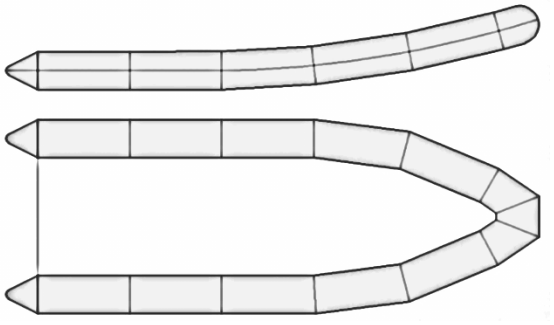
یکی از شایع ترین طراحی های موجود می‌باشد. طراحی شامل شکل دقیق لوله می باشد که بعد از اتصال کولار به بدنه شناور هیچ گونه خمیدگی در لوله نباشد. همچنین در طراحی هیچ گونه کاهش قطری از پاشنه تا دماغه اتفاق نمی‌افتد که این کار مستلزم مهارت در طراحی با در نظر گرفتن خاصیت ارتجاعی مواد است. طراحی کولار به حداقل در اتصالات نیاز دارد که سبب می‌شود کولار نرم و براق به نظر برسد.



شکل۳- مقطع با طراحی منحنی

۲-۲-۲- طراحی چند بخشی[11]

یک سبک طراحی قدیمی است که قبل از مشهور شدن طراحی منحنی مورد اســـتفاده قرار می‌گرفت. با این حال این ســـبک از طراحی کولار هنوز در شـــناورهای RIB تجاری مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد. همانطور که از نام آن پیداست؛ کولار از بسیاری از قسمتهای کوچکتر و مستقیم تشـکیل شـده اسـت که در قسـمت خارجی به هم وصـل می‌شوند.



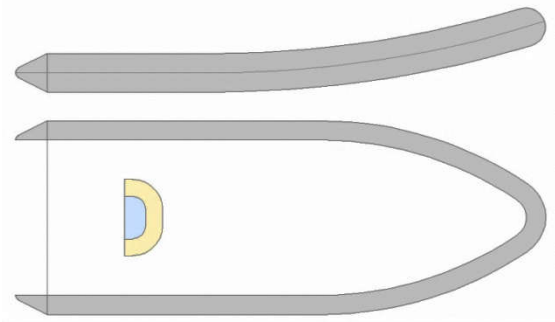
شکل۴- مقطع چند بخشی

[10] Curve Design

[11] Sectional Design

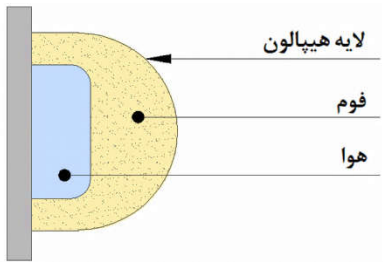
۳-۲-۲- مقطع D شکل

این سبک طراحی می‌تواند برای افزایش و تقویت تیر داخلی مفید باشد. این مقطع می‌تواند به صورت کاملا انعطاف پذیر و قابل تورم ساخته شود. همچنین این نوع از مقطع فضای کمتری از بدنه اصلی را اشغال می‌کند.



شکل۵- مقطع با طراحی D شکل

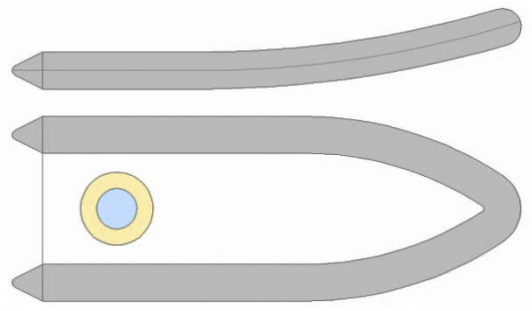
در ساخت کولار می‌توان صددرصد از فوم و یا ترکیبی از فوم و هوا استفاده کرد.



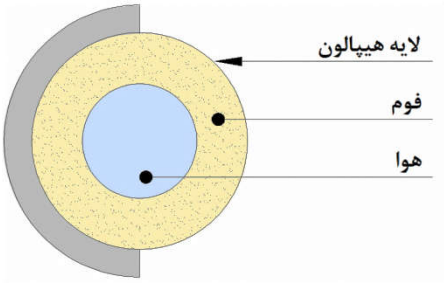
شکل۶- مقطع D شکل ترکیبی از فوم و هوا

۴-۲-۲- مقطع فوم توپر[۱۲]

زمانی که شناور در معرض خطرهای بزرگ باشد (مانند عملیات‌های دریایی در شرایط طوفانی) کولار از تیوب‌های پوشیده شده از فوم ساخته می‌شود. معمولا این ساختار در شناورهایی که به طور معمول با دیگر شناورها در ارتباط و اتصال هستند (عملیات نجات و کمک به شناورهای دیگر) مورد استفاده قرار می‌گیرد. کولار به گونه‌ای است که در بخش داخلی یک لوله‌ی لاستیکی قابل تورم قرار دارد و روی آن لایه‌ای از فوم پیچیده شده که ناحیه خارجی آن را لایه‌ای از هیپالون پوشش می‌دهد.



شکل۷- مقطع با طراحی O شکل



شکل۸- مقطع فوم توپر

۳-۲- اتصالات

یکی از مهمترین نکات که در طراحی و ساخت کولار می‌بایست مورد توجه قرار گیرد؛ اتصالات و نوع آن ها می باشد. اتصالات باید به گونه‌ای باشد که بیشترین استحکام را داشته باشد و هچنین از لحاظ عملیاتی نیز مقرون به صرفه باشد. در بخش هایی که نیاز به تعویض و تعمیر بیشتر می‌باشد باید از اتصالاتی استفاده کرد که بتوان به راحتی آن را باز و بسته کرد. ماده و جنس مورد استفاده در ساخت شناورها اغلب روش ساخت و ساز را نیز تعیین می‌کند. شناورهایی که از جنس هیپالون ساخته می‌شوند برای اتصال از چسب‌ها و نوارها استفاده می‌کنند در حالیکه در جنس های PVC و TPU با چسب و جوش قابلیت اتصال و مونتاژ دارند. بعضی از سازندگان شناورهای RIB با استفاده از طناب ها کولار را به بدنه متصل می‌کنند. برای این کار از ترکیب طناب و پارچه استفاده می‌شود که با استفاده از یک چسب دو قسمتی به هم متصل می‌شوند. ریل با حالت کشویی روی بدنه قرار می‌گیرد. تیوب ها با دقت بالا علامت گذاری می‌شوند و یک لایه چسب روی آن کشیده می‌شود. بعد از قراردادن کولار روی بدنه لایه دوم چسب نیز اعمال می‌شود تا کاملا به هم متصل شوند.

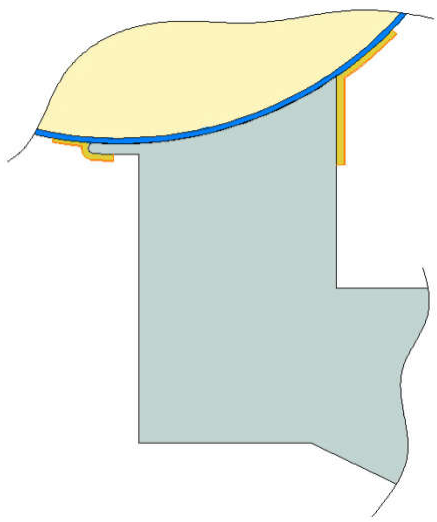
---

[۱۲] Foam Filled

۱-۳-۲- چسب ها[۱۳]

یکی از متداول ترین راه های اتصال کولار به بدنه شناورهای RIB استفاده از چسب است. این روش اتصال پایدار و بدون سایش تدریجی نا شی از حرکت مداوم بین کولار و بدنه RIB را فراهم می‌کند.

روش فوق از اولین روش‌های مورد استفاده در چسباندن کولار به بدنه بود که همچنان به صورت گسترده در این صنعت استفاده می‌شود. این روش در همه جنس‌های مورد استفاده کولار کاربرد دارد ولی کاربرد اصلی آن برای جنس هیپالون است. برای ایجاد یک باند محکم باید چسب در منفذ پارچه نفوذ کند. ابتدا می‌بایست نقاط مورد نظر علامت گذاری شود و سپس به هر دو طرف پارچه چسب زده شود. درزهای PVC و TPU همچنین می توانند از طریق چسب متصل شوند. چسب مورد استفاده ار این موارد شبیه به اتصالات مکانیکی عمل می‌کند. زمانی که چسب به صورت مایع است به درون منافذ پارچه نفوذ می‌کند و بعد از خشک شدن پیوند محکمی را ایجاد می‌کند. مهمترین مشکل این چسب‌ها کیفیت آن‌ها می‌با شد. ا ستحکام و چ سبندگی این چ سب‌ها به کیفیت نوع چ سب و تلاش برای چ سباندن آن ا ست ولی به مرور زمان با قرارگیری در معرض اشعه ماورا بنفش استحکام چسب به آرامی کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است که چسب‌ها معمولا زودتر از پارچه کولار خراب می‌شوند.



شکل۹- اتصال توسط چسب

۲-۳-۲- جوشکاری با فرکانس بالا

جوشکاری با فرکانس بالا یا رادیو فرکانس از دهه ۱۹۴۰ میلادی شروع شده است و فن آوری پایه ای بود که منجر به توسعه جوشکاری هوای گرم می‌شود. این نوع جوش از میدان الکترومغناطیسی استفاده می‌کند تا دو پارچه را با هم ذوب کند. این عمل با بستن دو پارچه بین دو الکترود فلزی مسطح که ولتاژ فرکانس بالایی دارند اعمال می شود. این مولکول‌های موجود در پارچه را مجبور به لرزش در سرعت های زیاد می کند و گرمای شدید ایجاد می کند و باعث می شود که پارچه ها در هم فشرده شوند و به هم بپیوندند. جوشکاری با فرکانس بالا به جای گرم کردن قسمت سطحی پارچه ، پارچه را از داخل گرم می کند. این فرایند فقط چند ثانیه طول می کشد و مانند مایکروویو عمل می‌کند. راه اندازی این ماشین ها بسیار طولانی تر از سایر فرایندها به طول می‌انجامد. برای ایجاد یک محصول به چندین ماشین در اندازه های مختلف نیاز است که به طور قابل توجهی هزینه های تولید را افزایش می دهد. این درزها نسبت به درزهای جوش داده شده با هوای گرم ضعیف تر و از نظر زیبایی نیز در سطح پایین‌تری هستند.

۳-۳-۲- جوشکاری با هوای گرم

جدیدترین پیشرفت در ساخت و سازهای شناور RIB، جوشکاری هوای گرم نام دارد. این روش شامل گرم‌کردن دو طرف مواد تا درجه حرارت بالا تا زمانی که شروع به ذوب شدن کنند. سپس دو طرف به طور محکم با یک ماشین به هم فشرده می‌شوند و دو ورقه PVC جداگانه را به هم می چسبانند تا یک پیوند قدرتمند و مطمئن ایجاد شود. با توجه به ساختار CSM، استفاده از جوشکاری برای اتصال مواد به یکدیگر غیرممکن است؛ این روش فقط برای PVC و TPU کاربرد دارد.

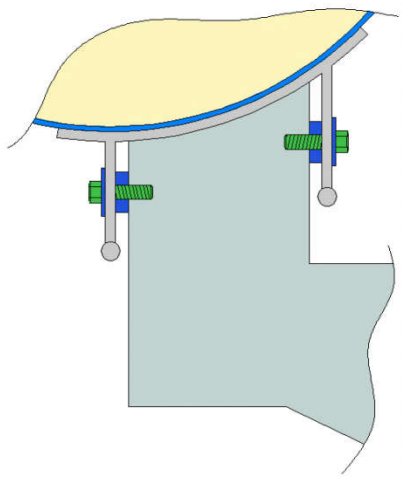
فرآیند جوشکاری با هوای گرم به ساده سازی روند ساخت شناورهای RIB کمک می کند. این امر در PVC بدون ا ستفاده از چ سب، خا صیت مقاومت در برابر ا شعه ماوراء بنفش افزایش می د هد. بنابراین کاهش نقص و کاهش هزینه برای مصرف کننده را در بر دارد. این نوع جوش حرارتی درز بسیار قوی ای ارائه می دهد که از کیفیت درزهای چسبنده فراتر می رود. درزهای ساخته شده تو سط جو شکاری هوای گرم کمترین میزان نقص کلی را

[13] Adhesives

ایجاد می کنند و با هزینه کمتری محصـــولی با کیفیت بالاتر ایجاد می‌کنند.

۴-۳-۲- اتصالات مکانیکی

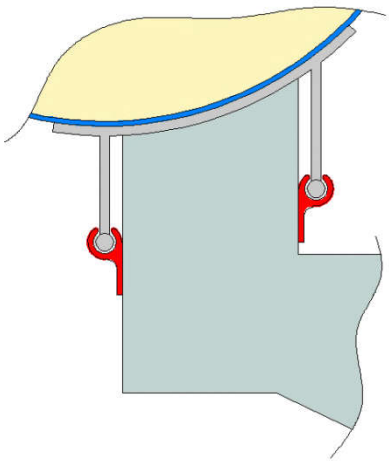
اتصالات مکانیکی در کولارها معمولا در جاهایی استفاده می‌شود که به دفعات متعدد نیاز به تعویض یا برداشتن داشته باشد. از این نوع اتصال، بیشتر در قایق‌های سنگین، تجاری و نظامی استفاده می‌شود. طراحی و ساخت کولارها می‌تواند بدون چسب نیز انجام شود ولی قبل از آن می بایست اتصالات مکانیکی برای چسباندن تهیه و نصب شود.



شکل ۱۰- اتصال مکانیکی

۵-۳-۲- اتصالات کشویی

در این روش از یک سیستم کشویی استفاده می شود که قابلیت تغییر کولار در کمترین زمان ممکن را دارد. این اتصالات بیشتر در شناورهای با عملیات سنگین[۱۴] و همچنین شناورهای نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نیاز به حذف و تعویض مکرر کولار است. در این روش با استفاده از پیچ و مهره و طناب که در طول کولار کشیده شده و همچنین یک کانال ریلی که روی بدنه تعبیه شده است اتصال صورت می‌پذیرد.



شکل ۱۱- اتصال کشویی

۶-۳-۲- ساختار اتصال درزها

در حالی که تکنیک های آب بندی درز محدود به چســب و جوشـــکاری اســـت؛ روش‌های مختلفی وجود دارد که درزهای یک کولار را با هم تنظیم می‌کند. برخی از آنها ســـاختاری قوی تولید می‌کنند و از نظر زیبایی نیز دلپذیر ه ستند؛ در حالی که برخی دیگر از دوام کمتری برخوردار هستند.

۴-۲- محاسبات و الزامات مربوط به طراحی شناور

برای طراحی اولیه کولار می‌بایست ابتدا چارچوب طراحی را مشخص کرد. برای اینکار با استفاده از قوانین موجود در مرکز ایمنی دریایی مربوط به طراحی بدنه شناورهای قابل انعطاف و کولار [10] روابط مربوط به طراحی کولار آورده شده است.

۱-۴-۲- بدنه شناور

استانداردهای ABS ، DNV و Lloyds مربوط به موسسات رده‌بندی در طراحی بدنه شناور RIB قابل قبول می‌باشند. بخش‌هایی از این استانداردها به الزامات و نیازهای طراحی شناورهای RIB پرداخته‌اند. این استانداردها تحت عناوین:

- Lloyds Special Service Craft [11]
- ABS High Speed Craft Guide [12]
- DNV GL High Speed Light Craft [13]
- ABS Rules for Fiber Reinforced Plastic Vessels [14]

می‌باشند. قوانین بالا در بخش طراحی سازه ی بدنه[۱۵] مورد تایید سازمان[۱۶] MSC نیز می‌باشد.

[14] Heavy Duty
[15] Structure
[16] Marine Stewardship Council

۲-۴-۲- کولار

شاخصه ی اصلی از این نوع شناور، کولار می باشد که در ادامه به فاکتورهای مهم آن اشاره خواهد شد.

۲-۴-۲-۱- خصوصیات مکانیکی کولار

ماده مورد استفاده در ساخت کولار باید حداقل ویژگی های زیر را دارا باشد: [15].

- مقاومت شکست به کشش(Breaking/Tensile Strength): 500 lbs/in
- استحکام چسبندگی(Adhesion Strength): 15lbs/in
- مقاومت پارگی(Tearing Strength): 50 lbs
- مقاومت در برابر پانچ (سوراخ شدن)(Puncture Resistance) : 180 lbs

۲-۴-۲-۲- شیر و سوپاپ

هر محفظه کولار باید شامل شیر و سوپاپ جهت تنظیم فشار و مقاومت باشد. با توجه به اینکه پارچه‌ها دارای خواص مختلفی می‌باشند از این رو معادله زیر برای بدست آوردن تنش شکست به کشش مورد توجه قرار می‌گیرد. همانطور که مشخص است مقدار حداقل برای این ضریب ۱۰ می باشد.

$$\sigma_{crit,\min} \geq 10 \times \left(\frac{P_r \times D}{2 \times t} \right) \qquad (۱)$$

Pr فشار نشان داده روی شیر ، D قطر کولار و t ضخامت پارچه مورد استفاده در کولار می‌باشد.

۲-۴-۲-۳- اتصالات

معمولا از روش های مکانیکی و چسب برای اتصال کولار به بدنه استفاده می‌شود. برای اینکار باید در نقاط اتصال کولار تقویت شود. با استفاده از فرمول زیر حداقل مقاومت مورد نیاز در اتصالات بدست می‌آید:

$$F_{crit} \geq 3.33 \times P_D \times w_s \qquad (۲)$$

FCrit مقاومت شکست در چسب و یا مقاومت حاصل در اتصالات مکانیکی، PD بیشترین فشار وارده به کف بدنه و WS فاصله افقی بین بدنه و قسمت خرجی کولار می باشد.

۲-۴-۲-۴- حجم کولار

زمانی که کولار به اندازه فشار طراحی شده متورم باشد حجم آن اندازه‌گیری می‌شود. الزامات حجم برای کولار و کامپارتمنت ها با استفاده از دو فرمول زیر اعمال می شود:

$$v_c \geq 21 \times \Delta_{FL} \qquad (۳)$$

$$V_{IB} \geq V_{IB,\min} = 40.25 \times \Delta_{FL} - 0.7 \times V_C \qquad (۴)$$

که V_C حجم کولار، Δ_{FL} وزن کامل شناور، V_{IB} حجم واقعی شناوری داخل و $V_{IB,min}$ کمترین حجم واقعی شناوری داخلی می‌باشد.

روابط (۳) و (۴) محدودیت‌های زیر را نشان می‌دهد:

۱. حجم شناوری داخلی بدنه باید بیش از ۷۳٪ از حجم جابجایی کامل بدنه باشد.

۲. حجم کولار باید بیش از ۶۰٪ از حجم جابجایی کامل بدنه باشد.

۲-۴-۲-۵- تعداد کامپارتمنت‌های کولار

حداقل تعداد کامپارتمنت‌ها در کولار شناورهای RIB به شرح زیر است:

جدول۳- حداقل تعداد کامپارتمنت ها در کولار

طول شناور(ft)	حداقل تعداد کامپارتمنت
$L \leq 30$	۴
$30 < L \leq 40$	۶
$40 < L \leq 50$	۸
$50 < L \leq 65$	۱۰

هر شناور می‌تواند تعداد فرد یا زوج از کامپارتمنت‌ها را شامل شود. هر کامپارتمنت باید دارای حجم برابر باشد که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$CompartmentVolume = \frac{V_C}{N} \pm 20\% \qquad (۵)$$

V_C حجم کولار و N تعداد کامپارتمنت های کولار می‌باشد. کامپارتمنت‌های کولار باید حداقل طول ۲۰ فوت را داشته باشد. حداقل حجم هر کامپارتمنت نیز از رابطه زیر بدست می آید:

$$V_{com} \geq 0.15 \times V_{IB,\min} \qquad (۶)$$

۳ – محاسبات طراحی کولار شناور مورد مطالعه

شناور RIB مورد مطالعه با مقطع V شکل در نظر گرفته شده که در جدول زیر مشخصات و ابعاد شناور بیان شده است.

جدول۴- مشخصات شناور مورد مطالعه

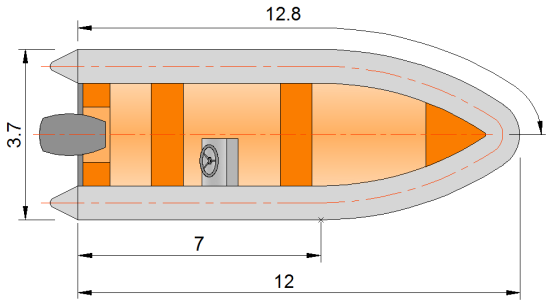
عنوان	واحد	مقدار
طول	متر(m)	۱۲
عرض	متر(m)	۳/۷
آبخور	متر(m)	۰/۷
زاویه راس	درجه(deg)	۲۲
وزن	کیلوگرم(kg)	۱۲,۰۰۰

با توجه به مطالعات انجام شده پیرامون جنس کولار، ترکیبی از فوم و هیپالون به دلیل اینکه این نوع جنس به اندازه کولارهای بادی ساخته شده شناوری بالایی دارد و همچنین بدون امکان سوراخ شدن و افت فشار گزینه قابل دفاعی می‌باشد. برای طراحی کولار نیاز به محاسبه جزئیات می‌باشد. برای شروع با توجه به معادله (۳) می‌توانیم کمترین حجم کولار را محاسبه کنیم از این رو داریم:

- می‌دانیم تناژ برابر با (kg) ۱۰۱۶/۰۴ یا (lb) ۲۲۴۰ و حجم آن در آب دریا با چگالی (g/ml) ۱/۰۲۵ یا lb/ft^3 ۶۴ برابر با (m^3) ۰/۹۹ یا (ft^3) ۳۵ است.

$$V_c \geq 21 \times \Delta FL$$
$$V_c = 21 \times \Delta FL = 21 \times 12 = 252\ (ft^3) = 7.2\ m^3$$

با توجه به الزامات و محدودیت های طراحی و ساخت، مقطع O برای کولار برگزیده شد. از این رو با توجه به طول شناور (۱۲ m) و عرض (۳/۷ m)، برای مقدار شعاع کولار داریم:



شکل۱۲- شماتیک شناور RIB مورد مطالعه

$$P_{OA,collar} = 2 \times 12.8 = 25.6\ m$$
$$V_{collar} = \pi \times r^2 \times P_{OA,collar}$$
$$V_{collar} = r^2 \times 3.14 \times 25.6 = 7.2$$
$$r^2 = 7.2 / 80.384 = 0.0895 \Rightarrow r = 0.299m = 29.9cm$$

$P_{OA,collar}$ طول کل کولار مورد نیاز و V_{collar} حجم کولار مورد نیاز می باشد؛ r شعاع کولار است؛ حداقل قطر کولار می‌بایست ۵۹,۸ سانتیمتر باشد. همچنین از معادله (۴) برای بدست آوردن کمترین شناوری داخلی بدنه داریم:

$$V_{IB,\ min} = 40.25 \times \Delta FL - 0.7 \times V_c = 483 - 176.4 = 306.6\ ft^3 = 8.76\ m$$

کمترین حجم هر کامپارتمنت کولار نیز از رابطه (۶) محاسبه می‌گردد:

$$V_{com} \geq 0.15 \times V_{IB,\ min} \Rightarrow V_{com} = 0.15 \times 306.6 = 45.99 ft^3$$

همچنین با توجه به جدول بالا، کمترین تعداد کامپارتمنت در کولار شناور برابر ۶ می‌باشد.

۴- نتیجه گیری

در این مقاله با بررسی مطالعات گذشته پیرامون شناورهای RIB و مزیتهای وجود کولار، متوجه شدیم که برای این نوع شناورها وجود این سازه انعطاف‌پذیر بسیار الزامی و حیاتی است.

همچنین با توجه به خصوصیات شناورهای RIB و ماموریتی که دارند؛ مشخص شد که چه عواملی در طراحی کولار باید مدنظر باشد. عوامل مهم، وزن و سبکی کولار، فرم پذیری و ایجاد حداکثر بویانسی مورد انتظار با توجه به جنس کولار و نوع مقطع آن می باشد. البته در این میان باید اتصالات کولار به بدنه را نیز مدنظر داشت.

طراحی کولار بسته به نوع و کارایی شناور تغییر می‌کند و یک کولار، متناسب با نوع و وظیفه شناور طراحی می‌شود. همچنین با استفاده از استانداردهای موجود می‌توان به یک چارچوب کلی برای طراحی کولار با استفاده از روابط حاکم رسید که این تا حد زیادی از ایجاد خطا جلوگیری می‌کند. در بررسی انجام شده مشخص شد که منابع علمی کمی برای طراحی کولار وجود دارد و این نوع سازه در ابتدای راه خود است و عمری کمتر از پنجاه سال دارد.

مراجع

[1] Historical review of 20 years of technical progress of rigid inflatable boats. Stanley, G. W. London : s.n., 1981. RINA Small Craft Group Conference on Rigid bottom inflatable craft – design, construction and handling. Retrieved from https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Historical+review+of+20+years+

of+technical+progress+of+rigid+inflatable+boats&author=G.+W+Stanley&publication_year=1981.
[2] 20 years of change, evolution or revolution. Dyas, C. Weymouth : s.n., 1998. Proceedings of the International Conference on Rigid Inflatables, RINA. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=20+years+of+change%2C+evolution+or+revolution&author=C+Dyas&publication_year=1998.
[3] The development of a design tool for rigid inflatable boats. D. S. Grant, P. A Wilson . Naples, Italy : s.n., 2005. Proceedings of the Conference on High speed marine vehicles (HSMV '05).
[4] Inflatable tubes offer advantage for small craft. Pike, D. 2003. Ship and Boat Int. &publication_year=1998.
[5] Bringing a 1.0 metre buoyancy tube to sea on an 18.0 metres rigid hull. . Natzijling, P. W. Weymouth : s.n., 1998. Proceedings of the International Conference on Rigid Inflatables.
[6] RIB development, design and construction . Lemmer, P. Weymouth : s.n., 1998. Proceedings of the International Conference on Rigid Inflatables.
[7] All You Need Now About Inflatable Boats. www.shmgroup.com. [Online] July 19th, 2019. https://www.shmgroup.com/blog/all-you-need-to-know-about-inflatable-boats/.
[8] What Makes FAST Collars Different? fastcollars.com. [Online] file:///I:/UN_Persian/Collar/FAST%20Collars%20-%20What%20Are%20FAST%20Collars_%20%E2%80%94%20FAST%20Collar%20Systems.html.
[9] Marine Safety Center Review of Rigid Hull Inflatable and Rigid Hull Foam Collar Vessels. Center, Marine Safety. 2018. U.S. Department of Homeland Security.
[10] [Online] https://www.lr.org/en/services/classification-certification/special-service-craft/.
[11] ww2.eagle.org. [Online] https://ww2.eagle.org/en/rules-and-resources/rules-and-guides.html?q=High-Speed+Craft.
[12] rules.dnv.com. [Online] https://rules.dnv.com/servicedocuments/dnvpm/packages?category=RulesHSLC&edition=%20with%20amendments%202016-07.
[13] ww2.eagle.org. [Online] https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/generic/generics-2023/00-part-2-jul23.pdf.
[14] Hypalon Fabrics. www.henshaw.co.uk. [Online] https://www.henshaw.co.uk/categories/6-hypalon-fabrics.