

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# عملیات روی کشتی

رشته ناوبری

گروه خدمات

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** عملیات روی کشتی - ۲۱۲۴۳۴
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** علیرضا پورالشریعه، فرشاد حائری، مصطفی ربیعی، ابراهیم زندی فر، مصطفی زنگنه، حامد مرادی مهر، علی اصغر هادی زاده اصفهانی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** علیرضا پورالشریعه، فرشاد حائری، جواد داداش زاده، ابراهیم زندی فر، مصطفی زنگنه، جلیل محمولی، حامد مرادی مهر، علی اصغر هادی زاده اصفهانی (اعضای گروه تألیف) - عزت الله خیرالله (ویراستار ادبی)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** جواد صفری (مدیر هنری) - رضوان جهانی فریمانی (صفحه‌آرا) - صبا کاظمی دوانی (طراح جلد)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- چاپخانه:** تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- سال انتشار و نوبت چاپ:** وبگاه: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) و [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)
- ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)
- چاپخانه:** تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
چاپ اول ۱۳۹۷

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی (قدّس سره الشریف)

۱.....	<b>پودمان اول: ساخت کشتی</b>
۲.....	■ واحد یادگیری ۱: ساخت کشتی
۳۸.....	■ ارزشیابی شایستگی ساخت کشتی
۳۹.....	<b>پودمان دوم: پایدار سازی کشتی</b>
۴۰.....	■ واحد یادگیری ۲: پایدارسازی کشتی
۷۸.....	■ ارزشیابی شایستگی پایدارسازی کشتی
۷۹.....	<b>پودمان سوم: کار با کالا و بارچینی</b>
۸۰.....	■ واحد یادگیری ۳: کار با کالا و بارچینی
۱۱۵.....	■ ارزشیابی شایستگی کار با کالا و بارچینی
۱۱۷.....	<b>پودمان چهارم: کاربری ماشین آلات</b>
۱۱۸.....	■ واحد یادگیری ۴: کاربری ماشین آلات
۱۴۹.....	■ ارزشیابی شایستگی کاربری ماشین آلات
۱۵۱.....	<b>پودمان پنجم: نگهداری کشتی</b>
۱۵۲.....	■ واحد یادگیری ۵: نگهداری کشتی
۱۸۴.....	■ ارزشیابی شایستگی نگهداری کشتی
۱۸۵.....	<b>منابع</b>

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی بر اساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی انجام عملیات بر روی شناورها

۲. شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. این درس، پنجمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته نوابری در پایه دوازدهم تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی عملیات روی کشتی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام

فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته نوبری طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادرشده در سال تحصیلی قبل براساس نمره ۵ پودمان بوده است. و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیر فنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است. کتاب شامل پودمان‌های زیر است:

پودمان اول: با عنوان «ساخت کشتی» است که در آن ابتدا انواع کشتی‌ها از نظر ساختمان تشریح شده است و سپس به اجزای تشکیل‌دهنده آنها و استاندارد و نظارت در ساخت کشتی پرداخته می‌شود. پودمان دوم: عنوان «پایدارسازی کشتی» دارد، که در آن مفاهیم مربوط به تعادل کشتی شرح داده شده است و در ادامه قوانین شناوری بیان می‌شود و در نهایت به روش محاسبه مسائل مربوط به تعادل کشتی در وضعیت‌های بارگیری و تخلیه کالا پرداخته می‌شود.

پودمان سوم: دارای عنوان «کار با کالا و بارچینی» است. در این پودمان ابتدا انواع کالاها و انبارهای کشتی شرح داده شده است و سپس به عملیات تخلیه و بارگیری و حمل کالا پرداخته می‌شود.

پودمان چهارم: «کاربری ماشین‌آلات» نام دارد. ابتدا سامانه‌های رانش شناورها آموزش داده شده است و سپس طرز کار موتورهای احتراق داخلی دیزلی و دستگاه سکان، سامانه اطفاء حریق فراگیر، اعلام خطر و انتقال فرامین دسته مانور شرح داده می‌شود.

پودمان پنجم: با عنوان «نگهداری کشتی» می‌باشد که در آن، نگهداری و تعمیر و انواع روش‌های آن شرح داده شده است و در ادامه به جوشکاری و برشکاری پرداخته می‌شود.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



# پودمان ۱

## ساخت کشتی



## واحد یادگیری ۱

### ساخت کشتی

#### آیا تاکنون پی برده‌اید

- چه عواملی در ساخت یک کشتی دخیل است؟
- اجزای تشکیل دهنده ساختمان یک کشتی کدام‌اند و هر کدام چه ویژگی‌هایی دارند؟
- چه کسانی از ابتدای ساخت کشتی تا به آب‌اندازی آن درگیر هستند؟
- الزامات قانونی در ساخت کشتی شامل چه مواردی است؟
- اسامی برخی از مکان‌ها در کشتی چیست؟

#### استاندارد عملکرد

دریانوردی، دانش و هنر یک دریانورد در عملیات تخلیه و بارگیری و هدایت ایمن یک شناور است که ساختار درست و صحیح آن به این امر کمک بسیاری می‌کند. توجه به الزامات بین‌المللی در ساختمان کشتی به دریانورد علم صحیح به کارگیری آن را بالا می‌برد و زمینه‌ای برای ایمنی بیشتر و محیط‌زیستی پاک‌تر فراهم می‌کند.

## اقدامات اولیه ساخت کشتی

### هدف از ساخت کشتی

اولین اقدام بعد از تأمین مالی برای ساخت کشتی، هدف‌گذاری برای انتخاب صحیح نوع کشتی است و در این راستا موارد بسیاری می‌تواند دخیل باشد که به اختصار به آنها اشاره خواهد شد.

### ۱ کاربری شناور

کاربری و نوع شناور برای مالک آن بسیار مهم است، زیرا شناور است که برگشت سرمایه را برای صاحب آن در طول یک بازه زمانی مهیا می‌سازد که البته این حداقل منظور می‌باشد و باید دو رسالت مهم درآمدزایی و اشتغال‌زایی را نیز به آن اضافه نمود.

کشتی‌ها را از نقطه نظر ساختمان می‌توان به انواع زیر تقسیم‌بندی نمود:

**الف) کشتی‌های حمل مواد خشک (Dry Cargo Ship):** با گذشت زمان موتورخانه کشتی‌ها از وسط کشتی به عقب کشتی منتقل شد. این نوع از کشتی‌ها در انباری نسبتاً باز با سطح بالاتری از عرشه دارند که البته خاصیت نفوذناپذیری آب از روی عرشه به داخل انبار بر اثر باران و موج دریا و... را دارند. جلو و عقب این کشتی‌ها نسبتاً بالا رفتگی دارد که مانع از ورود آب به روی عرشه می‌شود. این نوع کشتی‌ها از استحکام خاصی برخوردارند که این مهم با افزایش طول کشتی بیشتر می‌شود.



شکل ۱- کشتی حمل مواد خشک

در جدول ۱ می‌توان به‌طور کلی از شایع‌ترین کشتی‌های حمل مواد خشک نام برد.

جدول ۱

ردیف	نام	Name	کاربری	تصویر
۱	کشتی فله بر	Bulk Carrier	مواد فله خشک مانند سنگ معدن، زغال سنگ، کود، غلات، شکر و... را حمل می‌کند و دارای مخازن آب توازن کناری و تحتانی است.	
۲	کشتی کانتینر بر	Container vessel	قابلیت حمل تعداد بالایی کانتینر استاندارد را دارد و غیر از کانتینر به سختی می‌تواند بار دیگری را حمل کند. این نوع کشتی دارای مخازن آب توازن کناری و تحتانی است.	
۳	کشتی رو رو	Ro-Ro Ship	کشتی حمل مسافر و خودرو که عرشه باز با قابلیت ورودی و خروجی خودرو سینه و یا پاشنه آن تعبیه شده است.	
۴	کشتی یخچالی	Refrigerated cargo	این نوع کشتی دارای سردخانه‌های بزرگی است، که همان انبارهای کشتی می‌باشند.	

ردیف	نام	Name	کاربری	تصویر
۵	کشتی چوب‌بر	Timber carrier	کشتی‌هایی هستند با قابلیت حمل الوار، چوب، تخته و... که روی عرشه هم بارگیری می‌کنند.	
۶	کشتی احشام‌بر	Livestock carrier	کشتی‌هایی هستند با قابلیت حمل احشام که تهویه و مسیر راحت برای بارگیری، از نکات مهم در ساخت آنهاست.	
۷	کشتی خودروبر	Car carrier	کشتی‌هایی هستند مخصوص حمل خودرو که ساختمان آنها مانند یک پارکینگ بسیار بزرگ است.	
۸	کشتی چندمنظوره	General Cargo ship	این نوع کشتی که Multi-Purpose هم نامیده می‌شود قابلیت حمل کالاهای عمومی مانند بارهای فله، خودرو، کانتینر، آهن آلات، جعبه، قطعات کارخانجات و... را دارد.	



با جست‌وجو در منابع دریانوردی (کتاب‌های دریانوردی و اینترنت) و نیز پرسش از افراد صاحب‌نظر در مورد انواع کشتی‌های فله بر در خصوص ظرفیت حمل آنها تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

ب) کشتی‌های حمل مواد مایع **Liquid Cargo Ship**: کشتی‌های حمل مواد مایع یا همان تانکرها از لحاظ ساختمانی با کشتی‌های دیگر فرق اساسی دارند که می‌توان به در کوچک ورودی تانک‌های آن در مقابل در بزرگ انبارهای یک کشتی فله بر نام برد. کشتی‌های تانکر در اوایل به‌صورت یک جداره بودند که بعدها با تصویب قوانین جدید به حالت دوجداره درآمدند که این مورد، باعث آسودگی خاطر در مقابل آلودگی دریا و محیط‌زیست در موارد اضطرار و یا خطر غرق شدن را به‌وجود آورد. در شکل زیر هر دو حالت را با یکدیگر مقایسه کنید:





شکل ۲- کشتی حمل مواد فله مایع




شکل ۳- کشتی حمل گاز

در جدول ۲ انواع شایع کشتی‌های حمل مواد مایع معرفی شده‌اند.

## جدول ۲

ردیف	نام	Name	کاربری	تصویر
۱	تانکر حمل نفت خام	Crude oil carrier	حمل نفت خام در مقدار بسیار زیاد و تانک‌های بسیار بزرگ از شاخص‌های این نوع کشتی است.	
۲	تانکر حمل مواد شیمیایی فرآورده‌های نفتی	Chemical & Product Carrier	حمل انواع مواد شیمیایی و فرآورده‌های نفتی در یک کشتی و دارا بودن پمپ برای هر تانک به صورت جداگانه، از ویژگی‌های این نوع کشتی است.	

ردیف	نام	Name	کاربری	تصویر
۳	تانکر حمل گاز مایع	Liquefied Gas Tanker	مخازن تانک‌های این نوع کشتی‌ها معمولاً از بدنه جدا بوده و فشار به بدنه به آنها وارد نمی‌شود.	

امروزه بنا به تقاضای بازار، تانکرهای نفت خام تا ۵۰۰ هزار تن هم ساخته می‌شود که این نیاز مبرم به استحکام‌سازی ساختمان این نوع کشتی دارد.

با جست‌وجو در منابع دریانوردی (کتاب‌های دریانوردی و اینترنت) و نیز پرسش از افراد صاحب‌نظر، در مورد انواع کشتی‌های حمل مواد مایع در خصوص ظرفیت حمل تحقیق کرده و آن را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



پ) کشتی‌های مسافربری (Passenger Ship): سازه کشتی‌های قدیمی مسافربری طبقات زیادی نداشت و در مقایسه با کشتی‌های جدید و مدرن امروزی، نسبت عرض آنها در مقایسه با طولشان کمتر بود که این عامل تأثیر مستقیمی به استحکام و تعادل کشتی داشت. در کشتی‌های مسافربری که عمدتاً دو نوع هستند باید توجه زیادی به رفاه حال مسافران و برطرف نمودن نیاز آنها در طول سفر شود که اینک استحکام و ایمنی کشتی را هرگز نمی‌توان فراموش کرد.

### جدول ۳

ردیف	نام	Name	کاربری	تصویر
۱	کشتی مسافربری عبوری	Ferry Ship	این نوع کشتی‌ها به حمل مسافر در بین نقاط نزدیک می‌پردازند و معمولاً بسیار سبک و با سرعت بالا هستند. از انواع آنها می‌توان به کشتی‌های آلومینیومی کاتاماران نام برد.	
۲	کشتی تفریحی	Cruise ship	این نوع کشتی‌های مسافربری علاوه بر جابه‌جایی مسافر، به رفاه و لذت مسافران از این سفر اهمیت زیادی می‌دهند.	

رشد در اندازه (ابعاد و طبقات) و تعداد کشتی‌های کروز باعث شده است که IMO در مورد ایمنی مسافران کشتی که تأکید بیشتری بر روی جلوگیری از تلفات انسان دارد، یک بازنگری اساسی انجام دهد. این بازنگری منجر به طراحی کشتی‌های کروز به منظور بهبود وضعیت زنده ماندن در صورت بروز حادثه تا بندر بعدی شد. استفاده از آلیاژهای آلومینیومی در بدنه کشتی مسافربری عبوری به بالا بردن سرعت و ظرفیت کشتی کمک بسیاری نمود و در عین حال نگهداری آن را نیز بهبود بخشید.

تحقیق کنید



در بندر شهر خود انواع کشتی‌های موجود را مورد مطالعه قرار داده و در مورد جنس و ساختمان آنها تحقیق نمایید. عکس‌ها و فیلم‌های خود را در کلاس ارائه دهید.

پ) کشتی‌های خدماتی (Service Ship): این نوع کشتی‌ها بنا به دلایل خاصی ساخته می‌شوند و تقریباً کاربری محدودی دارند. در جدول ۴ تعدادی از این نوع شناورها معرفی می‌شود.

#### جدول ۴

ردیف	نام	Name	کاربری	تصویر
۱	یدک کش	Tug	این نوع شناور در امر یدک کشی، پهلودهی و جداسازی کشتی‌ها به کار می‌رود و در تنش‌های بالا نیاز به ساختار مستحکمی دارد.	
۲	لایروب	Dredger	لایروب شناوری است که نیاز به ابزار لایروبی و در نتیجه ساختاری مانند بیل مکانیکی دارد.	
۳	شناور راهنما	Pilot Vessel	این شناور برای جابه‌جایی راهنما به کشتی و از کشتی می‌باشد. مانور سریع و بدنه سبک نیاز ساختار آن می‌باشد.	



ردیف	نام	Name	کاربری	تصویر
۴	کشتی خدمات رسان	Supply Ship	این نوع شناور نیاز به فضایی برای نگهداری وسایل و لوازم مربوط به کشتی‌ها از قبیل سوخت، آب آشامیدنی، مواد خوراکی و لوازم یدکی دارد.	
۵	بارج	Barge	در عمل این نوع شناورها در واقع نوعی حمل کننده هستند که می‌توانند خود موتور داشته باشند یا توسط یدک کش جابه‌جا شوند.	
۶	جرثقیل شناور	Crane barg	این نوع شناورها جرثقیل‌هایی با ظرفیت بالا دارند و به دلیل ساختمان ویژه و کاربری خاص آنها نیاز به تانک‌های آب توازن حجیم و بدنه سنگین وجود دارد.	
۷	کشتی امداد و نجات	Serch & Rescue (SAR)	این نوع کشتی برای امداد و نجات پیش‌بینی شده که مانور بالا، وزن سبک و قابلیت پهلوگیری ایمن از ملزومات آن است.	

با مشورت و همفکری دیگر هم‌کلاسی‌های خود سعی کنید به شناورهای بالا مواردی را اضافه نمایید.

کار در کلاس





با کمک دیگر هم کلاسی‌ها و راهنمایی هنرآموز خود تا حد امکان ماکت یکی از کشتی‌های نامبرده را بسازید و آن را در آب امتحان کنید.

## ۲ امکانات و زیرساخت‌های بنادر

در هنگام ساخت کشتی، امکانات و زیرساخت‌های بنادر نیز بسیار مؤثر است، به‌طور مثال اگر قرار است یک کشتی فقط بین بنادر فاقد جرثقیل رفت و آمد داشته باشد، سازنده در ساختمان آن کشتی جرثقیل نیز طراحی می‌نماید.

### جدول ۵

	<p>اسکله دارای جرثقیل مخصوص تخلیه و بارگیری کانتینر در بندر شهید رجایی واقع در بندرعباس.</p>
	<p>بندر بوشهر دارای فضای باز و مناسب برای کشتی‌های جرثقیل دار</p>

## ۳ بازار منطقه‌ای

انتخاب هر کدام از انواع کشتی‌های بالا که مورد اشاره قرار گرفت به عواملی همچون توان مالی مالک و بازار موجود در منطقه و گاهی نیز نیاز ملی بستگی دارد، به‌طور مثال با وجود منابع سرشار گازی در عسلویه نیاز ملی و بازار منطقه‌ای مالکان را به خرید کشتی‌های حمل مواد مایع و به‌خصوص گازی سوق می‌دهد.



شکل ۴- عسلویه

ارزشیابی مرحله‌ای

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- انواع کاربری شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. ۲- کلیه اهداف ساخت کشتی را شرح دهد. ۳- اختلاف ساختار انواع شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالتر از حد انتظار			
۲	۱- انواع کاربری شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. ۲- کلیه اهداف ساخت کشتی را شرح دهد. ۳- اختلاف ساختار انواع شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	بررسی ساختمان کشتی	اقدامات اولیه ساخت کشتی	ساخت کشتی
۱	۱- انواع کاربری شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. ۲- کلیه اهداف ساخت کشتی را شرح دهد. ۳- اختلاف ساختار انواع شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی

برای طراحی یک شناور باتوجه به هدف‌گذاری آن باید به مواردی همچون ملاحظات ایمنی، محدودیت‌ها و قابلیت تعمیر و نگهداری آن توجه ویژه داشت و زمانی که طراحی اولیه انتخاب شد اطلاعات زیر در دسترس قرار می‌گیرد:

۱ ابعاد Dimention

۲ قابلیت جابه‌جایی تناژ مشخص Displacement

۳ تعادل شناور Stability

۴ خصوصیات رانشی شناور Propulsive characteristics

۵ فرم بدنه hull form

۶ ساختار عمومی general arrangement

۷ جزئیات اصلی و ساختاری Principal structural details

در این بخش تنها به بررسی برخی از اطلاعات بالا پرداخته می‌شود و بقیه موارد در بخش‌های بعدی و یا در مقاطع تحصیلی بالاتر پوشش داده خواهد شد.

### ابعاد (Dimention)

شکل و فرم بدنه یک کشتی با ابعاد و اصطلاحات ویژه‌ای تعریف می‌شود که در طراحی آن مشخص شده است و اغلب در هنگام ساخت و یا پس از ساخت کشتی شناخته می‌شود. کشتی‌ها ممکن است باریک و کشیده و یا پهن و بزرگ باشند. فرم بدنه هر کشتی تعیین‌کننده ویژگی‌های زیر برای هر کشتی است. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

۱ میزان قدرت لازم برای جلو بردن و یا رانش آن

۲ مصرف بهینه سوخت

۳ هزینه عملیاتی کشتی

۴ میزان آلودگی هوا

۵ حداکثر سرعت کشتی، بر این اساس شناورهای تندرو، فرم بدنه متفاوتی نسبت به شناورهای کندرو دارند.

۶ میزان آسایش افراد و مسافری در داخل آن.

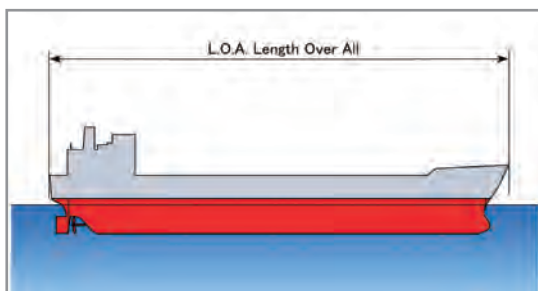
۷ میزان ایستایی و تعادل آن در دریای موج.

(به عبارتی دیگر نیروهای مقاوم در مقابل حرکت هر کشتی بستگی مستقیمی به فرم بدنه آن دارد.)

## اصطلاحات (Terms)

### ۱ طول (Length)

واژه طول برای همگان شناخته شده است، حال آنکه در رابطه با کشتی سه تعریف متفاوت از طول وجود دارد که هر سه مهم و مستقل هستند:

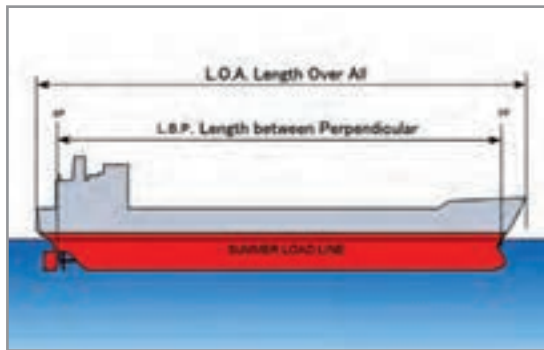


شکل ۵- طول سرتاسری

### الف) طول سرتاسری (Length Over All)

طول کشتی از حد نهایی دو طرف، به بیان دیگر بیشترین طول کشتی از ته کشتی تا سر کشتی، را طول سرتاسری و به اختصار به آن L.O.A نیز می‌گویند.

### ب) طول بین قائم جلو و قائم عقب (Length Between Perpendiculars)



شکل ۶- L.B.P

این عبارت را به اختصار L.B.P می‌گویند و برای تعریف آن نیاز به دو عبارت زیر داریم:

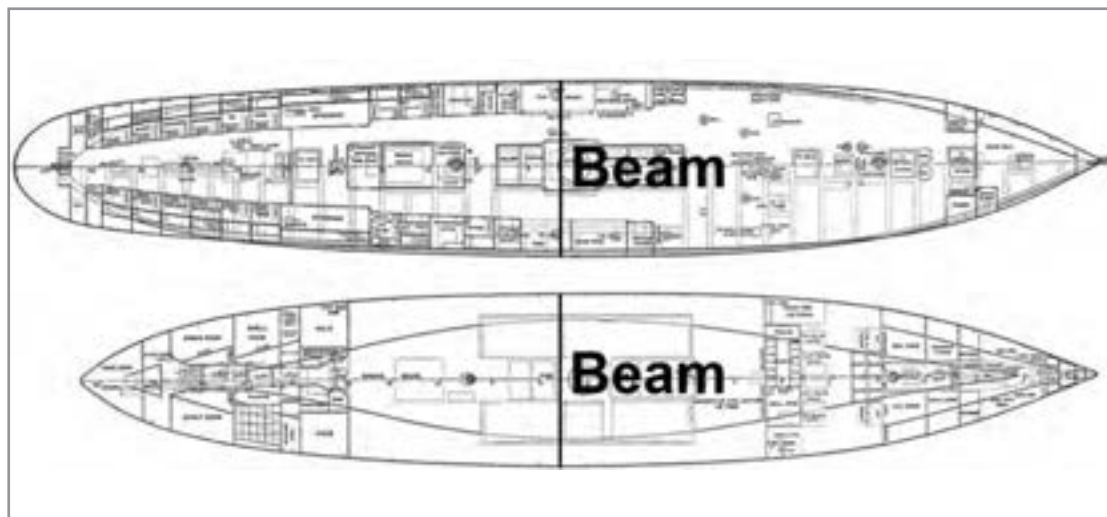
**قائم عقب (After Perpendicular):** خط عمودی است بر سطح آب در نقطه‌ای که بیشترین حد بارگیری کشتی به ستون سکان برخورد می‌کند، و به اختصار به آن AP نیز می‌گویند.

**قائم جلو (Forward Perpendicular):** خط عمودی است بر سطح آب در نقطه‌ای که بیشترین حد بارگیری کشتی به دماغه کشتی برخورد می‌کند و به اختصار به آن FP نیز می‌گویند.

**وسط کشتی (Amidship):** به نقطه وسط بین قائم جلو و قائم عقب، وسط کشتی می‌گویند. فاصله بین دو خط AP و FP را L.B.P می‌گویند.

### ۷ عرض (Beam)

در همه کشتی‌ها به بیشترین عرض آن در سرتاسر می‌گویند که در شکل ۷ این تعریف بهتر نشان داده شده است.



شکل ۷- عرض کشتی

### ۳ شاه تیر (Keel plate)

به تیر اصلی کشتی که در پایین ترین قسمت آن قرار دارد و در واقع ستون فقرات کشتی است، شاه تیر گفته می شود.



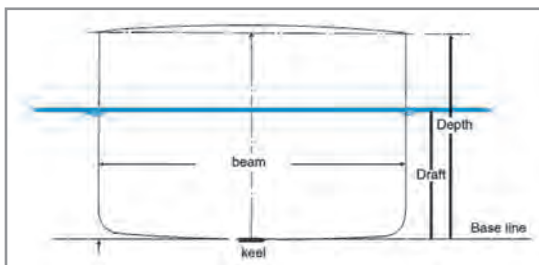
شکل ۸- شاه تیر

### ۴ خط مبنا (Base Line)

خط مبنا، یک خط افقی فرضی است که در بالای شاه تیر کشیده می شود.

### ۵ عمق کشتی (Depth)

در گوشه چپ و راست کشتی از بالای عرشه تا پایین ترین نقطه شاه تیر را عمق کشتی می گویند. در حقیقت عمق کشتی همان ارتفاع بدنه اصلی کشتی می باشد.

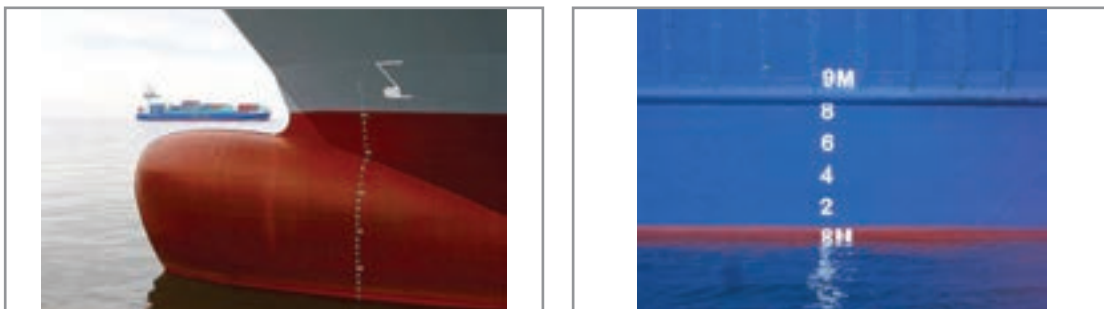


شکل ۹- آبخور

### ۶ آبخور (Draft)

آبخور ارتفاع آن بخش از بدنه کشتی است که در آب فرو می رود، که این ارتفاع دقیقاً از پایین ترین نقطه شاه تیر اصلی تا لبه آب سنجیده می شود.

برای راحت تر حساب کردن این ارتفاع، روی قائم جلو و عقب و همچنان وسط کشتی علامتهایی به نام Draft Mark جوش می دهند که بتوان در لحظه مورد نیاز آبخور را محاسبه کرد (در بخش تعادل، به طریقه خواندن آن اشاره خواهد شد).

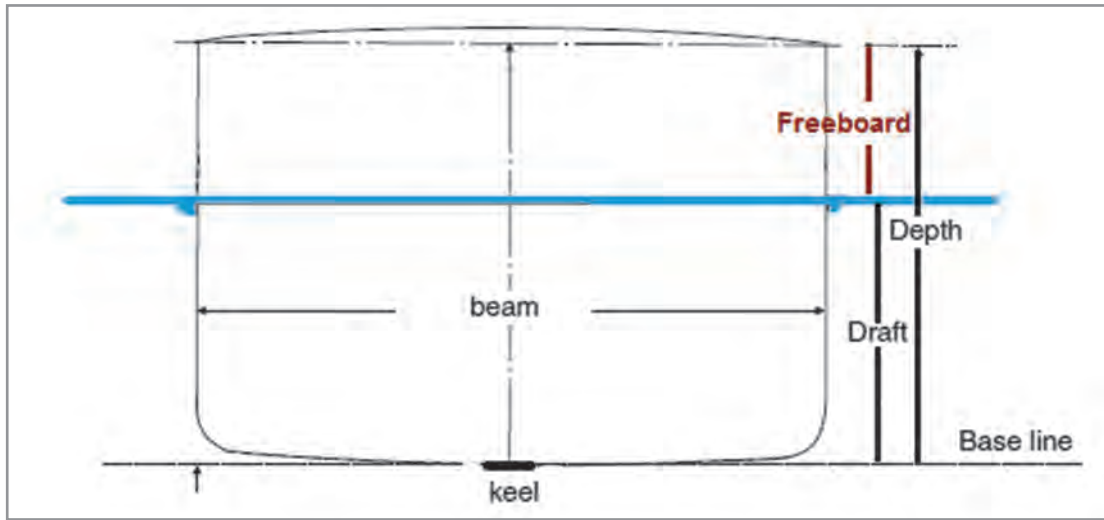


شکل ۱۰- Draft Mark

### ۷ ارتفاع بیرون از آب (Free Board)

فاصله عمودی از بالای عرشه تا سطح آب را ارتفاع بیرون از آب می گویند. به عبارت دیگر می توان گفت:

$$\text{Draft} + \text{Free Board} = \text{Depth}$$



شکل ۱۱- ارتفاع بیرون از آب

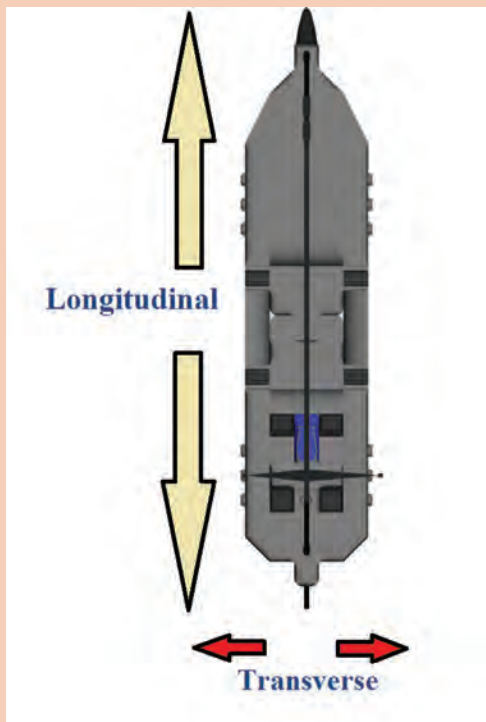
برای آدرس دهی از دو واژه زیر استفاده می شود:

### ۱ Longitudinal direction

در راستای طولی کشتی

### ۲ Transverse direction

در راستای عرضی کشتی



نکته

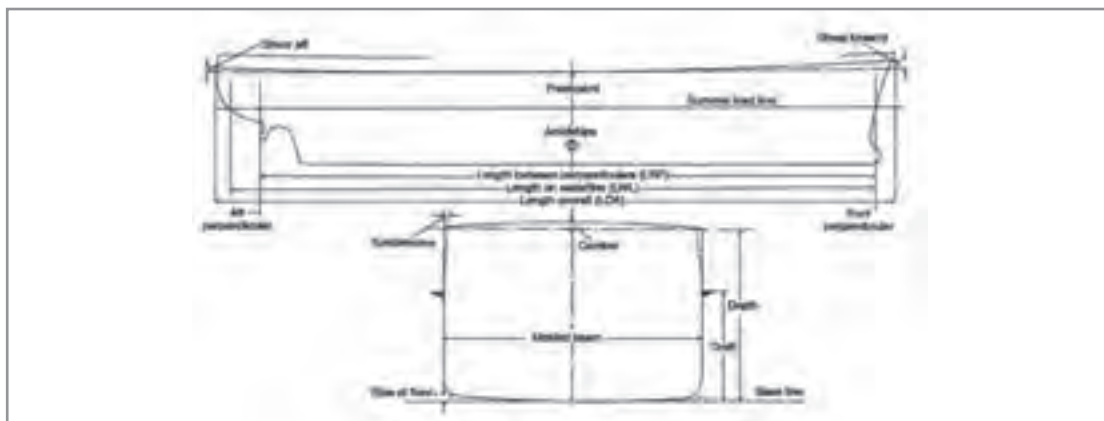




با توجه به شکل ۱۲ و تعریف انگلیسی، معادل فارسی اصطلاحات زیر را در جدول ۶ بنویسید.

جدول ۶

ردیف	نام	تعریف انگلیسی	معادل فارسی
۱	Rise of Floor	The rise of the bottom shell plating line above the base line	بالا آمدگی کف کشتی نسبت به خط مبنا را می‌گویند.
۲	Sheer	A rise in the height of the deck in the longitudinal direction. Measured as the height of deck at side at any point above the height of deck at side amidships.	
۳	Camber	Curvature of decks in the transverse direction. Measured as the height of deck at center above the height of deck at side.	
۴	Tumble Home	The inward curvature of the side shell above the summer load line.	



شکل ۱۲

بر روی ماکت طراحی شده در فعالیت کارگاهی پیشین تا حد امکان اصطلاحات به کار برده را نشان دهید.





نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- نسبت به هدف‌گذاری، اطلاعات اولیه را بداند. ۲- فاکتورهای تعیین‌کننده فرم بدنه را شرح دهد. ۳- تمامی اصطلاحات را کاملاً بداند و بتواند ترسیم کند. * هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار			
۲	۱- نسبت به هدف‌گذاری، اطلاعات اولیه را بداند. ۲- فاکتورهای تعیین‌کننده فرم بدنه را شرح دهد. ۳- تمامی اصطلاحات را کاملاً بداند و بتواند ترسیم کند. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	بررسی و طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی	طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی	ساخت کشتی
۱	۱- نسبت به هدف‌گذاری، اطلاعات اولیه را بداند. ۲- فاکتورهای تعیین‌کننده فرم بدنه را شرح دهد. ۳- تمامی اصطلاحات را کاملاً بداند و بتواند ترسیم کند. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## اجزای تشکیل دهنده کشتی

### ۱ فولاد (Steel)

برای اطمینان از استحکام اجزای تشکیل دهنده در ساخت کشتی از فولاد استفاده می‌شود. فولاد در برابر فشارهای وارده بر کشتی بسیار مقاوم است. به‌طور عموم فولاد به عنوان آلیاژی از آهن و کربن با درصد کربنی از حدود ۰/۱ درصد در فولاد ملایم تا حدود ۱/۸ درصد در برخی از فولادهای سخت‌تر و در صنعت کشتی‌سازی این مقدار کربن به ۰/۱۵ تا ۰/۲۳ درصد محدود می‌شود. البته شایان ذکر است که برای ساخت فولاد با خواص موردنظر، مراحل مختلفی باید طی شود تا فولاد به‌دست آمده برای استفاده در کشتی مناسب شود.



شکل ۱۳- شمش فولاد

با توجه به مطالب فوق با جست‌وجو در اینترنت و سایر منابع و انتشارات دریایی و غیره، مراحل ذکر شده برای آماده‌سازی فولاد را به‌وسیله پرده نگار توضیح داده و برای هنرآموز خود رایانامه کنید.

تحقیق کنید



### ۲ آلومینیوم (Aluminum)

آلومینیوم فلزی است که مصارف بسیار زیاد و متنوعی در صنایع به‌ویژه در صنایع فضایی، کشتی‌سازی، ماشین‌سازی، حمل‌ونقل، الکترونیک، لوازم خانگی، بسته‌بندی و... دارد. این فلز به علت خواص ویژه الکتریکی و مکانیکی «فلز قرن» لقب گرفته است.

مصرف آلومینیوم در کشتی‌سازی سه دلیل عمده دارد:

- ۱- آلومینیوم بسیار سبک‌تر از فولاد است به طوری که اگر یک کشتی به جای فولاد از آلومینیوم ساخته شود، وزن آن حدود ۶۰ درصد کمتر می‌شود.
- ۲- آلومینیوم زنگ نمی‌زند و نگهداری آن بسیار راحت‌تر است.
- ۳- آلومینیوم خاصیت مغناطیسی ندارد و روی دستگاه‌های ناوبری به خصوص قطب‌نما تأثیر منفی ندارد.



شکل ۱۵- یک شناور کاتاماران با بدنه آلومینیومی



شکل ۱۴- آلومینیوم

## یودمان اول: ساخت کشتی

از معایب استفاده از آلومینیوم می‌توان به هزینه بالای خرید و ساخت آن اشاره کرد و حتی گاهی سبکی زیاد آن برای شناورها و کشتی‌های اقیانوس‌پیما باعث مشکلاتی می‌شود، به همین دلیل کشتی‌های کوچک و مسافری و کشتی‌های کوچک نظامی بیشتر از این آلیاژ استفاده می‌کنند. در کشتی‌های تجاری، ساختمان محل استراحت خدمه و پل فرماندهی (Accommodation) را بیشتر از آلومینیوم می‌سازند.



شکل ۱۶- ساختمان محل استراحت خدمه و پل فرماندهی

- ۱ با توجه به مطالب فوق با جست‌وجو در اینترنت، انتشارات دریایی و سایر منابع، در مورد چگونگی استخراج، ساخت و کاربرد آلیاژ آلومینیوم به‌وسیله پُرده نگار توضیح داده و برای هنرآموز خود رایانامه کنید.
- ۲ تحقیق کنید برای چه مواردی بر روی کشتی‌های باری از آلومینیوم استفاده می‌شود؟

تحقیق کنید



## تنش عمومی (Stress)

تنش روی یک قطعه عبارت است از نیرو و باری که به آن نقطه یا منطقه وارد می‌شود. تنش‌های عمومی بر کشتی و اجزای آن گاهی نقطه‌ای و گاهی نیز بر یک سازه وارد می‌شوند. این تنش‌ها به چهار گروه مهم زیر تقسیم می‌شوند:

### ۱ تنش کششی Tensile Stress

فشاری را که سعی بر جدا کردن یک قطعه از هم و تلاش برای گسترش دادن و طولانی کردن آن قطعه می‌کند، تنش کششی می‌گویند. از این نوع تنش‌ها در زندگی روزمره بسیار زیاد مشاهده می‌شود. به‌طور مثال زمانی که یک طناب را می‌کشید شما به آن با دو دست خود نیرویی مخالف و دور شونده از هم وارد می‌کنید.



شکل ۱۷- تنش کششی

### ۲ تنش تراکمی (Compression Stress)

تنشی را که سعی بر فشردن و متراکم کردن یک قطعه و تلاش برای کوچک کردن آن می‌کند، تنش تراکمی می‌گویند. از این نوع تنش‌ها در زندگی روزمره بسیار زیاد مشاهده می‌شود. به‌طور مثال فشار از دو طرف بر یک دیوار که مخالف هم و نزدیک شونده هستند.



شکل ۱۸- تنش تراکمی

### ۳ تنش برشی (Shearing Stress)

این نوع تنش در عمل، اثر نیروهایی است که سعی در برش قطعه یا مواد دارند. این نوع تنش‌ها در زندگی روزمره زیاد ملموس نیستند. با توجه به شکل، درک بهتری می‌توان از این نوع فشار به‌دست آورد.



شکل ۱۹- تنش برشی

### ۴ تنش خمشی (Bending Stress)

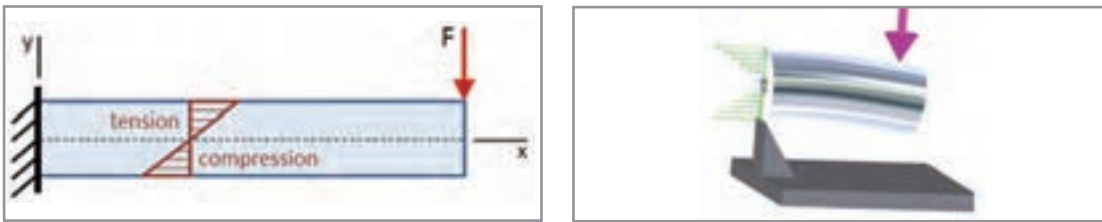
این نوع تنش در عمل، اثر نیروهایی است که سعی در خم کردن قطعه یا مواد دارند. این نوع تنش‌ها در زندگی روزمره ملموس می‌باشند.



شکل ۲۰- تنش خمشی

به عبارت دیگر می‌توان گفت زمانی که نیروهایی شبیه فشارهای ۱ و ۲ هم راستا نباشند، فشارهایی از نوع ۳ و ۴ پدید می‌آید.

یودمان اول: ساخت کشتی



شکل ۲۱

لازم به ذکر است که این نوع فشارها چه در حالت ایستایی و چه در حالت حرکتی بر کشتی وارد می‌شوند که در فصل تعادل به آن پرداخته می‌شود.

با توجه به شکل ۲۱ و توضیح مربوطه، با هم کلاسی‌های خود بحث نمایید.

کار در کلاس



قسمت‌های اصلی در ساخت کشتی

قسمت‌های مختلف در کشتی از انواع بخش‌های استاندارد و در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند که در جدول زیر به مهم‌ترین این بخش‌ها قبل از قسمت‌های اصلی اشاره می‌شود.

در جدول ۷، کاربرد و توضیح بخش‌ها را با همفکری یکدیگر کامل کنید.

کار در کلاس



جدول ۷

ردیف	Name	نام	کاربرد	تصویر
۱	Plate	ورق	پوسته خارجی - عرشه	
۲	Bar	نوار (تسمه)		

ردیف	Name	نام	کاربرد	تصویر
۳	Round Bar	میلگرد	ریل حفاظ	
۴	Half Round Bar	نیم گرد		
۵	Angle Bar	نیشی	پله	
۶	Channel bar	کانال		
۷	H_Section Bar	تیر آهن		
۸	T_Bar	نوار تی		

## یودمان اول: ساخت کشتی

در گذشته برای اتصال این بخش‌ها از روش پرچ کاری استفاده می‌شد که در زمان خود مزایای بسیاری را همراه داشت، اما بعد از گذر زمان و پیدایش جوشکاری، از پرچ فقط در شناورهای نظامی استفاده می‌شود. به‌طور مثال در ناوشکن سبلان از پرچ استفاده شده است.



شکل ۲۲- نمونه ای از ناوهایی که اتصالات پرچ دارند.

در مورد معایب پرچ کاری و مزایای جوشکاری در صنعت کشتی‌سازی تحقیق کنید و برای هم‌کلاسان خود در کلاس شرح دهید.

تحقیق کنید



## قسمت‌های اصلی کشتی

### ۱ بدنه خارجی کشتی (Shell Plating)

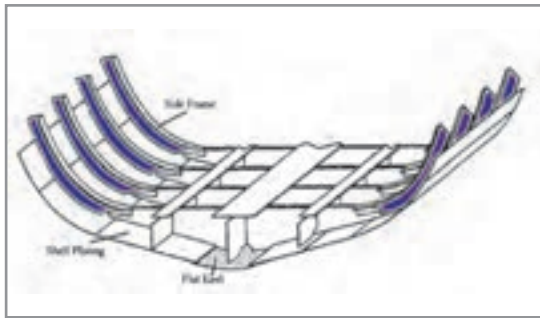
بدنه و یا پوسته خارجی کشتی که از نفوذ آب به داخل کشتی جلوگیری می‌کند و به دو دسته کلی تقسیم می‌شود: الف) بدنه خارجی کناری (Side Shell Plating)؛ ب) بدنه خارجی تحتانی (Bottom Shell Plating).



شکل ۲۳- بدنه خارجی کشتی

### ۲ چهارچوب (Frames)

برای استحکام بخشیدن به بدنه خارجی در برابر فشارهای موجود، از چهارچوب استفاده می‌شود. چهارچوب‌ها به‌صورت عمودی از بالا به پایین و با فاصله منظم و حساب شده قرار دارند که بدنه خارجی به آنها متصل می‌شود.



شکل ۲۴- چهارچوب

### ۳ دیوارهٔ حائل (Bulkhead)

دیوارهٔ حائل به دیوارهایی گفته می‌شود که به صورت عمودی و در هر دو جهت عرضی (Transverse) و طولی (Longitudinal) محلی را دو قسمت می‌کنند و بین آن دو فاصله ایجاد می‌کنند. این دیواره‌ها را می‌توان به دو دستهٔ ضدآب و غیرضدآب تقسیم کرد.

استفاده از دیوارهٔ حائل نه تنها از فشارهای عمومی در حالت عرضی و طولی می‌کاهد و در برابر این فشارها مقاومت کشتی را بالا می‌برد، بلکه اگر ضدآب باشند از نفوذ آب از یک محفظه به محفظه دیگر نیز جلوگیری می‌کند. طبق قوانین بین‌المللی و در کنوانسیون سولاس برای وجود چنین دیواره‌هایی، تعیین شده است که هر کشتی حداقل باید دارای دیواره‌های حائل زیر باشد:

- دیوارهٔ تصادم (Collision Bulkhead) که در جلوی کشتی با استحکام بالا قرار داده می‌شود.
- دیوارهٔ عقب کشتی (Aftpeak Bulkhead) که در قسمت عقب کشتی به کار می‌رود.
- دیوارهٔ موتورخانه (Engin room Bulkhead) که در دو طرف موتورخانه به کار می‌رود و در این صورت می‌توان گفت برای وجود چنین مکانی حداقل چهار دیواره لازم است.



شکل ۲۵- دیوارهٔ حائل

اگر موتورخانه در قسمت عقب کشتی بود حداقل تعداد دیواره‌های عرضی چه تغییری می‌کرد؟ در این مورد با هم‌کلاسی‌های خود بحث کنید.

کار در کلاس



### مزایای استفاده از دیوارهٔ حائل عرضی

الف) کشتی به محفظه‌های ضدآب بیشتری تقسیم شده و در صورت نفوذ آب به یک محل، بقیهٔ محفظه‌های کشتی در امان نفوذ آب می‌مانند که در مواردی باعث غرق نشدن کشتی می‌شود.

ب) قدرت عرضی کشتی بیشتر گشته و فشار آب و موج بر دیواره‌های کناری کمتر می‌شود.

ج) سرعت انتقال آتش احتمالی در یک محل به محل مجاور را به شدت کاهش داده و از آسیب جدی جلوگیری می‌کند.

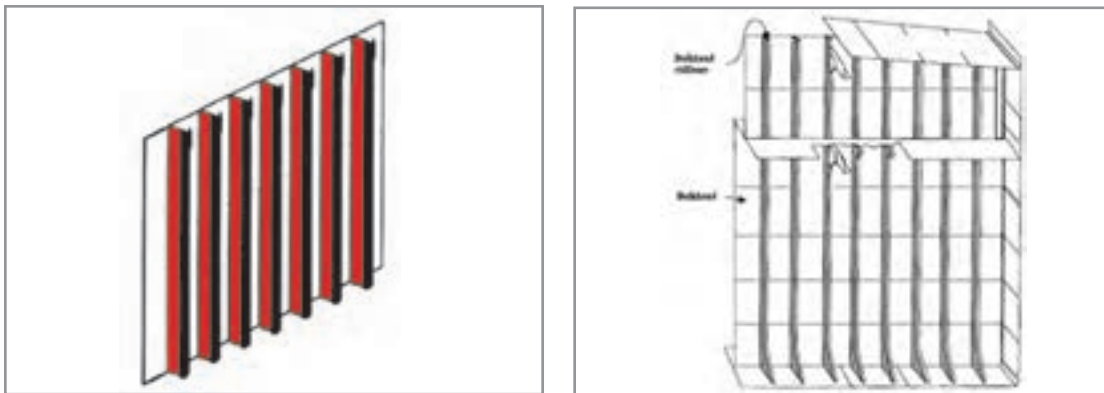




شکل ۲۶- دیواره حائل عرضی

#### ۴ محکم کننده (Stiffener)

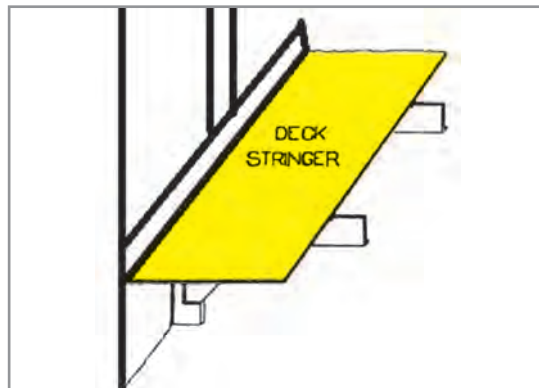
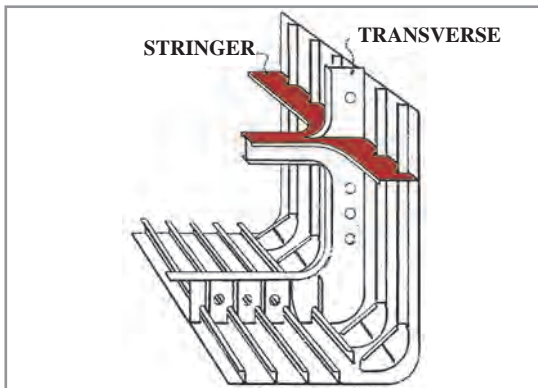
به نوار، تسمه، نبشی و یا نوار «تی» که برای استحکام بخشیدن به دیواره‌های کشتی و به خصوص دیواره‌های حائل، به آنها وصل می‌شود محکم کننده گفته می‌شود و به صورت عمودی از بالا به پایین استفاده می‌شود. برای مثال می‌توان با مقایسه دو صفحه کاغذ که یکی معمولی و دیگری تا خورده است، در برابر جلو و عقب شدن به نقش این محکم کننده‌ها بیشتر پی برد.



شکل ۲۷- محکم کننده

#### ۵ محکم کننده عرضی (Stringer)

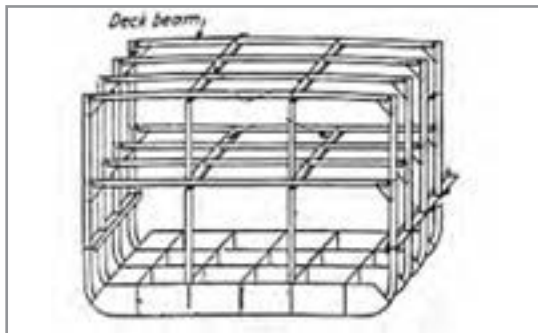
برای استحکام بخشیدن به دیواره‌های کناری در راستای طولی و به صورت افقی به کار می‌روند. شکل ۲۸ گویای عملکرد این قسمت است.



شکل ۲۸- محکم کننده عرضی

#### ۶ تیرچه سقفی (deck beam)

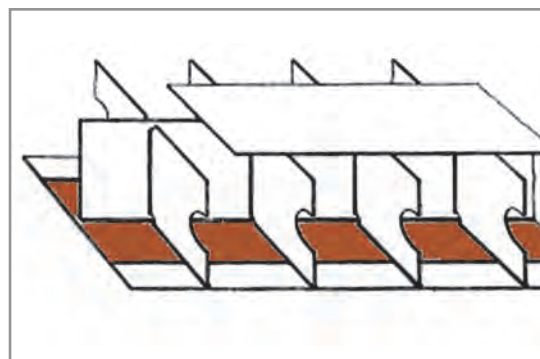
در زیر عرشه و برای تقویت آن در راستای عرضی به کار می‌روند. هر چه فاصله این تیرها کمتر باشد باعث تقویت بیشتر عرشه می‌گردد.



شکل ۲۹- تیرچه سقفی

#### ۷ شاه تیر (Keel)

همان گونه که قبلاً نیز توضیح داده شد، Keel در اصل همان تیر اصلی و ستون فقرات کشتی است که تمام فریم‌ها به آن متصل می‌شوند و باعث می‌شود قدرت مناسب برای کشتی تأمین گردد. در نظر داشته باشید که شاه تیر در راستای طولی می‌باشد.



شکل ۳۰- شاه تیر

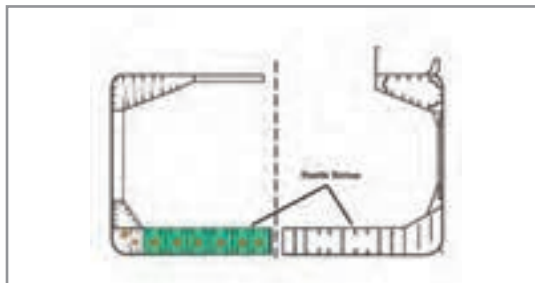
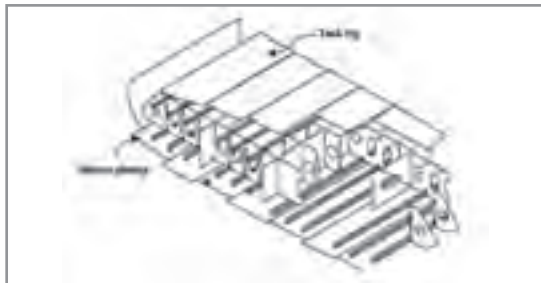


انواع شاه تیر مرسوم را شناسایی کرده و شکل آنها را بکشید و بهترین تحقیق را به روزنامه دیواری تبدیل کرده و در هنرستان خود نصب کنید.

با استفاده از مقوا و یا تخته نازک، انواع شاه تیرهای شناخته شده را به صورت ماکت بسازید.

### ۸ کف دو جداره (Double Bottom)

به فضای زیرین کشتی که از یک طرف می تواند زیر انبار کشتی باشد و از طرف دیگر توسط بدنه خارجی تحتانی محصور شود کف دو جداره می گویند. این فضا هم دارای استحکام خاص و بالایی است و باعث دو جداره شدن قسمت زیرین کشتی می شود و هم با قدرت بارگیری انبارها رابطه مستقیمی دارد. از این فضای خالی می توان برای نگهداری آب توازن و یا حتی سوخت کشتی استفاده نمود و در اصطلاح به آن DB می گویند.

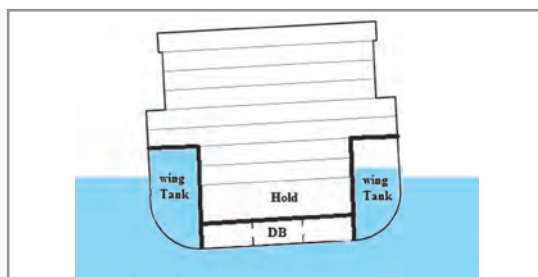
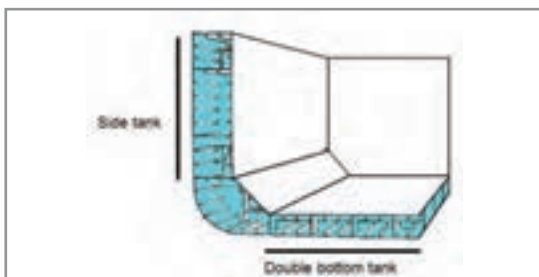


شکل ۳۱- کف دو جداره

### ۹ فضای کناری (Wing Tank)

به آن Top Side Tank (TST) نیز می گویند و مزایای زیر را برای کشتی دارد:

- باعث افزایش استحکام کشتی می شود.
- باعث افزایش ظرفیت حمل آب توازن می شود.
- کشتی را دو جداره کرده و در مواقع خسارت، احتمال آلودگی آب دریا و همچنین آسیب به بار کشتی را کاهش می دهد.
- در حفظ تعادل کشتی مؤثر است.

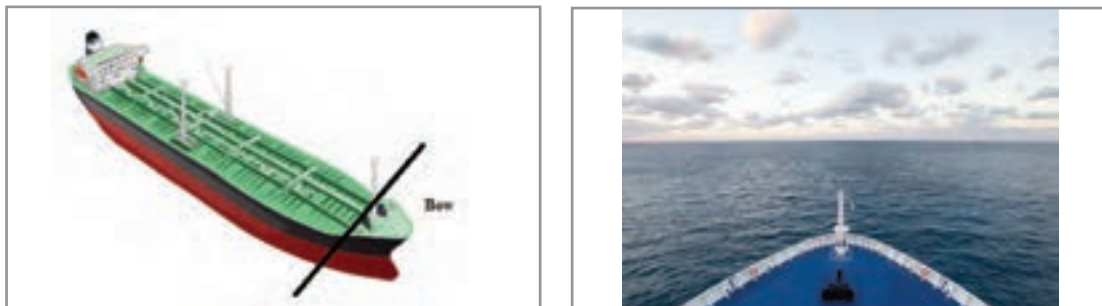


شکل ۳۲- فضای کناری

همان طور که در شکل ۳۲ ملاحظه می‌کنید، این فضا در تنظیم تعادل کشتی نقش بسزایی دارد.

### ۱۰ دماغه (Bow)

دماغه به قسمت جلوی دیوارهٔ تصادم گفته می‌شود که طبعاً به دلیل وجود فشار نیروی آب در حال رانش کشتی، نسبت به قسمت‌های دیگر دارای ساختمان قوی‌تری است. مخزن معروف Forepeak در دماغهٔ کشتی است که از ساختمان پیچیده و مستحکمی برخوردار است و در اکثر کشتی‌ها به ظرفیت آب توازن، مقدار قابل توجهی می‌افزاید.



شکل ۳۳- دماغه

عکس زیر را مشاهده نمایید و نام شماره‌های درج شده در آن را بیابید.



شکل ۳۴

کار در کلاس



### ۱۱ پاشنه (Stern)

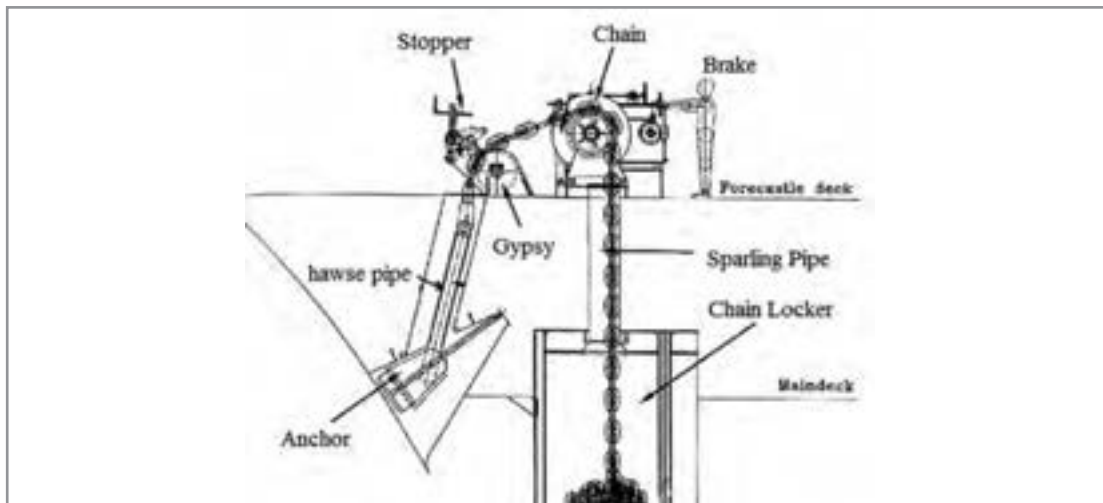
وجود سیستم رانش کشتی مانند موتور، شافت و پروانه باعث لرزش در قسمت عقب کشتی می‌شود و نیاز کشتی را به داشتن یک قسمت سنگین و مستحکم الزامی می‌نماید. مخزن معروف Aftpeak در پاشنه است که می‌توان برای آب توازن و یا نگهداری آب شیرین از آن استفاده نمود. در کشتی‌ها عمدتاً دو نوع پاشنه وجود دارد که در جدول ۸ آنها را مشاهده می‌کنید.

جدول ۸

ردیف	نام	شرح	عکس
۱	Cruser stern	به آن، سیستم معمولی پاشنه نیز می‌گویند و در قدیم رواج داشت، اما امروزه به ندرت در کشتی‌های باری دیده می‌شود.	
۲	Transom Stern	سیستم جدیدی است که دقیقاً با برش عرضی در انتهای پاشنه به وجود آمده و باعث استحکام بیشتر در ساختمان داخلی آن می‌گردد.	

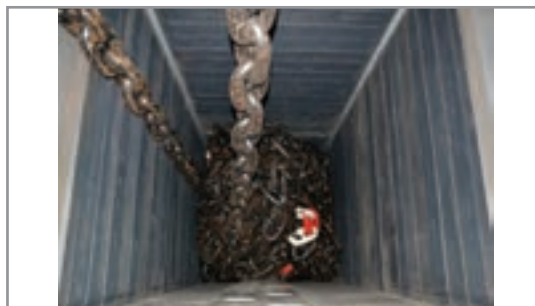
### ۱۲ ساختار لنگر (Anchor arrangements)

همان‌طور که می‌دانید لنگر بسیار سنگین بوده و زنجیر آن نیز به این وزن می‌افزاید؛ پس ساختمان و ترتیبات در جلو کشتی باید به صورتی باشد که این فشار را به خوبی تحمل کند و در روند لنگراندازی و لنگربرداری خللی ایجاد نگردد. در زیر به اجزای اصلی در جلوی کشتی برای این منظور پرداخته می‌شود.



شکل ۳۵- ساختار لنگر

الف) چاه لنگر (Chain Locker): به فضایی جلوتر از دیواره حائل تصادم که زنجیر لنگر را در خود جای می‌دهد چاه لنگر می‌گویند. این فضای کشتی یک فضای بسته می‌باشد که برای ورود به آن حتماً باید از مقدار اکسیژن موجود اطمینان حاصل کرد.



شکل ۳۶- چاه لنگر

ب) اسپارلینگ پایپ (Spurling Pipe): زنجیر از طریق لوله‌ای توسط دوار (Winch) از چاه لنگر به روی عرشه کشیده می‌شود تا برای لنگراندازی آماده گردد. این لوله در اصل رابط بین چاه و عرشه می‌باشد.



شکل ۳۷- اسپارلینگ پایپ



ج) موتور کشنده (Windlass): موتوری قوی است که لنگربرداری و همچنان آماده‌سازی برای لنگراندازی توسط آن انجام می‌شود. دوارها نیز به آن متصل می‌شوند و به آن Winch هم می‌گویند.

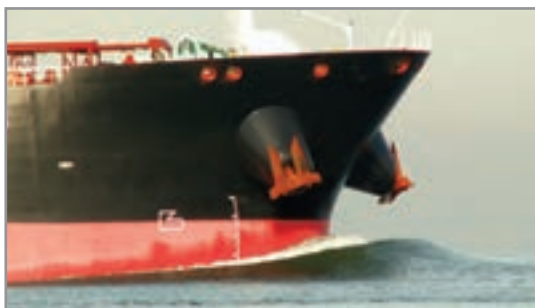
شکل ۳۸- موتور کشنده

د) نگه‌دارنده (Stopper): نگه‌دارنده علاوه بر ترمز لنگر (Brake)، برای اطمینان از ثابت بودن زنجیر تعبیه شده و اغلب مثل گیوتین عمل می‌کند. به آن Comperassion Bar نیز می‌گویند.



شکل ۳۹- دو نوع از نگه‌دارنده‌ها

ه) لوله خروجی Hawse Pipe: لنگر از بیرون کشتی به واسطه این لوله به زنجیر متصل می‌شود و در حقیقت زنجیر خروجی، بیشترین برخورد را مخصوصاً هنگام بیرون آمدن از بدنه کشتی، با این محفظه دارد، پس ضخامت و استحکام در این لوله بسیار حائز اهمیت است. اگر از روی عرشه داخل Hawse Pipe را نگاه کنید دریا را خواهید دید. هنگام لنگربرداری برای شستن زنجیر و در نهایت خود لنگر، از طریق لوله‌های آب تعبیه شده درون Hawse Pipe، آنها را می‌شویند.



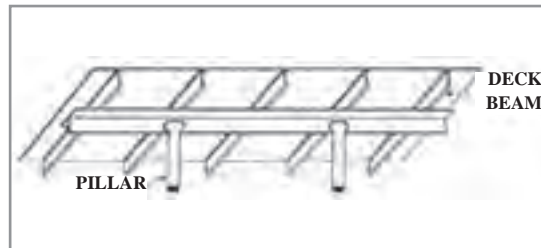
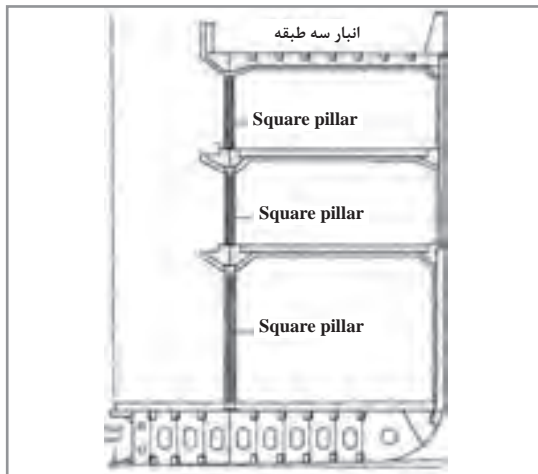
شکل ۴۰- لوله خروجی



الف) شکل ساختار لنگر را به طور کامل در یک برگ A4 بکشید و روش کار آن را مرور کنید.  
ب) هرگاه که شانس بازدید از شناوری را داشتید، با رعایت موارد ایمنی و همراهی افسر مسئول شناور، از تجهیزات بیرونی لنگر عکس بگیرید و آنها را با هم کلاسی‌های خود به اشتراک بگذارید.

### ۱۲ ستون (Pillar)

برای تقویت عرشه فوقانی از ستون استفاده می‌شود که معمولاً برای هر دو یا سه تیرچه سقفی یک ستون به کار می‌رود. توجه داشته باشید که خود ستون‌ها باید در جایی قرار گیرند که زیر آنها از استحکام کافی برخوردار باشد.



شکل ۴۱- ستون

### ۱۴ درب ضدآب (Watertight Door)

برای حفظ یکپارچگی و نفوذ نکردن آب به محفظه‌های دیگر، اگر مجبور به بریدن و یا ایجاد قابلیت عبور و مرور در ساختمان کشتی بودیم، حتماً باید از درب‌های ضدآب استفاده نمود.



شکل ۴۲- درب‌های ضدآب

وقتی از واژه ضدآب استفاده می‌شود که دو منظور اصلی مورد نظر باشد:  
الف) از هر دو طرف ضدآب باشد.  
ب) محفظه یا مکان مورد نظر امکان آب گرفتگی را داشته باشد (می‌توان آنجا را پر از آب کرد مثل مخزن‌های آب توازن).



نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	<p>۱- کاربرد فولاد و آلومینیوم را در صنعت کشتی‌سازی بدانند.</p> <p>۲- تمام تنش‌ها را شرح دهد.</p> <p>۳- بخش‌های مهم در ساخت کشتی را بررسی کند.</p> <p>۴- تمامی قسمت‌های اصلی کشتی را کاملاً بداند و بتواند آنها را ترسیم کند.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار	بررسی اجزای تشکیل‌دهنده کشتی	اجزای تشکیل‌دهنده کشتی	ساخت کشتی
۲	<p>۱- کاربرد فولاد و آلومینیوم را در صنعت کشتی‌سازی بدانند.</p> <p>۲- تمام تنش‌ها را شرح دهد.</p> <p>۳- بخش‌های مهم در ساخت کشتی را بررسی کند.</p> <p>۴- تمامی قسمت‌های اصلی کشتی را کاملاً بداند و بتواند آنها را ترسیم کند.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار			
۱	<p>۱- کاربرد فولاد و آلومینیوم را در صنعت کشتی‌سازی بدانند.</p> <p>۲- تمام تنش‌ها را شرح دهد.</p> <p>۳- بخش‌های مهم در ساخت کشتی را بررسی کند.</p> <p>۴- تمامی قسمت‌های اصلی کشتی را کاملاً بداند و بتواند آنها را ترسیم کند.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از انتظار			
			نمره مستمر از ۵		
			نمره شایستگی پودمان از ۳		
			نمره پودمان از ۲۰		

همان Classification Society اشاره نمود.

### بازرسی شناورها

هر کدام از قوانین و مقررات و کنوانسیون‌های دریایی بعد از لازم‌الاجرا شدن و بعد نظارتی را در برمی‌گیرد که این نظارت بر عهده خود دولت‌های متعاقد و اغلب در قالب زیر می‌باشد:

#### ۱) **بازرسی پرچم (Flag State Control):**

بازرسان پرچم یا به اصطلاح FSC فقط در بندر کشور مربوطه و کشتی‌های تحت پرچم همان کشور را بازرسی می‌کنند. به‌طور مثال اگر در بندرعباس، بازرسان سازمان بنادر و دریانوردی ایران یکی از کشتی‌های کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران را که تحت پرچم جمهوری اسلامی ایران است، بازرسی کنند، بازرسان پرچم (FSC) نامیده می‌شوند.

۲) **بازرسی بندر (Port State Control):** بازرسان بندر یا به اصطلاح PSC فقط در بندر کشور مربوطه و کشتی‌های غیر از تحت پرچم همان کشور را بازرسی می‌کنند. به‌طور مثال اگر در بندرعباس، بازرسان سازمان بنادر و دریانوردی ایران یکی از کشتی‌های خارجی را که تحت پرچم کشوری غیر از ایران است، بازرسی کنند، بازرسان بندر (PSC) نامیده می‌شوند.

#### ۳) **بازرسی مؤسسات رده بندی**

(Classification Society Surveyor): در صنعت کشتیرانی به سازمان‌های غیردولتی و مؤسساتی گفته می‌شود که از طرف کشور صاحب پرچم پس از بازرسی کامل از شناورها و تأسیسات فرا ساحلی، در صورت انطباق با استانداردهای بین‌المللی، اقدام به صدور گواهینامه‌ی مربوطه نموده و طی دوره‌های مشخص، بازرسی‌های معینی را انجام می‌دهد. توجه داشته باشید که هر کشتی برای فعالیت کشتیرانی خود ملزم به اخذ این گواهینامه‌ها می‌باشد. در جدول ۹ به برخی از معروف‌ترین مؤسسات رده‌بندی در جهان اشاره گردیده است.

پس از غرق شدن کشتی تایتانیک یکی از مهم‌ترین اتفاقاتی که افتاد ایجاد «کنوانسیون یا عهدنامه بین‌المللی ایمنی جان اشخاص در دریا» یا سولاس در سال ۱۹۱۴ بود. این کنوانسیون مهم‌ترین معاهده بین‌المللی دریایی در مورد افزایش ایمنی در صنعت کشتیرانی است و در فصل دوم آن به الزامات و حداقل استانداردهای ساختمان کشتی پرداخته شده است. از جمله این الزامات می‌توان به صورت نمونه از موارد زیر را نام برد:

۱) ساختار کشتی؛

۲) تعادل در کشتی؛

۳) نصب ماشین‌آلات؛

۴) نصب منابع الکتریکی؛

۵) جلوگیری از آتش.

کنوانسیون سولاس، نظارت بر استانداردهای ذکر شده را برعهده کشورهای متعاقد (هم‌پیمان و عضو) کنوانسیون و یا کشورهای صاحب پرچم کشتی و یا اداره متولی امور دریایی هر کشور واگذار کرده است؛ البته بازرسی دیگر کشورها را نیز در زمانی که کشتی با پرچم دیگری در آب‌های آنها حضور دارد، میسر نموده است. البته هر کشتی باید گواهینامه Ship Safety Construction (ساختمان امن کشتی) که کشور صاحب پرچم کشتی آن را صادر می‌کند داشته باشد. در جمهوری اسلامی ایران، متولی امور دریایی «سازمان بنادر و دریانوردی» است که کلیه امور مربوط را اجرا و نظارت می‌کند.

کشورهای متعاقد برای بهتر نظارت کردن کنوانسیون‌ها می‌توانند سازمان‌های شناخته شده و مورد اطمینان را واسط قرار دهند تا این سازمان‌ها از طرف آنها برخی از گواهینامه‌ها را پس از بازرسی و اطمینان از رعایت استانداردهای درج شده، صادر و تسلیم صاحب کشتی نمایند.

از این سازمان‌ها می‌توان به مؤسسات رده‌بندی یا

جدول ۹

نماد	کشور	نام		ردیف
	فرانسه	Bureau Veritas	BV	۱
	جمهوری خلق چین	China Classification society	CCS	۲
	کرواسی	Croatian Register of Shipping	CRS	۳
	نروژ	DNV & GL	DNV_GL	۴
	هندوستان	Indian Register of Shipping	IRS	۵
	کره جنوبی	Korean Register of Shipping	KR	۶
	انگلستان	Lloyd's Register	LR	۷
	ژاپن	Nippon Kaiji Kyokai ClassNK	NK	۸

ردیف	نام	کشور	نماد
۹	PRS	لهستان	
۱۰	RINA	ایتالیا	
۱۱	RS	روسیه	

دو مؤسسه رده‌بندی معتبر در ایران نیز وجود دارد که در آینده می‌توانند به مؤسسات بین‌المللی و در جدول ۹ افزوده شوند.

الف) مؤسسه رده‌بندی ایرانیان (Iranian Classification Society)

این مؤسسه سازمانی مردم‌نهاد و غیرانتفاعی است که برای ارتقای سطح ایمنی، امنیت، کیفیت و فناوری در زمینه‌های مختلف علمی، آموزشی، فنی، تولیدی، صنعتی و خدماتی در صنایع و بخش‌های مختلف و مرتبط با آن در سطح ملی و بین‌المللی فعالیت می‌نماید.

ب) مؤسسه رده‌بندی آسیا (Asia Classification Society)

این مؤسسه در رشته‌های مهندسی کشتی‌سازی، مکانیک، مهندسی صنایع، فرماندهی کشتی و... فعالیت می‌نماید.



شکل ۴۴- نماد مؤسسه رده‌بندی آسیا



شکل ۴۳- نماد مؤسسه رده‌بندی ایرانیان

#### ۴ ممیز مدیریت بین‌المللی ایمنی (International Safety Management Auditor)

طبق کنوانسیون سولاس تمامی، کشتی‌ها و شرکت‌های کشتیرانی موظف هستند که یک سیستم یکپارچه بین‌المللی در خصوص مدیریت ایمنی، تدوین و اجرا نمایند. این سیستم توسط ممیز، اعتبارسنجی شده و در نهایت، هم برای شرکت و هم برای کشتی توسط دولت متعاقد و یا از طرف دولت متعاقد توسط سازمان‌های شناخته شده و مورد قبول دولت متعاقد (که می‌تواند همان مؤسسات رده‌بندی باشد)، گواهی‌نامه صادر می‌گردد. ممیزین در سطوح مختلف، حداقل یک‌بار در سال کشتی و شرکت را ممیزی کرده و موارد تخطی را گوشزد و اصلاح می‌کنند.

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- الزامات معاهده سولاس را بداند. ۲- مؤسسات رده‌بندی را کاملاً بشناسد و نام ببرد. ۳- انواع بازرسی‌ها را شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالتر از حد انتظار			ساخت کشتی
۲	۱- با الزامات معاهده سولاس آشنا باشد. ۲- مؤسسات رده‌بندی مهم را نام ببرد. ۳- انواع بازرسی را شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	بررسی استاندارد و نظارت در ساخت کشتی	استاندارد و نظارت در ساخت کشتی	
۱	۱- با الزامات معاهده سولاس آشنا باشد. ۲- مؤسسات رده‌بندی مهم را نام ببرد. ۳- انواع بازرسی را شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## ارزشیابی شایستگی ساخت کشتی

<p><b>۱ شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ هدف از ساخت کشتی؛</li> <li>■ انواع کاربری شناورها؛</li> <li>■ بررسی بنادر و بازار منطقه‌ای؛</li> <li>■ طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی و اصطلاحات موجود؛</li> <li>■ اجزای تشکیل‌دهنده کشتی؛</li> <li>■ تنش‌های موجود در کشتی؛</li> <li>■ استاندارد و نظارت در ساخت کشتی.</li> </ul>																															
<p><b>۲ استاندارد عملکرد:</b></p> <p>بررسی و تشریح ساختار، اجزا، اصطلاحات و استانداردهای بین‌المللی در ساخت کشتی.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ شاخص‌ها:</li> <li>■ شناخت کامل از مؤلفه‌های اصلی در ساخت کشتی</li> </ul>																															
<p><b>۳ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>شرایط: کارگاه، به همراه بازدید نوبه‌ای و مشخص از بنادر و کشتی‌های موجود در اسکله  <b>ابزار و تجهیزات:</b> ماکت کشتی و سازه‌های دریایی</p>																															
<p><b>۴ معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>بررسی هدف از ساخت کشتی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>بررسی اجزای تشکیل‌دهنده کشتی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td>بررسی استاندارد و نظارت در ساخت کشتی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	بررسی هدف از ساخت کشتی	۲		۲	طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی	۱		۳	بررسی اجزای تشکیل‌دهنده کشتی	۱		۴	بررسی استاندارد و نظارت در ساخت کشتی	۱		شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																												
۱	بررسی هدف از ساخت کشتی	۲																													
۲	طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی	۱																													
۳	بررسی اجزای تشکیل‌دهنده کشتی	۱																													
۴	بررسی استاندارد و نظارت در ساخت کشتی	۱																													
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی		۲																													
میانگین نمرات			*																												
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.</p>																															

پودمان ۲

پایدارسازی کشتی



## واحد یادگیری ۲

### پایدارسازی کشتی

#### آیا تا کنون پی برده‌اید

- نیروهای وارد بر شناور کدام‌اند و چه ویژگی‌هایی دارند؟
- چه‌طور یک کشتی که از فلز ساخته شده است، روی آب شناور می‌ماند؟
- قوانین شناوری کدام‌اند؟
- چگالی آب چه تأثیری در تغییر آب‌خور شناور دارد؟
- آب‌خور شناور به چه صورت خوانده می‌شود؟
- بارگیری و تخلیه کالا چه تأثیری در جابه‌جایی مرکز ثقل کشتی دارد؟

#### استاندارد عملکرد

یکی از مباحث مهم ایمنی شناور، حفظ تعادل شناور در وضعیت‌های مختلف از قبیل بارگیری، تخلیه و جابه‌جایی کالا در شناور می‌باشد. برای حفظ سلامت جان افراد و نیز ایمنی کشتی و کالا در شرایط مختلف، باید ملاحظات ضروری مدنظر قرار گیرد. در این پودمان سعی می‌شود تا هنرجویان با توجه به شناخت مفاهیم اصول تعادل، نسبت به مباحث تعادل کشتی، درک درست و مناسبی درخصوص رعایت نکات مهم تعادلی شناور داشته باشند.

انتظار می‌رود در پایان این پودمان هنرجویان بتوانند به شناخت مفیدی از مفاهیم و اصول تعادل شناور دست یابند و با به‌کارگیری قوانین شناوری، محاسبات مربوط به تعادل شناور از قبیل تغییرات آب‌خور و جابه‌جایی مرکز ثقل شناور را انجام دهند.



## بررسی نیروها و قوانین شناوری

توانایی یک شناور برای بازگشت به وضعیت اولیه پس از وارد آمدن یک نیروی خارجی را «تعادل» می‌نامند. وقتی سوار یک کشتی می‌شوید، حرکات کشتی را در اثر موج یا باد خواهید دید. وقتی شناور بر اثر موج دریا به طرف چپ یا راست می‌غلطد، پس از چند لحظه، شناور بر مبنای اصل شناوری، به وضعیت اولیه خود برمی‌گردد. با توجه به اینکه عوامل بسیاری بر روی بدنه شناور اثر می‌گذارد تا باعث غلتش شناور شود، بنابراین بدنه شناور باید طوری ساخته شود تا در مقابل این عوامل مقاومت نماید.



شکل ۱

### الف) بررسی نیروهای وارد بر بدنه کشتی

در ابتدا دو کمیت نیرو و گشتاور نیرو مورد بررسی قرار می‌گیرند و سپس به نیروهای وارد بر بدنه کشتی پرداخته می‌شود. **نیرو (Force):** به هر نوع فشار و یا کششی که به یک جسم وارد شود، «نیرو» نامیده می‌شود. واحد اندازه‌گیری نیرو در واحد متریک (S.I)، «نیوتن» است.

به غیر از واحد اندازه‌گیری نیرو در واحد متریک (S.I)، چه واحدهای اندازه‌گیری دیگری وجود دارد؟ نتیجه را در کلاس ارائه نمایید.

تحقیق کنید



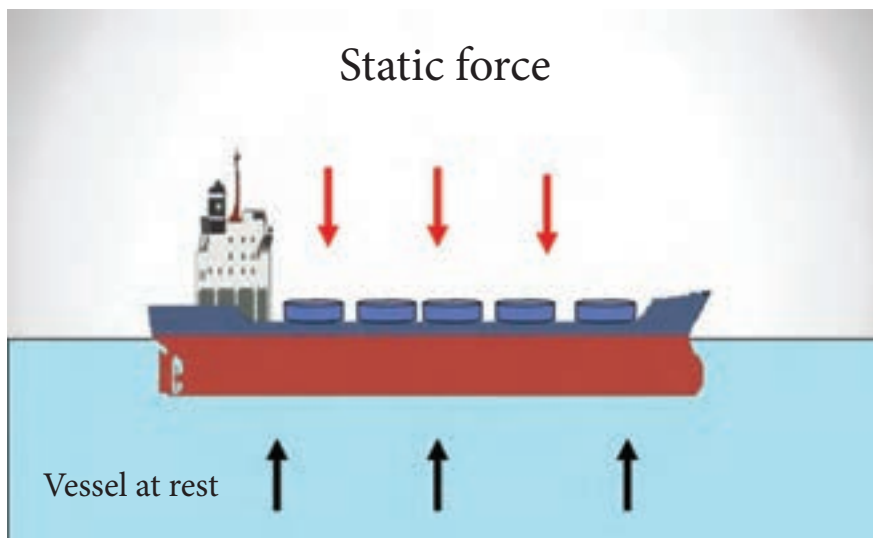
### نکات زیر در مورد نیرو اهمیت دارند:

الف) اندازه نیرو؛ ب) جهت نیرو؛ ج) موقعیت اعمال نیرو. **برایند نیروها:** وقتی دو یا چند نیرو به نقطه‌ای وارد می‌شود، مجموعه اثرات آنها را می‌توان به وسیله یک نیرو که دارای همان اثر باشد، نشان داد. این نیرو را برایند نیروهای وارده می‌گویند. **گشتاور نیرو:** گشتاور یک نیرو عبارت است از تأثیر چرخش یک نیرو حول یک نقطه. اثر این چرخش به اندازه نیرو و فاصله اعمال نیرو تا نقطه مورد نظر زیر بستگی دارد.

اندازه گشتاور از حاصل ضرب اندازه نیرو در فاصله عمودی نیرو تا محل گشتاورگیری به دست می آید و واحد آن نیوتن متر است.

نیروهای وارد بر بدنه را می توان به طریق زیر دسته بندی کرد:

**۱ نیروهای ایستایی:** وقتی که یک شناور در آب ساکن و بی حرکت باشد، نیروهای وارد بر آن را نیروهای ایستایی می نامند که شامل دو نیروی وزن کشتی به سمت پایین و فشار آب به سمت بالا می باشد.



شکل ۲- نیروهای ایستایی وارده بر کشتی

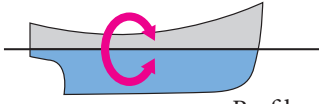
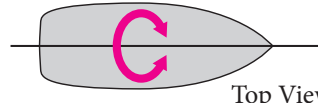
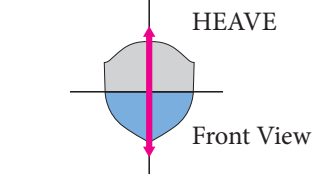
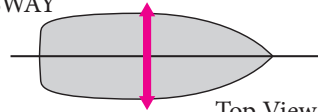
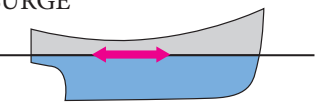
**۲ نیروهای دینامیکی:** نیروهایی که وقتی کشتی در حال حرکت است، ایجاد می گردند. کشتی تحت تأثیر نیروهای دینامیکی ممکن است حالات مختلفی داشته باشد. در این مورد به شش درجه آزادی و شش نوع حرکت می توان اشاره کرد. این حرکات شامل سه حرکت خطی و سه حرکت چرخشی است.

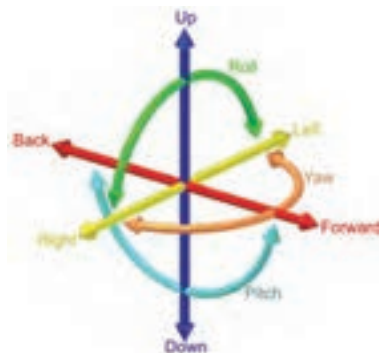
جدول زیر را با توجه به ویژگی های نیروهای دینامیکی وارد بر بدنه شناور تکمیل کنید:

ردیف	حرکات کشتی	شرح	تصویر
۱	Rolling	حرکت کشتی حول محور ..... آن، که می توان آن را نوسانات یا پیچش های عرضی نامید.	

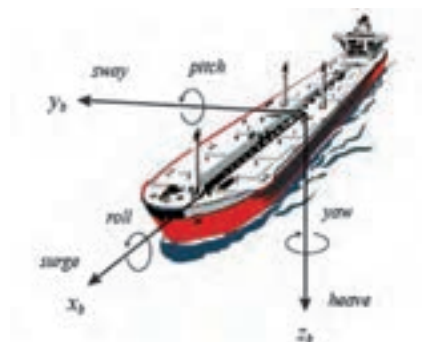
کار در کلاس



<p>PITCH</p>  <p>Profile</p>	<p>حرکت کشتی حول محور ..... آن، که می‌توان آن را نوسانات یا پیچش‌های طولی نامید.</p>	<p>Pitching</p>	<p>۲</p>
<p>Yaw</p>  <p>Top View</p>	<p>حرکت کشتی حول محور ..... آن، که می‌توان آن را حرکت چرخشی یا پیچشی نامید.</p>	<p>Yawing</p>	<p>۳</p>
<p>HEAVE</p>  <p>Front View</p>	<p>حرکت قائم (رو به ..... یا .....)</p> <p>بدنه کشتی.</p>	<p>Heaving</p>	<p>۴</p>
<p>SWAY</p>  <p>Top View</p>	<p>حرکت پهلویی یا ..... کشتی.</p>	<p>Swaying</p>	<p>۵</p>
<p>SURGE</p>  <p>Profile</p>	<p>جهش کشتی در جهت ..... آن</p>	<p>Surging</p>	<p>۶</p>



شکل ۴



شکل ۳

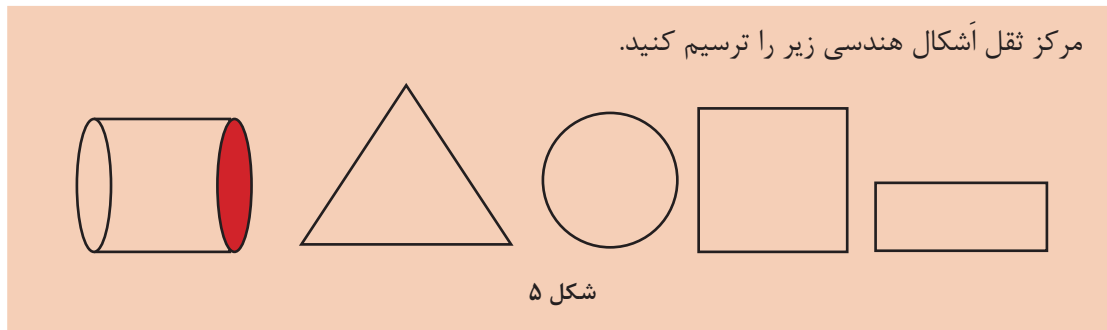
مقابله با این حرکات و حفظ تعادل کشتی برای دریانوردان حائز اهمیت است و هر یک از این نوع حرکات می‌تواند حرکت یکنواخت کشتی را با مشکل روبه‌رو کند.

## ب) بررسی قوانین شناوری

برای بررسی قوانین شناوری نیاز به اطلاعاتی از قبیل موقعیت مرکز ثقل و مرکز غوطه‌وری آن می‌باشد. در این قسمت به معرفی این نقاط و مراکز مهم پرداخته می‌شود.

### گرانیگاه (Center of Gravity)

گرانیگاه یا مرکز ثقل یک جسم، نقطه‌ای است که برآیند نیروهای جاذبه زمین بر جسم، به آن نقطه از جسم اثر می‌کند. یعنی اگر آن جسم را از مرکز ثقل آویزان کنیم به حالت تعادل باقی می‌ماند و هیچ‌گونه حرکت غلتشی در آن اتفاق نمی‌افتد. به عبارت دیگر، مرکز ثقل یک جسم نقطه‌ای است که تمام وزن یک جسم در آن نقطه فرض می‌شود. معمولاً موقعیت مرکز ثقل هر جسم ثابت بوده و در صورت چرخش و یا انتقال جسم تغییر نمی‌کند. البته اگر اجزای داخلی جسم نسبت به یکدیگر حرکت کنند، محل مرکز ثقل ممکن است جابه‌جا شود.



کار در کلاس



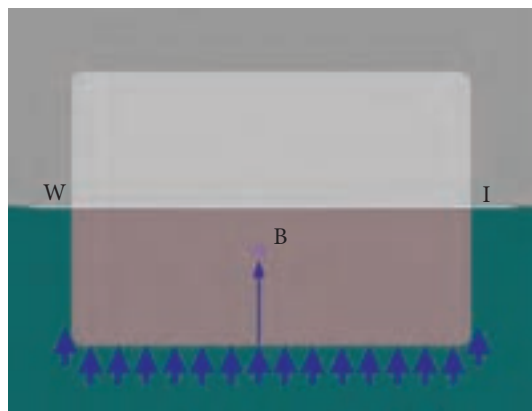
مرکز ثقل یک شناور نیز عبارت است از نقطه‌ای که برآیند نیروی وزن کلیه قسمت‌های کشتی از آن نقطه به‌طور عمود و به‌طرف پایین وارد می‌شود. مرکز ثقل را با نقطه  $G$  نشان می‌دهند. شکل ۶ محل مرکز ثقل یک شناور را نمایش می‌دهد. در این شکل، برآیند کل نیروی وزن اجزا از نقطه  $G$  عبور می‌کند.



شکل ۶- مرکز ثقل یک شناور

### مرکز شناوری «Center of Buoyancy»

قبل از تعریف مرکز شناوری برای کشتی، بر تعدادی از تعاریف مفید و اصل کلی شناوری که توسط ارشمیدس بیان شده‌اند، مروری خواهیم داشت:

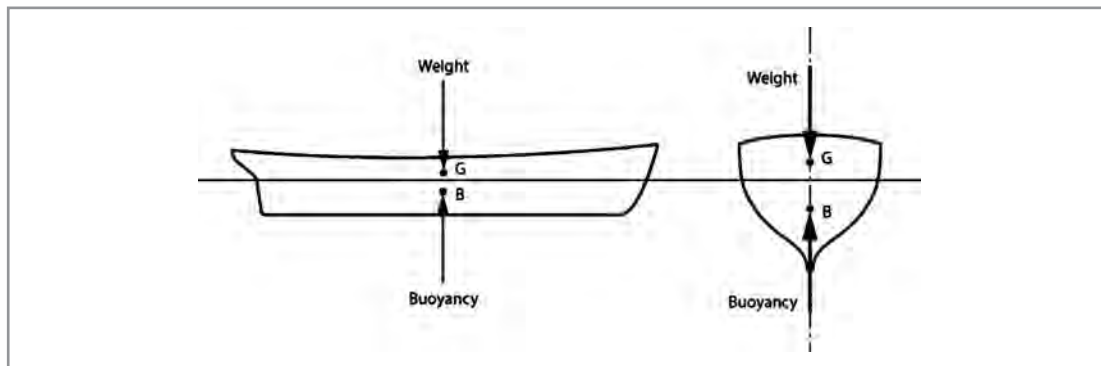


**وزن جابه‌جایی (Displacement):** عبارت است از وزن آبی که هنگام شناور شدن کشتی در آب، جابه‌جا می‌شود. یا به عبارت دیگر وزن جابه‌جایی برابر است با وزن مقدار آبی که قسمتی از کشتی جایگزین آن شده است. به همین ترتیب «حجم جابه‌جایی» نیز تعریف می‌شود.

**اصل شناوری (اصل ارشمیدس):** هرگاه تمام یا قسمتی از یک جسم در مایعی فرو رود، با نیرویی که مساوی با وزن مایع جابه‌جا شده توسط جسم است، به طرف بالا رانده می‌شود. بنابراین، منظور از

شناوری در کشتی، مقدار نیرویی است که وقتی کشتی شناور است، آب به‌طور عمود و به طرف بالا به بدنه کشتی وارد می‌کند. این نیرو برابر وزن آبی است که با ورود کشتی داخل آب، جابه‌جا شده است و به عبارت دیگر، برابر وزن مقدار آب هم حجم با قسمت غوطه‌ور (داخل آب) کشتی است. مقدار این نیرو برای کشتی در حال تعادل (سکون)، برابر با وزن کل کشتی است.

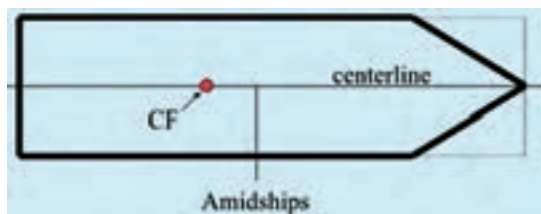
گرچه این نیرو به سراسر سطح بدنه داخل آب کشتی وارد می‌شود ولی همانند مرکز ثقل، برآیند این نیروها نیز از یک نقطه و به طرف بالا عبور می‌کند که اصطلاحاً به آن نقطه، «مرکز شناوری» کشتی می‌گویند. این نقطه را معمولاً با حرف **B** نمایش می‌دهند. شکل ۷ موقعیت نقطه **B** و یا مرکز شناوری یک کشتی را نمایش می‌دهد.



شکل ۷- مرکز شناوری کشتی

### مرکز غوطه‌وری (CF: Center of Floatation)

مرکز غوطه‌وری نقطه‌ای است که چرخش‌های طولی و عرضی کشتی حول محورهایی که از این نقطه می‌گذرند صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر، مرکز هندسی صفحات افقی، از جمله صفحه خط آب را مرکز غوطه‌وری گویند.



شکل ۸- مرکز غوطه‌وری

### مرکز تعادلی (Metacenter) طولی و عرضی شناور

وقتی که کشتی تحت تأثیر یک نیروی خارجی، مثل موج، از حالت تعادل خود خارج می‌شود، محل مرکز شناوری آن نیز تغییر می‌کند، زیرا شکل قسمت زیر آب کشتی تغییر نموده است. در این حالت کماکان جهت نیروی شناوری عمود بر سطح آب و به سمت بالا باقی می‌ماند.

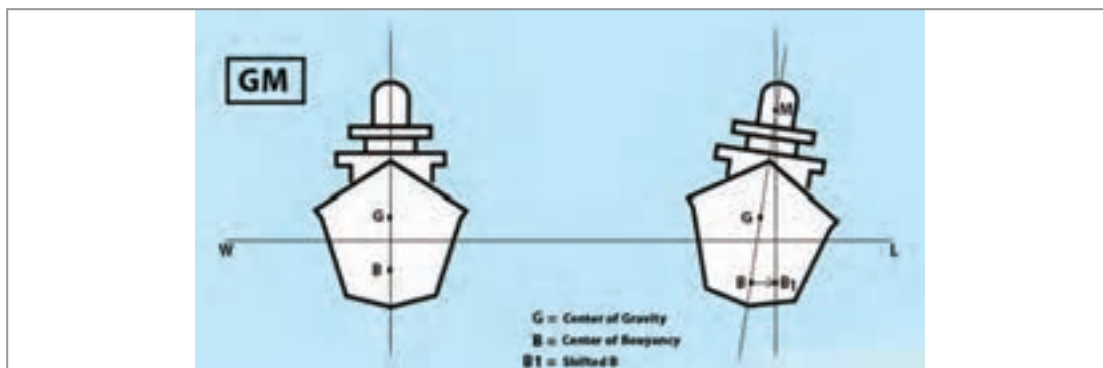
امتداد نیروهای شناوری برای دو حالت اولیه و حالت تغییر یافته کشتی یکدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند که آن را «مرکز تعادلی شناور» می‌نامند و با حرف  $M$  نشان می‌دهند.

از آنجا که کشتی ممکن است در دو جهت طولی و عرضی غلتش نماید، معمولاً برای کشتی دو مرکز تعادلی تعریف می‌شود، یکی مرکز تعادلی طولی و دیگری مرکز تعادلی عرضی.

البته باید توجه نمود که اغلب هنگام بحث اگر از «مرکز تعادلی» نام برده می‌شود، منظور مرکز تعادلی عرضی کشتی است. این بدان علت است که چرخش‌های عرضی و تعادل کشتی در جهت عرضی بسیار مهم‌تر از تعادل طولی کشتی است.

### ارتفاع مرکز تعادلی

ارتفاع مرکز تعادلی، چه طولی و چه عرضی، عبارت است از فاصله بین مرکز ثقل و نقاط مرکز تعادلی طولی و یا عرضی کشتی که این فاصله به‌طور عمودی و مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. این فاصله را معمولاً با دو حرف  $GM$  نشان می‌دهند. شکل ۹ ارتفاع مرکز تعادلی عرضی را نشان می‌دهد.



شکل ۹- ارتفاع مرکز تعادلی عرضی

### اصول آب ایستایی

طبق قانون ارشمیدس، هر جسمی که در مایعی غرق شود، از وزن آن به اندازه وزن مایع هم حجمش کاسته خواهد شد. بنابراین، چنانچه جسمی درون سیالی واقع شود همواره نیرویی به سمت بالا از سمت سیال به آن وارد خواهد شد که به آن نیروی شناوری گفته می‌شود. کشتی‌ها که همواره روی سطح آب حرکت می‌کنند چگالی کلی کمتری نسبت به آب دریا دارند و لذا نیرویی برابر با وزن آنها از آب به بدنه کشتی وارد می‌شود که همین نیرو باعث باقی ماندن کشتی بر سطح آب دریاها می‌شود و اگر نیروی شناوری کمتر از نیروی وزن باشد، جسم به داخل آب فرو خواهد رفت.



با توجه به قانون ارشمیدس، تصاویر زیر را تفسیر کنید.

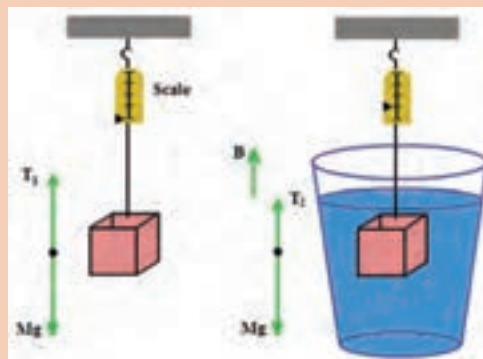


تفسیر:

---



---

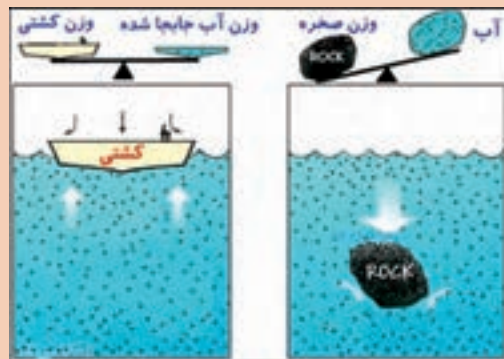


تفسیر:

---



---

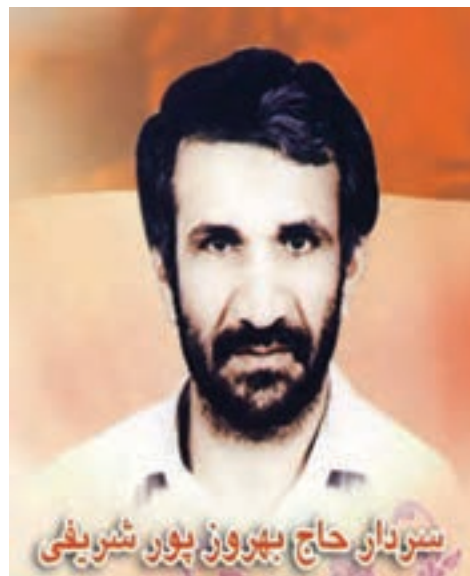


تفسیر:

---



---



پل شناور خیبر؛ اوج خلاقیت مهندسی کشور  
در دفاع مقدس، طراحی و ساخت پل خیبر به  
عنوان طولانی‌ترین پل شناور نظامی جهان

در سال ۱۳۶۳ یگان مهندسی - رزمی سپاه با مشارکت جهاد سازندگی و وزارت صنایع سنگین وقت، در طراحی ابتکاری برای وصل کردن ساحل شرقی هورالهوریزه به جزایر مجنون، در مدت ۷۵ روز پل شناوری به طول ۱۳ کیلومتر ساخت که از سه راهی فتح آغاز و به جزایر مجنون می‌رسید. ساخت چنین پلی در تاریخ جنگ‌ها بی‌سابقه بود.

برای شناورسازی آن از مواد پلیمری استفاده شد تا در صورت حمله هوایی دشمن، به سرعت قابل تعمیر و تعویض باشد و در فواصل معینی از طول پل، پارکینگ و محل توپ ضد هوایی تعبیه شد و قطعات یدکی نیز در طول مسیر به پل اصلی متصل شد تا در صورت نیاز به سرعت عوض شود.

طراحی پل، حاصل مطالعات و کار شبانه‌روزی شهید مهندس «بهروز پور شریفی» و جهادگران جهاد سازندگی خراسان و همکاری مؤثر سپاه بود.

بدین ترتیب پل خیبر در قطعاتی به ابعاد ۳×۵ با سطحی مقاوم از پروفیل و محفظه‌ای از پلی اورانان فوم که به وسیله فایبر گلاس پوشیده شده بود، برای آب‌های با سرعت حداکثر ۲ متر بر ثانیه ساخته شد. هر قطعه این پل ۱۲۰۰ کیلو گرم وزن داشت. سبک بودن پل، ویژگی مهمی بود که در لحظات بحرانی جنگ قابل توجه بود. مهندس حاج بهروز همه محاسبه‌های لازم را از قبیل نیروهای وارد بر پل و اتصال‌ها را خود به اتمام رساند و برای دفع نیروهای خطرآفرین احتمالی، پیش‌بینی‌های لازم را انجام داد. پل‌های خواسته شده در مدت معین ساخته شد و در هنگام اجرای عملیات عظیم خیبر مورد بهره‌برداری قرار گرفت. هدف این عملیات که با رمز «یا رسول الله ﷺ» در تاریخ ۶۲/۱۲/۳ ساعت ۸/۵ بعد از ظهر آغاز گردید، بازپس‌گیری و تأمین جزایر مجنون و بخشی از هورالهوریزه بود. نتیجه عملیات، آزادسازی جزایر مجنون و چندین روستای منطقه و کنترل حداقل ۵۰ حلقه چاه نفتی بود.



ارزشیابی مرحله‌ای

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان بودمان (فصل)
۳	۱- نیروهای ایستایی و دینامیکی را بررسی کند. ۲- مرکز شناوری، غوطه‌وری، تعادلی و ارتفاع آن را بررسی کند. ۳- اصول آب ایستایی را بررسی کند. * هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار			
۲	۱- نیروهای ایستایی و دینامیکی را بررسی کند. ۲- مرکز شناوری، غوطه‌وری، تعادلی و ارتفاع آن را بررسی کند. ۳- اصول آب ایستایی را بررسی کند. * هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	توانایی بررسی و تحلیل نیروها و قوانین شناوری	بررسی نیروها و قوانین شناوری	پایدارسازی کشتی
۱	۱- نیروهای ایستایی و دینامیکی را بررسی کند. ۲- مرکز شناوری، غوطه‌وری، تعادلی و ارتفاع آن را بررسی کند. ۳- اصول آب ایستایی را بررسی کند. * هنرجو توانایی بررسی یکی از شاخص‌ها را داشته باشد.	کمتر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی بودمان از ۳
					نمره بودمان از ۲۰

## بررسی اصول تعادل

مفهوم تعادل در یک شناور بسیار پیچیده است. اما به طور کلی تعادل ایستایی (Static Stability) به صورت زیر تعریف می‌شود.

«هرگاه جسمی بی حرکت باشد، این جسم دارای تعادل ایستایی است.»  
برای تعادل نیز حالات مختلفی وجود دارد، که به معرفی تعدادی از آنها می‌پردازیم:

جدول زیر را با توجه به تصاویر و حالت‌های مختلف تعادل، تکمیل کنید:

کار در کلاس

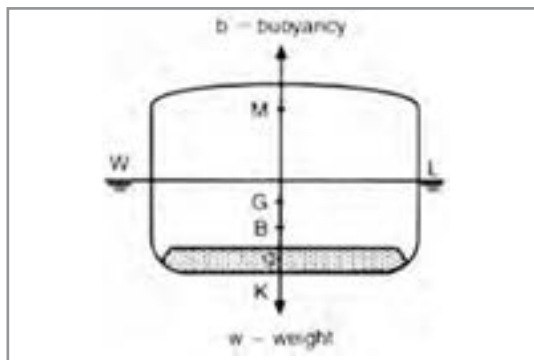
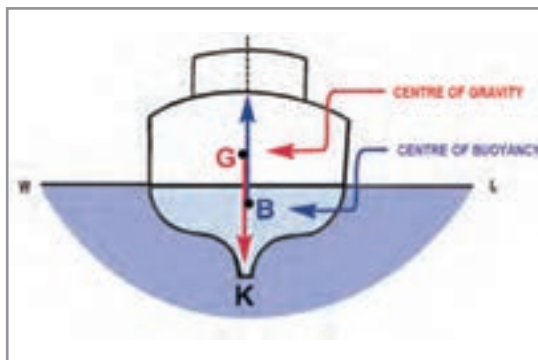


ردیف	حالت تعادل	شرح	تصویر
۱	Stable Stability (تعادل پایا)	اگر جسمی توسط نیرویی خارجی از حالت اولیه خود خارج شود و پس از حذف نیرو، به حالت ..... این جسم دارای تعادل پایا است. شرط تعادل پایا برای یک شناور این است که کشتی‌ها بعد از کج شدن در اثر نیروهای خارجی بتوانند به ..... باز گردند.	
۲	Neutral Stability (تعادل خنثی)	اگر جسمی توسط نیرویی خارجی از حالت اولیه خود خارج شود و پس از حذف نیرو، جسم نیز ..... گفته می‌شود که این جسم دارای تعادل خنثی است. تعادل خنثی را می‌توان مشابه حالتی دانست که یک سیلندر گاز در آب شناور شود. در هر وضعیتی نیروی وارد بر آن از بین برود، سیلندر به همان حال باقی خواهد ماند.	

ردیف	حالت تعادل	شرح	تصویر
۳	Unstable Stability (تعادل ناپایا)	اگر جسمی توسط نیرویی ..... از حالت اولیه خود خارج شود و پس از حذف نیرو همچنان ..... دور شود، این جسم دارای تعادل ناپایا است.	

### نیروهای وارد بر کشتی

همان‌طور که قبلاً ذکر شد نیروهایی که به کشتی ساکن و شناور وارد می‌شوند، شامل دو نیروی وزن (Gravity Force) به سمت پایین و فشار آب و یا نیروی شناوری (Bouyancy Force) به طرف بالا می‌باشند. وقتی کشتی در حال تعادل است، اثر این دو نیرو بر یک خط قائم قرار دارد. برای شناور ماندن کشتی، این دو نیروی در جهت مخالف، دقیقاً باید با هم برابر باشند.



شکل ۱۰- ارتفاع مرکز تعادلی

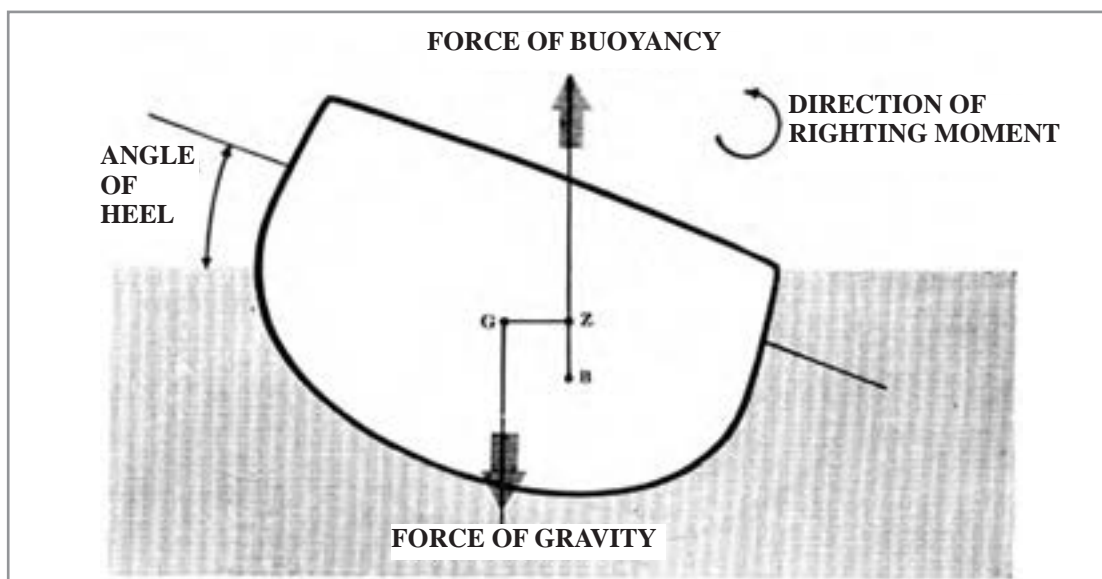
### ارتفاع مرکز تعادلی شناور، معیاری برای پایداری اولیه

در شکل ۱۰،  $GM$  ارتفاع مرکز تعادلی و  $G$  مرکز ثقل کشتی نشان داده شده است. هرگاه از مرکز تعادلی و ارتفاع مرکز تعادلی سخن گفته می‌شود، منظور مرکز تعادلی عرضی است، به جز در مواردی که مشخصاً ارتفاع مرکز تعادلی طولی مورد بحث باشد که آن را با  $GML$  مشخص می‌کنند. اگر نقطه  $M$  بالای نقطه  $G$  باشد، ارتفاع مرکز تعادلی مثبت است و اگر نقطه  $M$  پایین نقطه  $G$  قرار گیرد مقدار  $GM$  منفی (ارتفاع مرکز تعادلی منفی) است. مطابق بحث قبلی، یک کشتی با  $GM$  مثبت دارای تعادل پایاست

و بعد از کج شدن به حالت مستقیم اولیه باز می‌گردد. در حالی که یک کشتی با GM منفی، دارای تعادل ناپایدار است و بعد از مقداری کج شدن، به حالت مستقیم اولیه باز نمی‌گردد و به تدریج واژگون می‌شود. مرکز تعادلی طولی ML همیشه در بالای کشتی قرار دارد. در شرایط عادی، ارتفاع مرکز تعادلی طولی، منفی ( $GML < 0$ ) نمی‌شود. این بدین معنی است که کشتی‌ها اغلب دارای تعادل پایای طولی هستند.

### موقعیت مرکز تعادلی و تأثیر آن بر تعادل

وقتی که کشتی کج می‌شود، شکل قسمت زیر آبی آن تغییر می‌کند و در نتیجه موقعیت مرکز شناوری آن نیز عوض می‌شود؛ ولی موقعیت مرکز ثقل کماکان ثابت می‌ماند. هنگامی که کشتی در اثر نیروی خارجی کج شود، مرکز شناوری از روی صفحه تقارن کشتی جابه‌جا شده و در نتیجه، امتداد اثر نیروی شناوری از امتداد اثر نیروی وزن جدا می‌شود. جابه‌جایی در راستای اثر این دو نیروی مساوی و در جهت مخالف، یک گشتاور به وجود می‌آورد، که اندازه آن برابر است با حاصل ضرب یکی از این دو نیرو (وزن کشتی) در فاصله مابین دو امتداد اثر نیروها. این گشتاور را که موجب بازگشت کشتی به وضعیت اولیه می‌شود، گشتاور بازگرداننده مثبت می‌نامند و فاصله عمودی مابین خطوط اثر نیرو را «بازوی بازگرداننده» (GZ) می‌نامند.



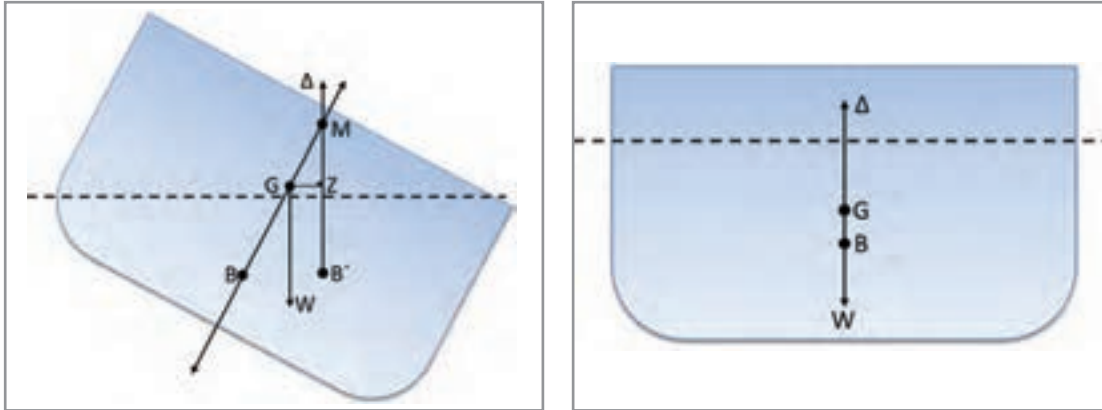
شکل ۱۱- گشتاور بازگرداننده مثبت

همان‌طور که قبلاً بیان شد مرکز تعادلی عبارت‌است از محل تلاقی امتداد اثر نیروی شناوری کشتی غلتیده، با امتداد قائم (قبل از غلتش). این نقطه در حالت عادی بر روی هر دو امتداد اثر نیروی وزن و نیروی شناوری قرار می‌گیرد.

در هنگام غلتش سه حالت برای تعادل کشتی قابل پیش‌بینی است:

**۱** مرکز تعادلی بالای مرکز ثقل قرار داشته باشد: در این حالت، هنگامی که کشتی در اثر نیروی خارجی کج می‌شود، گشتاور بازگرداننده مثبت تشکیل می‌شود و کشتی را به سوی حالت تعادل برمی‌گرداند. در این حالت کشتی تعادل پایا دارد.

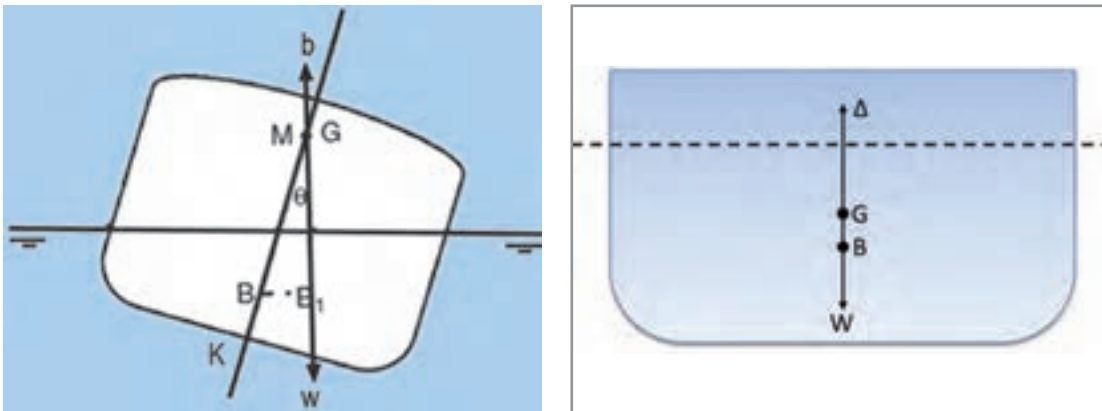
### تبادل پایا



شکل ۱۲

**۲ مرکز تعادلی و مرکز ثقل بر روی هم قرار گیرند:** در این حالت، وقتی کشتی در اثر نیروی خارجی کج می‌شود، امتداد دو نیروی وزن و شناوری همواره در هر زاویهٔ غلتش، درست روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و در نتیجه هیچ گشتاوری به‌وجود نمی‌آید و کشتی تعادل خنثی دارد. لذا در همان حالت کج باقی می‌ماند.

### تبادل خنثی

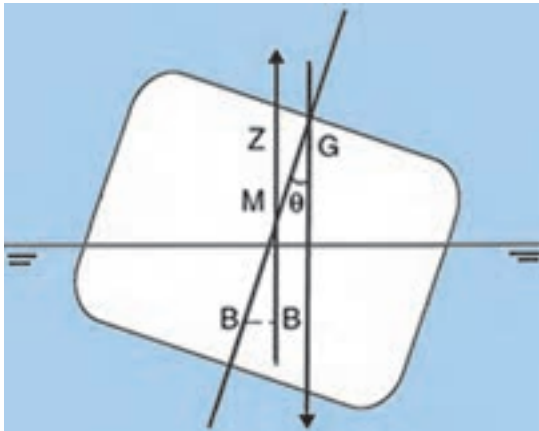


شکل ۱۳

**۳ مرکز تعادلی در زیر مرکز ثقل قرار گیرند:** در این حالت، یک گشتاور منفی (واژگونی) تشکیل می‌شود و کشتی تعادل ناپایا خواهد داشت.

در بررسی رابطهٔ مرکز تعادلی و وضعیت تعادل کشتی، حتماً باید توجه شود که تعریف مرکز تعادلی به‌صورتی که در بالا ذکر شد فقط در زوایای کمتر از  $10^\circ$  درجه غلتش معتبر است. بنابراین، استفاده از موقعیت مرکز تعادلی و مرکز ثقل، به عنوان شرط تعادل برای زوایای غلتش کوچک، مجاز می‌باشد.

تعدادل ناپایا



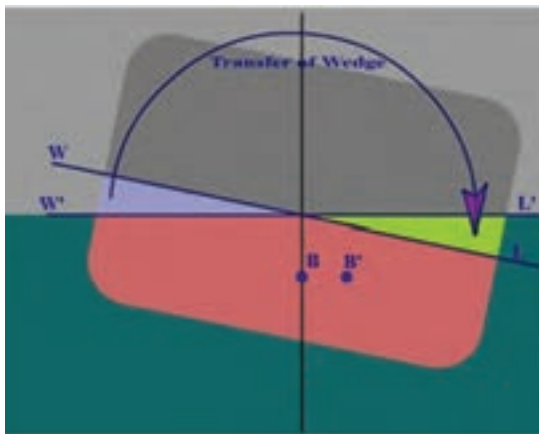
شکل ۱۴

### زوایای عرضی شناور

سه تعریف مختلف از زوایای عرضی شناور وجود دارد: زاویه Loll و List، Heel.

**زاویه Heel:** هنگامی که شناور بر اثر یک نیروی خارجی (مانند موج و باد)، دچار تغییر زاویه عرضی می‌شود، این زاویه را Heel گویند. این زاویه حالت ایستایی دارد و هنگامی که حرکت نوسانی شناور بر اثر یک نیروی خارجی مدنظر باشد، به آن حرکت Roll گویند.

**زاویه List:** هنگامی که شناور بر اثر یک نیروی داخلی (مثلاً جابه‌جایی عرضی یک کانتینر یا بار داخل انبار) دچار تغییر زاویه عرضی می‌شود و به یک طرف متمایل می‌گردد، به آن زاویه List گویند.



شکل ۱۵

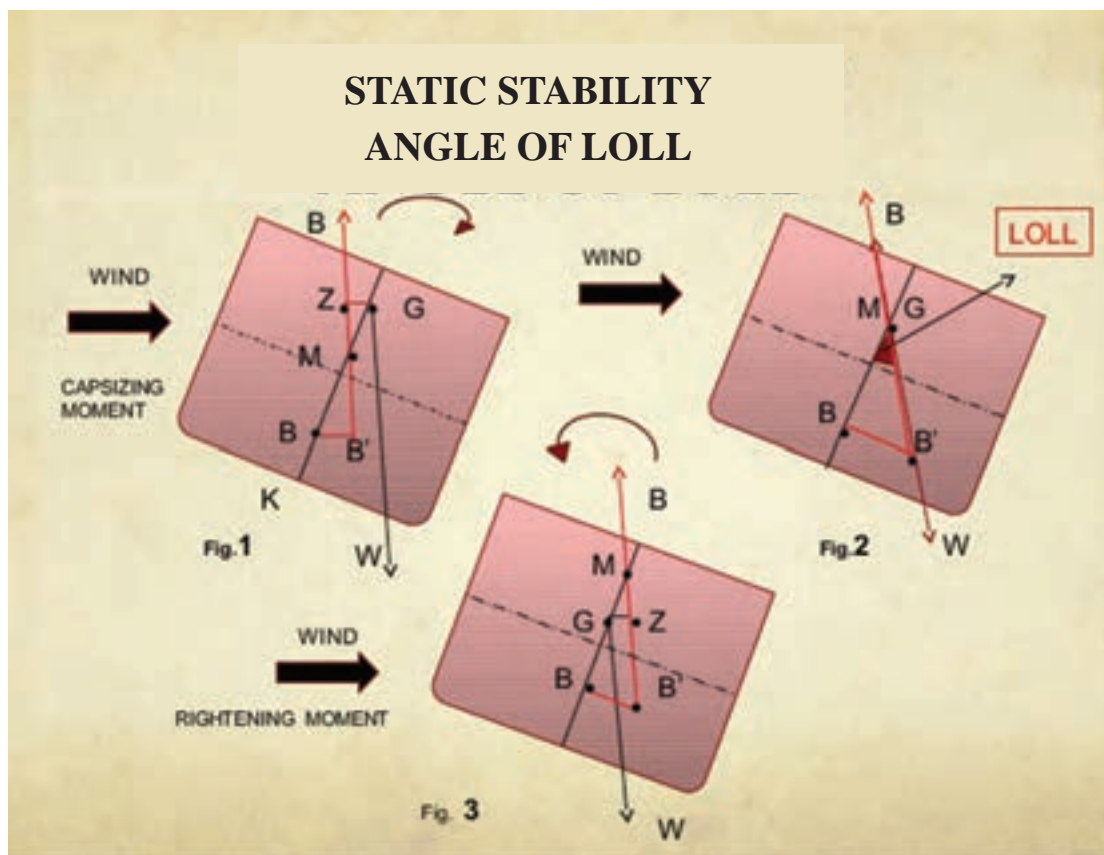


شکل ۱۶- زاویه Heel



شکل ۱۷- زاویه List

زاویه کجی (Angle of Loll): شناوری که دارای ارتفاع مرکز تعادلی (GM) اولیه است و قبل از کج شدن، مرکز تعادلی (M) در زیر مرکز ثقل (G) قرار دارد، دارای تعادل ناپایا است. در زمانی که نیروی خارجی از قبیل باد مطابق شکل ۱۸ باعث کج شدن شناور شود تا جایی که مرکز شناوری (B) جابه‌جا شده و امتداد نیروهای وزن و شناوری در یک راستا قرار گیرند، زاویه‌ای به نام زاویه کجی به وجود می‌آید، در این حالت مرکز تعادلی (M) بر روی مرکز ثقل (G) قرار می‌گیرد. در واقع این زاویه ناشی از ناپایداری شناور است که می‌تواند به دلیل قرار گرفتن بارهای سنگین در نقاط مرتفع کشتی باشد به گونه‌ای که باعث بالا آمدن مرکز ثقل تا بالای مرکز تعادلی شده و ارتفاع مرکز تعادلی منفی ایجاد کرده است. شناوری که دارای زاویه کجی است، ممکن است بر اثر نیروهای خارجی بیشتر به سادگی واژگون شود.



شکل ۱۸- زاویه کجی (Angle of Loll)

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داور، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- حالت‌های مختلف تعادل شناور را بررسی کند. ۲- نیروهای وارد بر کشتی را بررسی کند. ۳- زوایای عرضی List و کجی شناور را بررسی کند. * هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار			
۲	۱- حالت‌های مختلف تعادل شناور را بررسی کند. ۲- نیروهای وارد بر کشتی را بررسی کند. ۳- زوایای عرضی List و کجی شناور را بررسی کند. * هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	توانایی تحلیل مسائل مربوط به تعادل	بررسی اصول تعادل	پایدارسازی کشتی
۱	۱- حالت‌های مختلف تعادل شناور را بررسی کند. ۲- نیروهای وارد بر کشتی را بررسی کند. ۳- زوایای عرضی List و کجی شناور را بررسی کند. * هنرجو توانایی بررسی یکی از شاخص‌ها را داشته باشد.	کمتر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰



## محاسبات شناوری و غوطه‌وری

### چگالی و وزن مخصوص (Density And Specific Gravity):

می‌دانیم که تغییرات مقدار آب جابه‌جا شده به وسیلهٔ یک شناور بستگی به چگالی آب دارد. و بدین معنی است که اگر وزن کشتی ثابت باشد. آن را یک بار در آب شور و بار دیگر در آب شیرین قرار دهیم نتیجه می‌گیریم که اگر کشتی در آب با چگالی کم قرار گیرد، مقدار فرورفتگی آن بیشتر از مقدار فرورفتگی همان کشتی در آبی با چگالی بیشتر خواهد بود. یعنی چون چگالی آب شور بیشتر از آب شیرین است، در نتیجه کشتی در آب شیرین بیشتر فرو خواهد رفت. همچنین اگر کشتی بارگیری نماید (یعنی وزن کشتی افزایش یابد) فرورفتگی آن در آب بیشتر از کشتی‌ای خواهد بود که باری را تخلیه نماید. می‌توان گفت چگالی عبارت است از مقدار جرم اجسام در واحد حجم. مثلاً چگالی آب شیرین (FW) برابر است با ۱۰۰۰ کیلوگرم در متر مکعب و چگالی آب شور (SW) برابر است با ۱۰۲۵ کیلوگرم در متر مکعب.

### چگالی نسبی یا وزن مخصوص (SG):

چگالی نسبی عبارت است از نسبت وزن یک جسم بر وزن آب شیرین هم حجم آن. اگر حجمی برابر با یک متر مکعب را در نظر بگیریم چگالی نسبی یا غلظت نسبی آن جسم عبارت خواهد بود از نسبت چگالی آن جسم بر چگالی آب شیرین. یعنی:

$$\text{SG (چگالی نسبی)} = \frac{\text{چگالی جسم (ماده)}}{\text{چگالی آب شیرین}}$$

می‌دانیم که چگالی آب شیرین برابر است با ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب. بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{چگالی یک جسم در کیلوگرم بر متر مکعب} = \frac{\text{چگالی یک جسم (ماده)}}{۱۰۰۰}$$

مثال ۱: در صورتی که غلظت آب شور ۱۰۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب باشد. چگالی نسبی آن را پیدا کنید. داریم:

$$\text{چگالی نسبی} = \frac{\text{چگالی آب شور در متر مکعب}}{۱۰۰۰}$$

$$\text{چگالی نسبی آب شور} = \frac{۱۰۲۵}{۱۰۰۰} = ۱/۰۲۵$$

کار در کلاس



با توجه به مبحث چگالی نسبی، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید.

مخزنی دارای ۱۲۰ تن آب شیرین است، در صورتی که مخزن کاملاً پر از آب باشد، این مخزن چه مقدار روغن با چگالی نسبی ۰/۴۸ گنجایش دارد.

جواب:

$$\text{چگالی نسبی} = \frac{\text{جرم روغن}}{\text{جرم آب شیرین}}$$

جرم ..... \* جرم ..... = جرم روغن

..... \* ..... = جرم روغن

جرم روغن برابر ..... تن می‌باشد.

بیشتر بدانید



### چگالی

مردم گاهی می‌گویند سرب سنگین‌تر از پر است. اما یک گونی بزرگ پر از پر، سنگین‌تر از یک ساچمه

نام ماده	چگالی (kg/m <sup>3</sup> )
سرب	11400
آهن	7800
آلومینیم	2700
پلاستیک	1000
آب	1000
پشم	800
پر	130

سربی است. پس واژه سنگینی مفهوم متفاوتی دارد. بنابراین، برای بیان دقیق باید بگوییم چگالی سرب بیشتر از چگالی پر است و در مورد شیر و آب نیز این امر صادق است. وقتی می‌گوییم که فولاد سنگین‌تر از چوب است باید توجه به حجم آن داشته باشیم. برای مقایسه سنگینی اجسام باید حجم یکسانی از آنها را در نظر آوریم. جرم یک مکعب از فولاد خیلی بیشتر از جرم همان جسم از چوب است. چگالی مقدار جرم موجود در واحد حجم ماده است که آن را با علامت اختصاری  $\rho$  نشان می‌دهند که از رابطه  $\rho = V/m$  یا  $D = V/m$  به دست می‌آید. در این رابطه  $D$  یا  $\rho$  چگالی ماده،  $m$  جرم جسم و  $V$  حجم اشغال شده توسط آن ماده می‌باشد.

در تصویر روبه‌رو چگالی (وزن مخصوص یا جرم حجمی) مواد مختلف نشان داده شده است.

تمرین



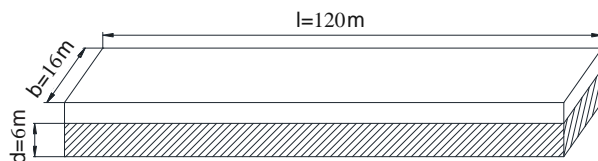
یک شناور جعبه‌ای شکل با طول ۱۲۰ و عرض ۱۶ متر دارای آب‌خورد ۶ متر در آب شور دریا (جرم حجمی ۱۰۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب) می‌باشد، چه مقدار بار می‌تواند بارگیری کند تا آب‌خورد شناور به ۸ متر در آب شور دریا برسد؟

جواب:

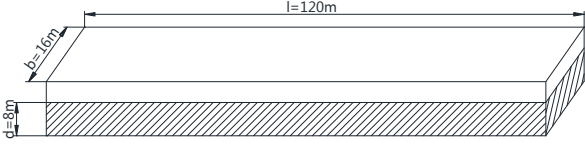
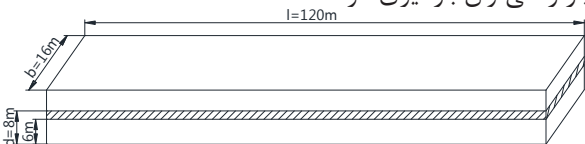
حجم قسمت غوطه‌وری (زیر آب) کشتی را برای آب‌خورد ۶ متر به دست می‌آوریم:

$$v = l \times b \times d \rightarrow 120 \times 16 \times 6 = 11520$$

حجم زیر آب کشتی برابر ۱۱۵۲۰ متر مکعب می‌باشد.



گام اول

<p>وزن جا به جایی کشتی را برای آبخور ۶ متر به دست می آوریم:  <math>\Delta 1 = 11808</math>  <math>\Delta 1 = 11520 \times 1/0.25 = 11808 \text{ t}</math>                  وزن جابه جایی کشتی با آبخور ۶ متر برابر ۱۱۸۰۸ تن است.</p>	<p>گام دوم</p>
<p>حجم قسمت غوطه وری (زیر آب) کشتی را برای آبخور ۸ متر به دست می آوریم:  <math>V = 120 \times 16 \times 8 = 15360</math>                  حجم زیر آب کشتی برابر ۱۵۳۶۰ متر مکعب می باشد.</p> 	<p>گام سوم</p>
<p>وزن کشتی را برای آبخور ۸ متر به دست می آوریم:  <math>\Delta = 15360 \times 1/0.25 = 15744</math>                  وزن کشتی با آبخور ۸ متر برابر ۱۵۷۴۴ تن است.</p>	<p>گام چهارم</p>
<p>اختلاف وزن جابه جایی کشتی بین آبخور ۸ متر و ۶ متر، مقدار بار قابل بارگیری را مشخص می کند:  <math>\Delta - \Delta 1 = 15744 - 11808 = 3936 \text{ t}</math>                  مقدار ۳۹۳۶ تن بار را می توان بارگیری کرد.</p> 	<p>گام پنجم</p>

کار در کلاس



<p>با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:</p>	
<p>یک شناور جعبه ای شکل با طول ۱۰۰ و عرض ۱۴ متر دارای آبخور ۵ متر در آب با جرم حجمی ۱۰۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد، چه مقدار بار می تواند بارگیری کند تا آبخور شناور به ۷ متر در آب شور دریا (جرم حجمی ۱۰۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب) برسد؟</p>	<p>مسئله</p>
<p>جواب:</p>	
<p>حجم قسمت غوطه وری (زیر آب) کشتی را برای آبخور ۵ متر به دست آورید:                  .....</p> <p>حجم زیر آب کشتی برابر ..... متر مکعب می باشد.</p>	<p>گام اول</p>
<p>وزن کشتی را برای آبخور ۵ متر به دست آورید:                  .....</p> <p>وزن کشتی با آبخور ۵ متر برابر ..... تن است.</p>	<p>گام دوم</p>
<p>حجم قسمت غوطه وری (زیر آب) کشتی را برای آبخور ۷ متر به دست آورید:                  .....</p> <p>حجم زیر آب کشتی برابر ..... متر مکعب می باشد.</p>	<p>گام سوم</p>

وزن کشتی را برای آبخور ۷ متر به دست آورید: .....	<b>گام چهارم</b>
وزن کشتی با آبخور ۷ متر برابر ..... تن است. اختلاف وزن کشتی بین آبخور ۷ متر و ۵ متر، مقدار بار قابل بارگیری را مشخص می کند: .....	<b>گام پنجم</b>
مقدار ..... تن بار را می توان بارگیری کرد.	

کار در منزل



با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
یک شناور بارج به طول ۸۰ و عرض ۱۲ متر دارای آبخور ۴ متر در آب با جرم حجمی ۱۰۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. در صورتی که مقدار ۲۰۰۰ تن بار، بارگیری شود، مقدار آبخور نهایی شناور در آب شور دریا (جرم حجمی ۱۰۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب) را به دست آورید.	<b>مسئله اول</b>
<b>جواب:</b>	
حجم قسمت غوطه وری (زیر آب) کشتی را برای آبخور ۴ متر به دست آورید. ..... حجم زیر آب کشتی برابر ..... متر مکعب می باشد.	<b>گام اول</b>
وزن کشتی را برای آبخور ۴ متر به دست آورید. ..... وزن کشتی با آبخور ۴ متر برابر ..... تن است.	<b>گام دوم</b>
وزن کشتی را بعد از بارگیری به دست آورید. ..... وزن کشتی بعد از بارگیری برابر ..... تن می باشد.	<b>گام سوم</b>
آبخور نهایی کشتی را (بعد از بارگیری) به دست آورید. ..... آبخور نهایی کشتی (بعد از بارگیری) برابر ..... متر است.	<b>گام چهارم</b>
.....	
یک شناور بارج به طول ۴۰ و عرض ۸ متر دارای آبخور ۶ متر در آب با جرم حجمی ۱۰۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. در صورتی که مقدار ۵۰۰ تن بار آن تخلیه شود، مقدار آبخور نهایی شناور در آب بندر (جرم حجمی ۱۰۲۸ کیلوگرم بر متر مکعب) را به دست آورید؟	<b>مسئله دوم</b>
<b>جواب:</b>	
حجم قسمت غوطه وری (زیر آب) کشتی را برای آبخور ۶ متر به دست آورید. ..... حجم زیر آب کشتی برابر ..... متر مکعب می باشد.	<b>گام اول</b>
وزن کشتی را برای آبخور ۶ متر به دست آورید. ..... وزن کشتی با آبخور ۶ متر برابر ..... تن است.	<b>گام دوم</b>

وزن کشتی را بعد از تخلیه بار به دست آورید. .....	گام سوم
وزن کشتی را بعد از تخلیه بار برابر ..... تن می‌باشد.	
آبخور نهایی کشتی را (بعد از تخلیه) به دست آورید. .....	گام چهارم
آبخور نهایی کشتی (بعد از تخلیه) برابر ..... متر است.	

### تغییرات آبخور شناور در صورت ثابت بودن وزن آن:

گاهی چگالی آب، متفاوت از چگالی آب شور یا شیرین می‌باشد. در این مواقع از فرمولی استفاده می‌شود که به راحتی مقدار آبخور جدید را محاسبه می‌کند. این فرمول با استفاده از آبخور اولیه و چگالی آب در مبدأ و مقصد، میزان آبخور جدید شناور را به دست می‌آورد. فرمول از این قرار است:

$$\frac{\text{آبخور جدید}}{\text{آبخور قدیم}} = \frac{\text{چگالی جدید}}{\text{چگالی قدیم}} \quad \text{و یا} \quad \frac{\text{old draft}}{\text{new draft}} = \frac{\text{new density}}{\text{old density}}$$

این فرمول به منظور محاسبه مقدار آبخور در حرکت از آب‌های با چگالی معلوم به کار می‌رود.  
مثال: چنانچه شناوری از آبی با غلظت ۱۰۰۵ کیلوگرم بر متر مکعب با آبخور ۵/۲ متر به آبی با چگالی ۱۰۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب عزیزت می‌کند. آبخور جدید شناور را محاسبه کنید.  
جواب: با توجه به فرمول داریم:

$$\frac{\text{چگالی جدید}}{\text{چگالی قدیم}} = \frac{\text{آبخور قدیم}}{\text{آبخور جدید}}$$

$$\frac{5/2}{\text{آبخور جدید}} = \frac{1020}{1005} \rightarrow 1005 \times 5/2 = 1020 \times \text{new d} \rightarrow \text{new d} = \frac{1005 \times 5/2}{1020} = 5/12 \text{m}$$

مقدار آبخور شناور در شرایط بالا برابر با ۵/۱۲ متر می‌باشد.

کار در کلاس



با توجه به مثال قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:

چنانچه شناوری از آبی با چگالی ۱۰۲۴ کیلوگرم بر متر مکعب با آبخور ۶/۵ متر به آبی با چگالی ۱۰۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب عزیزت می‌کند. آبخور جدید شناور را محاسبه کنید.	مسئله
---	-------



$\frac{\text{چگالی جدید}}{\text{آبخور جدید}} = \frac{\text{چگالی قدیم}}{\text{آبخور قدیم}}$ <p>.....</p> <p>مقدار آبخور شناور در شرایط بالا برابر با ..... متر می‌باشد.</p>	جواب
---	------

کار در منزل	با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:
مسئله اول	چنانچه شناوری از آبی با چگالی ۱۰۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب با آبخور ۸/۵ متر به آبی با چگالی ۱۰۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب عزیمت می‌کند. آبخور جدید شناور را محاسبه کنید.
جواب	$\frac{\text{چگالی جدید}}{\text{آبخور جدید}} = \frac{\text{چگالی قدیم}}{\text{آبخور قدیم}}$ <p>.....</p> <p>مقدار آبخور شناور در شرایط بالا برابر با ..... متر می‌باشد.</p>
مسئله دوم	شناوری از آبی با چگالی ۱۰۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب با آبخور ۱۰/۶ متر به بندری با چگالی آب ۱۰۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب وارد می‌شود. آبخور جدید شناور را در بندر محاسبه کنید.
جواب	$\frac{\text{چگالی جدید}}{\text{آبخور جدید}} = \frac{\text{چگالی قدیم}}{\text{آبخور قدیم}}$ <p>.....</p> <p>مقدار آبخور شناور در شرایط بالا برابر با ..... متر می‌باشد.</p>

## آبخور شناور

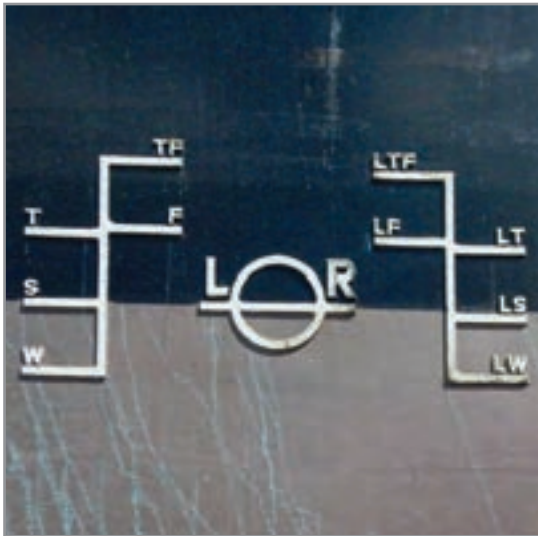


معمولاً آبخور را با اعدادی که در قسمت سینه، وسط و پاشنه شناور حک شده است، نشان می‌دهند. این اعداد معمولاً مقدار آبخور شناور را بر حسب فوت و یا متر بیان می‌کنند.

### روش خواندن مقدار آبخور شناور

ارتفاع هر عدد مطابق شکل روبه‌رو برابر ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد.

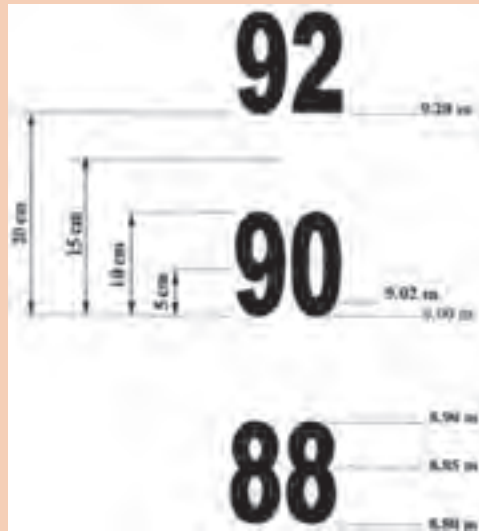
بودمان دوم: پایدارسازی کشتی



شکل ۱۹

با توجه به توضیحات بالا درخصوص عدد ۸ و ۹، شما معیار اندازه‌گیری ارتفاع آبخور برای عدد ۲ و ۴ را بررسی کنید.

فکر کنید

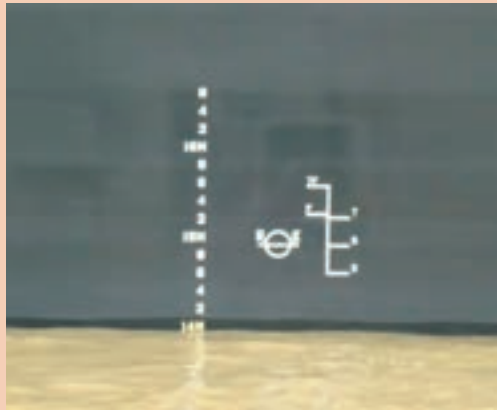


با توجه به تصاویر جدول، مقدار آبخور شناورها را مشخص کنید.

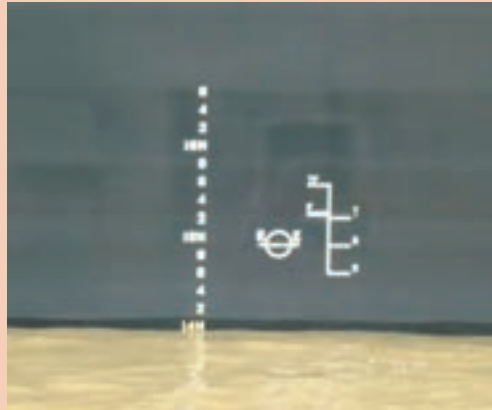
کار در کلاس



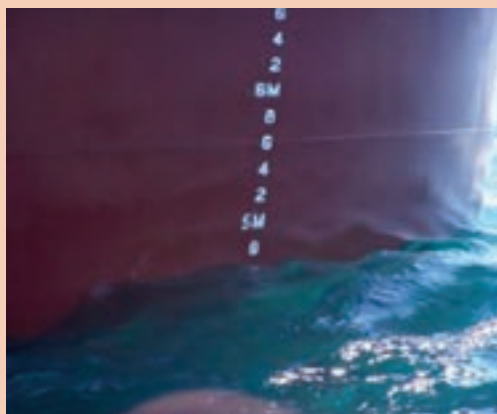
مقدار آبخور ----- متر.



مقدار آبخور ----- متر.



مقدار آبخور ----- متر.



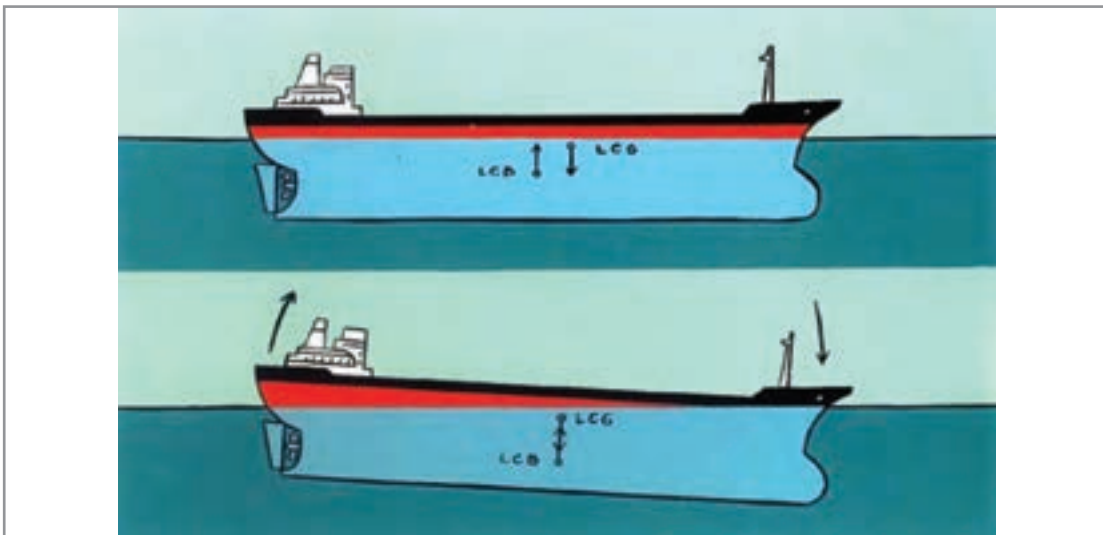
مقدار آبخور ----- متر.

### شیب طولی (TRIM)

آبخور شناورها در سه محل اندازه‌گیری می‌شود. این سه محل عبارت‌اند از سینه، پاشنه و میانه شناور. حال اگر به عدد این آبخور دقت کنیم، متوجه می‌شویم که اگر پاشنه سنگین‌تر باشد، مقدار آبخور در پاشنه بیشتر می‌شود. در واقع پاشنه شناور بیشتر از سینه در آب فرو می‌رود. زمانی که آبخور پاشنه بیشتر از سینه و یا آبخور سینه بیشتر از پاشنه باشد، شناور دارای شیب طولی (Trim) می‌باشد. شیب طولی به سینه (Trim by Head) زمانی است که آبخور سینه شناور بیشتر از پاشنه آن باشد و شیب طولی به پاشنه (Trim by Aft) زمانی است که آبخور پاشنه بیشتر از آبخور سینه شناور باشد. مقدار شیب طولی شناور تفاوت مقدار عدد آبخور سینه و پاشنه آن است. در حالتی که آبخور سینه و پاشنه با یکدیگر مساوی باشند، حالت تراز طولی (Even Keel) در شناور به‌وجود می‌آید.



بودمان دوم: پایدارسازی کشتی



شکل ۲۰- شیب طولی (Trim)

کار در کلاس



با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:

آبخور سینه شناور ۵/۵ متر ( $TF = 5/5 \text{ m}$ ) و آبخور پاشنه شناور ۶/۷ متر ( $TA = 6/7 \text{ m}$ ) می باشد. مقدار شیب طولی (Trim) شناور را محاسبه کنید.

Trim =

.....

چون مقدار آبخور ..... شناور بیشتر از آبخور ..... شناور است، لذا مقدار تریم برابر ..... متر به ..... می باشد.

جواب

**آبخور متوسط:** میانگین آبخور سینه و پاشنه شناور را آبخور متوسط می‌نامند.

کار در کلاس



جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
آبخور سینه شناور ۵/۵ متر (TF = ۵/۵ m) و آبخور پاشنه شناور ۴/۵ متر (TA = ۴/۵ m) می‌باشد. مقدار آبخور متوسط و شیب طولی (Trim) شناور را محاسبه کنید.	
آبخور متوسط	آبخور متوسط شناور برابر ..... متر می‌باشد.
شیب طولی شناور	Trim = چون مقدار آبخور ..... شناور بیشتر از آبخور ..... شناور است، لذا مقدار تریم برابر ..... متر به ..... می‌باشد.

### Tons Per Centimeter (TPC)

کشتی همیشه مقدار آبی برابر با وزن خود را جابه‌جا می‌کند؛ اگر وزنه‌ای به آن افزوده شود، کشتی بیشتر در آب فرو می‌رود و خط آبخور جدیدی پیدا خواهد کرد که فاصله بین دو خط آبخور برابر با مقدار بار اضافه شده است. در محاسبات تغییر وزن جابه‌جایی، نسبت به تغییرات آبخور شناور، دانستن این نکته بسیار مهم است که بدانیم، چند تن بار لازم است بارگیری و یا تخلیه شود تا مقدار آبخور شناور به اندازه یک سانتی‌متر تغییر کند؟ TPC مقدار وزنی است بر حسب تن که می‌تواند آبخور شناور را به اندازه یک سانتی‌متر تغییر دهد. این مقدار در محاسبات مقدار آبخور در حین بارگیری یا تخلیه بسیار مهم می‌باشد. همچنین در محاسبات تغییرات آبخور سینه و پاشنه شناور از این عدد استفاده می‌شود.

بیشتر بدانید



مقدار عددی TPC بستگی به شکل بدنه شناور، چگالی آب و مساحت صفحه آبخور شناور دارد. فرمول محاسبه TPC برای شناوری با مساحت صفحه آبخور A و شکل مستطیل، در آبی با غلظت نسبی ۱/۰۲۵ به صورت زیر می‌باشد:

$$TPC = \frac{A \times 1.025}{100}$$

**محاسبه تغییرات آبخور:** بارگیری و یا تخلیه باعث تغییر مقدار آبخور شناور می‌گردد. این تغییرات با توجه به مقدار وزن بار و مقدار TPC قابل محاسبه است. از آنجایی که TPC مقدار باری است که آبخور شناور را یک سانتی‌متر تغییر می‌دهد، برای به‌دست آوردن مقدار تغییر آبخور کافی است وزن بار تخلیه و یا بارگیری شده را بر عدد TPC تقسیم کنیم؛ آنگاه مقدار تغییرات آبخور محاسبه می‌گردد. چنانچه شناور در حال تخلیه باشد، واضح است که آبخور آن کم شده و اگر در حال بارگیری باشد آبخور آن زیادتر می‌شود.

مثال: شناوری با  $TPC = 12$  ، باری به وزن  $60$  تن را بارگیری می‌کند. مطلوب است مقدار تغییر آب‌خور شناور؟  
جواب:

$$\text{تغییرات آب‌خور} = \frac{\text{وزن بار}}{TPC}$$

$$\text{تغییرات آب‌خور} = \frac{60}{12} = 5 \text{ cm}$$

کار در کلاس



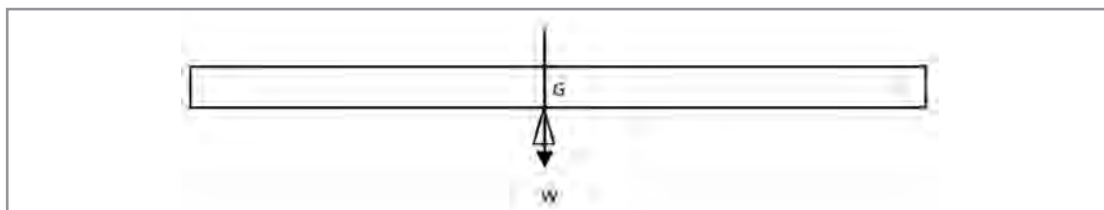
جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
شناوری دارای آب‌خور متوسط $5/5$ متر با $TPC = 5$ ، باری به وزن $100$ تن را بارگیری می‌کند. مطلوب است مقدار آب‌خور متوسط شناور بعد از بارگیری.	
محاسبه مقدار تغییر آب‌خور شناور:	<b>گام اول</b>
$\text{تغییرات آب‌خور} = \frac{\text{وزن بار}}{TPC}$ تغییرات آب‌خور = .....	
مقدار آب‌خور نهایی:	<b>گام دوم</b>
مقدار آب‌خور نهایی شناور برابر ..... متر می‌باشد.	

کار در منزل



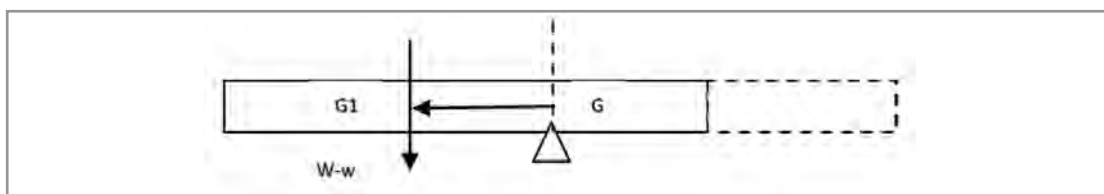
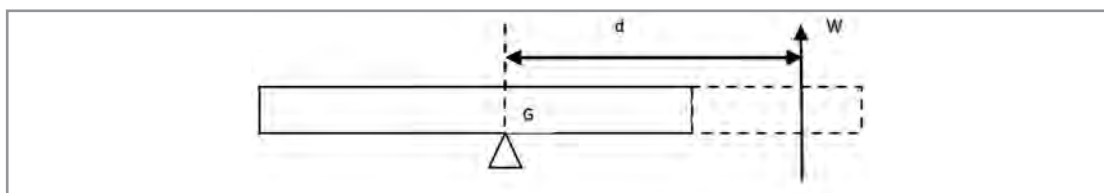
جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
شناوری دارای آب‌خور متوسط $7/5$ متر با $TPC = 8$ ، باری به وزن $120$ تن را تخلیه می‌کند. مطلوب است مقدار آب‌خور متوسط شناور بعد از عملیات تخلیه.	
محاسبه مقدار تغییر آب‌خور شناور:	<b>گام اول</b>
$\text{تغییرات آب‌خور} = \frac{\text{وزن بار}}{TPC}$ تغییرات آب‌خور = .....	
مقدار آب‌خور نهایی:	<b>گام دوم</b>
مقدار آب‌خور نهایی شناور برابر ..... متر می‌باشد.	

کاربرد مرکز ثقل: فرض کنید یک قطعه تخته همگن در اختیار داریم. می‌دانیم که مرکز ثقل آن در مرکز هندسی آن قرار دارد. یعنی در وسط طول، عرض و ارتفاع. حال اگر وزن تخته،  $w$  کیلوگرم باشد و وسط تخته را روی یک پایه قرار دهیم همان طور که در شکل ۲۱ دیده می‌شود تخته به حالت تعادل قرار خواهد گرفت.



شکل ۲۱- مرکز ثقل تخته همگن

اکنون طولی از تخته فوق را به وزن  $w$  کیلوگرم که فاصله مرکز ثقل آن قسمت تا مرکز ثقل اصلی  $d$  است، جدا می‌کنیم. بنابراین، طرف دیگر چوب طبیعتاً سنگین‌تر خواهد شد. این سنگینی باعث می‌شود که آن طرف از چوب به سمت پایین حرکت کند. با توجه به شکل ۲۲ مشاهده خواهید کرد که با برداشتن قسمتی از یک طرف تخته، گشتاوری برابر با  $W \times D$  ایجاد می‌شود که تخته را حول مرکز ثقل، عکس حرکت عقربه‌های ساعت می‌گرداند. حال با توجه به طول جدید تخته، همان‌طور که در شکل ۲۲ نشان داده شده است، مرکز ثقل به وسط طول جدید تخته جابه‌جا خواهد شد.



شکل ۲۲- جابه‌جایی مرکز ثقل تخته همگن پس از بریده شدن

یعنی از نقطه  $G$  به نقطه  $G_1$  حرکت می‌کند. وزن جدید تخته  $W-w$  کیلوگرم، ایجاد گشتاوری حول نقطه  $G$  می‌نماید.

$$GG_1 \times (W-w) = \text{گشتاور حاصل}$$

تا وقتی که این دو نیروی مختلف‌الجهت اثری مانند هم داشته باشند، گشتاورشان نیز باید یکی باشد. با توجه به شکل‌های ۲۱ و ۲۲ خواهیم داشت:

$$GG_1 \times (W-w) = W \times d$$

و یا:

$$GG_1 = \frac{w \times d}{W - w} \text{ متر}$$

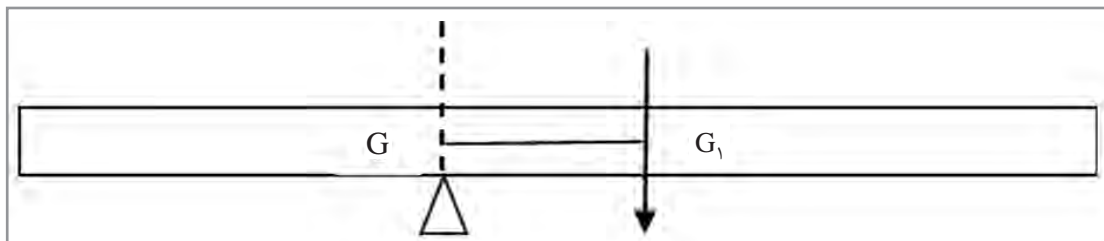
از مطالب فوق نتیجه می‌گیریم که وقتی جرمی از یک جسم برداشته شود، مرکز ثقل آن جسم به‌طور مستقیم در عکس جهت مرکز ثقل جرم برداشته شده حرکت می‌نماید و فاصله طی شده از فرمول:

$$G G_1 = \frac{w \times d}{\text{جرم نهایی}}$$

برحسب متر به‌دست می‌آید.

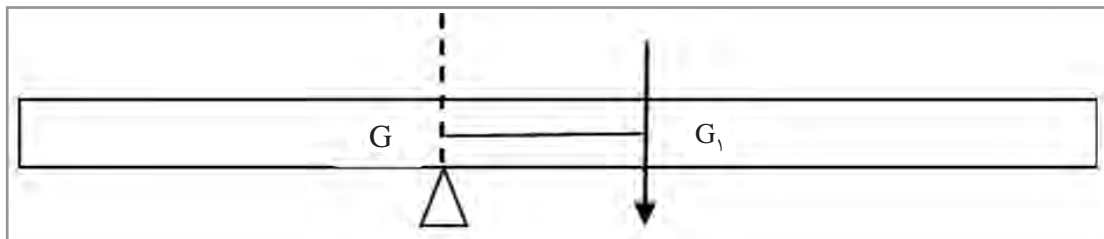
$G G_1$  عبارت است از مسافت جابه‌جا شده مرکز ثقل،  $w$  برابر است با جرم برداشته شده و  $d$  فاصله بین مرکز ثقل جرم برداشته شده تا مرکز ثقل جسم اولیه.

اکنون به بررسی این موضوع می‌پردازیم که در صورت اضافه کردن وزنه چه شرایطی پیش می‌آید؟ بار دیگر این آزمایش را روی یک تخته همگن انجام می‌دهیم. در شکل ۲۳ وقتی تخته روی مرکز ثقل خود قرار می‌گیرد به حالت تعادل می‌ایستد. حال اگر وزنه  $W$  کیلوگرمی را در فاصله  $d$  از مرکز ثقل آن اضافه نماییم، خواهیم دید که طرف سنگین آن به طرف پایین به حرکت درخواهد آمد.



شکل ۲۳- ایجاد گشتاور بر اثر اضافه شدن وزن تخته

با اضافه کردن وزن  $W$  کیلوگرم در فاصله  $d$  از نقطه  $G$ ، گشتاوری نسبت به نقطه  $G$  از فرمول  $w \times d$  کیلوگرم متر به وجود می‌آید. حال طول جدید تخته را طبق شکل ۲۴ بررسی می‌نماییم.



شکل ۲۴- جابه‌جایی مرکز ثقل تخته همگن پس از اضافه شدن وزن

مرکز ثقل جدید در فاصله نصف طول جدید قرار خواهد گرفت ( $G_1$ ) و وزن جدید تخته،  $W+w$  کیلوگرم می‌شود. در این حال گشتاوری برابر با  $G G_1 \times (W+w)$  کیلوگرم نسبت به  $G$  ایجاد می‌شود. دو گشتاور فوق باید با هم برابر باشند. شکل‌های ۲۳ و ۲۴. یعنی:

$$G G_1 = \frac{w \times d}{W + w} \text{ متر}$$

از مطالب گفته شده نتیجه می‌گیریم که وقتی وزنه‌ای را به شناور اضافه نماییم، مرکز ثقل آن شناور مستقیماً به طرف مرکز ثقل وزنه جابه‌جا می‌شود و فاصله پیموده شده توسط  $G$  از رابطه زیر به دست خواهد آمد:

$$GG_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$$

در این رابطه:

$GG_1$  برابر تغییر مکان مرکز ثقل شناور؛

$W$  برابر وزنه اضافه شده؛

$d$  برابر فاصله بین دو مرکز ثقل می‌باشد.

کار در کلاس



جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
وزن جابه‌جایی (Displacement) کشتی ۳۲۰۰ تن است. در صورتی که یک وزنه ۲۰۰ تنی در فاصله ۱۷ متری از مرکز ثقل اولیه آن افزوده شود، جابه‌جایی مرکز ثقل آن را پیدا کنید.	
محاسبه مقدار گشتاور ایجاد شده بر اثر مقدار ۲۰۰ تن وزنه بارگیری شده: $w \times d = \dots\dots\dots$	گام اول
مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: $W+w = \dots\dots\dots$ مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ..... تن می‌باشد.	گام دوم
محاسبه مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از بارگیری: $GG_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ $GG_1 = \dots\dots\dots$	گام سوم

کار در منزل



جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
وزن جابه‌جایی (Displacement) کشتی ۲۰۰۰۰ تن است. در صورتی که یک وزنه ۳۰۰ تنی در فاصله ۱۰ متری از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه شود، جابه‌جایی مرکز ثقل آن را پیدا کنید.	
محاسبه مقدار گشتاور ایجاد شده بر اثر مقدار ۳۰۰ تن وزنه تخلیه شده: $w \times d = \dots\dots\dots$	گام اول

مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: $W_w = \dots\dots\dots$ مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر — تن می‌باشد.	گام دوم
محاسبه مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از تخلیه: $G G_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ $GG_1 = \dots\dots\dots$	گام سوم

**فاصله مرکز ثقل تا کف شناور (KG)**

KG در یک کشتی عبارت است از ارتفاع قائم نقطه مرکز ثقل نسبت به موقعیت کف کشتی (Keel). این فاصله و یا ارتفاع را معمولاً با KG نشان می‌دهند. بر مبنای همین تعریف، اصطلاح زیر نیز برای کشتی‌ها بیان می‌شود:

**Light KG**: ارتفاع نقطه مرکز ثقل کشتی (G) از بالای کیل یک کشتی سبک (خالی از بار) قبل از بارگیری هر نوع کالا، وسایل غذایی و سوخت را که مهندسين ساختمان کشتی محاسبه می‌کنند، Light KG می‌گویند. در اطلاعات مربوط به تعادل کشتی، آنچه به دریانوردان داده می‌شود، Light KG است.

**محاسبه KG نهایی بر اثر بارگیری یا تخلیه کالا (یک مرحله)**

همان‌طور که در مبحث گذشته بیان شد، پس از بارگیری، تخلیه و جابه‌جایی بار در کشتی مرکز ثقل آن جابه‌جا خواهد شد. از آنجا که کف کشتی (Keel) ثابت است، لذا پس از جابه‌جایی مرکز ثقل کشتی، مقدار فاصله مرکز ثقل جدید کشتی با کف کشتی جابه‌جا خواهد شد، بنابراین مقدار KG نهایی شناور معمولاً در مباحث تعادلی شناور محاسبه می‌شود.



شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۱۲۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۶ متر است. در صورتی که یک بار ۵۰۰ تنی در فاصله ۱۰ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.	
جواب:	
گام اول	محاسبه مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۵۰۰ تن وزن بارگیری شده: $w \times d = 500 \times 10 = 5000 \text{ t.m}$
گام دوم	مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: $W+w = 12000 + 500 = 12500 \text{ t}$ مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ۱۲۵۰۰ تن می‌باشد.



<p>محاسبه مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از بارگیری:</p> $G G_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ $G G_1 = \frac{5000}{12500} = 0.4 \text{ m}$ <p>چون بارگیری به سمت کف کشتی انجام شده است، بنابراین مرکز ثقل ۰/۴ به سمت کف کشتی جابه‌جا شده است.</p>	گام سوم
<p>محاسبه مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری ۵۰۰ تن:</p> $\text{Final KG} = \text{KG}_1 = \text{KG}_2 - G G_1 = 6 - 0.4 = 5.6 \text{ m}$ <p>مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری برابر ۵/۶ متر است.</p>	گام چهارم

جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
<p>مشئله</p> <p>شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۵۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۴/۴ متر است. در صورتی که یک بار ۲۰۰ تنی در فاصله ۵ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود. مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.</p>	
جواب:	
<p>گام اول</p> <p>محاسبه مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۲۰۰ تن وزن بارگیری شده:</p> $w \times d = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ t.m}$	
<p>گام دوم</p> <p>مقدار وزن جابه‌جایی نهایی:</p> $W + w = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ t}$ <p>مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ..... تن می‌باشد.</p>	
<p>گام سوم</p> <p>محاسبه مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از بارگیری:</p> $G G_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ $G G_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$ <p>چون بارگیری در بالای مرکز ثقل انجام شده است، بنابراین مرکز ثقل _____ به سمت _____ جابه‌جا شده است.</p>	
<p>گام چهارم</p> <p>محاسبه مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری ۲۰۰ تن:</p> $\text{Final KG} = \text{KG}_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$ <p>مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری برابر ..... متر است.</p>	





جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
مشئله	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۴۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۴/۲ متر است. در صورتی که یک بار ۲۰۰ تنی در فاصله ۴ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
جواب:	
گام اول	محاسبه مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۲۰۰ تن وزن بارگیری شده: $w \times d = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ t.m}$
گام دوم	مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: $W_w = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ t}$ مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ——— تن می‌باشد.
گام سوم	محاسبه مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از تخلیه: $GG_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ $GG_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$ چون تخلیه در بالای مرکز ثقل انجام شده است، بنابراین، مرکز ثقل ——— به سمت ——— جابه‌جا شده است.
گام چهارم	محاسبه مقدار KG نهایی شناور پس از تخلیه ۲۰۰ تن: $\text{Final KG} = KG_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$ مقدار KG نهایی شناور پس از تخلیه بار، برابر ..... متر است.

### محاسبه KG نهایی بر اثر بارگیری و یا تخلیه کالا (چند مرحله)

پس از هر مرحله عملیات بارگیری و یا تخلیه بار در کشتی، مرکز ثقل آن جابه‌جا خواهد شد. در صورتی که چندین مرحله عملیات بارگیری و یا تخلیه انجام شود، برای محاسبه مقدار KG نهایی شناور به روش زیر (تمرین) عمل می‌شود:

$$\text{Final KG} = \frac{\text{Final Moment}}{\text{Final Displacement}} = \frac{(\Delta \times KG) \pm (w_1 \times kg_1) \pm (w_2 \times kg_2) \pm \dots}{\Delta \pm w_1 \pm w_2 \pm \dots}$$

در رابطه بالا، علامت مثبت مربوط به عملیات بارگیری و علامت منفی برای عملیات تخلیه کالا است.



شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۲۵۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۸ متر است. در صورتی که یک محموله ۵۰۰ تنی در فاصله ۵ متری از کف کشتی (Kg=۵m) بارگیری و یک محموله کالا به وزن ۲۰۰ تن در فاصله ۶ متری از کف کشتی (Kg=۶m) بارگیری شود و همچنین مقدار ۳۰۰ تن سوخت در فاصله ۴ متری از کف کشتی (Kg=۴m) تخلیه شود. مقدار KG نهایی شناور را محاسبه کنید.

جواب:

محاسبه مقدار گشتاورهای ایجاد شده بر اثر بارگیری و تخلیه کالا:

	W(Tonnes)	Kg(m)	Moment=w×Kg(T.m)
Ship	۲۵۰۰۰	۸	۲۰۰۰۰۰
Load	+ ۵۰۰	۵	+ ۲۵۰۰
Load	+ ۲۰۰	۶	+ ۱۲۰۰
Discharg	- ۳۰۰	۴	- ۱۲۰۰
Final	۲۵۴۰۰		۲۰۲۵۰۰

گام اول

محاسبه مقدار KG نهایی:

$$\text{Final KG} = \frac{\text{Final Moment}}{\text{Final Displacement}} = \frac{۲۰۲۵۰۰}{۲۵۴۰۰} = ۷/۹۷\text{m}$$

گام دوم



جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:

شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۱۲۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۷ متر است. در صورتی که یک محموله ۸۰۰ تنی در فاصله ۴ متری از کف کشتی (Kg=۴m) بارگیری و یک محموله کالا به وزن ۶۰۰ تن در فاصله ۵ متری از کف کشتی (Kg=۵m) بارگیری شود و همچنین مقدار ۲۰۰ تن سوخت در فاصله ۸ متری از کف کشتی (Kg=۸m) تخلیه شود. مقدار KG نهایی شناور را محاسبه کنید.

تمرین

جواب:

محاسبه مقدار گشتاورهای ایجادى بر اثر بارگیری و تخلیه کالا:				گام اول
	W(Tonnes)	Kg(m)	Moment=w×Kg(T.m)	
Ship	۱۲۰۰۰	۷	۸۴۰۰۰	
Load	+ .....	.....	.....	
Load	+ .....	.....	.....	
Discharg	- .....	.....	.....	
Final	.....		.....	
محاسبه مقدار KG نهایی:				گام دوم
$\text{Final KG} = \frac{\text{Final Moment}}{\text{Final Displacement}} = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} = \dots\dots \text{ m}$				

### ارزشیابی

۱	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۱۶۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۶/۲ متر است. در صورتی که یک محموله ۸۰۰ تنی در فاصله ۴ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه و یک محموله ۲۰۰ تنی در فاصله ۶ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۲	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۱۸۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۵/۸ متر است. در صورتی که یک وزنه ۲۰۰ تنی در فاصله ۴ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه و یک وزنه ۶۵۰ تنی در فاصله ۶ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود. مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۳	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۸۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۷/۶ متر است. در صورتی که یک محموله ۲۵۰ تنی در فاصله ۱/۵ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه بارگیری و مقدار ۳۰۰ تن سوخت در فاصله ۷ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.

۴	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۳۰۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۷/۴ متر است. در صورتی که یک محموله ۵۰۰ تنی در فاصله ۴ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه و یک محموله ۵۰۰ تنی در فاصله ۴ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۵	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۹۹۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۶/۴ متر است. در صورتی که یک محموله ۵۰۰ تنی در فاصله ۲ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری و یک محموله ۵۰۰ تنی در فاصله ۲ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۶	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۵۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۴/۲ متر است. در صورتی که یک محموله ۵۰۰ تنی در فاصله ۲ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری و یک محموله ۵۰۰ تنی در فاصله ۲ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۷	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۱۵۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۲/۷ متر است. در صورتی که یک محموله ۵۰ تنی در فاصله ۲ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری و مقدار ۶۰ تن سوخت در فاصله ۲ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۸	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۴۰۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۵/۴۶ متر است. در صورتی که یک محموله ۴۰ تنی در فاصله ۱/۵ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه و یک محموله ۲۵ تنی در فاصله ۲ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۹	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۷۵۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۷/۸ متر است. در صورتی که کالایی به وزن ۶۰ تن در فاصله ۱/۵ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری و مقدار ۳۰ تن آب توازن از مخزن در فاصله ۶/۵ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
۱۰	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۸۵۰۰ تن و مقدار KG اولیه ۴/۶ متر است. در صورتی که کالایی به وزن ۵۵ تن در فاصله ۱/۵ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن تخلیه و مقدار ۳۵ تن سوخت در فاصله ۳/۵ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیه آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.

## ارزشیابی مرحله ای

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان بودمان (فصل)
۳	<p>۱- محاسبات مربوط به تغییرات آب‌خور شناور را بر اثر تغییر غلظت آب انجام دهد.</p> <p>۲- محاسبات مربوط به جابه‌جایی مرکز ثقل شناور را بر اثر بارگیری و تخلیه انجام دهد.</p> <p>۳- محاسبات مربوط به KG نهایی شناور بر اثر بارگیری و تخلیه را انجام دهد.</p> <p>* هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار	توانایی تحلیل و بررسی مسائل مربوط به غوطه‌وری	محاسبات غوطه‌وری	پایدارسازی کشتی
۲	<p>۱- محاسبات مربوط به تغییرات آب‌خور شناور را بر اثر تغییر غلظت آب انجام دهد.</p> <p>۲- محاسبات مربوط به جابه‌جایی مرکز ثقل شناور بر اثر بارگیری و تخلیه را انجام دهد.</p> <p>۳- محاسبات مربوط به KG نهایی شناور بر اثر بارگیری و تخلیه را انجام دهد.</p> <p>* هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار			
۱	<p>۱- محاسبات مربوط به تغییرات آب‌خور شناور را بر اثر تغییر غلظت آب انجام دهد.</p> <p>۲- محاسبات مربوط به جابه‌جایی مرکز ثقل شناور را بر اثر بارگیری و تخلیه انجام دهد.</p> <p>۳- محاسبات مربوط به KG نهایی شناور بر اثر بارگیری و تخلیه را انجام دهد.</p> <p>* هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	کمتر از حد انتظار			
			نمره مستمر از ۵		
			نمره شایستگی بودمان از ۳		
			نمره بودمان از ۲۰		

## ارزشیابی شایستگی پایدارسازی کشتی

### ۱ شرح کار:

■ بررسی اصول تعادل کشتی

بررسی

نیروهای وارد ← بررسی قوانین شناوری ← بررسی اصول تعادل ← شناوری و غوطه‌وری محاسبات بر بدنه کشتی

### ۲ استاندارد عملکرد:

پس از اتمام این واحد یادگیری انتظار می‌رود هنرجویان بتوانند نیروهای وارده به بدنه شناور را درک کرده و با توجه به قوانین شناوری و اصول تعادل، محاسبات مربوط به شناوری و غوطه‌وری را به درستی انجام دهند.

#### ■ شاخص‌ها:

■ تشخیص نیروهای وارده بر بدنه شناور و حرکات مختلف آن، درک صحیح از مفاهیم مربوط به قوانین شناوری و اصول تعادل و نیز انجام محاسبات مربوط به شناوری و غوطه‌وری.

### ۳ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز ناوبری به همراه بازدید نوبه‌ای و مشخص از شناورها در هنگام بارگیری و تخلیه کالا و شبیه‌ساز پل فرماندهی شناور.

ابزار و تجهیزات: ماکت شناور، شبیه‌ساز ناوبری و نرم‌افزارهای مربوطه.

### ۴ معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی نیروهای وارد بر بدنه کشتی	۲	
۲	بررسی قوانین شناوری	۲	
۳	بررسی اصول تعادل	۲	
۴	انجام محاسبات مربوط به شناوری و غوطه‌وری	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و نگرش‌ها: ۱- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی برای بازدید از شناور؛ ۲- استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات؛ ۳- دقت و سرعت عمل در انجام محاسبات.	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۱۰ می‌باشد.

## پودمان ۳

### کار با کالا و بارچینی



## واحد یادگیری ۳

### کار با کالا و بارچینی

#### آیا تا به حال پی برده اید

- چه کالاهایی با کشتی حمل می‌شود؟
- تخلیه و بارگیری چگونه انجام می‌شود؟
- تهویه انبارهای کشتی چه زمانی باید صورت گیرد؟
- بارچینی و مهار بار چگونه انجام می‌شود؟
- کالاهای خطرناک در حمل و نقل دریایی کدام‌اند؟

#### استاندارد عملکرد

کار با کالا و بارچینی به دریانورد می‌آموزد که چگونه کشتی را برای حمل کالا آماده نموده و پس از آماده‌سازی انبارها بارگیری نماید و نیز چه اقداماتی باید در طول سفر دریایی و در زمان تخلیه برای مراقبت از بار انجام دهد. هر دریانورد برای کسب مهارت کار با کالا و بارچینی باید انواع بار، نحوه آماده‌سازی انبار، روش‌های مختلف تخلیه و بارگیری، روش‌های بارچینی و مهار بار و زمان تهویه انبار را بداند و شناخت کافی از انواع کالاهای خطرناک و مهارت لازم برای مقابله با مخاطرات احتمالی در زمان بارگیری، حمل دریایی و تخلیه بار را داشته باشد. همچنین باید علائم و برچسب‌های الصافی روی بارها را بشناسد تا بتواند با رعایت ایمنی کامل آنها را تخلیه و بارگیری نماید. این واحد یادگیری سعی دارد با آموزش کار با کالا و بارچینی و انجام تمرینات علمی و عملی لازم، هنرجویان را برای عملیات تخلیه و بارگیری آماده نماید.

پس از پایان این فصل هنرجویان قادر خواهند بود به شناخت مفیدی از کار با کالا و بارچینی دست یافته، پس از مشاهده عملی روی کشتی و کارورزی و همچنین با به‌کارگیری مهارت‌های لازم به صورت عملی کار با کالا و بارچینی را تجربه نمایند. رعایت نکات ایمنی و توجه به شایستگی‌های غیرفنی مانند رعایت نظم و ترتیب و بهداشت فردی و عمومی، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای نیز از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در تمام مراحل باید رعایت شوند.



بودمان سوم: کار با کالا و بارچینی



شکل ۱- بارچینی و مهار کالا در انبار یک کشتی

## حمل و نقل دریایی (Maritime Transportation)

سهم حمل و نقل دریایی برای جابه‌جایی کالاها در تجارت بین‌المللی بیش از ۹۰ درصد کل این تجارت است. این میزان به لحاظ وزنی حدوداً شش میلیارد تن از انواع کالاهاست که تقریباً یک سوم آن را کالاهای نفتی و یک سوم آن را کالاهای خشک و فله و بقیه را کالاهای غیر فله تشکیل می‌دهند.



شکل ۲- کشتی کانتینربر ایران یاسوج



سهم ایران از حمل و نقل دریایی چقدر است و ناوگان تجاری ایران در جهان چه رتبه‌ای دارد؟

## کالا (Cargo) و انواع آن




محموله کشتی را کالا یا بار می‌نامند. کالاهای گوناگونی از طریق دریا حمل می‌شود که در ادامه با انواع عمده آنها آشنا خواهید شد. هریک از انواع کالاها در بیشتر مواقع با کشتی مخصوص حمل آن نوع کالا حمل می‌شود و برای بارگیری، حمل و نقل دریایی و تخلیه آنها باید اقدامات لازم به عمل آید.



با توجه به جدول ۱ برای هر کدام از انواع کالاها سه مثال کلی دیگر به همراه معادل انگلیسی آنها بیاورید.

جدول ۱

ردیف	نوع کالا	معادل انگلیسی	تصویر
۱	کالای فله جامد ۱. غلات ۲. .... ۳. .... ۴. ....	Solid Bulk Cargo Grains Ores Livestock Meal Fertilizer	
۲	کالای فله مایع ۱. نفت خام ۲. .... ۳. .... ۴. ....	Liquid Bulk Cargo Crude Oil Oil Products Vegetable Oil Natural Gas	
۳	کالای کانتینری ۱. کانتینر ۲۰ فوتی ۲. .... ۳. .... ۴. ....	Containerized Cargo ۱. 20' Container 40' Container Open Top Container Reefer Container	

تصویر	معادل انگلیسی	نوع کالا	ردیف
	Refrigerated Cargo	.....	۴
	Fruits	..... ۱	
	Vegetables	..... ۲	
	Dairy	..... ۳	
	Frozen Meat	..... ۴	
	(Meat, Chicken & Fish)	.....	
	General Cargo	.....	۵
	Wooden Boxes	..... ۱	
	Steel Products	..... ۲	
	Machineries	..... ۳	
	Drums	..... ۴	
	Live Cargo	.....	۶
	Light Livestock (Sheep)	..... ۱	
	Heavy Livestock (Cow)	..... ۲	
	Zoo Animals	..... ۳	
	Domestic Animals (Horse)	..... ۴	

در کلاس خود در مورد اقدامات لازم هنگام بارگیری و حمل کالاهای مورد اشاره روی کشتی و همچنین تخلیه آنها از کشتی بحث و گفت‌وگو کنید.

بحث کلاسی



در هنگام جابه‌جایی منزل و اسباب‌کشی چه اقداماتی باید انجام شود؟ برای اقدامات لازم فهرست بازبینی تهیه کنید.

کار در منزل






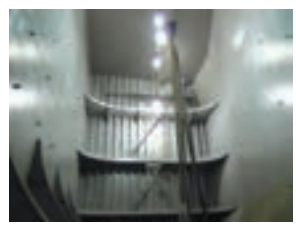




هر یک از هنجویان در مورد تخلیه و بارگیری یک کالای خاص که هنرآموز به وی واگذار می‌نماید، در اینترنت و منابع کتابخانه‌ای تحقیق نماید و نتیجه را در قالب پرده‌نگار به هنرآموز رایانامه نماید.



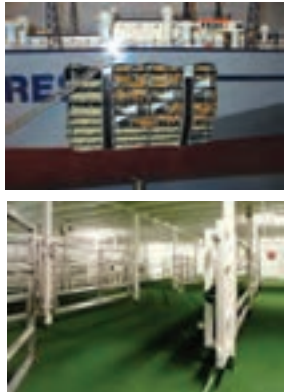
## شناسایی انبار و انواع آن

انبار کشتی، فضایی است زیر عرشه اصلی که برای حمل بار از آن استفاده می‌شود. همان‌طور که در بخش قبل با انواع کشتی آشنا شده‌اید، در این بخش نیز با انبارهای آنها آشنا خواهید شد. جدول زیر به شکل کلی و مشخصات ظاهری ساختمان انبار کشتی‌های مختلف می‌پردازد.

جدول ۲

شکل انبار	مشخصات کلی به انگلیسی	نوع کشتی	ردیف
 	<p>Bulk Carrier</p> <p>Bulk carrier's cargo hold is self-trimming.</p> <p>The hold has top side tanks on each top corner and double bottom tanks or fuel tanks under the tank top.</p>	<p>فله بر</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	۱
 	<p>Tanker</p> <p>Cargo tank has double skin to be stronger.</p> <p>Cargo is loading and unloading by the cargo pump through the pipeline into the cargo tanks.</p>	<p>نفتکش</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	۲

شکل انبار	مشخصات کلی به انگلیسی	نوع کشتی	ردیف
	<p>Container Carrier</p> <p>Container ship's hold has cellular guides to make loading and discharging easier.</p> <p>Containers can be stowed on top of each other in the hold and on top of hatch cover.</p>	<p>کانتینر بر</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>۳</p>
	<p>General Cargo</p> <p>General Cargo Ship's hold has twin deck.</p> <p>Under the tank top, there is double bottom tank</p>	<p>کالای عمومی</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>۴</p>

شکل انبار	مشخصات کلی به انگلیسی	نوع کشتی	ردیف
	<p>Ro-Ro</p> <p>Role on-Roll off Ship's hold has several decks.</p> <p>A ramp is fitted for loading and discharging.</p>	<p>خودروبر</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>۵</p>
	<p>Reefer</p> <p>Reefer Ship's hold is cooled before loading.</p> <p>The hatch opening is smaller to consume less energy.</p>	<p>یخچالی</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>۶</p>
	<p>Cattle Carrier</p> <p>Cattle Carrier's hold has several decks.</p> <p>Metal fences are used to separate the livestock.</p>	<p>زنده بر</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>۷</p>

در جدول ۲ مشخصات کلی انبار کشتی‌های مختلف را از انگلیسی به فارسی ترجمه نموده و درستون مقابل زیر نوع کشتی در جای خالی بنویسید.

کار در منزل



## بازدید علمی

با هماهنگی و تحت سرپرستی و نظارت هنرآموز خود از کشتی‌های در حال عملیات تخلیه و بارگیری در یکی از بنادر کشور بازدید نموده و با کسب اجازه از مراجع مربوط، از این عملیات عکاسی نمایید. در پایان گزارش این بازدید علمی را به صورت مصور به هنرآموز خود تحویل نمایید.

## شناسایی در انبار و انواع آن

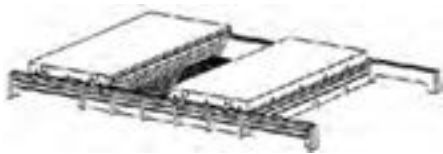

در انبار (Hatch Cover) پوشاننده‌ای فلزی، افقی و ضد آب است که انبار را از ورود آب دریا یا باران و برف محفوظ می‌دارد. در انبار دارای ساختاری بسیار قوی است که ضمن پوشاندن ورودی انبار (Hatchway/Hatch Opening) و محافظت از بار باعث استحکام کشتی شده و مانع نفوذ آب به داخل انبار می‌شود.

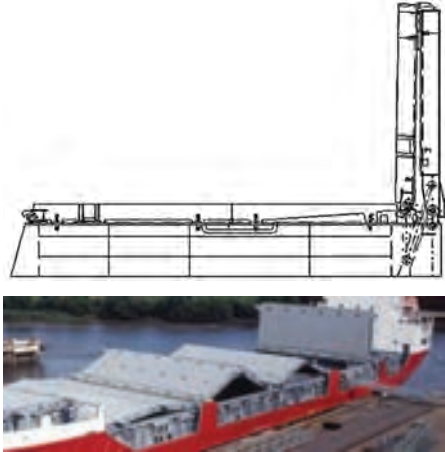
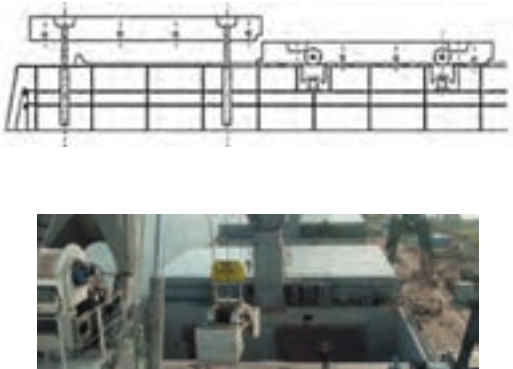
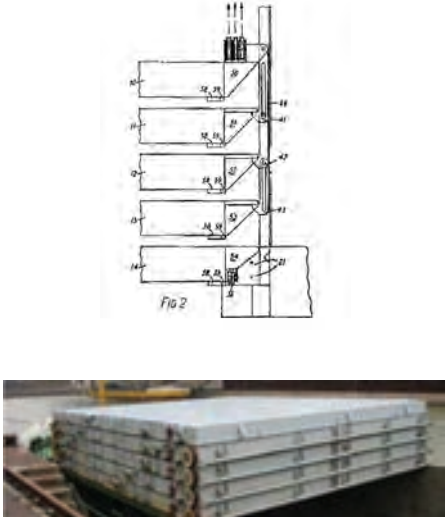


شکل ۳- کشتی فله بر هفت انباره

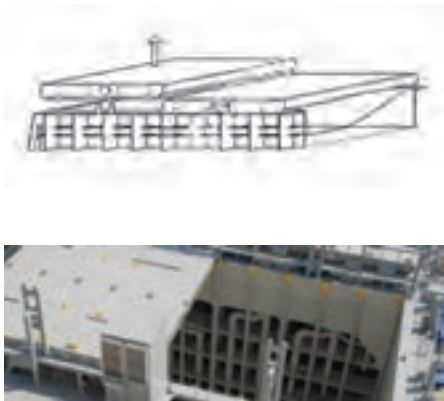
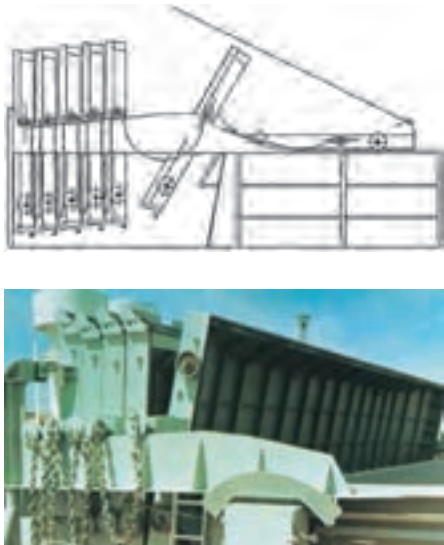
در جدول ۳ با انواع متفاوت در انبار آشنا خواهید شد.

### جدول ۳

ردیف	انواع درب انبار	معادل انگلیسی	شکل و نقشه درب انبار
۱	کنار رو	Side Rolling	 

شکل و نقشهٔ درب انبار	معادل انگلیسی	انواع درب انبار	ردیف
 <p>The technical drawing shows a side view of a folding door system with a vertical track and rollers. Below it is a photograph of a large industrial building with a partially open folding door.</p>	Folding	تا شو	۲
 <p>The technical drawing illustrates a Piggy Back door system with two sets of rollers on a single track. The photograph shows a person operating a large industrial door in a warehouse setting.</p>	Piggy Back	کشویی	۳
 <p>The technical drawing, labeled 'Fig 2', shows a cross-section of a stacking door with multiple rollers and a vertical track. The photograph shows a stack of large, flat panels or doors on a pallet.</p>	Stacking	انباشته‌ای	۴



ردیف	انواع درب انبار	معادل انگلیسی	شکل و نقشه درب انبار
۵	برداشتنی	Lift Away	
۶	یکپارچه	Single Pull	

در گروه خود، انواع متفاوت درب انبارها را با هم مقایسه کنید .

بحث کلاسی



با استفاده از منابع اینترنتی، بررسی کنید که هر کدام از انواع درب انبارها برای چه نوع کشتی‌ای مناسب است؟ نتایج تحقیق خود را در کلاس ارائه نمایید.

تحقیق کنید



نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- بررسی انواع کالاهای قابل حمل از مسیر دریا. ۲- بررسی انواع انبارهای کشتی. ۳- بررسی انواع درها برای انبار کشتی‌ها. *هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	بالاتر از حدانتظار	شناسایی کالا، انبار و درب انبار	کار با انواع کالا و درب انبار	کار با کالا و بارچینی
۲	۱- بررسی انواع کالاهای قابل حمل از مسیر دریا. ۲- بررسی انواع انبارهای کشتی ۳- بررسی انواع درها برای انبار کشتی‌ها. *هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	در حد انتظار			
۱	۱- بررسی انواع کالاهای قابل حمل از مسیر دریا. ۲- بررسی انواع انبارهای کشتی. ۳- بررسی انواع درب انبارهای کشتی. *هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## تهویه (Ventilation)

برخی از کالاهای در حال حمل مانند میوه‌ها (موز) و کالاهای مستعد اشتعال خودبه‌خود مانند زغال سنگ و غذای ماهی، گرما تولید می‌کنند.

برخی دیگر از کالاها، گازهایی را تولید می‌کنند که این گازها باید از انبارها خارج شوند، مانند گازهای قابل انفجار یا قابل اشتعال برخاسته از زغال سنگ، دود (منوکسید کربن) خروجی آگزوز محمولات خودرویی کشتی های RO – RO، دی‌اکسید کربنی که میوه‌های در حال رسیدن تولید می‌کنند و گازهای مختلف سمی. تهویه انبار به منظور جابه‌جایی هوای آزاد با هوای داخل انبار برای از بین بردن و مقابله با یک یا چند مورد از عوامل ناخواسته زیر صورت می‌پذیرد:

جدول ۴

ردیف	علت تهویه	معادل انگلیسی
۱	حرارت	.....
۲	گاز	.....
۳	رطوبت	.....
۴	بو	.....
۵	میعان	.....

معادل انگلیسی واژه‌های بالا را بیابید و جاهای خالی را پر نمایید.

کار در منزل



در محیط اطراف مانند منزل یا هنرستان شما چه اماکنی نیاز به تهویه دارند؟ چرا؟

بحث کلاسی

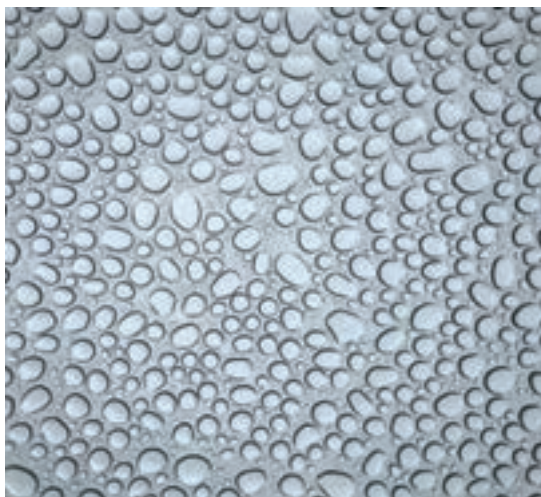


## تعریق (Sweat)

هنگامی که بخار آب موجود در هوا میعان شده و به قطرات آب تبدیل می‌شود تعریق اتفاق می‌افتد. تعریق بر دو نوع است:

تعریق کشتی (Ship Sweat)

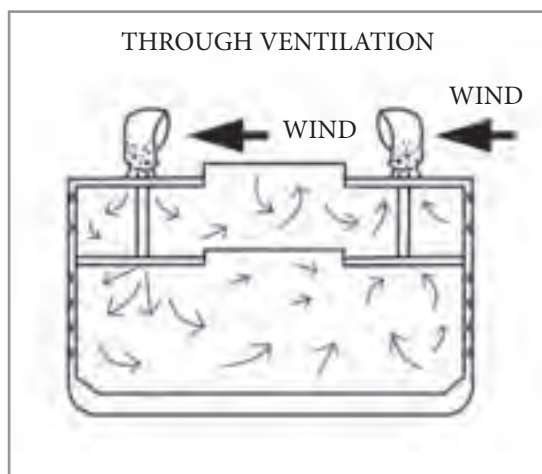
اگر قطرات آب روی بدنه داخلی انبار یا درب انبار تجمع نمایند، آن را تعریق کشتی می‌نامند که می‌تواند به سمت بار رفته یا روی آن بچکد و به بار آسیب برساند.



شکل ۴- تعریق

### تعریق بار (Cargo Sweat)

هنگامی که بار سرد است و هوای ورودی گرم، اگر قطرات آب روی بار تجمع نمایند، آن را تعریق بار می‌نامند.



شکل ۵- تهویه سراسری

به منظور جلوگیری از تعریق، باید فرایند تهویه مناسب در زمان و مکان مناسب انجام شود. همان طور که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌شود، تهویه می‌تواند به صورت طبیعی یا مکانیکی انجام شود. اگر کالا از مناطق گرم به سرد حمل می‌شود، تهویه لازم است ولی در صورتی که کالا از مناطق سرد به گرم حمل می‌شود یا در صورت هرگونه شک و تردید نسبت به انجام دادن یا ندادن تهویه، نباید تهویه انجام شود.

در محیط اطراف از نمونه‌های فلزی که در اثر تعریق دچار آسیب شده‌اند عکاسی نموده و برای هنرآموز خود رایانامه نمایید.

کار در منزل



## مه‌ار بار (Cargo Securing / Lashing)



شکل ۶- مه‌ار لوله

مه‌ار مناسب بار برای حفظ ایمنی در دریا بسیار مهم است. مه‌ار نامناسب محموله‌ها نه تنها در دریا، بلکه در هنگام بارگیری و تخلیه نیز موجب تلفات جانی و آسیب‌های متعدد به کشتی و بار می‌شود. در شکل شماره ۶ چگونگی مه‌ار لوله‌ها مشاهده می‌شود.

### حمل کالاهای عمومی و کانتینر

برای بارگیری، چینش، مه‌ار، حمل و تخلیه کالاهای عمومی و کانتینر آشنایی با مه‌ار این نوع کالاها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در این راستا فراگیری مباحثی که در پی می‌آید ضروری است. این مفاهیم به صورت تکمیلی در مقاطع تحصیلی بالاتر آموزش داده خواهند شد اما در این قسمت به صورت اجمالی با آنها آشنا خواهید شد.

### مه‌ار کالاهای عمومی و کانتینر

مه‌ار کالاهای عمومی و کانتینر به دلیل تنوع در جنس، شکل و اندازه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای مه‌ار کالاهای عمومی و کانتینر از ادواتی که در جدول ۵ نشان داده شده است، استفاده می‌شود:


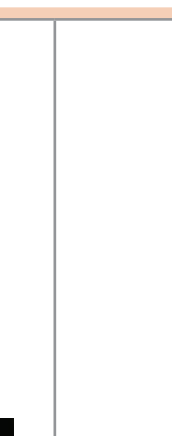
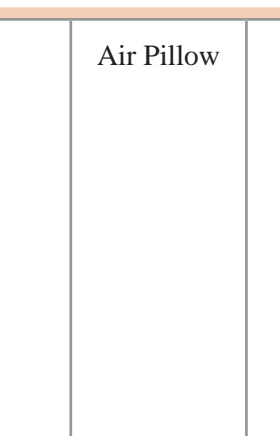


در جدول ۵ ضمن آشنایی با انواع ادوات مه‌ار و آموزش کار با آنها، کاربرد هر یک را در ستون مربوط بنویسید:

جدول ۵



ردیف	نام	معادل لاتین	کاربرد	تصویر
۱	ضربه‌گیر	Dunnage		

فعالیت  
کارگاهی








  		Air Pillow	بالش هوا	٢
 		Bamboo Mat	حصير بامبو	٣

		Wire Rope	طناب سیمی	۴
		Turnbuckle	مهارکش	۵
		Shackle	حلقه	۶



		Clamp	گیره	۷
		Chain	زنجیر	۸



  <p>Climbing hook</p> 		Stopper	نگه دارنده	۹
 		Steel Strap	نوار آهن	۱۰

		Nylon Strap	نوار نایلونی	۱۱
		Foundation	پایه	۱۲
		Manual Twist Lock	قفل چرخان دستی	۱۳

		Automatic Twist Lock	قفل چرخان خودکار	۱۴
 		Bridge Fitting	پل پیچ	۱۵
 		Cone	مخروط	۱۶

		Eye	چشمی	۱۷
		Rod	میله	۱۸

## ارزشیابی مرحله‌ای

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- بررسی تهویه و دلایل نیاز به آن. ۲- بررسی اهمیت مهار کالا در شناور. ۳- بررسی انواع لوازم مهار کالا در شناور. * هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	بالتر از حدانتظار	شناسایی تهویه، مهار و ابزار مهار کالا	کار با انواع سیستم تهویه و مهار کالا	کار با کالا و بارچینی
۲	۱- بررسی تهویه و دلایل نیاز به آن. ۲- بررسی اهمیت مهار کالا در شناور. ۳- بررسی انواع لوازم مهار کالا در شناور. * هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	در حد انتظار			
۱	۱- بررسی تهویه و دلایل نیاز به آن. ۲- بررسی اهمیت مهار کالا در شناور. ۳- بررسی انواع لوازم مهار کالا در شناور. * هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## کانتینر و انواع آن

کانتینر (Container) محفظه‌ای فلزی است که محموله‌ها در آن چیده می‌شوند و با وسایل نقلیه مختلف از جمله کشتی، کامیون، قطار، هواپیما و... به مقصد مورد نظر حمل می‌شود. کانتینرها عموماً به دو دسته ۲۰ و ۴۰ فوتی تقسیم می‌شوند و کانتینرهای ۴۰ فوتی نیز به دو دسته معمولی و مرتفع تقسیم می‌شوند. واحد شمارش کانتینر یک عدد کانتینر بیست فوت استاندارد می‌باشد که اصطلاحاً به آن T.E.U اطلاق می‌گردد.

واحد شمارش کانتینر از چه کلمات لاتینی اقتباس شده است؟

بحث کلاسی



مزایای استفاده از کانتینر را در کلاس مورد بحث قرار دهید.

بحث کلاسی



### انواع کانتینر

#### ۱ کانتینر معمولی (Normal Container):

کانتینر معمولی پرکاربردترین نوع کانتینر است و هر نوع کالای خشکی در آن قابل حمل است.



شکل ۷- کانتینر عادی

#### ۲ کانتینر یخچال دار (Reefer Container):

همان‌طور که از اسم آن پیداست این کانتینر دارای سیستم خنک‌کننده (متحرک یا ثابت) بوده و برای محموله‌هایی که امکان فاسدشدن دارند از جمله مواد غذایی و فاسدشدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. جهت نگهداری این نوع کانتینر باید باراندازهای خاص مجهز به انشعاب برق را آماده نمود.



شکل ۸- کانتینر یخچال دار



شکل ۹- کانتینر روباز

### ۳ کانتینر روباز (Open Top Container): از

این کانتینر نیز همانند نوع اول برای کالاهای خشک استفاده می‌شود با این نوع تفاوت که به جای سقف فلزی از یک پارچه کرباسی یا نایلونی به عنوان سقف استفاده می‌شود. جنس دیواره این کانتینر از استیل موج‌دار و کف آن چوبی است. کاربرد این نوع کانتینر برای حمل کالاهایی مانند کالاهای فله جامد است.



شکل ۱۰- کانتینر پهلو باز

### ۴ کانتینر پهلو باز (Open Side Container):

یک طرف این نوع کانتینر از در تشکیل شده است و مزایایی نسبت به کانتینر نرمال دارد که عبارت‌اند از: الف) استفاده حداکثری از حجم کانتینر؛ ب) سهولت در بارگیری؛ ج) کالاهای بزرگ و حجیم را در خود جای می‌دهد.



شکل ۱۱- کانتینر مخزن دار

### ۵ کانتینر مخزن دار (Tank Container): برای

حمل مایعات و گازها کاربرد دارد و شکل آن نیز با دیگر کانتینرها متفاوت است و به شکل یک مخزن افقی استوانه‌ای است.



شکل ۱۲- کانتینر تاشو

### ۶ کانتینر تاشو (Flat Rack Container): از این

نوع کانتینرها برای حمل کالاهای حجیم، عریض و مرتفع مانند ماشین‌آلات استفاده می‌شود. کالاهایی که در این نوع کانتینر بارگیری می‌شوند باید کاملاً مهار شوند. کانتینر تاشو در صورت نیاز تا می‌شود تا هنگام حمل به عنوان کانتینر خالی فضای کمتری را اشغال کند.



شکل ۱۳- کانتینر مسطح

### ۷ کانتینر مسطح (Platform Container): از

این نوع کانتینرها برای حمل کالاهای حجیم، طویل، عریض و مرتفع مانند ماشین‌آلات استفاده می‌شود. کالاهایی که در این نوع کانتینر بارگیری می‌شوند باید کاملاً مهار شوند. کانتینر مسطح هنگام حمل به عنوان کانتینر خالی کمترین فضای ممکن را اشغال می‌کند.

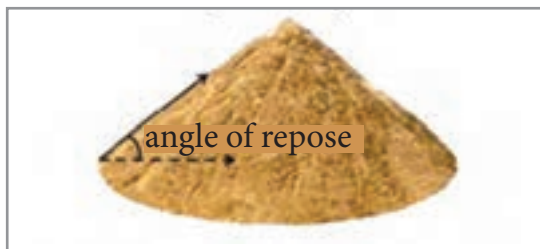


با جست‌وجو در اینترنت ابعاد استاندارد کانتینرها را بیابید.

## حمل بار فله جامد

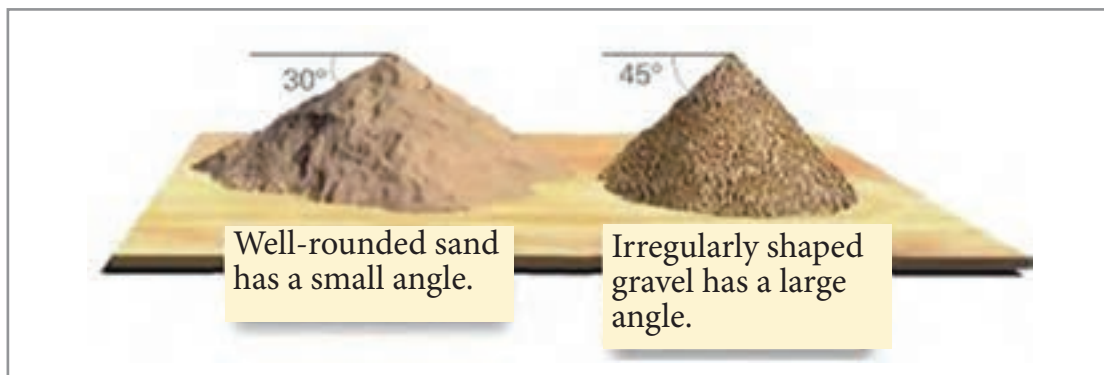
برای بارگیری، چینش، مهار، حمل و تخلیه کالاهای فله‌آشنایی با مباحثی که در پی می‌آید ضروری است. این مفاهیم به صورت تکمیلی در مقاطع تحصیلی بالاتر آموزش داده خواهند شد، اما در این قسمت به صورت اجمالی با آنها آشنا خواهید شد.

### زاویه ریزش (Angle of Repose)

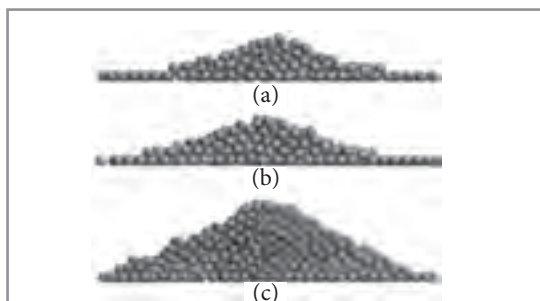


شکل ۱۴- زاویه ریزش

زاویه بین سطح افقی و سطح بالاترین نقطه مخروط ایجاد شده از انباشت کالای فله که خود به خود ریزش می‌نماید و روی هم انباشته می‌شود، زاویه ریزش نامیده می‌شود. کالای فله از نظر زاویه ریزش به دو دسته زیر تقسیم می‌شود:



شکل ۱۵- انواع زاویه ریزش



شکل ۱۶- زاویه ریزش در شرایط مختلف

الف) مواد فله با زاویه ریزش کمتر از ۳۵ درجه: موادی هستند که عموماً از ریزدانه‌ها تشکیل شده‌اند و به راحتی روی هم انباشته نمی‌شوند مانند پودرها و غلات. این مواد به آسانی در اثر حرکات افقی و عرضی کشتی و در صورت مهار نامناسب، ممکن است به یک طرف ریزش کرده، جمع شده و ایجاد خطر نمایند.



ب) مواد فله با زاویه ریزش بیشتر از ۳۵ درجه: موادی هستند که عموماً از کلوخ در اندازه‌های متفاوت تشکیل شده‌اند و تا ارتفاع بالاتری روی هم انباشته می‌شوند؛ مانند سنگ معدن و زغال سنگ. این مواد در اثر تکان‌های افقی و عرضی کشتی ریزش نمی‌کنند و به علت وزن بالا ایجاد خطر کمتری می‌نمایند.

نکته ایمنی



کالاهای فله عموماً شامل خطرات احتمالی هستند که در هنگام تخلیه و بارگیری، افراد باید برای مقابله با آنها مهارت‌های لازم ایمنی و محافظتی را فراگرفته و به کارگیری نمایند. از جمله این خطرات می‌توان به خطرات ناشی از مواد سمی، گرد و غبار و اشتعال (خود به خود) اشاره نمود. در مواجهه با هر یک از این مخاطرات، موارد ایمنی مربوط مانند استفاده از صورتک (ماسک)، عینک، دستکش، لباس مناسب و انواع وسایل آتش‌نشانی باید به کار گرفته شوند. حساسیت‌های فردی نیز می‌تواند به آسیب‌های احتمالی افزوده و فرد را دچار عوارض ثانویه نماید؛ لذا این‌گونه حساسیت‌ها حتماً باید پیشاپیش به اطلاع افراد مسئول رسانده شود.

زاویه ریزش مواد مختلفی نظیر نمک، شن، ماسه، قلوه سنگ و آجر را با هم مقایسه کرده و نتیجه را در قالب نمودار ترسیم نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



### Moisture Content

$$MC = \frac{w - d}{d} \times 100$$

w = wet weight  
d = weight after drying

### مقدار رطوبت (Moisture Content)

مقدار رطوبت، بخشی از وزن محموله است که از آب، یخ و یا دیگر مایعات تشکیل می‌شود و به‌عنوان یک درصد از کل نمونه‌های بار نمونه برداری بیان می‌شود. مقدار رطوبت از فرمول زیر به دست می‌آید که در آن  $w$  وزن بار مرطوب و  $d$  وزن بار خشک است:



شکل ۱۷- وسایل مورد نیاز این فعالیت

مقداری شن و ماسه مرطوب را وزن کنید، سپس آنها را کاملاً خشک نموده و مجدداً توزین نمایید. با استفاده از فرمول، مقدار رطوبت آن را محاسبه کنید.

فعالیت  
کارگاهی



### جابه‌جایی رطوبت (Moisture Migration)

ممکن است رطوبت موجود در بار به علت ارتعاش یا حرکات شناور در جهت‌های مختلف جابه‌جا شود که به این پدیده، جابه‌جایی رطوبت گفته می‌شود. جابه‌جایی رطوبت می‌تواند جزیی یا کلی باشد که در حالت دوم می‌تواند باعث ایجاد اثر سطحی و در نتیجه به برهم زدن تعادل کشتی منجر شود.



شکل ۱۸- جابه‌جایی رطوبت

### حالت سیال (Flow State)

این حالت هنگامی رخ می‌دهد که یک محمولهٔ فلهٔ جامد دارای رطوبت، که تحت تأثیر نیروهای خارجی مانند ارتعاش یا حرکات مختلف‌الجهت کشتی، انسجام درونی خود را از دست می‌دهد و مانند یک مایع سیال عمل کرده و حرکت می‌کند.



شکل ۱۹- حالت سیال

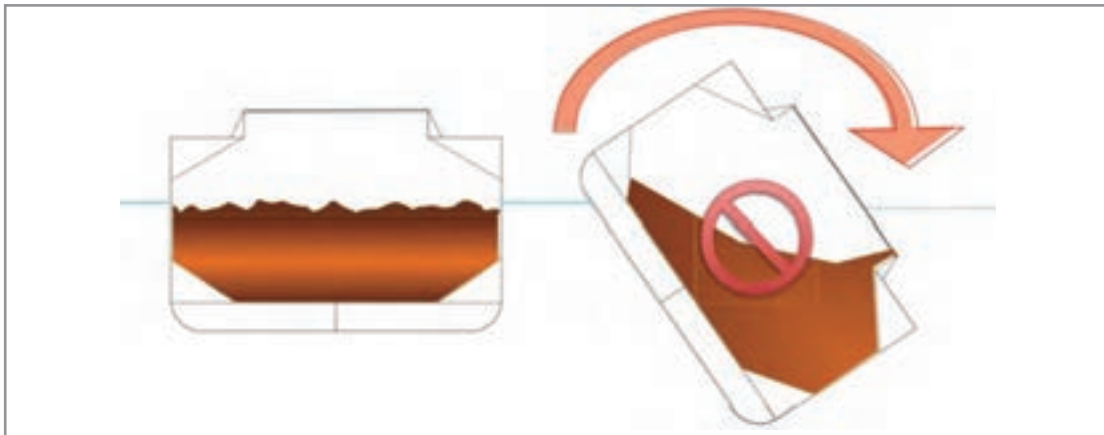
### نقطهٔ جریان رطوبت (Flow Moisture Point)

درصد رطوبتی است که در آن، حالت سیال اتفاق می‌افتد که این نقطه با نمونه‌برداری و آزمایش قابل محاسبه است.

### حد مجاز رطوبت بار برای حمل (Transportable Moisture Limit)

به حداکثر رطوبت مجاز در یک محموله برای حمل دریایی با ایمنی کامل TML گفته می‌شود. این میزان به درصد بیان می‌شود. همان‌طور که در شکل ۲۰ مشاهده می‌کنید در صورت رعایت نکردن این حد مجاز، ممکن است تمام بار مانند مایع به یک طرف حرکت نموده و کشتی را به طور غیرقابل برگشتی از حالت تعادل خارج نماید.

بودمان سوم: کار با کالا و بارچینی



شکل ۲۰- رعایت نکردن حد مجاز رطوبت بار برای حمل

به صورت گروهی در مورد مخاطرات احتمالی حمل بارهای دارای رطوبت بالا که قابلیت رفتار سیال دارند (Cargos which may liquefy) تحقیق نموده و نتیجه را در کلاس ارائه نمایید.

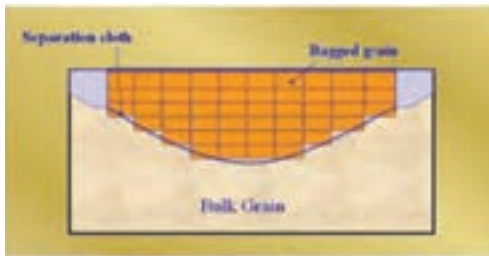
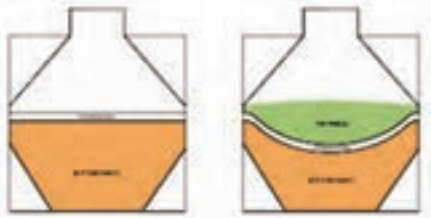
تحقیق کنید

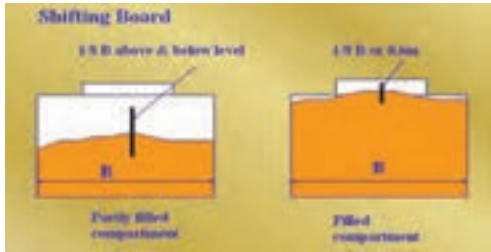
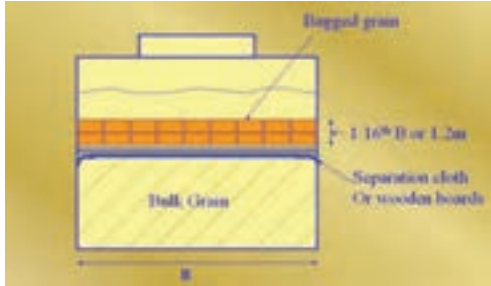
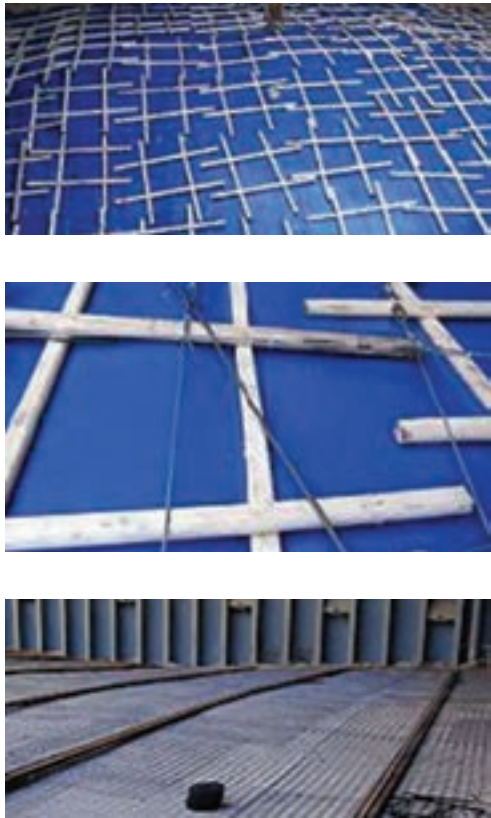


### مهاری بارهای فله

در بارگیری بارهای فله، بار باید تمامی فضای انبار را پر کند و مسطح شود تا از جابه‌جایی بار در طول سفر جلوگیری شود؛ در غیر این صورت برای مهار کردن و جداسازی بارهای فله در انبارهایی که کاملاً پر و یا مسطح نشده‌اند، از پنج روش زیر استفاده می‌شود:

### جدول ۶

ردیف	نام	معادل لاتین	شکل
۱	بشقابی	Saucering	
۲	بقچه‌ای	Bundling	

شکل	معادل لاتین	نام	ردیف
	Longitudinal Division	دیوار طولی	۳
	Over Stowing	روچینی	۴
	Strapping	نواری	۵



کتاب مرجع برای بارگیری، چینش، مهار، حمل و تخلیه کالاهای فله‌ای جامد، کتاب دستورالعمل دریایی بین‌المللی کالاهای فله‌ای جامد (International Maritime Solid Bulk Cargoes Code) می‌باشد. یکی از اهداف این دستورالعمل پس از حمل و نقل ایمن کالاهای فله‌ای جامد، برجسته کردن خطرات مرتبط با حمل برخی از انواع کالاهای فله‌ای جامد است.

اگر مهار بار در محمولات فله‌ای که کاملاً انبار را پر نکرده‌اند، درست انجام نشود، چه عواقبی در پی خواهد داشت؟

بحث کلاسی



شکل ۲۱- جلد کتاب دستورالعمل دریایی بین‌المللی کالاهای فله‌ای جامد

انبارهای موجود در کشتی‌های فله‌بر دارای قابلیت خودبه‌خودی مسطح‌سازی بار (Self Trimming) هستند. این قابلیت را با استفاده از شکل‌های این فصل و فصل ساختمان کشتی نشان داده و توضیح دهید.

کار در کلاس



## حمل بار فله مایع



شکل ۲۲- کشتی حمل بار فله مایع

برای حمل نفت و مشتقات آن که حاوی بخارها و گازهای قابل اشتعال هستند از تانکرها استفاده می‌شود. در این مخازن حتی بدون محموله نیز ممکن است گازهای قابل اشتعال وجود داشته باشد. به همین جهت رعایت ایمنی کامل جهت پیشگیری از خطرات احتمالی بسیار اهمیت دارد. در این راستا استفاده از «سامانه گاز بی اثر ضروری» است.

### سامانه گاز بی اثر (Inert Gas System)

هنگامی که بخار تولید شده توسط یک محموله نفتی با هوا که حاوی اکسیژن است مخلوط می‌شود، می‌تواند منجر به انفجار گردد. این انفجار می‌تواند صدمات غیرقابل جبرانی به کشتی، محموله نفتی، محیط زیست دریایی و مهم‌تر از همه، جان افراد وارد نماید. برای ایمنی در برابر چنین سانحه‌ای، از «سامانه گاز بی اثر» استفاده می‌شود. در واقع این سامانه مهم‌ترین سامانه ایمنی یک پارچه برای مخازن نفت است. سامانه گاز بی اثر با ایجاد پوشش گازی غیرقابل فعل و انفعال، باعث افتراق اکسیژن و نتیجتاً از بین بردن شانس هرگونه احتراق، اشتعال یا انفجار می‌شود.



«گازهای بی‌اثر» کدام‌اند و چرا به این نام معروف هستند؟

تحقیق کنید



رسم کنید



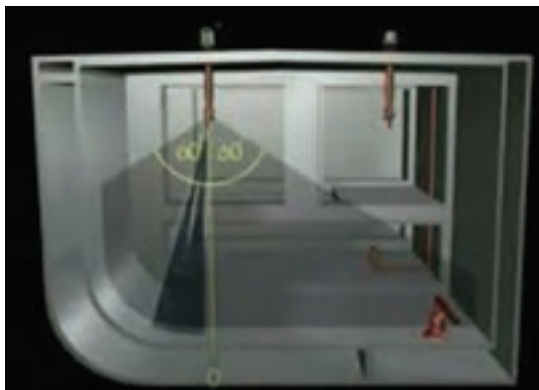
با تحقیق در اینترنت و با استفاده از نرم‌افزار نقشه‌کشی، طرح‌واره‌ای (نموداری) از سامانهٔ گاز بی‌اثر رسم نموده و آن را به هنرآموز خود رایانامه نمایید.

شکل ۲۳- سامانهٔ گاز بی‌اثر

### شست‌وشوی نفت خام (Crude Oil Washing)

در قدیم، مخازن نفتی به‌وسیلهٔ آب دریا شست‌وشو می‌شدند؛ اما این روش، دارای معایب و مشکلاتی بود از جمله اینکه:

- ۱ آلودگی دریایی را افزایش می‌داد، در مخازن ایجاد خوردگی می‌نمود.
- ۲ برای حفظ پسماند بار و پس‌آب شست‌وشو، مخازن بزرگی اشغال می‌گردید. برای حل این مشکل، یک روش سبز (زیست‌محیطی) به‌کار گرفته می‌شود که در آن از خودمحموله داخل مخزن برای شست‌وشوی پایدار استفاده می‌گردد.



شکل ۲۴- شست‌وشوی انبار کشتی فله‌بر مایع

روش کار این سامانه به این صورت است که محمولهٔ نفتی با فشار روی دیواره‌ها و سطوح مخزن پاشیده می‌شود. نتیجه، رسوباتی که به‌مخزن چسبیده‌اند در محمولهٔ حل شده و به محموله مفید تبدیل می‌شوند که می‌تواند به مخازن ساحلی پمپ شود. این سامانه تا حد قابل توجهی نیاز به مخازن ذخیرهٔ پسماند را در کشتی کاهش می‌دهد و تقریباً می‌توان تمام محموله را به‌ساحل منتقل کرد. این فرایند به نام شست‌وشوی نفت خام یا COW شناخته می‌شود.



شکل ۲۵



شکل ۲۶







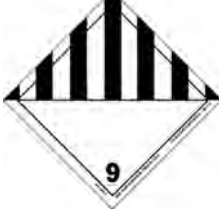
برای معضلات زیست محیطی بندر خود چه راه کارهای سبزی پیشنهاد می‌نمایید؟ در این مورد به صورت گروهی بحث کنید.

## حمل کالاهای خطرناک (Dangerous Goods)

کالاهای خطرناک شامل مواد و عناصری هستند که یک یا چند مورد از قابلیت‌های انفجار، احتراق، اشتعال، تشعشع، خورندگی، انتشار گازهای سمی و ترکیب شیمیایی مخاطره‌آمیز را دارند. این کالاها دارای طبقه‌بندی خاصی بوده که در جدول زیر آمده است. در هنگام حمل این گونه کالاها باید موارد ایمنی نظیر پوشش ایمنی منطبق با خطرات احتمالی و همچنین، احتیاط لازم در خصوص دسترسی به کمک‌های اولیه مورد نیاز به طور کامل رعایت گردد.

جدول ۷

برچسب (علامت)	معادل لاتین	نام	کلاس
	Explosives	مواد منفجره	۱
	Gases	گازها	۲
	Flammable Liquids	مایعات قابل اشتعال	۳
	Flammable Solids	جامدات قابل اشتعال	۴

برچسب (علامت)	معادل لاتین	نام	کلاس
	Oxidizing Agents and Organic Peroxides	مواد اکسیدکننده و پرواکسیدهای آلی	۵
	Toxic and Infectious Substances	مواد سمی و عفونت‌زا	۶
	Radioactive substances	مواد رادیواکتیو	۷
	Corrosive substances	مواد خورنده	۸
	Miscellaneous	مواد متفرقه خطرناک	۹



کتاب مرجع برای بارگیری، چینش، مهار، حمل و تخلیه کالاهای خطرناک، کتاب «دستورالعمل دریایی بین‌المللی کالاهای خطرناک» (International Maritime Dangerous Goods Code) می‌باشد. این کالاها باید در محفظه های ایمن بدون نشستی و با الصاق برچسب‌های مربوطه به‌طور مجزا در انبارهایی که برطبق طبقه‌بندی انجام شده در کتاب دستورالعمل کالاهای خطرناک یا IMDG Code مشخص شده است، تحت نظارت افراد مسئول بارگیری، مهار، حمل و تخلیه شوند.



شکل ۲۷- جلد دستورالعمل IMDG CODE

با تحقیق در اینترنت، زیر گروه‌های طبقه‌بندی بالا را شناسایی نموده و همه را به همراه مثال و برچسب مربوطه در قالب اعلان (پوستر) مقوایی تهیه نموده و در کلاس یا کارگاه نصب کنید.

با بررسی قوطی افشانه‌ها، رنگ‌ها و چسب‌ها، برچسب خطر مربوط به آنها را مشاهده کرده و گروه مربوطه را شناسایی کنید. سپس از چند نمونه آنها عکاسی نموده و تصاویر را پس از کوچک‌سازی به هنرآموز خود رایانامه نمایید.

تحقیق کنید



کار در منزل



نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- بررسی انواع کانتینر و کاربرد آنها ۲- بررسی کار با کالاهای فله خشک و مایع و خطرات آنها ۳- بررسی انواع کالاهای خطرناک * هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار	شناسایی کالاهای کانتینری، فله خشک و مایع و خطرات آنها و انواع کالای خطرناک	کار با انواع کالاهای	کار با کالا و بارچینی
۲	۱- بررسی انواع کانتینر و کاربرد آنها ۲- بررسی کار با کالاهای فله خشک و مایع و خطرات آنها ۳- بررسی انواع کالاهای خطرناک * هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	در حد انتظار			
۱	۱- بررسی انواع کانتینر و کاربرد آنها ۲- بررسی کار با کالاهای فله خشک و مایع و خطرات آنها ۳- بررسی انواع کالاهای خطرناک * هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## ارزشیابی شایستگی کار با کالا و بارچینی

<p><b>۱ شرح کار</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ بررسی و شناخت انواع کالاها و انواع در انبارها</li> <li>■ چگونگی انجام تهویه و دلایل انجام آن</li> <li>■ بررسی و شناخت مهار کالا و تجهیزات مربوط به آن</li> <li>■ بررسی و شناخت کانتینر و انواع آن</li> <li>■ بررسی و شناخت کالاهای فله ای خشک و مایع و مخاطرات آنها</li> <li>■ بررسی و شناخت کالاهای خطرناک و انواع آنها</li> </ul> <p><b>۲ استاندارد عملکرد</b></p> <p>بررسی و شناخت عملیات کار با کالا و بارچینی</p> <p><b>شاخص‌ها</b></p> <p>تشریح کامل از عملیات کار با کالا و بارچینی</p>																																																											
<p><b>۳ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات</b></p> <p>شرایط: مکان مناسب انجام کار و کارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد.</p> <p>ابزار و تجهیزات: کارگاه مجهز به ماکت، تجهیزات و پرده نگار</p>																																																											
<p><b>۴ معیار شایستگی</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>بررسی و شناخت انواع کالاها و انواع در انبارها</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>چگونگی انجام تهویه و دلایل انجام آن</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>بررسی و شناخت مهار کالا و تجهیزات مربوط به آن</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td>بررسی و شناخت کانتینر و انواع آن</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۵</td> <td>بررسی و شناخت کالاهای فله ای خشک و مایع و مخاطرات آنها</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۶</td> <td>بررسی و شناخت کالاهای خطرناک و مخاطرات آنها</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> <tr> <td colspan="4">* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.</td> </tr> </tbody> </table>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	بررسی و شناخت انواع کالاها و انواع در انبارها	۱		۲	چگونگی انجام تهویه و دلایل انجام آن	۲		۳	بررسی و شناخت مهار کالا و تجهیزات مربوط به آن	۱		۴	بررسی و شناخت کانتینر و انواع آن	۱		۵	بررسی و شناخت کالاهای فله ای خشک و مایع و مخاطرات آنها	۱		۶	بررسی و شناخت کالاهای خطرناک و مخاطرات آنها	۱			شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:	۲			۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛				۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛				۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛				۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای.				میانگین نمرات		*	* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																																																								
۱	بررسی و شناخت انواع کالاها و انواع در انبارها	۱																																																									
۲	چگونگی انجام تهویه و دلایل انجام آن	۲																																																									
۳	بررسی و شناخت مهار کالا و تجهیزات مربوط به آن	۱																																																									
۴	بررسی و شناخت کانتینر و انواع آن	۱																																																									
۵	بررسی و شناخت کالاهای فله ای خشک و مایع و مخاطرات آنها	۱																																																									
۶	بررسی و شناخت کالاهای خطرناک و مخاطرات آنها	۱																																																									
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:	۲																																																									
	۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛																																																										
	۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛																																																										
	۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛																																																										
	۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای.																																																										
	میانگین نمرات		*																																																								
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.																																																											



## پودمان ۴

### کاربری ماشین آلات



## واحد یادگیری ۴

### کاربری ماشین آلات

#### آیا تاکنون پی برده‌اید

- نیروی رانش کشتی‌ها توسط چه وسایلی تأمین می‌شود؟
- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی چگونه است؟
- چه سامانه‌هایی حرکت شناورها را در آب امکان‌پذیر می‌کند؟
- برای جلوگیری از آلودگی آب دریاها و هوا چه وسایلی در کشتی موجود است؟
- در صورت بروز آتش‌سوزی گسترده در موتورخانه و انبار کشتی‌ها چه تجهیزاتی برای مقابله با آن موجود است؟

#### استاندارد عملکرد

با مطالعه این پودمان هنرجویان با انواع پیش‌ران کشتی‌ها و به صورت ساده با طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی و دوار آشنا شده و در می‌یابند که چه تجهیزاتی برای جلوگیری از آلودگی آب دریاها استفاده می‌شود. در ادامه با سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده آشنایی پیدا کرده و روش ارتباطی تلگراف را مطالعه می‌کنند. در آخر با اهمیت سامانه اعلام خطر به عنوان سامانه‌ای مهم آشنا می‌شوند.

## سامانه‌های رانش شناورها (ships propulsion systems)

کشتی‌ها از مهم‌ترین وسایل حمل و نقل هستند و همواره نقش بسیار با اهمیتی در پیشرفت و گسترش تمدن بشری داشته‌اند. یکی از دلایل این موضوع قابلیت حمل بارهای گوناگون در مسافت‌های بسیار دور بوده است. برای رسیدن به این هدف، ماشین آلات و وسایل مختلفی در کشتی‌ها یافت می‌شود که تعدادی از آنها برای به حرکت درآوردن کشتی‌ها و برخی دیگر برای تخلیه و بارگیری استفاده می‌شوند، اما همه کشتی‌ها جهت حمل بار ساخته نشده‌اند و کاربردهای گسترده‌تری مانند تحقیقات، مقابله با دشمن، لوله‌گذاری در بستر دریا و... دارند، به همین دلیل وسایل و امکانات موجود در کشتی‌ها با یکدیگر متفاوت است. در این پودمان شما با مهم‌ترین انواع ماشین آلات که اغلب در همه کشتی‌ها موجود است، آشنا می‌شوید.

از اولین وسایلی که انسان‌ها از آنها برای رانش شناورها استفاده کردند، پارو و بادبان بود که پارو توسط نیروی ماهیچه و بادبان توسط نیروی باد باعث حرکت شناورها می‌شد. امروزه از این وسایل تنها در شناورهای تفریحی و ورزشی استفاده می‌شود و یا به عنوان پشتیبان سامانه‌ها (backup system) در موارد اضطراری کاربرد دارند.



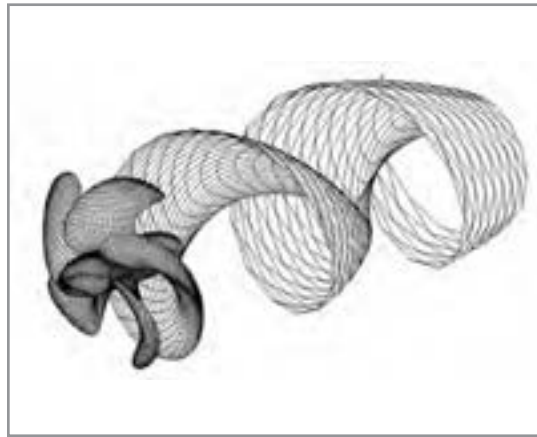
شکل ۱- استفاده از پارو به عنوان پشتیبان در هنگام از کار افتادن موتور قایق نجات

## پیش برنده‌ها (propulsor)

به‌طور کلی از پیش برنده‌های دریایی جهت ایجاد نیروی رانش به منظور غلبه بر نیروی مقاومت شناور و حرکت آن در آب استفاده می‌شود و پرکاربردترین آنها عبارت‌اند از:

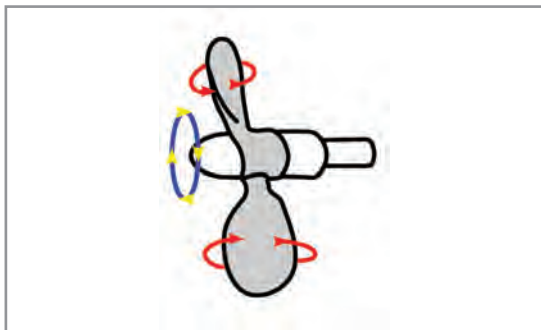
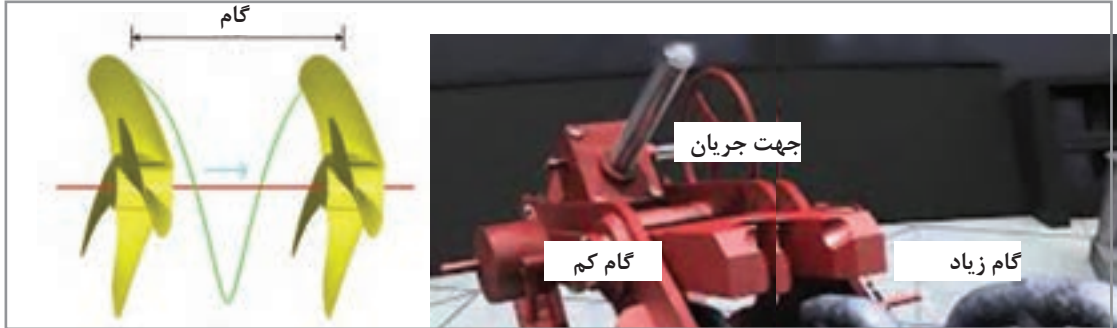
### ۱ پروانه (propeller)

پروانه با گردش خود، به آب نیرو وارد کرده و باعث می‌شود آب از قسمت جلو به سوی عقب فشار داده شود. عکس‌العمل این نیرو بر روی پروانه باعث حرکت روبه‌جلوی شناور می‌شود؛ به عبارت دیگر حرکت پروانه در آب مانند حرکت یک پیچ درون چوب، مارپیچی بوده و نیروی رانشی تولید می‌نماید (شکل ۲).



شکل ۲- نیروی رانشی پروانه

اگر پره‌های پروانه به‌روی بدنه اصلی آن ثابت بوده و زاویه آن تغییر نکند، به آن پروانه گام ثابت (fixed\_pitch propeller) می‌گویند ولی اگر در پروانه قابلیت این وجود داشته باشد که زاویه پره‌ها نسبت به بدنه اصلی تغییر کند، به آن «پروانه گام متغیر» (controllable\_pitch propeller) می‌گویند (شکل ۳).



شکل ۳- پروانه گام متغیر

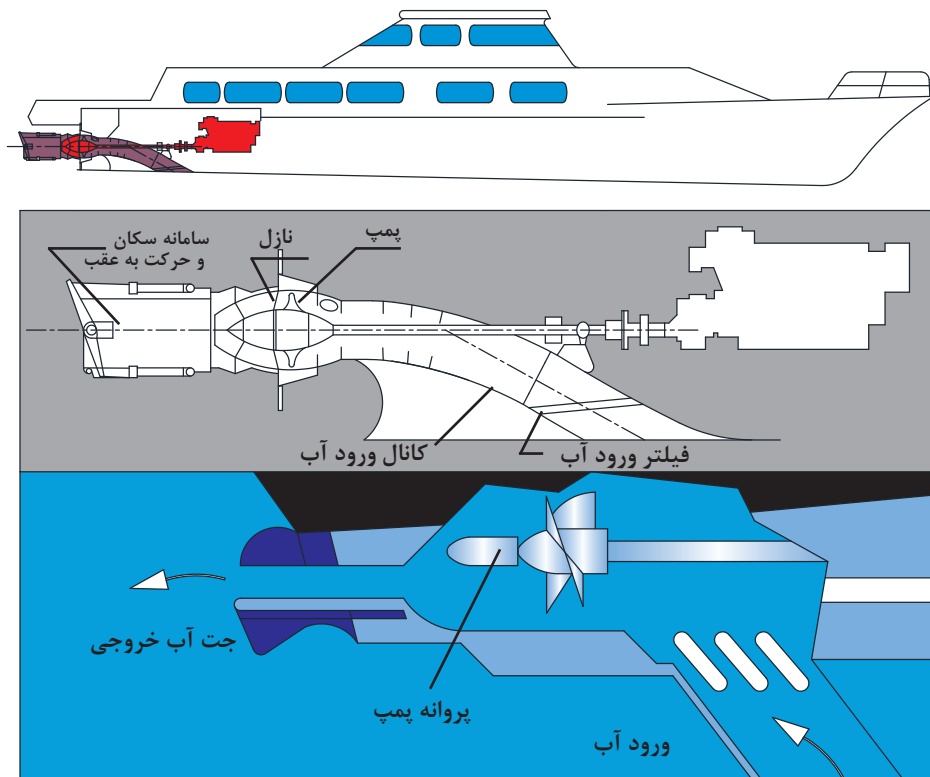


شکل پروانه به گونه‌ای طراحی شده است که حداکثر بازده را برای به جلو راندن شناور ایجاد نماید و درحالی که پروانه به صورت معکوس به حرکت درآید مقداری از بازده آن کم می‌شود، ولی هنوز قابلیت این را دارد که شناور را در جهت رو به عقب نیز به حرکت درآورد.

پروانه‌های گام ثابت (FPP) نسبت به پروانه‌های گام متغیر (CPP) دارای ساختاری ساده‌تر هستند و هزینه تولید پایین‌تری نیز دارند، ولی در صورتی که بخواهیم سرعت شناور را کم یا زیاد کنیم، باید سرعت موتوری که خود پروانه را به حرکت درمی‌آورد کم و یا زیاد کنیم. همچنین اگر شناور بخواهد روبه‌عقب حرکت کند پروانه‌ها ابتدا باید از حرکت بایستند و سپس در جهت معکوس دوباره به گردش درآیند. این مشکل در پروانه‌های گام متغیر وجود ندارد و پروانه‌ها همواره می‌توانند در یک جهت و با سرعت ثابت به گردش درآیند و هنگامی که نیاز به افزایش یا کاهش سرعت شناور هست، تنها با افزایش و کاهش زاویه پره‌های پروانه می‌توان سرعت شناور را تغییر داد و حتی می‌توان زاویه پره‌ها را طوری عوض کرد که حرکت آب از جلوی شناور به طرف عقب آن صورت بگیرد (حرکت روبه‌عقب شناور) بدون تغییر جهت دوران پروانه. اما به هر حال این پروانه‌ها هزینه ساخت و تعمیر و نگهداری بالاتری دارند.

## ۲ واتر جت (Water Jet)

سامانه پیشران واتر جت شامل یک پمپ است که آب را از زیر شناور به داخل مکیده و سپس با عبور از پروانه پمپ، به آن نیرو وارد کرده و در انتها از طریق یک نازل با فشار زیاد به بیرون می‌راند؛ عکس‌العمل این کار باعث رانش شناور روبه‌جلو می‌شود. با افزایش سرعت پمپ می‌توان حجم و فشار آب خروجی را تغییر داد و باعث افزایش سرعت شناور در آب شد (شکل ۴).



شکل ۴- سامانه واتر جت ورود آب



در شناورهای مجهز به سامانه واتر جت، حرکت رو به عقب چگونه ممکن می‌گردد؟

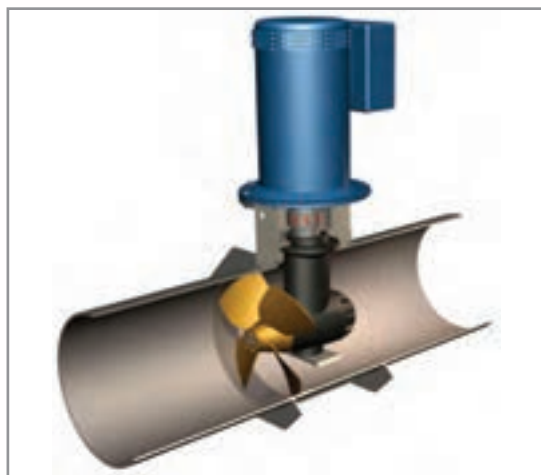
- از مزایای سامانه‌های واتر جت نسبت به پیش‌ران‌های پروانه‌ای می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- قدرت مانور بیشتر شناور و حرکت بهتر به‌طرفین مخصوصاً اگر بیش از یک واتر جت بر روی شناور استفاده شده باشد؛
  - لرزش و ارتعاش کمتر؛
  - قابلیت ترمزی بهتر شناور؛
  - نصب ساده‌تر و عدم نیاز به دقت خیلی زیاد مانند هم‌راستا بودن پروانه و شفت محرک آن.
- سامانه‌های واتر جت در مقایسه با یک پیش‌ران پروانه‌ای هم‌تراز خود دارای قیمت بالاتری است و در سرعت‌های کم، بازده کمتری دارد.

## پیش‌ران اصلی (Main Propulsion)

هرکدام از پیش‌ران‌های گفته‌شده بالا نیاز به یک محرک دارند تا نیروی گردش موردنیازشان را تأمین کرده و آنها را به حرکت درآورد.

امروزه موتورهای احتراق داخلی پیستونی بیشترین کاربرد را برای این منظور دارند، اما توربین‌های بخار و توربین‌های گازی هم هنوز بخش مهمی از سامانه پیش‌ران شناورها را به خود اختصاص داده‌اند. در این بین روش‌های جدیدتری نیز مانند سامانه‌های پاد (Pod Propulsion) معرفی شده‌اند.

سامانه‌های گفته‌شده برای به حرکت درآوردن شناورها در راستای طولی (جلو و عقب) کاربرد دارند، ولی سامانه‌هایی هم برای به حرکت درآوردن در راستای عرضی بر روی کشتی‌ها نصب می‌شوند که از آن جمله می‌توان به سامانه «bow thruster» اشاره کرد.



شکل ۵ - سامانه bow thruster

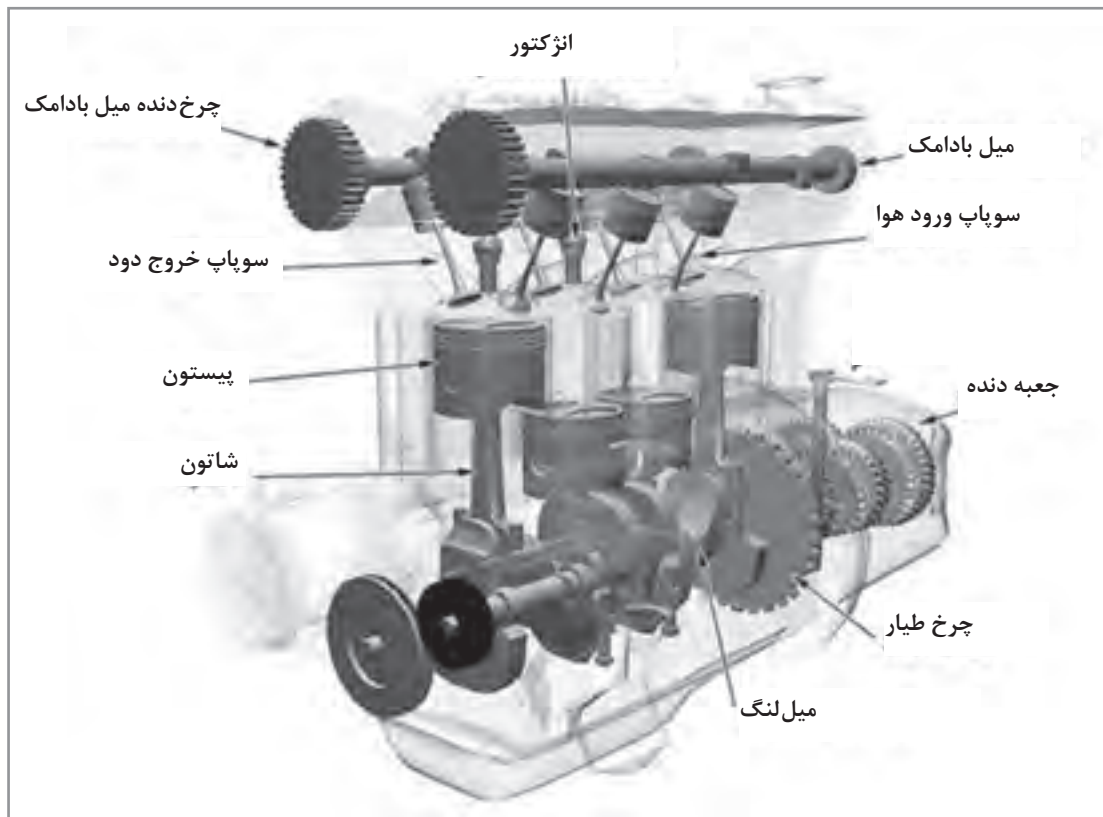
با استفاده از منابع علمی مربوطه تحقیق کنید سامانه‌های پاد (podded type propulsion) چگونه عمل می‌کنند؟



## موتورهای احتراق داخلی پیستونی

این موتورها علاوه بر استفاده در دریا، بر روی تمام خودروهایی که در خیابان‌ها نیز مشاهده می‌کنید، نصب هستند و در دو نوع بنزینی و دیزلی موجود می‌باشند.

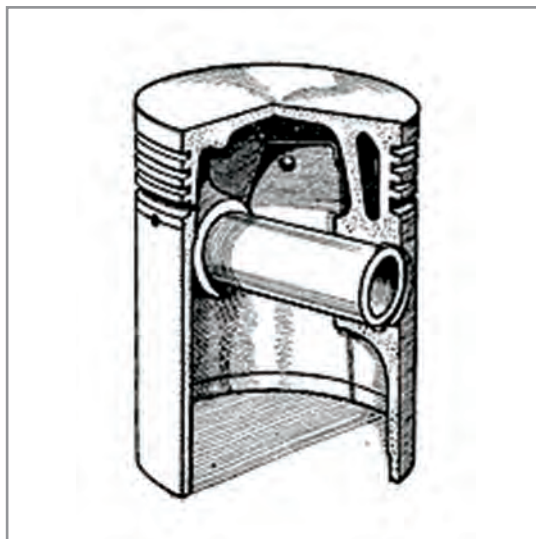
### ■ موتور احتراق داخلی بنزینی



شکل ۶- موتور احتراق داخلی بنزینی

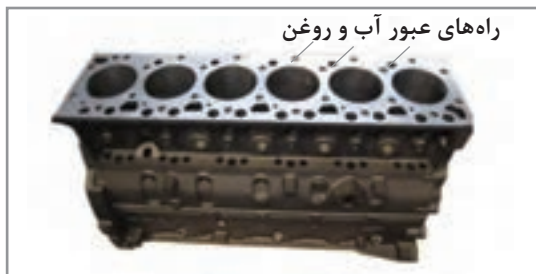
قطعات اصلی تشکیل دهنده این موتورها شامل موارد زیر است:

۱ **پیستون (piston):** پیستون قطعه‌ای است استوانه‌ای شکل مشابه یک لیوان که به صورت برعکس قرار گرفته به نحوی که انتهای آن رو به بالا است. پیستون در بدنه خود دارای شیارهایی است که محل قرار گرفتن قطعاتی به نام «رینگ پیستون» است و در درون خود نیز محلی جهت وصل کردن قطعه دیگری به نام «شاتون» دارد. شاتون توسط یک پین به نام گژن پین (Gudgeon Pin) به پیستون متصل می‌گردد.

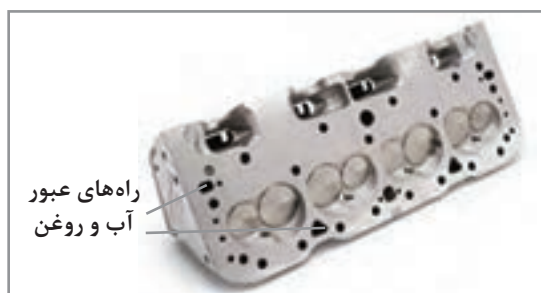


شکل ۷- پیستون به همراه گزن پین و رینگ پیستون ها

۲ سیلندر (cylinder): سیلندر قطعه‌ای است استوانه‌ای شکل که پیستون می‌تواند در درون آن به صورت رفت و برگشتی حرکت کند. سیلندر در بدنه خارجی خود راه‌هایی برای عبور آب خنک‌کننده و روغنی که برای روان کاری قطعات موردنیاز است، دارد. سیلندرها یا به صورت تکی (بوش سیلندر/cylinder liner) ساخته می‌شوند و یا چند عدد از آنها درون یک بلوک قرار دارد که به آن بلوک سیلندر (Cylinder Block) می‌گویند.



شکل ۸- بلوک سیلندر و بوش سیلندر



شکل ۹- سر سیلندر

۳ سر سیلندر (cylinder head): پیستون از یک انتها به درون سیلندر وارد می‌شود و انتهای دیگر سیلندر توسط قطعه‌ای به نام سر سیلندر بسته می‌شود. سر سیلندر در خود راه‌هایی برای جهت عبور آب و روغن دارد که معمولاً با راه‌های عبور این سیالات بر روی بلوک سیلندر هم‌راستا هستند. سر سیلندر در خود محل‌هایی هم جهت قرار گرفتن قطعات دیگری مانند شمع و سوپاپ‌های ورود هوا و خروج دود دارد.



شکل ۱۰- میل لنگ و شاتون

۴ میل لنگ (crankshaft): پیستون‌ها توسط شاتون به میل لنگ متصل می‌شوند. این قطعه وظیفه تبدیل حرکت رفت و برگشتی پیستون به حرکت دورانی را بر عهده دارد.



شکل ۱۱- میل بادامک

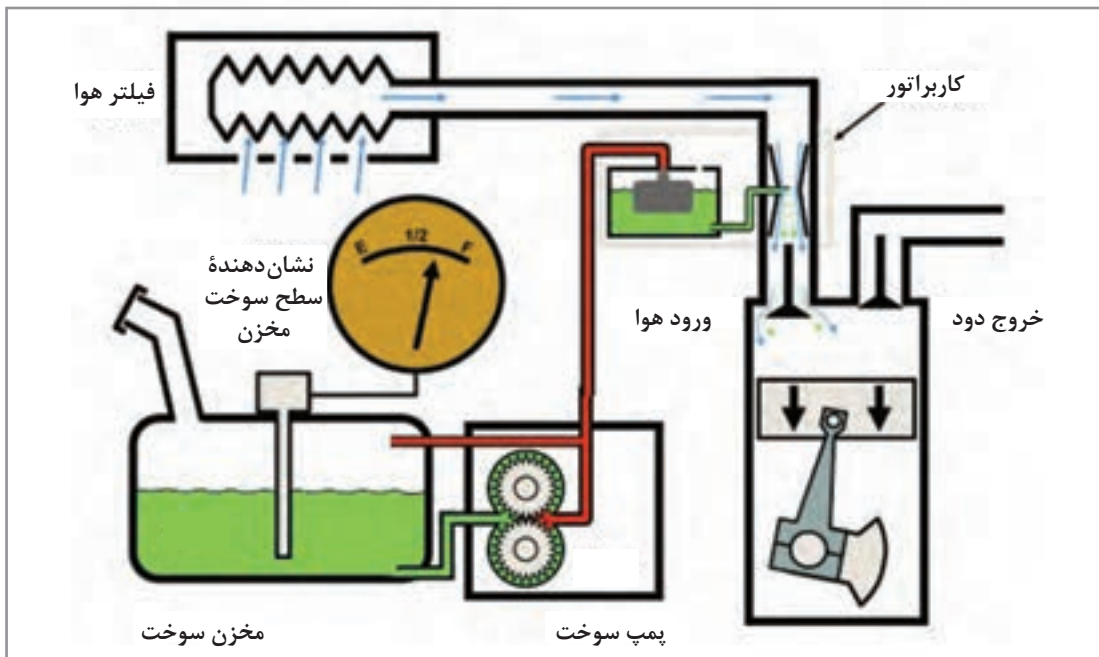
۵ میل بادامک (camshaft): این قطعه بر روی خود برجستگی‌هایی به صورت خارج از مرکز دارد که اصطلاحاً بادامک نامیده می‌شوند. میل بادامک به صورت دورانی حرکت می‌کند و این گردش را از میل لنگ می‌گیرد. واسطه این عمل، چند چرخ‌دنده و یا زنجیر است. (در برخی موتورها برای این منظور از تسمه استفاده می‌شود که در اصطلاح به آن تسمه تایم می‌گویند).



شکل ۱۲- چرخ طیار

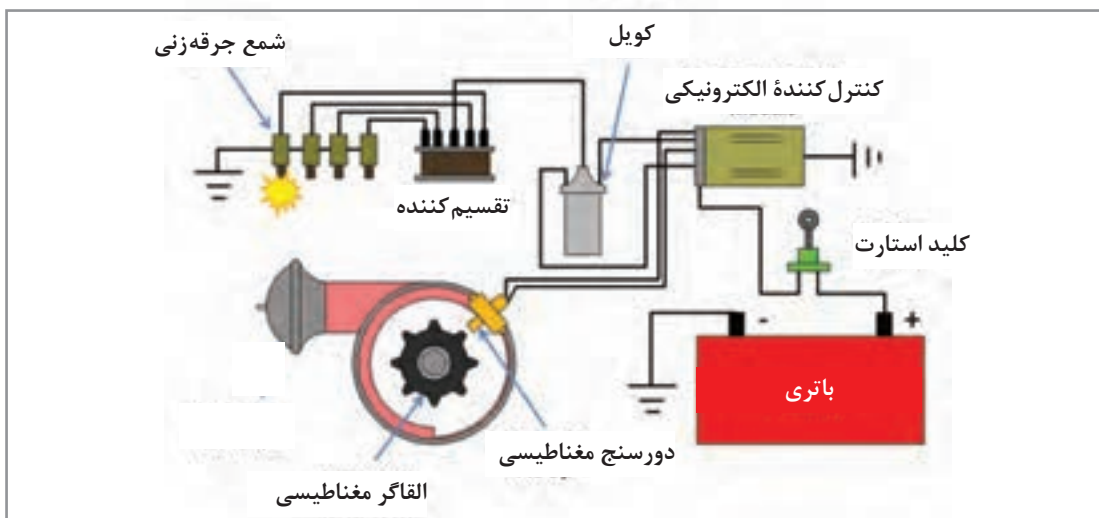
۶ چرخ طیار (flywheel): در انتهای میل لنگ یک چرخ نسبتاً بزرگ به نام چرخ طیار وصل می‌شود که در پیرامون آن دندانه‌هایی برای به گردش درآوردن موتور در زمان خاموش بودن ایجاد شده است. این چرخ به دلیل وزن نسبتاً زیاد خود (در مقایسه با سایر قطعات موتور) با تغییرات سرعت دورانی موتور مخالفت می‌کند و باعث کاهش ارتعاشات آن می‌گردد. ضمناً اگر موتور به کلاچ مجهز شده باشد، محل قرارگیری آن بر روی چرخ طیار خواهد بود.

۷ سامانه سوخت‌رسانی (fuel supply system): وظیفه این سامانه مخلوط کردن هوا و بنزین با یکدیگر با درصد مناسب است. این مخلوط جهت سوختن در اختیار موتور قرار می‌گیرد.



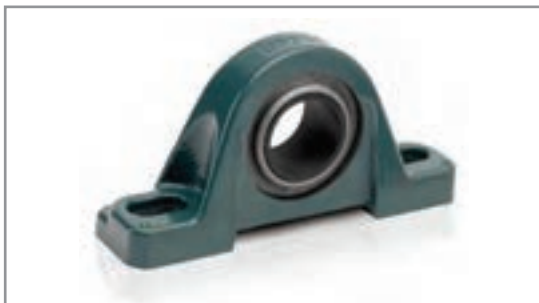
شکل ۱۳- سامانه سوخت‌رسانی کاربراتوری

۸ سامانه جرقه‌زنی (Ignition system): وظیفه این سامانه ایجاد یک جرقه با قدرت مناسب و همچنین در زمان مناسب است. هر دو سامانه سوخت‌رسانی و جرقه‌زنی دارای حسگرهایی بر روی موتور هستند تا مقدار متغیرهای موتور را اندازه‌گیری کرده و کار خود را به‌درستی انجام دهند.



شکل ۱۴- سامانه جرقه‌زنی

۹ **یاتاقان (bearing):** یاتاقان‌ها اجزای مکانیکی هستند که امکان حرکت نسبی بین دو و یا چند قطعه را می‌دهند به نحوی که اصطکاک مابین آنها تا حد قابل قبولی از نظر طراحی، پایین باشد. به عبارت دیگر کار این اجزا اجازه حرکت دادن به دو و یا چند قطعه بر روی همدیگر است با حداقل اصطکاک و حداکثر عمر قطعات. در شکل (۱۵) چند نوع یاتاقان را می‌بینید.



با حضور در کارگاه مکانیک و در هنگام باز بودن قطعات موتور موجود در کارگاه، انواع متفاوت یاتاقان‌های موتور را بررسی کنید. کدام یاتاقان‌ها نیاز به روغن کاری بیشتری دارند؟

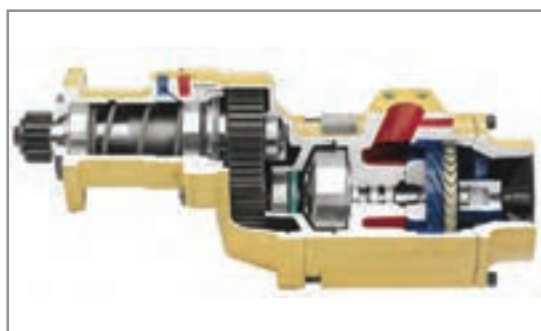
فعالیت  
کارگاهی



شکل ۱۵- چند نوع یاتاقان

## طرز کار

حال باید دید قطعات معرفی شده چگونه در کنار یکدیگر کار می‌کنند؟ حالتی را در نظر بگیرید که موتور خاموش است و پیستون در بالاترین حد حرکتی خود قرار دارد، جایی که فاصله آن تا سرسیلندر در کمترین مقدار خود است. موتور توسط یک استارتر که می‌تواند یا یک الکتروموتور و یا یک موتور استارتر هوایی باشد شروع به دوران می‌کند. این استارتر دارای چرخ‌دنده‌هایی است که با چرخ‌دنده‌های چرخ طیار درگیر می‌شوند. گردش استارتر برقی با نیروی تولیدشده توسط الکتروموتور برقی آن انجام می‌گیرد ولی استارتر هوایی (Air Motor) نیروی گردش خود را توسط هوای فشرده و توربینی که به وسیله این هوای فشرده به گردش درآمده است، ایجاد می‌نماید.



(ب)



(الف)

شکل ۱۶- استارتر برقی (الف) و استارتر هوایی (ب)

پیستون درون سیلندر از بالاترین نقطه که به آن نقطه مرگ بالا یا (TDC Top Dead Center) می‌گویند شروع به پایین آمدن می‌کند. در این لحظه میل بادامک درحالی است که مکانیزم باز و بسته کردن سوپاپ‌ها باعث باز شدن سوپاپ ورودی هوا شده است. با این حرکت پیستون، فشار داخل سیلندر کاهش می‌یابد و متعاقب آن مخلوط هوا و بنزین که توسط سیستم سوخت‌رسانی مهیا شده است، به درون سیلندر مکیده می‌شود. به این فرایند «تنفس» می‌گویند و تا هنگامی که پیستون به پایین‌ترین نقطه حرکتی خود (نقطه مرگ پایین (BDC Bottom Dead Center) برسد، ادامه پیدا می‌کند.

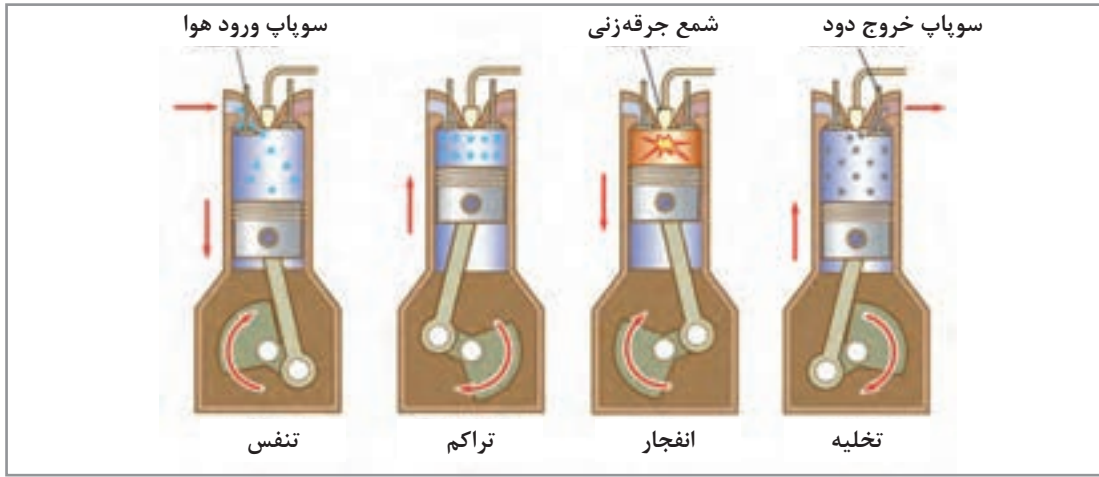
در ادامه حرکت، پیستون شروع به بالا رفتن می‌کند و در این زمان هر دو سوپاپ ورودی و خروجی به سیلندر بسته‌اند و رینگ پیستون‌ها مانع از فرار مخلوط هوا و بنزین به زیر پیستون می‌شوند، در نتیجه مخلوط هوا و بنزین متراکم و گرم می‌گردد. این عمل را «تراکم» می‌نامند.

هنگامی که پیستون به بالاترین نقطه رسید، مخلوط هوا و بنزین به فشرده‌ترین و گرم‌ترین مقدار خود می‌رسد و آماده است تا با یک جرقه منفجر شود. در اینجاست که سیستم جرقه‌زنی با زمان‌بندی دقیق خود، توسط شمعی که در درون سیلندر قرار گرفته است، یک جرقه چندین هزار ولتی را ایجاد می‌کند که باعث انفجار مخلوط هوا و بنزین می‌گردد. این عمل باعث افزایش چشمگیر فشار داخل شده و باعث می‌گردد پیستون با نیروی زیادی رو به پایین حرکت کند؛ این زمانی است که موتور از ما انرژی نمی‌گیرد بلکه باعث تولید نیرو نیز می‌شود، به این عمل «انفجار» می‌گویند.



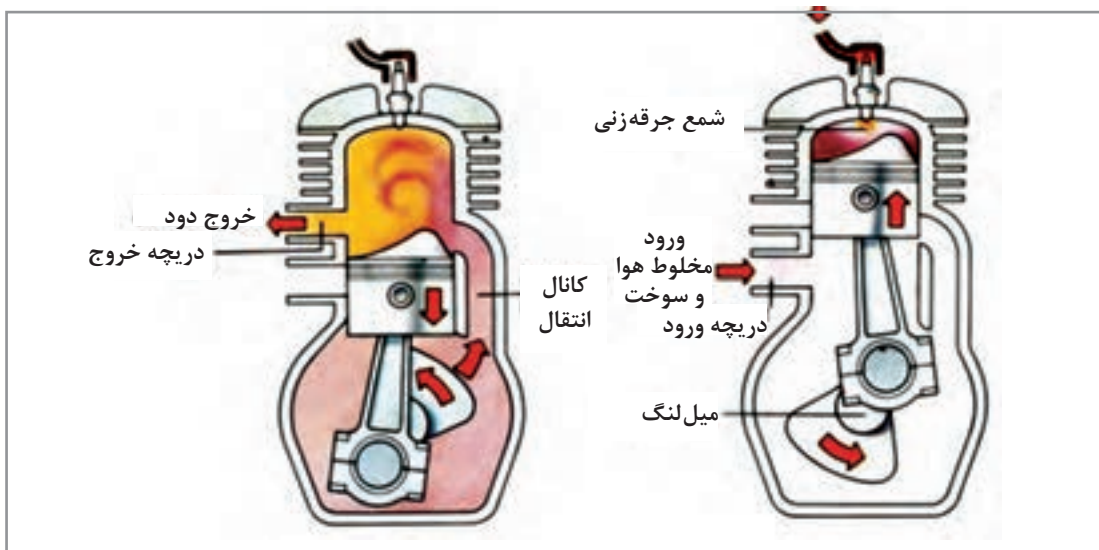
انبساط گازهای داغ تا هنگامی که پیستون به نقطه مرگ پایین برسد ادامه دارد. سپس سوپاپ خروجی دود باز شده و گازهای محصول انفجار، از طریق سوپاپ دود و لوله‌های متصل به آن به خارج از سیلندر فرار می‌کنند که حرکت رو به بالای پیستون نیز به این

کار کمک می‌کند. به این عمل «تخلیه» می‌گویند. حال پیستون در ابتدای زمان تنفس است و این چرخه مرتباً ادامه پیدا می‌کند و موتور روشن می‌شود و تا هنگامی که ورود سوخت یا زدن جرقه قطع نشود موتور به دوران خود ادامه می‌دهد.



شکل ۱۷- موتور ۴ زمانه

این نوع از موتورها که چهار عمل «تنفس»، «تراکم»، «انفجار» و «تخلیه» را در چهار بار رفت و برگشت پیستون درون سیلندر ( دو دور کامل گردش میل لنگ) انجام می‌دهند، موتور «چهارزمانه» نامیده می‌شوند. موتورهایی هم وجود دارند که هر چهار عمل گفته شده را در دو بار رفت و برگشت پیستون (یک دور گردش کامل میل لنگ) انجام می‌دهند که این نوع موتورها، «دو زمانه» نام دارند.



شکل ۱۸- موتور دو زمانه



با حضور در کارگاه مکانیک با شکل ظاهری قطعات موتور آشنا شوید و نحوه اتصال آنها با یکدیگر را بررسی نمایید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- ۱ چه وسیله‌ای باعث گردش آب خنک‌کننده در درون موتور می‌شود؟
- ۲ چه وسیله‌ای باعث گردش روغن در درون موتور می‌شود؟
- ۳ آیا سیالات گفته‌شده خود نیاز به خنک‌کننده دارند؟

شکل ۱۹- مقطع برش خورده از یک موتور چهار زمانه

## موتورهای احتراق داخلی دیزلی

قطعات تشکیل‌دهنده این موتورها بسیار مشابه به موتورهای بنزینی است؛ تنها تفاوت این دو در نحوه ورود سوخت و اشتعال آنهاست، به این ترتیب که پیستون زمان تنفس تنها هوا را به درون سیلندر کشیده و سپس در زمان تراکم، هوای خالص را فشرده و داغ می‌کند. در این موتورها به جای سامانه جرقه‌زنی، سامانه دیگری وجود دارد که تزریق سوخت را به داخل سیلندر انجام می‌دهد. به این گونه که در انتهای زمان تراکم، سوختی که فشار آن توسط یک پمپ چند صد کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع افزایش پیدا کرده است از طریق یک انژکتور به داخل سیلندر پاشیده می‌شود. فشار خیلی زیاد و ابعاد بسیار ریز سوراخ‌های انژکتور باعث می‌شود که سوخت به صورت پودر درآمده و در اثر اصطکاک با هوای گرم و فشرده داخل سیلندر مشتعل شود و سبب افزایش زیاد فشار داخل سیلندر شده و نیرو تولید نماید.



شکل ۲۰- سامانه تزریق سوخت

- بقیه مراحل مشابه موتور بنزینی بوده و قطعات نیز یکسان هستند.
- در دریا، کاربرد موتورهای دیزلی بسیار فراگیرتر است و استفاده از موتورهای بنزینی معمولاً محدود به قایق‌های کوچک و پرسرعت است. دلایل اصلی این امر شامل موارد زیر است:
- موتورهای دیزلی قابلیت سوزاندن سوخت‌های باکیفیت و قیمتی کمتر از بنزین را دارا هستند و این یعنی کاهش هزینه‌های عملیاتی؛
  - موتورهای دیزلی نسبت به موتورهای بنزینی دارای بازده بیشتری هستند؛
  - در دورهای پایین‌تر نسبت به موتورهای بنزینی گشتاور بیشتری را تولید می‌کنند؛
  - نگهداری و ذخیره سوخت‌های دیزلی بسیار کم‌خطرتر از بنزین است که این مطلب از نقطه نظر ایمنی در دریا حائز اهمیت است.

## توربین بخار



شکل ۲۱- توربین بخار به همراه جعبه‌دنده

توربین بخار شامل یک محور است که تعداد زیادی پره به‌طور شعاعی به آن متصل می‌شود. این مجموعه درون یک بدنه قرار دارد و محور با داشتن یاتاقان‌هایی می‌تواند آزادانه به دور خود گردش کند. بخار تولیدشده توسط دیگ بخار، با فشار وارد توربین شده و در برخورد با پره‌ها باعث به گردش درآمدن محور می‌شود و به این ترتیب، انرژی گرمایی بخار تبدیل به حرکت دورانی می‌گردد.

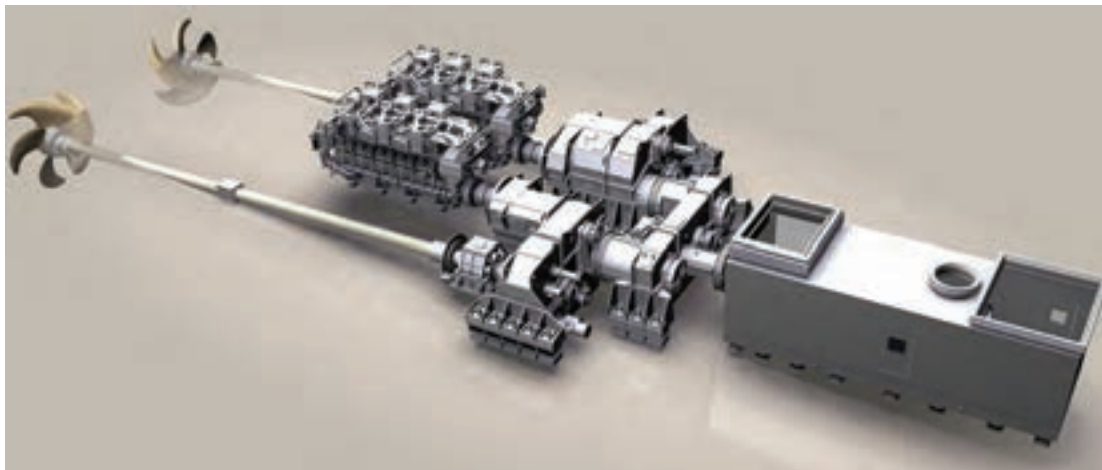
توربین‌های بخار در دو نوع کلی توربین ضربه‌ای و توربین عکس‌عملی وجود دارند.

به‌واسطه هزینه زیاد تولید بخار و گران بودن تجهیزات آن، استفاده از توربین بخار در مقایسه با موتورهای

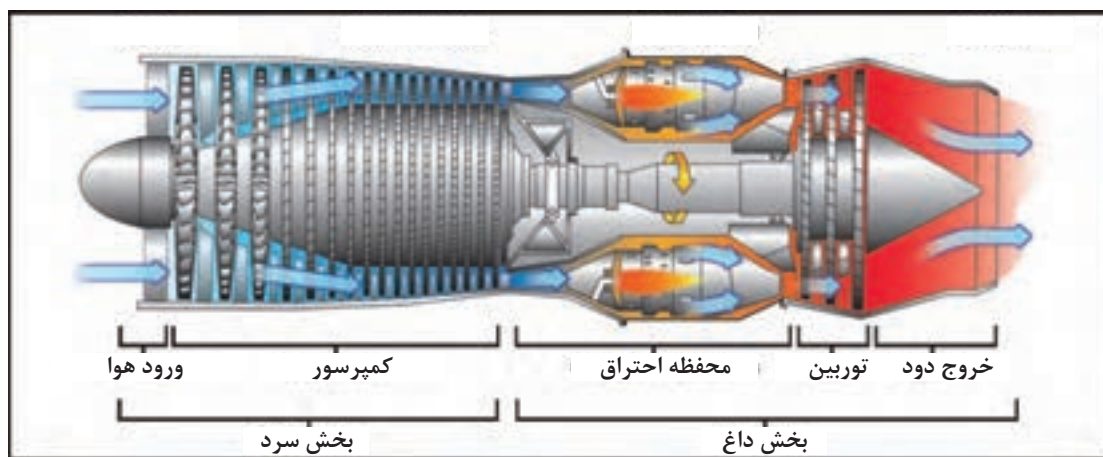
دیزلی کمتر است. اما در جاهایی مانند سکوه‌های نفتی و یا کشتی‌های حمل گاز که همواره مقداری گازهای قابل اشتعال به‌صورت مازاد وجود دارد، استفاده از توربین بخار توجیه اقتصادی مطلوبی دارد. همچنین در مواردی که کم بودن کاهش ارتعاشات و سروصدا مهم است، توربین بخار به موتورهای پیستونی ارجحیت پیدا می‌کند.

## توربین گاز

توربین گاز مشابه توربین بخار دارای یک محور است که پره‌هایی در اطراف آن به‌صورت شعاعی قرار گرفته است. اما توربین گاز در حقیقت یک موتور درون‌سوز از نوع ماشین‌های دوار است که براساس انرژی ناشی از احتراق سوخت کار می‌کند. هر توربین گاز شامل تعدادی پره در ورودی خود است که کار فشرده‌سازی هوا را انجام می‌دهند و به کمپرسور معروف است. هوا سپس وارد محفظه احتراق می‌شود جایی که سوخت به داخل هوای فشرده‌شده داغ پاشیده شده و منبسط می‌گردد. در ادامه، گازهای داغ حین منبسط شدن به‌رذیفی دیگر از پره برخورد می‌کنند تا توربین به گردش خود ادامه داده و روشن بماند.



(الف)



(ب)

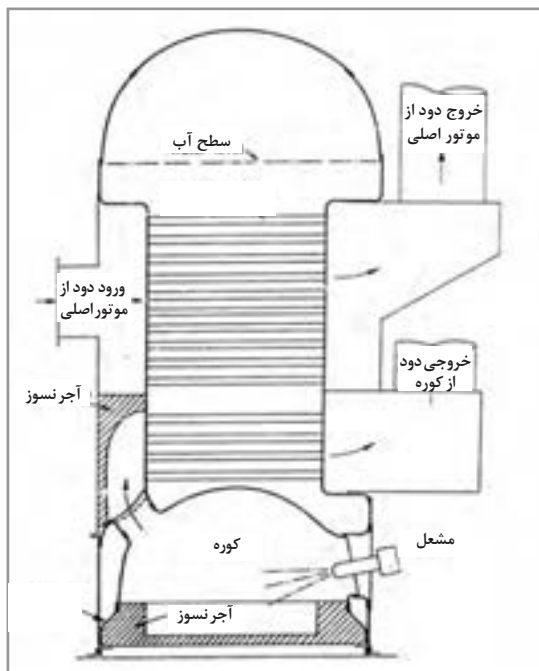
شکل ۲۲- توربین گاز به همراه موتور دیزل (الف) نمای برش خورده توربین گاز (ب)

بخشی از انرژی مکانیکی تولیدشده در توربین صرف چرخاندن خود توربین شده و باقی انرژی بسته به کاربرد توربین گاز ممکن است یک مولد الکتریکی را بچرخاند و یا به پروانه کشتی یا هواپیما متصل باشد و باعث حرکت آن شود. توربین های گازی نیز وجود دارند که در آنها انرژی تولیدشده صرف به گردش درآوردن یک کمپرسور (جهت فشرده کردن یک ماده گازی) یا پمپ (جهت بالا بردن فشار یک مایع) می شود.

### آشنایی با دیگ های بخار (Steam Boiler)

تا اینجا با یکی از کاربردهای بخار در صنایع دریایی آشنا شدید و آن چرخاندن توربین بخار جهت تولید انرژی الکتریکی یا به حرکت درآوردن کشتی ها یا پمپ ها بود، اما بخار کاربردهایی بیشتر از این دارد. امروزه موتورهای دیزلی بزرگ معمولاً از سوخت سنگین (Heavy Fuel Oil) استفاده می کنند. این سوخت در دمای معمولی دارای گرانروی (viscosity) زیادی است و قابلیت سوختن و یا گاهی حتی انتقال از یک مخزن

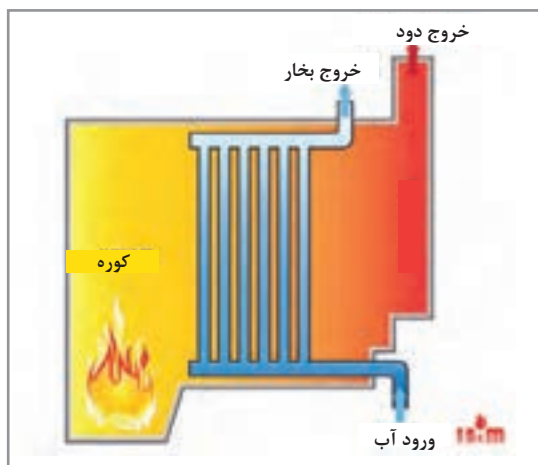
به جایی دیگر را ندارد و برای گرم کردن آن از مبدل‌های حرارتی که با بخار کار می‌کنند، استفاده می‌شود. از دیگر موارد استفاده از بخار می‌توان به گرم کردن محل زندگی خدمه، گرم کردن آب گرم مصرفی، تمیزکاری قطعات و حتی به حرکت درآوردن دوار لنگر (windlass) و دوار طناب‌های (winch) کشتی نام برد. همچنین در کشتی‌های تانکر که وظیفه حمل نفت خام و یا مشتقات آن (که دارای گرانروی زیاد می‌باشند) را دارند از بخار جهت گرم نگه‌داشتن محموله و پمپاژ آن استفاده می‌شود. موارد ذکر شده نشان‌دهنده بخشی از کاربرد زیاد بخار آب در صنایع دریایی است و به همین علت دیگ‌های بخار دارای اهمیت ویژه‌ای هستند.



شکل ۲۳- دیگ بخار ترکیبی لوله آتشی و لوله دودی

اساساً دیگ بخار از یک محفظه بسته تشکیل شده است که آب درون آن توسط یک مشعل و یا منبع دیگری از حرارت (مثلاً دود خروجی از موتور دیزل) گرم شده و تبدیل به بخار می‌شود و در دو نوع دیگ‌های لوله آتشی و دیگ‌های لوله آبی ساخته می‌شوند.

**دیگ‌های لوله آتشی (Fire Tube Boiler):** در این نوع دیگ بخار، مطابق شکل، آب درون یک محفظه است که تعداد زیادی لوله از میان آن رد می‌شود و شعله ایجاد شده توسط مشعل (لوله آتشی) و یا دود ناشی از موتور دیزلی (لوله دودی) از درون لوله‌ها عبور کرده و گرمای خود را از طریق جداره این لوله‌ها به آب منتقل می‌کند، در نتیجه آب تبخیر شده و بخار حاصله در بالای دیگ بخار جمع می‌شود و از آنجا توسط لوله خروجی بخار به طرف مصرف‌کننده می‌رود.



شکل ۲۴- دیگ بخار لوله آبی

**دیگ‌های لوله آبی (Water Tube Boiler):** در این نوع دیگ بخار، آب از درون یک سری لوله عبور می‌کند و گرمای ناشی از شعله مشعل در بیرون لوله‌ها قرار دارد و آب گرم شده درون لوله‌ها توسط یک پمپ به حرکت در می‌آید، سپس این آب داغ تحت فشار وارد یک مخزن (Steam Drum) می‌شود و تبدیل بخار می‌گردد.

در این نوع از دیگ بخار، قبل از روشن کردن مشعل، پمپ گرداننده آب درون لوله‌ها (Circulating Pump) باید روشن شود و در تمام طول زمان کار دیگ بخار روشن بماند و همچنین پس از خاموش کردن دیگ بخار تا ساعت‌ها همچنان به کار خود ادامه دهد، در غیر این صورت امکان آسیب دیدن دیگ بخار وجود دارد. دیگ‌های بخار به دلیل اینکه از نوع مخازن تحت فشار هستند باید با دقت بسیار ساخته شده و در زمان بهره‌برداری به صورت اصولی و طبق راهنمایی‌های سازنده به کار گرفته شوند، همچنین بازرسی‌های دوره‌ای باید به طور منظم و دقیق انجام گیرد تا از کارکرد ایمن آنها مطمئن شد.

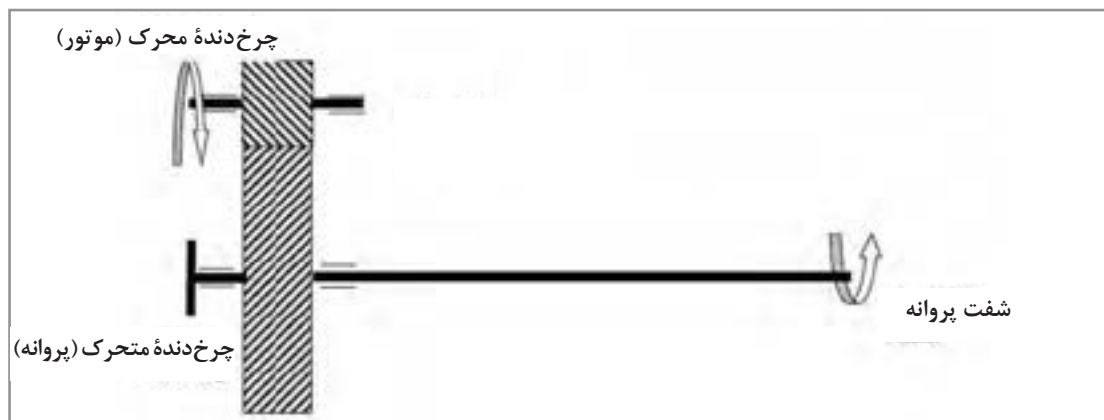
تحقیق کنید



در بازدید از یک کشتی تحقیق کنید که دیگ بخار موجود در آن از چه نوعی است و در صورت افزایش بیش از اندازه فشار بخار در درون دیگ، جهت جلوگیری از انفجار آن چه تدابیری اندیشیده شده است؟ سپس نتیجه تحقیق را در یک برگه نوشته و به هنرآموز خود ارائه نمایید.

## سامانه انتقال قدرت (جعبه دنده)

گردش پروانه یک شناور در آب باید به نحوی باشد که اطراف پروانه هرگز دچار خلأ نسبی نشود، یعنی سرعت دوران پروانه نباید آن قدر زیاد باشد که آب نتواند فرصت جایگزینی پیدا کند. به همین علت، سرعت دوران پروانه‌ها دارای محدودیت است و در شناورهای بزرگ این رقم به حداکثر ۱۵۰ دور بر دقیقه می‌رسد. اما به غیر از موتورهای دیزلی دو زمانه خیلی بزرگ، سایر پیش‌ران‌ها دارای سرعت دورانی بیش از مقدار ذکر شده هستند، بنابراین، دور مولد قدرت پیش‌ران باید کاهش پیدا کند تا پروانه کشتی دچار افت کارایی و صدمه نشود؛ این وظیفه به عهده جعبه دنده یا همان گیربکس (Gearbox) قرار دارد. جعبه دنده دارای تعدادی چرخ دنده با قطرهای متفاوت است و نحوه درگیری این چرخ دنده‌ها با یکدیگر، میزان نسبت تبدیل دور را تعیین می‌کند و در نهایت تعداد دندانه‌های چرخ دنده و قطر آنها به نحوی انتخاب می‌شوند که در محور خروجی (که به پروانه وصل است) دور مناسب حرکت شناور به دست آید.



شکل ۲۵- جعبه دنده

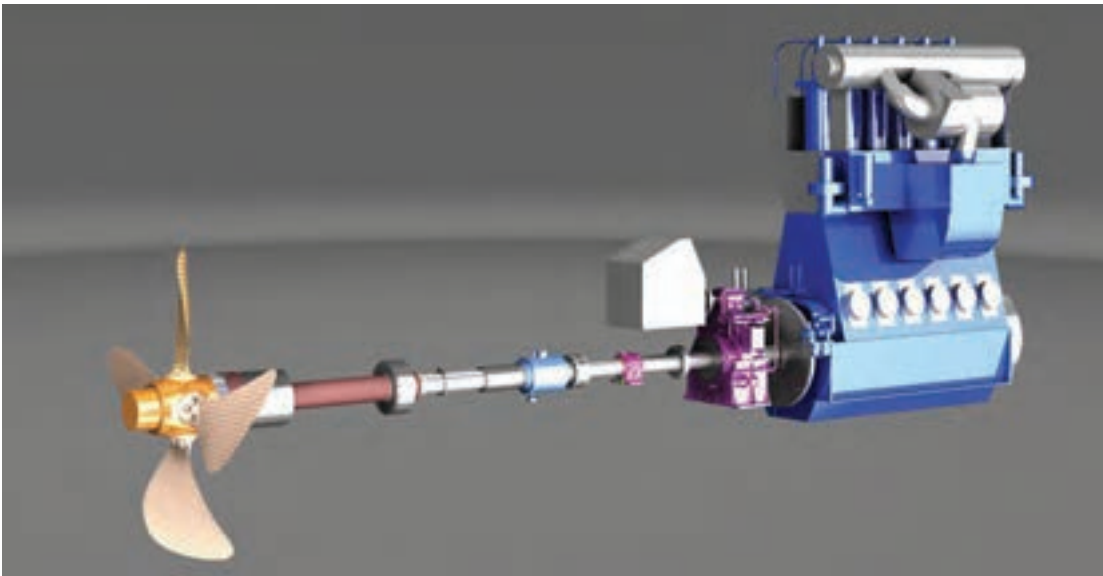
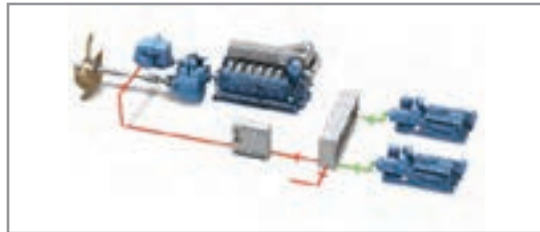


با اضافه کردن یک چرخ‌دنده می‌توان دور پروانه را معکوس کرد که در این صورت بدون تغییر جهت گردش موتور، حرکت رو به عقب شناور امکان‌پذیر می‌گردد.

شکل ۲۶ - جعبه دنده یک شناور بزرگ

جعبه‌دنده می‌تواند بیش از یک محور خروجی داشته باشد بدین ترتیب می‌توان در هنگامی که شناور حرکت نمی‌کند، محور خروجی پروانه را جدا و خروجی دوم را به موتور پیش‌ران متصل کرد. با این کار می‌توان از موتور پیش‌ران برای منظوره‌های دیگر نیز استفاده کرد که عبارت‌اند از:

- ۱ اتصال به یک ژنراتور و تولید برق،
- ۲ اتصال به کمپرسور هوا و تولید هوای فشرده،
- ۳ اتصال به پمپ تخلیه محموله در تانکرهای حمل مایعات.

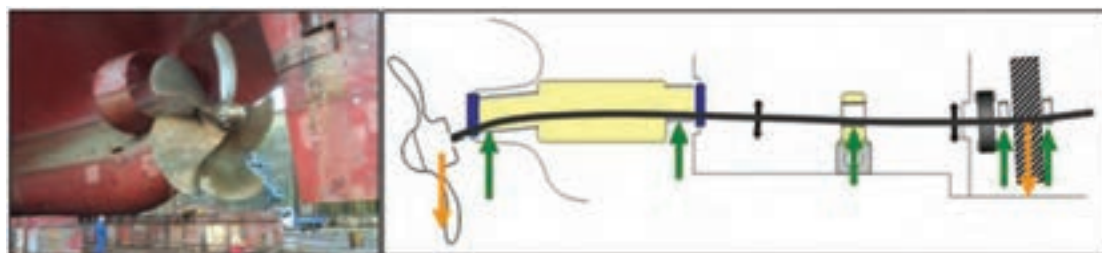
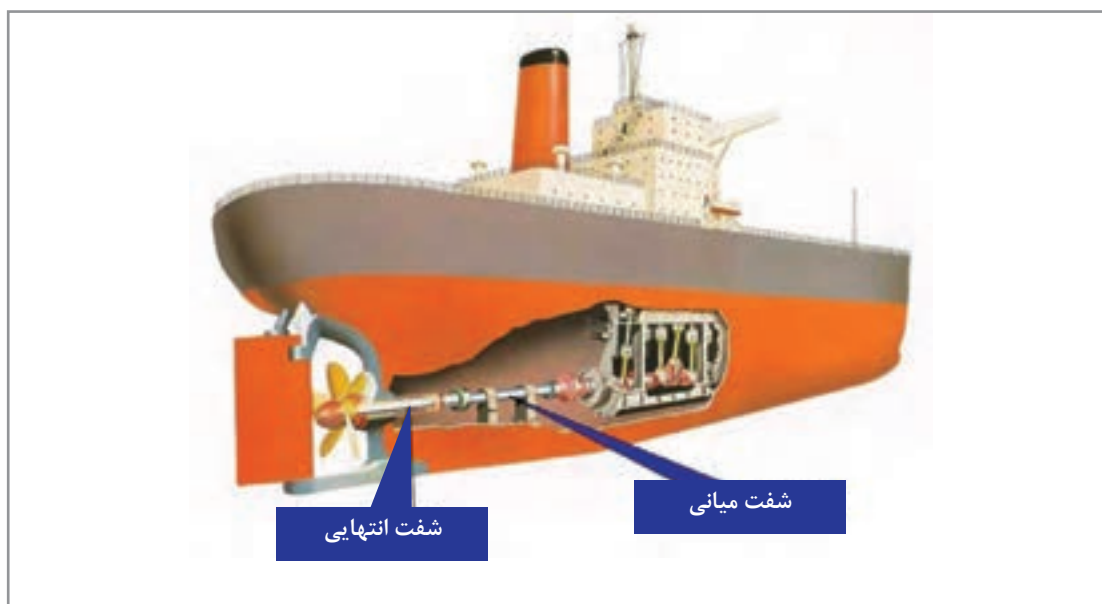


شکل ۲۷ - جعبه دنده با خروجی متفاوت

### همراستایی محور خروجی موتور با پروانه (Shafting)

طول محور خروجی از موتور بستگی به فاصله موتور تا دیواره انتهایی موتورخانه و سپس پروانه دارد و می‌تواند تا ده‌ها متر هم برسد.

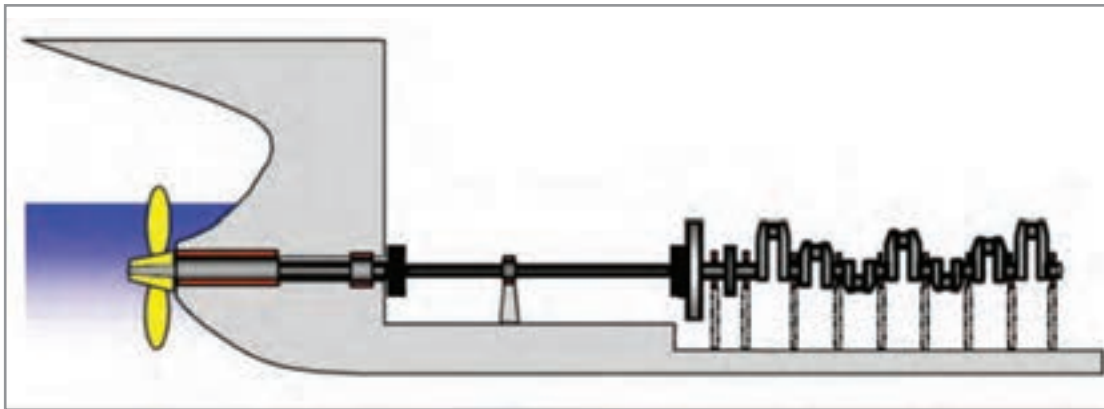
همراستایی موتور و محور خروجی که به آن شفتینگ (Shafting) می‌گویند از اهمیت بسزایی برخوردار است، در صورتی که این کار به درستی انجام نشده باشد و یا در طول بهره‌برداری از کشتی آسیبی به آن وارد شود، مشکلاتی مثل ارتعاش بیش از اندازه مجاز، آسیب به یاتاقان‌های شفت (Shaft Bearing)، آسیب به یاتاقان‌های میل‌لنگ موتور و آسیب به (Stern Tube) پیش می‌آید. به همین دلیل در زمان ساخت کشتی و تحویل‌گیری آن، دقت زیادی می‌شود تا از صحت عمل شفتینگ اطمینان حاصل شود.



شکل ۲۸- شفتینگ

برای جلوگیری از کمانش محور شفت از یاتاقان‌های (Intermediate Shaft Bearing) استفاده می‌شود تا نیروی وزن آن را تحمل کند و همچنین بدنه کشتی، در بخش زیر موتورخانه و خروجی انتهایی، با مقاومت کافی ساخته می‌شود. پروانه نیز در منتهی‌الیه شفت قرار دارد. نحوه اتصال پروانه به شفت به گونه‌ای است که در طی زمان، کمترین احتمال ترک خوردگی وجود داشته باشد و همچنین فضای کافی برای بیرون آوردن پروانه و شفت موجود باشد.

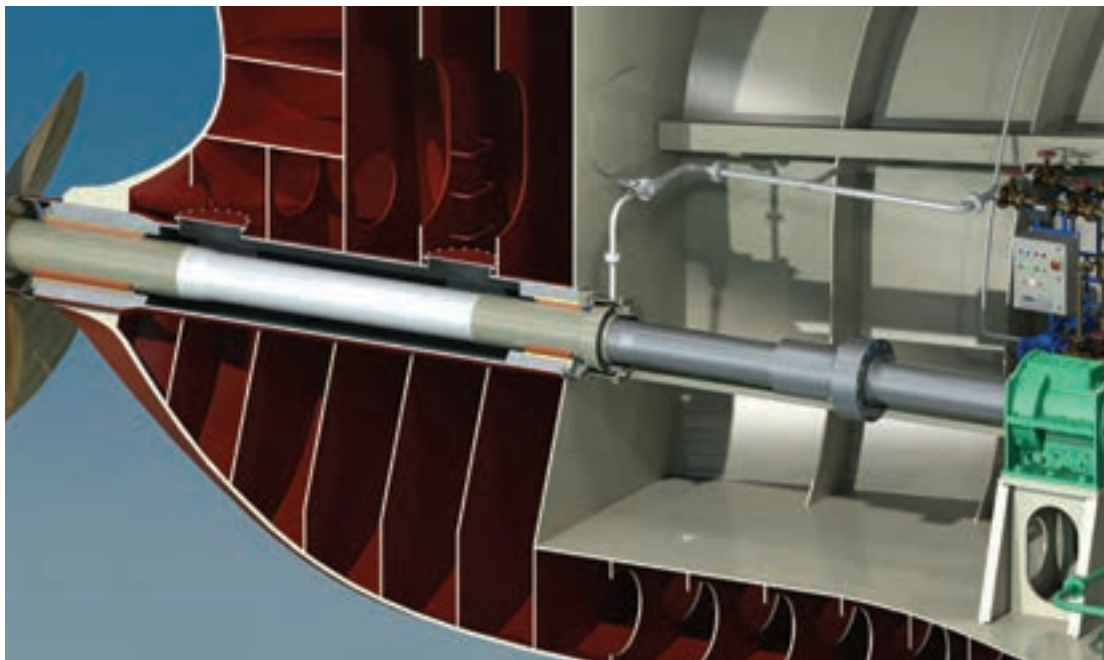


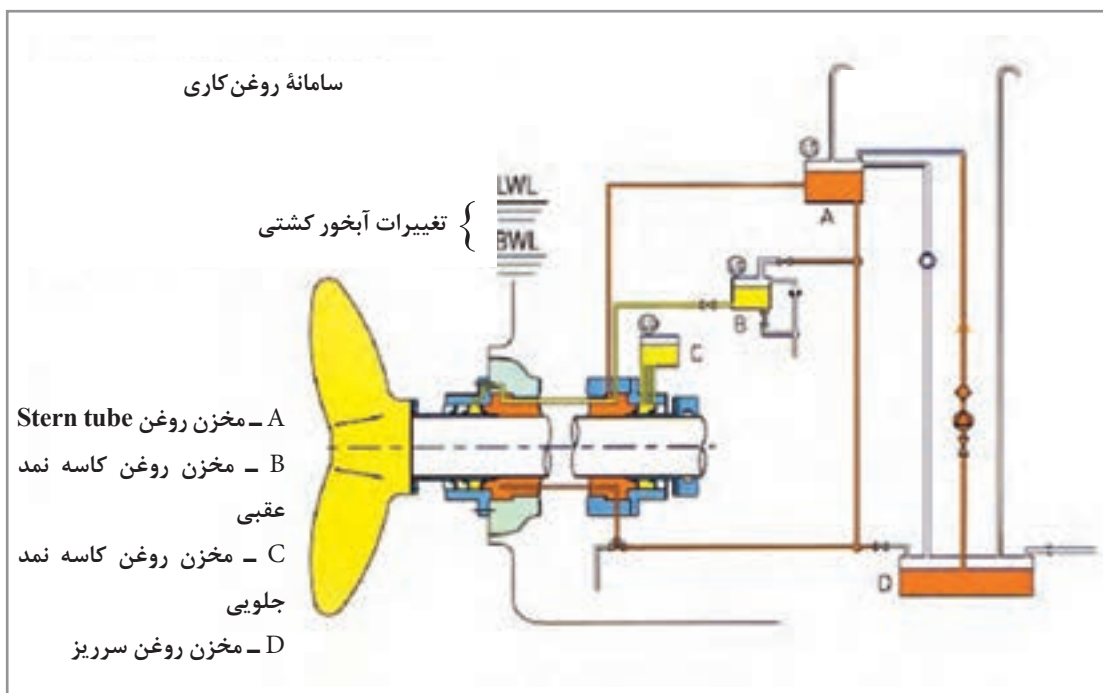
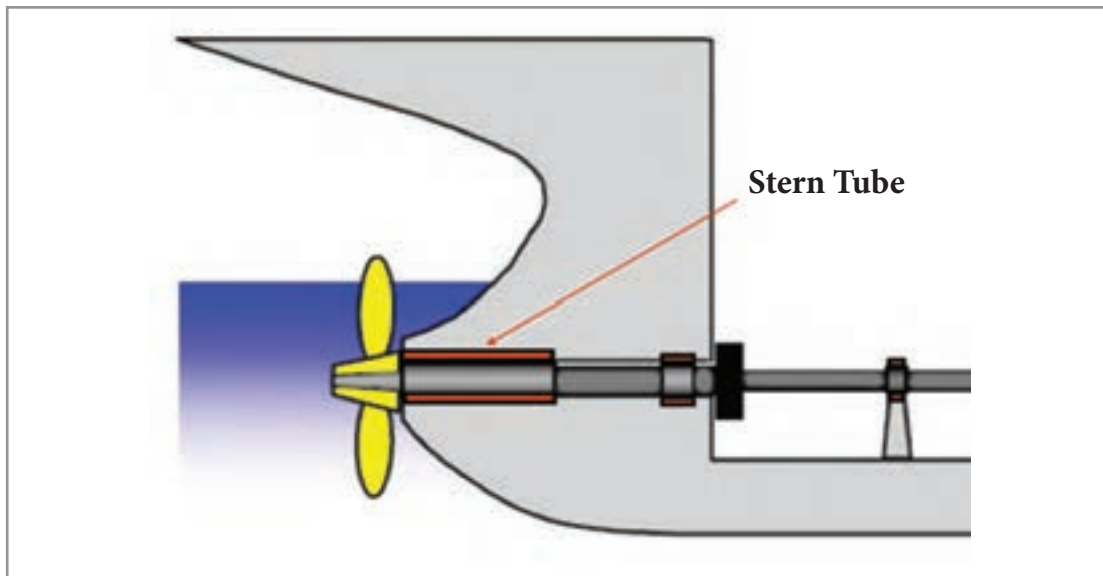


شکل ۲۹ - فاصله لازم بین موتور و دیواره انتهایی موتورخانه جهت بیرون آوردن شفت

در انتهای بدنه کشتی، Stern Tube قرار دارد که شامل یک یاتاقان است که وظیفه تحمل کردن وزن پروانه و محور انتهایی Tail Shaft را برعهده دارد و این یاتاقان در دو انتهای خود دارای کاسه‌نمدهایی است که وظیفه کاسه‌نمد جلویی (Forward Seal) جلوگیری از خروج و ریختن روغن روان کاری یاتاقان به داخل موتورخانه است و کاسه‌نمد عقبی (Aft Seal) از رفتن روغن به دریا و همچنین از ورود آب دریا به درون روغن جلوگیری می‌کند. در صورت آسیب به این کاسه‌نمد، ممکن است آلودگی آب دریا پیش بیاید که عواقب قانونی برای مالک کشتی و کارکنان آن را به دنبال دارد.

برای جلوگیری از این خطر، حسگرها و دماسنج‌هایی بر روی قسمت‌های متفاوت (stern tube) وجود دارد تا پیشاپیش اعلام خطر نموده و از آسیب رسیدن به آن ممانعت شود.





شکل ۳۰ - نمای stern tube و سامانه روغن کاری آن

به نظر شما به جای اصطلاح «stern tube» بهتر است از کدام واژه فارسی استفاده کنیم؟

کار در کلاس



## سامانه‌های فرعی موتورخانه

کشتی به عنوان خانه کارکنان خود باید قادر باشد امکانات زندگی را برای مدت نسبتاً طولانی برای آنها فراهم نماید؛ آب و غذا به عنوان نیازهای اولیه زندگی باید به مقدار کافی در کشتی‌ها یا سایر اقامتگاه‌های دریایی (مثلاً سکوه‌های نفتی) موجود باشد.

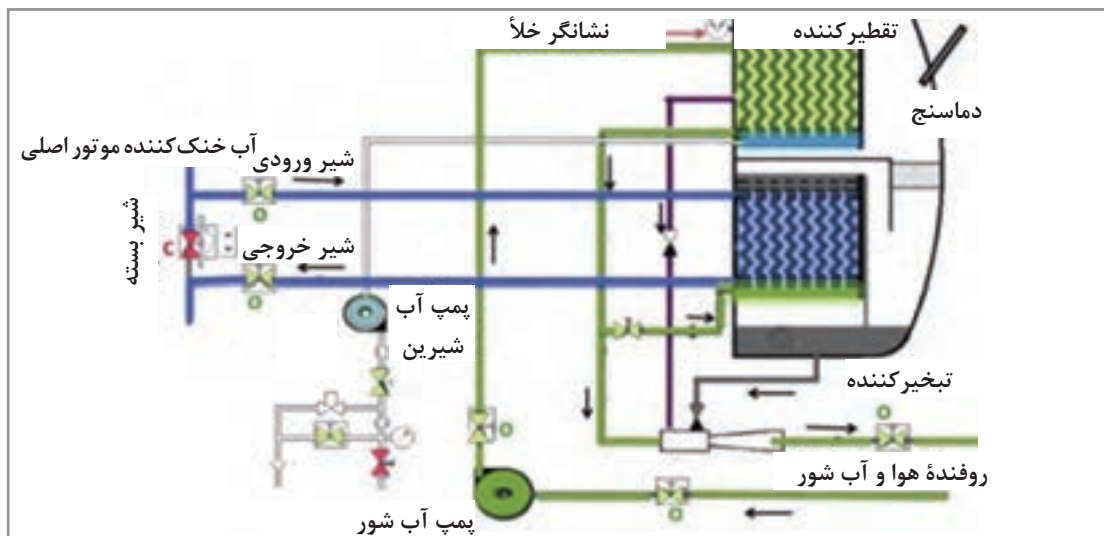
محل ذخیره و نگه‌داری مواد غذایی، یخچال‌های نسبتاً بزرگی هستند که توسط دستگاه‌های سرماساز صنعتی تا دماهای مناسب سرد شده‌اند و همچنین تانکرهایی با ظرفیت مناسب برای ذخیره آب شیرین وجود دارد ولی با این حال آب شرب توسط دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن هم تولید می‌شود تا نه تنها باعث کاهش هزینه‌ها گردد، بلکه اطمینان خاطر کافی در قابلیت ماندگاری در دریا را به وجود آورد.

پرکاربردترین آب‌شیرین‌کن‌های دریایی به دو روش زیر کار می‌کنند:

**۱ تقطیر در خلأ (Vacuum Distillation):** این نوع آب‌شیرین‌کن از یک محفظه بسته تشکیل شده که نسبت به محیط پیرامون، هوابندی (Air tight) شده است. این محفظه بسته دارای دو بخش است که اولی برای تبخیر آب و دومی برای تقطیر بخار آب ایجاد شده است.

روش کار به این ترتیب است که ابتدا توسط پمپ و یا روفنده هوا (Air ejector)، هوای درون محفظه تخلیه و یک خلأ نسبی در آن به وجود می‌آورند، سپس آب شور را به مقدار اندازه‌گیری شده‌ای وارد قسمت تبخیرکننده (Evaporator) می‌نمایند، جایی که آب در تماس با سطوحی است که باعث گرم شدن آن می‌شود. به دلیل کاهش فشار درون محفظه، آب در دمایی پایین‌تر از  $10^{\circ}\text{C}$  به جوش می‌آید و این به معنی صرف انرژی کمتر برای تولید آب شیرین و کاهش هزینه‌هاست. معمولاً برای حرارت دادن آب شور، از گرمای آب خنک‌کننده موتور اصلی و یا گرمای ناشی از توربین‌های بخار یا گاز استفاده می‌کنند. برخی از آب‌شیرین‌کن‌ها هم‌زمان می‌توانند از بخار تولیدی توسط دیگ بخار نیز برای تولید آب شیرین استفاده کنند.

آب شور با گرما گرفتن در دمایی حدود  $40^{\circ}\text{C}$  به جوش آمده و تبدیل به بخار می‌شود. این بخار که در آن املاح شور و یا بدطعم وجود ندارد، بالا رفته و این بار در تماس با سطوحی که توسط پمپ با آب دریا خنک نگه‌داشته شده تقطیر و تبدیل به آب شیرین می‌گردد. مقدار املاح آب تولید شده به این روش پایین است، اما ظرفیت تولید در این روش خیلی بالا نیست.

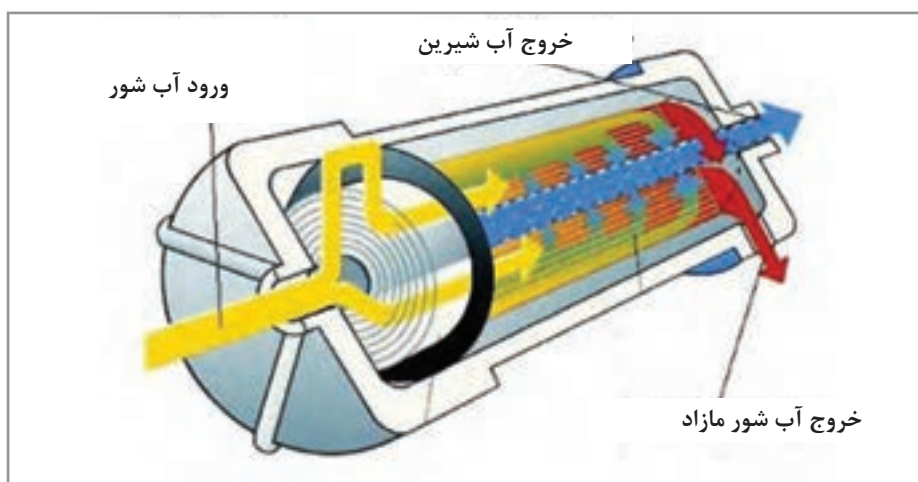


شکل ۳۱ - آب شیرین کن تقطیر در خلأ

۲ **اسمز معکوس (Reverse Osmosis):** اسمز به فرایندی گفته می‌شود که در آن، دو محلول غلیظ و رقیق طوری در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند که در بین آنها یک غشای نیمه‌تراوا (Semipermeable Membrane) حایل شود. در این هنگام مقداری مایع رقیق از غشای نیمه‌تراوا عبور کرده و به سمت مایع غلیظ می‌رود و باعث می‌شود آن مایع نیز رقیق شود. این عمل تا جایی ادامه پیدا می‌کند که غلظت هر دو مایع یکسان شود. در این حالت، در طرفی که مایع غلیظ وجود دارد فشار افزایش یافته و به حد تعادل می‌رسد که این فشار را «فشار اسمزی» می‌نامند. حال اگر به طرف مایع غلیظ، فشاری بیش از فشار اسمزی وارد آید، فرایند جریان معکوس شده و تراوش از سمت غلیظ به طرف رقیق صورت می‌گیرد.

دستگاه‌های آب شیرین‌کن، آب شور دریا را توسط پمپ با فشار زیاد وارد فیلترهای نیمه‌تراوا می‌کنند و این عمل باعث تراوش آب شیرین از دیواره فیلترها می‌شود. باقیمانده آب درون فیلتر که اکنون غلظت آن افزایش یافته دوباره به دریا برگردانده می‌شود.

ظرفیت تولید این نوع دستگاه‌های آب شیرین‌کن می‌تواند بسیار بیشتر از انواع تقطیر در خلأ باشد اما در مقایسه با آنها، املاح و ناخالصی بیشتری همراه آب تصفیه‌شده وجود دارد.



شکل ۳۲ - آب شیرین‌کن اسمز معکوس

## تجهیزات مهم از منظر قوانین جلوگیری از آلودگی دریا

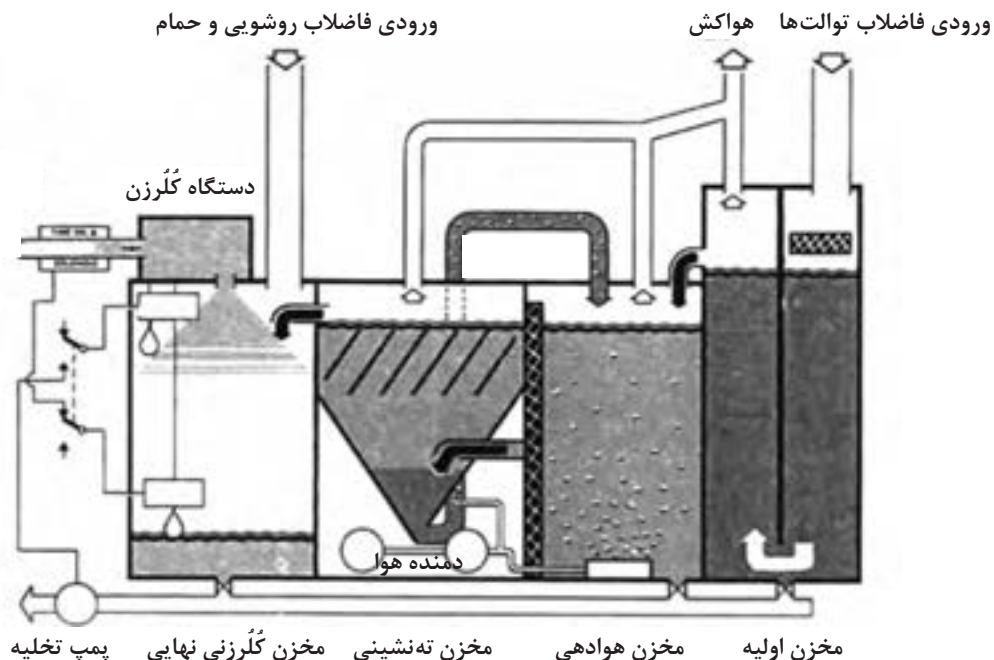
برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و در اجرای قوانین مرتبط با این موضوع مانند قانون مارپل (MARPOL)، صنایع دریایی از جمله کشتی‌ها مکلف به استفاده از تجهیزاتی هستند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

### 1 دستگاه تصفیه فاضلاب (Sewage Treatment Plant)

وظیفه این دستگاه‌ها تصفیه فاضلاب تولیدشده با منشأ انسانی و یا حیوانی در دریاست. تأسیسات ثابت دریایی و کشتی‌ها از جمله کشتی‌های حمل حیوانات زنده از دستگاه تصفیه فاضلاب به جهت استحاله مواد زائد و تبدیل آن به پسماندی بی‌خطر برای محیط زیست استفاده می‌کنند.

نوعی از این دستگاه‌ها به‌روش زیستی عمل می‌کنند، به این ترتیب که فاضلاب توالت‌ها به‌محفظه اولیه دستگاه وارد می‌شود. در این مرحله، فضولات انسانی توسط موجودات میکروسکوپی که از اکسیژن تنفس می‌کنند تجزیه می‌شوند. اکسیژن موردنیاز این فرایند توسط کمپرسور هوا به درون دستگاه دمیده می‌شود، سپس فضولات به مرحله دوم دستگاه وارد می‌شوند، جایی که مواد معلق و جامد باقیمانده ته‌نشین شده و آب به‌تنهایی به مرحله سوم دستگاه فرستاده می‌شود. در مرحله سوم با اضافه کردن مواد گندزدا، تمامی میکروب‌ها و باکتری‌های موجود در آب از بین می‌روند و درنهایت آبی که برای محیط زیست خطری ندارد توسط پمپ، در دریا تخلیه می‌گردد.

لجن باقیمانده در انتهای مرحله دوم دستگاه باید هر از چندگاهی تخلیه و یا سوزانده شود و یا به مراکز مجاز در خشکی تحویل گردد.



شکل ۳۳- دستگاه استحاله فاضلاب

## ۲ دستگاه جداسازی آب از روغن (Oily Water Separator)

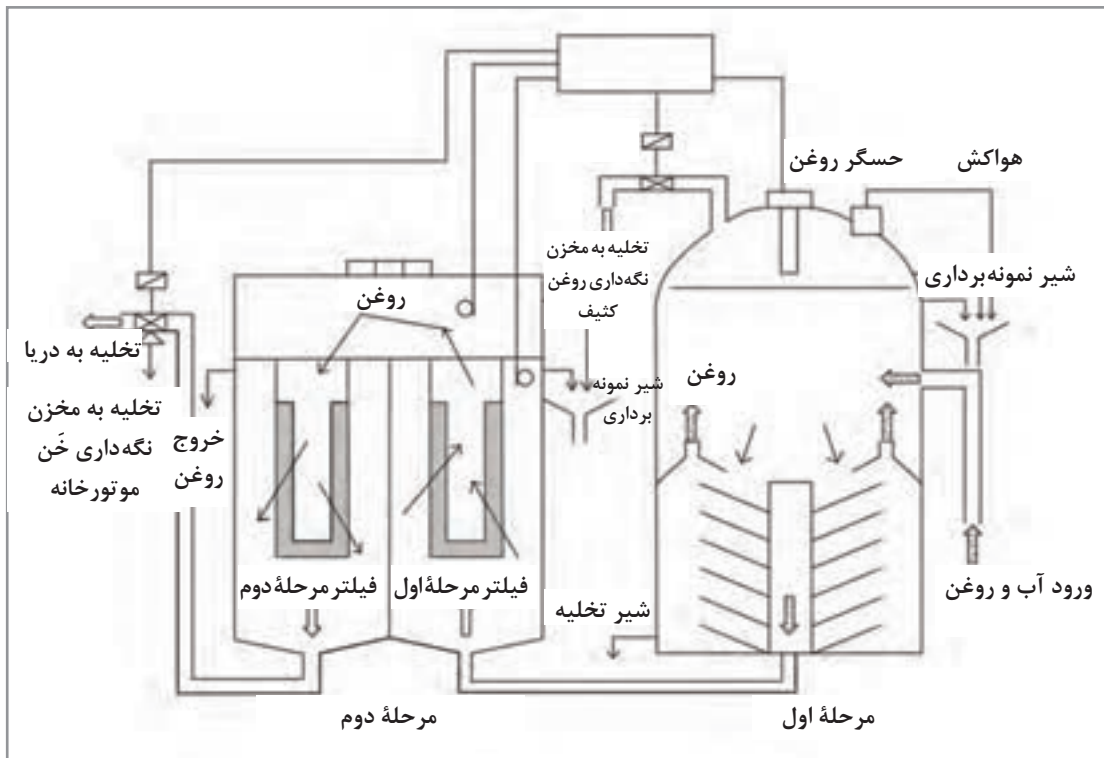
در صنایع دریایی برای خنک کردن ماشین‌آلات و یا شست‌وشوی آنها، همواره مقداری آب دریا و یا آب شیرین مورد استفاده قرار می‌گیرد و همیشه امکان آلودگی این آب توسط روغن و مواد سوختی وجود دارد. اگرچه هم از طرف طراحان ماشین‌آلات و هم از طرف کارکنان بهره‌بردار نهایت تلاش در جهت کاهش این امر صورت می‌گیرد، اما اگر به‌هرعلتی مقداری آب با روغن آلوده شود، قوانین اجازه تخلیه این آب به دریا را نمی‌دهند.

معمول‌ترین دستگاه‌های جداساز آب از روغن به این ترتیب عمل می‌کند که آب آلوده، توسط پمپ به داخل دستگاه رفته و در صورت نیاز مقداری گرم می‌شود. در اثر اختلاف وزن حجمی آب و روغن، روغن که سبک‌تر است به سطح آب آمده و آب که سنگین‌تر است در پایین قرار می‌گیرد.

برای کمک به این فرایند، صفحاتی درون دستگاه تعبیه شده است. روغن جمع شده در بالا توسط حسگرهایی تشخیص داده شده و از طریق لوله‌ای به مخزن جداگانه‌ای تخلیه می‌گردد. آب باقیمانده که حالا دارای مقدار بسیار کمی از روغن است به مرحله دوم دستگاه می‌رود که در آنجا روغن همراه آن توسط فیلترهایی به مقدار قابل قبول کمتر از ۱۵ قسمت در میلیون (ppm) کاهش می‌یابد. در انتها، این آب با عبور از بخش کنترل دستگاه به دریا پمپاژ می‌شود.

بخش کنترل وظیفه پایش صحت انجام فرایند گفته شده را دارد و اگر حس کند که مقدار روغن همراه آب از ۱۵ ppm بیشتر است، کار دستگاه را متوقف کرده و با ایجاد یک هشدار صوتی و بصری کارکنان مسئول را از موقعیت پیش آمده آگاه می‌کند.

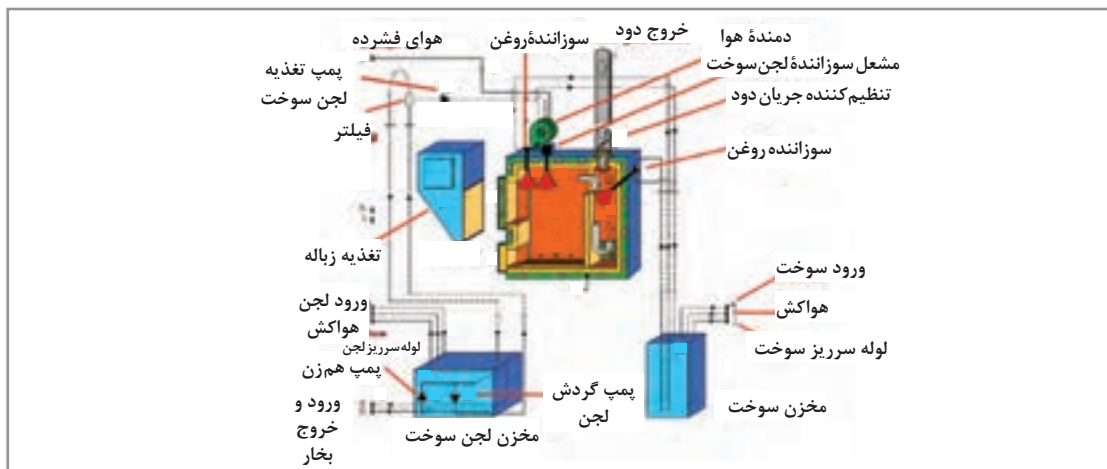




شکل ۳۴ - دستگاه جداساز آب و روغن

### ۳ دستگاه سوزاننده ضایعات (Incinerator)

زباله تولیدشده در دریا و یا روغن جمع شده توسط دستگاه جداساز آب و روغن و یا دستگاه‌های تصفیه سوخت مصرفی موتورها همگی برای محیط زیست مضر هستند. این مواد یا باید به خشکی منتقل شده و در آنجا معدوم شوند و یا توسط دستگاه سوزاننده ضایعات سوزانده شوند. برخی از انواع این دستگاه‌ها قابلیت سوزاندن لجن باقیمانده از دستگاه تصفیه فاضلاب را نیز دارند.



شکل ۳۵ - دستگاه سوزاننده ضایعات

#### ۴ دستگاه سکان (Steering Gear)

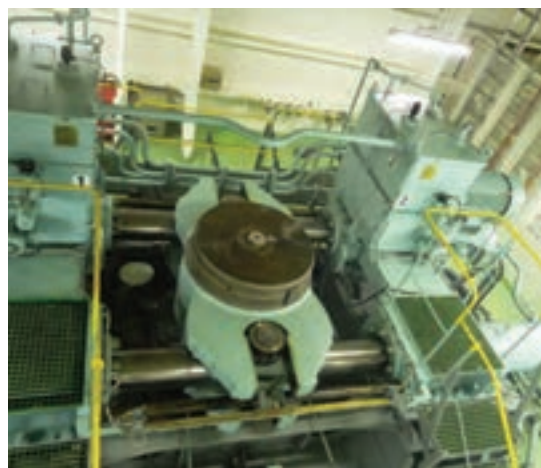
دستگاه سکان از جمله وسایل حیاتی کشتی هاست که وظیفه جهت دهی به حرکت شناور را برعهده دارد. تیغه سکان (Rudder) که در بخش خارجی بدنه کشتی و درون آب قرار دارد توسط ماشین آلاتی که درون اتاق سکان کشتی نصب هستند به چپ و راست حرکت داده می شود.

به جز قایق ها و شناورهای کوچک که تیغه سکان مستقیماً توسط نیروی ماهیچه ای انسان به گردش درمی آید، سایر شناورها نیروی زیادتری برای حرکت سکان نیاز دارند. به همین دلیل از سامانه های هیدرولیکی برای این کار استفاده می کنند.

فرمان های حرکتی از پل فرماندهی توسط سامانه ای که می تواند الکتریکی و یا هیدرولیکی باشد به اتاق سکان منتقل شده و کنترل کننده های سامانه هیدرولیک را تحریک می کنند. سپس روغن هیدرولیک توسط پمپ به یک جک هیدرولیک منتقل می شود و تا رسیدن تیغه سکان به زاویه موردنظر پل فرماندهی، ادامه پیدا می کند. در این هنگام جریان روغن قطع شده و تیغه سکان در زاویه مطلوب ثابت نگه داشته می شود.



شکل ۳۶- دستگاه سکان



شکل ۳۷- تجهیزات اتاق سکان

به دلیل اهمیت نقش سکان در ایمنی کشتی ها، تمامی سامانه های هیدرولیکی و انتقال فرمان ها به صورت دوتایی نصب می شوند تا در صورت از کار افتادن یکی از آنها، کشتی همچنان قادر به تغییر جهت به نحو مطلوب باشد.

در بازدید از یک کشتی بررسی کنید که در صورت از کارافتادن سامانه ارتباطی مابین پل فرماندهی و اتاق سکان، فرمان پذیری کشتی چگونه امکان پذیراست؟

تحقیق کنید

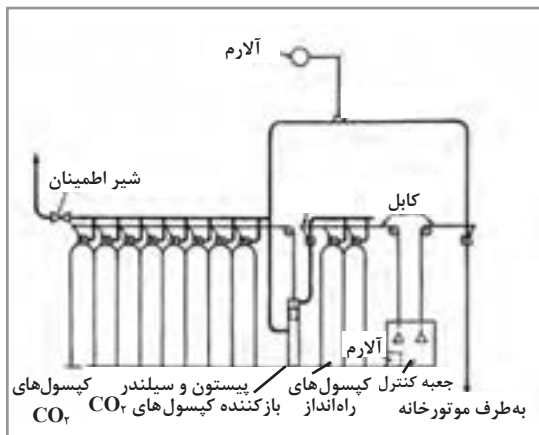




### سامانه اطفای حریق فراگیر CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> Total Flooding System) یا (fixed firefighting system)

برای مقابله با آتش‌سوزی، وسایل و امکانات متفاوتی بر روی کشتی‌ها موجود است؛ از سامانه‌های آشکارساز حریق گرفته تا آتش خاموش‌کننده‌های قابل حمل کوچک، اما در صورتی که آتش‌سوزی در موتورخانه از کنترل خارج شود، سامانه اطفای حریق فراگیر CO<sub>2</sub> به‌عنوان آخرین خط دفاعی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در محلی خارج از موتورخانه تعدادی کپسول حاوی گاز CO<sub>2</sub> فشرده نگهداری می‌شود که با لوله‌کشی به محوطه موتورخانه متصل شده و در آنجا به‌صورت توزیعی در جهات مختلف گسترده شده است. در صورت نیاز به استفاده از این سامانه، ابتدا همه کارکنان موتورخانه را ترک کرده و در محل تجمع اضطراری جهت سرشماری حاضر می‌شوند، سپس با دستور فرمانده کشتی از محلی خارج از موتورخانه تمامی دمنده‌های هوای موتورخانه خاموش شده و دریچه‌های آنها بسته می‌شوند و موتورخانه از لحاظ ورود و خروج هوا محصور می‌شود. آنگاه به‌صورت دستی با باز کردن یک کپسول حاوی CO<sub>2</sub> فشرده، یک اهرم به حرکت درمی‌آید که باعث می‌شود تمامی کپسول‌های CO<sub>2</sub> باز شوند و گاز CO<sub>2</sub> از طریق یک لوله اصلی آماده‌ر رفتن به سمت موتورخانه شود اما بر سر راه این گاز، شیرری قرار دارد که آن نیز در مرحله دوم باز شده و اجازه عبور گاز را می‌دهد. با ورود جریان CO<sub>2</sub>، فضای موتورخانه مملو از این گاز می‌شود که باعث خفگی آتش و خاموش شدن آن می‌شود.



شکل ۳۸- سامانه اطفای حریق CO<sub>2</sub>

تعداد کپسول‌های CO<sub>2</sub> متناسب با حجم فضای موتورخانه انتخاب می‌شود اما در بسیاری از مواقع تعداد آنها به‌گونه‌ای است که می‌توان برای خاموش کردن آتش در انبارهای کشتی نیز مورد استفاده واقع شوند. با توجه به اینکه حجم انبار کشتی می‌تواند با مقدار باری که در آن بارگیری شده تغییر کند در هنگام استفاده از این سامانه برای خاموش کردن آتش‌سوزی در انبارها تمام کپسول‌ها به یک‌باره باز نمی‌شوند بلکه بسته به حجم باقی‌مانده انبار توسط دست و به‌صورت تکی باز می‌شوند و گاز توسط لوله به سمت انبار موردنظر فرستاده می‌شود.

## انتقال فرامین تلگراف

در کشتی‌ها و زیردریایی‌های بزرگ، افسران عرشه وظیفه هدایت و راهبری و افسران موتورخانه وظیفه کنترل ماشین‌آلات را برعهده دارند. به دلیل بُعد مسافت بین محل پل فرماندهی و موتورخانه لازم است یک سامانه ارتباطی بین افسران عرشه و مهندسين موتورخانه وجود داشته باشد تا کشتی بتواند به صورت ایمن به حرکت درآید. این وسیله که در کشتی‌ها به نام تلگراف (Engine Order Telegraph) شناخته می‌شود، وسیله انتقال فرمان‌های درخواست سرعت موردنیاز موتور از پل فرماندهی به موتورخانه و بالعکس است. تلگراف در محل پل فرماندهی (Bridge)، اتاق کنترل موتورخانه (Engine Control Room) و محل کنترل اضطراری موتور اصلی (Emergency Stand) قرار دارد. با حرکت دادن دسته واقع بر روی تلگراف از هر یک از مکان‌های ذکرشده (مثلاً با حرکت دسته تلگراف از پل فرماندهی)، نشانگر هر دو تلگراف دیگر نیز حرکت می‌کند و بر روی همان مکانی می‌ایستد که تلگراف پل فرماندهی قرار داده شده است. با این عمل یک زنگ به صدا درمی‌آید و مهندسين را از سرعت موردنیاز پل فرماندهی آگاه می‌کند. با حرکت دادن دسته تلگراف توسط مهندسين به سمت محل مورد تقاضای پل فرماندهی، صدای زنگ قطع می‌شود و این به معنی تأیید و آگاهی درخواست سرعت توسط مهندس مسئول در موتورخانه است.



شکل ۳۹- تلگراف و محل آن در اتاق کنترل موتورخانه.

فرامین نوشته شده بر روی تلگراف‌ها استاندارد بوده و عبارت‌اند از:

DEAD SLOW ASTERN
SLOW ASTERN
HALF ASTERN
FULL ASTERN

FULL AHEAD
HALF AHEAD
SLOW AHEAD
DEAD SLOW AHEAD
STOP

دو موقعیت standby و finish with engine FWE هم وجود دارند که در تلگراف‌های مدرن به صورت دکمه تعبیه شده‌اند.

تلگراف‌های قدیمی تنها نقش اطلاع‌رسانی بین پل فرماندهی و اتاق کنترل موتورخانه را داشتند و کاهش و افزایش سرعت موتور کشتی توسط مهندسین مسئول موتورخانه انجام می‌گرفت، اما تلگراف‌های امروزی توانایی کنترل اتوماتیک موتور اصلی را دارند و فرامین تغییرات سرعت را مستقیماً بر روی موتور اصلی اعمال می‌کنند.

### سامانه اعلام خطر (Alarming System)

سامانه‌هایی که در این بودمان با آنها آشنا شدید و بسیاری از سامانه‌های دیگری که بر روی کشتی‌ها و زیردریایی‌ها و یا تأسیسات ثابت مستقر در دریا وجود دارند (و در اینجا ذکر می‌کنیم از آنها نیامده است) همگی باید وظایف خود را به درستی انجام دهند، در غیر این صورت بخشی و یا کل شناور (و یا تأسیسات) دچار مشکل می‌شود. بسته به اهمیت دستگاه و یا سامانه، کلیه وسایل به هشداردهنده‌هایی مجهز شده‌اند تا در صورت پیش آمدن مشکلی بر سر راه خود، کارکنان موتورخانه و حتی در مواردی کارکنان عرشه و یا کل کشتی را از وقوع آن مشکل مطلع نمایند.

به عنوان مثال، سامانه سکان به تعدادی هشدار مجهز است تا در صورت وقوع مشکل کارکنان موتورخانه را در جریان قرار دهد، اما برخی از این مشکلات هم‌زمان دارای زنگ خطر در پل فرماندهی نیز می‌باشند تا افسران ناوبری هم از پیش آمدن مشکل (که می‌تواند منجر به یک موقعیت خطرناک شود) آگاه شده و عکس العمل متناسب را اعمال کنند.

این سامانه‌های اعلام خطر با ایجاد صدا و هم‌زمان روشن کردن چراغ مخصوص به خود و یا نوشتن متن بر روی نمایشگرها عمل می‌کنند. به دلیل اهمیت آنها و همچنین تعداد زیاد این هشدارها ماشین‌آلات و دستگاه‌های مختلف دسته‌بندی می‌شوند تا فهم هشدارها ساده‌تر گردد.

در کشتی‌های نظامی که برای مقابله با دشمن ساخته شده‌اند، برخلاف کشتی‌های تجاری که بیشتر ماشین‌آلات در موتورخانه متمرکز شده‌اند، ماشین‌آلات در کل کشتی توزیع می‌شوند تا در صورت هدف قرار گرفتن قسمتی از کشتی، قابلیت‌های رزمی و دریانوردی آن به طور کامل از دست نرود؛ به همین ترتیب سامانه‌های اعلام خطر هم در این کشتی‌ها به بخش‌هایی (Zone) تقسیم شده‌اند تا ضمن داشتن یکپارچگی و وحدت فرماندهی، بتوانند در صورت نیاز به طور جداگانه نیز کار خود را به درستی انجام دهند.



شکل ۴۰ - سامانه هشدار اتاق کنترل موتورخانه

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	<p>۱- انواع متفاوت سامانه‌های پیش‌ران را بشناسد.</p> <p>۲- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند.</p> <p>۳- سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد.</p> <p>۴- سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد.</p> <p>۵- فرامین تلگراف را بداند.</p> <p>*هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱- انواع متفاوت سامانه‌های پیش‌ران را بشناسد.</p> <p>۲- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند.</p> <p>۳- سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد.</p> <p>۴- سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد.</p> <p>۵- فرامین تلگراف را بداند.</p> <p>*هنرجو توانایی انجام سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	کاربرد انواع ماشین‌آلات کشتی	بررسی ماشین‌آلات کشتی	کاربری ماشین‌آلات
۱	<p>۱- انواع متفاوت سامانه‌های پیش‌ران را بشناسد.</p> <p>۲- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند.</p> <p>۳- سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد.</p> <p>۴- سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد.</p> <p>۵- فرامین تلگراف را بداند.</p> <p>*هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## ارزشیابی شایستگی کاربری ماشین آلات

### ۱ شرح کار:

- انواع متفاوت سامانه‌های پیش‌ران را بشناسد.
- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند.
- سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد.
- سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد.
- فرامین تلگراف را بداند.

### ۲ استاندارد عملکرد:

- بررسی و تجزیه و تحلیل کردن تجهیزات مکانیکی شناورها
- شاخص‌ها:
- شناخت لازم از سیستم مکانیک کشتی‌ها و شناورها

### ۳ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد.  
 ابزار و تجهیزات: انواع تجهیزات متفاوت مکانیکی موجود در کارگاه و بر روی شناورها

### ۴ معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی سامانه‌های پیش‌برنده	۱	
۲	بررسی سامانه‌های پیشگیری از آلودگی دریاها	۱	
۳	بررسی سامانه اطفای حریق ثابت	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛ ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛ ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛ ۴- اخلاق حرفه‌ای.	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ می‌باشد.



## پودمان ۵

### نگهداری کشتی



## واحد یادگیری ۵

### نگهداری کشتی

#### آیا تا کنون پی برده‌اید

- تعمیر و نگهداری در کشتی چگونه انجام می‌شود؟
- هر کشتی دارای یک برنامه منظم و دقیق برای تعمیر و نگهداری است؟
- چرا وسایل نجات جان افراد و آتش‌نشانی نیاز به نگهداری دارند؟
- چگونه با جوش کاری، بدنه آسیب دیده کشتی ترمیم می‌گردد؟

#### استاندارد عملکرد

در این واحد یادگیری هنرجو روش‌ها و مسئولیت‌های نگهداری و تعمیر کشتی را فرامی‌گیرد و روش نگهداری صحیح از وسایل نجات جان افراد، وسایل آتش‌نشانی و وسایل مخابراتی را می‌آموزد. همچنین جوشکاری برق، جوشکاری گاز و برش کاری را به صورت مقدماتی یاد می‌گیرد. پس از به پایان رساندن این پودمان هنرجو باید روش نگهداری صحیح وسایل نجات جان افراد، وسایل آتش‌نشانی و وسایل مخابراتی را انجام دهد و همچنین قادر باشد جوشکاری برق، جوشکاری گاز و برش کاری فلز را نیز انجام دهد.



## نگهداری و تعمیر

با نگاهی گذرا به زندگی‌های ساده و قدیمی در گوشه و کنار و خارج از شهرها، که خود نمونه‌ای از زندگی سنتی گذشتگان بوده است، می‌توان دریافت که آنان نیز برای نگهداری و تعمیرات ابزار و وسایل و امکانات در اختیار خودشان، برنامه‌های نگهداری ساده و فعالیت‌های خاصی را در نظر داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در طول اعصار مختلف، نگهداری و تعمیرات، جزء جدایی‌ناپذیر زندگی بشری بوده است. اما با توجه به سادگی و ارزان و سهل‌الوصول بودن و عدم پیچیدگی‌های فنی سیستم‌های دوران گذشته، این امر به صورت سیستمی، مورد توجه قرار نگرفته است. به مرور و با رشد صنایع و تکنولوژی‌های جدیدتر و پیچیده‌تر و صرف هزینه‌های زیاد در قبال تهیه این سیستم‌ها، نیاز به نگهداری و تعمیرات، روزبه‌روز بیشتر احساس شد به طوری که منجر به نگرش نظام‌مند به امر نگهداری و تعمیرات و تولید علم آن شد و مهندسی صنایع با نگاهی ویژه به این موضوع وارد فعالیت شد و روش‌های گوناگونی تاکنون برای نگهداری و تعمیرات در دوران‌ها و شرکت‌های تولیدی مختلف ارائه گردید.

## تعریف نگهداری و تعمیرات

به مجموعه برنامه‌ها و اقدامات به منظور نگهداشتن تجهیزات در سطح قابل قبولی، از نظر عملیاتی (نگهداری) و یا بازگرداندن تجهیزات معیوب به چرخه استفاده و بهره‌برداری گفته می‌شود. نتیجه مورد انتظار از این اقدامات ایجاد آمادگی، حفظ قابلیت عملیاتی، تداوم و استمرار عملیاتی تجهیزات برای شرایط تعریف شده خواهد بود.

## سامانه نگهداری و تعمیرات

سامانه‌ای است که با برنامه‌ریزی و کنترل مدون، مجموعه فعالیت‌هایی نظیر امور طرح و برنامه‌ریزی، تخصیص منابع، تدوین سیاست‌ها و روش‌های عملیاتی، جمع‌آوری اطلاعات بازخورد و تحلیل اطلاعات به منظور بهسازی طرح‌ها، برنامه‌ها و روش‌های تدوین شده، با هدف افزایش کارایی و بالا بردن عمر مفید تجهیزات، اطمینان از آماده به کار بودن کلیه تجهیزات و فراهم آوردن شرایطی که ایمنی کارکنان را تأمین کند، به عهده دارد.

عدم اجرای برنامه نگهداری و تعمیرات چه مشکلاتی را دربر دارد؟

تحقیق کنید



هرچه سیستم‌ها و دستگاه‌ها پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر باشند، سهل‌انگاری و یا اجرای ناقص برنامه نگهداری و تعمیرات، مشکلات و هزینه‌های بیشتری را به دنبال خواهد داشت. با توجه به این امر و پیشرفت فناوری و وابستگی اکثر نیازهای بشر به صنایع، اهمیت نگهداری و تعمیرات و برنامه آن روزافزون شده است.

## برنامه نگهداری و تعمیرات

داشتن یک برنامه مدون نگهداری و تعمیرات، خود به اندازه اجرای آن از اهمیت بالایی برخوردار است که علاوه بر حل مشکلات ذکر شده، امکانات دیگری را در اختیار ما قرار می‌دهد که در جدول ۱ به آنها اشاره شده است.

جدول ۱- امکاناتی که برنامه نگهداری و تعمیر در اختیار ما قرار می‌دهد

۱	توان به‌کارگیری دانش و فناوری‌های جدید (رایانه، سیستم‌های مدیریتی، تجزیه و تحلیل اطلاعات)؛
۲	قابلیت اطمینان و ضریب آمادگی تجهیزات؛
۳	مستند کردن فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات؛
۴	ثبات در روش‌ها و فرایندها (با وجود تغییر کارکنان درگیر با امر نگهداری و تعمیرات).

با اجرای برنامه نگهداری و تعمیر چه نتایجی به دست می‌آید؟

تحقیق کنید



برخی از مشکلات سهل‌انگاری و یا اجرای ناقص برنامه نگهداری و تعمیرات را بگویید.

کار در کلاس



### اهداف برنامه نگهداری و تعمیرات

به‌طور کلی با انجام برنامه‌های نگهداری و تعمیرات به سه هدف کلی خواهیم رسید که این اهداف عبارت‌اند از:

- ۱ افزایش زمان قابلیت استفاده و بهره‌وری از سامانه‌ها و دستگاه‌ها؛
  - ۲ کاهش خرابی و ازکارافتادگی سامانه‌ها؛
  - ۳ افزایش بهره‌وری طول عمر مفید اقتصادی دستگاه‌ها، ماشین‌آلات و قطعات مورد نظر.
- برای دستیابی به این اهداف، از سه روش عمده مدیریت نگهداری و تعمیرات «اصلاحی»، «پیشگیرانه» و «اضطراری» استفاده می‌گردد که در ادامه، این روش‌ها توضیح داده خواهند شد.

### فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات

فعالیت‌های عمومی سامانه نگهداری و تعمیرات عبارت‌اند از:

- ۱ برنامه‌ریزی؛ ۲ اجرا؛ ۳ کنترل؛ ۴ ثبت وقایع؛ ۵ بایگانی؛ ۶ تجزیه و تحلیل؛ ۷ ارائه گزارش‌های موردنیاز.

فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات شامل پنج فعالیت اصلی زیر است که عبارت‌اند از:

ردیف	فعالیت نگهداری و تعمیر	لغت انگلیسی	شرح فعالیت
۱	تعمیر	repair	عبارت است از انجام فعالیت‌هایی به منظور تشخیص و رفع عیب یک سیستم برای بازگرداندن آن به شرایط قابل قبول.
۲	تعویض	change	این نوع فعالیت، به منظور و مفهوم جایگزینی مجموعه‌ی مستهلک با مجموعه‌ی سالم است.
۳	تنظیم	adjust	یک فعالیت ساده بدون نیاز به تعمیر و تعویض قطعه است تا با ایجاد ارتباط صحیح در بین قسمت‌های داخلی مجموعه و یا بین قطعه‌ی معیوب با سایر قطعات درگیر، بهترین شرایط را برای کار آن مجموعه فراهم آورد به طوری که مجموعه با حداکثر بازدهی کار کند و احتمال اتفاق افتادن شکست و خرابی در تجهیزات به حداقل برسد، مانند: تنظیم سطح ولتاژها، مقاومت‌ها و غیره.
۴	سرویس	service	مجموعه‌ای از فعالیت‌های ساده نگهداری هستند که به منظور جلوگیری از بروز نقص در مجموعه‌های یک دستگاه انجام می‌گیرد.
۵	تست	test	عبارت است از بازدید، بررسی و آزمایش‌های مورد نیاز به منظور مقایسه و ارزیابی مجموعه با شرایط استاندارد، برای پیشگیری از بروز خرابی اتفاقی و کاهش فعالیت‌های تعمیراتی. این بازدیدها حتماً باید برنامه‌ریزی شده باشند و به صورت دوره‌ای انجام گیرد.

فرایند تعمیر شامل چه مواردی و سرویس کردن شامل چه فعالیت‌هایی است؟

تحقیق کنید



## انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات

■ **نگهداری و تعمیرات اضطراری (Emergency Maintenance):** در این روش، تعمیر کردن تجهیزات بعد از اولین خرابی به وجود آمده در آنها صورت می‌گیرد. تعمیرات اضطراری فعالیت‌هایی هستند که در مواقع از کارافتادن تجهیزات و شکست آنها انجام می‌دهند و این‌گونه فعالیت‌ها را به شکل اضطراری باید انجام داد، زیرا امکان سرایت خرابی به سایر مجموعه‌های تجهیزات وجود دارد و یا اینکه تجهیزات به‌طور کلی از کار افتاده‌اند و این کارافتادگی می‌تواند باعث زیان‌های مادی فراوان و یا حتی جانی شود. این روش به‌عنوان یک سیستم، کاملاً منسوخ شده است.

بحث کلاسی



دلیل منسوخ شدن نگهداری و تعمیرات اضطراری چیست؟

■ **نگهداری و تعمیرات اصلاحی (Corrective Maintenance):** در این روش، بعد از به وجود آمدن علائمی از عیب که هنوز منجر به توقف دستگاه نشده است (ولی در صورت بی‌توجهی به آن می‌تواند منجر به خرابی و توقف دستگاه شود)، برنامه‌ریزی خاصی صورت می‌گیرد تا در زمان مناسب، دستگاه رفع عیب شده و به حالت اولیه خود باز گردد.

■ **نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (Preventive Maintenance):** در این روش، نگهداری از تجهیزات در دوره‌های زمانی خاص و براساس زمان‌بندی مشخص صورت می‌گیرد نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به مجموعه اقداماتی گفته می‌شود که شامل بازدید، کنترل، سرویس، تنظیم، تعویض و در برخی از موارد تعمیرات جزئی می‌باشد که در اصطلاح، به فعالیت‌های مزبور PM گفته می‌شود. این فعالیت‌ها که به‌صورت تناوبی و بر حسب دوره‌های تعریف‌شده انجام می‌گیرد، سبب تأخیر و کم شدن تعمیرات و شکست‌های ناگهانی و بدون برنامه می‌شود.

اهم اهداف فعالیت‌های PM شامل موارد زیر است:

- پیش‌بینی عیوب، خرابی‌ها و شکست تجهیزات؛
- تعیین عیوب و شکست، قبل از تأثیرگذاری به تجهیزات؛
- تعمیر و تعویض قطعه پیش از وقوع خرابی تجهیزات.

بحث کلاسی



به نظر شما امروزه کدام‌یک از روش‌های تعمیر و نگهداری بالا بیشتر استفاده می‌شود؟ دلیل آن چیست؟

## محدوده نگهداری و تعمیرات در کشتی‌ها

نگهداری و تعمیر باید مطابق با قوانین و مقررات مربوطه و هرگونه خواسته دیگر توسط شرکت کشتیرانی و مالک کشتی باشد.

بخش مدیریت در جلساتی که برای رسیدن به این هدف کشتی برگزار می‌کند بر موضوعات زیر تأکید می‌شود:

- 1 بازرسی در فواصل زمانی مناسب صورت گیرد.
- 2 هرگونه عیب در ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان کشتی که ممکن است رخ دهد گزارش گردد.

۳ عیوب اتفاق افتاده تعمیر شود.

۴ تعمیرات و اقدامات انجام شده گزارش شود.

خرابی ناگهانی در سیستم‌ها و تجهیزات به هر دلیلی که باشد بسیار خطرناک است؛ بنابراین تجهیزات حساس عرشه شناسایی شده و آنها مطمئن شوند که نگهداری و تعمیرات لازم، مطابق کتاب ثبت وضعیت ایمنی (safety condition register book) انجام گرفته است. از این کتاب یک نسخه در اختیار سرمهندس کشتی است.

### اصول برنامه نگهداری و تعمیر

برنامه اصلی برای نگهداری کشتی، در واقع جهت صدور قانونی گواهی نامه مؤسسه رده‌بندی و تداوم آن می‌باشد (سیستم نظارت ویژه).

برای رسیدن به این هدف مهم انجام برخی از اقدامات، لازم و ضروری است که عبارت‌اند از:

۱ موارد خاصی از تجهیزات باید بازرسی شود.

۲ نگهداری در شرایط کاری کشتی نیز انجام می‌شود.

۳ برنامه زمان‌بندی که توسط کارخانه سازنده تجهیزات توصیه شده و همچنین تجربیات قبل باید در نظر گرفته شود.

برای بالا بردن سطح ارتقای کیفی سرپرست‌های فنی در کنترل شرایط عملیاتی معمول کشتی، برنامه نگهداری به دو قسمت اصلی تقسیم می‌شود:

قسمت اول: برنامه بازرسی نوبتی؛

قسمت دوم: برنامه نگهداری.

هر یک از دو قسمت، خود به دو بخش جداگانه تقسیم می‌شود:

۱ عرشه و قسمت رادیویی؛

۲ موتور و قسمت‌های برقی.

برنامه نگهداری علاوه بر بازرسی‌ها در شرایط کاری معمول ساختمان و ماشین‌آلات و نگهداری‌ای که نیاز شرایط کاری خاص بعضی از دستگاه‌ها و تجهیزات و دستگاه‌هاست، می‌تواند دستورالعمل خوبی برای سرمهندس و افسر اول کشتی جهت برنامه‌ریزی کارهای نگهداری باشد.

پیروی از این دستورالعمل آماده شده نمی‌تواند نقش فرمانده و سرمهندس کشتی را در قبال مسئولیت‌های روزانه برای ایجاد کار ایمن، مؤثر و بدون مشکل اقتصادی کشتی از بین ببرد.

هنگامی که برنامه کار نگهداری آماده شد، سرمهندس و افسر اول و افسر برق باید فرم‌های مربوط به قسمت خود را آماده نمایند و آنها را، تاریخ زده و امضاکنند و در پایان در اختیار افراد مربوطه قرار دهند.

در گروه‌های پنج نفره از یک کشتی بازدید کنید و چک لیست‌های برنامه تعمیر و نگهداری آن را با اجازه از فرمانده کشتی مطالعه کرده و با دیگر گروه‌ها مقایسه کنید.

فعالیت  
کارگاهی



نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	۱- فعالیت‌های تعمیر و نگهداری را بشناسد. ۲- روش‌های تعمیر و نگهداری را بداند. ۳- اصول برنامه تعمیر و نگهداری را بداند. * هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالتر از حد انتظار	تعمیر و نگهداری کشتی	تعمیر و نگهداری کشتی	نگهداری کشتی
۲	۱- فعالیت‌های تعمیر و نگهداری را بشناسد. ۲- روش‌های تعمیر و نگهداری را بداند. ۳- اصول برنامه تعمیر و نگهداری را بداند. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار			
۱	۱- فعالیت‌های تعمیر و نگهداری را بشناسد. ۲- روش‌های تعمیر و نگهداری را بداند. ۳- اصول برنامه تعمیر و نگهداری را بداند. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از حدانتظار			
			نمره مستمر از ۵		
			نمره شایستگی پودمان از ۳		
			نمره پودمان از ۲۰		

## نگهداری تجهیزات نجات و آتش‌نشانی (Maintenance of L.S.A & F.F.A)

روش نگهداری وسایل نجات جان افراد بر روی کشتی یکی از مسئولیت‌های مهم بر روی کشتی است. قبل از ترک بندر، تمامی این تجهیزات برای استفاده باید آماده باشند تا در صورت لزوم فوراً از آنها استفاده شود. وسایل نجات جان افراد با توجه به کاربرد و اهمیتشان باید هفتگی، ماهیانه، سه ماه یک بار و سالیانه بازرسی شوند. طبق قوانین سولاس، هر کشتی باید تعداد مشخصی از وسایل نجات افراد را داشته باشد، بنابراین چک لیستی وجود دارد که تعداد هر یک از آنها در آن درج شده است. افسر مسئول اگر در بازرسی‌ها متوجه کمبود هر یک از وسایل نجات شد فوراً باید آن را پیدا یا جایگزین کند.

جدول ۲- تجهیزات نجات جان افراد در دریا

روش نگهداری	تصویر	نام
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه بازرسی شود.</li> <li>- در صورت کنده شدن شب نما، نبود سوت، پارگی بندها و خرابی چراغ جلیقه باید تعویض شود.</li> <li>- در دو طرف پل فرماندهی نصب شده باشد و دارای چراغ M.B.O باشد.</li> </ul>		جلیقه نجات خودشناور
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه بازرسی شود.</li> <li>- در صورت سوراخ بودن یا خرابی کپسول CO<sub>2</sub> جلیقه باید تعویض شود.</li> <li>- باید با آب و صابون شسته شود.</li> <li>- قبل از انبار کردن باید خشک شده و روی هم انبار نشوند.</li> <li>- در محلهایی که روغن، رنگ، نفت، حرارت، رطوبت و خاک است، انبار نشوند.</li> <li>- سالانه توسط شرکت معتبر باید تست شوند.</li> </ul>		جلیقه نجات بادی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه مورد بازرسی قرار گیرد.</li> <li>- در صورت مشاهده سوراخ یا پارگی و یا کنده شدن نوارهای شب‌نما لباس باید تعویض شود.</li> <li>- در شرایط مناسب نگهداری شود.</li> </ul>		لباس غوطه‌وری

روش نگهداری	تصویر	نام
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه بازرسی شود.</li> <li>- جهت به آب‌اندازی مانعی جلوی آن نباشد.</li> <li>- دچار آسیب دیدگی نشده باشد.</li> <li>- قفل هیدرواستاتیکی آن باید دارای اعتبار باشد.</li> <li>- نام شناور، تاریخ شارژ و تاریخ اعتبار بر روی آن درج شده باشد.</li> <li>- سالانه همراه قفل هیدرواستاتیکی توسط شرکت معتبر باید سرویس شود.</li> </ul>		لایف رافت
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر هفته باید بازرسی شود.</li> <li>- هر هفته باید سیستم آب‌اندازی آن بررسی شود.</li> <li>- هر هفته موتور آن باید روشن شده و به عقب و جلو گذاشته شود.</li> <li>- هر هفته باید از جای خود حرکت داده شود تا سالم بودن سیستم آب‌اندازی آن مشخص شود.</li> <li>- هر ماه رادیوی ثابت، چراغ جست‌وجو و تجهیزات درون آن بررسی و آزمایش شود.</li> <li>- هر ماه شارژ باتری موتور باید بررسی شود.</li> <li>- هر سه ماه یک بار آب‌اندازی و آزمایش شود.</li> <li>- هر سه ماه یک بار سیستم آب‌پاش آن امتحان شود و سپس طبق دستورالعمل کارخانه سازنده با آب شیرین شست‌وشو شود.</li> </ul>		قایق نجات
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر هفته باید بازرسی شود.</li> <li>- هر هفته باید سیستم آب‌اندازی آن بررسی شود.</li> <li>- هر هفته موتور آن روشن و به عقب و جلو گذاشته شود.</li> <li>- هر هفته از جای خود حرکت داده تا سالم بودن سیستم به آب‌اندازی آن مشخص شود.</li> <li>- هر ماه شارژ باتری موتور آن بررسی شود.</li> <li>- هر سه ماه یک بار به آب‌اندازی و آزمایش شود.</li> </ul>		قایق امداد
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه باید بررسی شود.</li> <li>- به‌طور صحیح شماره‌گذاری شده و جاسازی شده باشد.</li> <li>- باید دارای طناب و چراغ باشد.</li> <li>- در دو طرف پل فرماندهی نصب شده باشد و دارای چراغ M.B.O باشد.</li> </ul>		بویه نجات



نام	تصویر	روش نگهداری
سرسره فرار		<ul style="list-style-type: none"> <li>- سالانه باید توسط شرکت معتبر سرویس شود.</li> <li>- هر شش سال باید تعویض گردد.</li> </ul>
منورها، مشعل‌های دستی و علائم دودزا		<ul style="list-style-type: none"> <li>- باید دقت شود که تاریخ انقضای آنها تمام نشده باشد.</li> </ul>
طناب ایمنی		<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه باید بازرسی شود.</li> <li>- در صورت دیدن بریدگی یا از هم گسیختگی، طناب باید جایگزین شود.</li> <li>- در هر بار استفاده، باید محل‌هایی از آن را که بر روی لبه‌ها قرار داشته با دقت بیشتری بررسی کرد.</li> <li>- هر پنج سال باید تعویض شود.</li> </ul>
هشدار عمومی		<ul style="list-style-type: none"> <li>- عملکرد هشدار عمومی هر هفته باید مورد بررسی قرار گیرد.</li> </ul>

با توجه به جدول ۲، فهرست بازرسی هفتگی، ماهیانه، سه ماه و سالیانه را درست کرده و در کلاس ارائه نمایید.

کار در کلاس



تجهیزات آتش‌نشانی چه هنگامی که کشتی در بندر باشد چه هنگامی که در سفر دریایی باشد، باید همیشه آماده سرویس‌دهی باشند. نگهداری صحیح و آمادگی این تجهیزات برای استفاده باید همیشه مد نظر قرار گیرد.

### جدول ۳- تجهیزات آتش نشانی

روش نگهداری	تصویر	نام
<p>- هر ماه بازرسی شود.</p> <p>- ماسک باید چک شود و از سالم بودن آن اطمینان حاصل شود.</p> <p>- از سالم بودن و پر بودن کپسول اکسیژن باید مطمئن شد.</p> <p>- کپسول استفاده شده باید شارژ شود.</p>		دستگاه تنفس فردی
<p>- هر ماه بازرسی شود.</p> <p>- کلاه آن نباید آسیب دیده باشد.</p> <p>- از سالم بودن و پر بودن کپسول اکسیژن باید مطمئن شد.</p> <p>- کپسول استفاده شده باید شارژ شود.</p>		دستگاه تنفس اضطراری
<p>- هر ماه مورد بازرسی قرار گیرد.</p> <p>- در صورت مشاهده سوراخ یا پارگی، باید تعویض شود.</p> <p>- در جعبه آتش نشانی نگهداری شود.</p>		شیلنگ آتش نشانی
<p>- هر ماه بازرسی شود.</p> <p>- امتحان شود و از سالم بودن آن اطمینان حاصل شود.</p>		نازل آتش نشانی

روش نگهداری	تصویر	نام
<p>- تاریخ انقضای آنها بررسی شود.                      - در صورت استفاده از کپسول فوم و پودر جایگزین شوند.                      - سرویس سالانه و آزمایشات انجام گردد و تاریخ آن بر روی آنها درج گردد.</p>		<p>کپسول‌های آتش‌نشانی قابل حمل</p>
<p>- تاریخ انقضای آنها بررسی شود.                      - سرویس سالانه و آزمایش‌های لازم انجام گردد و تاریخ آن بر روی آنها درج گردد.</p>		<p>سیستم ثابت آتش‌نشانی</p>
<p>- هر ماه باید بررسی شود.                      - شیر در هر بازرسی باز و بسته گردد تا سفت و یا جام نشده باشد.                      - آچار مخصوص کنار شیر وجود داشته باشد تا در صورت جام کردن، بتوان شیر را باز کرد.</p>		<p>شیر آتش‌نشانی بر روی عرشه</p>
<p>- هر هفته بازرسی شود.                      - از سالم بودن و عملکرد صحیح آن باید اطمینان حاصل پیدا کرد.                      - قدرت مکش و پرتاب توسط پمپ باید مطابق الزامات کنوانسیون‌های دریایی باشد.</p>		<p>پمپ آتش‌نشانی</p>
<p>- هر ماه باید بررسی شود تا از سالم بودن، باز و بسته شدن و نحوه عملکرد آن از داخل و خارج اطمینان حاصل شود و در صورت معیوب بودن تعمیر گردد.</p>		<p>دریچه آتش</p>

روش نگهداری	تصویر	نام
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه بررسی شود.</li> <li>- باید از سالم بودن آن اطمینان حاصل شود.</li> </ul>		<p>حسگر کشف دود و آتش</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هر ماه بازرسی شوند.</li> <li>- در جای در نظر گرفته شده و در شرایط مناسب نگهداری شوند.</li> <li>- در صورت پارگی و سوختگی باید تعویض گردند.</li> </ul>		<p>لباس ضد حریق</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- این نقشه باید در ورودی محل اقامت کارکنان و در دو طرف راهروها قرار گیرد.</li> <li>- در صورت تغییر نقشه باید نقشه جدید جایگزین نقشه‌های قدیمی گردد.</li> </ul>		<p>نقشه جانمایی وسایل آتش نشانی</p>

با هماهنگی مدیر هنرستان از یک کشتی بازدید کرده و نقشه جانمایی وسایل آتش نشانی و وسایل نجات افراد را مشاهده کنید و دو یا سه وسیله را در نظر بگیرید و ببینید آیا هر وسیله سر جایش قرار گرفته است یا خیر؟

فعالیت  
کارگاهی



## نگهداری تجهیزات مخابراتی و عرشه

- دستگاه‌های مخابراتی مانند GMDSS مانند EPIRB، SART و دستگاه ارتباط رادیویی (VHF) باید بازرسی شوند و عملکردشان مطابق با فصل ۴ سولاس ۱۹۷۴ باشد.
- در بازرسی از وسایل مخابراتی مانند SART و EPIRB باید به تاریخ انقضای باتری آنها توجه داشت. در نگهداری از تجهیزات مخابراتی باید به موارد زیر توجه کرد:
- در بازرسی‌ها نباید هیچ تداخل زیان‌آور مکانیکی و الکتریکی در کاربرد مناسب آنها تأثیر بگذارد.
  - هیچ مانعی بر سر راه دسترسی به این تجهیزات نباشد و بیشترین ایمنی در زمان استفاده از آنها فراهم شده باشد.
  - هر دستگاه، باید مجهز به چراغ الکتریکی برای نورپردازی مناسب باشد و در صورت معیوب بودن باید تعویض شوند.
  - علامت خطاب، نام ایستگاه شناور و دیگر رمزها به وضوح روی آن درج شده باشد و در صورت مخدوش بودن و یا پاک شدن باید آن را درست کرد.
  - در نگهداری از تجهیزات عرشه باید به موارد زیر توجه کرد:
  - در بازرسی از وینچ‌ها باید روانکاری آنها با توجه به گریس‌ها در مدت زمان مشخص انجام شود و زمان انجام روانکاری باید ثبت گردد.
  - طناب‌های سیمی باید هر ماه مورد بازرسی قرار گیرند تا در صورت پوسیدگی، از هم گسیختگی یا زنگ‌زدگی تعمیر یا تعویض گردند.
  - طناب‌های سیمی باید هرچند مدت با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده روانکاری شوند.
  - بعد از استفاده از طناب‌های سیمی، در صورت گیر کردن اشیاء و موجودات دریایی در آنها، باید تمیز گردند و با آب شیرین شست‌وشو شوند.

## نگهداری پله‌های عبور و مرور (Gang way/Accommodation ladder)

- ایمن بودن پله‌های عبور و مرور به دلیل استفاده خدمه کشتی و دیگر افراد از آن، اهمیت زیادی دارد. برای حفظ ایمنی این نوع پله‌ها مطابق دستورات سولاس یک سری الزامات باید رعایت شود.
- پله‌های عبور و مرور کشتی به لحاظ کنترل موارد زیر هر ماه مورد بازرسی قرار می‌گیرند:
- ۱ بررسی ترک و اعوجاج در آنها؛
  - ۲ بررسی خوردگی‌ها به خصوص در پله‌های فولادی؛
  - ۳ تمامی قسمت‌های متحرک پله‌ها مانند یاتاقان‌ها و غلتک‌ها بازرسی شوند تا از سالم بودن آنها اطمینان حاصل شود و باید طبق برنامه زمان‌بندی روغن کاری شوند.
  - ۴ اجزایی از پله‌ها که دچار خمیدگی گردیده‌اند باید تعمیر یا تعویض شوند.
  - ۵ طناب پله‌ها در صورت آسیب‌دیدگی تعویض شود.
  - ۶ جان‌پناه پله‌ها باید بازرسی شوند.
  - ۷ در صورت وجود روغن و آلاینده‌گی بر روی پله‌ها باید فوراً تمیز گردند.
  - ۸ تور شبکه‌ای زیر پله‌ها سالم و به روش درست بسته شده باشد.



شکل ۱- پله عبور و مرور

با هماهنگی مدیر هنرستان از یک کشتی بازدید کنید و پله‌های عبور و مرور آن را از جهت موارد گفته شده مورد ارزیابی قرار دهید.

## نگهداری در انبار (Hatch Cover)



شکل ۲- در انبار که دچار خوردگی شدید شده است.

بازرسی از در انبارهای کشتی از اهمیت خاصی برخوردار است. اگر هریک از درها آسیب ببینند ممکن است به کالای درون انبارها خسارت وارد شود. برای جلوگیری از این خسارت‌ها در انبارها باید به صورت نوبه‌ای مورد بازرسی قرار گیرد. هدف از این بازرسی‌ها کنترل موارد زیر است:

**۱** در صورت مشاهده خوردگی و ترک در ساختمان در انبارها و لبه انبارها، این خوردگی یا ترک باید برطرف گردد.



شکل ۳- در یک انبار که چرخ‌های آن خراب شده است.

**۲** تقویتی‌های اطراف در انبارها در زیر سقف و دیوارها باید بازرسی شوند تا در صورت خمیدگی یا آسیب دیدگی تعمیر گردند.

**۳** چرخ‌های غلتان باید بازرسی گردند تا در صورت خرابی تعویض شوند.



شکل ۴- لاستیک اطراف درِ انبار که له شده است و باید تعویض شود.

۴ لاستیک اطراف دهنة درِ انبارها در صورت پارگی و له شدگی باید تعویض شود؛ زیرا این لاستیک برای آببندی در انبارها بسیار مهم است.



شکل ۵- آزمایش نفوذ ناپذیری در انبار در برابر آب

۵ روغن ریزی در انبارها باید جدی گرفته شود و در اسرع وقت باید عیب را برطرف و محیط را از روغن پاک کرد.

۶ تمامی شیرهای تخلیه باید بازرسی شوند تا در صورت خرابی تعمیر یا تعویض شوند.

۷ در انبارهای عرشه‌های میانی باید همیشه تمیز نگهداری شوند زیرا ضد نفوذ آب نیستند.

۸ در انبارهایی که بر روی عرشه اصلی هستند باید از لحاظ نفوذناپذیری در مقابل آب آزمایش شوند.

۹ زنجیر در انبارها (در صورت وجود) باید بازرسی شود. این بازرسی شامل شکل ظاهری، شکستگی و خوردگی حلقه زنجیرها می‌باشد.

۱۰ ابتدا و انتهای در انبارها در هنگام باز بودن برای مشاهده آسیب دیدگی باید بازرسی شود.

۱۱ روغن هیدرولیک در انبارها باید طبق پیشنهاد شرکت سازنده در زمان تعیین شده تعویض گردد.

در انبارها چگونه برای ضد آب بودن مورد آزمایش قرار می‌گیرد؟

تحقیق کنید



نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	<p>۱- نگهداری از وسایل نجات افراد را بتواند انجام دهد.</p> <p>۲- نگهداری از وسایل آتش‌نشانی را بتواند انجام دهد.</p> <p>۳- نگهداری از وسایل مخابراتی را بتواند انجام دهد.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱- نگهداری از وسایل نجات افراد را بتواند انجام دهد.</p> <p>۲- نگهداری از وسایل آتش‌نشانی را بتواند انجام دهد.</p> <p>۳- نگهداری از وسایل مخابراتی را بتواند انجام دهد.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	نگهداری تجهیزات نجات و آتش‌نشانی	نگهداری تجهیزات نجات و آتش‌نشانی	نگهداری کشتی
۱	<p>۱- نگهداری از وسایل نجات افراد را بتواند انجام دهد.</p> <p>۲- نگهداری از وسایل آتش‌نشانی را بتواند انجام دهد.</p> <p>۳- نگهداری از وسایل مخابراتی را بتواند انجام دهد.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰



## جوشکاری و برش کاری

بر روی کشتی‌های فلزی گاهی پیش می‌آید که عرشه یا سازه‌های فلزی به دلیل سهل‌انگاری در نگهداری یا جابه‌جایی غیرایمن کالا دچار زنگ‌زدگی، آسیب و پارگی می‌شوند. نگهداری و تعمیرات این موارد، به مهارت جوشکاری و برش کاری نیاز دارد. به همین منظور در این واحد یادگیری سعی شده است هنرجویان با مهارت جوشکاری و برش کاری آشنا شوند و آن را به صورت مقدماتی فرا گیرند.

اول ایمنی بعد کار؛ این شعار را شاید در بسیاری از مراکز صنعتی و کارگاه‌های تولیدی دیده و یا شنیده باشید. کار بدون خطر یک امر تصادفی نیست بلکه ایجاد آن نیاز به کسب تجربه و دانش دارد. هر کسی که کار می‌کند باید تلاش نماید تا کار او بدون خطر باشد. رعایت نکات ایمنی در زمینه فردی و گروهی جهت جلوگیری از خسارات جانی، نقص عضو و اتفاقات جبران‌ناپذیر یک امر الزامی است.

ایمنی



به‌طور کلی حوادث و وقایع ناگواری که در حین جوشکاری یا برش کاری اتفاق می‌افتد دو دلیل عمده دارد:

- ۱ آشنا نبودن شخص به نکات ایمنی و بهداشتی؛
- ۲ سهل‌انگاری و بی‌توجهی به رعایت نکات ایمنی.

درباره خطرات موجود در جوشکاری و اقدامات پیشگیرانه آن تحقیق کرده و نتیجه آن را در کلاس گزارش دهید.

تحقیق کنید



### جوشکاری قوسی الکتریکی با الکتروود دستی (SMAW)

روش جوشکاری قوس الکتریکی-الکتروود دستی (SMAW) که به اختصار روش قوس دستی نیز نامیده می‌شود یکی از قدیمی‌ترین و ساده‌ترین و در عین حال پرکاربردترین روش‌های جوشکاری است. یادگیری این روش در مقایسه با دیگر روش‌ها آسان‌تر بوده و در آموزش جوشکاران ماهر این روش به‌عنوان پایه و اساس آموزش جوشکاری در نظر گرفته می‌شود. کاربرد این روش جوشکاری برای انواع فلزات و آلیاژها و در بسیاری از ضخامت‌ها (حتی اتصال دو فلز غیرهم‌جنس) باعث شده است تا در تولید و ساخت محصولات جوشکاری شده به نوعی روش قوس دستی به کار گرفته شود. روش SMAW جزء روش‌های جوشکاری ذوبی است که فقط به صورت دستی انجام شده و قابلیت اتوماسیون را ندارد. منبع اصلی انرژی جهت برقراری اتصال در این روش انرژی الکتریکی و یا به عبارت دقیق‌تر انرژی ناشی از قوس الکتریکی است که حدود ۶۰۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت ایجاد می‌کند. به همین خاطر، به این روش، جوشکاری قوس الکتریکی - الکتروود دستی گفته می‌شود. محدوده شدت جریان الکتریکی که در اکثر کاربردها مورد استفاده قرار می‌گیرد ۵۰ تا ۵۰۰ آمپر است. در این روش اگر دو قطعه کار مورد جوشکاری را در مجاورت هم طوری قرار دهیم که به هم بچسبند و یا تقریباً با هم در تماس باشند و قوس الکتریکی را به لبه دو قطعه نزدیک کنیم، حرارت حاصل از قوس الکتریکی موجب ذوب شدن لبه دو قطعه کار می‌گردد. این بخش از مواد مذاب حاصل از قطعه کار

با مواد مذاب ناشی از الکتروود درهم ادغام می‌شود. وقتی که قوس الکتریکی از روی دو قطعه دور می‌شود حوضچه مذاب شامل فلز الکتروود و فلز قطعه کار منجمد شده و دو قطعه به هم متصل می‌شوند. الکتروود مورد استفاده در این روش از نوع الکتروود پوشش دار مصرف شدنی و منقطع است که وظیفه برقراری قوسی و پرکنندگی درز اتصال را به‌طور هم‌زمان انجام می‌دهد. محافظت از منطقه جوش نیز توسط سوختن پوشش الکتروود هم‌زمان با ذوب الکتروود صورت می‌گیرد.

تحقیق کنید



دربارۀ معایب جوشکاری با قوس الکتریکی دستی تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس گزارش دهید.

### تجهیزات و متعلقات در جوشکاری قوسی الکتریکی – الکتروود دستی

اجرای عملیات جوشکاری از برش و آماده‌سازی قطعات شروع شده و با انجام فرایند جوشکاری ادامه می‌یابد و با بررسی و انجام عملیات کیفی روی قطعه جوشکاری شده پایان می‌پذیرد. در طول اجرای این سه مرحله ابزار و تجهیزات مختلفی به کار گرفته می‌شود که هر یک کارایی مخصوص به خود را دارد. برای روشن شدن بهتر موضوع به تجهیزات مورد نیاز در هر مرحله به تفکیک می‌پردازیم.

**تجهیزات آماده‌سازی قطعه مورد استفاده قبل از عملیات جوشکاری:** این تجهیزات که معمولاً با هدف برش، سوراخ‌کاری، علامت‌گذاری و سایش به کار می‌روند، شامل موارد زیر هستند (جدول ۴).

#### جدول ۴- تجهیزات آماده‌سازی قطعه مورد استفاده قبل از عملیات جوشکاری

نام	شکل	توضیحات
سمبه نشان		این وسیله دارای نوک تیزی است که با ایجاد یک فرورفتگی کوچک عملیات علامت‌گذاری را بر روی قطعات فلزی انجام می‌دهد.
سوزن خط‌کش		به کمک نوک تیز این ابزار می‌توان بر روی فلزات خط‌کشی کرد.

نام	شکل	توضیحات
وسایل اندازه‌گیری		ابزار آلاتی همچون متر و خط‌کش فلزی برای اندازه‌گیری ابعاد قطعات و یا اندازه‌گیری و جداسازی سطح قطعات به کار می‌روند.
گونبای فلزی		این وسیله که دارای یک خط‌کش فلزی و دو بازوی عمود بر هم است، برای گونبای کردن یا ۹۰ درجه کردن لبه‌های قطعه‌کار و فارسی‌بر کردن یا برش با زاویه ۴۵ درجه روی قطعات فلزی کاربرد دارد.
انواع ماشین دریل		استفاده از دریل دستی و ستونی در جوشکاری معمولاً برای انجام عملیات سوراخ‌کاری می‌باشد.
انواع ماشین‌های سنگ زنی		این نوع دستگاه که به دستگاه فرز نیز معروف است دو وظیفه متفاوت را در آماده‌سازی قطعات جوشکاری برعهده دارد. اگر صفحات فیبری برش بر روی این دستگاه نصب شود، برای برش مقاطع توخالی کاربرد دارد. اما اگر صفحات سایش بر روی آن نصب شود برای سایش سطوح و لبه قطعات فلزی و ترمیم جوش‌های معیوب و... به کار می‌رود.
انواع تجهیزات برش		وسایلی همچون برش اکسی - استیلن، برش پلاسما، اره لنگ، اره نواری و انواع اره‌دستی جهت برش و آماده‌سازی لبه‌های اتصال و پخش‌سازی لبه قطعات به کار می‌روند.
برس برقی		استفاده از برس‌های دستی یا برقی برای تمیزکاری سطح قطعات قبل و بعد از جوشکاری و زدودن تمام کثافات و آلودگی‌ها از روی سطح قطعات کاربرد دارد.

تجهیزات اجرای عملیات جوشکاری به روش SMAW: تجهیزات اجرای عملیات جوشکاری تجهیزاتی هستند که وجود آنها جهت انجام فرایند جوشکاری الزامی است و کیفیت و سلامت آنها تأثیر مستقیمی بر کیفیت نهایی جوش دارد و به این دلیل جوشکاران برای اجرای دقیق عملیات باید شناخت کافی نسبت به آنها داشته باشند.

جدول ۵- تجهیزات اجرای عملیات جوشکاری

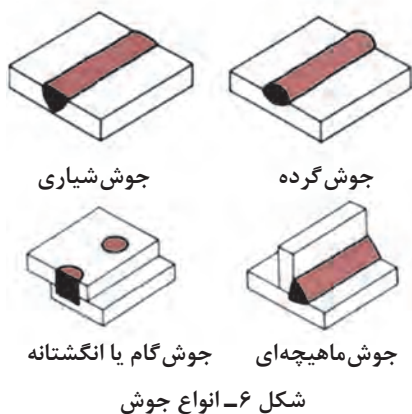
نام	شکل	توضیحات
دستگاه‌های جوشکاری		دستگاه‌های جوشکاری وظیفه کاهش ولتاژ و افزایش شدت جریان را برعهده دارند. این دستگاه‌ها که براساس نوع و یا مقدار جریان خروجی تقسیم‌بندی می‌شوند مهم‌ترین وسیله در اجرای عملیات جوشکاری می‌باشند. در حال حاضر در صنعت از انواع دستگاه‌های جوشکاری همچون ترانس‌رکتی‌فایردار و ترانسفورماتور و اینورتر و دینام و غیره استفاده می‌شود.
کابل جوشکاری		کابل‌های جوشکاری که به دستگاه جوشکاری متصل می‌شوند وظیفه انتقال جریان را برعهده دارند. کابل ورودی وظیفه انتقال جریان برق شبکه را به دستگاه برعهده دارد و کابل‌های خروجی کار انتقال جریان جوشکاری را به انبر جوشکاری و گیره اتصال انجام می‌دهند.
چکش جوشکاری (چکش شلاکه‌زن)		پس از پایان جوشکاری، جهت از بین بردن کامل گل‌جوش‌ها از چکشی به نام چکش شلاکه‌زن استفاده می‌شود. انواع مختلفی از چکش جوشکاری موجود است اما در تمامی آنها یک سر نوک تیز و یک سر تخت مشاهده می‌شود که هر یک کاربرد خاصی دارد.

توضیحات	شکل	نام
<p>از برس سیمی برای تمیزکاری سطح قطعه قبل و در حین و پس از جوشکاری استفاده می‌شود.</p>		<p>برس سیمی</p>
<p>انبر جوشکاری از یک بدنه مسی و یک روکش عایق تشکیل شده است. جنس بدنه انبر از فلز مس انتخاب شده است تا بتواند با کمترین مقدار افت جریان، شدت جریان مصرفی را به انتهای لخت الکتروود برساند.</p>		<p>انبر جوشکاری</p>
<p>انبر یا گیره اتصال که در شکل و اندازه‌های مختلفی ساخته می‌شود، جهت اتصال یکی از کابل‌های دستگاه به قطعه یا میزکار کاربرد دارد. با برقراری این اتصال، مدار جوشکاری جهت عبور الکترون‌ها و برقراری قوس، کامل می‌شود.</p>		<p>گیره اتصال</p>
<p>از آنجایی که قطعات پس از پایان جوشکاری داغ هستند باید جهت حمل و نقل و یا تغییر وضعیت آنها از انبرهای مخصوصی که معمولاً در محل فک خود آج‌دار هستند استفاده نمود (معمولاً از انبر کلاغی استفاده می‌شود).</p>		<p>انبر حمل قطعه کار</p>
<p>وسایلی همچون لباس جوشکاری، کفش کار، انواع ماسک‌های محافظ و پیش‌بند جوشکاری بخشی از وسایل ایمنی هستند.</p>		<p>وسایل و تجهیزات ایمنی</p>

**الکترودهای جوشکاری SMAW:** فرایند جوشکاری قوس الکتریکی - الکتروود دستی یکی از پرکاربردترین و انعطاف پذیرترین روش های جوشکاری است که به خاطر خواصی همچون سادگی، هزینه کم اجراء، تجهیزات قابل حمل و... در جوشکاری بسیاری از مکان ها و فلزات کاربرد دارد. الکتروود مخصوص این فرایند از نوع الکتروودهای منقطع و مصرف شدنی است.

■ **شناسایی الکتروودها:** مشخصات درج شده بر روی الکتروودها، اطلاعاتی در مورد انتخاب الکتروود می دهند. مثلاً مشخصات E6010 بر روی الکتروود اطلاعات زیر را به ما می دهد:

E: نوع جوشکاری (برق)؛ 60: قدرت کششی (پوند بر اینچ مربع)؛ 1: وضعیت جوشکاری (همه وضعیت ها از جمله سپری، عمودی، تخت و ...)؛ 0: نوع پوشش الکتروود.



شکل ۶- انواع جوش

قطعه کاری در ابعاد 20x20 سانتی متر به ضخامت 6 میلی متر انتخاب کرده و بر روی آن خال جوش را انجام دهید.

فعالیت کارگاهی

### جوشکاری انواع اتصالات

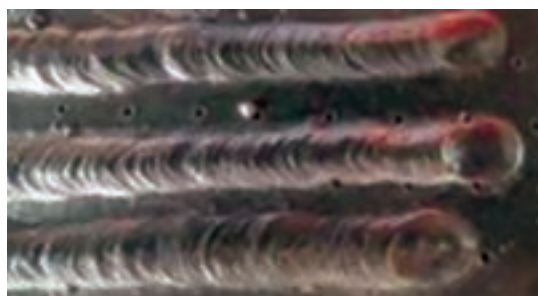
با توجه به تنوع اتصال قطعات جوشکاری و انواع مختلف جوش که برخی از متداول ترین آنها در شکل های 6 و 7 نشان داده شده است، انتخاب هر کدام از انواع مذکور روی اجرای جوشکاری و احتمال به وجود آمدن عیوب در جوش تأثیرگذار است، لذا این متغیرها باید متناسب با نوع جنس قطعات، ضخامت آنها، شرایط اجرای جوش، نوع فرایند جوشکاری و... باشد.

قطعه کاری در ابعاد 20x30 سانتی متر به ضخامت 6 میلی متر انتخاب کرده و سه خط گرده جوش مانند شکل 8 بر روی آن ایجاد نمایید.

فعالیت کارگاهی



شکل 7- انواع اتصال های جوشکاری



شکل 8

### جوشکاری گاز (اکسی استیلن)

در جوشکاری گاز، حرارت لازم با استفاده از فعل و انفعالات شیمیایی ناشی از سوختن دو گاز تأمین می‌گردد. در جوشکاری با شعله گاز، حرارت لازم از فعل و انفعالات شیمیایی ناشی از سوختن گاز اکسیژن و یک گاز دیگر تأمین می‌شود. این گاز می‌تواند استیلن، هیدروژن، بوتان یا پروپان باشد؛ اما به خاطر مزایا و محاسنی که گاز استیلن نسبت به سایر گازها دارد، بیشتر از گاز استیلن به‌عنوان گاز سوختنی استفاده می‌گردد.

**تجهیزات جوشکاری اکسی استیلن:** وسایل و تجهیزات مورد نیاز در جوشکاری گاز در جدول ۶ آمده است:

جدول ۶- تجهیزات مورد نیاز در جوشکاری گاز

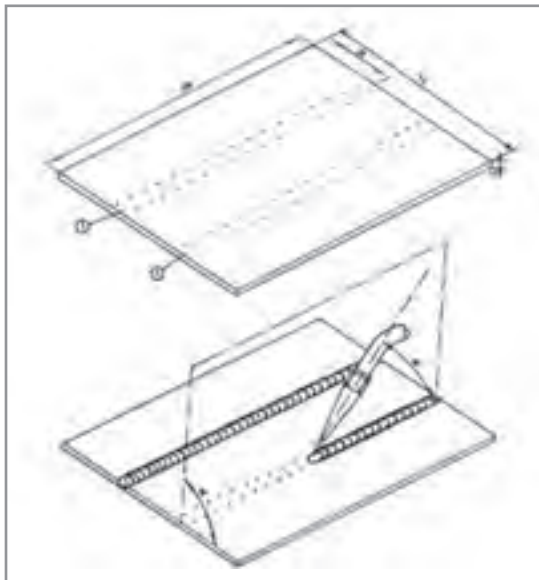
ردیف	نام تجهیز (قطعه)	تصویر
۱	کپسول گاز	
۲	کپسول اکسیژن	

تصویر	نام تجهیز (قطعه)	ردیف
	مشعل جوشکاری	۳
	دستگاه تقلیل و تنظیم فشار گاز	۴
	شیلنگ جوشکاری	۵
	فندک	۶
	تجهیزات فردی جوشکار	۷



تجهیزات جوشکاری گاز را آماده نمایید.

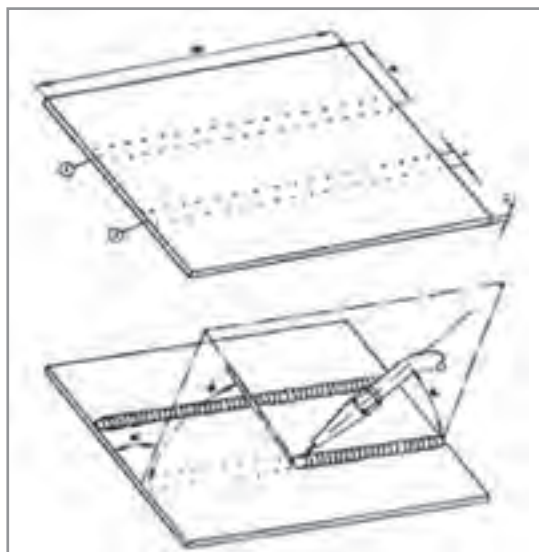
فعالیت  
کارگاهی



روش‌های جوشکاری با گاز اکسی‌استیلن: در  
جوشکاری با گاز دو روش جوشکاری وجود دارد:  
۱ جوشکاری بدون سیم جوش (ذوب سطحی)؛  
۲ جوشکاری با سیم جوش (مفتول برنج و مفتول مسوار).

جوشکاری گاز بدون سیم جوش را بر روی  
قطعه کار مطابق شکل روبه‌رو تمرین کنید.

فعالیت  
کارگاهی



جوشکاری گاز با مفتول برنجی را بر روی قطعه  
کار مطابق شکل روبه‌رو تمرین کنید.

فعالیت  
کارگاهی



## برش کاری

### برش کاری با گاز سوختنی (OFC (Flame Cutting)

در برش کاری با گاز، منبع حرارتی جهت جداسازی قطعات، تکه برداری و پخش‌سازی، شعله و حرارت ناشی از سوختن گاز با اکسیژن می‌باشد. در این فرایند شعله، فلز را تا دمای احتراق گرم می‌کند و سپس یک

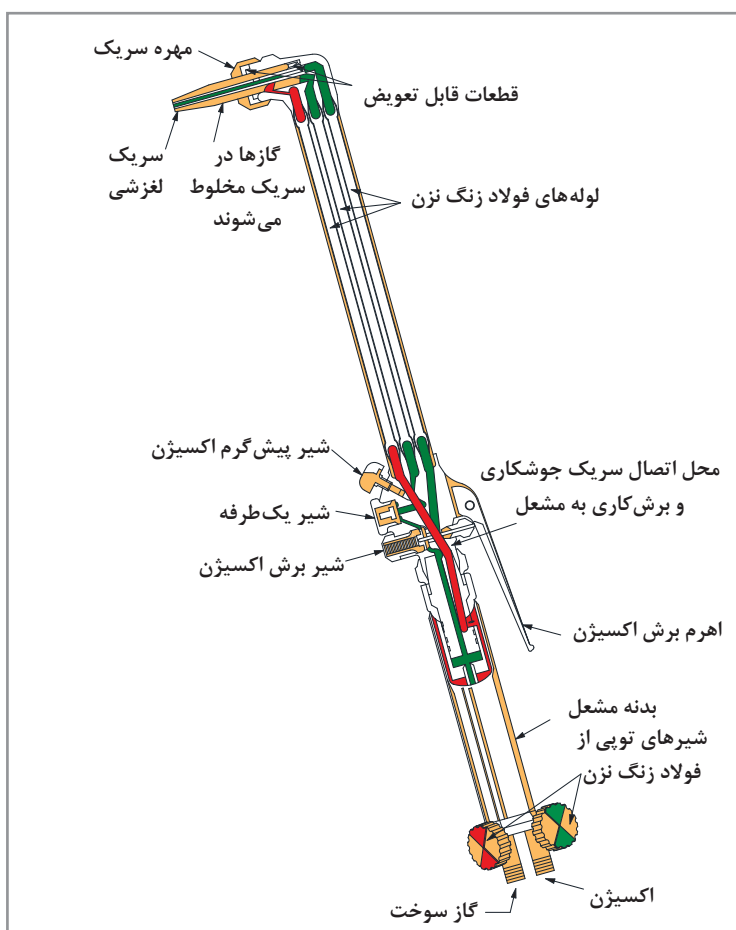
جریان شدید اکسیژن یا یک جت اکسیژن خالص به محل برش دمیده شده باعث سوختن و اکسیداسیون فلز می‌گردد. در پایان، اکسید فلز (اکسید آهن در فولاد) به خاطر سیالیت و فشار بالای جت اکسیژن به بیرون از درز رانده شده و باعث ایجاد شیار در بین فلز می‌گردد. حرارت ناشی از واکنش اکسیدی همراه با حرارت اولیه، ادامه برش کاری را میسر می‌سازد. در این فرایند گاز سوختنی که نقش پیش گرم را دارد می‌تواند یکی از گازهای مختلف پروپان، استیلن و حتی گاز طبیعی باشد.

همه فلزات قابلیت برش کاری با شعله گاز را ندارند و برش کاری با گاز، به برش کاری فولاد کربنی محدود می‌شود.

نکته



**تجهیزات برش کاری گاز:** تجهیزات برش کاری با گاز همانند تجهیزات جوشکاری با گاز است و تنها تفاوت آنها در نوع مشعل است.



شکل ۹- اجزای نازل برش کاری

**روش برش کاری:** نحوه روشن کردن شعله جهت برش کاری به این ترتیب است که ابتدا باید شیر گاز سوختنی را اندکی باز کرد و سپس توسط فندک مخصوص شعله را روشن نموده بعد از آن با باز کردن شیر اکسیژن و تنظیم شیرهای گاز سوختنی و اکسیژن، شعله مناسب را برای برش ایجاد می‌کنیم. پس از روشن کردن مشعل، شعله را بر روی سطح قطعه کار به نحوی نگه می‌داریم که نوک مخروط میانی شعله با سطح قطعه کار ۲ تا ۳ میلی‌متر فاصله داشته باشد. آن قدر شعله را بر روی قطعه نگه می‌داریم تا حوضچه مذاب تشکیل گردد. به محض مشاهده این حوضچه، دستگیره اکسیژن اضافی را به پایین فشار می‌دهیم تا جت اکسیژن به سطح برخورد کرده و با پیش بردن حوضچه مذاب باعث برش قطعه شود. باید دقت نمود شرایط عملیات برش کاری را به گونه‌ای مهیا کنیم که حتماً زیر قطعه جهت خروج مذاب و ذرات اکسیدی باز بوده و ادامه شعله یا ذرات مذاب به طرف کپسول‌ها یا شیلنگ‌های انتقال گاز هدایت نشود.

عینک محافظ چشم در برش کاری از نظر شکل همانند عینک جوشکاری است با این تفاوت که شماره تیرگی شیشه آن ۳ می‌باشد.

ایمنی



قطعه کاری در ابعاد  $30 \times 40$  سانتی‌متر به ضخامت ۱۰ میلی‌متر انتخاب کرده و آن را در راستای طول، توسط برش کاری گاز به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.

فعالیت  
کارگاهی



## کار با سنگ فرز



شکل ۱۰- سنگ فرز

سنگ فرز فیبری معمولاً در دو اندازه کوچک و بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. سنگ فرز در واقع تنها یک موتور الکتریکی است که انواع ابزارها بر روی آن نصب می‌شود. در جوشکاری از دو نوع صفحه برای آن استفاده می‌شود که یکی برای برش (ضخامت کم) و دیگری برای ساییدن قطعات فلزی (سنگ ساب با ضخامت زیادتر) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در انتخاب صفحه باید به جنس قطعه مورد کار و همچنین تعداد دور دستگاه و همچنین نوع کار مورد نظر دقت کرد. همچنین در جوشکاری جهت

تمیزکاری (قطعه کار و گل جوش) از نوع خاصی برس که روی سنگ فرز نصب می‌شود نیز استفاده می‌شود. خود برس نیز می‌تواند به صورت کاسه‌ای یا خورشیدی باشد.

قطعه کاری در ابعاد  $20 \times 30$  سانتی‌متر به ضخامت ۳ میلی‌متر انتخاب کرده و در راستای طول توسط برش سنگ فرز به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.

فعالیت  
کارگاهی



## سنگ زنی



شکل ۱۱- ماشین سنگ سمباده

سنگ زنی یکی از کارهای براده برداری است که برای عملیات تیزکاری ابزار و برطرف کردن ناهمواری‌های سطح کار و نظایر آن کاربرد دارد. برای این کار در کارگاه‌ها از ماشین سنگ سمباده رومیزی استفاده می‌شود که معمولاً یک طرف آن سنگ سمباده نرم و طرف دیگر آن سنگ سمباده زبر نصب می‌گردد.

قطعه کاری‌های برش داده شده در فعالیت‌های کارگاهی را توسط سنگ فرز و ماشین سنگ سمباده رومیزی براده برداری کنید و لبه‌هایی صاف ایجاد نمایید.

فعالیت  
کارگاهی

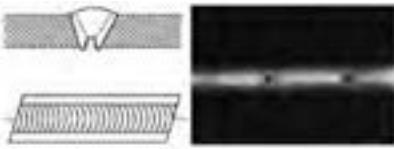

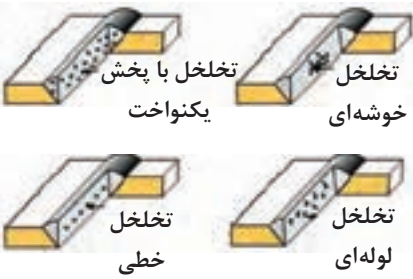
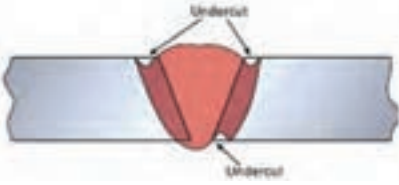



## شناسایی عیوب جوش

برای بررسی و تجزیه و تحلیل دقیق و کیفی عیوب جوش، از جنبه‌های مختلفی به آنها پرداخته شده و تقسیم‌بندی‌های متعددی برای آنها ارائه شده است. تقسیم‌بندی از نظر نوع عیب، ابعاد، منشأ ایجاد عیب، مکان عیب، متالورژیکی بودن یا غیرمتالورژیکی بودن عیب و دوبعدی یا حجمی بودن عیب، از جمله تقسیم‌بندی‌هایی است که ارائه شده است. برخی از عیوب متداول در جوشکاری در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- شناسایی عیوب جوش

ردیف	نام عیب جوش	عکس	توضیحات
۱	ترک (Crack)		خطرناک‌ترین ناپیوستگی در جوش، ترک است که به علت خطی بودن و وجود گوشه‌های تیز باید توجه ویژه‌ای به آن داشت. فلز پایه و فلز جوش زمانی ترک می‌خورند که عامل ایجادکننده ترک، تنش بالاتر از مقاومت تسلیم فلز را ایجاد نماید.
۲	ذوب ناقص (Lack of fusion)		ذوب ناقص یعنی عدم ذوب کامل بین فلز جوش و سطوح اتصال و یا پاس‌های جوشکاری که به دلیل وجود گوشه‌های تیز و کاهش استحکام جوش از اهمیت خاصی برخوردار است.

ردیف	نام عیب جوش	عکس	توضیحات
۳	نفوذ ناقص (LOP) یا (Incomplete of Penetration)		واژه نفوذ ناقص برخلاف ذوب ناقص فقط در جوش‌های شیاری به کار می‌رود که عبارت است از عدم حضور فلز جوش در کل ضخامت اتصال به‌ویژه در ریشه اتصال.
۴	آخل (Inclusion)	 عکس آخل کامل روی تصویر انرژی جوش به شکل موج در سرباره و جوده سرباره در جوش	منظور از آخال، ذرات جامد فلزی یا غیرفلزی خارجی نظیر سرباره، تنگستن (در فرایند TIG)، فلاکس و اکسید است که در فلز جوش حبس شده‌اند.
۵	حفرات گازی (Porosity)	 تخلخل با پخش یکنواخت تخلخل خوشه‌ای تخلخل خطی تخلخل لوله‌ای	در اثر تجمع گاز در حین انجماد فلز مذاب جوش، حفرات کروی توخالی در جوش به وجود می‌آید که در مقایسه با دیگر عیوب، خطر کمتری ایجاد می‌کند اما در جایی که جوش در تماس با سیال باشد، احتمال نشت سیال از طریق این حفرات وجود دارد.
۶	سوختگی کنارجوشی یا زیربرشی (Undercut)		سوختگی کنارجوشی یا زیربرشی (Undercut) روی فلز پایه که دقیقاً در مجاور فلز جوش ایجاد می‌شود. علت آن هم کاربرد شدت جریان زیاد می‌باشد. علاوه بر شدت جریان زیاد، تکنیک جوشکاری نامناسب مثل عدم مکث در کناره‌ها، سرعت زیاد جوشکاری و زاویه نامناسب الکتروود می‌تواند زیر برشی را به وجود آورد.
۷	سر رفتن جوش روی فلز پایه (Overlap)		سرفتن جوش روی فلز پایه (Overlap) سرفتن جوش روی فلز پایه، بدون ذوب نمودن کامل آن.

ردیف	نام عیب جوش	عکس	توضیحات
۸	پاشش و جرقه (Spatter)		منظور از پاشش، ذرات مذابی است که در حین جوشکاری ذوبی به اطراف پرتاب می‌شوند.
۹	لکه قوسی		به محل برخورد الکتروود با قطعه کار که در مراحل بعدی توسط جوش از بین نمی‌رود، لکه قوسی می‌گویند.

جهت رفع عیب کناره چه کاری باید انجام داد؟

بحث کلاسی



قطعه کاری که قبلاً جوشکاری شده است در اختیار شما قرار می‌گیرد، عیوب موجود را در فهرستی که به شما داده می‌شود علامت بنزید.

فعالیت  
کارگاهی



نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)
۳	<p>۱- توسط جوشکاری برق گرده جوش ایجاد کند.</p> <p>۲- بتواند جوشکاری گاز را انجام دهد.</p> <p>۳- توسط برش گاز و سنگ فرز، برش کاری قطعه کار را انجام دهد.</p> <p>۴- لبه‌های قطعه کار را توسط سنگ فرز و سنگ سمباده رومیزی براده برداری کند.</p> <p>۵- عیوب ظاهری جوش را بشناسد.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالتر از حد انتظار			نگهداری کشتی
۲	<p>۱- توسط جوشکاری برق گرده جوش ایجاد کند.</p> <p>۲- بتواند جوشکاری گاز را انجام دهد.</p> <p>۳- توسط برش گاز و سنگ فرز، برش کاری قطعه کار را انجام دهد.</p> <p>۴- لبه‌های قطعه کار را توسط سنگ فرز و سنگ سمباده رومیزی براده برداری کند.</p> <p>۵- عیوب ظاهری جوش را بشناسد.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	جوشکاری و برش کاری و بررسی عیوب جوش	جوشکاری و برش کاری	
۱	<p>۱- توسط جوشکاری برق گرده جوش ایجاد کند.</p> <p>۲- بتواند جوشکاری گاز را انجام دهد.</p> <p>۳- توسط برش گاز و سنگ فرز، برش کاری قطعه کار را انجام دهد.</p> <p>۴- لبه‌های قطعه کار را توسط سنگ فرز و سنگ سمباده رومیزی براده برداری کند.</p> <p>۵- عیوب ظاهری جوش را بشناسد.</p> <p>* هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین تر از حدانتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## ارزشیابی شایستگی نگهداری کشتی

### ۱ شرح کار:

- تعمیر و نگهداری
- نگهداری تجهیزات نجات جان افراد و آتش‌نشانی؛
- جوشکاری و برش کاری.

### ۲ استاندارد عملکرد:

در این واحد یادگیری هنر جو روش‌ها و مسئولیت‌های نگهداری و تعمیر کشتی را فرامی‌گیرد و روش نگهداری صحیح وسایل نجات جان افراد، وسایل آتش‌نشانی و وسایل مخابراتی را می‌آموزد. همچنین جوشکاری برق، جوشکاری گاز و برش کاری را به‌طور مقدماتی یاد می‌گیرد.

#### ■ شاخص‌ها:

- سطح قطعه کار تمیز و بدون گرد و غبار، زنگ‌زدگی و چربی باشد.
- برش کاری در خط صاف و لبه‌های کار بدون براده
- کنترل جوش پس از جوشکاری و شناسایی عیوب جوش

### ۳ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه جوشکاری با شرایط تهویه مناسب و نور کافی.  
**ابزار و تجهیزات:** دستگاه جوشکاری برق - الکتروود - چکش جوشکاری - برس سیمی - دستگاه برش گاز - سنگ فرز - سنگ سمباده رومیزی - ماسک جوشکاری - عینک جوشکاری - دستکش جوشکاری - لباس کار مناسب جوشکاری - کفش ایمنی.

### ۴ معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعمیر و نگهداری	۲	
۲	نگهداری تجهیزات نجات جان افراد و آتش‌نشانی	۲	
۳	جوشکاری و برش کاری	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱- رعایت نکات زیست محیطی؛ ۲- تمیزکاری محیط پس از انجام جوش کاری و براده‌برداری؛ ۳- رعایت نکات ایمنی.	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.



- ۱ Diesel engine / A. J. WHARTON
- ۲ Motor engineering knowledge for marine engineer's ,volume 12  
Reed's marine engineering series
- ۳ Automotive mechanics / William h. Crouse \_ Donald l. Anglin ,  
Ninth edition
- ۴ Question and answers on the marine diesel engine / Stanley g. Christensen ,  
Eighth edition
- ۵ The running and maintenance of marine machinery / j. Cowley
- ۶ General engineering knowledge / D. McGeorge ,  
Third edition
- ۷ Reeds general engineering knowledge for marine engineers / Leslie Jackson \_ Thomas  
D. Morton
- ۸ Marine auxiliary machinery / H. D. McGeorge ,  
Seventh edition
- ۹ Marine auxiliary machinery / David W. Smith ,  
Sixth edition

جداول مهندسی مکانیک و سترمان

- ۱۰ Ship Construction/ Seventh edition/by D. J. Eyres & G. J. Bruce
- ۱۱ دایرة المعارف جامع دریایی و بندری / سازمان بنادر و دریانوردی.
- ۱۲ <http://www.iacs.org.uk>
- ۱۳ برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۱)
- ۱۴ برنامه درسی رشته ناوبری، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش (۱۳۹۳).
- ۱۵ استاندارد شایستگی حرفه رشته ناوبری، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش (۱۳۹۲).
- ۱۶ استاندارد ارزشیابی حرفه رشته ناوبری، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش (۱۳۹۲).
- ۱۷ راهنمای عمل طراحی و تألیف بسته تربیت و یادگیری رشته‌های فنی و حرفه‌ای، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش (۱۳۹۲).



