بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلىٰ مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

عملیات روی کشتی

رشتهٔ ناوبری

گروه خدمات

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: عملیات روی کشتی ـ ۲۱۲۴۳۴

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: علیرضا پورالشریعه،فرشادحائری،مصطفی ربیعی،ابراهیم زندی‌فر، مصطفی زنگنه ،حامد مرادی‌مهر، علی‌اصغر هادی‌زاده‌اصفهانی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
علیرضا پورالشریعه،فرشاد حائری،جواد داداش‌زاده، ابراهیم زندی‌فر،مصطفی زنگنه،جلیل محمولی، حامدمرادی‌مهر،علی اصغرهادی‌زاده اصفهانی(اعضای گروه تألیف)ـ عزت الله خیرالله (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) ـ رضوان جهانی فریمانی (صفحه‌آرا) ـ صبا کاظمی دوانی (طراح جلد)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

ناشر : شرکت‌چاپ‌ونشرکتاب‌های‌درسی ایران: تهران‌ـ‌کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن :۵ ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ‌ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ نهم ۱۴۰۵

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 به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، 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.

شابک ۸-۳۱۰۶ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3106–8**

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

امام‌خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)

فهرست

پودمان اوّل: ساخت کشتی ۱

- واحد یادگیری ۱: ساخت کشتی ۲
- ارزشیابی شایستگی ساخت کشتی ۳۸

پودمان دوم: پایدار سازی کشتی ۳۹

- واحد یادگیری ۲: پایدارسازی کشتی ۴۰
- ارزشیابی شایستگی پایدارسازی کشتی ۷۸

پودمان سوم: کار با کالا و بارچینی ۷۹

- واحد یادگیری ۳: کار با کالا و بارچینی ۸۰
- ارزشیابی شایستگی کار با کالا و بارچینی ۱۱۵

پودمان چهارم: کاربری ماشین آلات ۱۱۷

- واحد یادگیری ۴: کاربری ماشین آلات ۱۱۸
- ارزشیابی شایستگی کاربری ماشین آلات ۱۴۹

پودمان پنجم: نگهداری کشتی ۱۵۱

- واحد یادگیری ۵: نگهداری کشتی ۱۵۲
- ارزشیابی شایستگی نگهداری کشتی ۱۸۴

منابع ۱۸۵

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعهٔ فناوری‌ها و تحقق توسعهٔ 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 رشتهٔ تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده 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 فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخهٔ فنی‌وحرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، پنجمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژهٔ رشتهٔ ناوبری در پایهٔ دوازدهم تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آیندهٔ 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 مرحلهٔ 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 نمرهٔ 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 قبول‌شده 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 علاوه‌بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بستهٔ آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بستهٔ 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.

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 بستهٔ 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 به‌کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان درخصوص 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 شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامهٔ درسی رشتهٔ ناوبری 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 ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بستهٔ آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بستهٔ 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 بستهٔ‌یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوهٔ 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 ضریب۸ 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 ازنظر ساختمان تشریح شده است و سپس به اجزای تشکیل‌دهندهٔ 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 تخلیهٔ 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، سامانهٔ 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

نظرسنجی کتاب درسی

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 اولیهٔ 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 حداقلِ 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 موتورخانهٔ 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 بالارفتگی 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 ۱ــ 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 فلهٔ 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 کشتی‌می‌باشند.	

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، آهن‌آلات، جعبه، قطعات کارخانجات و... را دارد.	

تحقیق کنید

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 ۳ـ کشتی حمل گاز

شکل ۲ـ کشتی حمل مواد فله مایع

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 فراورده‌های نفتی	Chemical & Product Carrier	حمل انواع مواد شیمیایی و فراورده‌های 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.

تحقیق کنید

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.

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 کما اینکه 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 علاوه‌بر 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	یدک‌کش	Tug	این نوع شناور در امر یدک‌کشی، 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 بیل‌مکانیکی 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 خدمات‌رسان	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 حمل‌کننده هستند که می‌توانند خود موتور داشته باشند یا توسط یدک‌کش 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.	

کار در کلاس

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

فعالیت کلاسی

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

۲ امکانات و زیرساخت های 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

اسکلهٔ دارای جرثقیل مخصوص تخلیه و بارگیری کانتینر در بندر شهید رجایی واقع در بندرعباس.	
بندر بوشهر دارای فضای باز و مناسب برای کشتی‌های جرثقیل دار	

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 ۴ـ عسلویه

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
ساخت کشتی	اقدامات اولیه ساخت کشتی	بررسی ساختمان کشتی	بالاتر از حد انتظار	۱ـ انواع کاربری شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. ۲ـ کلیهٔ اهداف ساخت کشتی را شرح دهد. ۳ـ اختلاف ساختار انواع شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ـ انواع کاربری شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. ۲ـ کلیهٔ اهداف ساخت کشتی را شرح دهد. ۳ـ اختلاف ساختار انواع شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از انتظار	۱ـ انواع کاربری شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. ۲ـ کلیهٔ اهداف ساخت کشتی را شرح دهد. ۳ـ اختلاف ساختار انواع شناورها را به‌طور کامل شرح دهد. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ 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 زمانی‌که 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 بقیهٔ 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 بدنهٔ هرکشتی تعیین‌کننده ویژگی‌های زیر برای هر کشتی است. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

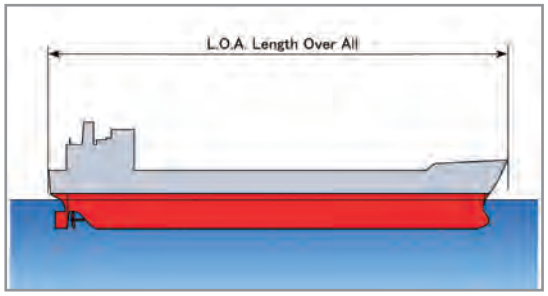
۱ میزان قدرت لازم برای جلو بردن و یا رانش آن
۲ مصرف بهینه سوخت
۳ هزینه عملیاتی کشتی
۴ میزان آلودگی هوا
۵ حداکثر سرعت کشتی، بر این اساس شناورهای تندرو، فرم بدنهٔ متفاوتی نسبت به شناورهای کندرو دارند.
۶ میزان آسایش افراد و مسافرین در داخل آن.
۷ میزان ایستایی و تعادل آن در دریای مواج.

(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 ۵ــ طول سرتاسری

الف) طول سرتاسری (Length Over All)

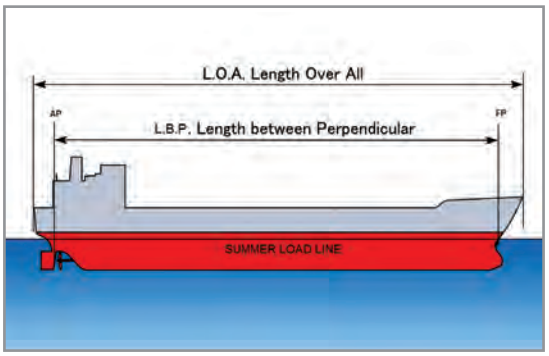
طول کشتی از حد نهایی دو طرف، به بیان دیگر بیشترین طول کشتی از ته کشتی تا سر کشتی، را طول سرتاسری و به اختصار به آن L.O.A نیز می‌گویند.

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

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 دماغهٔ کشتی برخورد می‌کند و به اختصار به آن FP نیز می‌گویند.



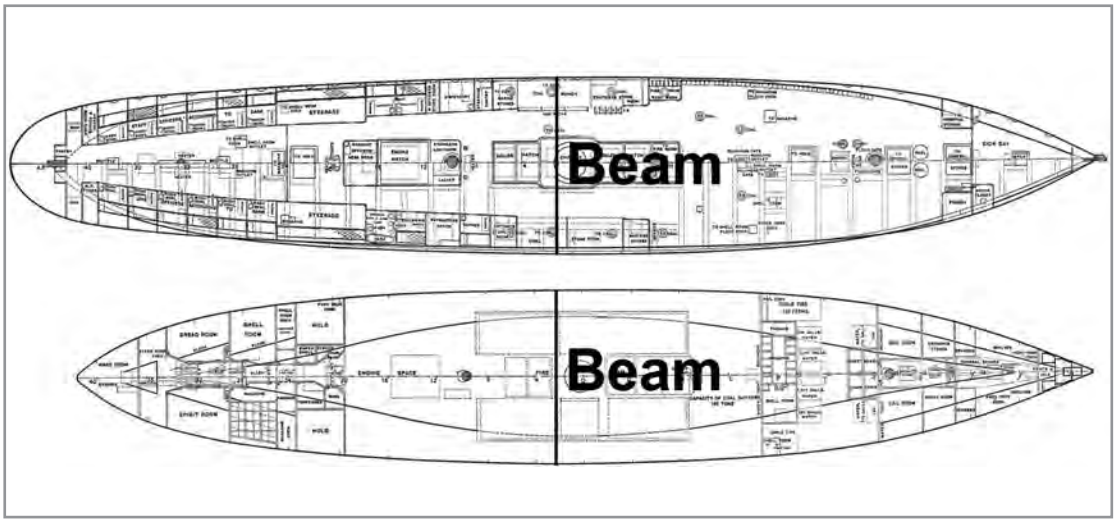
شکل ۶ـ L.B.P

وسط کشتی (Amidship): به نقطهٔ وسط بین قائم جلو و قائم عقب، وسط کشتی می‌گویند.

فاصلهٔ بین دو خط AP و FP را L.B.P می‌گویند.

۲ عرض (Beam)

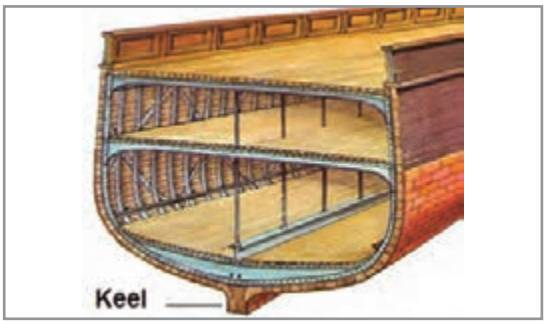
در همهٔ کشتی‌ها به بیشترین عرض آن در سرتاسر می‌گویند که در شکل ۷ این تعریف بهتر نشان داده شده است.



شکل ۷ـ عرض کشتی

۳ شاه‌تیر (Keel plate)

به تیر اصلی کشتی که در پایین‌ترین قسمت آن قرار دارد و در واقع ستون فقرات کشتی است، شاه‌تیر گفته می‌شود.



شکل ۸ـ شاه تیر

۴ خط مبنا (Base Line)

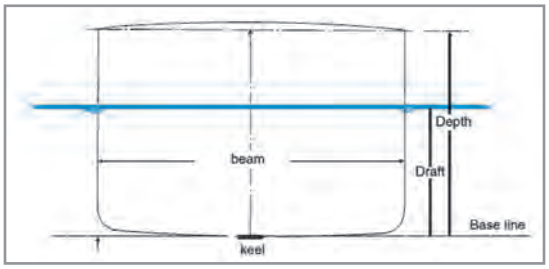
خط مبنا، یک خط افقی فرضی است که در بالای شاه‌تیر کشیده می‌شود.

۵ عمق کشتی (Depth)

در گوشهٔ چپ و راست کشتی از بالای عرشه تا پایین‌ترین نقطه شاه‌تیر را عمق کشتی می‌گویند. در حقیقت عمق کشتی همان ارتفاع بدنه اصلی کشتی می‌باشد.

۶ آبخور (Draft)

آبخور ارتفاع آن بخش از بدنهٔ کشتی است که در آب فرو می‌رود، که این ارتفاع دقیقاً از پایین‌ترین نقطهٔ شاه‌تیر اصلی تا لبهٔ آب سنجیده می‌شود.



شکل ۹ـ آبخور

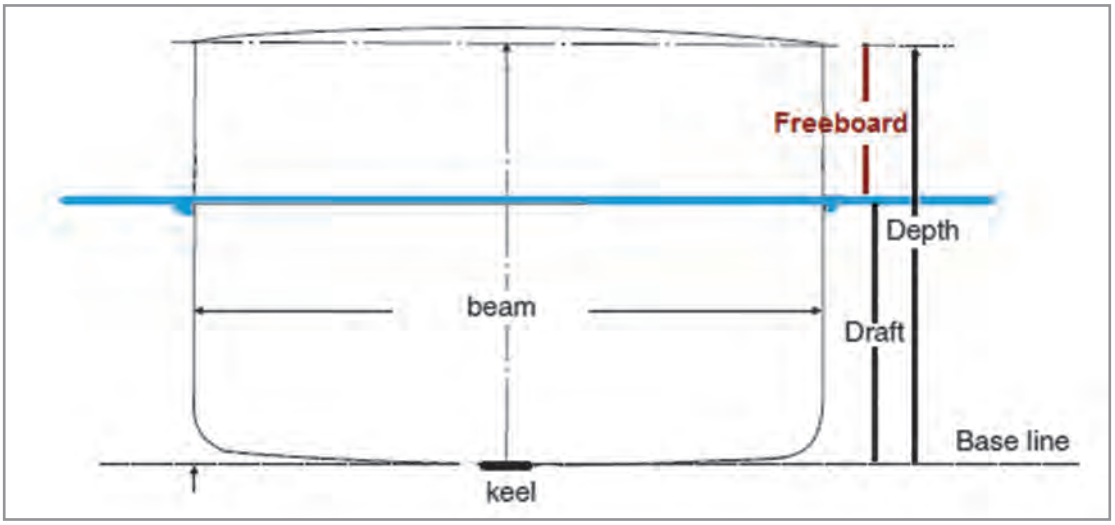
برای راحت‌تر حساب کردن این ارتفاع، روی قائم جلو و عقب و همچنان وسط کشتی علامت‌هایی به نام Draft Mark جوش می‌دهند که بتوان در لحظهٔ مورد نیاز آبخور را محاسبه کرد (در بخش تعادل، به طریقهٔ خواندن آن اشاره خواهد شد).

شکل ۱۰ـ Draft Mark

۷ ارتفاع بیرون از آب (Free Board)

فاصلهٔ عمودی از بالای عرشه تا سطح آب را ارتفاع بیرون از آب می‌گویند. به عبارت دیگر می‌توان گفت:

Draft + Free Board = Depth



شکل ۱۱ــ ارتفاع بیرون از آب

نکته

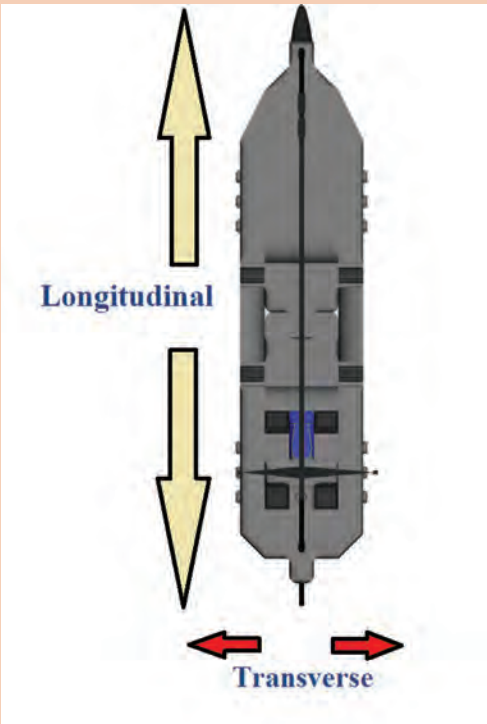
برای آدرس‌دهی از دو واژهٔ زیر استفاده می‌شود:

۱ **Longitudinal direction**

در راستای طولی کشتی

۲ **Transverse direction**

در راستای عرضی کشتی

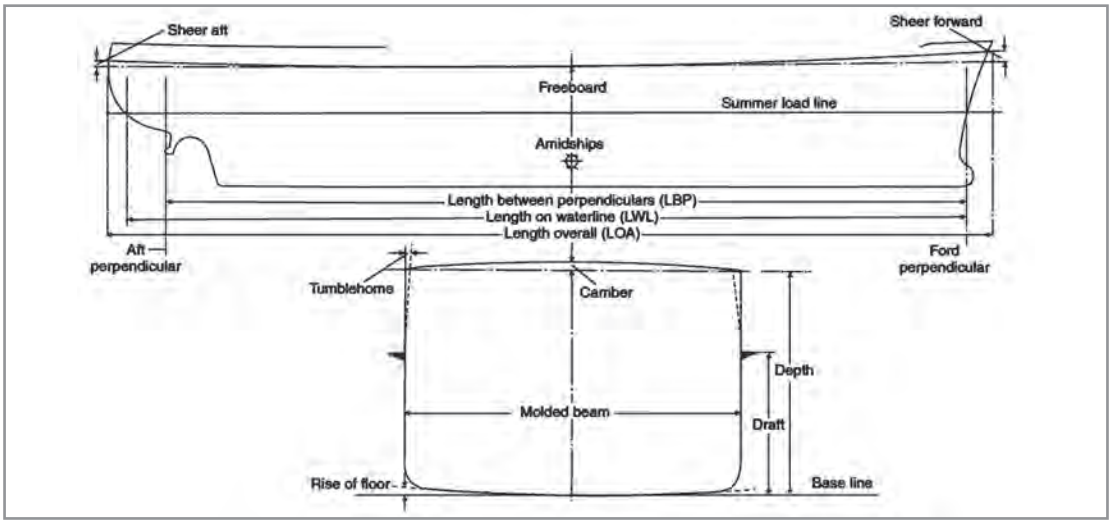


کار در کلاس

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

فعالیت کارگاهی

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

ارزشیابی مرحله‌ای

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

اجزای تشکیل‌دهندهٔ کشتی

۱ فولاد (Steel)

برای اطمینان از استحکام اجزای تشکیل‌دهنده 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 ۱۳ــ شمش فولاد

تحقیق کنید

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.

۲ آلومینیوم (Aluminum)

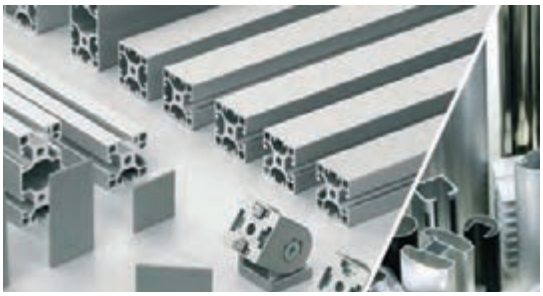
آلومینیوم فلزی است که مصارف بسیار زیاد و متنوعی در صنایع به‌ویژه در صنایع فضایی، کشتی‌سازی، ماشین‌سازی، حمل‌ونقل، الکترونیک، لوازم خانگی، بسته‌بندی و... دارد. این فلز به علت خواص ویژه الکتریکی و مکانیکی «فلز قرن» لقب گرفته است.

مصرف آلومینیوم در کشتی سازی سه دلیل عمده دارد:

۱ـ آلومینیوم بسیار سبک‌تر از فولاد است به‌طوری که اگر یک کشتی به جای فولاد از آلومینیوم ساخته شود، وزن آن حدود ۶۰ درصد کمتر می‌شود.

۲ـ آلومینیوم زنگ نمی‌زند و نگهداری آن بسیار راحت‌تر است.

۳ـ آلومینیوم خاصیت مغناطیسی ندارد و روی دستگاه‌های ناوبری به خصوص قطب‌نما تأثیر منفی ندارد.



شکل ۱۴ــ آلومینیوم

شکل ۱۵ــ یک شناور کاتاماران با بدنهٔ آلومینیومی

از معایب استفاده از آلومینیوم می‌توان به هزینهٔ 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 ۱۶ــ ساختمان محل استراحت خدمه و پل فرماندهی

تحقیق کنید

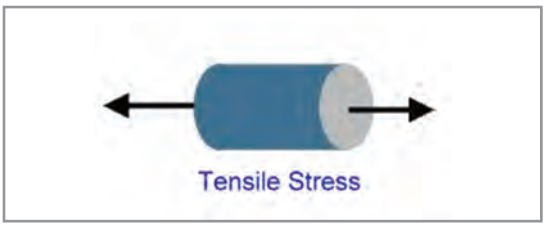
۱ با توجه به مطالب فوق با جست‌وجو در اینترنت، انتشارات دریایی و سایر منابع، در مورد چگونگی استخراج، ساخت و کاربرد آلیاژ آلومینیوم به‌وسیلهٔ پرده نگار توضیح داده و برای هنرآموز خود رایانامه کنید.
۲ تحقیق کنید برای چه مواردی بر روی کشتی‌های باری از آلومینیوم استفاده می‌شود؟

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

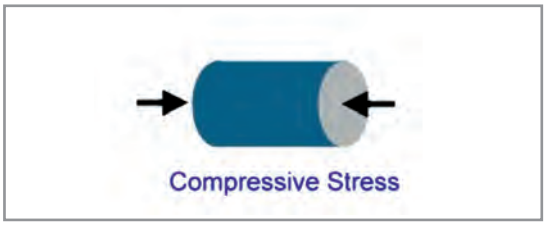
فشاری را که سعی بر جدا کردن یک قطعه از هم و تلاش برای گسترش دادن و طولانی کردن آن قطعه می‌کند، تنش کششی می‌گویند. از این نوع تنش‌ها در زندگی روزمره بسیار زیاد مشاهده می‌شود. به‌طور مثال زمانی که یک طناب را می‌کشید شما به آن با دو دست خود نیرویی مخالف و دور شونده از هم وارد می‌کنید.



شکل ۱۷ــ تنش کششی

۲ تنش تراکمی (Compression Stress)

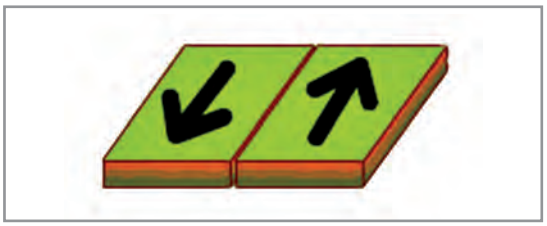
تنشی را که سعی بر فشردن و متراکم کردن یک قطعه و تلاش برای کوچک کردن آن می‌کند، تنش تراکمی می‌گویند. از این نوع تنش‌ها در زندگی روزمره بسیار زیاد مشاهده می‌شود. به‌طور مثال فشار از دو طرف بر یک دیوار که مخالف هم و نزدیک‌شونده هستند.

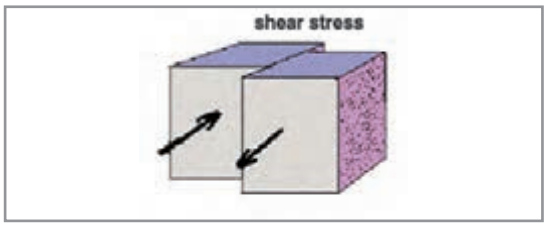


شکل ۱۸ـ تنش تراکمی

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.

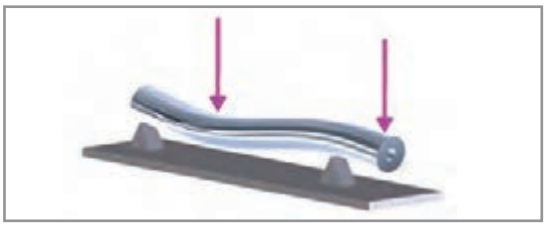


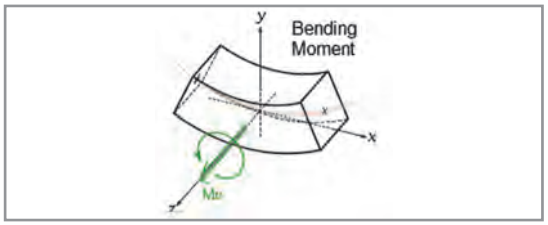


شکل ۱۹ـ تنش برشی

۴ تنش خمشی (Bending Stress)

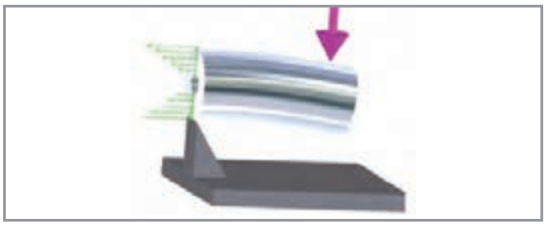
این نوع تنش در عمل، اثر نیروهایی است که سعی در خم کردن قطعه یا مواد دارند. این نوع تنش‌ها در زندگی روزمره ملموس می‌باشند.

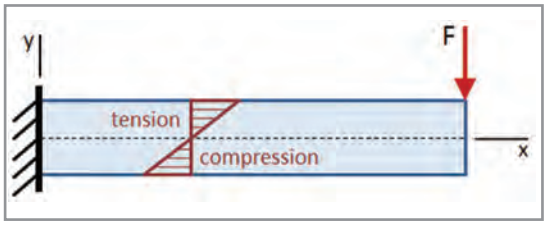




شکل ۲۰ـ تنش خمشی

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





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.

کار در کلاس

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

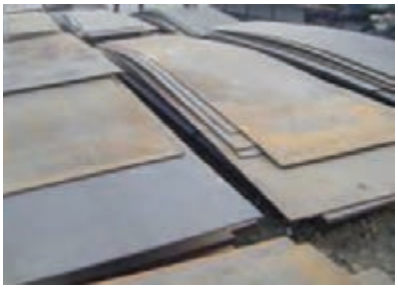
قسمت‌های اصلی در ساخت کشتی

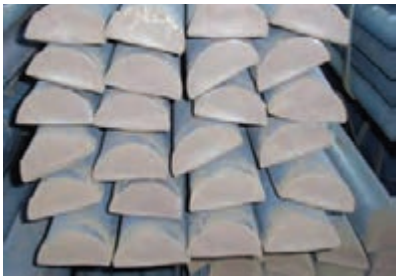
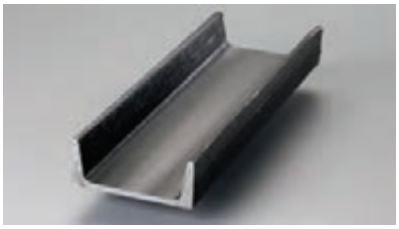
قسمت‌های مختلف در کشتی از انواع بخش‌های استاندارد و در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند که در جدول زیر به مهم‌ترین این بخش‌ها قبل از قسمت‌های اصلی اشاره می‌شود.

کار در کلاس

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

جدول ۷

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

ردیف	Name	نام	کاربرد	تصویر
۳	Round Bar	میلگرد	ریل حفاظ	
۴	Half Round Bar	نیم‌گرد		
۵	Angle Bar	نبشی	پله	
۶	Channel bar	کانال		
۷	H_Section Bar	تیرآهن		
۸	T_Bar	نوار تی		

در گذشته برای اتصال این بخش‌ها از روش پرچ‌کاری 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 ۲۲ـ نمونه ای از ناوهایی که اتصالات پرچ دارند.

تحقیق کنید

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

قسمت‌های اصلی کشتی

۱ بدنهٔ خارجی کشتی (Shell Plating)

بدنه و یا پوستهٔ خارجی کشتی که از نفوذ آب به داخل کشتی جلوگیری می‌کند و به دو دستهٔ کلی تقسیم می‌شود:

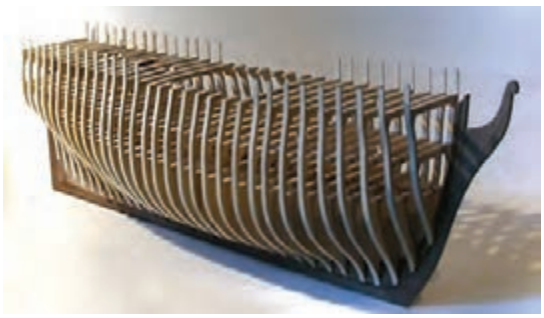
الف) بدنه خارجی کناری (Side Shell Plating)؛

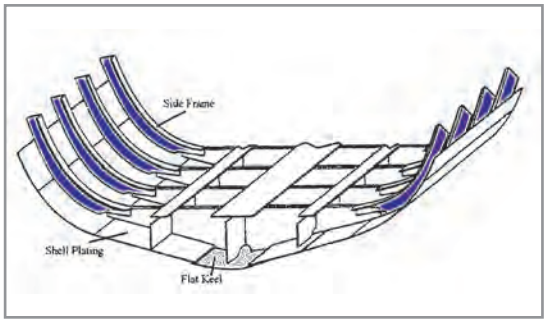
ب) بدنه خارجی تحتانی (Bottom Shell Plating).

شکل ۲۳ـ بدنهٔ خارجی کشتی

۲ چهارچوب (Frames)

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





شکل ۲۴ـ 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 (Colision 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.

کار در کلاس

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

شکل ۲۵ـ دیوارهٔ حائل

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 از نفوذ آب در امان می‌مانند که در مواردی باعث غرق نشدن کشتی می‌شود.

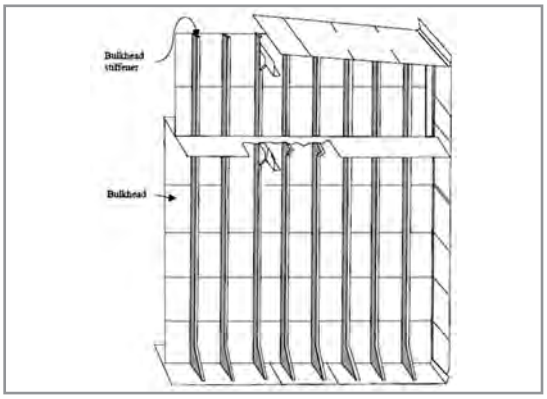
ب) قدرت عرضی کشتی بیشتر گشته و فشار آب و موج بر دیواره‌های کناری کمتر می‌شود.

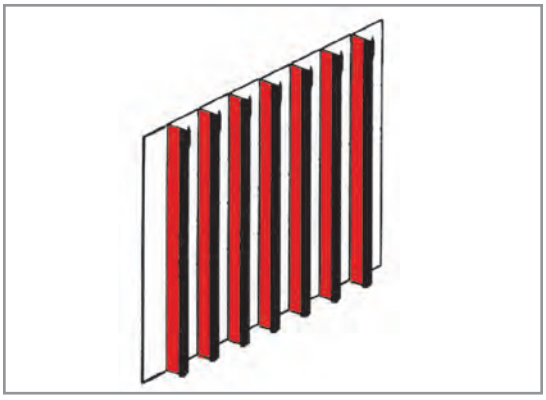
ج) سرعت انتقال آتش احتمالی در یک محل به محل مجاور را به شدت کاهش داده و از آسیب جدی جلوگیری می‌کند.

شکل ۲۶ــ دیوارهٔ حائل عرضی

۴ محکم‌کننده (Stiffener)

به نوار، تسمه، نبشی و یا نوار «تی» که برای استحکام بخشیدن به دیواره‌های کشتی و به‌خصوص دیواره‌های حائل، به آنها وصل می‌شود محکم‌کننده گفته می‌شود و به‌صورت عمودی از بالا به پایین استفاده می‌شود. برای مثال می‌توان با مقایسهٔ دو صفحهٔ کاغذ که یکی معمولی و دیگری تا خورده است، در برابر جلو و عقب شدن به نقش این محکم‌کننده‌ها بیشتر پی برد.

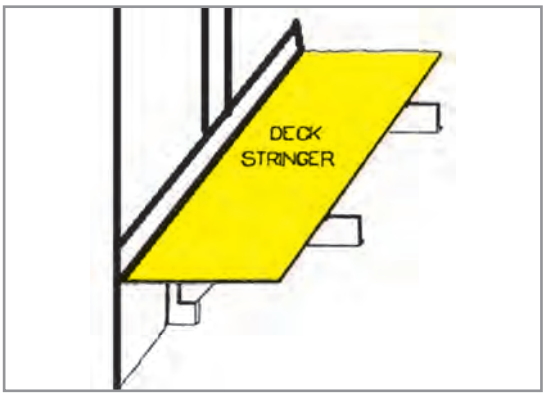


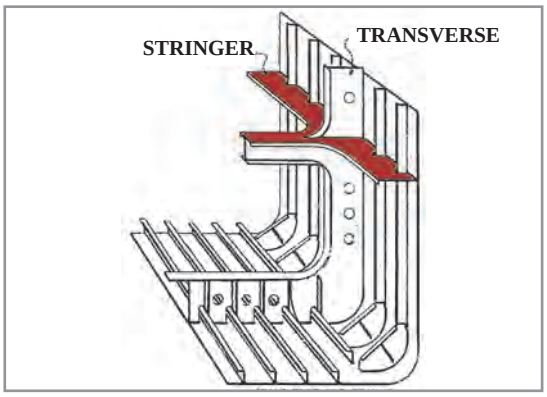


شکل ۲۷ــ محکم‌کننده

۵ محکم‌کنندهٔ عرضی (Stringer)

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

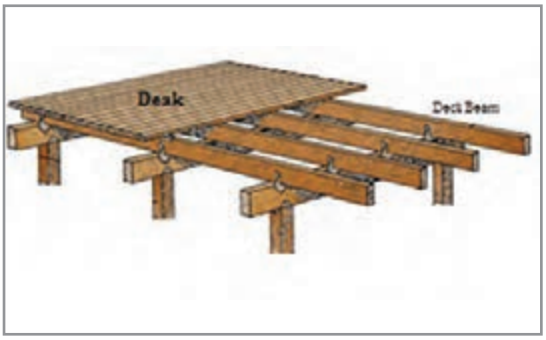


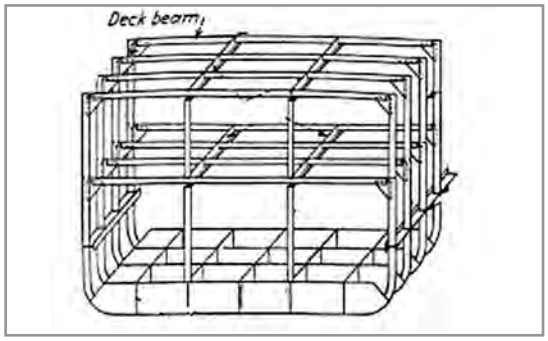


شکل ۲۸ـ محکم‌کنندهٔ عرضی

۶ تیرچهٔ سقفی (deck beam)

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

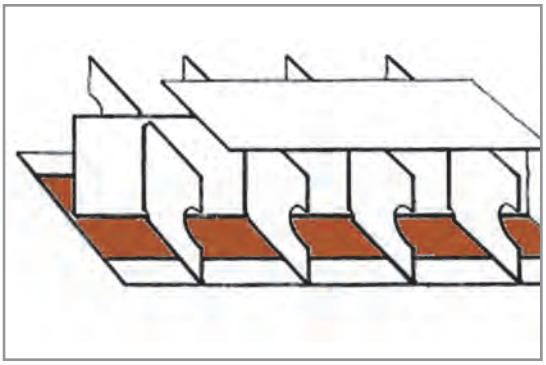




شکل ۲۹ـ تیرچهٔ سقفی

۷ شاه‌تیر (Keel)

همان‌گونه 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 شاه‌تیر در راستای طولی می‌باشد.



شکل ۳۰ـ شاه‌تیر

تحقیق کنید

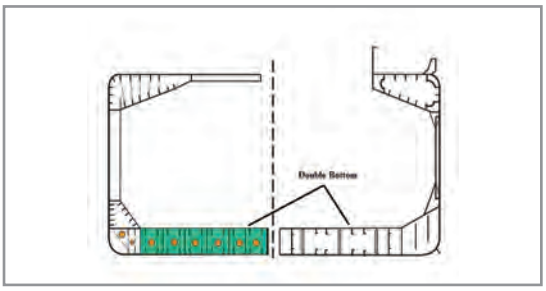
انواع شاه تیر مرسوم را شناسایی کرده و شکل آنها را بکشید و بهترین تحقیق را به روزنامه دیواری تبدیل کرده و در هنرستان خود نصب کنید.

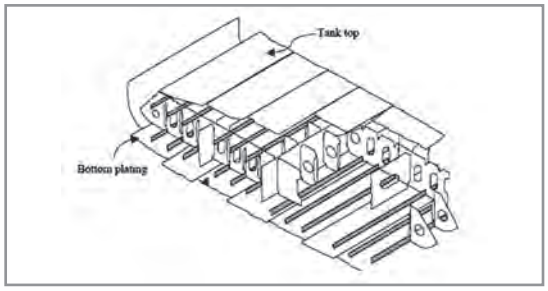
فعالیت کارگاهی

با استفاده از مقوا و یا تختهٔ نازک، انواع شاه‌تیرهای شناخته شده را به‌صورت ماکت بسازید.

۸ کف دو جداره (Double Bottom)

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



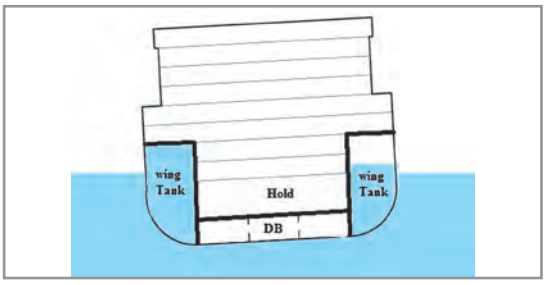


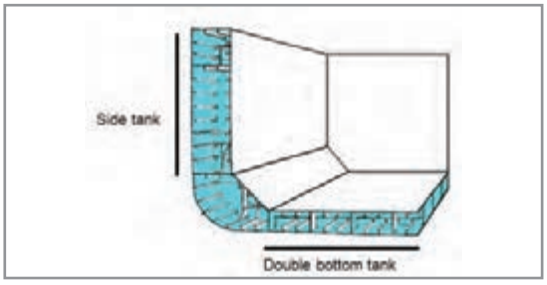
شکل ۳۱ــ کف دو جداره

۹ فضای کناری (Wing Tank)

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

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





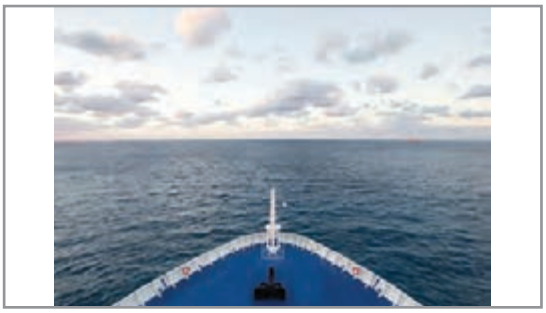
شکل ۳۲ــ فضای کناری

همان‌طور 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 ۳۳ـ دماغه

کار در کلاس

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

شکل ۳۴

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.

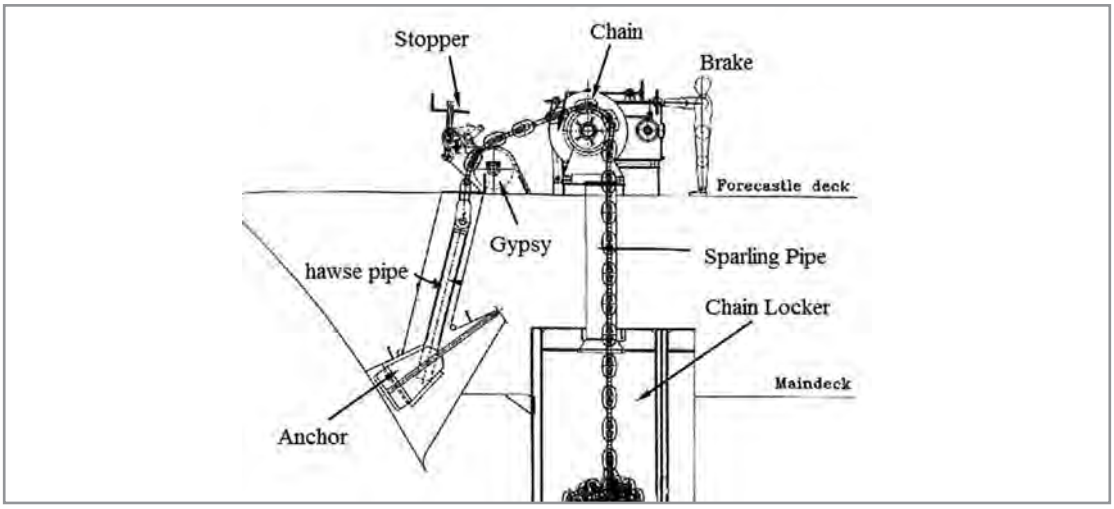
در کشتی‌ها عمدتاً دو نوع پاشنه وجود دارد که در جدول ۸ آنها را مشاهده می‌کنید.

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 به‌وجود آمده و باعث استحکام بیشتر در ساختمان داخلی آن می‌گردد.	

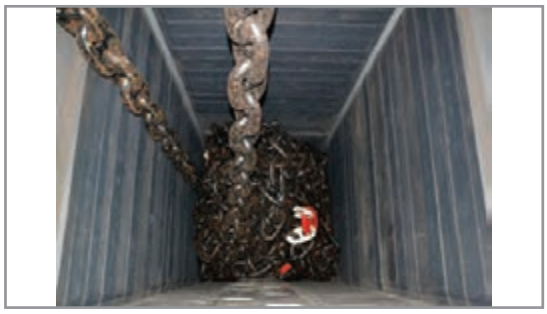
۱۲ ساختار لنگر (Anchor arrangements)

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 ۳۵ـ ساختار لنگر

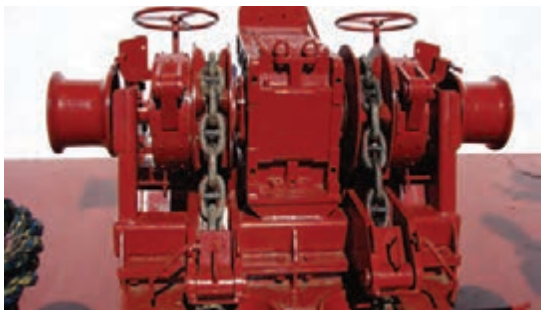
الف) چاه لنگر (Chain Locker): به فضایی جلوتر از دیواره حائل تصادم که زنجیر لنگر را در خود جای می‌دهد چاه لنگر می‌گویند. این فضای کشتی یک فضای بسته می‌باشد که برای ورود به آن حتماً باید از مقدار اکسیژن موجود اطمینان حاصل کرد.



شکل ۳۶ـ 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 ۳۷ـ اسپارلینگ پایپ



شکل ۳۸ـ موتور کشنده

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.

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 ۳۹ـ دو نوع از نگه‌دارنده‌ها

هـ) لولهٔ 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 بدنهٔ 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.

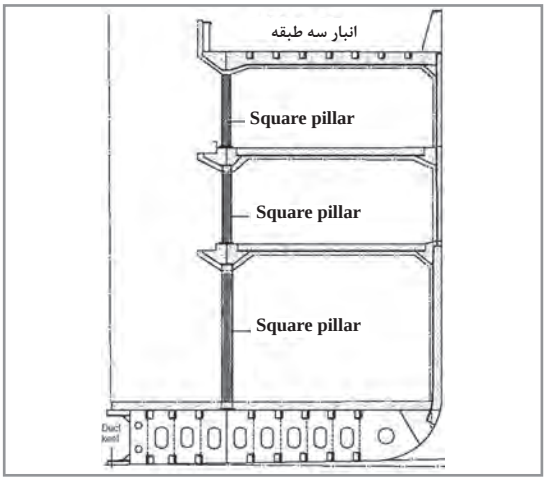
شکل ۴۰ـ لولهٔ خروجی

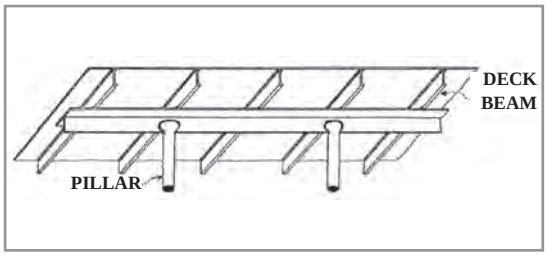
فعالیت کارگاهی

الف) شکل ساختار لنگر را به‌طور کامل در یک برگ A۴ 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 هم‌کلاسی‌های خود به اشتراک بگذارید.

۱۳ ستون (Pillar)

برای تقویت عرشهٔ فوقانی از ستون استفاده می‌شود که معمولاً برای هر دو یا سه تیرچهٔ 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 ۴۱ـ 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 ۴۲ـ درب‌های ضدآب

وقتی از واژهٔ 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).

ارزشیابی مرحله‌ای

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

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 معاهدهٔ 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 جملهٔ 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 متعاهد (هم‌پیمان و عضو) کنوانسیون و یا کشورهای صاحب پرچم کشتی و یا ادارهٔ 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 کلیهٔ امور مربوط را اجرا و نظارت می‌کند.

کشورهای متعاهد 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 همان Classification Socity 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 عهدهٔ خود دولت‌های متعاهد و اغلب در قالب زیر می‌باشد:

۱ **بازرس 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 **بازرس 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 **بازرس 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 گواهینامهٔ 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.

جدول ۹

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

ردیف	نام		کشور	نماد
۹	PRS	Polish Register of Shipping	لهستان	
۱۰	RINA	Registro Italiano Navale	ایتالیا	
۱۱	RS	Russian Maritime Register of Shipping	روسیه	

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

الف) موسسهٔ رده‌بندی ایرانیان (Iranian Classification Society)

این مؤسسه سازمانی مردم نهاد 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) مؤسسهٔ رده‌بندی آسیا (Asia Classification Society)

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

شکل ۴۳ـ نماد مؤسسهٔ رده‌بندی ایرانیان

شکل ۴۴ـ نماد مؤسسهٔ رده‌بندی آسیا

۴ ممیز مدیریت بین‌المللی ایمنی (International Safety Management Auditor)

طبق کنوانسیون سولاس تمامی، کشتی‌ها و شرکت‌های کشتیرانی موظف هستند که یک سیستم یکپارچهٔ 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 متعاهد و یا از طرف دولت متعاهد توسط سازمان‌های شناخته شده و مورد قبول دولت متعاهد (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.

ارزشیابی مرحله‌ای

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

ارزشیابی شایستگی ساخت کشتی

۱ شرح کار:

- هدف از ساخت کشتی؛
- انواع کاربری شناورها؛
- بررسی بنادر و بازار منطقه‌ای؛
- طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی و اصطلاحات موجود؛
- اجزای تشکیل‌دهنده کشتی؛
- تنش‌های موجود در کشتی؛
- استاندارد و نظارت در ساخت کشتی.

۲ استاندارد عملکرد:

بررسی و تشریح ساختار، اجزا، اصطلاحات و استانداردهای بین‌المللی در ساخت کشتی.

- **شاخص‌ها:**
- شناخت کامل از مؤلفه‌های اصلی در ساخت کشتی

۳ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه، به همراه بازدید نوبه‌ای و مشخص از بنادر و کشتی‌های موجود در اسکله

ابزار و تجهیزات: ماکت کشتی و سازه‌های دریایی

۴ معیار شایستگی:

ردیف	مرحلهٔ کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	بررسی هدف از ساخت کشتی	۲	
۲	طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی	۱	
۳	بررسی اجزای تشکیل‌دهندهٔ کشتی	۱	
۴	بررسی استاندارد و نظارت در ساخت کشتی	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی		۲	
میانگین نمرات			*

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

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 تخلیهٔ 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 اولیهٔ 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 می‌غلتد، پس از چند لحظه، شناور برمبنای اصل شناوری، به وضعیت اولیهٔ خود برمی‌گردد.
با توجه به اینکه عوامل بسیاری بر روی بدنهٔ شناور اثر می‌گذارد تا باعث غلتش شناور شود، بنابراین بدنهٔ شناور باید طوری ساخته شود تا در مقابل این عوامل مقاومت نماید.

شکل ۱

الف) بررسی نیروهای وارد بر بدنهٔ کشتی

در ابتدا دو کمیت نیرو و گشتاور نیرو مورد بررسی قرار می‌گیرند و سپس به نیروهای وارد بر بدنهٔ 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.

تحقیق کنید

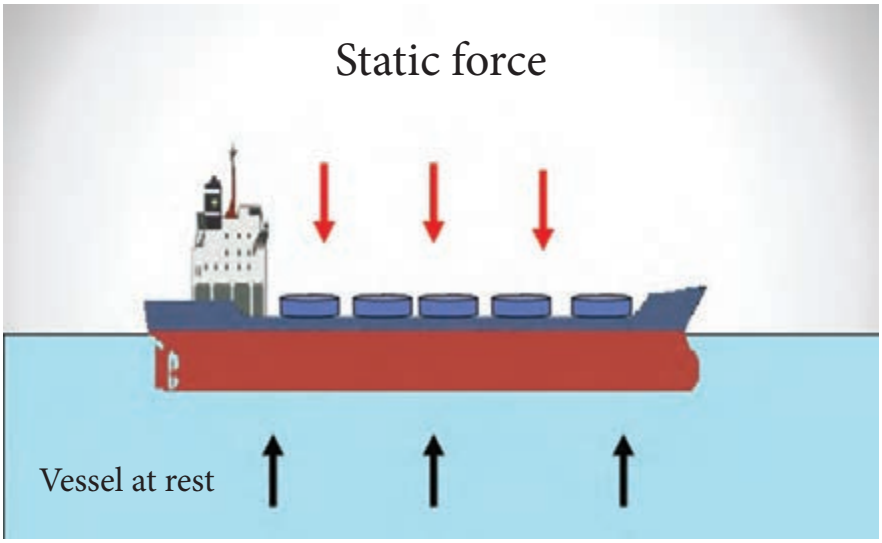
به غیر از واحد اندازه‌گیری نیرو در واحد متریک (S.I)، چه واحدهای اندازه‌گیری دیگری وجود دارد؟ نتیجه را در کلاس ارائه نمایید.

نکات زیر در مورد نیرو اهمیت دارند:
الف) اندازهٔ نیرو؛ ب) جهت نیرو؛ ج) موقعیت اعمال نیرو.
برایند نیروها: وقتی دو یا چند نیرو به نقطه‌ای وارد می‌شود، مجموعهٔ اثرات آنها را می‌توان به‌وسیلهٔ 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 اندازهٔ نیرو و فاصلهٔ اعمال نیرو تا نقطهٔ مورد نظر زیر بستگی دارد.

اندازهٔ گشتاور از حاصل‌ضرب اندازهٔ نیرو در فاصلهٔ عمودی نیرو تا محل گشتاورگیری به‌دست می‌آید و واحد آن نیوتن متر است.

نیروهای وارد بر بدنه را می‌توان به طریق زیر دسته‌بندی کرد:

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

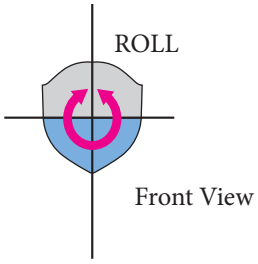


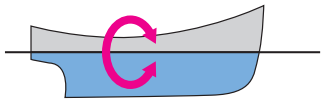
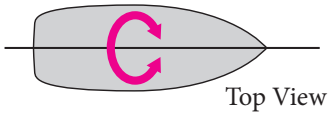
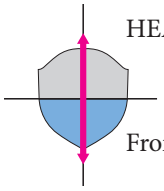
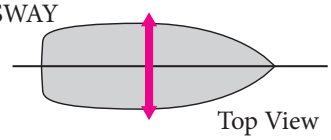
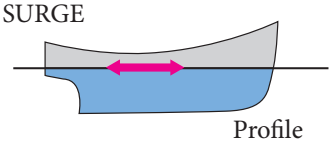
شکل ۲ــ نیروهای ایستایی وارده بر کشتی

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

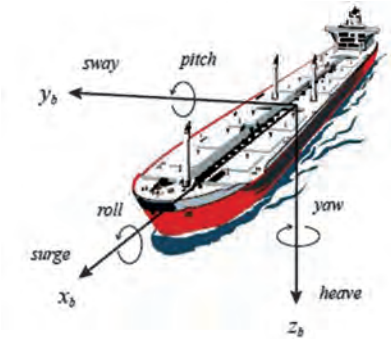
کار در کلاس

جدول زیر را با توجه به ویژگی‌های نیروهای دینامیکی وارد بر بدنهٔ شناور تکمیل کنید:

ردیف	حرکات کشتی	شرح	تصویر
۱	Rolling	حرکت کشتی حول محور ..... آن، که می‌توان آن را نوسانات یا پیچش‌های عرضی نامید.	

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

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)

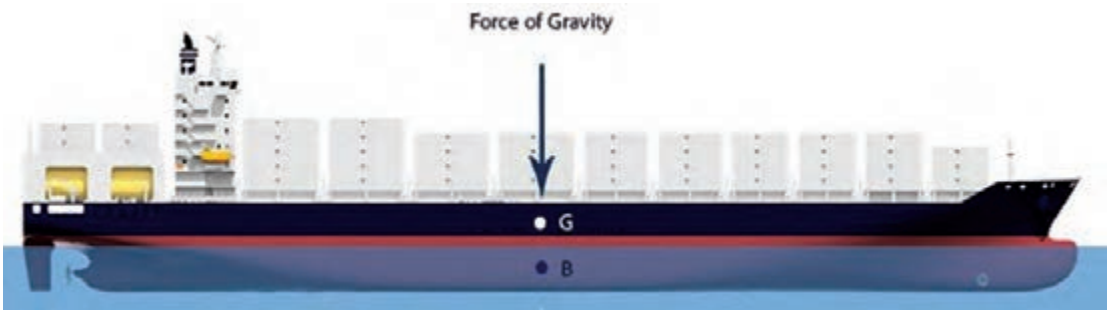
گرانیگاه یا مرکز ثقل یک جسم، نقطه‌ای است که برایند نیروهای جاذبهٔ زمین بر جسم، به آن نقطه از جسم اثر می‌کند. یعنی اگر آن جسم را از مرکز ثقل آویزان کنیم به حالت تعادل باقی می‌ماند و هیچ‌گونه حرکت غلتشی در آن اتفاق نمی‌افتد. به عبارت دیگر، مرکز ثقل یک جسم نقطه‌ای است که تمام وزن یک جسم در آن نقطه فرض می‌شود. 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 اَشکال هندسی زیر را ترسیم کنید.

شکل ۵

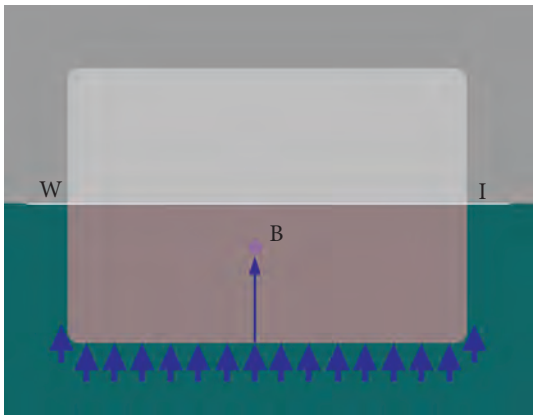
مرکز ثقل یک شناور نیز عبارت است از نقطه‌ای که برایند نیروی وزن کلیه قسمت‌های کشتی از آن نقطه به‌طور عمود و به‌طرف پایین وارد می‌شود. مرکز ثقل را با نقطهٔ G نشان می‌دهند. شکل ۶ محل مرکز ثقل یک شناور را نمایش می‌دهد. در این شکل، برایند کل نیروی وزن اجزا از نقطهٔ G عبور می‌کند.



شکل ۶ــ مرکز ثقل یک شناور

مرکز شناوری «Center of Buoyancy»

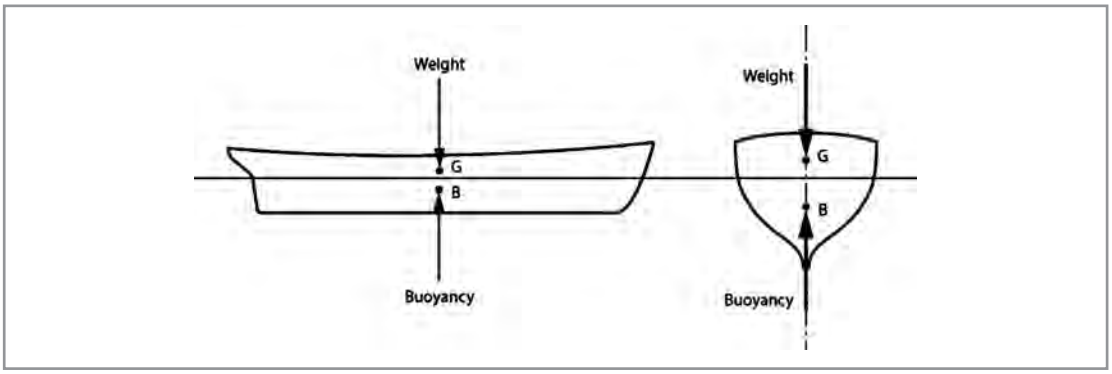
قبل از تعریف مرکز شناوری برای کشتی، بر تعدادی از تعاریف مفید و اصل کلی شناوری که توسط ارشمیدس بیان شده‌اند، مروری خواهیم داشت:



وزن جابه‌جایی (Displacement): عبارت است از وزن آبی که هنگام شناور شدن کشتی در آب، جابه‌جا می‌شود. یا به‌عبارت‌دیگر 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 بدنهٔ 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 درحال تعادل (سکون)، برابر با وزن کل کشتی است.

گرچه این نیرو به سراسر سطح بدنهٔ داخل آب کشتی وارد می‌شود ولی همانند مرکز ثقل، برایند 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 نقطهٔ B و یا مرکز شناوری یک کشتی را نمایش می‌دهد.

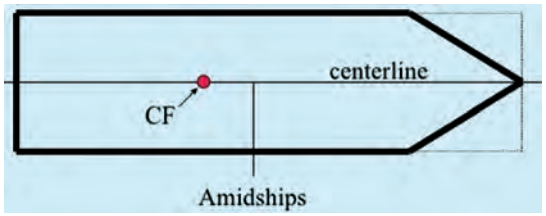


شکل ۷ــ مرکز شناوری کشتی

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 صفحهٔ خط آب را مرکز غوطه‌وری گویند.

مرکز تعادلی (Metacenter) طولی و عرضی شناور



شکل ۸ــ مرکز غوطه‌وری

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.

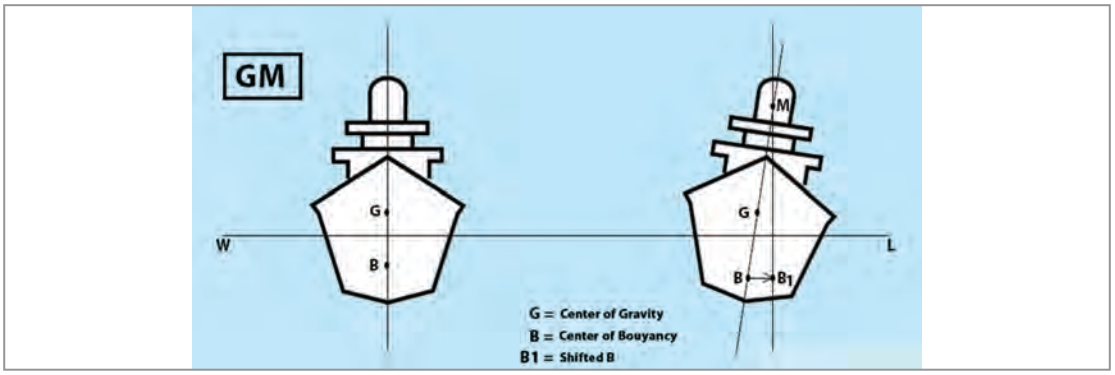
امتداد نیروهای شناوری برای دو حالت اولیه و حالت تغییر یافتهٔ کشتی یکدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند که آن را «مرکز تعادلی شناور» می‌نامند و با حرف M نشان می‌دهند.

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 فاصلهٔ 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.



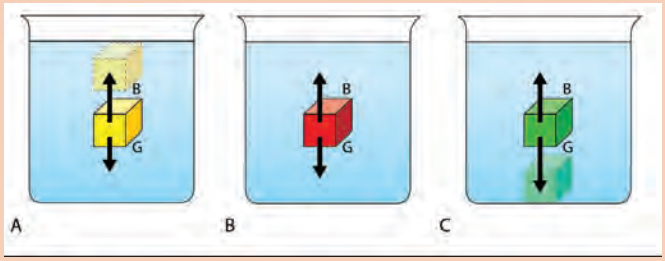
شکل ۹ــ ارتفاع مرکز تعادلی عرضی

اصول آب ایستایی

طبق قانون ارشمیدس، هر جسمی که در مایعی غرق شود، از وزن آن به اندازهٔ وزن مایع هم حجمش کاسته خواهد شد. بنابراین، چنانچه جسمی درون سیّالی واقع شود همواره نیرویی به سمت بالا از سمت سیّال 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 بدنهٔ 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.

فکر کنید

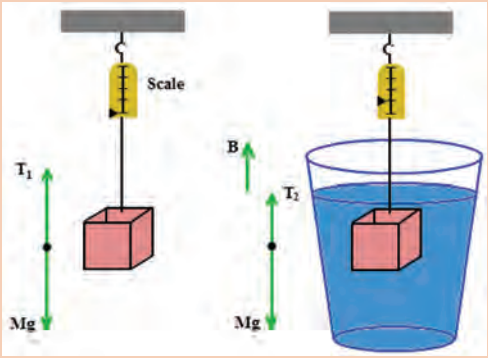
با توجه به قانون ارشمیدس، تصاویر زیر را تفسیر کنید.



تفسیر:

.....

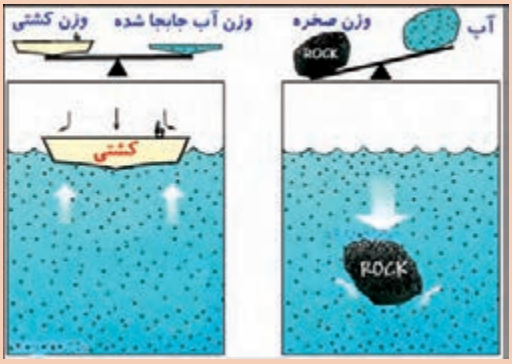
.....



تفسیر:

.....

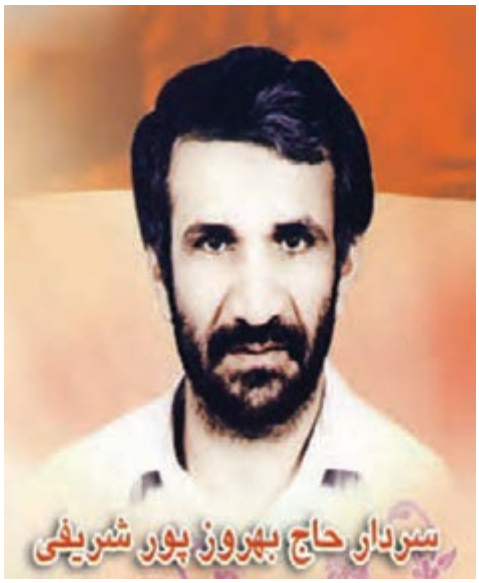
.....



تفسیر:

.....

.....



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

در سال ۱۳۶۳ یگان مهندسی ـ رزمی سپاه با مشارکت جهاد سازندگی و وزارت صنایع سنگین وقت، در طرحی ابتکاری برای وصل کردن ساحل شرقی هورالهویزه 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 حملهٔ هوایی دشمن، به سرعت قابل تعمیر و تعویض باشد و در فواصل معیّنی 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 پورشریفی» و جهادگران جهاد سازندگی خراسان و همکاری مؤثر سپاه بود.

بدین ترتیب پل خیبر در قطعاتی به ابعاد ۵×۳ با سطحی مقاوم از پروفیل و محفظه‌ای از پلی اورانان فوم که به وسیلهٔ فایبر گلاس پوشیده شده بود، برای آب‌های با سرعت حداکثر ۲ متر بر ثانیه ساخته شد. هر قطعهٔ این پل ۱۲۰۰ کیلو گرم وزن داشت. سبُک بودن پل، ویژگی مهمی بود که در لحظات بحرانی جنگ قابل توجه بود. مهندس حاج بهروز همهٔ 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 معیّن ساخته شد و در هنگام اجرای عملیات عظیم خیبر مورد بهره‌برداری قرار گرفت. هدف این عملیات که با رمز «یا رسول‌الله صلی‌الله‌علیه‌وآله» در تاریخ ۶۲/۱۲/۳ ساعت ۸/۵ بعد از ظهر آغاز گردید، بازپس‌گیری و تأمین جزایر مجنون و بخشی از هورالهویزه بود. نتیجهٔ عملیات، آزادسازی جزایر مجنون و چندین روستای منطقه و کنترل حداقل ۵۰ حلقه چاه نفتی بود.

ارزشیابی مرحله‌ای

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

بررسی اصول تعادل

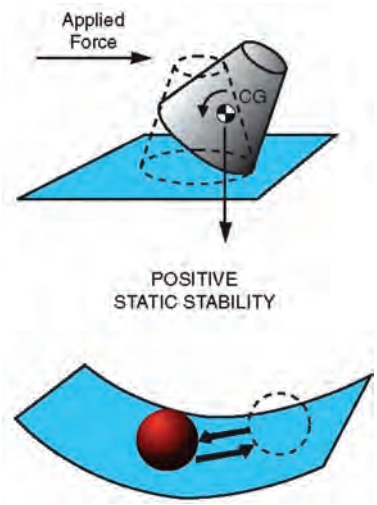
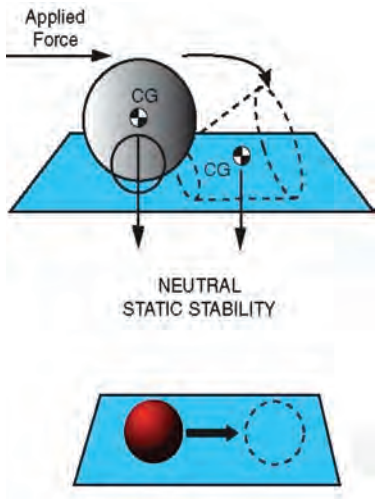
مفهوم تعادل در یک شناور بسیار پیچیده است. اما به‌طور کلی تعادل ایستایی (Static Stability) به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

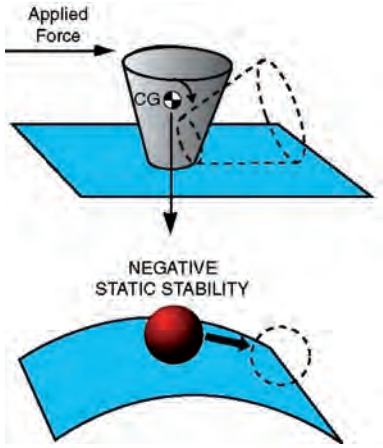
«هرگاه جسمی بی‌حرکت باشد، این جسم دارای تعادل ایستایی است».

برای تعادل نیز حالات مختلفی وجود دارد، که به معرفی تعدادی از آنها می‌پردازیم:

کار در کلاس

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

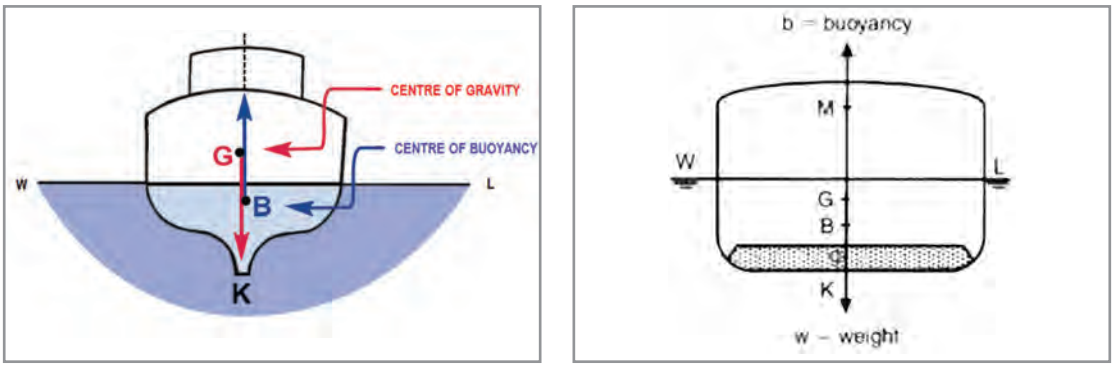
ردیف	حالت تعادل	شرح	تصویر
۱	Stable Stability (تعادل پایا)	اگر جسمی توسط نیرویی خارجی از حالت اولیهٔ خود خارج شود و پس از حذف نیرو، به حالت ..... این جسم دارای تعادل پایا است. شرط تعادل پایا برای یک شناور این است که کشتی‌ها بعد از کج شدن در اثر نیروهای خارجی بتوانند به ..... باز گردند.	
۲	Neutral Stability (تعادل خنثی)	اگر جسمی توسط نیرویی خارجی از حالت اولیهٔ 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 اولیهٔ 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 ۱۰ــ ارتفاع مرکز تعادلی

ارتفاع مرکز تعادلی شناور، معیاری برای پایداری اولیه

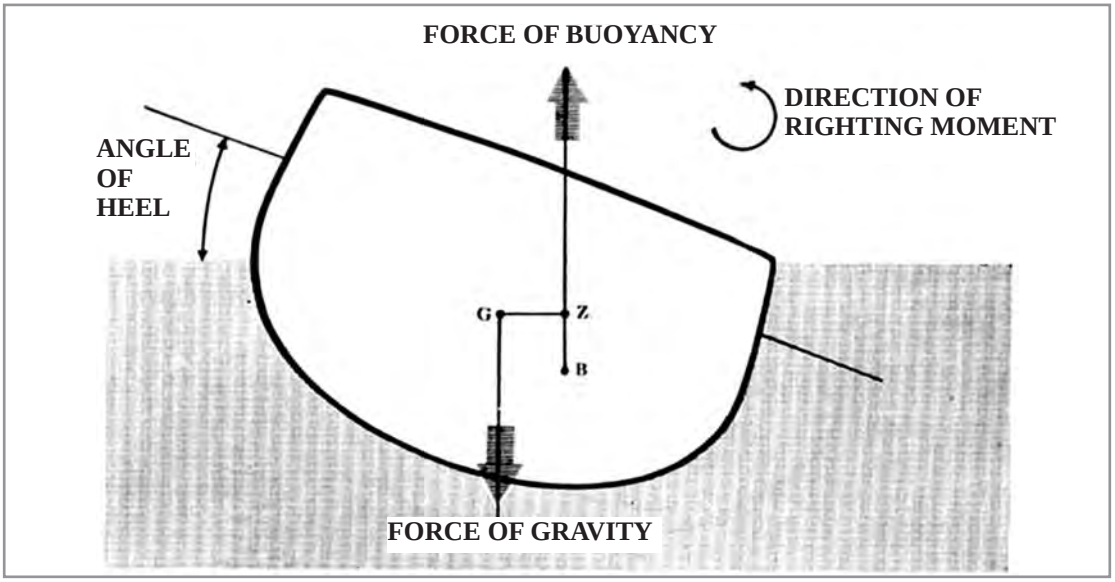
در شکل ۱۰، GM ارتفاع مرکز تعادلی و G مرکز ثقل کشتی نشان داده شده است. هرگاه از مرکز تعادلی و ارتفاع مرکز تعادلی سخن گفته می‌شود، منظور مرکز تعادلی عرضی است، به جز در مواردی که مشخصاً ارتفاع مرکز تعادلی طولی مورد بحث باشد که آن را با GML مشخص می‌کنند.

اگر نقطهٔ M بالای نقطهٔ G باشد، ارتفاع مرکز تعادلی مثبت است و اگر نقطهٔ M پایین نقطهٔ 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 به‌تدریج واژگون می‌شود.
مرکز تعادلی طولی ML همیشه در بالای کشتی قرار دارد. در شرایط عادی، ارتفاع مرکز تعادلی طولی، منفی (GML<۰) 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. هنگامی‌که 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 به‌وجود می‌آورد، که اندازهٔ آن برابر است با حاصل‌ضرب یکی از این دو نیرو (وزن کشتی) در فاصلهٔ مابین دو امتداد اثر نیروها. این گشتاور را که موجب بازگشت کشتی به وضعیت اولیه می‌شود، گشتاور بازگردانندهٔ مثبت می‌نامند و فاصلهٔ عمودی مابین خطوط اثر نیرو را «بازوی بازگرداننده» (GZ) می‌نامند.

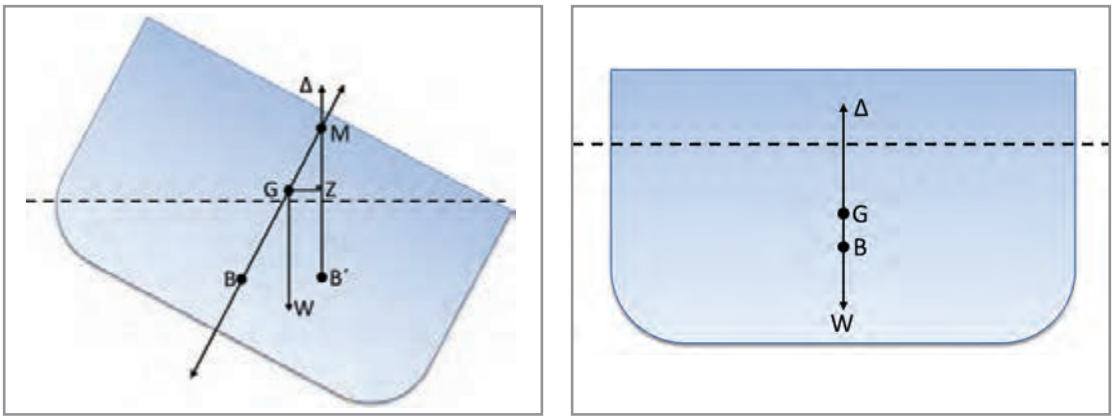


شکل ۱۱ــ گشتاور بازگرداننده مثبت

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 بازگردانندهٔ مثبت تشکیل می‌شود و کشتی را به سوی حالت تعادل برمی‌گرداند. در این حالت کشتی تعادل پایا دارد.

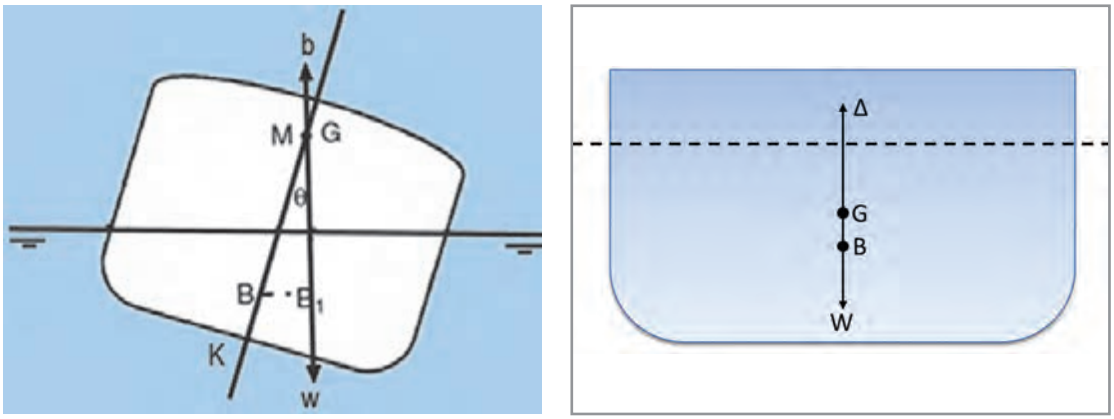
تعادل پایا



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.

تعادل خنثی



شکل ۱۳

۳ مرکز تعادلی در زیر مرکز ثقل قرار گیرد: 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 ۱۰ درجه غلتش معتبر است. بنابراین، استفاده از موقعیت مرکز تعادلی و مرکز ثقل، به عنوان شرط تعادل برای زوایای غلتش کوچک، مجاز می‌باشد.

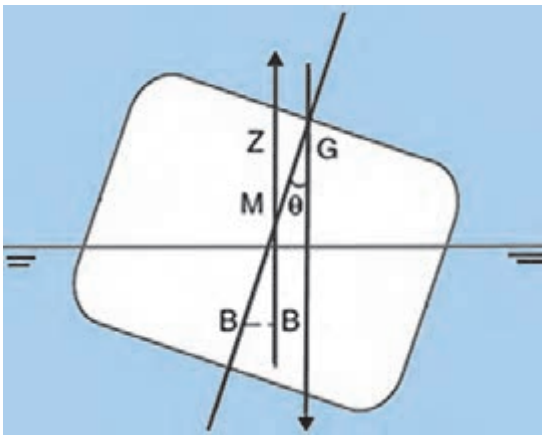
زوایای عرضی شناور

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

زاویهٔ Heel: هنگامی که شناور بر اثر یک نیروی خارجی (مانند موج و باد)، دچار تغییر زاویهٔ 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 حرکتِ Roll گویند.

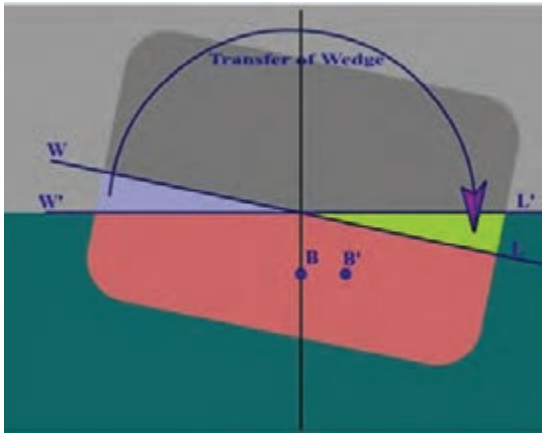
زاویهٔ List: هنگامی که شناور بر اثر یک نیروی داخلی (مثلاً جابه‌جایی عرضی یک کانتینر یا بار داخل انبار) دچار تغییر زاویهٔ عرضی می‌شود و به یک طرف متمایل می‌گردد، به آن زاویهٔ List گویند.

تعادل ناپایا



شکل ۱۴

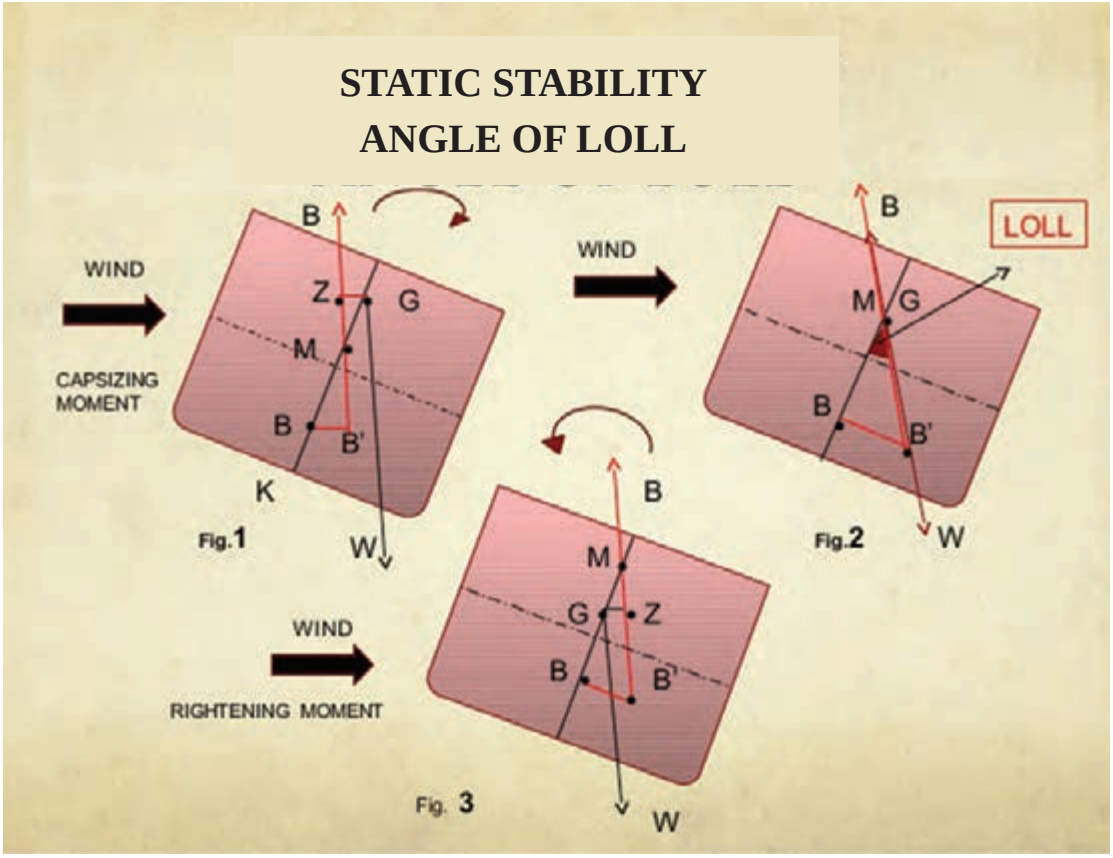
شکل ۱۶ــ زاویهٔ Heel



شکل ۱۵

شکل ۱۷ــ زاویهٔ List

زاویهٔ 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 زاویهٔ کجی به‌وجود می‌آید، در این حالت مرکز تعادلی (M) بر روی مرکز ثقل (G) قرار می‌گیرد. در واقع این زاویهٔ 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 زاویهٔ کجی است، ممکن است براثر نیروهای خارجی بیشتر به سادگی واژگون شود.



شکل ۱۸ــ زاویهٔ کجی (Angle of Loll)

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

محاسبات شناوری و غوطه‌وری

چگالی و وزن مخصوص :(Density And Specific Gravity)

می‌دانیم که تغییرات مقدار آب جابه‌جا شده به‌وسیلهٔ 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)Specific Gravity :

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:

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

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

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

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

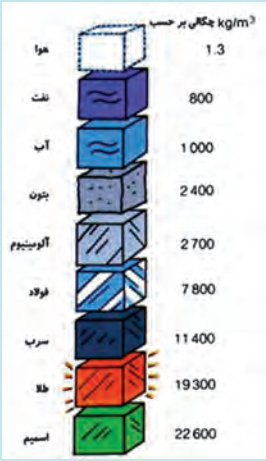
..... * ..... = جرم روغن

جرم روغن برابر ..... تن می‌باشد.

بیشتربدانید

چگالی

مردم گاهی می‌گویند سرب سنگین‌تر از پَر است. اما یک‌گونی بزرگ پُر از پَر، سنگین‌تر از یک ساچمه 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 سنگین تر 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 ρ نشان می‌دهند که از رابطهٔ $\rho=V/m$ یا $D=V/m$ به‌دست می‌آید. در این رابطه D یا ρ 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 آبخور ۶ متر در آب شور دریا (جرم حجمی ۱۰۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب) می‌باشد، چه مقدار بار می‌تواند بارگیری کند تا آبخور شناور به ۸ متر در آب شور دریا برسد؟

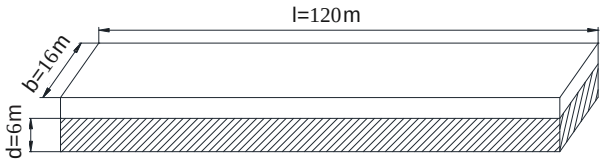
جواب:

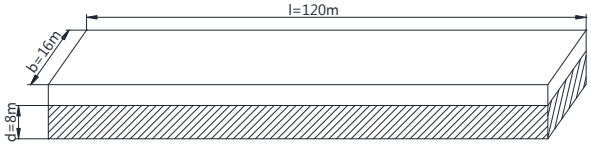
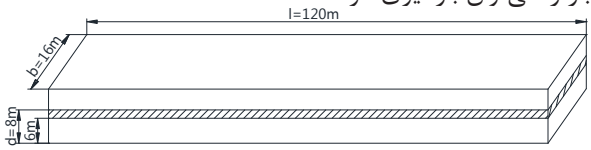
گام اول

حجم قسمت غوطه‌وری (زیر آب)کشتی را برای آبخور ۶ متر به‌دست می‌آوریم:

$\Delta 1=v\times \varphi$ $\quad v=l\times b\times d \quad \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad ۱۲۰\times۱۶\times۶=۱۱۵۲۰$

حجم زیر آب کشتی برابر ۱۱۵۲۰ مترمکعب می‌باشد.



گام دوم	وزن جا به‌جایی کشتی را برای آبخور ۶ متر به‌دست می‌آوریم: $\Delta 1=11520\times 1/025=11808\ t$ $\Delta 1=11808$ وزن جابه‌جایی کشتی با آبخور ۶ متر برابر ۱۱۸۰۸ تن است.
گام سوم	حجم قسمت غوطه‌وری (زیر آب)کشتی را برای آبخور ۸ متر به‌دست می‌آوریم: $v=120\times 16\times 8=15360$ حجم زیر آب کشتی برابر ۱۵۳۶۰ مترمکعب می‌باشد. 
گام چهارم	وزن کشتی را برای آبخور ۸ متر به‌دست می‌آوریم: $\Delta=15360\times 1/025=15744$ وزن کشتی با آبخور ۸ متر برابر ۱۵۷۴۴ تن است.
گام پنجم	اختلاف وزن جابه‌جایی کشتی بین آبخور ۸ متر و ۶ متر، مقدار بار قابل بارگیری را مشخص می‌کند: $\Delta-\Delta 1=15744-11808=3936\ t$ مقدار ۳۹۳۶ تن بار را می‌توان بارگیری کرد. 

کار در کلاس

با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
مسئله	یک شناور جعبه‌ای شکل با طول ۱۰۰ و عرض ۱۴ متر دارای آبخور ۵ متر در آب با جرم حجمی ۱۰۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد، چه مقدار بار می‌تواند بارگیری کند تا آبخور شناور به ۷ متر در آب شور دریا (جرم حجمی ۱۰۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب) برسد؟
جواب:	
گام اول	حجم قسمت غوطه‌وری (زیر آب)کشتی را برای آبخور ۵ متر به‌دست آورید: ..... حجم زیر آب کشتی برابر ..... مترمکعب می‌باشد.
گام دوم	وزن کشتی را برای آبخور ۵ متر به‌دست آورید: ..... وزن کشتی با آبخور ۵ متر برابر ..... تن است.
گام سوم	حجم قسمت غوطه‌وری (زیر آب) کشتی را برای آبخور ۷ متر به‌دست آورید: ..... حجم زیر آب کشتی برابر ..... مترمکعب می‌باشد.

گام چهارم	وزن کشتی را برای آبخور ۷ متر به‌دست آورید: ..... وزن کشتی با آبخور ۷ متر برابر ..... تن است.
گام پنجم	اختلاف وزن کشتی بین آبخور ۷ متر و ۵ متر، مقدار بار قابل بارگیری را مشخص می‌کند: ..... مقدار ..... تن بار را می‌توان بارگیری کرد.

کار در منزل

با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
مسئلهٔ اول	یک شناور بارج به‌طول ۸۰ و عرض ۱۲ متر دارای آبخور ۴ متر در آب با جرم حجمی ۱۰۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. 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 به‌دست آورید.
جواب:	
گام اول	حجم قسمت غوطه‌وری(زیرآب) کشتی را برای آبخور ۴ متر به دست آورید. ..... حجم زیر آب کشتی برابر ..... متر مکعب می‌باشد.
گام دوم	وزن کشتی را برای آبخور ۴ متر به‌دست آورید. ..... وزن کشتی با آبخور ۴ متر برابر ..... تن است.
گام سوم	وزن کشتی را بعد از بارگیری به‌دست آورید. ..... وزن کشتی بعد از بارگیری برابر ..... تن می‌باشد.
گام چهارم	آبخور نهایی کشتی را (بعد از بارگیری) به‌دست آورید. ..... آبخور نهایی کشتی (بعد از بارگیری) برابر ..... متر است.
مسئلهٔ دوم	یک شناور بارج به طول ۴۰ و عرض ۸ متر دارای آبخور ۶ متر در آب با جرم حجمی ۱۰۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. 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 به‌دست آورید؟
جواب:	
گام اول	حجم قسمت غوطه‌وری (زیر آب)کشتی را برای آبخور ۶ متر به‌دست آورید. ..... حجم زیر آب کشتی برابر ..... مترمکعب می‌باشد.
گام دوم	وزن کشتی را برای آبخور ۶ متر به‌دست آورید. ..... وزن کشتی با آبخور ۶ متر برابر ..... تن است.

گام سوم	وزن کشتی را بعد از تخلیهٔ بار به‌دست آورید. ..... وزن کشتی را بعد از تخلیهٔ بار برابر ..... تن می‌باشد.
گام چهارم	آبخور نهایی کشتی را (بعد از تخلیه) به‌دست آورید. ..... 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 به‌دست می‌آورد. فرمول از این قرار است:

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

این فرمول به منظور محاسبهٔ مقدار آبخور در حرکت از آب‌های با چگالی معلوم به‌کار 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 عزیمت می‌کند. آبخور جدید شناور را محاسبه کنید.

جواب: با توجه به فرمول داریم:

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

$$\frac{۵/۲}{\text{آبخور جدید}} = \frac{۱۰۲۰}{۱۰۰۵} \longrightarrow ۱۰۰۵ \times ۵/۲ = ۱۰۲۰ \times \text{new d} \longrightarrow \text{new d} = \frac{۱۰۰۵ \times ۵/۲}{۱۰۲۰} = ۵/۱۲\text{m}$$

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:	
مسئله	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 عزیمت می‌کند. آبخور جدید شناور را محاسبه کنید.

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

کار در منزل

کار در منزل	با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:
مسئلهٔ 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	$\frac{\text{چگالی جدید}}{\text{چگالی قدیم}} = \frac{\text{آبخور قدیم}}{\text{آبخور جدید}}$ ..... مقدار آبخور شناور در شرایط بالا برابر با ..... متر می‌باشد.
مسئلهٔ 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	$\frac{\text{چگالی جدید}}{\text{چگالی قدیم}} = \frac{\text{آبخور قدیم}}{\text{آبخور جدید}}$ ..... مقدار آبخور شناور در شرایط بالا برابر با ..... متر می‌باشد.

آبخور شناور

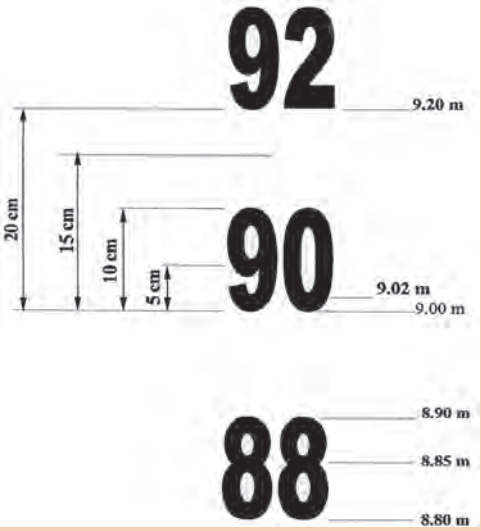
معمولاً آبخور را با اعدادی که در قسمت سینه، وسط و پاشنه شناور حک شده است، نشان می‌دهند. این اعداد معمولاً مقدار آبخور شناور را بر حسب فوت و یا متر بیان می‌کنند.

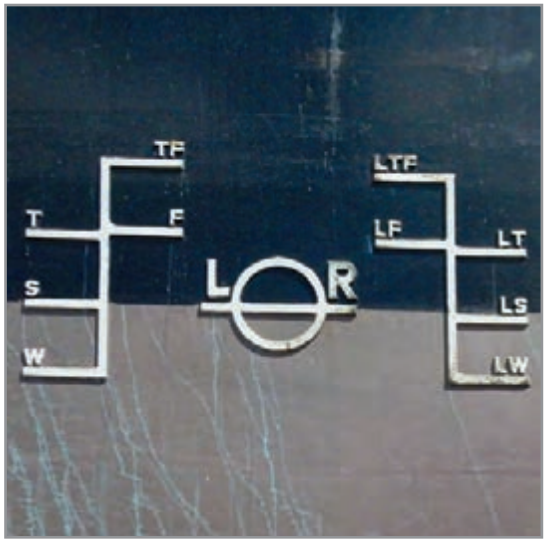
روش خواندن مقدار آبخور شناور

ارتفاع هر عدد مطابق شکل روبه‌رو برابر ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد.

فکر کنید

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



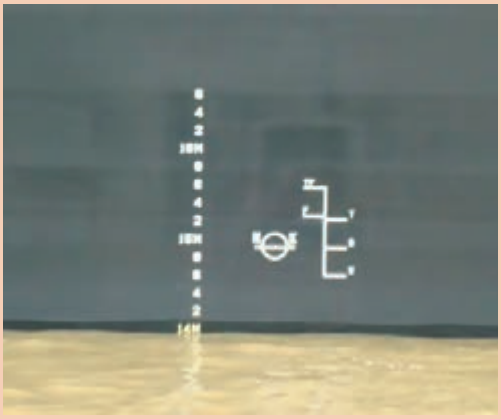


شکل ۱۹

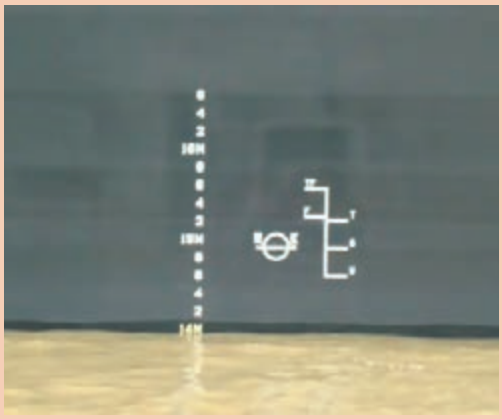
کار در کلاس

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

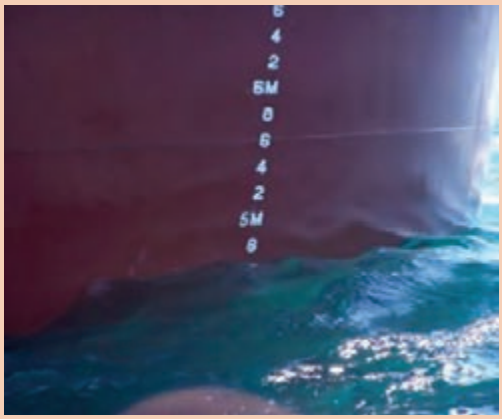
مقدار آبخور ----- متر.



مقدار آبخور ----- متر.



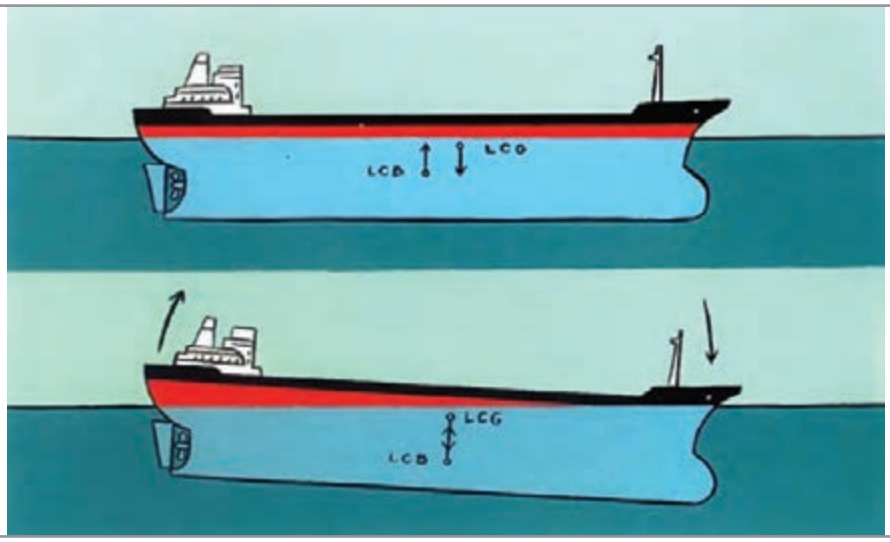
مقدار آبخور ----- متر.



مقدار آبخور ----- متر.

شیب طولی (TRIM)

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



شکل ۲۰ـ شیب طولی (Trim)

کار در کلاس

با توجه به تمرین قبل، جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
آبخور سینهٔ شناور ۵/۵ متر (TF = ۵/۵ m) و آبخور پاشنهٔ شناور ۶/۷ متر (TA = ۶/۷ m) می‌باشد. مقدار شیب طولی (Trim) شناور را محاسبه کنید.	
جواب	Trim = ... چون مقدار آبخور ..... شناور بیشتر از آبخور ..... شناور است، لذا مقدار تریم برابر ..... متر به ..... می‌باشد.

آبخور متوسط: میانگین آبخور سینه و پاشنهٔ شناور را آبخور متوسط می‌نامند.

کار در کلاس

جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
آبخور سینهٔ شناور ۵/۵ متر (TF = ۵/۵ m) و آبخور پاشنهٔ 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 فاصلهٔ 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 اندازهٔ یک سانتی‌متر تغییر کند؟

TPC مقدار وزنی است بر حسب تن که می‌تواند آبخور شناور را به اندازهٔ 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 پاشنهٔ شناور از این عدد استفاده می‌شود.

بیشتر بدانید

مقدار عددی TPC بستگی به شکل بدنهٔ شناور، چگالی آب و مساحت صفحهٔ آبخور شناور دارد. فرمول محاسبهٔ TPC برای شناوری با مساحت صفحهٔ آبخور A و شکل مستطیل، در آبی با غلظت نسبی ۱/۰۲۵ به‌صورت زیر می‌باشد:

$$TPC = \frac{A \times ۱/۰۲۵}{۱۰۰}$$

محاسبهٔ 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= ۱۲ ، باری به وزن ۶۰ تن را بارگیری می‌کند. مطلوب است مقدار تغییر آبخور شناور؟

جواب:

$$\text{تغییرات آبخور} = \frac{\text{وزن بار}}{\text{TPC}} = \frac{۶۰}{۱۲} = ۵\text{cm}$$

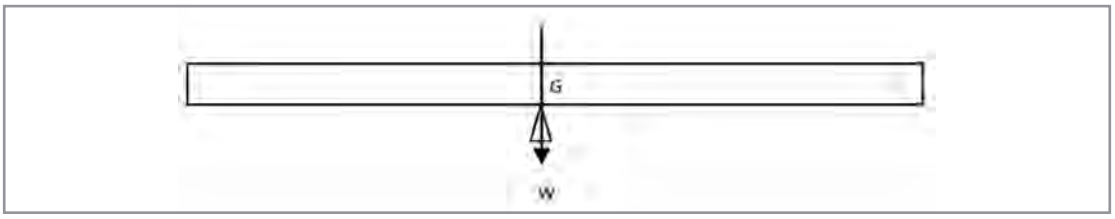
کار در کلاس

جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
شناوری دارای آبخور متوسط ۵/۵ متر با TPC= ۵ ، باری به وزن ۱۰۰ تن را بارگیری می‌کند. مطلوب است مقدار آبخور متوسط شناور بعد از بارگیری.	
محاسبهٔ مقدار تغییر آبخور شناور: $\text{تغییرات آبخور} = \frac{\text{وزن بار}}{\text{TPC}}$ تغییرات آبخور = ...	**گام اول**
مقدار آبخور نهایی: ..... مقدار آبخور نهایی شناور برابر ..... متر می‌باشد.	**گام دوم**

کار در منزل

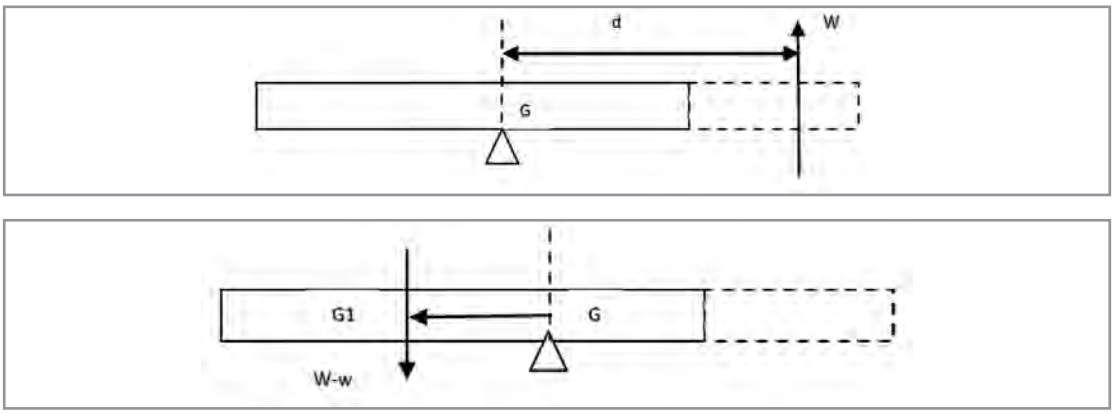
جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
شناوری دارای آبخور متوسط ۷/۵ متر با TPC= ۸ ، باری به وزن ۱۲۰ تن را تخلیه می‌کند. مطلوب است مقدار آبخور متوسط شناور بعد از عملیات تخلیه.	
محاسبهٔ مقدار تغییر آبخور شناور: $\text{تغییرات آبخور} = \frac{\text{وزن بار}}{\text{TPC}}$ تغییرات آبخور = ...	**گام اول**
مقدار آبخور نهایی: _____ مقدار آبخور نهایی شناور برابر ..... متر می‌باشد.	**گام دوم**

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



شکل ۲۱ــ مرکز ثقل تخته همگن

اکنون طولی از تختهٔ فوق را به وزنw کیلوگرم که فاصلهٔ 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×D ایجاد می‌شود که تخته را حول مرکز ثقل، عکس حرکت عقربه‌های ساعت می‌گرداند. حال با توجه به‌طول جدید تخته، همان‌طور که در شکل ۲۲ نشان داده شده است، مرکز ثقل به وسط طول جدید تخته جابه‌جا خواهد شد.



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

یعنی از نقطهٔ G به نقطه G_1 حرکت می‌کند. وزن جدید تخته W_w کیلوگرم، ایجاد گشتاوری حول نقطهٔ G می‌نماید.

$$\text{گشتاور حاصل} = (W_w) \times GG_1$$

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 :

$$(W_w) \times G\,G_1 = W \times d$$

و یا:

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

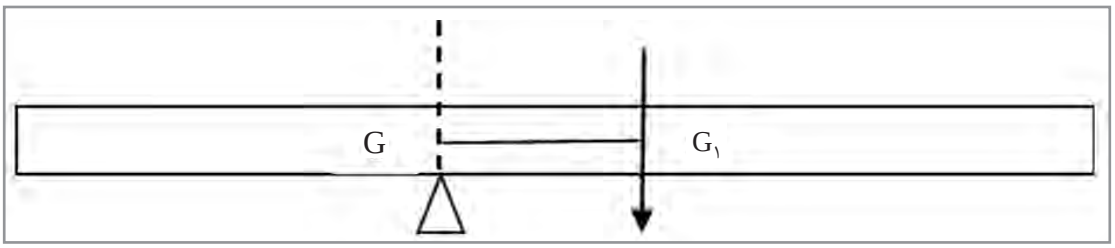
از مطالب فوق نتیجه می‌گیریم که وقتی جرمی از یک جسم برداشته شود، مرکز ثقل آن جسم به‌طور مستقیم در عکس جهت مرکز ثقل جرم برداشته شده حرکت می‌نماید و فاصلهٔ طی شده از فرمول:

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

برحسب متر به‌دست می‌آید.

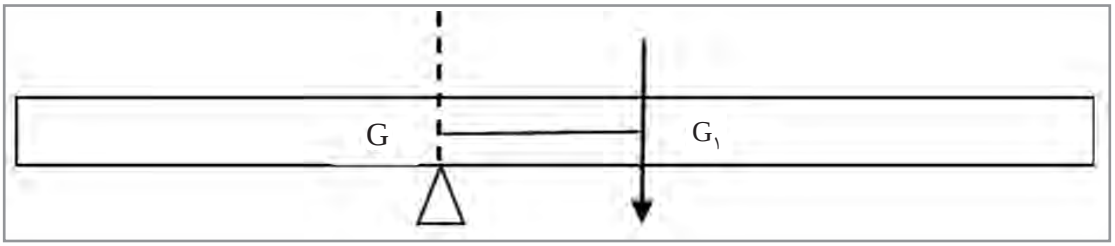
GG_1 عبارت است از مسافت جابه‌جا شدهٔ مرکز ثقل، w برابر است با جرم برداشته شده و d فاصلهٔ بین مرکز ثقل جرم برداشته شده تا مرکز ثقل جسم اولیه.

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 وزنهٔ W کیلوگرمی را در فاصلهٔ d از مرکز ثقل آن اضافه نماییم، خواهیم دید که طرف سنگین آن به طرف پایین به حرکت درخواهد آمد.



شکل ۲۳ـ ایجاد گشتاور بر اثر اضافه شدن وزن تخته

با اضافه‌کردن وزن W کیلوگرم در فاصلهٔ d از نقطهٔ G، گشتاوری نسبت به نقطهٔ G از فرمول w×d کیلوگرم متر به وجود می‌آید. حال طول جدید تخته را طبق شکل ۲۴ بررسی می‌نماییم.



شکل ۲۴ـ جابه‌جایی مرکز ثقل تختهٔ همگن پس از اضافه شدن وزن

مرکز ثقل جدید در فاصلهٔ نصف طول جدید قرار خواهد گرفت (G_1) و وزن جدید تخته، W+w کیلوگرم می‌شود. در این حال گشتاوری برابر با $GG_1 \times (W+w)$ کیلوگرم نسبت به G ایجاد می‌شود. دو گشتاور فوق باید با هم برابر باشند. شکل های ۲۳ و ۲۴. یعنی: $(W+w)\times GG_1 = w \times d$ و یا

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

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 فاصلهٔ پیموده شده توسط G از رابطهٔ زیر به‌دست خواهد آمد:

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

در این رابطه:

GG_1 برابر تغییر مکان مرکز ثقل شناور؛

W برابر وزنه اضافه شده؛

d برابر فاصلهٔ 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 وزنهٔ ۲۰۰ تنی در فاصلهٔ ۱۷ متری از مرکز ثقل اولیهٔ آن افزوده شود، جابه‌جایی مرکز ثقل آن را پیدا کنید.	
گام اول	محاسبهٔ مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۲۰۰ تن وزنهٔ بارگیری شده: w × d = ...
گام دوم	مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: W+w= ..... مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ..... تن می‌باشد.
گام سوم	محاسبهٔ مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از بارگیری: $G G_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ GG_1 = ...

کار در منزل

جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
وزن جابه‌جایی (Displacement) کشتی ۲۰۰۰۰ تن است. در صورتی که یک وزنهٔ ۳۰۰ تنی در فاصلهٔ ۱۰ متری از مرکز ثقل اولیهٔ آن تخلیه شود، جابه‌جایی مرکز ثقل آن را پیدا کنید.	
گام اول	محاسبهٔ مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۳۰۰ تن وزنهٔ تخلیه شده: w × d = ...

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

فاصلهٔ مرکز ثقل تا کف شناور(KG)

KG در یک کشتی عبارت است از ارتفاع قائم نقطهٔ 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 نقطهٔ 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 مهندسین ساختمان کشتی محاسبه می‌کنند، Light KG می‌گویند. در اطلاعات مربوط به تعادل کشتی، آنچه به دریانوردان داده می‌شود، Light KG است.

محاسبهٔ KG نهایی بر اثر بارگیری یا تخلیهٔ 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 فاصلهٔ مرکز ثقل جدید کشتی با کف کشتی جابه‌جا خواهد شد، بنابراین مقدار KG نهایی شناور معمولاً در مباحث تعادلی شناور محاسبه می‌شود.

تمرین

شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۱۲۰۰۰ تن و مقدار KG اولیهٔ ۶ متر است. در صورتی که یک بار ۵۰۰ تنی در فاصلهٔ ۱۰ متری به سمت پایین از مرکز ثقل اولیهٔ آن بارگیری شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.	
جواب:	
گام اول	محاسبهٔ مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۵۰۰ تن وزن بارگیری شده: w × d = ۵۰۰× ۱۰= ۵۰۰۰ t.m
گام دوم	مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: W+w= ۱۲۰۰۰+ ۵۰۰= ۱۲۵۰۰ t مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ۱۲۵۰۰ تن می‌باشد.

گام سوم	محاسبه مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از بارگیری: $GG_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ $GG_1 = \frac{۵۰۰۰}{۱۲۵۰۰} = ۰/۴\ m$ چون بارگیری به سمت کف کشتی انجام شده است، بنابراین مرکز ثقل ۰/۴ به سمت کف کشتی جابه جا شده است.
گام چهارم	محاسبهٔ مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری ۵۰۰ تن: $Final\ KG = KG_1 = KG - GG_1 = ۶ - ۰/۴ = ۵/۶\ m$ مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری برابر ۵/۶ متر است.

کار در کلاس

جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
مسئله	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۵۰۰۰ تن و مقدار KG اولیهٔ ۴/۴ متر است. در صورتی که یک بار ۲۰۰ تنی در فاصلهٔ ۵ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیهٔ آن بارگیری شود. مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
جواب:	
گام اول	محاسبهٔ مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۲۰۰ تن وزن بارگیری شده: $w \times d = \ldots\ldots = \ldots\ldots\ t.m$
گام دوم	مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: $W + w = \ldots\ldots = \ldots\ldots\ t$ مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ..... تن می‌باشد.
گام سوم	محاسبهٔ مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل شناور پس از بارگیری: $GG_1 = \frac{w \times d}{\text{وزن جابه‌جایی نهایی}}$ $GG_1 = \ldots\ldots = \ldots\ldots\ m$ چون بارگیری در بالای مرکز ثقل انجام شده است، بنابراین مرکز ثقل ـــــــ به سمت ـــــــ جابه جا شده است.
گام چهارم	محاسبهٔ مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری ۲۰۰ تن: $Final\ KG = KG_1 = \ldots\ldots = \ldots\ldots\ m$ مقدار KG نهایی شناور پس از بارگیری برابر ..... متر است.

کار در منزل

جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:	
مسئله	شناوری با وزن جابه‌جایی (Displacement) ۴۰۰۰ تن و مقدار KG اولیهٔ ۴/۲ متر است. در صورتی که یک بار ۲۰۰ تنی در فاصلهٔ ۴ متری به سمت بالا از مرکز ثقل اولیهٔ آن تخلیه شود، مقدار KG نهایی شناور را پیدا کنید.
جواب:	
گام اول	محاسبهٔ مقدار گشتاور ایجادی بر اثر مقدار ۲۰۰ تن وزن بارگیری شده: w × d = ... = ... t.m
گام دوم	مقدار وزن جابه‌جایی نهایی: W_w= ..... = ... t مقدار وزن جابه‌جایی نهایی شناور برابر ــــــــ 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 = ... = ... m چون تخلیه در بالای مرکز ثقل انجام شده است، بنابراین، مرکز ثقل ــــــــ به سمت ــــــــ جابه جا شده است.
گام چهارم	محاسبهٔ مقدار KG نهایی شناور پس از تخلیهٔ ۲۰۰ تن: Final KG =KG_1= ..... = ... m مقدار KG نهایی شناور پس از تخلیهٔ بار، برابر ..... متر است.

محاسبهٔ KG نهایی بر اثر بارگیری و یا تخلیهٔ کالا (چند مرحله)

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

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

در رابطهٔ بالا، علامت مثبت مربوط به عملیات بارگیری و علامت منفی برای عملیات تخلیهٔ کالا است.

تمرین

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

جواب:

گام اول

محاسبهٔ مقدار گشتاورهای ایجادی بر اثر بارگیری و تخلیهٔ 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 دوم

محاسبهٔ مقدار KG نهایی:

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

کار در کلاس

جاهای خالی را در این جدول تکمیل نمایید:

تمرین

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

جواب:

گام اول

محاسبه مقدار گشتاورهای ایجادی بر اثر بارگیری و تخلیهٔ کالا:

	W(Tonnes)	Kg(m)	Moment=w×Kg(T.m)
Ship	۱۲۰۰۰	۷	۸۴۰۰۰
Load	+	.....	.....
Load	+	.....	.....
Discharg	–	.....	.....
Final	.....		.....

گام دوم

محاسبهٔ مقدار KG نهایی:

$$\text{Final KG} = \frac{\text{Final Moment}}{\text{Final Displacement}} = \frac{\cdots\cdots}{\cdots\cdots} = \cdots\cdots \text{m}$$

ارزشیابی

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

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

ارزشیابی مرحله‌ای

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

ارزشیابی شایستگی پایدارسازی کشتی

۱ شرح کار:

■ بررسی اصول تعادل کشتی

بررسی نیروهای وارد بر بدنهٔ کشتی ⇐ بررسی قوانین شناوری ⇐ بررسی اصول تعادل ⇐ محاسبات شناوری و غوطه‌وری

۲ استاندارد عملکرد:

پس از اتمام این واحد یادگیری انتظار می‌رود هنرجویان بتوانند نیروهای وارده به بدنهٔ 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 بدنهٔ 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 تخلیهٔ کالا و شبیه‌ساز پل فرماندهی شناور.

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

۴ معیارشایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ هنرجو
۱	بررسی نیروهای وارد بر بدنهٔ 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: ۱ـ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی برای بازدید از شناور؛ ۲ـ استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات؛ ۳ـ دقت و سرعت عمل در انجام محاسبات.	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی وکسب 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؟
- تهویهٔ 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، نحوهٔ آماده‌سازی انبار، روش‌های مختلف تخلیه و بارگیری، روش‌های بارچینی و مهار بار و زمان تهویهٔ انبار را بداند و شناخت کافی از انواع کالاهای خطرناک و مهارت لازم برای مقابله با مخاطرات احتمالی در زمان بارگیری، حمل دریایی و تخلیهٔ بار را داشته باشد. همچنین باید علائم و برچسب‌های الصاقی 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 قادرخواهند بود به شناخت مفیدی از کار با کالا و بارچینی دست یافته، پس از مشاهدهٔ 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.

شکل ۱ــ بارچینی و مهار کالا در انبار یک کشتی

حمل و نقل دریایی (Maritime Transportation)

سهم حمل‌ونقل 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 ۲ــ کشتی کانتینربر ایران یاسوج

تحقیق‌کنید

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

کالا (Cargo) و انواع آن

محمولهٔ کشتی را کالا یا بار می‌نامند. کالاهای گوناگونی از طریق دریا حمل می‌شود که در ادامه با انواع عمدهٔ آنها آشنا خواهید شد. هریک از انواع کالاها در بیشتر مواقع با کشتی مخصوص حمل آن نوع کالا حمل می‌شود و برای بارگیری، حمل‌ونقل دریایی و تخلیهٔ آنها باید اقدامات لازم به‌عمل آید.

کار در منزل

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	

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

بحث کلاسی

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.

کار در منزل

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

تحقیق کنید

هر یک از هنرجویان 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

انبارکشتی، فضایی است زیر عرشهٔ 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

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

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

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

کار در منزل

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.

بازدید علمی

با هماهنگی و تحت سرپرستی و نظارت هنرآموز خود از کشتی‌های درحال 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 به‌صورت مصور به هنرآموز خود تحویل نمایید.

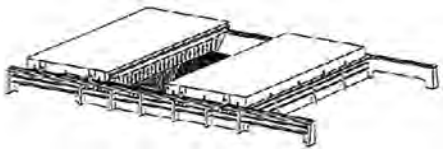
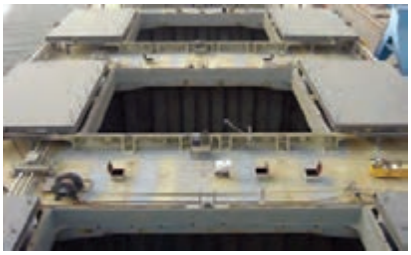
شناسایی در انبار و انواع آن

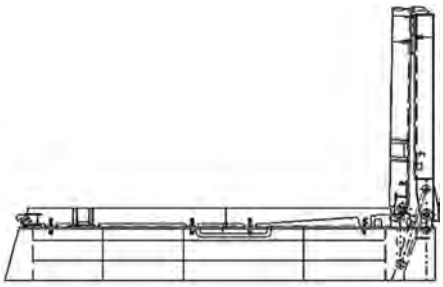
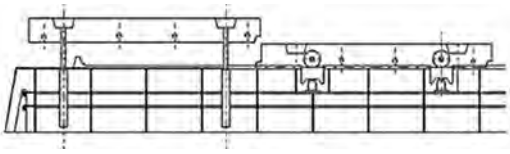
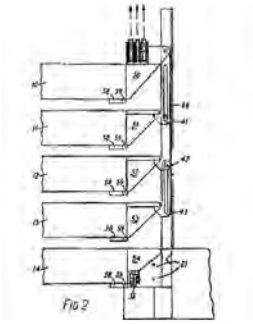
در انبار (Hatch Cover) پوشاننده‌ای فلزی، افقی و ضد آب است که انبار را از ورود آب دریا یا باران و برف محفوظ می‌دارد. در انبار دارای ساختاری بسیار قوی است که ضمن پوشاندن ورودی انبار (Hatchway/Hatch Opening) و محافظت از بار باعث استحکام کشتی شده و مانع نفوذ آب به داخل انبار می‌شود.

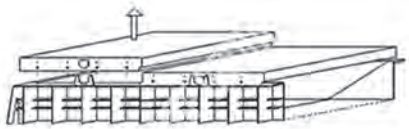
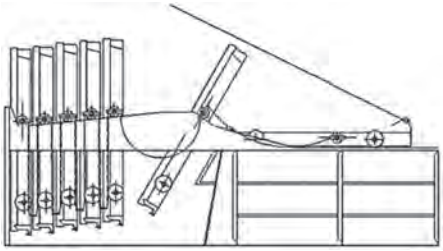
شکل ۳ـ کشتی فله بر هفت انباره

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

جدول ۳

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

ردیف	انواع درب انبار	معادل انگلیسی	شکل و نقشهٔ درب انبار
۲	تا شو	Folding	
۳	کشویی	Piggy Back	
۴	انباشته‌ای	Stacking	

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

بحث کلاسی

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

تحقیق کنید

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

ارزشیابی مرحله‌ای

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

تهویه (Ventilation)

برخی از کالاهای درحال حمل مانند میوه‌ها (موز) و کالاهای مستعد اشتعال خودبه‌خود مانند زغال‌سنگ 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 زغال‌سنگ، دود (منوکسیدکربن) خروجی اگزوز محمولات خودرویی کشتی‌های RO – RO، دی‌اکسیدکربنی که میوه‌های درحال رسیدن تولید می‌کنند و گازهای مختلف سمی.
تهویهٔ انبار به‌منظور جابه‌جایی هوای آزاد با هوای داخل انبار برای از بین بردن و مقابله با یک یا چند مورد از عوامل ناخواستهٔ زیر صورت می‌پذیرد:

جدول ۴

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

کار در منزل

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

بحث کلاسی

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

تعریق (Sweat)

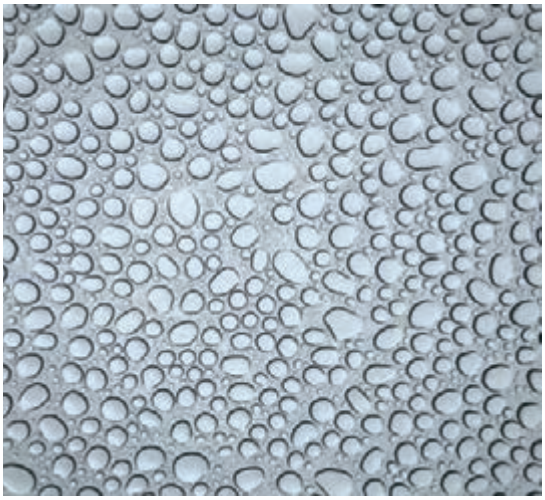
هنگامی‌که بخار آب موجود در هوا میعان شده و به قطرات آب تبدیل می‌شود تعریق اتفاق می‌افتد. **تعریق بر دو نوع است:**

تعریق کشتی (Ship Sweat)

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

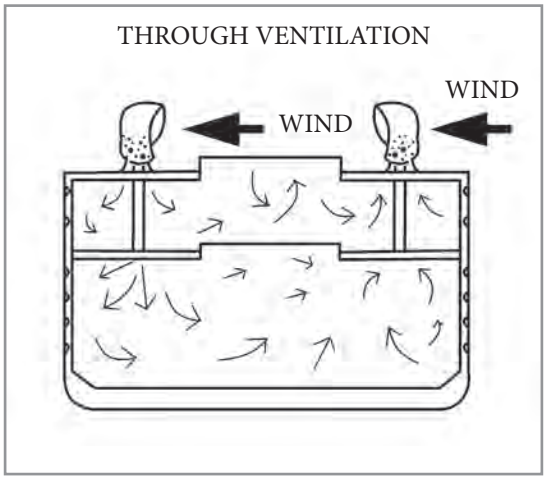
تعریق بار(Cargo Sweat)

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



شکل ۴ـ تعریق

به‌منظور 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 می شود یا در صورت هرگونه شک و تردید نسبت به انجام دادن یا ندادن تهویه، نباید تهویه انجام شود.



شکل ۵ـ تهویه سراسری

کار در منزل

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

مهار بار(Cargo Securing / Lashing)

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.

شکل ۶ـ مهار لوله

حمل کالاهای عمومی و کانتینر

برای بارگیری، چینش، مهار، حمل و تخلیهٔ **کالاهای عمومی‌و 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 به‌صورت تکمیلی در مقاطع تحصیلی بالاتر آموزش داده خواهند شد اما در این قسمت به‌صورت اجمالی با آنها آشنا خواهید شد.

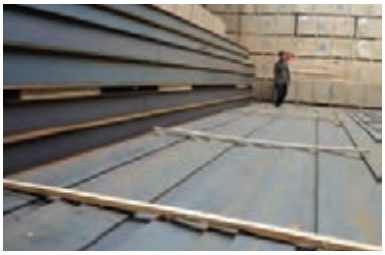
مهار کالاهای عمومی و کانتینر

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:

فعالیت کارگاهی

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

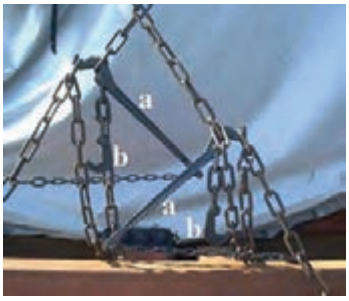
جدول ۵

ردیف	نام	معادل لاتین	کاربرد	تصویر
۱	ضربه‌گیر	Dunnage		

۲	بالش هوا	Air Pillow		
۳	حصیر بامبو	Bamboo Mat		

۴	طناب سیمی	Wire Rope		
۵	مهارکش	Turnbuckle		
۶	حلقه	Shackle		

۷	گیره	Clamp		
۸	زنجیر	Chain		

۹	نگه دارنده	Stopper		
۱۰	نوار آهن	Steel Strap		

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

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

۱۷	چشمی	Eye		
۱۸	میله	Rod		

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کار با کالا و بارچینی	کار با انواع سیستم تهویه و مهار کالا	شناسایی تهویه، مهار و ابزار مهار کالا	بالاتر از حدانتظار	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 همهٔ شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	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.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	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.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

کانتینر و انواع آن

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

بحث کلاسی

واحد شمارش کانتینر از چه کلمات لاتینی اقتباس شده است؟

بحث کلاسی

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

انواع کانتینر

۱ کانتینر معمولی (Normal Container):
کانتینر معمولی پرکاربردترین نوع کانتینر است و هر نوع کالای خشکی در آن قابل حمل است.

شکل ۷ـ کانتینر عادی

۲ کانتینر یخچال‌دار (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 ۸ـ کانتینر یخچال‌دار

۳ کانتینر روباز (Open Top Container): از این کانتینر نیز همانند نوع اول برای کالاهای خشک استفاده می‌شود با این نوع تفاوت که به‌جای سقف فلزی از یک پارچه کرباسی یا نایلونی به‌عنوان سقف استفاده می‌شود. جنس دیوارهٔ این کانتینر از استیل موج‌دار و کف آن چوبی است. کاربرد این نوع کانتینر برای حمل کالاهایی مانند کالاهای فلهٔ جامد است.

شکل ۹ــ کانتینر روباز

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) استفادهٔ حداکثری از حجم کانتینر؛

ب) سهولت در بارگیری؛

ج) کالاهای بزرگ و حجیم را در خود جای می‌دهد.

شکل ۱۰ــ کانتینر پهلو باز

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 ۱۱ــ کانتینر مخزن‌دار

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 ۱۲ــ کانتینر تاشو

۷ کانتینر مسطح (Platform Container): از این نوع کانتینرها برای حمل کالاهای حجیم، طویل، عریض و مرتفع مانند ماشین آلات 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.

شکل ۱۳ــ کانتینر مسطح

تحقیق کنید

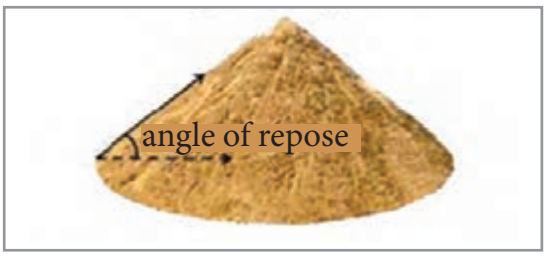
با جست‌وجو در اینترنت ابعاد استاندارد کانتینرها را بیابید.

حمل بار فلهٔ جامد

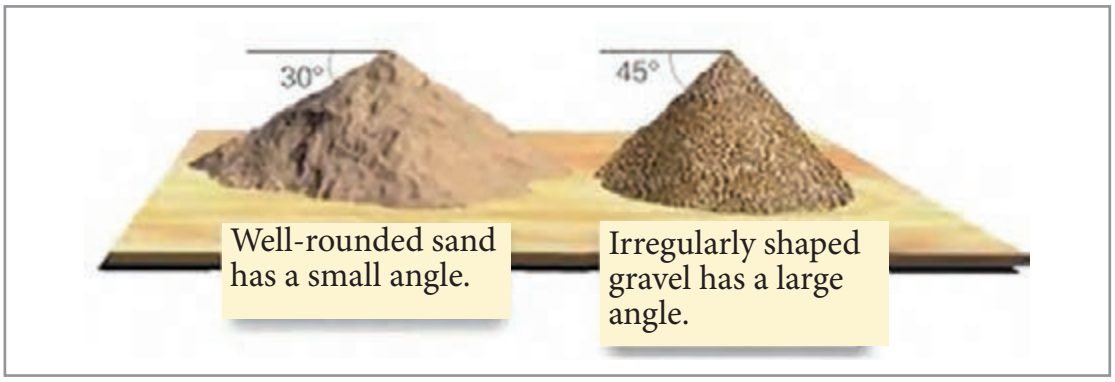
برای بارگیری، چینش، مهار، حمل و تخلیهٔ کالاهای فله آشنایی با مباحثی که درپی می‌آید ضروری است. این مفاهیم به‌صورت تکمیلی در مقاطع تحصیلی بالاتر آموزش داده خواهند شد، اما در این قسمت به‌صورت اجمالی با آنها آشنا خواهید شد.

زاویهٔ ریزش (Angle of Repose)

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

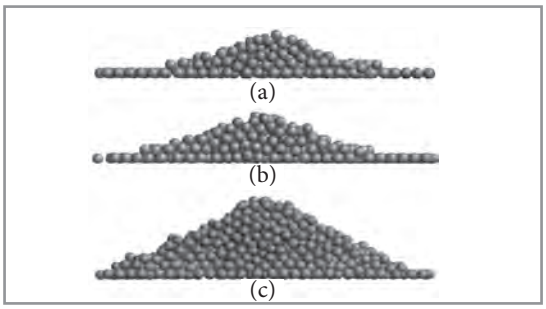


شکل ۱۴ــ زاویه ریزش



شکل ۱۵ــ انواع زاویه ریزش

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



شکل ۱۶ــ زاویهٔ ریزش در شرایط مختلف

ب) مواد فله با زاویهٔ 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.

نکتهٔ 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 به‌کارگیری 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 به‌کار 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.

فعالیت کارگاهی

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

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 به‌دست می‌آید که در آن w وزن بار مرطوب و d وزن بار خشک است:

Moisture Content

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

w = wet weight
d = weight after drying

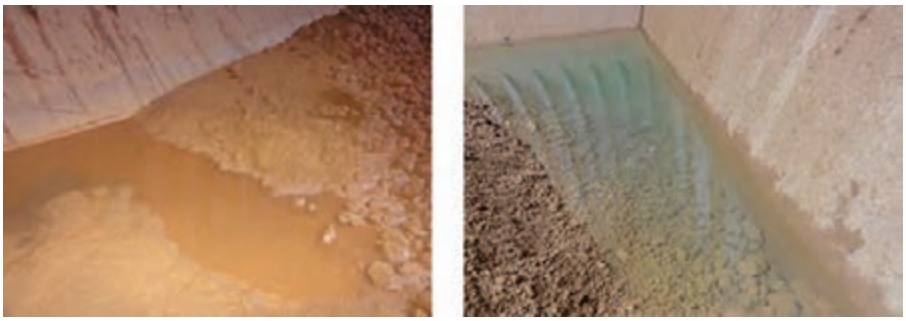
فعالیت کارگاهی

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

شکل ۱۷ــ وسایل مورد نیاز این فعالیت

جابه‌جایی رطوبت (Moisture Migration)

ممکن است رطوبت موجود در بار به‌علت 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 درحالت دوم می‌تواند باعث ایجاد اثر سطحی و در نتیجه به برهم زدن تعادل کشتی منجر شود.



شکل ۱۸ـ جا به‌جایی رطوبت

حالت سیّال (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.

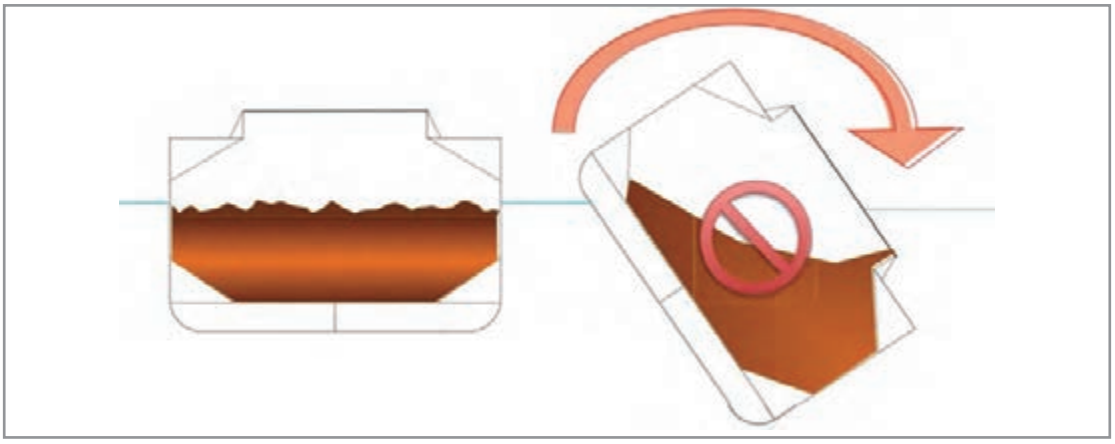
شکل ۱۹ـ حالت سیّال

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 رعایت‌نکردن این حدمجاز، ممکن است تمام بار مانند مایع به یک طرف حرکت نموده و کشتی را به طور غیرقابل برگشتی از حالت تعادل خارج نماید.



شکل ۲۰ـ رعایت نکردن حد مجاز رطوبت بار برای حمل

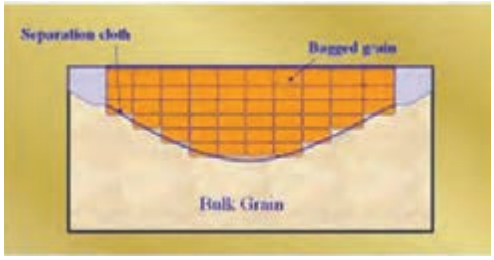
تحقیق کنید

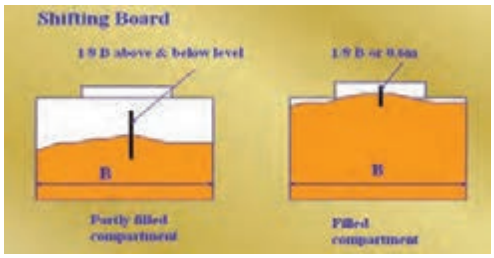
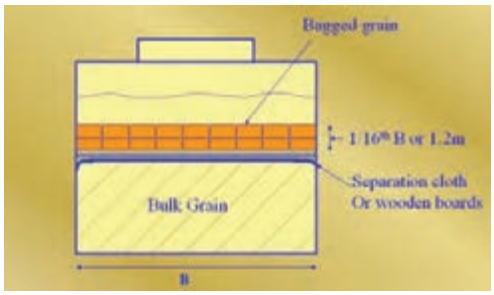
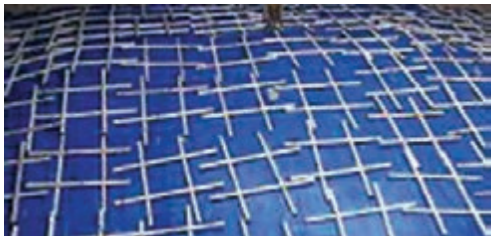
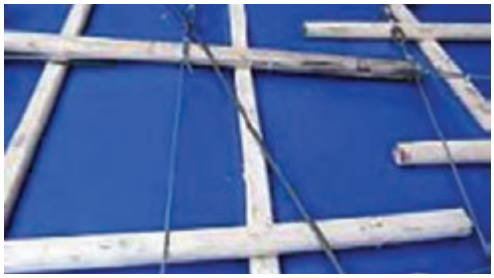
به‌صورت گروهی در مورد مخاطرات احتمالی حمل بارهای دارای رطوبت بالا که قابلیت رفتار سیّال دارند (Cargos which may liquefy) تحقیق نموده و نتیجه را در کلاس ارائه نمایید.

مهار بارهای فله

در بارگیری بارهای فله، بار باید تمامی فضای انبار را پرکند و مسطح شود تا از جابه‌جایی بارٍ در طول سفر جلوگیری شود؛ درغیراین‌صورت برای مهارکردن 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	

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

کتاب مرجع برای بارگیری، چینش، مهار، حمل‌و 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.

شکل ۲۱ـ جلد کتاب دستورالعمل دریایی بین‌المللی کالاهای فله‌ای جامد

بحث کلاسی

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

کار در کلاس

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

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. به‌همین جهت رعایت ایمنی کامل جهت پیشگیری از خطرات احتمالی بسیار اهمیت دارد. در این راستا استفاده از «**سامانهٔ گاز بی اثر ضروری**» است.

شکل ۲۲ـ کشتی حمل بار فله مایع

سامانهٔ گاز بی اثر(Inert Gas System)

هنگامی‌که 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 «سامانهٔ گاز بی‌اثر» استفاده می‌شود. در واقع این سامانه مهم‌ترین سامانهٔ ایمنی یک پارچه برای مخازن نفت است. سامانه گاز بی‌اثر با ایجاد پوشش گازی غیرقابل فعل وانفعال، باعث افتراق اکسیژن و نتیجتاً از بین بردن شانس هرگونه احتراق، اشتعال یا انفجار می‌شود.

تحقیق کنید

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

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 ۲۳ـ سامانهٔ گاز بی اثر

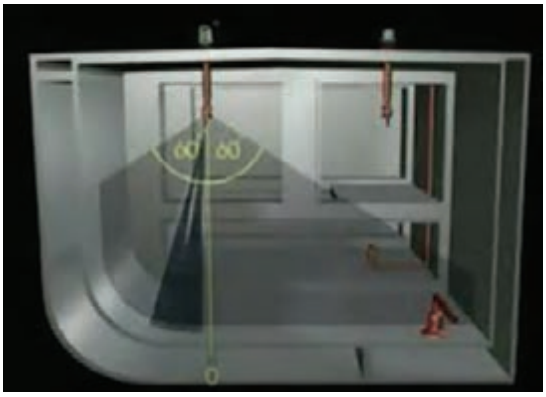
شست‌وشوی نفت خام (Crude Oil Washing)

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 خود محموله داخل مخزن برای شست‌و شوی پایدار استفاده می‌گردد.

روش کار این سامانه به این‌صورت است که محمولهٔ نفتی با فشار روی دیواره‌ها و سطوح مخزن پاشیده می‌شود در 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 نفت‌خام یا COW شناخته می‌شود.



شکل ۲۴ـ شست و شوی انبار کشتی فله‌بر مایع

شکل ۲۶

شکل ۲۵

بحث کلاسی

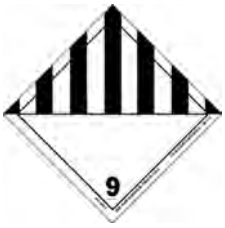
برای معضلات زیست‌محیطی بندر خود چه راه‌کارهای سبزی پیشنهاد می‌نمایید؟ در این مورد به‌صورت گروهی بحث کنید.

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 سمی‌و 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

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

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

کتاب مرجع برای بارگیری، چینش، مهار، حمل و تخلیهٔ کالاهای خطرناک، کتاب «دستورالعمل دریایی بین‌المللی کالاهای خطرناک» (International Maritime Dangerous Goods Code) می باشد. این کالاها باید در محفظه‌های ایمن بدون نشتی 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 ۲۷ــ جلد دستورالعمل IMDG CODE

تحقیق کنید

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.

کار در منزل

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

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کار با کالا و بارچینی	کار با انواع کالاها	شناسایی کالاهای کانتینری، فله خشک و مایع و خطرات آنها و انواع کالای خطرناک	بالاتر از حد انتظار	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 همهٔ شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
			درحد انتظار	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.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	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.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کار با کالا و بارچینی

۱ شرح کار

- بررسی و شناخت انواع کالاها و انواع در انبارها
- چگونگی انجام تهویه و دلایل انجام آن
- بررسی و شناخت مهار کالا و تجهیزات مربوط به آن
- بررسی و شناخت کانتینر و انواع آن
- بررسی و شناخت کالاهای فله ای خشک و مایع و مخاطرات آنها
- بررسی و شناخت کالاهای خطرناک و انواع آنها

۲ استاندارد عملکرد

بررسی و شناخت عملیات کار با کالا و بارچینی

- **شاخص‌ها**

تشریح کامل از عملیات کار با کالا و بارچینی

۳ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات

شرایط: مکان مناسب انجام کار وکارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد.

ابزار و تجهیزات: کارگاه مجهز به ماکت، تجهیزات و پرده نگار

۴ معیار شایستگی

ردیف	مرحلهٔ کار	حداقل نمرهٔ قبولی از ۳	نمرهٔ 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 فله‌ای 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: 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.	۲	
	میانگین نمرات		*

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

پودمان ۴

کاربری ماشین‌آلات

واحد یادگیری ۴
کاربری ماشین آلات

آیا تاکنون پی‌برده‌اید

- 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؟
- درصورت 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 پیداکرده و روش ارتباطی تلگراف را مطالعه می‌کنند. در آخر با اهمیت سامانه اعلام خطر به‌عنوان 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، ماشین‌آلات و وسایل مختلفی در کشتی‌ها یافت می‌شود که تعدادی از آنها برای به‌حرکت 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، به‌همین دلیل وسایل و امکانات موجود در کشتی‌ها با یکدیگر متفاوت است. در این پودمان شما با مهم‌ترین انواع ماشین‌آلات 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 به‌عنوان پشتیبان سامانه‌ها (backup system) در موارد اضطراری کاربرد دارند.

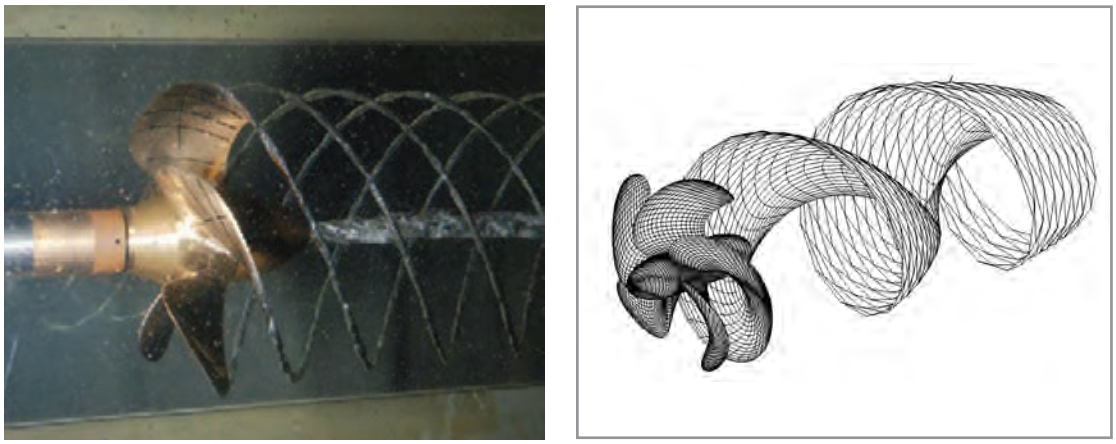
شکل ۱ــ استفاده از پارو به‌عنوان پشتیبان در هنگام ازکارافتادن موتور قایق نجات

پیش برنده‌ها (propulsor)

به‌طورکلی از پیش‌برنده‌های دریایی جهت ایجاد نیروی رانش به‌منظور غلبه بر نیروی مقاومت شناور و حرکت آن در آب استفاده می‌شود و پرکاربردترین آنها عبارت‌اند از:

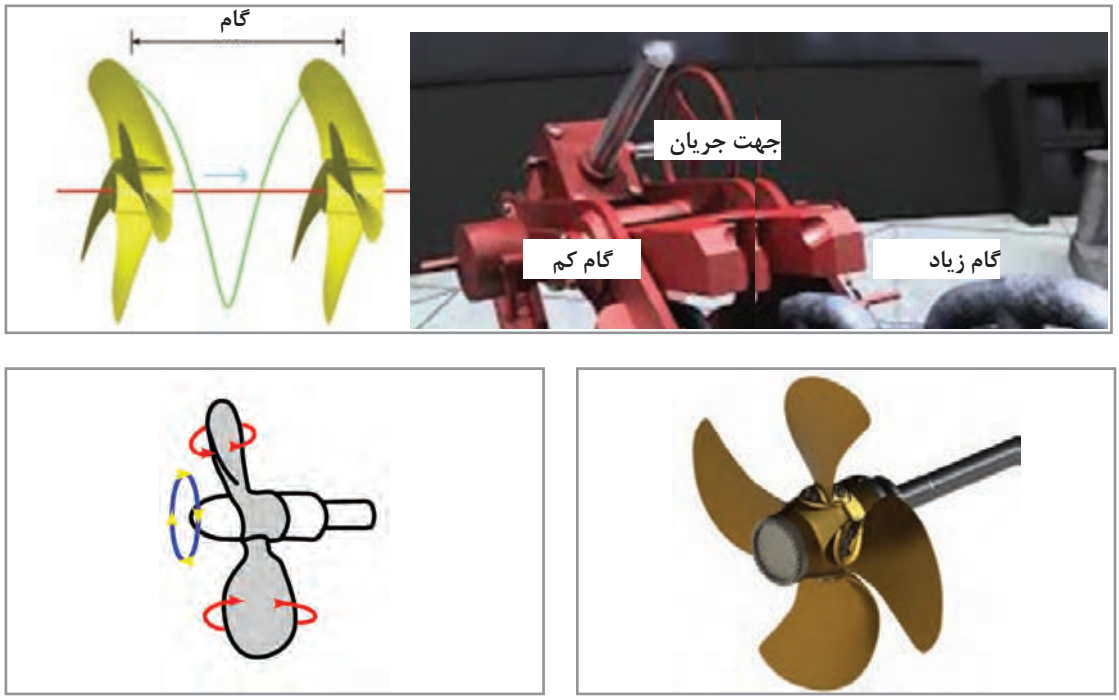
۱ پروانه (propeller)

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



شکل ۲ــ 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).



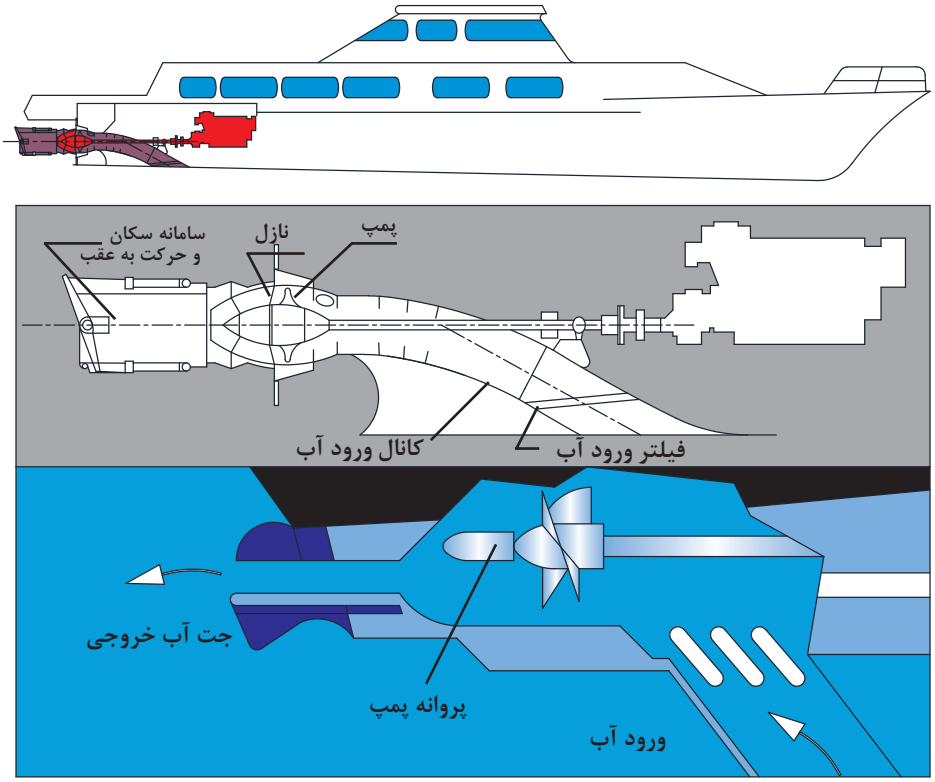
شکل ۳ــ پروانه گام متغیر

شکل پروانه به‌گونه‌ای طراحی شده است که حداکثر بازده را برای به‌جلو راندن شناور ایجاد نماید و درحالتی که پروانه به‌صورت 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 به‌پروانه‌های گام متغیّر (CPP) دارای ساختاری ساده‌تر هستند و هزینه تولید پایین‌تری نیز دارند، ولی درصورتی‌که 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 درجهت معکوس دوباره به‌گردش درآیند. این مشکل در پروانه‌های گام متغیّر وجود ندارد و پروانه‌ها همواره می‌توانند در یک‌جهت و با سرعت ثابت به‌گردش درآیند و هنگامی‌که 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 به‌طرف عقب آن صورت بگیرد (حرکت روبه عقب شناور) بدون تغییر جهت دوران پروانه. اما به‌هرحال 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 ۴ــ سامانهٔ واتر جت ورود آب

تحقیق کنید

در شناورهای مجهز به سامانهٔ 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 برروی شناور استفاده‌شده باشد؛
- لرزش و ارتعاش کمتر؛
- قابلیت ترمزی بهتر شناور؛
- نصب ساده‌تر و عدم نیاز به‌دقت خیلی زیاد مانند هم‌راستا بودن پروانه و شفت محرک آن.

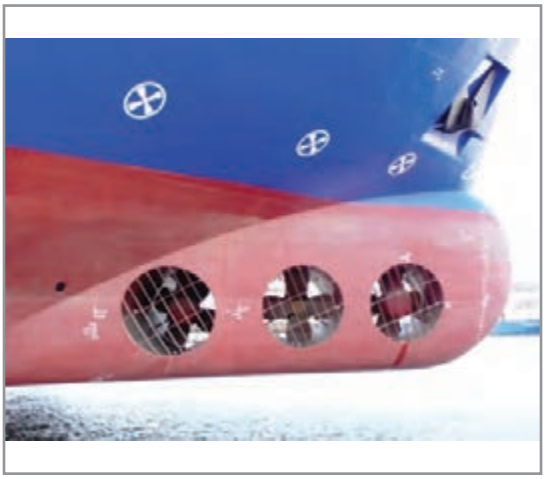
سامانه‌های واترجت در مقایسه با یک پیش‌ران پروانه‌ای هم‌تراز خود دارای قیمت بالاتری است و در سرعت‌های کم، بازده کمتری دارد.

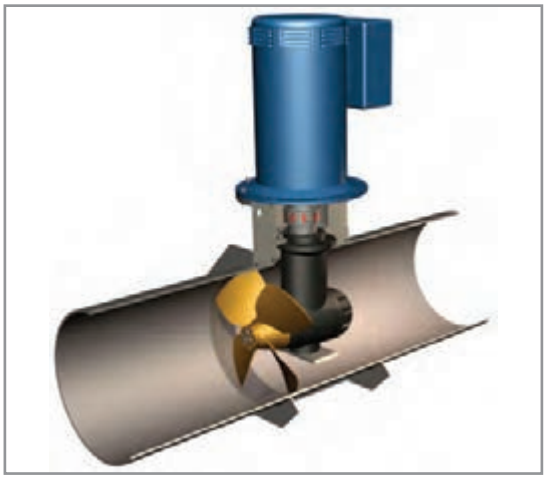
پیش‌ران اصلی (Main Propulsion)

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

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

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





شکل ۵ ــ سامانهٔ bow thruster

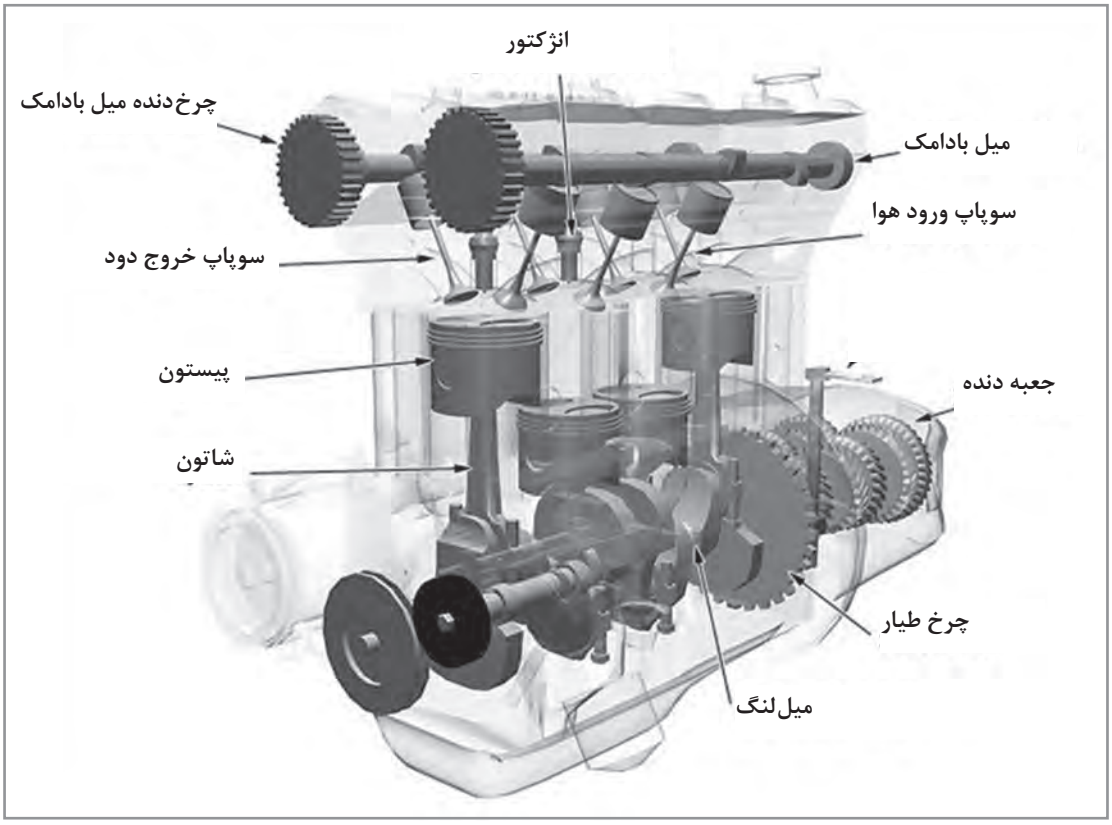
تحقیق کنید

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.

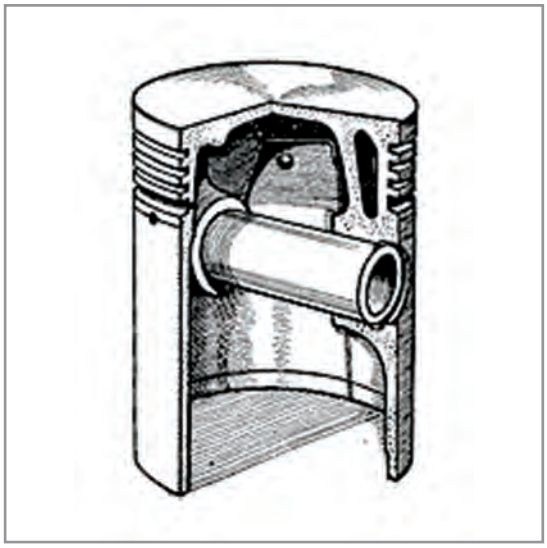
موتور احتراق داخلی بنزینی



شکل ۶ـ موتور احتراق داخلی بنزینی

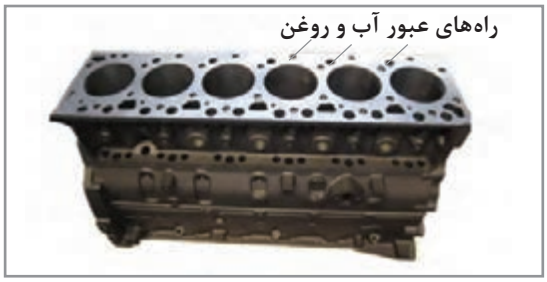
قطعات اصلی تشکیل‌دهنده این موتورها شامل موارد زیر است:

۱ **پیستون (piston)**: پیستون قطعه‌ای است استوانه‌ای شکل مشابه یک لیوان که به‌صورت برعکس قرارگرفته به‌نحوی‌که انتهای آن رو به بالا است. پیستون در بدنه خارجی 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 به‌نام گژن‌پین (Gudgeon Pin) به پیستون متصل می‌گردد.



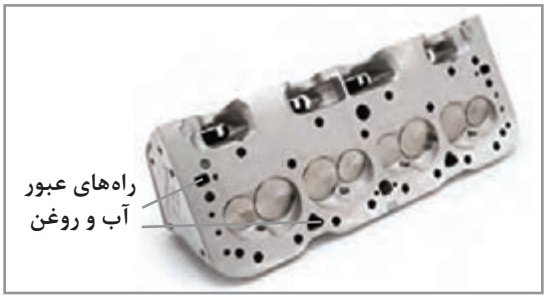
شکل ۷ــ پیستون به همراه گژن پین و رینگ پیستون‌ها

۲ **سیلندر (cylinder):** سیلندر قطعه‌ای است استوانه‌ای شکل که پیستون می‌تواند در درون آن به‌صورت رفت و برگشتی حرکت کند. سیلندر در بدنه خارجی خود راه‌هایی برای عبور آب خنک‌کننده و روغنی که برای روان‌کاری قطعات موردنیاز است، دارد. سیلندرها یا به‌صورت 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 ۸ــ بلوک سیلندر و بوش 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 ۹ــ سر سیلندر

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

شکل ۱۰- میل‌لنگ و شاتون

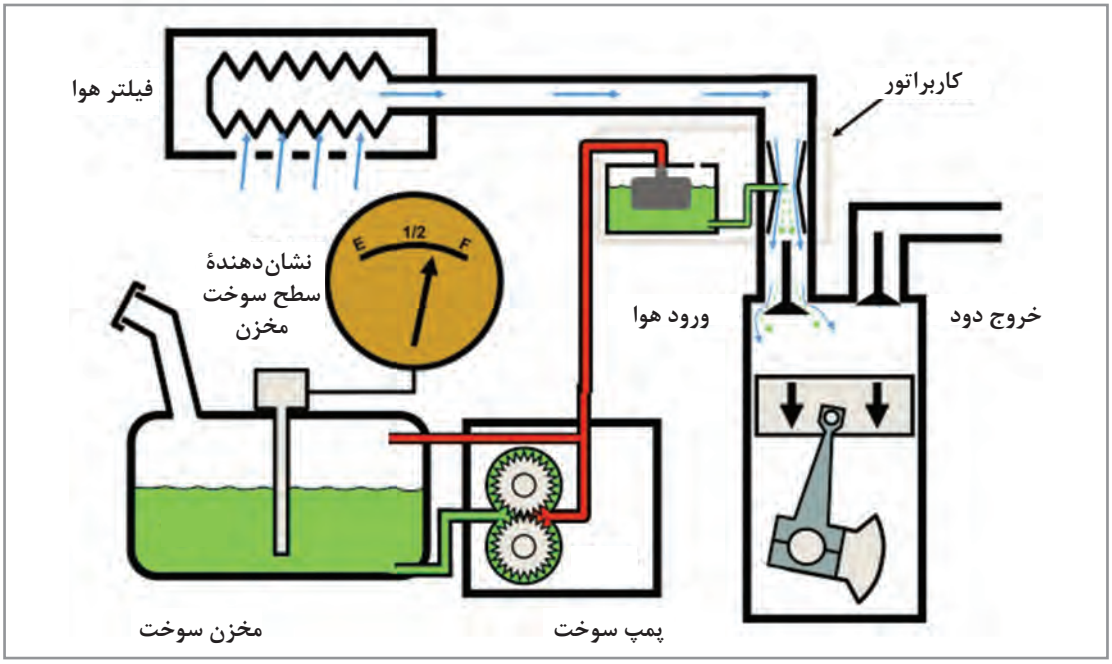
۵ میل بادامک (camshaft): این قطعه بر روی خود برجستگی‌هایی به‌صورت خارج از مرکز دارد که اصطلاحاً بادامک نامیده می‌شوند. میل بادامک به‌صورت دورانی حرکت می‌کند و این گردش را از میل‌لنگ می‌گیرد. واسطهٔ این عمل، چند چرخ‌دنده و یا زنجیر است. (در برخی موتورها برای این منظور از تسمه استفاده می‌شود که در اصطلاح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

شکل ۱۱ـ میل بادامک

۶ چرخ طیار (flywheel): در انتهای میل‌لنگ یک چرخ نسبتاً بزرگ به نام چرخ طیار وصل می‌شود که در پیرامون آن دندانه‌هایی برای به گردش درآوردن موتور در زمان خاموش بودن ایجادشده 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.

شکل ۱۲ـ چرخ طیار

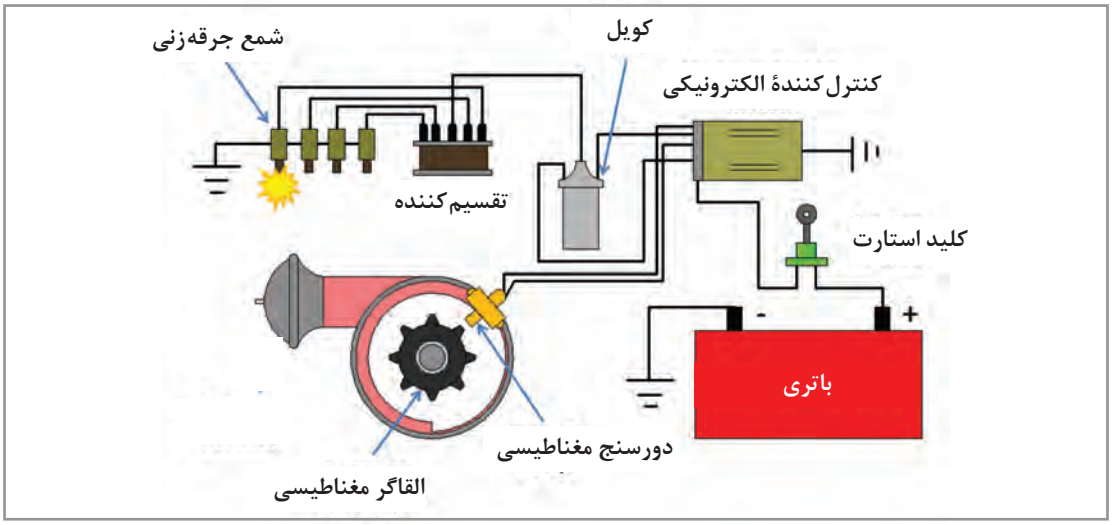
۷ **سامانهٔ سوخت‌رسانی (fuel supply system)**: وظیفهٔ این سامانه مخلوط کردن هوا و بنزین با یکدیگر با درصد مناسب است. این مخلوط جهت سوختن در اختیار موتور قرار می‌گیرد.



شکل ۱۳ــ سامانهٔ سوخت‌رسانی کاربراتوری

۸ **سامانهٔ جرقه‌زنی (Ignition system)**: وظیفهٔ این سامانهٔ ایجاد یک جرقه با قدرت مناسب و همچنین در زمان مناسب است.

هر دو سامانهٔ سوخت‌رسانی و جرقه‌زنی دارای حسگرهایی برروی موتور هستند تا مقدار متغیرهای موتور را اندازه‌گیری کرده و کار خود را به‌درستی انجام دهند.



شکل ۱۴ــ سامانهٔ جرقه‌زنی

۹ یاتاقان (bearing): یاتاقان‌ها اجزای مکانیکی هستند که امکان حرکت نسبی بین دو و یا چند قطعه را می‌دهند به‌نحوی که اصطکاک مابین آنها تا حد قابل‌قبولی ازنظر طراحی، پایین باشد. به‌عبارت‌دیگر 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.

شکل۱۵ــ چند نوع یاتاقان

فعالیت کارگاهی

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

طرز کار

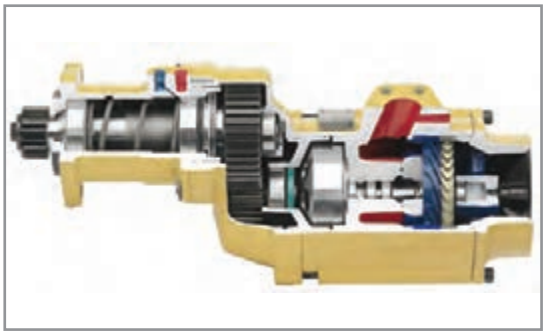
حال باید دید قطعات معرفی شده چگونه در کنار یکدیگر کار می‌کنند؟

حالتی را درنظر 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 گردشی خود را توسط هوای فشرده و توربینی که به‌وسیلهٔ این هوای فشرده به گردش درآمده است، ایجاد می‌نماید.

(الف)



(ب)

شکل۱۶ــ استارتر برقی (الف) و استارتر هوایی (ب)

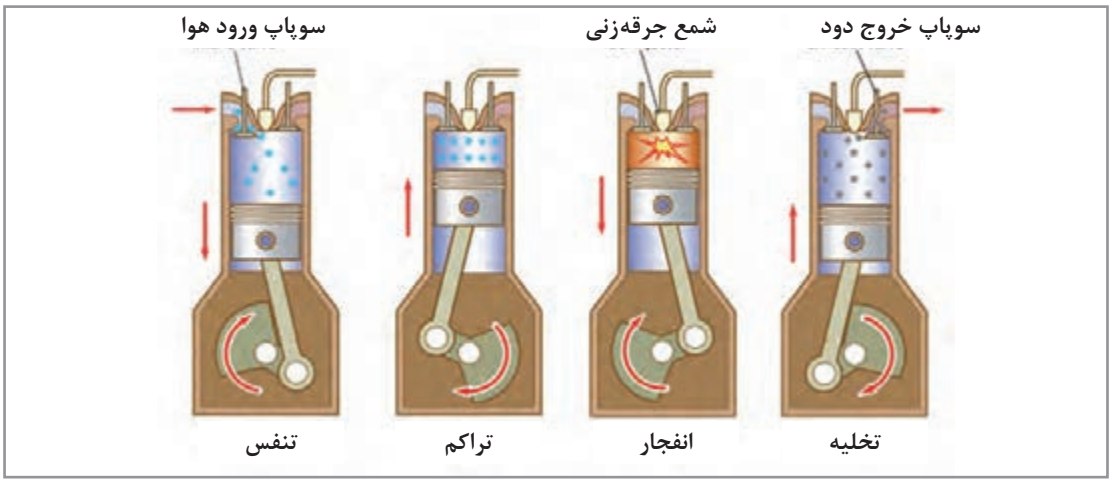
پیستون درون سیلندر از بالاترین نقطه که به آن نقطه مرگ بالا یا (TDC Top Dead Center) می‌گویند شروع به پایین آمدن می‌کند. در این لحظه میل بادامک درحالتی است که مکانیزم باز و بسته کردن سوپاپ‌ها باعث باز شدن سوپاپ ورودی هوا شده است. با این حرکت پیستون، فشار داخل سیلندر کاهش می‌یابد و متعاقب آن مخلوط هوا و بنزین که توسط سیستم سوخت‌رسانی مهیا شده است، به درون سیلندر مکیده می‌شود. به این فرایند «تنفس» می‌گویند و تا هنگامی‌که پیستون به‌پایین‌ترین 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 به‌زیر پیستون می‌شوند، درنتیجه مخلوط هوا و بنزین متراکم و گرم می‌گردد. این عمل را «تراکم» می‌نامند.

هنگامی‌که 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 قرارگرفته 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؛ این‌زمانی است که موتور از ما انرژی نمی‌گیرد بلکه باعث تولید نیرو نیز می‌شود، به این عمل «انفجار» می‌گویند.

انبساط گازهای داغ تا هنگامی‌که پیستون به‌نقطه مرگ پایین برسد ادامه دارد.سپس سوپاپ خروجی دود بازشده 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.

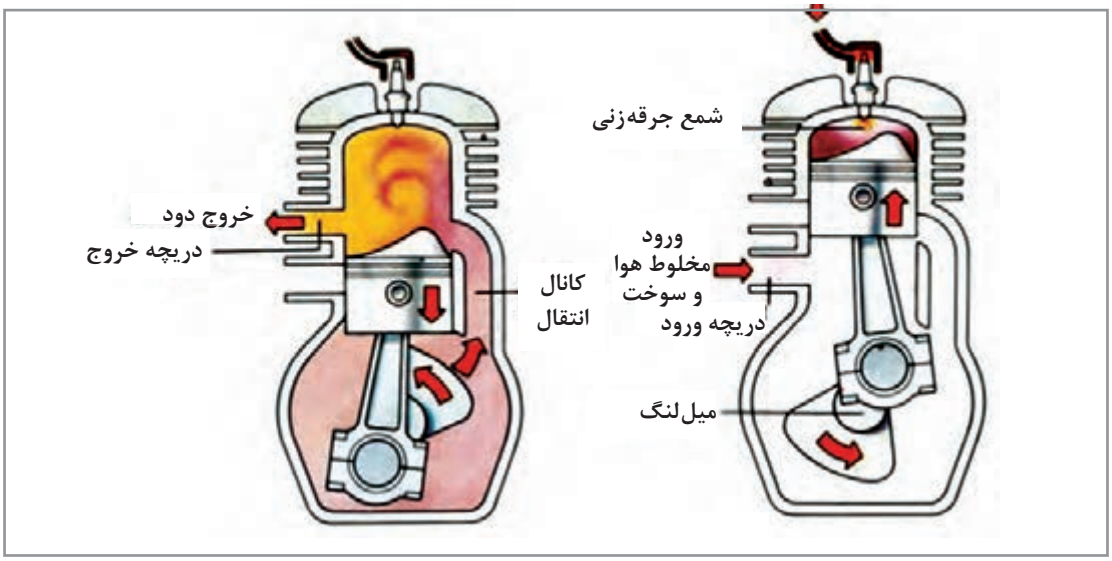
حال پیستون در ابتدای زمان تنفس است و این چرخه مرتباً ادامه پیدا می‌کند و موتور روشن می‌شود و تا هنگامی‌که ورود سوخت یا زدن جرقه قطع نشود موتور به دوران خود ادامه می‌دهد.



شکل ۱۷ــ موتور ۴ زمانه

این نوع از موتورها که چهار عمل «تنفس»، «تراکم»، «انفجار» و «تخلیه» را در چهار بار رفت‌وبرگشت پیستون درون سیلندر (دو دور کامل گردش میل‌لنگ) انجام می‌دهند، موتور «چهارزمانه» نامیده می‌شوند.

موتورهایی هم وجود دارند که هر چهار عمل گفته‌شده را در دو بار رفت‌وبرگشت پیستون (یک دور گردش کامل میل‌لنگ) انجام می‌دهند که این نوع موتورها، «دو زمانه» نام دارند.



شکل۱۸ــ موتور دو زمانه

فعالیت کارگاهی

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

۱ چه وسیله‌ای باعث گردش آب‌خنک‌کننده در درون موتور می‌شود؟

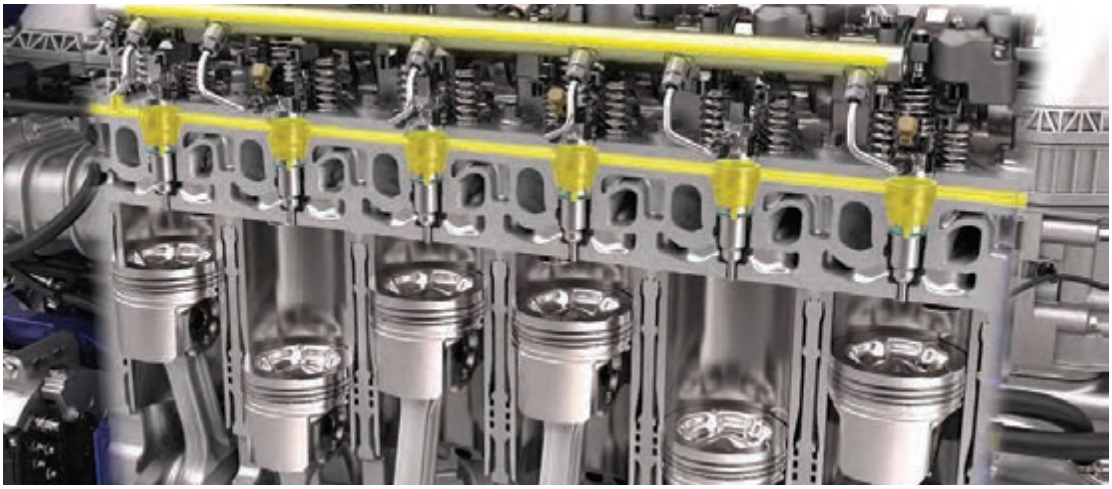
۲ چه وسیله‌ای باعث گردش روغن در درون موتور می‌شود؟

۳ آیا سیالات گفته‌شده خود نیاز به خنک‌کننده دارند؟

شکل۱۹ــ مقطع برش خورده از یک موتور چهار زمانه

موتورهای احتراق داخلی دیزلی

قطعات تشکیل‌دهندهٔ این موتورها بسیار مشابه به موتورهای بنزینی است؛ تنها تفاوت این دو در نحوهٔ ورود سوخت و اشتعال آنهاست، به‌این‌ترتیب 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 به‌جای سامانهٔ جرقه‌زنی، سامانهٔ 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 پیداکرده است از طریق یک انژکتور به داخل سیلندر پاشیده می‌شود. فشار خیلی زیاد و ابعاد بسیار ریز سوراخ‌های انژکتور باعث می‌شود که سوخت به‌صورت 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.



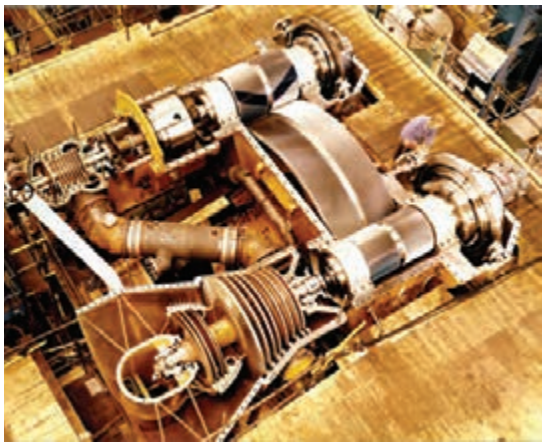
شکل ۲۰ ــ سامانهٔ تزریق سوخت

بقیهٔ 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 نقطه‌نظر ایمنی در دریا حائز اهمیت است.

توربین بخار

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 به‌دور 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 به‌این‌ترتیب، انرژی گرمایی بخار تبدیل به‌حرکت دورانی می‌گردد.

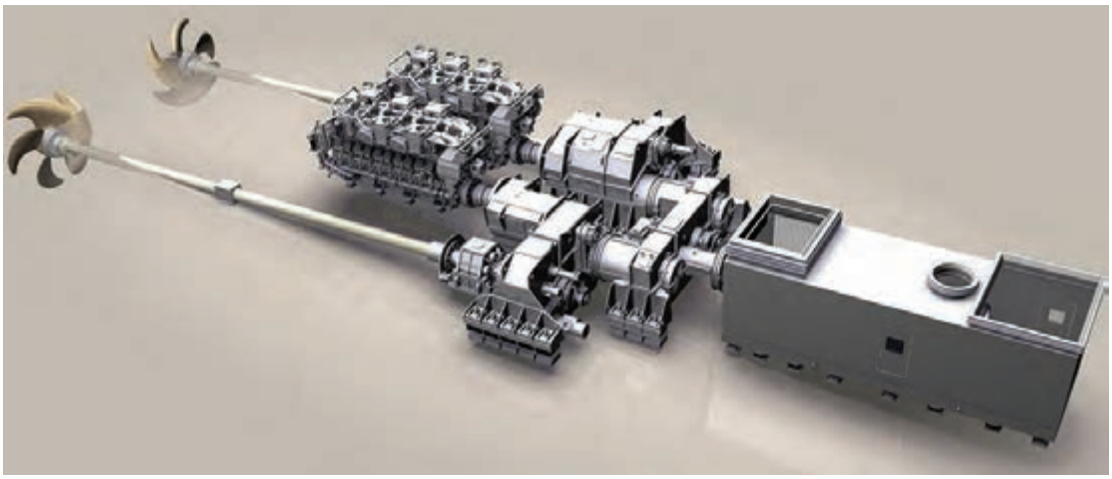


شکل۲۱ـ توربین بخار به همراه جعبه‌دنده

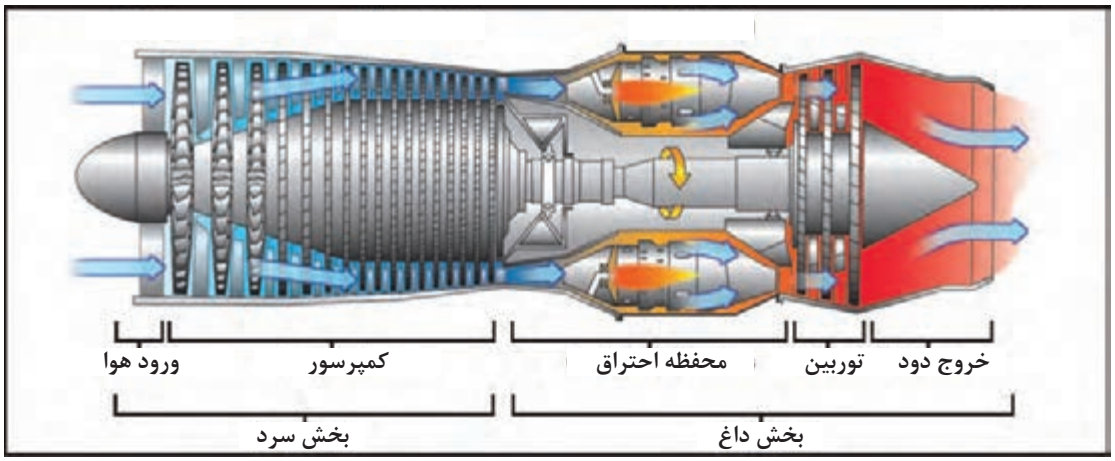
توربین‌های بخار در دو نوع کلی توربین ضربه‌ای و توربین عکس‌العملی وجود دارند.
به‌واسطهٔ هزینهٔ زیاد تولید بخار و گران بودن تجهیزات آن، استفاده از توربین بخار در مقایسه با موتورهای دیزلی کمتر است. اما درجاهایی مانند سکوهای نفتی و یا کشتی‌های حمل گاز که همواره مقداری گازهای قابل اشتعال به‌صورت مازاد وجود 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 قرارگرفته 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 فشرده‌شدهٔ داغ پاشیده شده و منبسط می‌گردد. در ادامه، گازهای داغ حین منبسط شدن به‌ردیفی دیگر از پره برخورد می‌کنند تا توربین به گردش خود ادامه داده و روشن بماند.



(الف)



(ب)

شکل۲۲ـ توربین گاز به همراه موتور دیزل(الف) نمای برش خورده توربین گاز(ب)

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

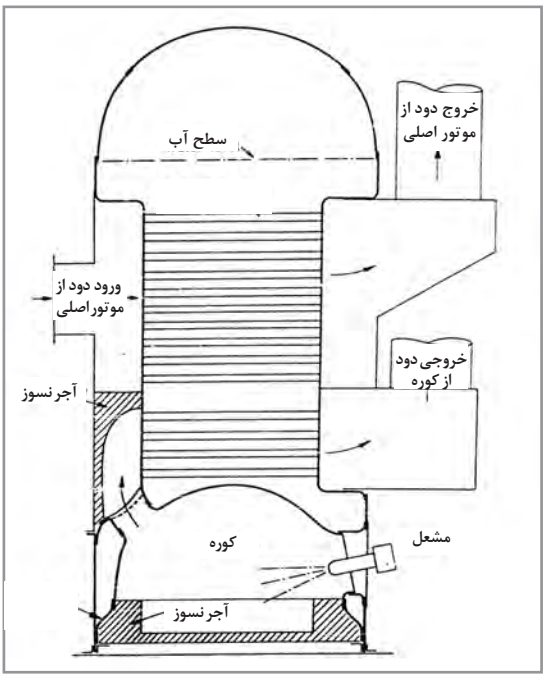
آشنایی با دیگ‌های بخار (Steam Boiler)

تا اینجا با یکی از کاربردهای بخار در صنایع دریایی آشنا شدید و آن چرخانیدن توربین بخار جهت تولید انرژی الکتریکی یا به‌حرکت درآوردنِ کشتی‌ها یا پمپ‌ها بود، اما بخار کاربردهایی بیشتر از این دارد.
امروزه موتورهای دیزلی بزرگ معمولاً از سوخت سنگین (Heavy Fuel Oil) استفاده می‌کنند. این سوخت در دمای معمولی دارای گران‌روی (viscosity) زیادی است و قابلیت سوختن و یا گاهی حتی انتقال از یک مخزن

به‌جایی 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، گرم‌کردن 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 ذکرشده نشان‌دهندهٔ بخشی از کاربرد زیاد بخارآب در صنایع دریایی است و به همین علت دیگ‌های بخار دارای اهمیت ویژه‌ای هستند.

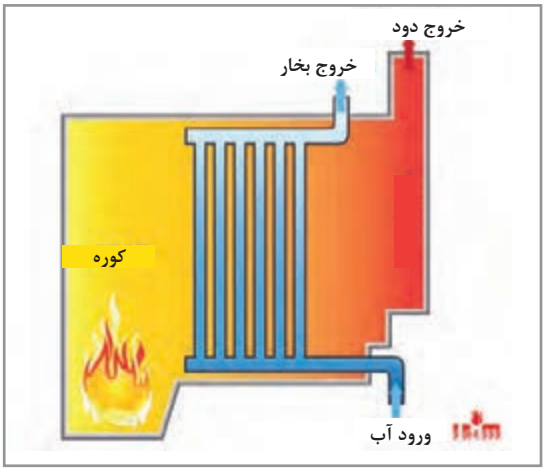
اساساً دیگ بخار از یک محفظه بسته تشکیل‌شده است که آب درون آن توسط یک مشعل و یا منبع دیگری از حرارت (مثلاً دود خروجی از اگزوز موتور دیزل) گرم شده و تبدیل به بخار می‌شود و در دو نوع دیگ‌های لوله آتشی و دیگ‌های لوله آبی ساخته می‌شوند.

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 ایجادشده 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، درنتیجه آب تبخیر شده و بخار حاصله در بالای دیگ بخار جمع می‌شود و ازآنجا توسط لوله خروجی بخار به‌طرف مصرف‌کننده می‌رود.



شکل ۲۳ــ دیگ بخار ترکیبی لوله آتشی و لوله دودی

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.



شکل ۲۴ ــ دیگ بخار لوله آبی

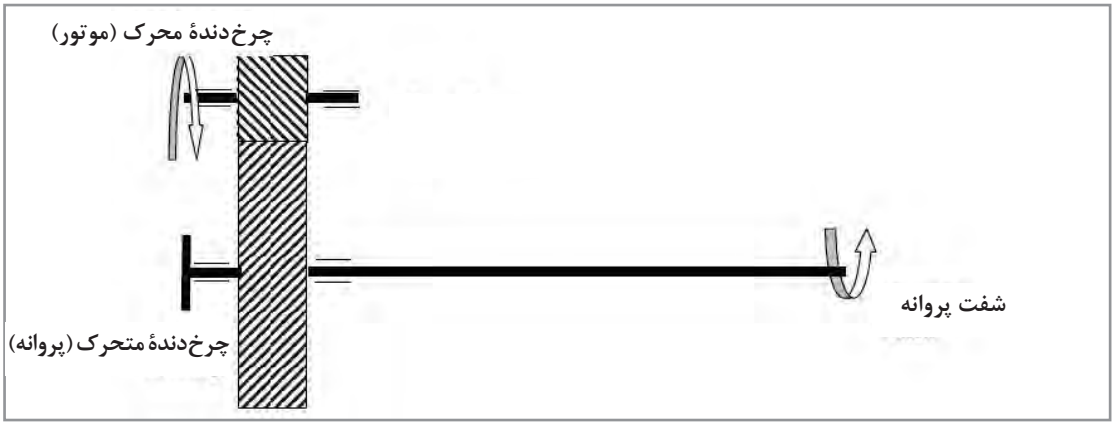
در این نوع از دیگ بخار، قبل از روشن کردن مشعل، پمپ گرداننده آب درون لوله‌ها (Circulating Pump) باید روشن شود و در تمام طول زمان کار دیگ بخار روشن بماند و همچنین پس از خاموش کردن دیگ بخار تا ساعت‌ها همچنان به‌کار خود ادامه دهد، در غیر این‌صورت امکان آسیب دیدن دیگ بخار وجود دارد.
دیگ‌های بخار به دلیل اینکه از نوع مخازن تحت‌فشار هستند باید با دقت بسیار ساخته شده و در زمان بهره‌برداری به‌صورت اصولی و طبق راهنمایی‌های سازنده به‌کار گرفته شوند، همچنین بازرسی‌های دوره‌ای باید به‌طور 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 چه‌نوعی است و در صورت افزایش بیش‌ازاندازهٔ فشار بخار در درون دیگ، جهت جلوگیری از انفجار آن چه تدابیری اندیشیده شده است؟
سپس نتیجهٔ تحقیق را در یک برگه نوشته و به هنرآموز خود ارائه نمایید.

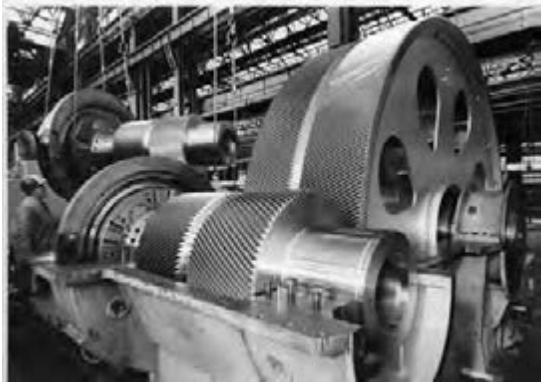
سامانهٔ انتقال قدرت (جعبه‌دنده)

گردش پروانهٔ یک شناور در آب باید به نحوی باشد که اطراف پروانه هرگز دچار خلأ نسبی نشود، یعنی سرعت دوران پروانه نباید آن‌قدر زیاد باشد که آب نتواند فرصت جایگزینی پیدا کند. به‌همین علت، سرعت دوران پروانه‌ها دارای محدودیت است و در شناورهای بزرگ این رقم به حداکثر ۱۵۰ دور بردقیقه می‌رسد.
اما به‌غیر از موتورهای دیزلی دو زمانه خیلی بزرگ، سایر پیش‌ران‌ها دارای سرعت دورانی بیش از مقدار ذکرشده هستند، بنابراین، دور مولد قدرت پیش‌ران باید کاهش پیدا کند تا پروانه کشتی دچار افت کارایی و صدمه نشود؛ این وظیفه به عهده جعبه‌دنده یا همان گیربکس (Gearbox) قرار دارد.
جعبه‌دنده دارای تعدادی چرخ‌دنده با قطرهای متفاوت است و نحوهٔ درگیری این چرخ‌دنده‌ها با یکدیگر، میزان نسبت تبدیل دور را تعیین می‌کند و درنهایت تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده و قطر آنها به نحوی انتخاب می‌شوند که در محور خروجی (که به پروانه وصل است) دور مناسب حرکت شناور به‌دست آید.



شکل ۲۵ــ 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.



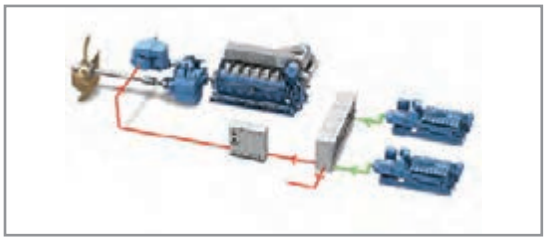
شکل ۲۶ ــ جعبه دنده یک شناور بزرگ

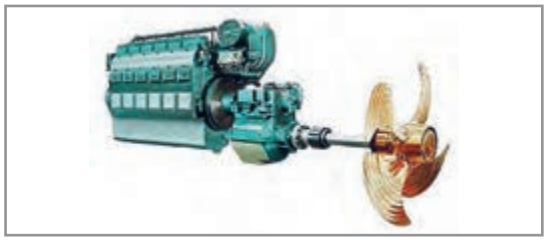
جعبه‌دنده می‌تواند بیش از یک محور خروجی داشته باشد بدین ترتیب می‌توان در هنگامی‌که شناور حرکت نمی‌کند، محور خروجی پروانه را جدا و خروجی دوم را به موتور پیش‌ران متصل کرد. با این کار می‌توان از موتور پیش‌ران برای منظورهای دیگر نیز استفاده کرد که عبارت‌اند از:

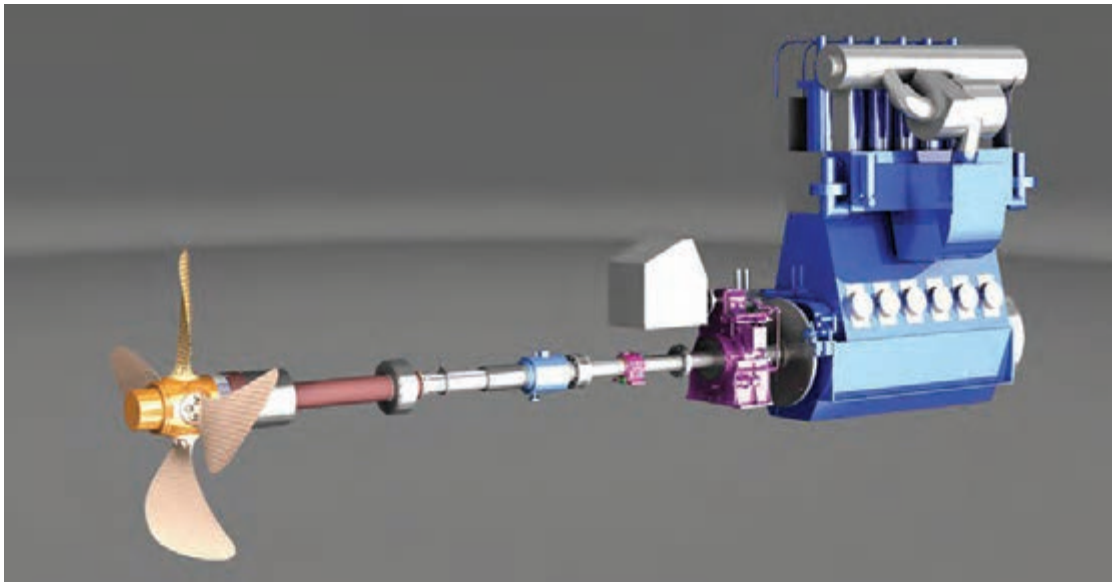
۱ اتصال به یک ژنراتور و تولید برق،

۲ اتصال به کمپرسور هوا و تولید هوای فشرده،

۳ اتصال به پمپ تخلیه محموله در تانکرهای حمل مایعات.





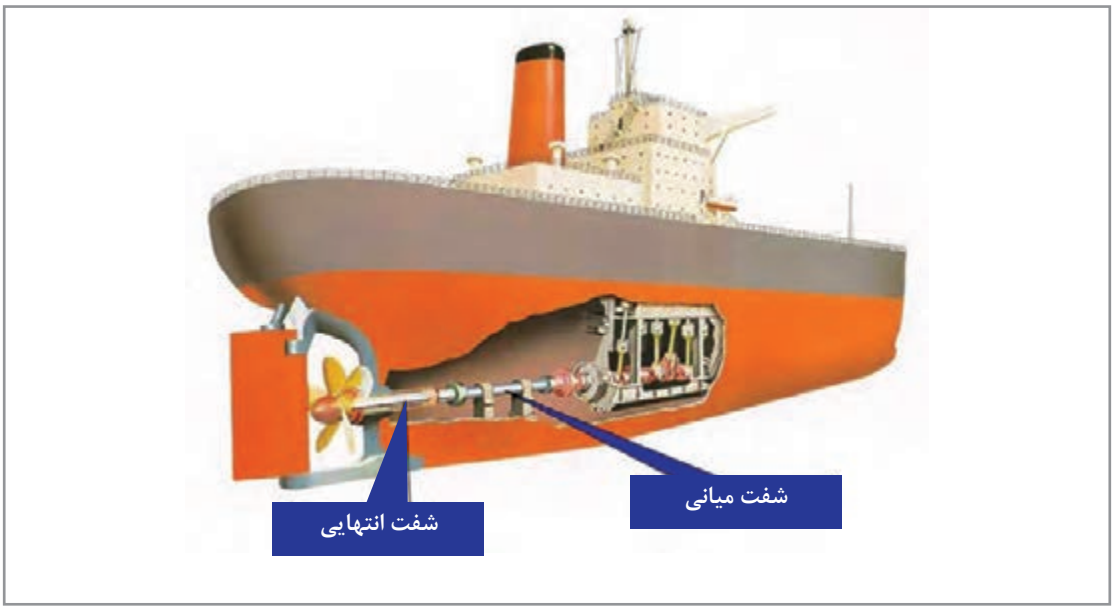


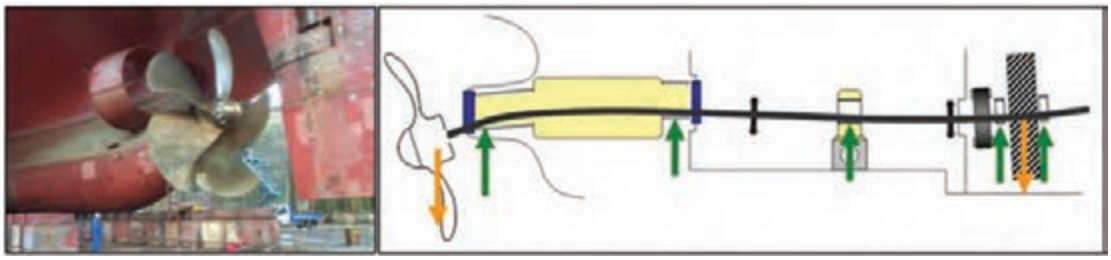
شکل ۲۷ ــ جعبه دنده با خروجی متفاوت

هم‌راستایی محور خروجی موتور با پروانه (Shafting)

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

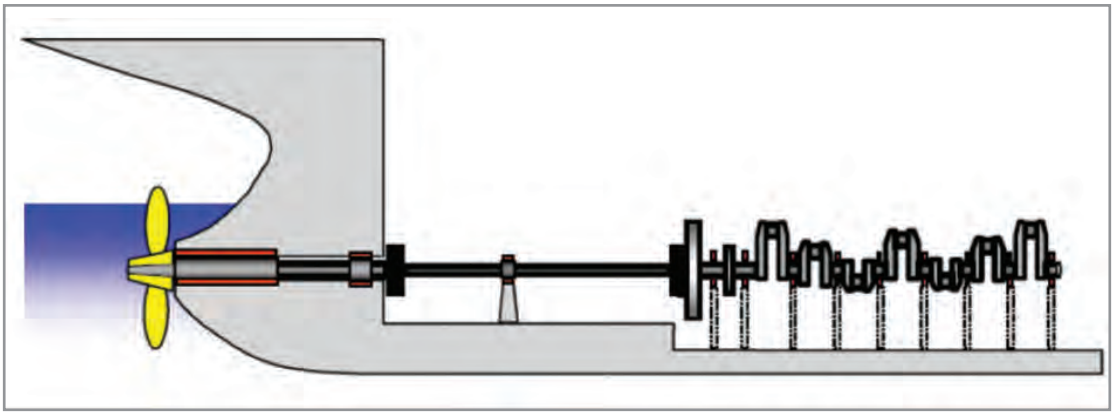
هم‌راستایی موتور و محور خروجی که به آن شفتینگ (Shafting) می‌گویند از اهمیت بسزایی برخوردار است، درصورتی‌که این کار به‌درستی انجام‌نشده باشد و یا در طول بهره‌برداری از کشتی آسیبی به آن وارد شود، مشکلاتی مثل ارتعاش بیش‌ازاندازه مجاز، آسیب به یاتاقان‌های شفت (Shaft Bearing)، آسیب به یاتاقان‌های میل‌لنگ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





شکل ۲۸ـ شفتینگ

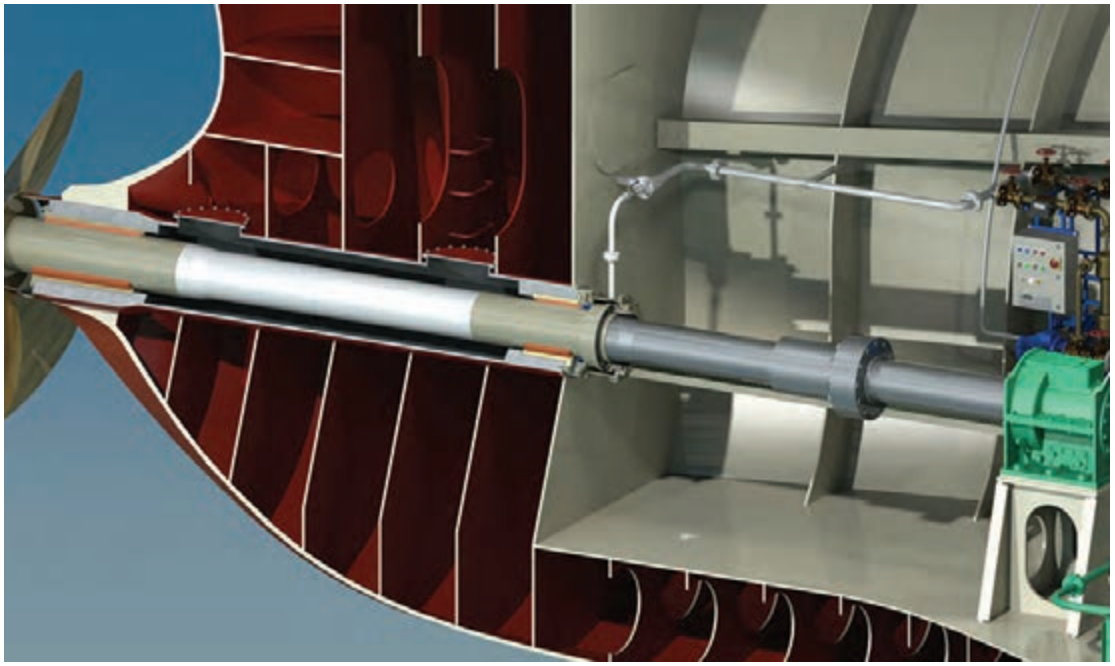
برای جلوگیری از کمانش محور شفت از یاتاقان‌های (Intermediate Shaft Bearing) استفاده می‌شود تا نیروی وزن آن را تحمل کند و همچنین بدنه کشتی، در بخش زیر موتورخانه و خروجی انتهایی، با مقاومت کافی ساخته می‌شود. پروانه نیز در منتهی‌الیه شفت قرار دارد. نحوهٔ اتصال پروانه به‌شفت به‌گونه‌ای است که در طی زمان،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

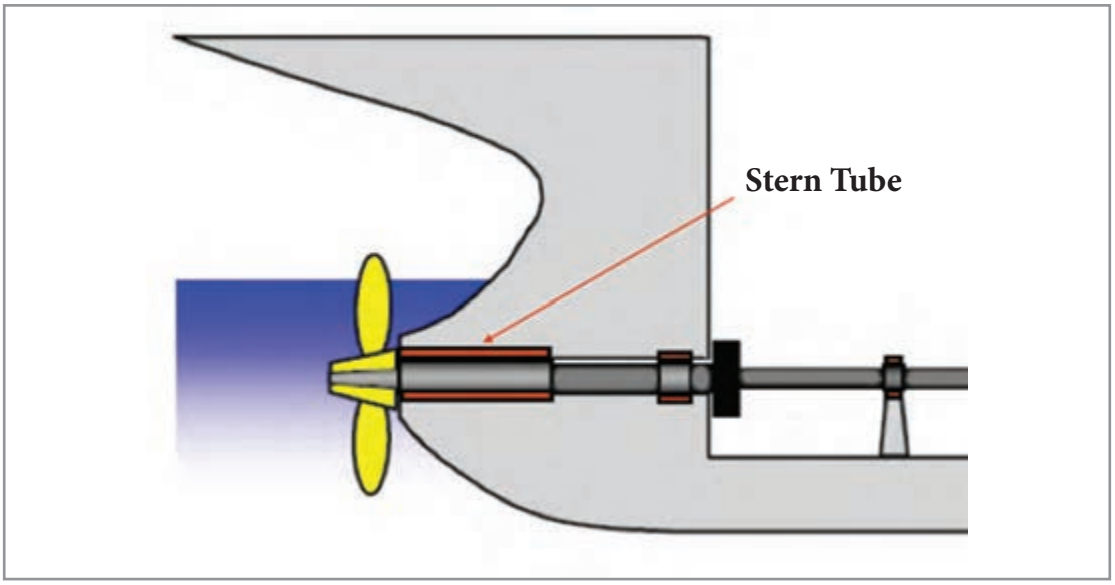


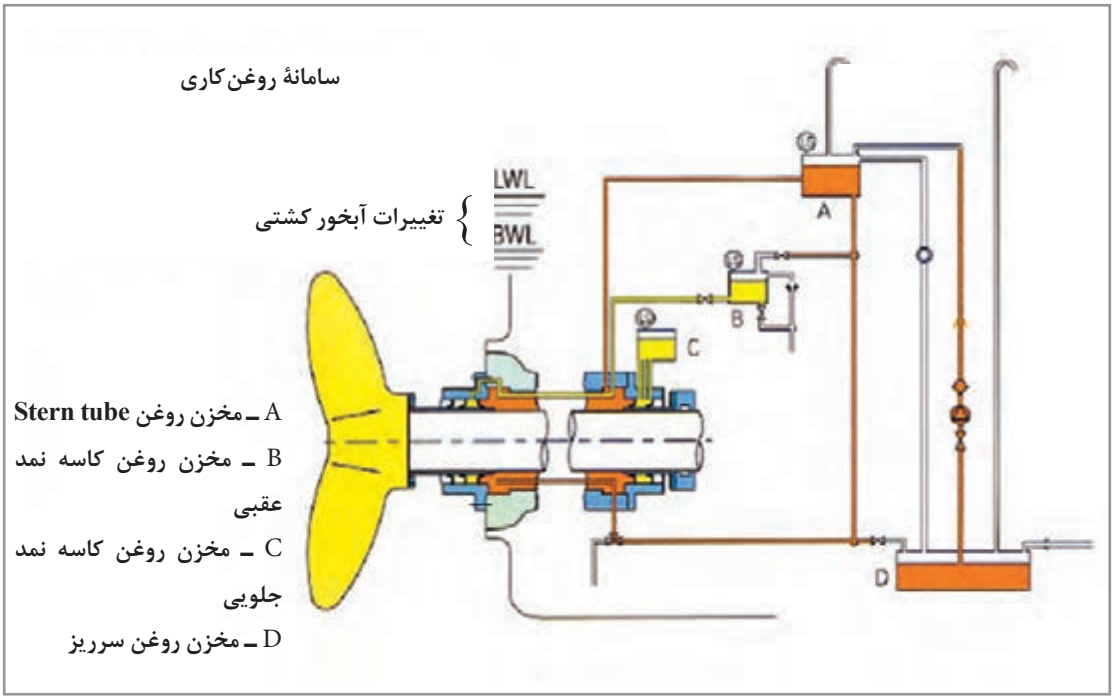
شکل۲۹ ــ فاصلهٔ لازم بین موتور و دیوارهٔ انتهایی موتورخانه جهت بیرون آوردن شفت

در انتهای بدنهٔ کشتی، Stern Tube قرار دارد که شامل یک یاتاقان است که وظیفهٔ 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 روان‌کاری 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. درصورت 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 اعلام‌خطر نموده و از آسیب رسیدن به آن ممانعت شود.







شکل ۳۰ ـ نمای stern tube و سامانهٔ روغن‌کاری آن

کار در کلاس

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

سامانه‌های فرعی موتورخانه

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

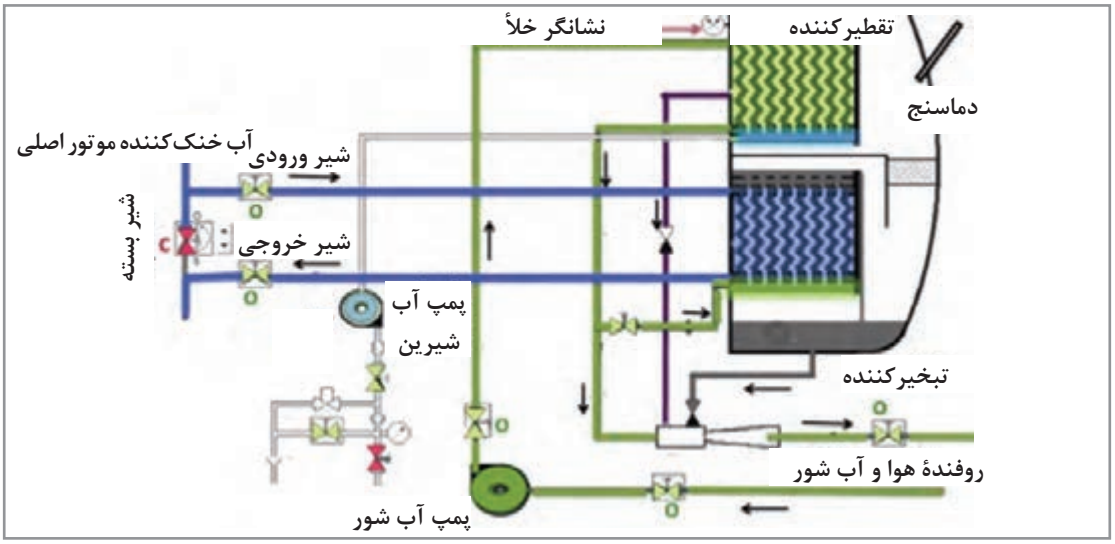
محل ذخیره و نگه‌داری مواد غذایی، یخچال‌های نسبتاً بزرگی هستند که توسط دستگاه‌های سرماساز صنعتی تا دماهای مناسب سرد شده‌اند و همچنین تانکرهایی با ظرفیت مناسب برای ذخیره آب شیرین وجود دارد ولی با این حال آب شرب توسط دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن هم تولید می‌شود تا نه‌تنها باعث کاهش هزینه‌ها گردد، بلکه اطمینان 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 آب شیرین‌کن از یک محفظهٔ بسته تشکیل‌شده که نسبت به‌محیط پیرامون، هوابندی (Air tight) شده است. این محفظهٔ بسته دارای دو بخش است که اولی برای تبخیر آب و دومی برای تقطیر بخارآب ایجادشده است.

روش کار به‌این‌ترتیب 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 آب‌شور 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 $100^{\circ}C$ به جوش می‌آید و این به معنی صرف انرژی کمتر برای تولید آب شیرین و کاهش هزینه‌هاست. معمولاً برای حرارت دادن آب‌شور، 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.

آب‌شور با گرما گرفتن در دمایی حدود $40^{\circ}C$ 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 نگه‌داشته‌شده تقطیر و تبدیل به آب شیرین می‌گردد. مقدار املاح آب تولیدشده به این روش پایین است، اما ظرفیت تولید در این روش خیلی بالا نیست.

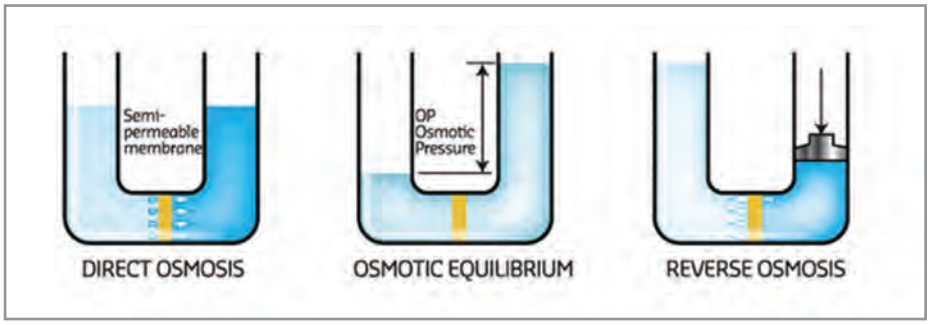


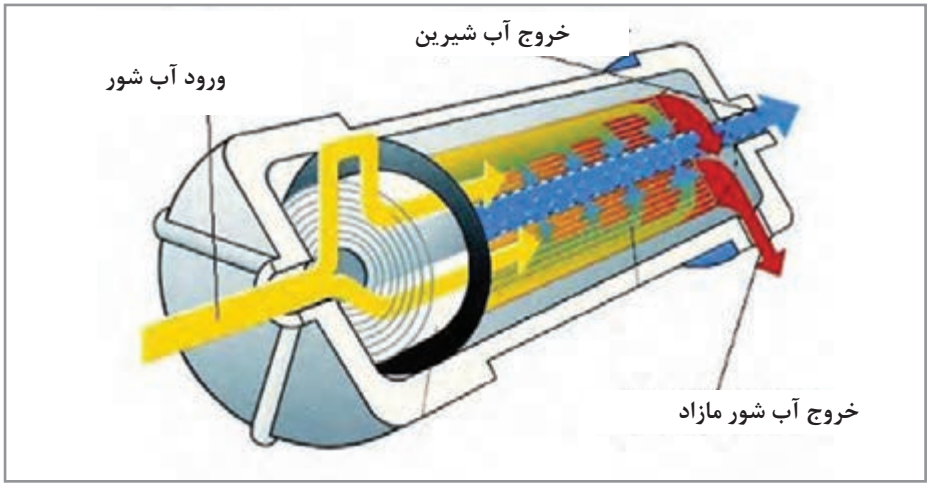
شکل ۳۱ ــ آب شیرین کن تقطیر در خلأ

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 دربین 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 به‌طرف مایع غلیظ، فشاری بیش از فشار اسمزی وارد آید، فرایند جریان معکوس شده و تراوش از سمت غلیظ به‌طرف رقیق صورت می‌گیرد.

دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن، آب‌شور 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 افزایش‌یافته دوباره به دریا برگردانده می‌شود.

ظرفیت تولید این نوع دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن 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 ــ آب شیرین کن اسمز معکوس

تجهیزات مهم از منظر قوانین جلوگیری از آلودگی دریا

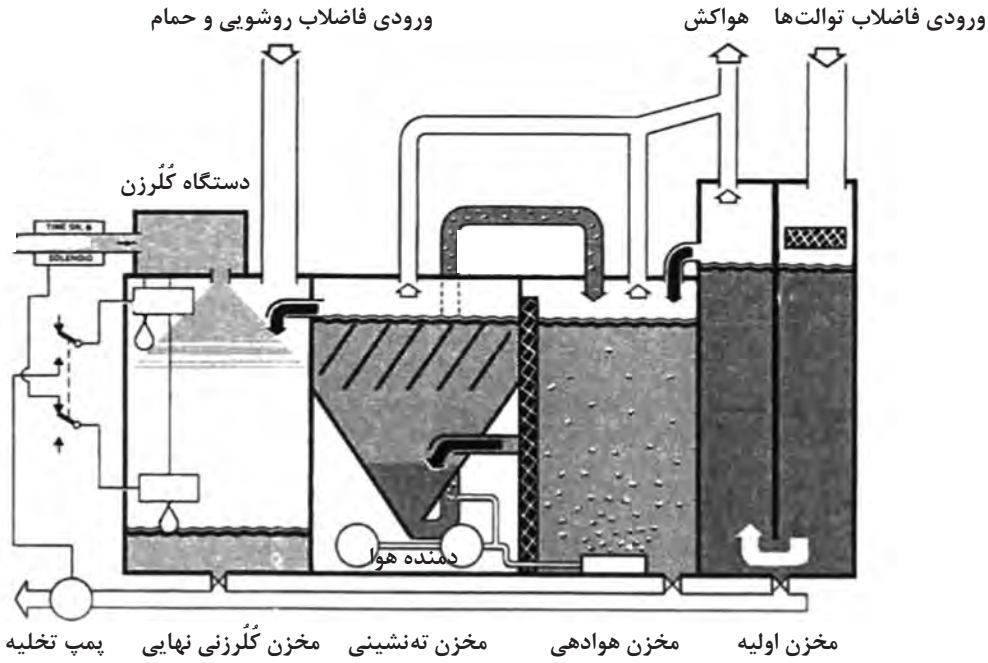
برای جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست و در اجرای قوانین مرتبط با این موضوع مانند قانون مارپل (MARPOL)، صنایع دریایی ازجمله کشتی‌ها مکلف به استفاده از تجهیزاتی هستند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱ دستگاه تصفیهٔ فاضلاب (Sewage Treatment Plant)

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

نوعی از این دستگاه‌ها به‌روش زیستی عمل می‌کنند، به‌این‌ترتیب که فاضلاب توالت‌ها به‌محفظهٔ 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 مرحلهٔ دوم دستگاه وارد می‌شوند، جایی که مواد معلق و جامد باقیمانده ته‌نشین شده و آب به‌تنهایی به مرحلهٔ سوم دستگاه فرستاده می‌شود. در مرحلهٔ سوم با اضافه کردن مواد گندزدا، تمامی‌میکروب‌ها و باکتری‌های موجود در آب از بین می‌روند و درنهایت آبی که برای محیط‌زیست خطری ندارد توسط پمپ، در دریا تخلیه می‌گردد.

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



شکل ۳۳ــ دستگاه استحاله فاضلاب

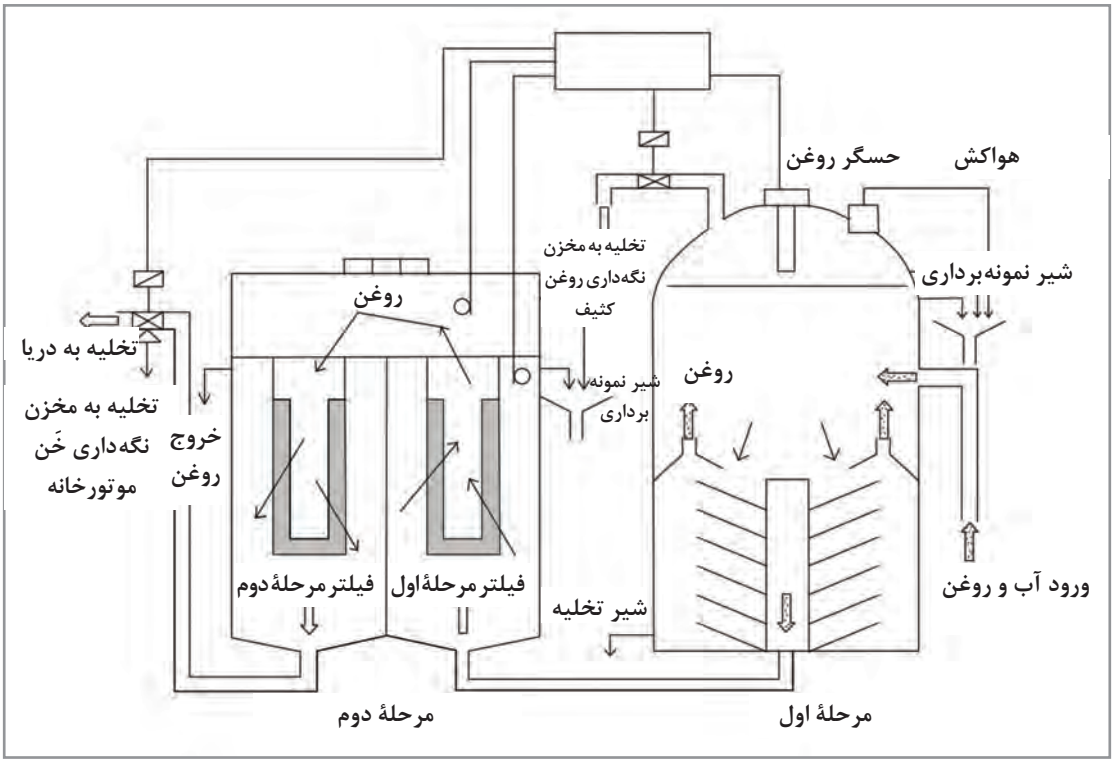
۲ دستگاه جداسازی آب از روغن (Oily Water Separator)

در صنایع دریایی برای خنک کردن ماشین‌آلات و یا شست‌وشوی آنها، همواره مقداری آب دریا و یا آب شیرین مورداستفاده 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 درجهت 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 به‌این‌ترتیب عمل می‌کند که آب آلوده، توسط پمپ به داخل دستگاه رفته و در صورت نیاز مقداری گرم می‌شود. در اثر اختلاف وزن حجمی‌آب 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 تعبیه‌شده است. روغن جمع شده در بالا توسط حسگرهایی تشخیص داده‌شده و از طریق لوله‌ای به مخزن جداگانه‌ای تخلیه می‌گردد. آب باقیمانده که حالا دارای مقدار بسیار کمی از روغن است به مرحلهٔ دوم دستگاه می‌رود که در آنجا روغن همراه آن توسط فیلترهایی به مقدار قابل‌قبول کمتر از ۱۵ قسمت در میلیون (ppm) کاهش می‌یابد. در انتها، این آب با عبور از بخش کنترل دستگاه به دریا پمپاژ می‌شود.

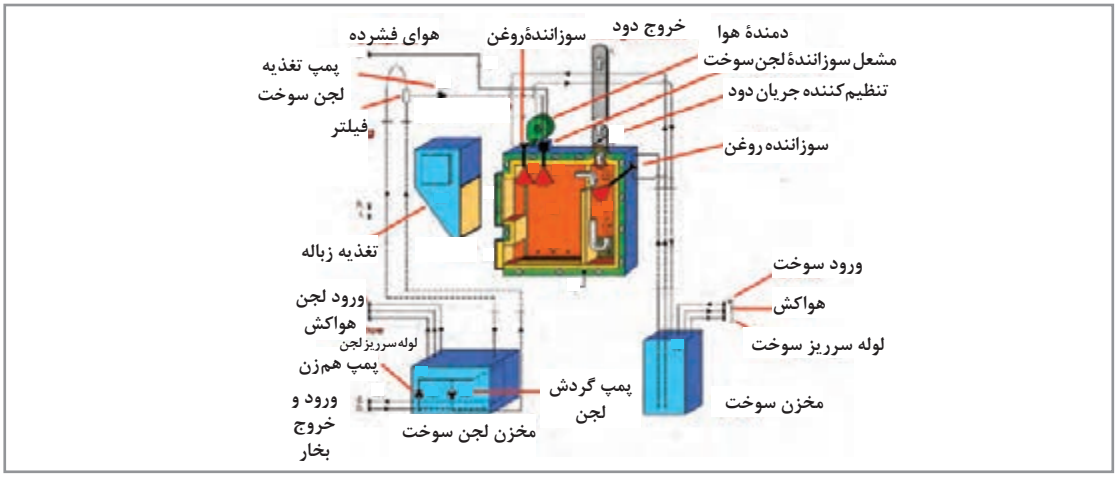
بخش کنترل وظیفه پایش صحت انجام فرایند گفته‌شده را دارد و اگر حس کند که مقدار روغن همراه آب از ۱۵ ppm بیشتر است، کار دستگاه را متوقف کرده و با ایجاد یک هشدار صوتی و بصری کارکنان مسئول را از موقعیت پیش‌آمده آگاه می‌کند.



شکل ۳۴ ــ دستگاه جداساز آب و روغن

۳ دستگاه سوزانندهٔ ضایعات (Incinerator)

زبالهٔ تولیدشده در دریا و یا روغن جمع شده توسط دستگاه جداساز آب و روغن و یا دستگاه‌های تصفیهٔ سوخت مصرفی موتورها همگی برای محیط‌زیست مضر هستند. این مواد یا باید به خشکی منتقل‌شده و در آنجا معدوم شوند و یا توسط دستگاه سوزانندهٔ ضایعات سوزانده شوند. برخی از انواع این دستگاه‌ها قابلیت سوزاندن لجن باقیمانده از دستگاه تصفیهٔ فاضلاب را نیز دارند.



شکل ۳۵ ــ دستگاه سوزاننده ضایعات

۴ دستگاه سکان (Steering Gear)

دستگاه سکان ازجمله وسایل حیاتی کشتی‌هاست که وظیفه جهت‌دهی به حرکت شناور را برعهده دارد. تیغه سکان (Rudder) که در بخش خارجی بدنه کشتی و درون آب قرار دارد توسط ماشین‌آلاتی که درون اتاق سکان کشتی نصب هستند به چپ وراست حرکت داده می‌شود.

به‌جز قایق‌ها و شناورهای کوچک که تیغهٔ سکان مستقیماً توسط نیروی ماهیچه‌ای انسان به گردش درمی‌آید، سایر شناورها نیروی زیادتری برای حرکت سکان نیاز دارند. به‌همین دلیل از سامانه‌های هیدرولیکی برای این کار استفاده می‌کنند.

فرمان‌های حرکتی از پل فرماندهی توسط سامانه‌ای که می‌تواند الکتریکی و یا هیدرولیکی باشد به اتاق سکان منتقل‌شده و کنترل‌کننده‌های سامانه هیدرولیک را تحریک می‌کنند. سپس روغن هیدرولیک توسط پمپ به یک جک هیدرولیک منتقل می‌شود و تا رسیدن تیغهٔ سکان به زاویهٔ موردنظر پل فرماندهی، ادامه پیدا می‌کند. در این هنگام جریان روغن قطع شده و تیغهٔ سکان در زاویه مطلوب ثابت نگه‌داشته می‌شود.

شکل ۳۶ـ دستگاه سکان

به‌دلیل اهمیت نقش سکان در ایمنی کشتی‌ها، تمامی‌سامانه‌های هیدرولیکی و انتقال فرمان‌ها به‌صورت دوتایی نصب می‌شوند تا در صورت از کار افتادن یکی از آنها، کشتی همچنان قادر به تغییر جهت به نحو مطلوب باشد.

شکل ۳۷ ـ تجهیزات اتاق سکان

تحقیق کنید

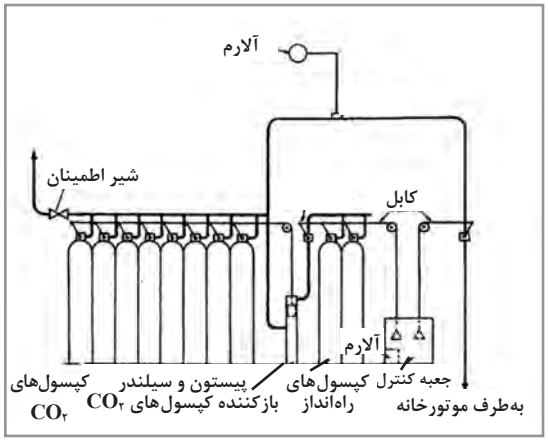
در بازدید از یک کشتی بررسی کنید که در صورت از کارافتادن سامانهٔ ارتباطی مابین پل فرماندهی و اتاق سکان، فرمان‌پذیری کشتی چگونه امکان پذیراست؟

سامانه اطفای حریق فراگیر CO_2 (CO_2Total 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 قابل‌حمل کوچک، اما درصورتی‌که آتش‌سوزی در موتورخانه از کنترل خارج شود، سامانه اطفای حریق فراگیر CO_2 به‌عنوان آخرین خط دفاعی می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد.

در محلی خارج از موتورخانه تعدادی کپسول حاوی گاز CO_2 فشرده نگه‌داری می‌شود که با لوله‌کشی به محوطه موتورخانه متصل شده و در آنجا به‌صورت توزیعی در جهات مختلف گسترده شده است.

درصورت 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_2 فشرده، یک اهرم به حرکت درمی‌آید که باعث می‌شود تمامی کپسول‌های CO_2 بازشوند و گاز CO_2 از طریق یک لوله اصلی آمادهٔ رفتن به سمت موتورخانه شود اما بر سر راه این گاز، شیری قرار دارد که آن نیز در مرحلهٔ دوم بازشده و اجازه عبور گاز را می‌دهد. با ورود جریان CO_2، فضای موتورخانه مملو از این گاز می‌شود که باعث خفگی آتش و خاموش شدن آن می‌شود.



شکل ۳۸ـ سامانه اطفای حریق CO_2

تعداد کپسول‌های CO_2 متناسب با حجم فضای موتورخانه انتخاب می‌شود اما در بسیاری از مواقع تعداد آنها به‌گونه‌ای است که می‌توان برای خاموش‌کردن 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 به‌یک‌باره 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 وظیفهٔ هدایت و راهبری و افسران موتورخانه وظیفهٔ کنترل ماشین‌آلات را برعهده‌دارند. به‌دلیل بُعد مسافت بین محل پل فرماندهی و موتورخانه لازم است یک سامانهٔ ارتباطی بین افسران عرشه و مهندسین موتورخانه وجود داشته باشد تا کشتی بتواند به‌صورت ایمن به حرکت درآید. این وسیله که در کشتی‌ها به نام تلگراف (Engine Order Telegraph) شناخته می‌شود، وسیلهٔ 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 داده‌شده است. با این عمل یک زنگ به‌صدا درمی‌آید و مهندسین را از سرعت موردنیاز پل فرماندهی آگاه می‌کند. با حرکت دادن دستهٔ تلگراف توسط مهندسین به‌سمت محل مورد تقاضای پل فرماندهی، صدای زنگ قطع می‌شود و این به‌معنی تأیید و آگاهی درخواست سرعت توسط مهندس مسئول در موتورخانه است.

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

فرامین نوشته‌شده بر روی تلگراف‌ها استاندارد بوده و عبارت‌اند از:

FULL AHEAD
HALF AHEAD
SLOW AHEAD
DEAD SLOW AHEAD
STOP

DEAD SLOW ASTERN
SLOW ASTERN
HALF ASTERN
FULL ASTERN

دو موقعیت standby و finish with engine FWE هم وجود دارند که در تلگراف‌های مدرن به‌صورت دکمه تعبیه‌شده‌اند.

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 برروی موتور اصلی اعمال می‌کنند.

سامانهٔ اعلام‌خطر (Alarming System)

سامانه‌هایی که در این پودمان 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 ذکری از آنها نیامده است) همگی باید وظایف خود را به‌درستی انجام دهند، در غیراین صورت بخشی و یا کل شناور (و یا تأسیسات) دچار مشکل می‌شود. بسته به اهمیت دستگاه و یا سامانه، کلیهٔ 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.

به‌عنوان‌مثال، سامانهٔ سکان به تعدادی هشدار مجهز است تا درصورت 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 عکس‌العمل متناسب را اعمال کنند.

این سامانه‌های اعلام‌خطر 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 نظامی‌که برای مقابله با دشمن ساخته‌شده‌اند، برخلاف کشتی‌های تجاری که بیشتر ماشین‌آلات در موتورخانه متمرکز شده‌اند، ماشین‌آلات در کل کشتی توزیع می‌شوند تا درصورت هدف قرار گرفتن قسمتی از کشتی، قابلیت‌های رزمی و دریانوردی آن به‌طور کامل از دست نرود؛ به همین‌ترتیب سامانه‌های اعلام‌خطر هم در این کشتی‌ها به بخش‌هایی (Zone) تقسیم شده‌اند تا ضمن داشتن یکپارچگی و وحدت فرماندهی، بتواند در صورت نیاز به‌طور جداگانه نیز کار خود را به‌درستی انجام دهند.

شکل ۴۰ ــ سامانهٔ هشدار اتاق کنترل موتورخانه

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
کاربری ماشین‌آلات	بررسی ماشین‌آلات کشتی	کاربرد انواع ماشین آلات کشتی	بالاتر از حد انتظار	۱ـ انواع متفاوت سامانه‌های پیش ران را بشناسد. ۲ـ طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند. ۳ـ سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد. ۴ـ سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد. ۵ـ فرامین تلگراف را بداند. *هنرجو توانایی انجام همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ـ انواع متفاوت سامانه‌های پیش ران را بشناسد. ۲ـ طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند. ۳ـ سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد. ۴ـ سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد. ۵ـ فرامین تلگراف را بداند. *هنرجو توانایی انجام سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین تر از حد انتظار	۱ـ انواع متفاوت سامانه‌های پیش ران را بشناسد. ۲ـ طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند. ۳ـ سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد. ۴ـ سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد. ۵ـ فرامین تلگراف را بداند. *هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری ماشین‌آلات

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 تجزیه‌و 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 پیش برنده	۱	
۲	بررسی سامانه‌های پیشگیری از آلودگی دریاها	۱	
۳	بررسی سامانه اطفای حریق ثابت	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛ ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار؛ ۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛ ۴ـ 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 برنامهٔ منظم و دقیق برای تعمیر و نگهداری است؟
- چرا وسایل نجات جان افراد و آتش‌نشانی نیاز به نگهداری دارند؟
- چگونه با جوش‌کاری، بدنهٔ 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 برش‌کاری 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 برش‌کاری 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 به‌صورت سیستمی، مورد توجه قرار نگرفته است. به‌مرور و با رشد صنایع و تکنولوژی‌های جدیدتر و پیچیده‌تر و صرف هزینه‌های زیاد در قبال تهیهٔ این سیستم‌ها، نیاز به نگهداری و تعمیرات، روزبه‌روز بیشتر احساس شد به‌طوری 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 به‌منظور نگهداشتن تجهیزات در سطح قابل‌قبولی، از نظر عملیاتی (نگهداری) و یا بازگرداندن تجهیزات معیوب به‌چرخهٔ استفاده و بهره‌برداری گفته می‌شود. نتیجهٔ مورد انتظار از این اقدامات ایجاد آمادگی، حفظ قابلیت عملیاتی، تداوم و استمرار عملیاتی تجهیزات برای شرایط تعریف‌شده خواهد بود.

سامانهٔ نگهداری و تعمیرات

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

تحقیق کنید

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

هرچه سیستم‌ها و دستگاه‌ها پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر باشند، سهل‌انگاری و یا اجرای ناقص برنامهٔ 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 برنامهٔ آن روزافزون شده است.

برنامهٔ نگهداری و تعمیرات

داشتن یک برنامهٔ مدوّن نگهداری و تعمیرات، خود به اندازهٔ 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.

جدول۱ــ امکاناتی که برنامهٔ 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).

تحقیق کنید

با اجرای برنامهٔ نگهداری و تعمیر چه نتایجی به‌دست می‌آید؟

کار در کلاس

برخی از مشکلات سهل انگاری و یا اجرای ناقص برنامهٔ نگهداری و تعمیرات را بگویید.

اهداف برنامهٔ نگهداری و تعمیرات

به‌طورکلی 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 عمدهٔ 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 سامانهٔ نگهداری و تعمیرات عبارت‌اند از:

۱ برنامه‌ریزی؛ ۲ اجرا؛ ۳ کنترل؛ ۴ ثبت وقایع؛ ۵ بایگانی؛ ۶ تجزیه‌وتحلیل؛ 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 به‌منظور تشخیص و رفع عیب یک سیستم برای بازگرداندن آن به شرایط قابل‌قبول.
۲	تعویض	change	این نوع فعالیت، به‌منظور و مفهوم جایگزینی مجموعهٔ مستهلک با مجموعهٔ سالم است.
۳	تنظیم	adjust	یک فعالیت سادهٔ بدون نیاز به تعمیر و تعویض قطعه است تا با ایجاد ارتباط صحیح در بین قسمت‌های داخلی مجموعه و یا بین قطعهٔ معیوب با سایر قطعات درگیر، بهترین شرایط را برای کار آن مجموعه فراهم آورد به‌طوری 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 سادهٔ نگهداری هستند که به‌منظور جلوگیری از بروز نقص در مجموعه‌های یک دستگاه انجام می‌گیرد.
۵	تست	test	عبارت است از بازدید، بررسی و آزمایش‌های مورد نیاز به‌منظور 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 به‌صورت دوره‌ای انجام گیرد.

تحقیق کنید

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

انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات

■ **نگهداری و تعمیرات اضطراری (Emergency Maintenance)**: در این روش، تعمیر کردن تجهیزات بعد از اولین خرابی به‌وجود آمده در آنها صورت می‌گیرد. تعمیرات اضطراری فعالیت‌هایی هستند که در مواقع ازکارافتادن 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 به‌طورکلی 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 مجموعهٔ 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

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

محدودهٔ نگهداری و تعمیرات در کشتی‌ها

نگهداری و تعمیر باید مطابق با قوانین و مقررات مربوطه و هرگونه خواستهٔ 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:

۱ بازرسی در فواصل زمانی مناسب صورت گیرد.

۲ 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 برنامهٔ نگهداری و تعمیر

برنامهٔ اصلی برای نگهداری کشتی، در واقع جهت صدور قانونی گواهی‌نامه مؤسسهٔ 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 کارخانهٔ سازندهٔ تجهیزات توصیه شده و همچنین تجربیات قبل باید در نظر گرفته شود.

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

قسمت اول: برنامهٔ بازرسی نوبتی؛

قسمت دوم: برنامهٔ نگهداری.

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

۱ عرشه و قسمت رادیویی؛

۲ موتور و قسمت‌های برقی.

برنامهٔ 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 برنامهٔ 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.

فعالیت کارگاهی

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

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
نگهداری کشتی	تعمیر و نگهداری کشتی	تعمیر و نگهداری کشتی	بالاتر از حد انتظار	۱ـ فعالیت های تعمیر و نگهداری را بشناسد. ۲ـ روش‌های تعمیر و نگهداری را بداند. ۳ـ اصول برنامهٔ تعمیر و نگهداری را بداند. * هنرجو توانایی انجام همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			درحد انتظار	۱ـ فعالیت‌های تعمیر و نگهداری را بشناسد. ۲ـ روش‌های تعمیر و نگهداری را بداند. ۳ـ اصول برنامهٔ تعمیر و نگهداری را بداند. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	۱ـ فعالیت‌های تعمیر و نگهداری را بشناسد. ۲ـ روش‌های تعمیر و نگهداری را بداند. ۳ـ اصول برنامهٔ تعمیر و نگهداری را بداند. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ 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 چک‌لیستی 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.

جدول۲ـ تجهیزات نجات جان افراد در دریا

نام	تصویر	روش نگهداری
جلیقهٔ نجات خودشناور		ـ هر ماه بازرسی شود. ـ در صورت کنده شدن شب نما، نبود سوت، پارگی بندها و خرابی چراغ جلیقه باید تعویض شود. ـ در دو طرف پل فرماندهی نصب شده باشد و دارای چراغ M.B.O باشد.
جلیقهٔ نجات بادی		ـ هر ماه بازرسی شود. ـ در صورت سوراخ بودن یا خرابی کپسول CO_2 جلیقه باید تعویض شود. ـ باید با آب و صابون شسته شود. ـ قبل از انبارکردن باید خشک شده و روی هم انبار نشوند. ـ در محل‌هایی که روغن، رنگ، نفت، حرارت، رطوبت و خاک است، انبار نشوند. ـ سالانه توسط شرکت معتبر باید تست شوند.
لباس غوطه‌وری		ـ هر ماه مورد بازرسی قرار گیرد. ـ در صورت مشاهدهٔ سوراخ یا پارگی و یا کنده شدن نوارهای شب‌نما لباس باید تعویض شود. ـ در شرایط مناسب نگهداری شود.

نام	تصویر	روش نگهداری
لایف رافت		ـ هر ماه بازرسی شود. ـ جهت به آب‌اندازی مانعی جلوی آن نباشد. ـ دچار آسیب دیدگی نشده باشد. ـ قفل هیدرواستاتیکی آن باید دارای اعتبار باشد. ـ نام شناور،تاریخ شارژ و تاریخ اعتبار برروی آن درج شده باشد. ـ سالانه همراه قفل هیدرواستاتیکی توسط شرکت معتبر باید سرویس شود.
قایق نجات		ـ هر هفته باید بازرسی شود. ـ هر هفته باید سیستم آب‌اندازی آن بررسی شود. ـ هر هفته موتور آن باید روشن شده و به عقب و جلو گذاشته شود. ـ هر هفته باید از جای خود حرکت داده شود تا سالم بودن سیستم آب‌اندازی آن مشخص شود. ـ هر ماه رادیوی ثابت،چراغ جست‌وجو و تجهیزات درون آن بررسی و آزمایش شود. ـ هر ماه شارژ باتری موتور باید بررسی شود. ـ هر سه ماه یک بار آب‌اندازی و آزمایش شود. ـ هر سه ماه یک بار سیستم آب‌پاش آن امتحان شود و سپس طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده با آب شیرین شست‌وشو شود.
قایق امداد		ـ هر هفته باید بازرسی شود. ـ هر هفته باید سیستم آب‌اندازی آن بررسی شود. ـ هر هفته موتور آن روشن و به عقب و جلو گذاشته شود. ـ هر هفته از جای خود حرکت داده تا سالم بودن سیستم به آب‌اندازی آن مشخص شود. ـ هر ماه شارژ باتری موتور آن بررسی شود. ـ هر سه ماه یک بار به آب‌اندازی و آزمایش شود.
بویهٔ نجات		ـ هر ماه باید بررسی شود. ـ به‌طور صحیح شماره‌گذاری شده و جاسازی شده باشد. ـ باید دارای طناب و چراغ باشد. ـ در دو طرف پل فرماندهی نصب شده باشد و دارای چراغ M.B.O باشد.

نام	تصویر	روش نگهداری
سرسره فرار		ـ سالانه باید توسط شرکت معتبر سرویس شود. ـ هر شش سال باید تعویض گردد.
منورها، مشعل‌های دستی و علائم دودزا		ـ باید دقت شود که تاریخ انقضای آنها تمام نشده باشد.
طناب ایمنی		ـ هر ماه باید بازرسی شود. ـ در صورت دیدن بریدگی یا از هم گسیختگی، طناب باید جایگزین شود. ـ در هر بار استفاده، باید محل‌هایی از آن را که بر روی لبه‌ها قرار داشته با دقت بیشتری بررسی کرد. ـ هر پنج سال باید تعویض شود.
هشدار عمومی		ـ عملکرد هشدار عمومی هر هفته باید مورد بررسی قرار گیرد.

کار در کلاس

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

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

جدول ۳ـ تجهیزات آتش‌نشانی

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

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

نام	تصویر	روش نگهداری
حسگر کشف دود و آتش		ـ هر ماه بررسی شود. ـ باید از سالم بودن آن اطمینان حاصل شود.
لباس ضد حریق		ـ هر ماه بازرسی شوند. ـ در جای در نظر گرفته شده و در شرایط مناسب نگهداری شوند. ـ در صورت پارگی و سوختگی باید تعویض گردند.
نقشهٔ جانمایی وسایل آتش‌نشانی		ـ این نقشه باید در ورودی محل اقامت کارکنان و در دو طرف راهروها قرارگیرد. ـ در صورت تغییر نقشه باید نقشهٔ جدید جایگزین نقشه‌های قدیمی گردد.

فعالیت کارگاهی

با هماهنگی مدیر هنرستان از یک کشتی بازدید کرده و نقشهٔ جانمایی وسایل آتش‌نشانی 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؟

نگهداری تجهیزات مخابراتی و عرشه

دستگاه‌های مخابراتی مانند GMDSS مانند EPIRB، SART و دستگاه ارتباط رادیویی (VHF) باید بازرسی شوند و عملکردشان مطابق با فصل۴ سولاس۱۹۷۴ 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 قرارگیرند تا در صورت پوسیدگی، ازهم گسیختگی یا زنگ‌زدگی تعمیر یا تعویض گردند.
- طناب‌های سیمی باید هرچند مدت با توجه به دستورالعمل کارخانهٔ 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/Accomodation ladder)

ایمن بودن پله‌های عبور و مرور به‌دلیل استفادهٔ خدمهٔ 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 به‌خصوص 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 روغن‌کاری 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 آلایندگی بر روی پله‌ها باید فوراً تمیز گردند.

۸ تور شبکه‌ای زیر پله‌ها سالم و به روش درست بسته شده باشد.

فعالیت کارگاهی

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.

شکل۱ــ پلهٔ عبور و مرور

نگهداری درِ انبار (Hatch Cover)

بازرسی از درِ انبارهای کشتی از اهمیت خاصی برخوردار است. اگر هریک از درها آسیب ببیند ممکن است به کالای درون انبارها خسارت وارد شود. برای جلوگیری از این خسارت‌ها درِ انبارها باید به‌صورت نوبه‌ای مورد بازرسی قرارگیرد. هدف از این بازرسی‌ها کنترل موارد زیر است:

۱ در صورت مشاهدهٔ خوردگی و ترک در ساختمان درِ انبارها و لبهٔ انبارها، این خوردگی یا ترک باید برطرف گردد.

شکل ۲ــ درِ انبار که دچار خوردگی شدید شده است.

۲ تقویتی‌های اطراف در انبارها در زیر سقف و دیواره‌ها باید بازرسی شوند تا در صورت خمیدگی یا آسیب‌دیدگی تعمیر گردند.

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

شکل ۳ــ درِیک انبار که چرخ‌های آن خراب شده است.

شکل۴ــ لاستیک اطراف درِ انبار که له شده است و باید تعویض شود.

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

شکل۵ــ آزمایش نفوذ ناپذیری درِ انبار در برابر آب

۵ روغن‌ریزی درِ 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 درِ انبارهای عرشه‌های میانی باید همیشه تمیز نگهداری شوند زیرا ضد نفوذ آب نیستند.

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

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

۱۰ ابتدا و انتهای درِ انبارها در هنگام باز بودن برای مشاهدهٔ آسیب‌دیدگی باید بازرسی شود.

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

تحقیق کنید

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

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
نگهداری کشتی	نگهداری تجهیزات نجات و آتش‌نشانی	نگهداری تجهیزات نجات و آتش‌نشانی	بالاتر از حد انتظار	۱ـ نگهداری از وسایل نجات افراد را بتواند انجام دهد. ۲ـ نگهداری از وسایل آتش‌نشانی را بتواند انجام دهد. ۳ـ نگهداری از وسایل مخابراتی را بتواند انجام دهد. * هنرجو توانایی انجام همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			درحد انتظار	۱ـ نگهداری از وسایل نجات افراد را بتواند انجام دهد. ۲ـ نگهداری از وسایل آتش‌نشانی را بتواند انجام دهد. ۳ـ نگهداری از وسایل مخابراتی را بتواند انجام دهد. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	۱ـ نگهداری از وسایل نجات افراد را بتواند انجام دهد. ۲ـ نگهداری از وسایل آتش‌نشانی را بتواند انجام دهد. ۳ـ نگهداری از وسایل مخابراتی را بتواند انجام دهد. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

جوشکاری و برش‌کاری

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 برش‌کاری نیاز دارد. به همین منظور در این واحد یادگیری سعی شده است هنرجویان با مهارت جوشکاری و برش‌کاری آشنا شوند و آن را به‌صورت مقدماتی فرا گیرند.

ایمنی

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 زمینهٔ فردی و گروهی جهت جلوگیری از خسارات جانی، نقص عضو و اتفاقات جبران‌ناپذیر یک امر الزامی است.

به‌طورکلی حوادث و وقایع ناگواری که در حین جوشکاری یا برش‌کاری اتفاق می‌افتد دو دلیل عمده دارد:

۱ آشنا نبودن شخص به نکات ایمنی و بهداشتی؛

۲ سهل‌انگاری و بی‌توجهی به رعایت نکات ایمنی.

تحقیق‌کنید

دربارهٔ خطرات موجود در جوشکاری و اقدامات پیشگیرانهٔ آن تحقیق کرده و نتیجهٔ آن را در کلاس گزارش دهید.

جوشکاری قوسی الکتریکی با الکترود دستی (SMAW)

روش جوشکاری قوس الکتریکی ـ الکترود 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 به‌کار 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 درجهٔ سانتی‌گراد حرارت ایجاد می‌کند. به همین خاطر، به این روش، جوشکاری قوس الکتریکی ـ الکترود دستی گفته می‌شود. محدودهٔ 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 لبهٔ 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 الکترود درهم ادغام می‌شود. وقتی که قوس الکتریکی از روی دو قطعه دور می‌شود حوضچه مذاب شامل فلز الکترود و فلز قطعه کار منجمد شده و دو قطعه به هم متصل می‌شوند.
الکترود مورد استفاده در این روش از نوع الکترود پوشش‌دار مصرف شدنی و منقطع است که وظیفهٔ برقراری قوسی و پرکنندگی درز اتصال را به‌طور هم‌زمان انجام می‌دهد. محافظت از منطقهٔ جوش نیز توسط سوختن پوشش الکترود هم‌زمان با ذوب الکترود صورت می‌گیرد.

تحقیق‌کنید

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

تجهیزات و متعلقات در جوشکاری قوسی الکتریکی ـ الکترود 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 به‌کار 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 قطعهٔ مورد استفاده قبل از عملیات جوشکاری: این تجهیزات که معمولاً با هدف برش، سوراخ‌کاری، علامت‌گذاری و سایش به‌کار می‌روند، شامل موارد زیر هستند(جدول۴).

جدول۴ـ تجهیزات آماده‌سازی قطعهٔ 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		ابزارآلاتی همچون متر و خط‌کش فلزی برای اندازه‌گیری ابعاد قطعات و یا اندازه‌گیری و جداسازی سطح قطعات به‌کار می‌روند.
گونیای فلزی		این وسیله که دارای یک خط‌کش فلزی و دو بازوی عمود بر هم است، برای گونیا کردن یا ۹۰ درجه کردن لبه‌های قطعه‌کار و فارسی‌بُر کردن یا برش با زاویهٔ 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 به‌دستگاه فرز نیز معروف است دو وظیفهٔ 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 لبهٔ قطعات فلزی و ترمیم جوش‌های معیوب و... به‌کار می‌رود.
انواع تجهیزات برش		وسایلی همچون برش اکسی ـ استیلن، برش پلاسما، اره لنگ، اره نواری و انواع اره‌دستی جهت برش و آماده‌سازی لبه‌های اتصال و پخ‌سازی لبه قطعات به‌کار 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 ۵ـ تجهیزات اجرای عملیات جوشکاری

نام	شکل	توضیحات
دستگاه‌های جوشکاری		دستگاه‌های جوشکاری وظیفهٔ 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 اینورتور و دینام و غیره استفاده می‌شود.
کابل جوشکاری		کابل‌های جوشکاری که به‌دستگاه جوشکاری متصل می‌شوند وظیفهٔ انتقال جریان را بر عهده دارند. کابل ورودی وظیفهٔ انتقال جریان برق شبکه را به‌دستگاه بر عهده دارد و کابل‌های خروجی کار انتقال جریان جوشکاری را به انبر جوشکاری و گیرهٔ 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.
برس سیمی		از برس سیمی برای تمیزکاری سطح قطعه قبل و در حین و پس از جوشکاری استفاده می‌شود.

نام	شکل	توضیحات
انبر جوشکاری		انبر جوشکاری از یک بدنهٔ مسی و یک روکش عایق تشکیل شده است. جنس بدنهٔ انبر از فلز مس انتخاب شده است تا بتواند با کمترین مقدار افت جریان، شدت جریان مصرفی را به انتهای لخت الکترود برساند.
گیره اتصال		انبر یا گیرهٔ 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.
انبر حمل قطعه کار		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).
وسایل و تجهیزات ایمنی		وسایلی همچون لباس جوشکاری، کفش کار، انواع ماسک‌های محافظ و پیش‌بند جوشکاری بخشی از وسایل ایمنی هستند.

الکترودهای جوشکاری SMAW: فرایند جوشکاری قوس الکتریکی ـ الکترود دستی یکی از پرکاربردترین و انعطاف‌پذیرترین روش‌های جوشکاری است که به‌خاطر خواصی همچون سادگی، هزینهٔ کم اجرا، تجهیزات قابل حمل و... در جوشکاری بسیاری از مکان‌ها و فلزات کاربرد دارد. الکترود مخصوص این فرایند از نوع الکترودهای منقطع و مصرف شدنی است.

■ **شناسایی الکترودها:** مشخصات درج شده بر روی الکترودها، اطلاعاتی در مورد انتخاب الکترود می‌دهند. مثلاً مشخصات E۶۰۱۰ برروی الکترود اطلاعات زیر را به‌ما می‌دهد:

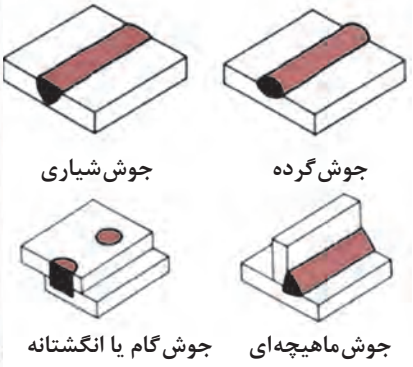
E: نوع جوشکاری (برق)؛ ۶۰: قدرت کششی (پوند بر اینچ مربع)؛ ۱: وضعیت جوشکاری (همهٔ وضعیت‌ها از جمله سپری، عمودی، تخت و ...) ۰: نوع پوشش الکترود.

فعالیت کارگاهی

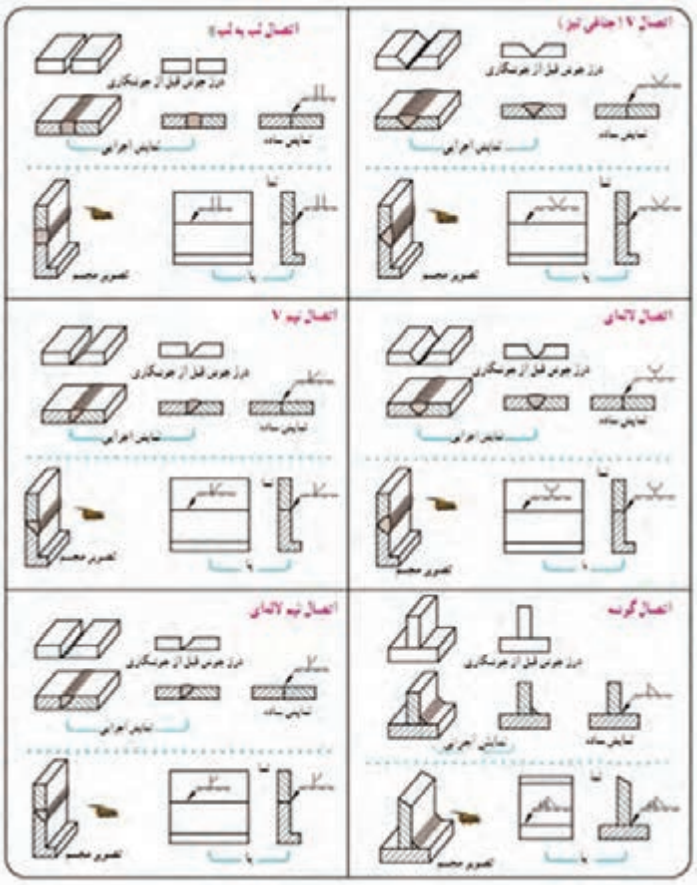
قطعه کاری در ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به ضخامت ۶ میلی‌متر انتخاب کرده و بر روی آن خال‌جوش را انجام دهید.

جوشکاری انواع اتصالات

با توجه به تنوع اتصال قطعات جوشکاری و انواع مختلف جوش که برخی از متداول‌ترین آنها در شکل‌های ۶ و ۷ 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.



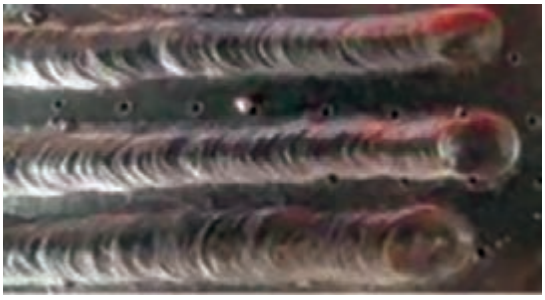
شکل ۶ــ انواع جوش



شکل ۷ــ انواع اتصال‌های جوشکاری

فعالیت کارگاهی

قطعه کاری در ابعاد ۲۰×۳۰ سانتی‌متر به ضخامت ۶ میلی‌متر انتخاب کرده و سه خط گرده جوش مانند شکل ۸ بر روی آن ایجاد نمایید.



شکل ۸

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 شعلهٔ 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 اکسی‌استیلن: وسایل و تجهیزات مورد نیاز در جوشکاری گاز در جدول ۶ آمده است:

جدول ۶ـ تجهیزات مورد نیاز در جوشکاری گاز

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

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

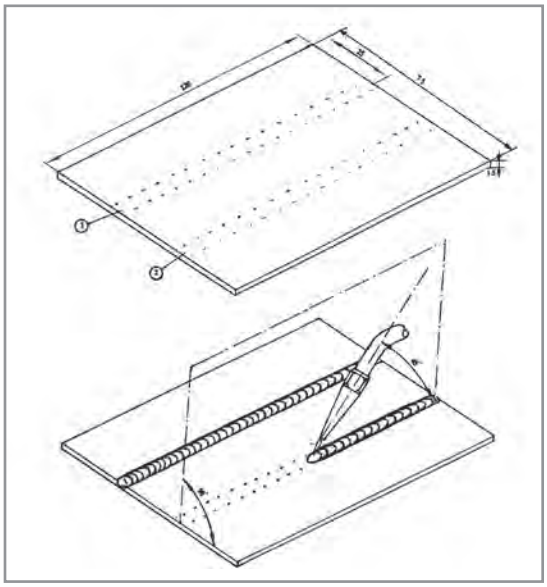
فعالیت کارگاهی

تجهیزات جوشکاری گاز را آماده نمایید.

روش‌های جوشکاری با گاز اکسی‌استیلن: در جوشکاری با گاز دو روش جوشکاری وجود دارد:

۱ جوشکاری بدون سیم‌جوش (ذوب سطحی)؛

۲ جوشکاری با سیم‌جوش (مفتول برنج و مفتول مسوار).

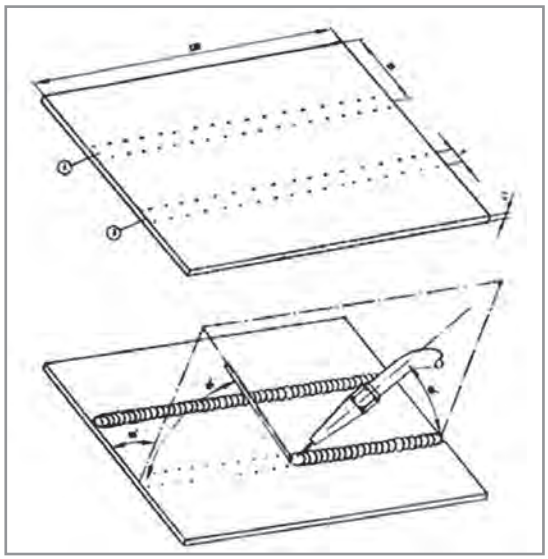


فعالیت کارگاهی

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.



برش‌کاری

برش‌کاری با گاز سوختنی (Flame Cutting) OFC

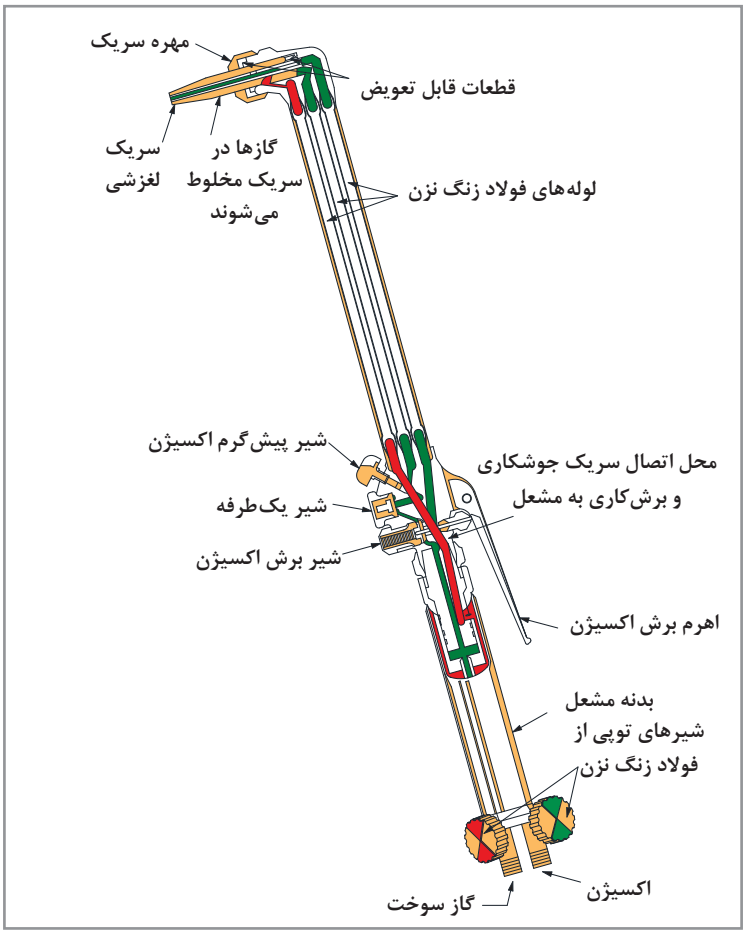
در برش‌کاری با گاز، منبع حرارتی جهت جداسازی قطعات، تکه برداری و پخ‌سازی، شعله و حرارت ناشی از سوختن گاز با اکسیژن می‌باشد. در این فرایند شعله، فلز را تا دمای احتراق گرم می‌کند و سپس یک

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 سیّالیت 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، ادامهٔ برش‌کاری را میسر می‌سازد. در این فرایند گاز سوختنی که نقش پیش‌گرم را دارد می‌تواند یکی از گازهای مختلف پروپان، استیلن و حتی گاز طبیعی باشد.

نکته

همهٔ فلزات قابلیت برش‌کاری با شعلهٔ گاز را ندارند و برش‌کاری با گاز، به برش‌کاری فولاد کربنی محدود می‌شود.

تجهیزات برش‌کاری گاز: تجهیزات برش‌کاری با گاز همانند تجهیزات جوشکاری با گاز است و تنها تفاوت آنها در نوع مشعل است.



شکل ۹ـ اجزای نازل برش‌کاری

روش برش کاری: نحوهٔ روشن کردن شعله جهت برش‌کاری 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، شعلهٔ مناسب را برای برش ایجاد می‌کنیم.
پس از روشن کردن مشعل، شعله را بر روی سطح قطعه کار به‌نحوی نگه می‌داریم که نوک مخروط میانی شعله با سطح قطعه کار ۲ تا ۳ میلی‌متر فاصله داشته باشد. آن‌قدر شعله را بر روی قطعه نگه می‌داریم تا حوضچهٔ مذاب تشکیل گردد. به‌محض مشاهدهٔ این حوضچه، دستگیرهٔ اکسیژن اضافی را به پایین فشار می‌دهیم تا جت اکسیژن به سطح برخورد کرده و با پیش بردن حوضچهٔ مذاب باعث برش قطعه شود. باید دقت نمود شرایط عملیات برش کاری را به‌گونه‌ای 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.

ایمنی

عینک محافظ چشم در برش‌کاری از نظر شکل همانند عینک جوشکاری است با این تفاوت که شمارهٔ تیرگی شیشهٔ آن ۳ می‌باشد.

فعالیت کارگاهی

قطعه کاری در ابعاد ۴۰×۳۰ سانتی‌متر به ضخامت ۱۰ میلی‌متر انتخاب کرده و آن را در راستای طول، توسط برش‌کاری گاز به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.

کار با سنگ فرز

سنگ فرز فیبری معمولاً در دو اندازه کوچک و بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. سنگ فرز در واقع تنها یک موتورالکتریکی 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 (سنگ‌ساب با ضخامت زیادتر) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در انتخاب صفحه باید به جنس قطعهٔ 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.

شکل ۱۰ـ سنگ فرز

فعالیت کارگاهی

قطعه کاری در ابعاد ۳۰×۲۰ سانتی‌متر به‌ضخامت۳میلی‌متر انتخاب کرده و در راستای طول توسط برش سنگ فرز به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.

سنگ‌زنی

سنگ‌زنی یکی از کارهای براده‌برداری 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 سمبادهٔ رومیزی استفاده می‌شود که معمولاً یک طرف آن سنگ سمبادهٔ نرم و طرف دیگر آن سنگ سمبادهٔ زبر نصب می‌گردد.

شکل ۱۱ــ ماشین سنگ سمباده

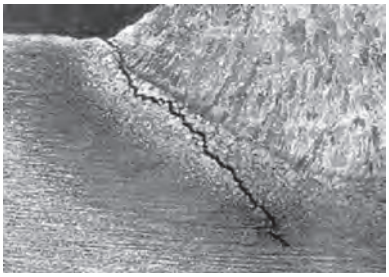
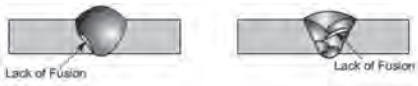
فعالیت کارگاهی

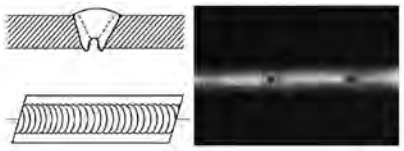
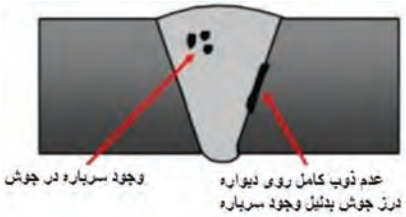
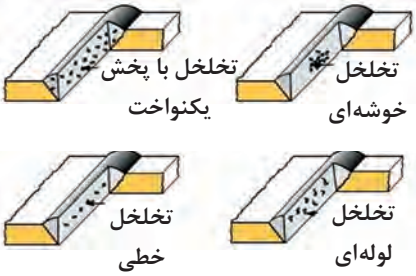
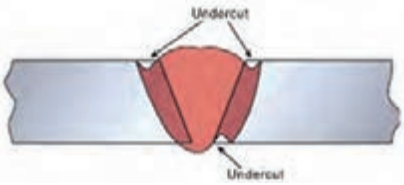
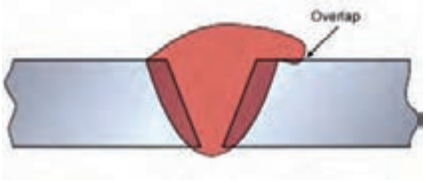
قطعه‌کاری‌های برش داده شده در فعالیت‌های کارگاهی را توسط سنگ فرز و ماشین سنگ سمباده رومیزی براده‌برداری کنید و لبه‌هایی صاف ایجاد نمایید.

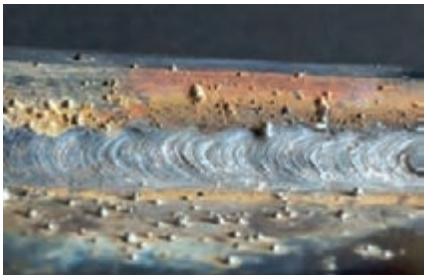
شناسایی عیوب جوش

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 ازنظر نوع عیب، ابعاد، منشأ ایجاد عیب، مکان عیب، متالوژیکی بودن یا غیرمتالوژیکی 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 ۷ــ شناسایی عیوب جوش

ردیف	نام عیب جوش	عکس	توضیحات
۱	ترک (Crack)		خطرناک‌ترین ناپیوستگی در جوش، ترک است که به‌علت خطی بودن و وجود گوشه‌های تیز باید توجه ویژه‌ای به آن داشت. فلز پایه و فلز جوش زمانی ترک می‌خورند که عامل ایجادکنندهٔ ترک، تنشی 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 به‌دلیل 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)		واژهٔ نفوذ ناقص برخلاف ذوب ناقص فقط در جوش‌های شیاری به‌کار می‌رود که عبارت است از عدم حضور فلز جوش در کل ضخامت اتصال به‌ویژه در ریشهٔ اتصال.
۴	آخل (Inclusion)		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)		در اثر تجمع گاز در حین انجماد فلز مذاب جوش، حفرات کروی توخالی در جوش به‌وجود می‌آید که در مقایسه با دیگر عیوب، خطر کمتری ایجاد می‌کند اما در جایی که جوش در تماس با سیّال باشد، احتمال نشت سیّال از طریق این حفرات وجود دارد.
۶	سوختگی کنارجوشی یا زیربرشی (Undercut)		سوختگی کنار جوش، شیاری است روی فلز پایه که دقیقاً در مجاور فلز جوش ایجاد می‌شود. علت آن هم کاربرد شدت جریان زیاد می‌باشد. علاوه‌بر شدت جریان زیاد، تکنیک جوشکاری نامناسب مثل عدم مکث در کناره‌ها، سرعت زیاد جوشکاری و زاویه نامناسب الکترود می‌تواند زیر برشی را به‌وجود آورد.
۷	سر رفتن جوش روی فلز پایه (Overlap)		سررفتگی عبارت است از جاری شدن فلز 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	لکهٔ قوسی		به محل برخورد الکترود با قطعه کار که در مراحل بعدی توسط جوش از بین نمی‌رود، لکهٔ قوسی می‌گویند.

بحث کلاسی

جهت رفع عیب کناره چه کاری باید انجام داد؟

فعالیت کارگاهی

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

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
نگهداری کشتی	جوشکاری و برش‌کاری	جوشکاری و برش‌کاری و بررسی عیوب جوش	بالاتر از حد انتظار	۱ـ توسط جوشکاری برق گرده جوش ایجاد کند. ۲ـ بتواند جوشکاری گاز را انجام دهد. ۳ـ توسط برش گاز و سنگ فرز، برش‌کاری قطعه کار را انجام دهد. ۴ـ لبه‌های قطعه کار را توسط سنگ فرز و سنگ سمبادهٔ رومیزی براده‌برداری کند. ۵ـ عیوب ظاهری جوش را بشناسد. * هنرجو توانایی انجام همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			درحد انتظار	۱ـ توسط جوشکاری برق گرده جوش ایجاد کند. ۲ـ بتواند جوشکاری گاز را انجام دهد. ۳ـ توسط برش گاز و سنگ فرز، برش‌کاری قطعه کار را انجام دهد. ۴ـ لبه‌های قطعه کار را توسط سنگ فرز و سنگ سمبادهٔ رومیزی براده‌برداری کند. ۵ـ عیوب ظاهری جوش را بشناسد. * هنرجو توانایی انجام سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	۱ـ توسط جوشکاری برق گرده جوش ایجاد کند. ۲ـ بتواند جوشکاری گاز را انجام دهد. ۳ـ توسط برش گاز و سنگ فرز، برش‌کاری قطعه کار را انجام دهد. ۴ـ لبه‌های قطعه کار را توسط سنگ فرز و سنگ سمبادهٔ رومیزی براده‌برداری کند. ۵ـ عیوب ظاهری جوش را بشناسد. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی نگهداری کشتی

۱ شرح کار:

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

۲ استاندارد عملکرد:

در این واحد یادگیری هنرجو 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 برش‌کاری را به‌طور مقدماتی یاد می‌گیرد.

- **شاخص‌ها:**
- سطح قطعه کار تمیز و بدون گرد و غبار، زنگ‌زدگی و چربی باشد.
- برش‌کاری 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 تهویهٔ مناسب و نور کافی.

ابزار و تجهیزات: دستگاه جوشکاری برق ـ الکترود ـ چکش جوشکاری ـ برس سیمی ـ دستگاه برش گاز ـ سنگ فرز ـ سنگ سمبادهٔ رومیزی ـ ماسک جوشکاری ـ عینک جوشکاری ـ دستکش جوشکاری ـ لباس کار مناسب جوشکاری ـ 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 برش‌کاری	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات زیست محیطی؛ ۲ـ تمیزکاری محیط پس از انجام جوش‌کاری و براده‌برداری؛ ۳ـ رعایت نکات ایمنی.	۲	
	میانگین نمرات		*

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

منابع

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 وسترمان

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).

ارگان‌ها و مؤسساتی که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت داشته‌اند:

۱ـ اداره کل امور دریایی و سازمان‌های تخصصی بین‌المللی سازمان بنادر و دریانوردی

۲ـ مؤسسه آموزشی کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران

۳ـ نیروی دریایی راهبردی ارتش جمهوری اسلامی ایران

۴ـ نیروی دریایی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی ایران

۵ـ مرزبانی نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران

۶ـ دبیرخانه کشوری هنرستان‌های علوم و فنون دریایی