پودمان ۴

کاربری ماشین‌آلات

واحد یادگیری ۴
کاربری ماشین آلات

آیا تاکنون پی برده‌اید

- نیروی رانش کشتی‌ها توسط چه وسایلی تأمین می‌شود؟
- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی چگونه است؟
- چه سامانه‌هایی حرکت شناورها را در آب امکان‌پذیر می‌کند؟
- برای جلوگیری از آلودگی آب دریاها و هوا چه وسایلی در کشتی موجود است؟
- 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.

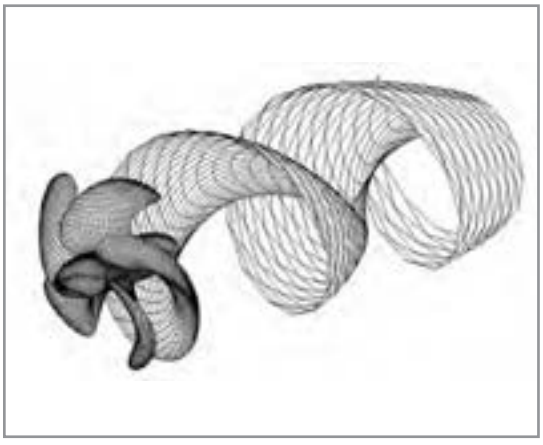
شکل ۱ــ استفاده از پارو به‌عنوان پشتیبان در هنگام ازکارافتادن موتور قایق نجات

پیش‌برنده‌ها (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:

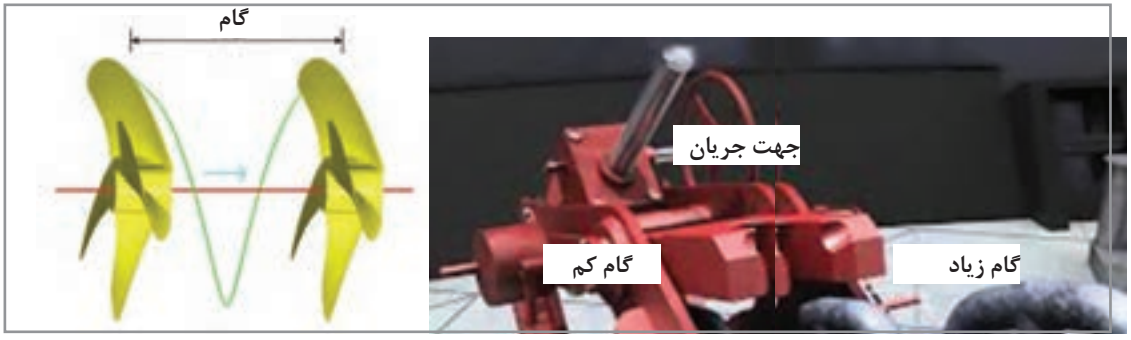
۱ پروانه (propeller)

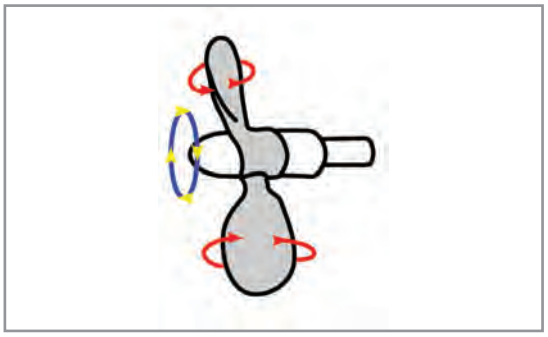
پروانه با گردش خود، به آب نیرو وارد کرده و باعث می‌شود آب از قسمت جلو به‌سوی عقب فشار داده شود. عکس‌العمل این نیرو بر روی پروانه باعث حرکت روبه‌جلوی شناور می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر حرکت پروانه در آب مانند حرکت یک پیچ درون‌چوب، مارپیچی بوده و نیروی رانشی تولید می‌نماید (شکل ۲).



شکل ۲ـ 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).





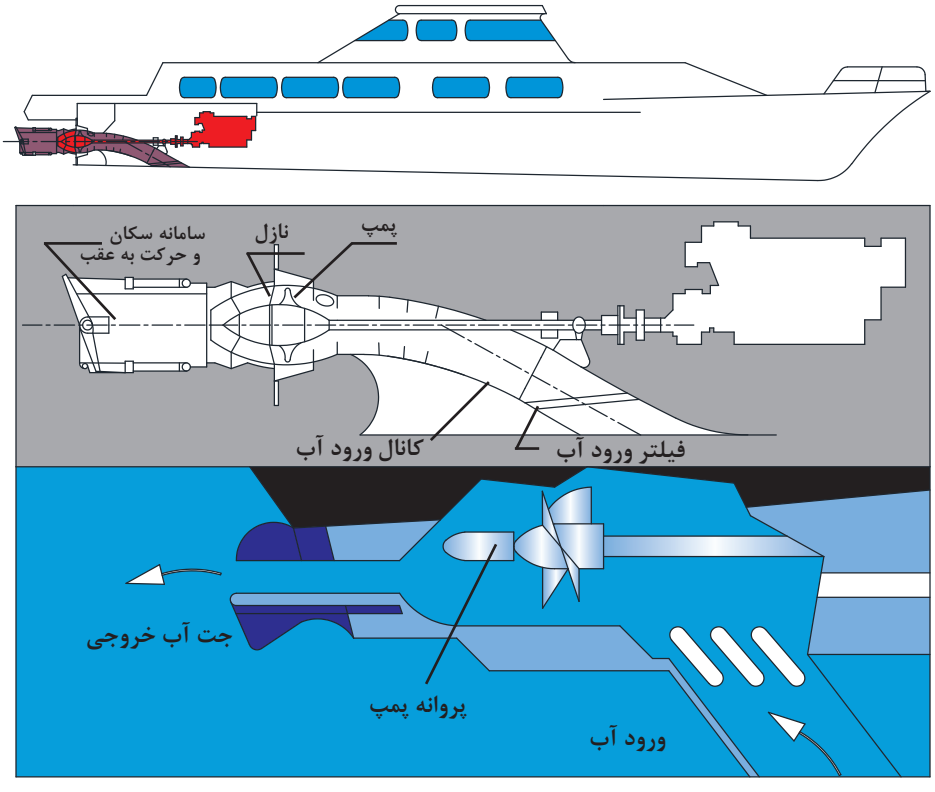
شکل ۳ـ پروانه گام متغیر

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.

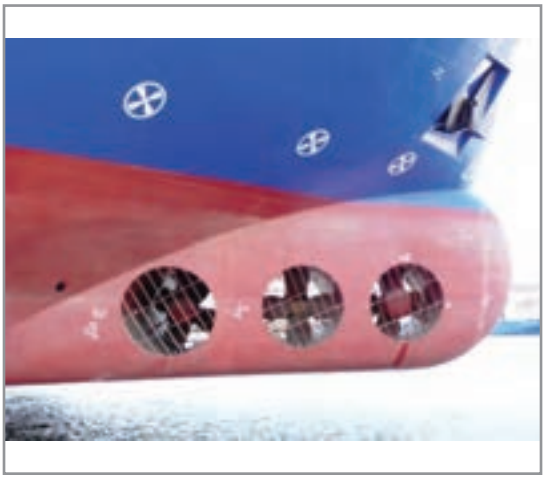
سامانه‌های واترجت در مقایسه با یک پیش‌ران پروانه‌ای هم‌تراز خود دارای قیمت بالاتری است و در سرعت‌های کم، بازده کمتری دارد.

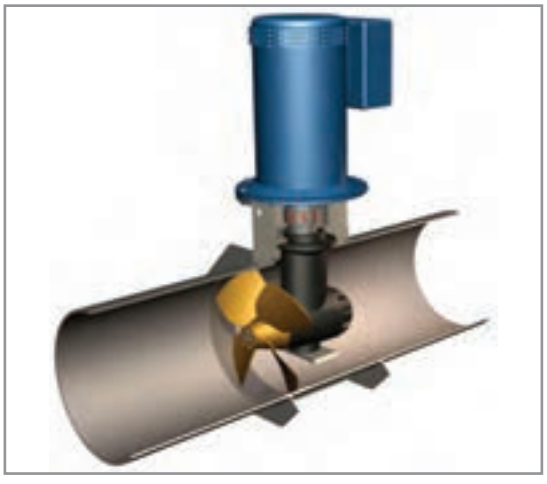
پیش‌ران اصلی (Main Propulsion)

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

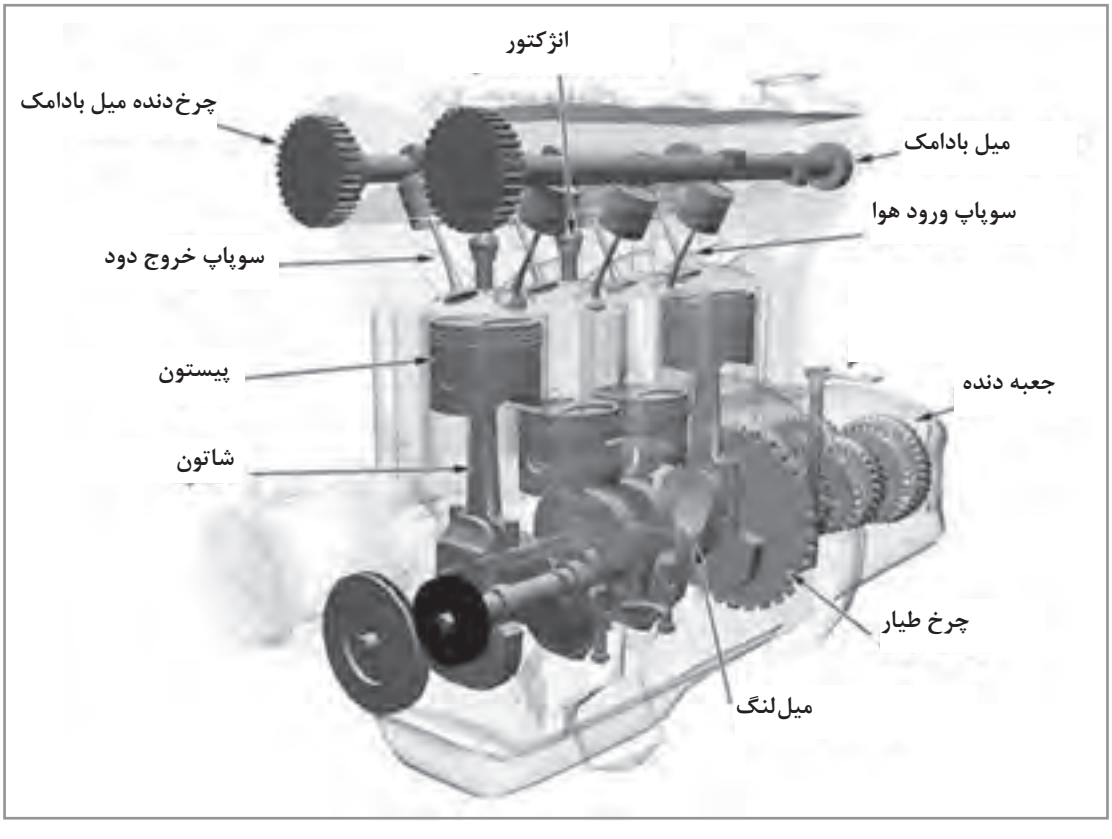
تحقیق کنید

با استفاده از منابع علمی‌مربوطه 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.

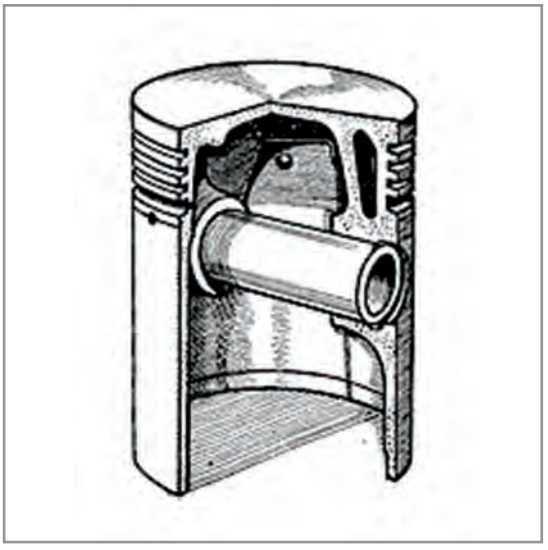
موتور احتراق داخلی بنزینی



شکل ۶ـ موتور احتراق داخلی بنزینی

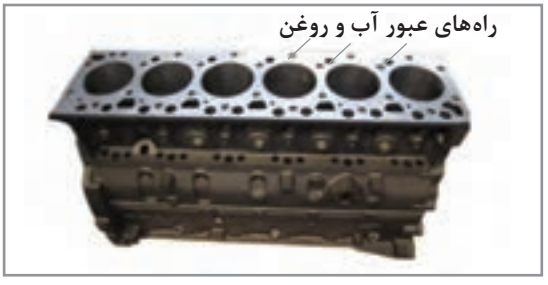
قطعات اصلی تشکیل‌دهنده این موتورها شامل موارد زیر است:

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.



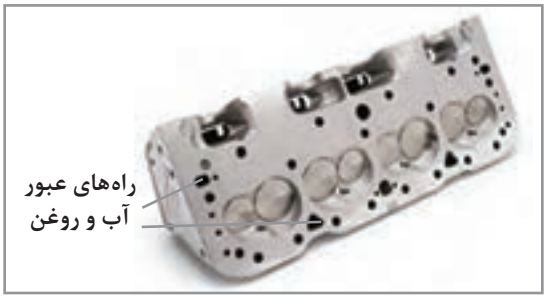
شکل ۷ـ پیستون به همراه گژن پین و رینگ پیستون‌ها

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 ۸ـ 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 ۹ـ سر سیلندر

شکل ۱۰- میل‌لنگ و شاتون

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.

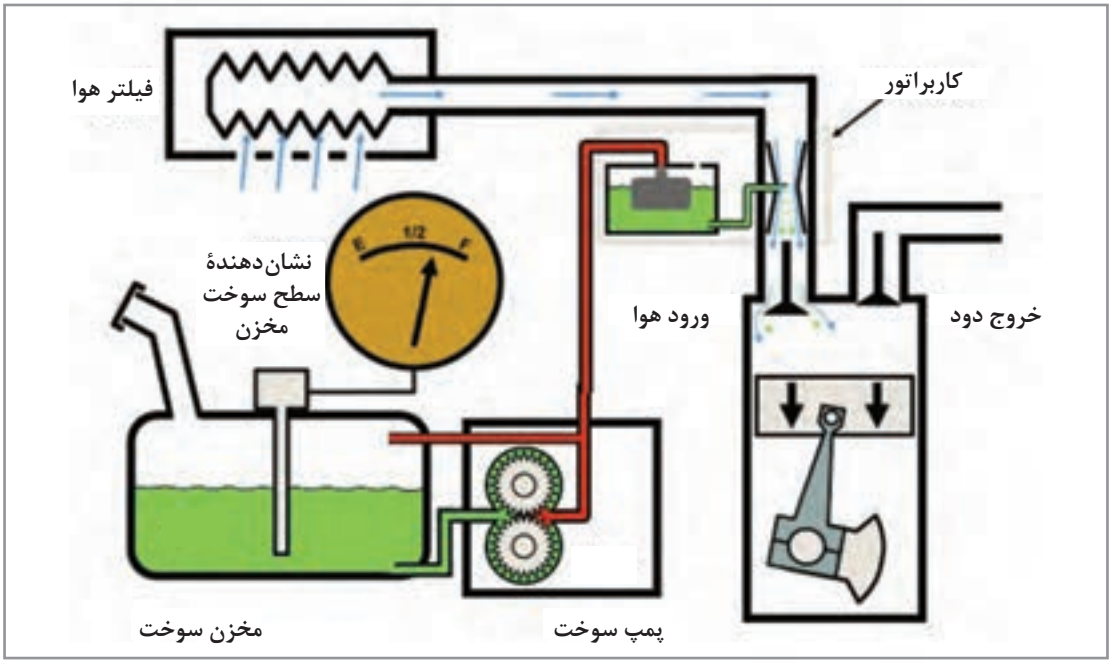
شکل ۱۱ــ میل بادامک

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 ۱۲ــ چرخ طیار

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.

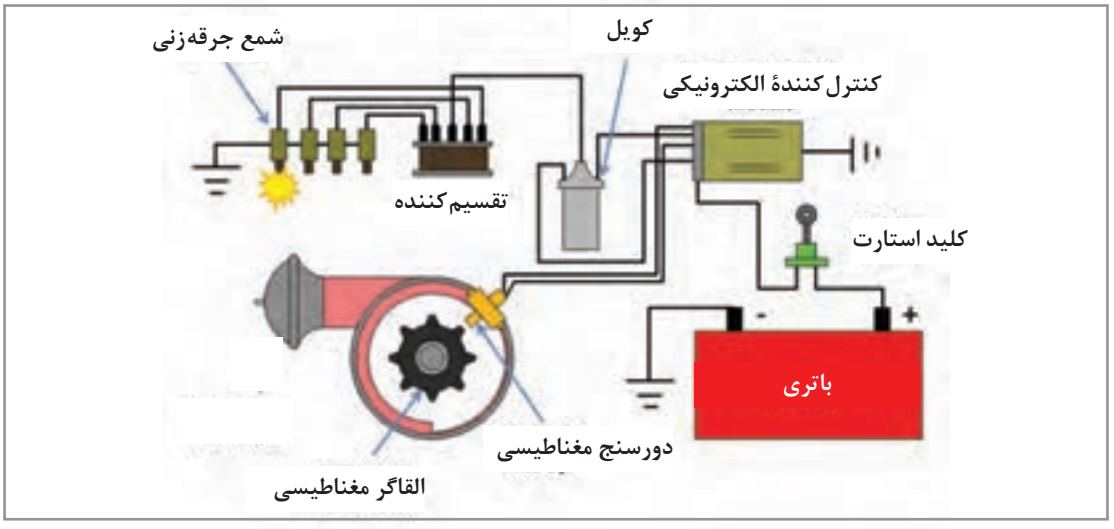
۷ **سامانهٔ سوخت‌رسانی (fuel supply system)**: وظیفهٔ این سامانه مخلوط کردن هوا و بنزین با یکدیگر با درصد مناسب است. این مخلوط جهت سوختن در اختیار موتور قرار می‌گیرد.



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؟

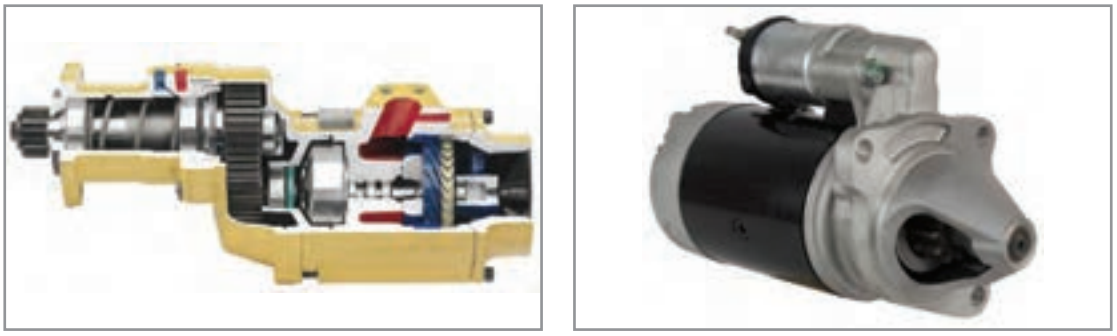
طرز کار

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.



(ب) (الف)

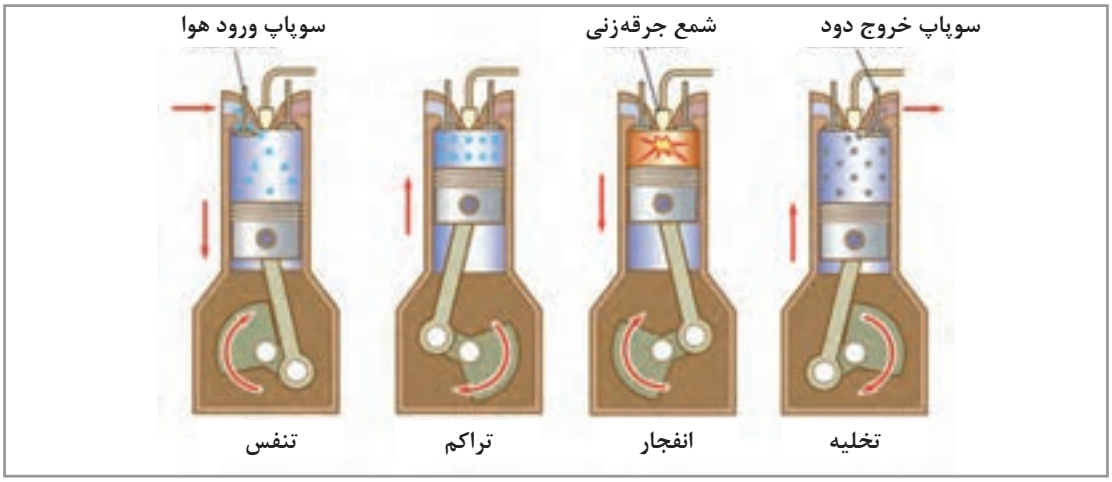
شکل۱۶ــ استارتر برقی (الف) و استارتر هوایی (ب)

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.

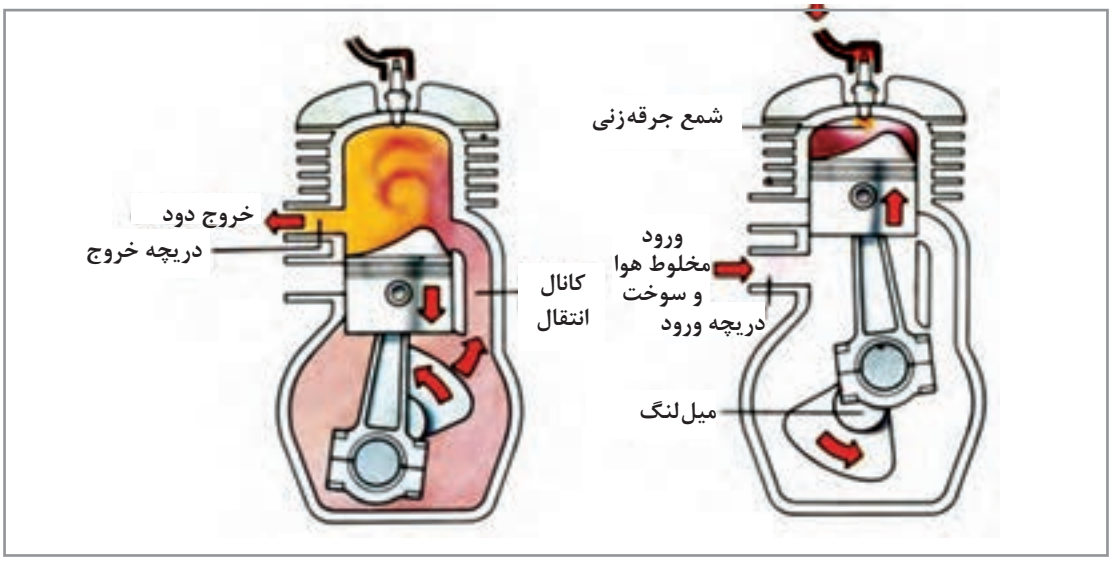
هنگامی‌که پیستون به بالاترین نقطه رسید، مخلوط هوا و بنزین به فشرده‌ترین و گرم‌ترین مقدار خود می‌رسد و آماده است تا با یک جرقه منفجر شود. در اینجاست که سیستم جرقه‌زنی با زمان‌بندی دقیق خود، توسط شمعی که در درون سیلندر قرارگرفته است،یک جرقه چندین هزار ولتی را ایجاد می‌کند که باعث انفجار مخلوط هوا و بنزین 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؟

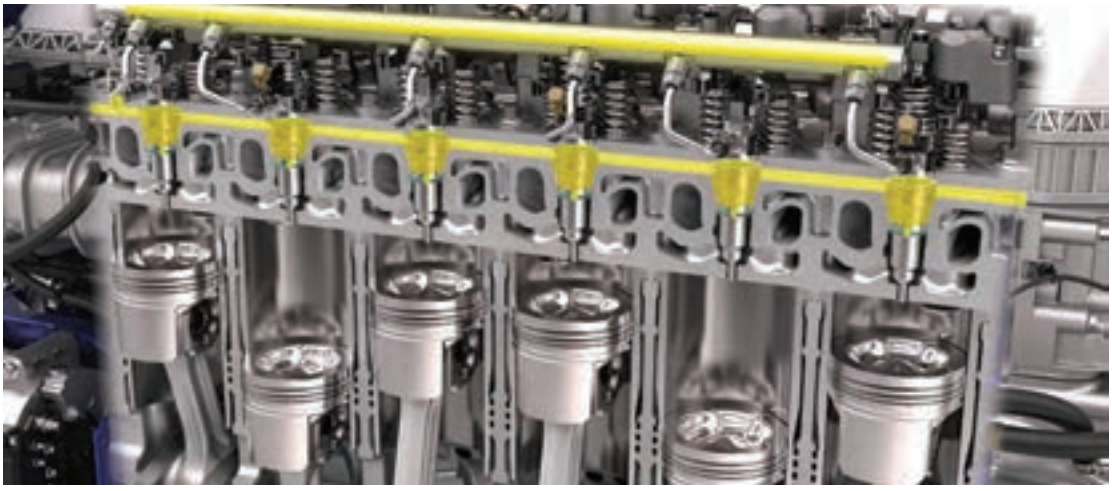
۲ چه وسیله‌ای باعث گردش روغن در درون موتور می‌شود؟

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

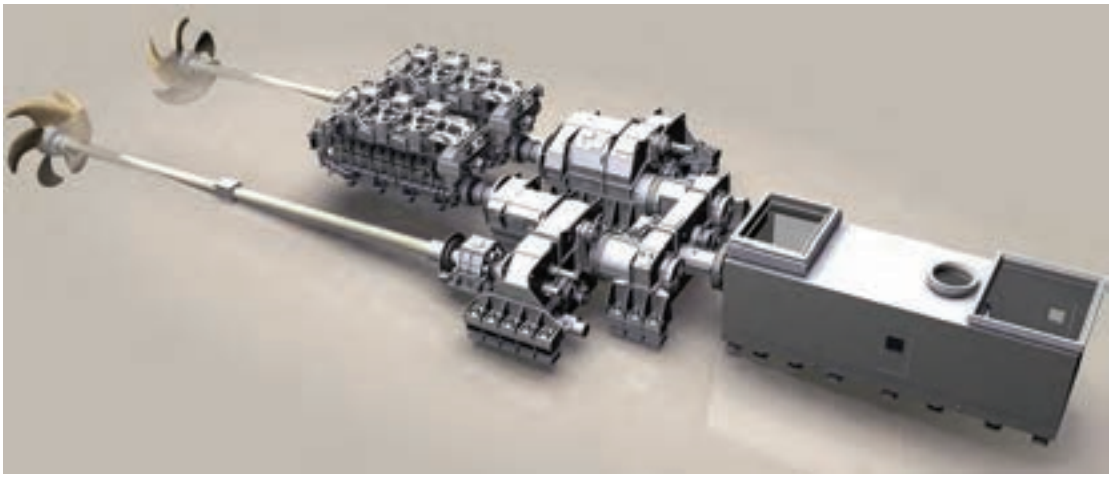
توربین بخار شامل یک محور است که تعداد زیادی پره به‌طور شعاعی به آن متصل می‌شود. این مجموعه درون یک بدنه قرار دارد و محور با داشتن یاتاقان‌هایی می‌تواند آزادانه به‌دور خود گردش کند. بخار تولیدشده توسط دیگ بخار، با فشار وارد توربین شده و در برخورد با پره‌ها باعث به گردش درآمدن محور می‌شود و به‌این‌ترتیب،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

شکل۲۱ــ توربین بخار به همراه جعبه‌دنده

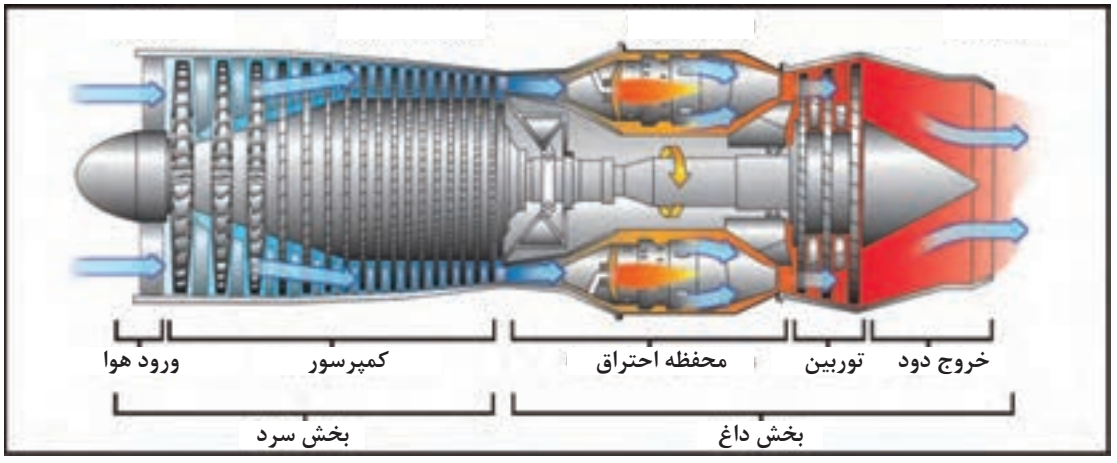
توربین‌های بخار در دو نوع کلی توربین ضربه‌ای و توربین عکس‌العملی وجود دارند.
به‌واسطهٔ هزینهٔ زیاد تولید بخار و گران بودن تجهیزات آن، استفاده از توربین بخار در مقایسه با موتورهای دیزلی کمتر است. اما درجاهایی مانند سکوهای نفتی و یا کشتی‌های حمل گاز که همواره مقداری گازهای قابل اشتعال به‌صورت مازاد وجود 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)

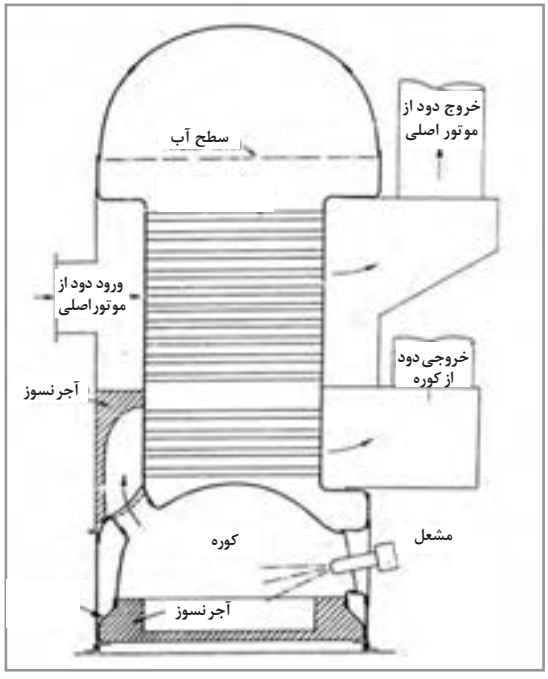
بخشی از انرژی مکانیکی تولیدشده در توربین صرف چرخانیدن خود توربین شده و باقی انرژی بسته به کاربرد توربین گاز ممکن است یک مولد الکتریکی را بچرخاند و یا به پروانهٔ کشتی یا هواپیما متصل باشد و باعث حرکت آن شود.
توربین‌های گازی نیز وجود دارند که در آنها انرژی تولیدشده صرف به‌گردش درآوردن یک کمپرسور (جهت فشرده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

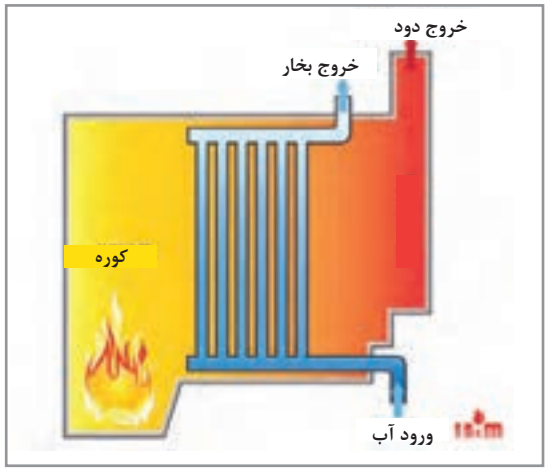
اساساً دیگ بخار از یک محفظه بسته تشکیل‌شده است که آب درون آن توسط یک مشعل و یا منبع دیگری از حرارت (مثلاً دود خروجی از اگزوز موتور دیزل) گرم شده و تبدیل به بخار می‌شود و در دو نوع دیگ‌های لوله آتشی و دیگ‌های لوله آبی ساخته می‌شوند.



شکل ۲۳ــ دیگ بخار ترکیبی لوله آتشی و لوله دودی

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.

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

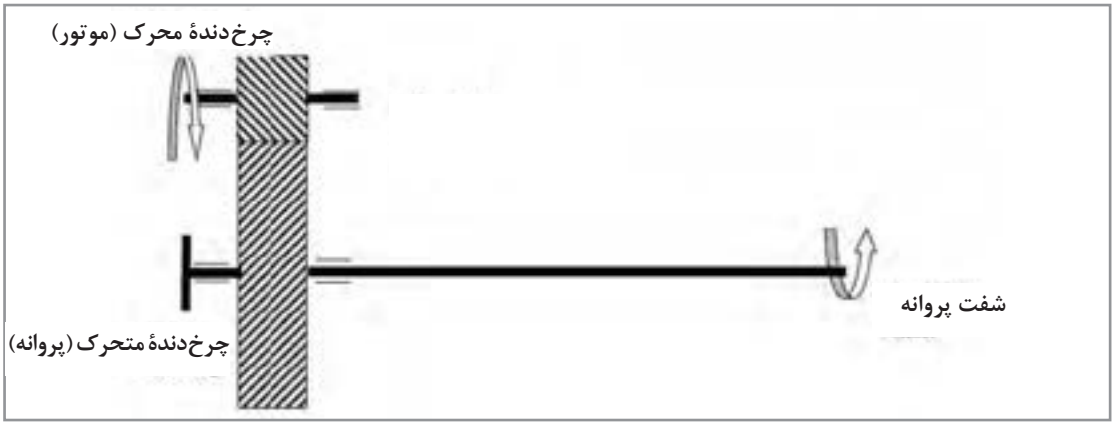
در این نوع از دیگ بخار، قبل از روشن کردن مشعل، پمپ گرداننده آب درون لوله‌ها (Circulating Pump) باید روشن شود و در تمام طول زمان کار دیگ بخار روشن بماند و همچنین پس از خاموش کردن دیگ بخار تا ساعت‌ها همچنان به‌کار خود ادامه دهد، در غیر این‌صورت امکان آسیب دیدن دیگ بخار وجود دارد.
دیگ‌های بخار به دلیل اینکه 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 ۲۵ـ 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.

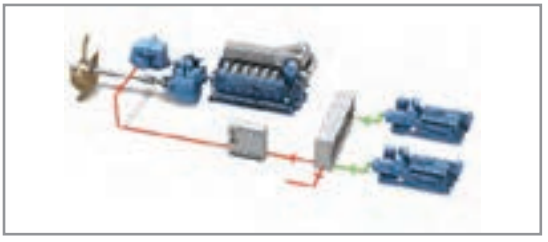
شکل ۲۶ ـ جعبه دنده یک شناور بزرگ

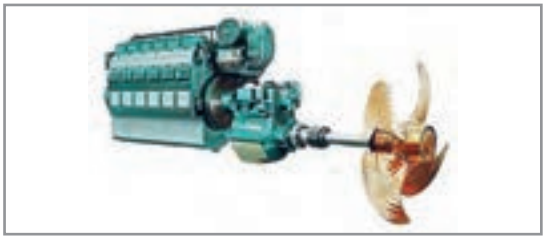
جعبه‌دنده می‌تواند بیش از یک محور خروجی داشته باشد بدین ترتیب می‌توان در هنگامی‌که شناور حرکت نمی‌کند، محور خروجی پروانه را جدا و خروجی دوم را به موتور پیش‌ران متصل کرد. با این کار می‌توان از موتور پیش‌ران برای منظورهای دیگر نیز استفاده کرد که عبارت‌اند از:

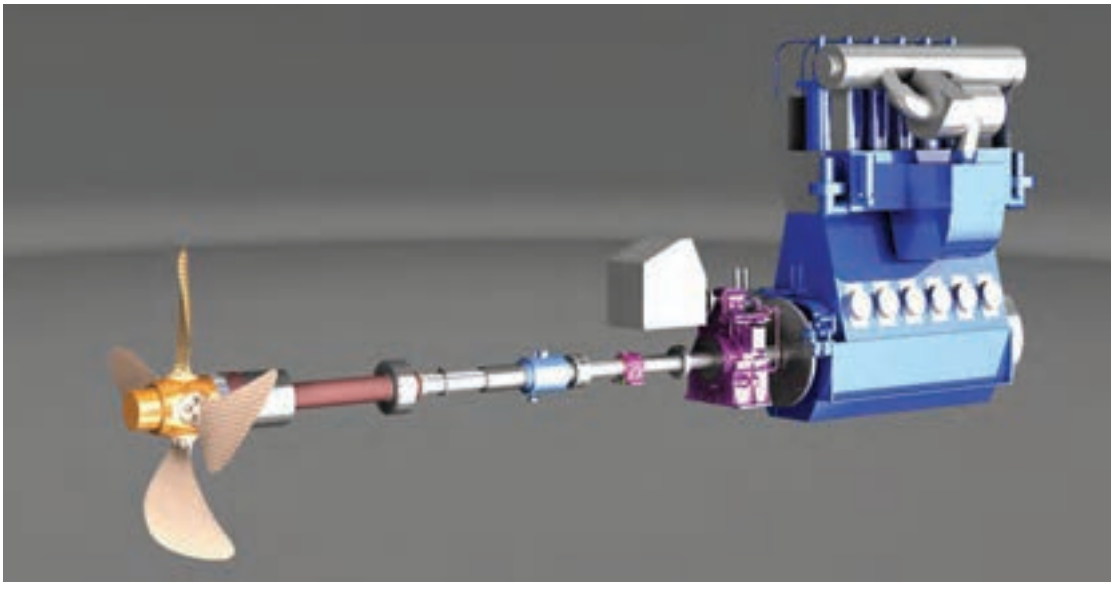
۱ اتصال به یک ژنراتور و تولید برق،

۲ اتصال به کمپرسور هوا و تولید هوای فشرده،

۳ اتصال به پمپ تخلیه محموله در تانکرهای حمل مایعات.





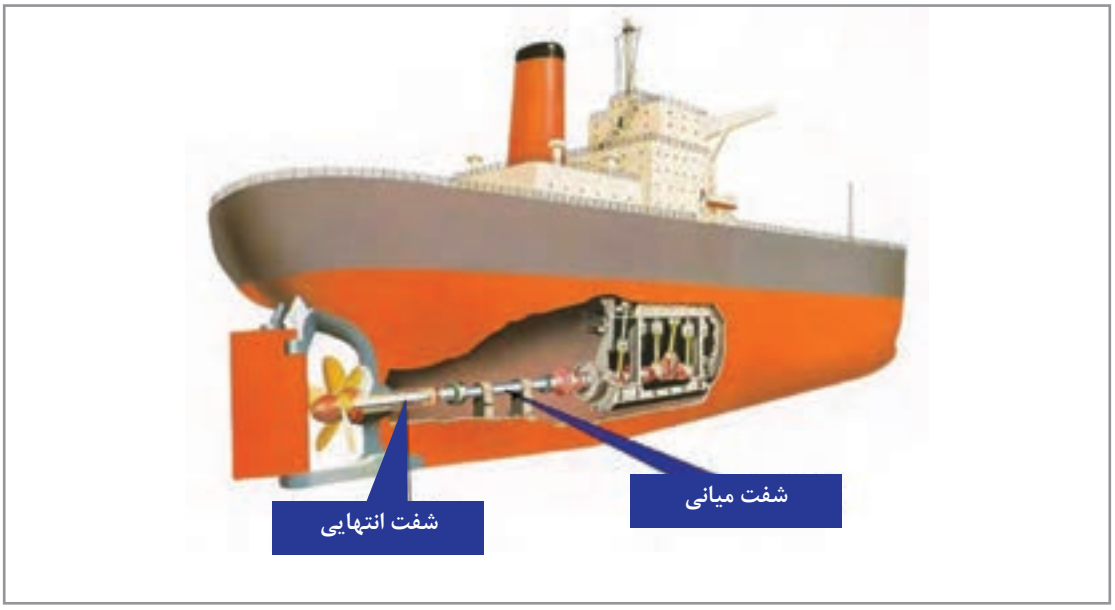


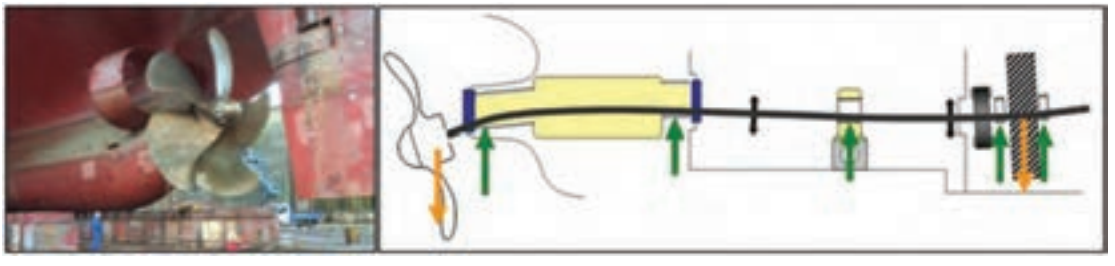
شکل ۲۷ ـ جعبه دنده با خروجی متفاوت

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.

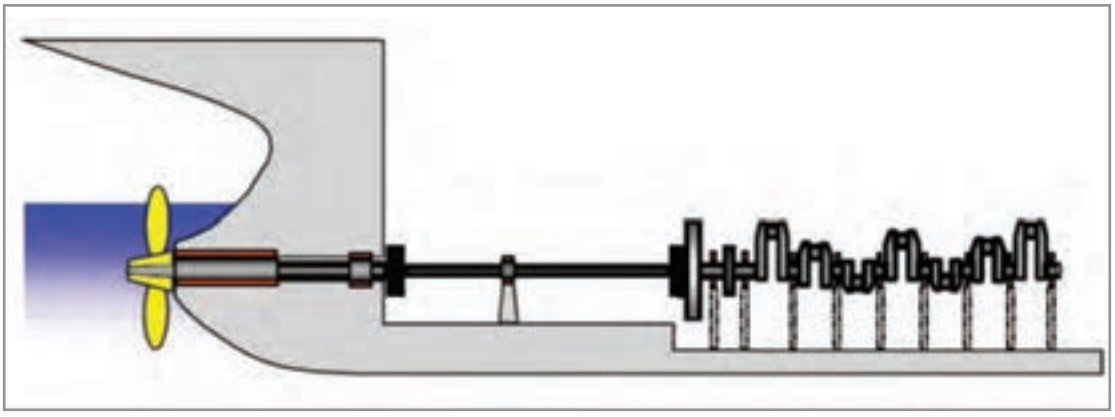
هم‌راستایی موتور و محور خروجی که به آن شفتینگ (Shafting) می‌گویند از اهمیت بسزایی برخوردار است، درصورتی‌که این کار به‌درستی انجام‌نشده باشد و یا در طول بهره‌برداری از کشتی آسیبی به آن وارد شود، مشکلاتی مثل ارتعاش بیش‌ازاندازه مجاز، آسیب به یاتاقان‌های شفت (Shaft Bearing)، آسیب به یاتاقان‌های میل‌لنگ 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

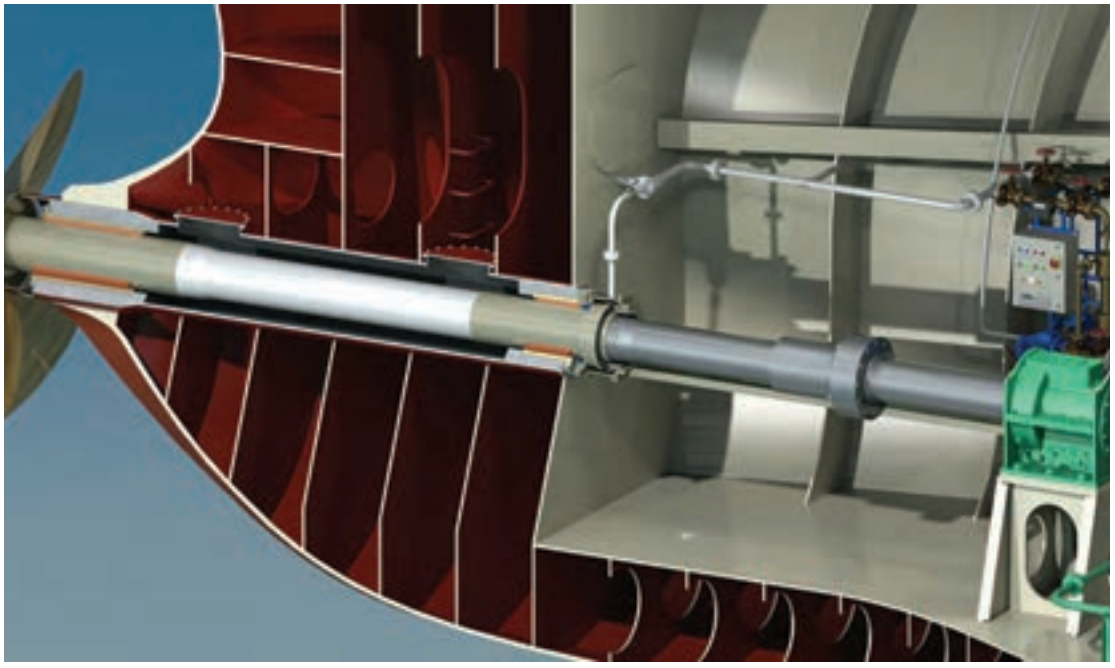
برای جلوگیری از کمانش محور شفت از یاتاقان‌های (Intermediate Shaft Bearing) استفاده می‌شود تا نیروی وزن آن را تحمل کند و همچنین بدنه کشتی، در بخش زیر موتورخانه و خروجی انتهایی، با مقاومت کافی ساخته می‌شود. پروانه نیز در منتهی‌الیه شفت قرار دارد. نحوهٔ اتصال پروانه به‌شفت به‌گونه‌ای است که در طی زمان،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

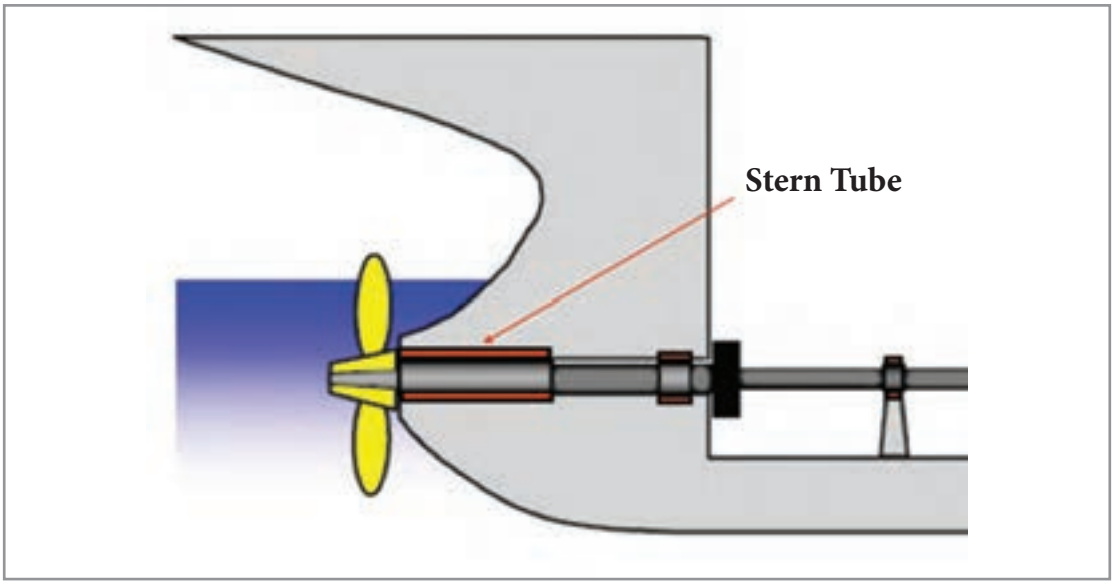


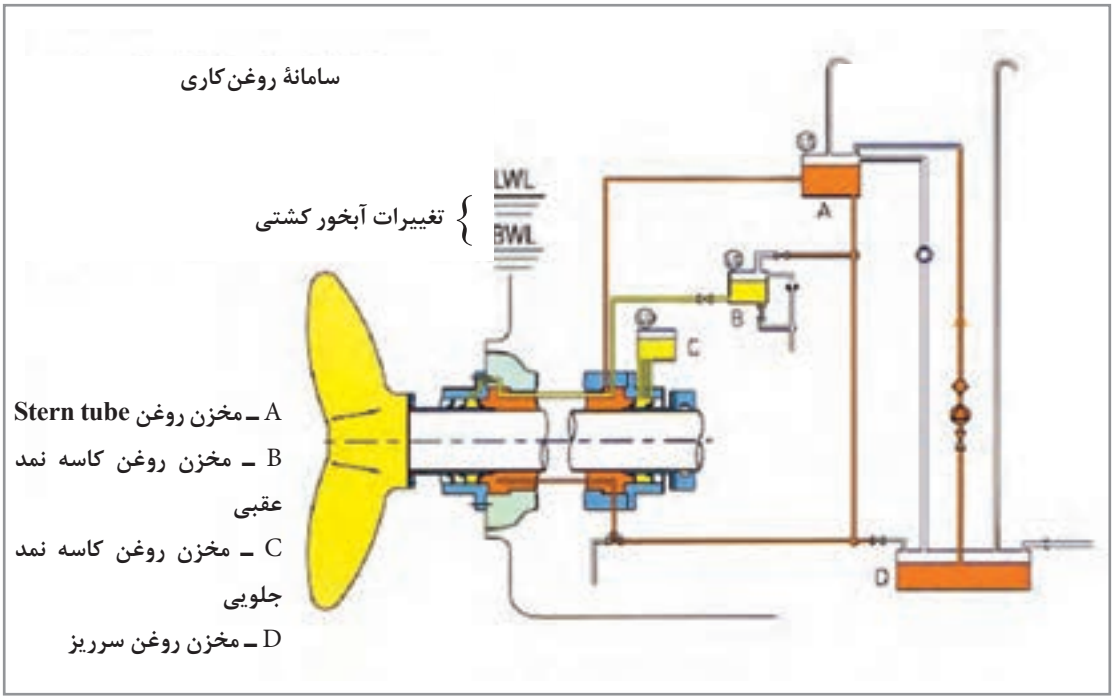
شکل۲۹ ــ فاصلهٔ لازم بین موتور و دیوارهٔ انتهایی موتورخانه جهت بیرون آوردن شفت

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.

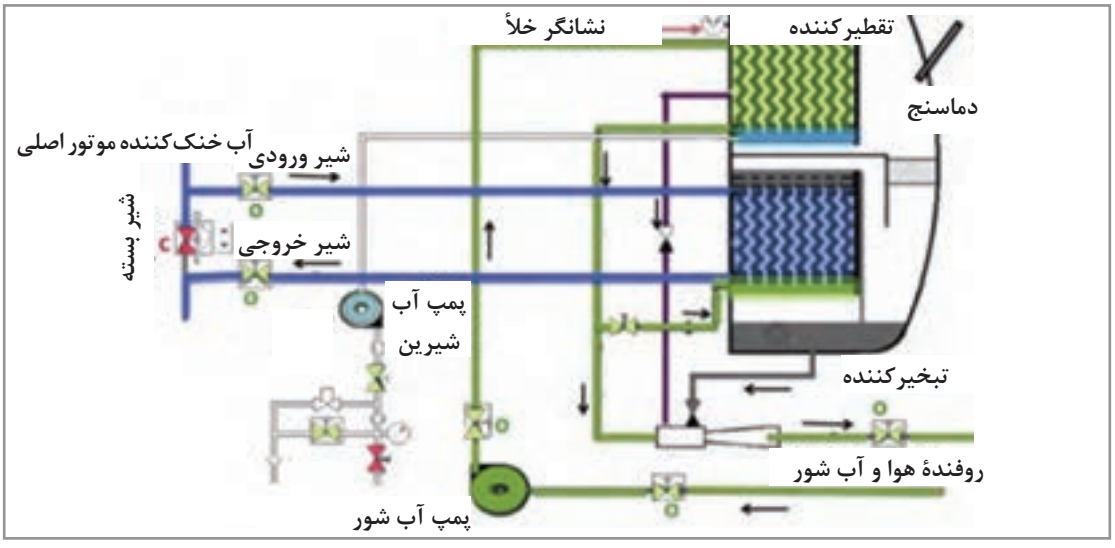
محل ذخیره و نگه‌داری مواد غذایی، یخچال‌های نسبتاً بزرگی هستند که توسط دستگاه‌های سرماساز صنعتی تا دماهای مناسب سرد شده‌اند و همچنین تانکرهایی با ظرفیت مناسب برای ذخیره آب شیرین وجود دارد ولی با این حال آب شرب توسط دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن هم تولید می‌شود تا نه‌تنها باعث کاهش هزینه‌ها گردد، بلکه اطمینان 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.

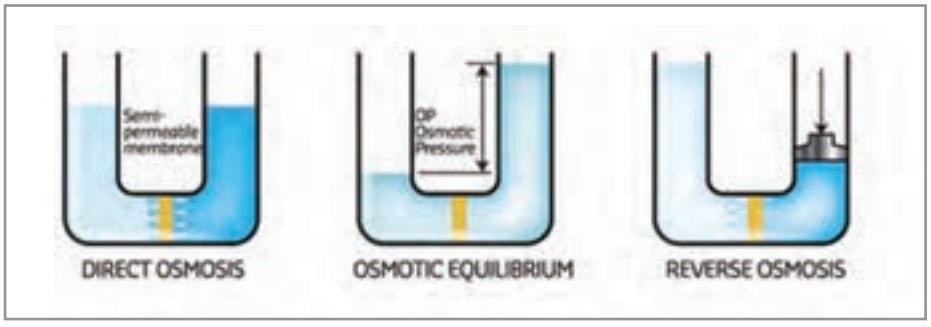


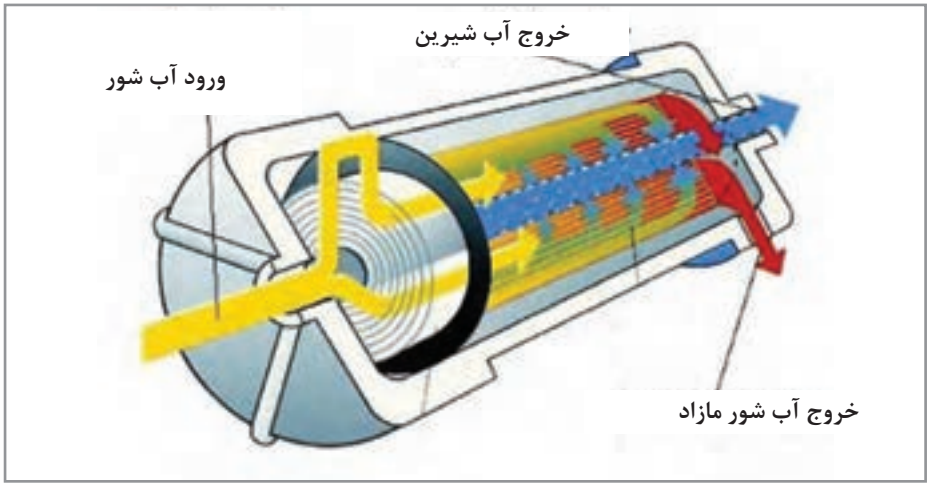
شکل ۳۱ ـ آب شیرین کن تقطیر در خلأ

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 ـ آب شیرین کن اسمز معکوس

تجهیزات مهم از منظر قوانین جلوگیری از آلودگی دریا

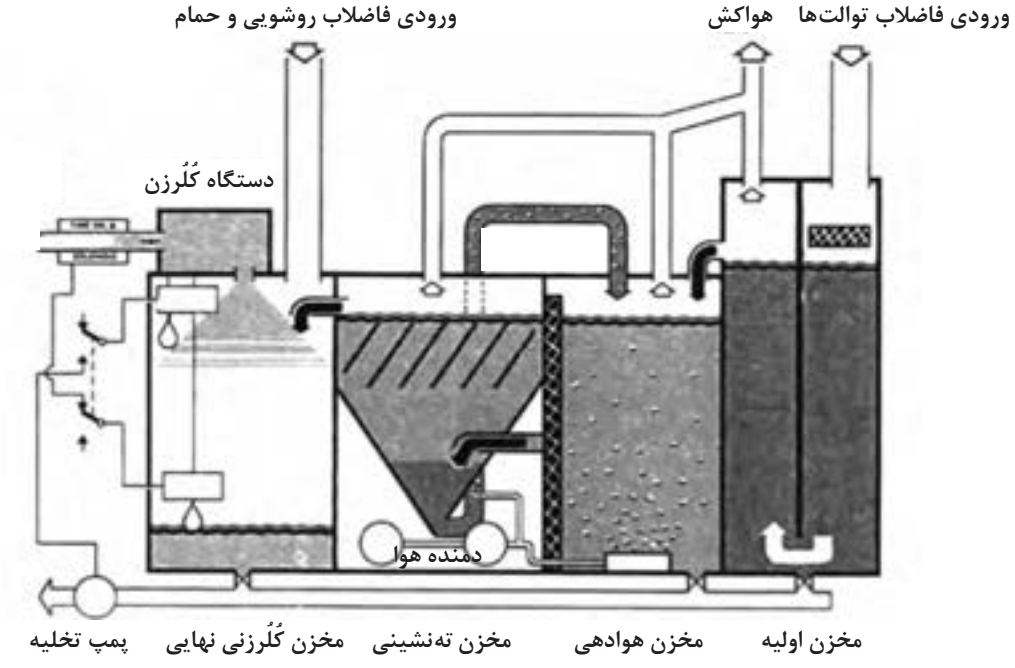
برای جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست و در اجرای قوانین مرتبط با این موضوع مانند قانون مارپل (MARPOL)، صنایع دریایی ازجمله کشتی‌ها مکلف به استفاده از تجهیزاتی هستند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

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 ۳۳ـ دستگاه استحاله فاضلاب

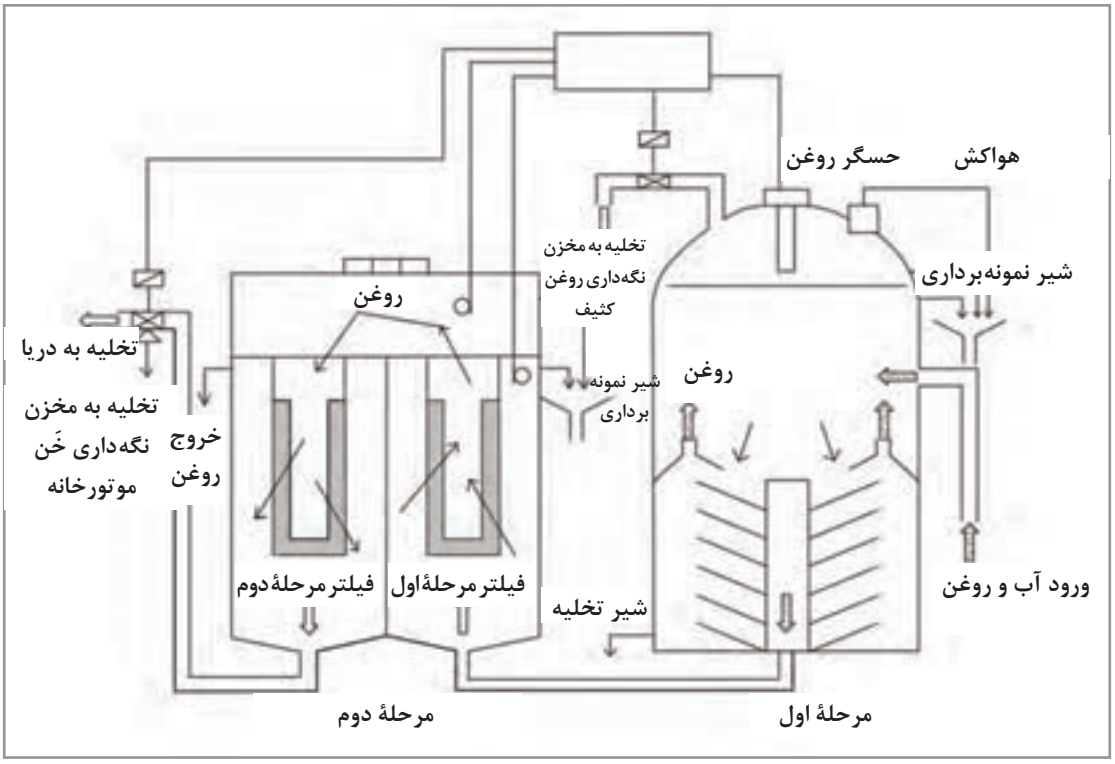
۲ دستگاه جداسازی آب از روغن (Oily Water Separator)

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.

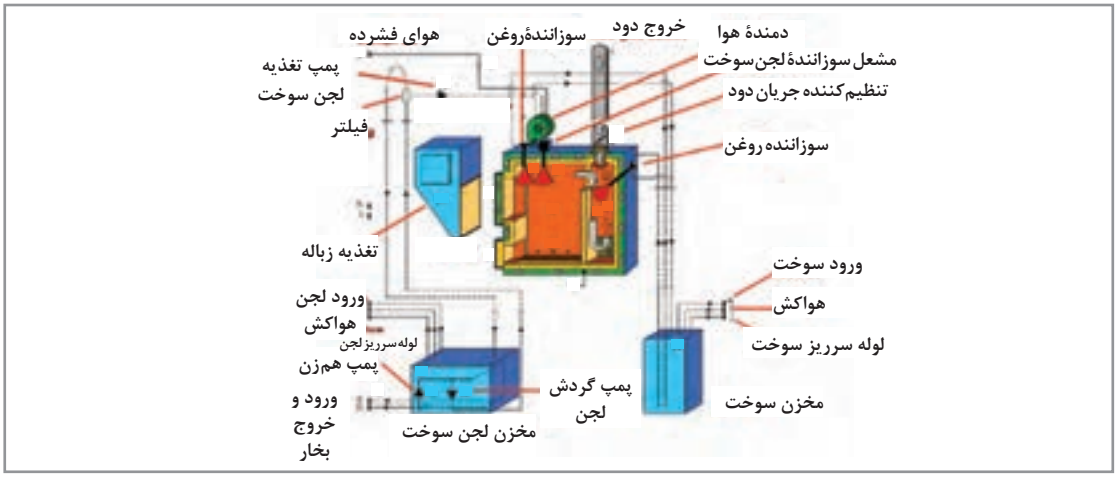
بخش کنترل وظیفه پایش صحت انجام فرایند گفته‌شده را دارد و اگر حس کند که مقدار روغن همراه آب از ۱۵ ppm بیشتر است، کار دستگاه را متوقف کرده و با ایجاد یک هشدار صوتی و بصری کارکنان مسئول را از موقعیت پیش‌آمده آگاه می‌کند.



شکل ۳۴ ـ 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 ـ 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

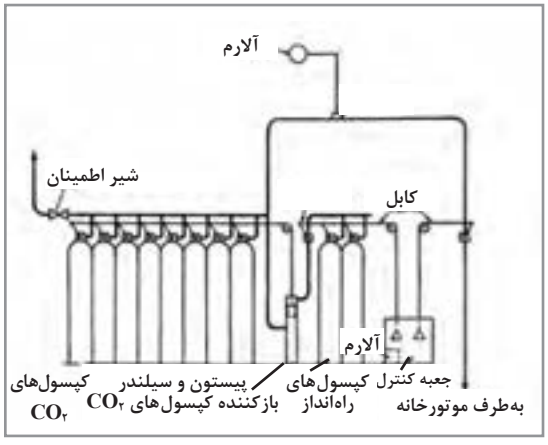
در بازدید از یک کشتی بررسی کنید که در صورت از کارافتادن سامانهٔ ارتباطی مابین پل فرماندهی و اتاق سکان، فرمان‌پذیری کشتی چگونه امکان پذیراست؟

سامانه اطفای حریق فراگیر CO_2 (Total Flooding System CO_2) 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 اعلام خطر (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 (فصل)	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.