



## پودمان ۴

### کاربری ماشین آلات



## واحد یادگیری ۴

### کاربری ماشین آلات

#### آیا تاکنون پی برده‌اید

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

#### استاندارد عملکرد

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

## سامانه‌های رانش شناورها (ships propulsion systems)

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

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



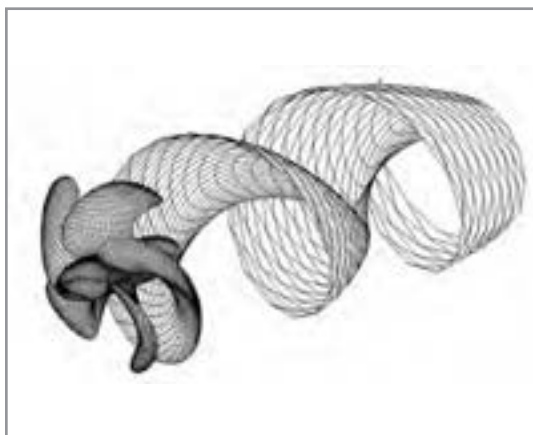
شکل ۱- استفاده از پارو به عنوان پشتیبان در هنگام از کار افتادن موتور قایق نجات

## پیش برنده‌ها (propulsor)

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

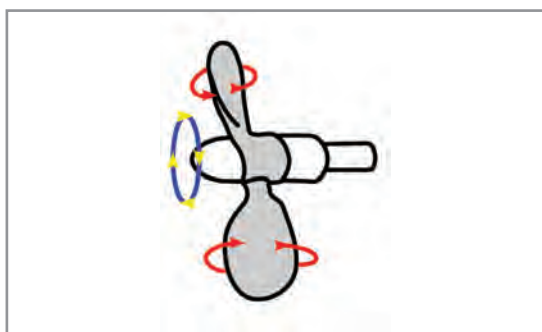
### ۱ پروانه (propeller)

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



شکل ۲- نیروی رانشی پروانه

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



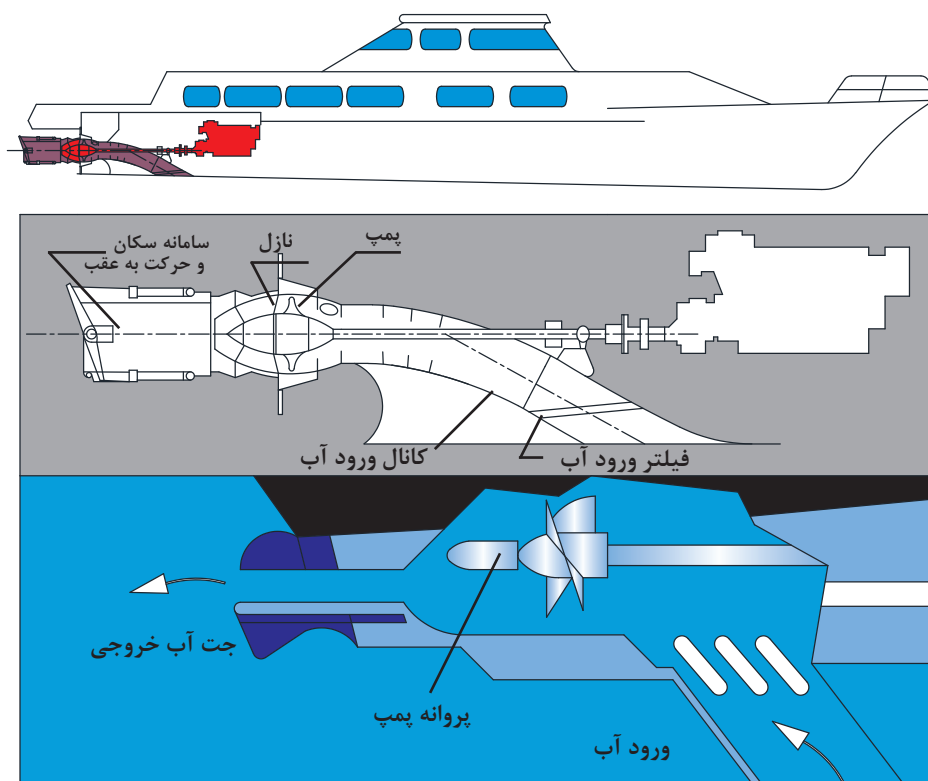
شکل ۳- پروانه گام متغیر

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

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

## ۲ واتر جت (Water Jet)

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



شکل ۴- سامانه واتر جت ورود آب



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

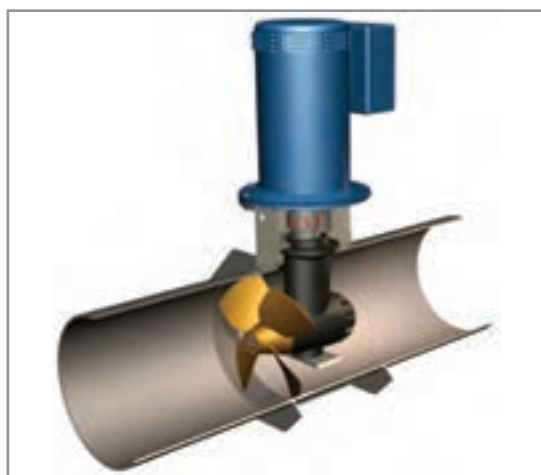
- از مزایای سامانه‌های واتر جت نسبت به پیش‌ران‌های پروانه‌ای می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
  - قدرت مانور بیشتر شناور و حرکت بهتر به‌طرفین مخصوصاً اگر بیش از یک واتر جت بر روی شناور استفاده شده باشد؛
  - لرزش و ارتعاش کمتر؛
  - قابلیت ترمزی بهتر شناور؛
  - نصب ساده‌تر و عدم نیاز به دقت خیلی زیاد مانند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

## پیش‌ران اصلی (Main Propulsion)

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

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

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



شکل ۵ - سامانه bow thruster

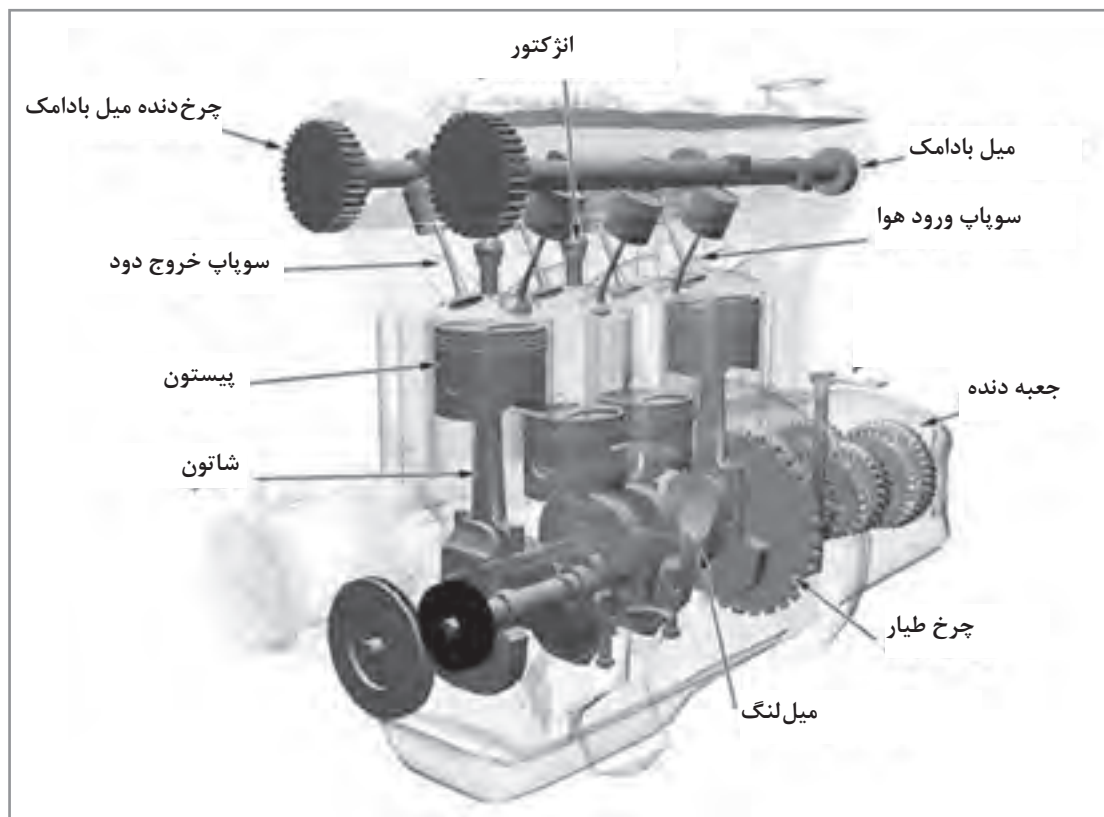


با استفاده از منابع علمی مربوطه تحقیق کنید سامانه‌های پاد (podded type propulsion) چگونه عمل می‌کنند؟

## موتورهای احتراق داخلی پیستونی

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

### ■ موتور احتراق داخلی بنزینی

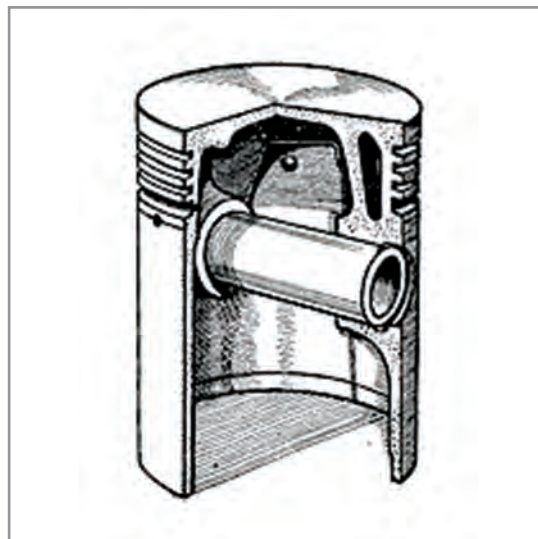


شکل ۶- موتور احتراق داخلی بنزینی

قطعات اصلی تشکیل‌دهنده این موتورها شامل موارد زیر است:

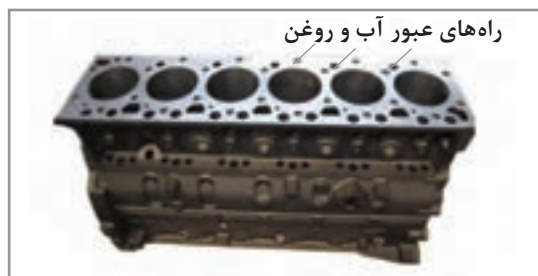
**۱ پیستون (piston):** پیستون قطعه‌ای است استوانه‌ای شکل مشابه یک لیوان که به صورت برعکس قرار گرفته به نحوی که انتهای آن رو به بالا است. پیستون در بدنه خارجی خود دارای شیارهایی است که محل قرار گرفتن قطعاتی به نام «رینگ پیستون» است و در درون خود نیز محلی جهت وصل کردن قطعه دیگری به نام «شاتون» دارد. شاتون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



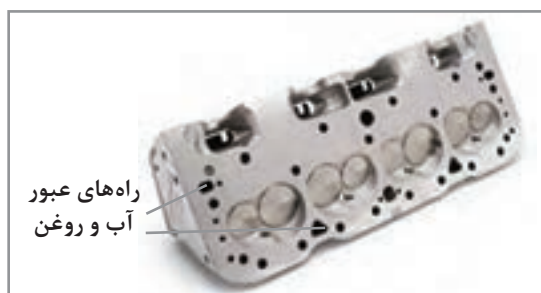


شکل ۷- پیستون به همراه گزن پین و رینگ پیستون‌ها

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



شکل ۸- بلوک سیلندر و بوش سیلندر



شکل ۹- سر سیلندر

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



شکل ۱۰- میل لنگ و شاتون

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



شکل ۱۱- میل بادامک

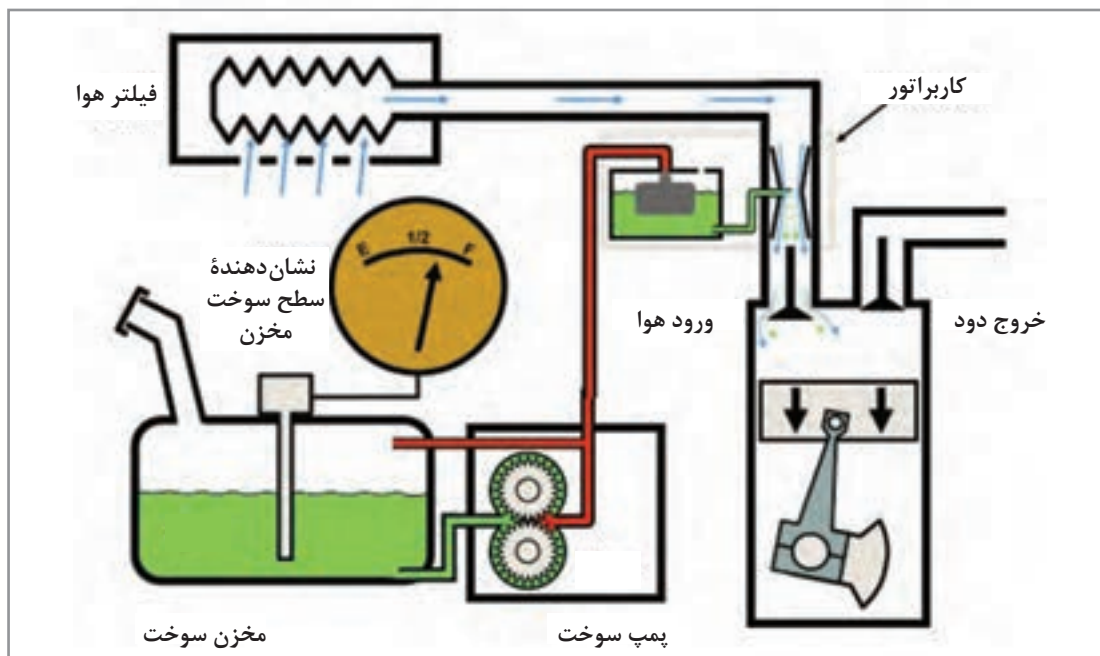
۵ میل بادامک (camshaft): این قطعه بر روی خود برجستگی‌هایی به صورت خارج از مرکز دارد که اصطلاحاً بادامک نامیده می‌شوند. میل بادامک به صورت دورانی حرکت می‌کند و این گردش را از میل لنگ می‌گیرد. واسطه این عمل، چند چرخ‌دنده و یا زنجیر است. (در برخی موتورها برای این منظور از تسمه استفاده می‌شود که در اصطلاح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



شکل ۱۲- چرخ طیار

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

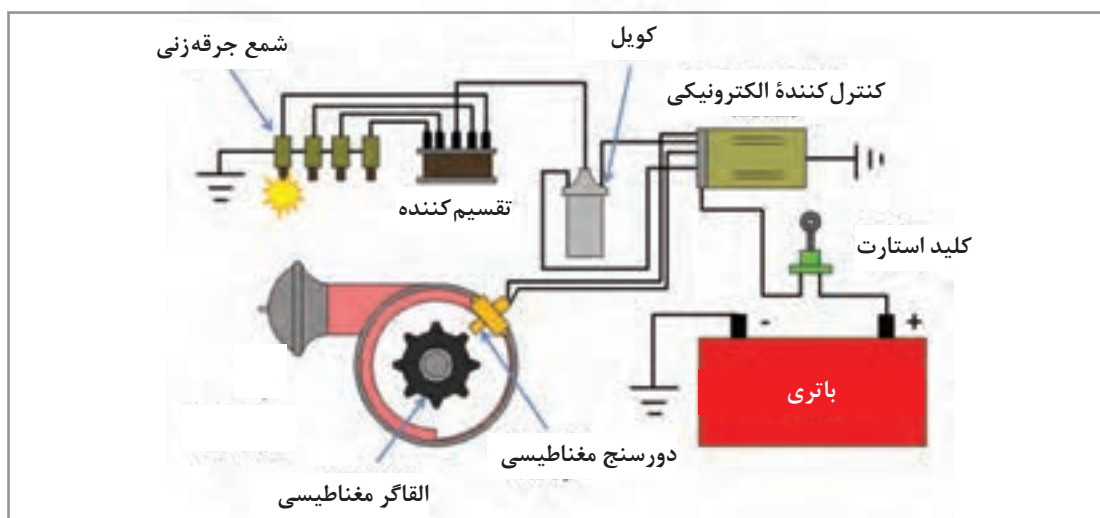
**۷ سامانه سوخت رسانی (fuel supply system):** وظیفه این سامانه مخلوط کردن هوا و بنزین با یکدیگر با درصد مناسب است. این مخلوط جهت سوختن در اختیار موتور قرار می گیرد.



شکل ۱۳- سامانه سوخت رسانی کاربراتوری

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

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



شکل ۱۴- سامانه جرقه زنی

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



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

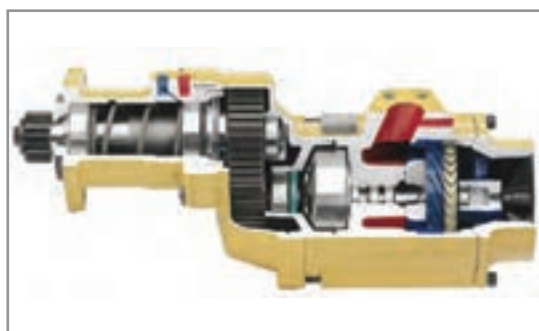
فعالیت  
کارگاهی



شکل ۱۵- چند نوع یاتاقان

## طرز کار

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



(ب)



(الف)

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

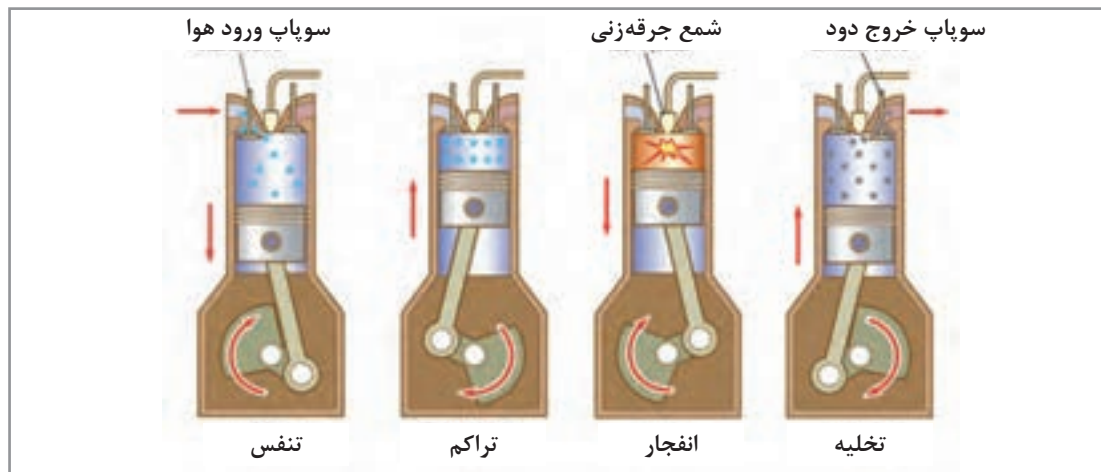
پیستون درون سیلندر از بالاترین نقطه که به آن نقطه مرگ بالا یا (TDC Top Dead Center) می‌گویند شروع به پایین آمدن می‌کند. در این لحظه میل بادامک درحالتی است که مکانیزم باز و بسته کردن سوپاپ‌ها باعث باز شدن سوپاپ ورودی هوا شده است. با این حرکت پیستون، فشار داخل سیلندر کاهش می‌یابد و متعاقب آن مخلوط هوا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

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

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

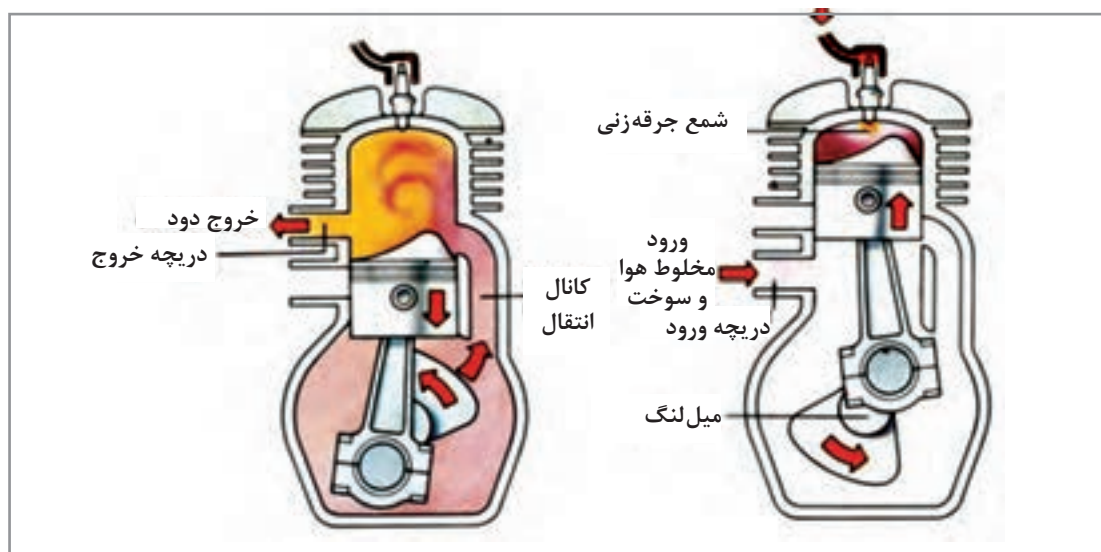


انبساط گازهای داغ تا هنگامی که پیستون به نقطه مرگ پایین برسد ادامه دارد. سپس سوپاپ خروجی دود باز شده و گازهای محصول انفجار، از طریق سوپاپ دود و لوله‌های متصل به آن به خارج از سیلندر فرار می‌کنند که حرکت رو به بالای پیستون نیز به این



شکل ۱۷- موتور ۴ زمانه

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



شکل ۱۸- موتور دو زمانه



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

- ۱ چه وسیله‌ای باعث گردش آب خنک کننده در درون موتور می‌شود؟
- ۲ چه وسیله‌ای باعث گردش روغن در درون موتور می‌شود؟
- ۳ آیا سیالات گفته شده خود نیاز به خنک کننده دارند؟

شکل ۱۹- مقطع برش خورده از یک موتور چهار زمانه

## موتورهای احتراق داخلی دیزلی

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



شکل ۲۰ - سامانه تزریق سوخت

بقیه مراحل مشابه موتور بنزینی بوده و قطعات نیز یکسان هستند. در دریا، کاربرد موتورهای دیزلی بسیار فراگیرتر است و استفاده از موتورهای بنزینی معمولاً محدود به قایق‌های کوچک و پرسرعت است. دلایل اصلی این امر شامل موارد زیر است:

- موتورهای دیزلی قابلیت سوزاندن سوخت‌های باکیفیت و قیمتی کمتر از بنزین را دارا هستند و این یعنی کاهش هزینه‌های عملیاتی؛
- موتورهای دیزلی نسبت به موتورهای بنزینی دارای بازده بیشتری هستند؛
- در دورهای پایین‌تر نسبت به موتورهای بنزینی گشتاور بیشتری را تولید می‌کنند؛
- نگهداری و ذخیره سوخت‌های دیزلی بسیار کم‌خطرتر از بنزین است که این مطلب از نقطه نظر ایمنی در دریا حائز اهمیت است.

## توربین بخار



شکل ۲۱- توربین بخار به همراه جعبه دنده

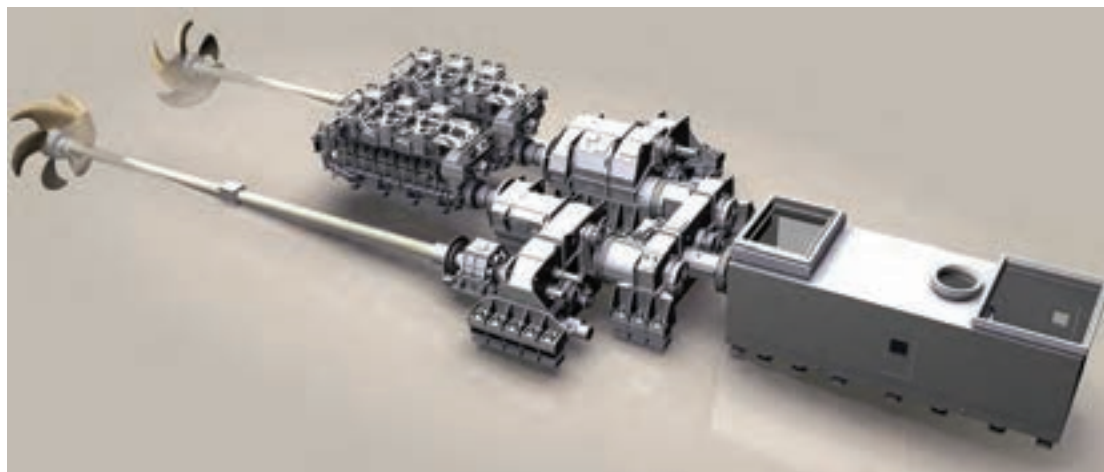
توربین بخار شامل یک محور است که تعداد زیادی پره به‌طور شعاعی به آن متصل می‌شود. این مجموعه درون یک بدنه قرار دارد و محور با داشتن یاتاقان‌هایی می‌تواند آزادانه به‌دور خود گردش کند. بخار تولیدشده توسط دیگ بخار، با فشار وارد توربین شده و در برخورد با پره‌ها باعث به گردش درآمدن محور می‌شود و به‌این‌ترتیب، انرژی گرمایی بخار تبدیل به حرکت دورانی می‌گردد. توربین‌های بخار در دو نوع کلی توربین ضربه‌ای و توربین عکس‌العملی وجود دارند. به‌واسطه هزینه زیاد تولید بخار و گران بودن تجهیزات آن، استفاده از توربین بخار در مقایسه با موتورهای

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

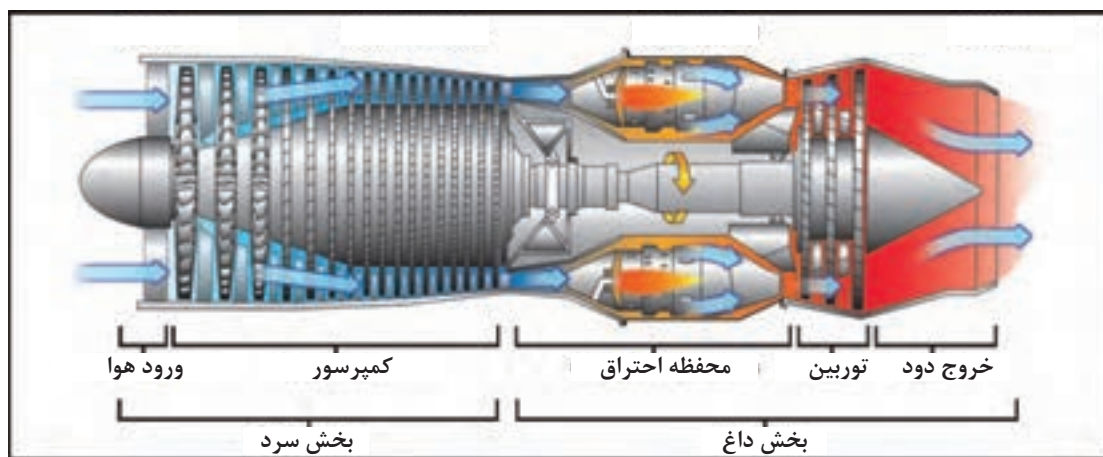
## توربین گاز

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





(الف)



(ب)

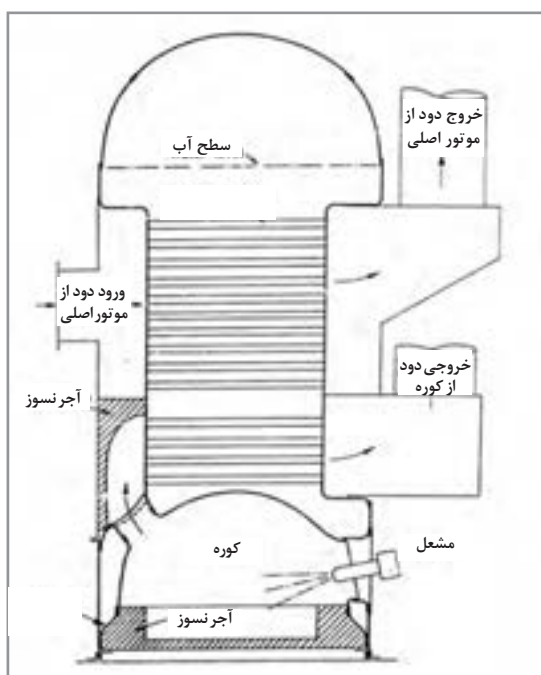
شکل ۲۲- توربین گاز به همراه موتور دیزل (الف) نمای برش خورده توربین گاز (ب)

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

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

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

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

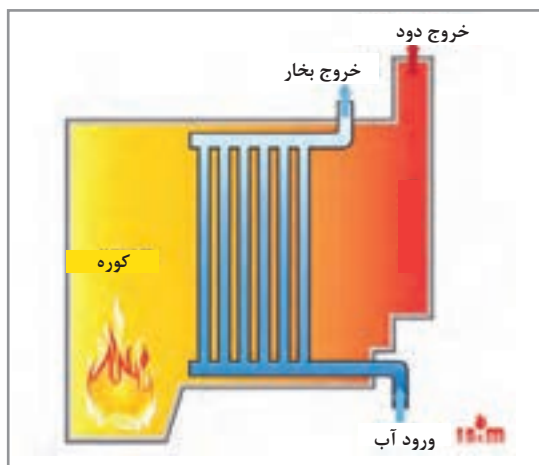


شکل ۲۳- دیگ بخار ترکیبی لوله آتشی و لوله دودی

اساساً دیگ بخار از یک محفظه بسته تشکیل شده است که آب درون آن توسط یک مشعل و یا منبع دیگری از حرارت (مثلاً دود خروجی از 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 ایجاد شده توسط مشعل (لوله آتشی) و یا دود ناشی از موتور دیزلی (لوله دودی) از درون لوله‌ها عبور کرده و گرمای خود را از طریق جداره این لوله‌ها به آب منتقل می‌کند، در نتیجه آب تبخیر شده و بخار حاصله در بالای دیگ بخار جمع می‌شود و از آنجا توسط لوله خروجی بخار به طرف مصرف‌کننده می‌رود.



شکل ۲۴- دیگ بخار لوله آبی

#### دیگ‌های لوله آبی (Water Tube Boiler):

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

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

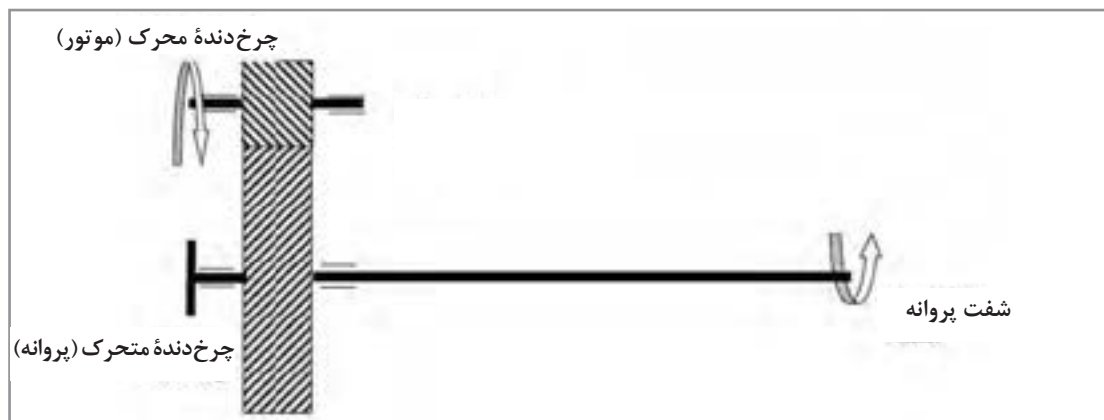
تحقیق کنید



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

## سامانه انتقال قدرت (جعبه دنده)

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



شکل ۲۵- جعبه دنده

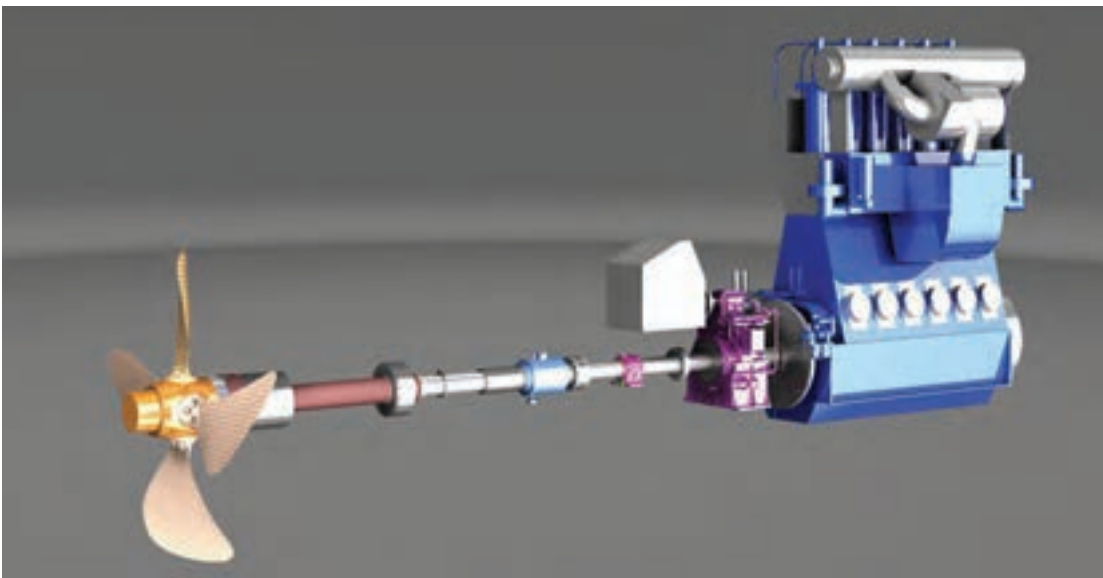
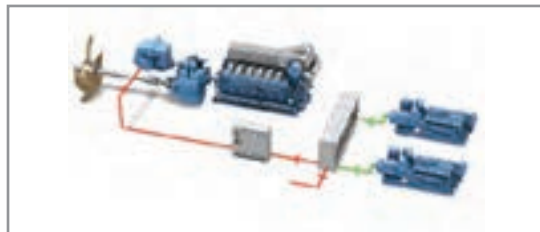
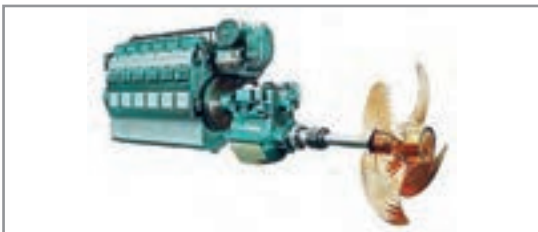


با اضافه کردن یک چرخ‌دنده می‌توان دور پروانه را معکوس کرد که در این صورت بدون تغییر جهت گردش موتور، حرکت رو به عقب شناور امکان‌پذیر می‌گردد.

شکل ۲۶ - جعبه دنده یک شناور بزرگ

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

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

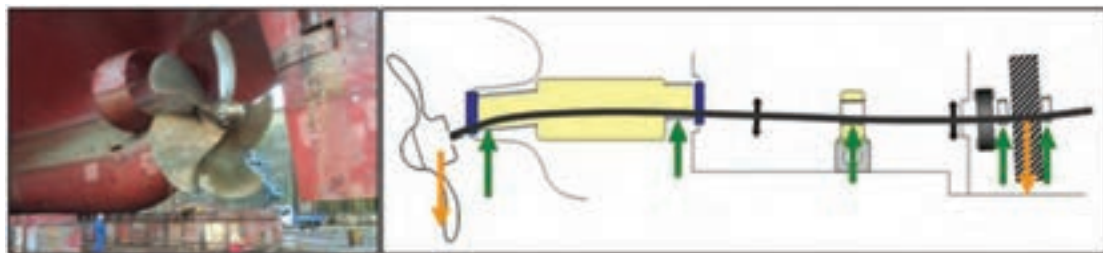
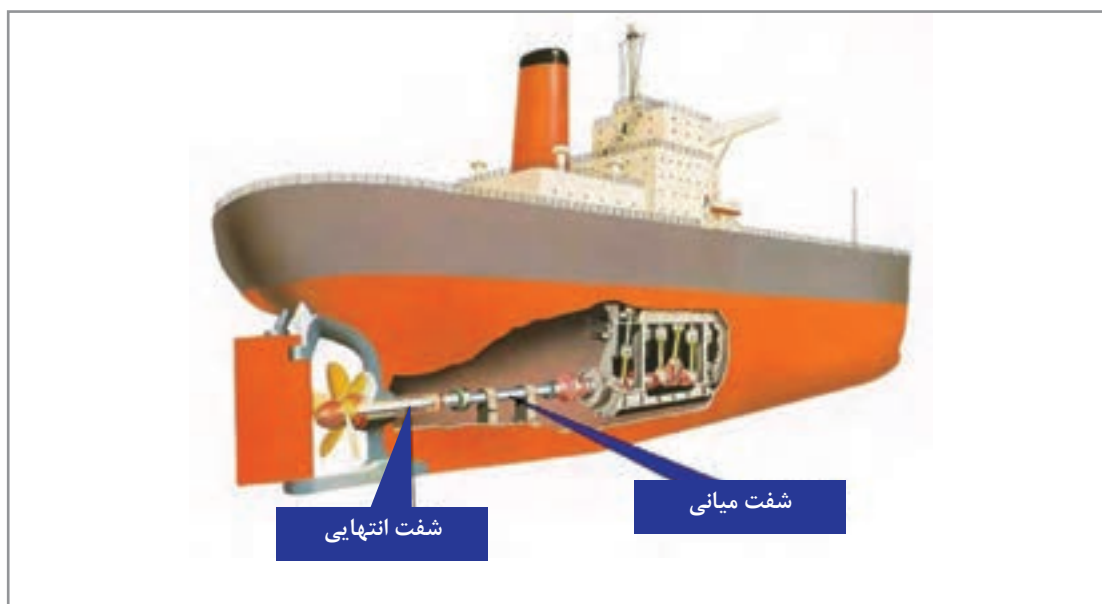


شکل ۲۷ - جعبه دنده با خروجی متفاوت

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

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

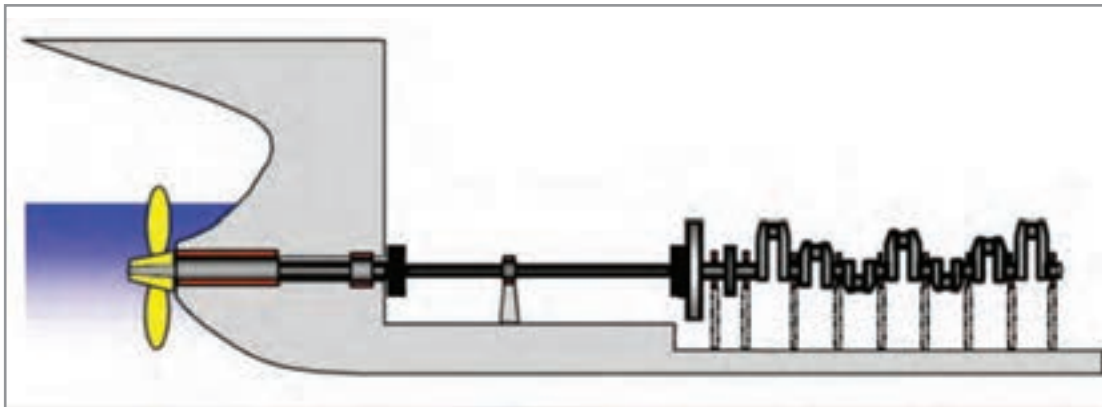
هم‌راستایی موتور و محور خروجی که به آن شفتینگ (Shafting) می‌گویند از اهمیت بسزایی برخوردار است، در صورتی که این کار به درستی انجام نشده باشد و یا در طول بهره‌برداری از کشتی آسیبی به آن وارد شود، مشکلاتی مثل ارتعاش بیش از اندازه مجاز، آسیب به یاتاقان‌های شفت (Shaft Bearing)، آسیب به یاتاقان‌های میل لنگ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



شکل ۲۸- شفتینگ

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

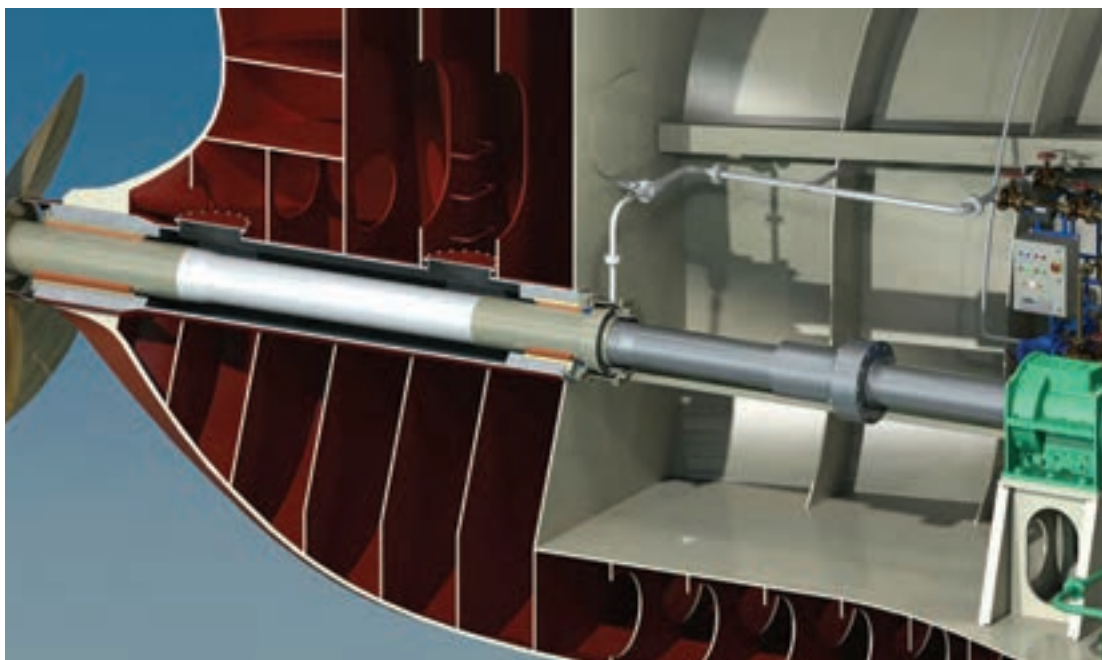


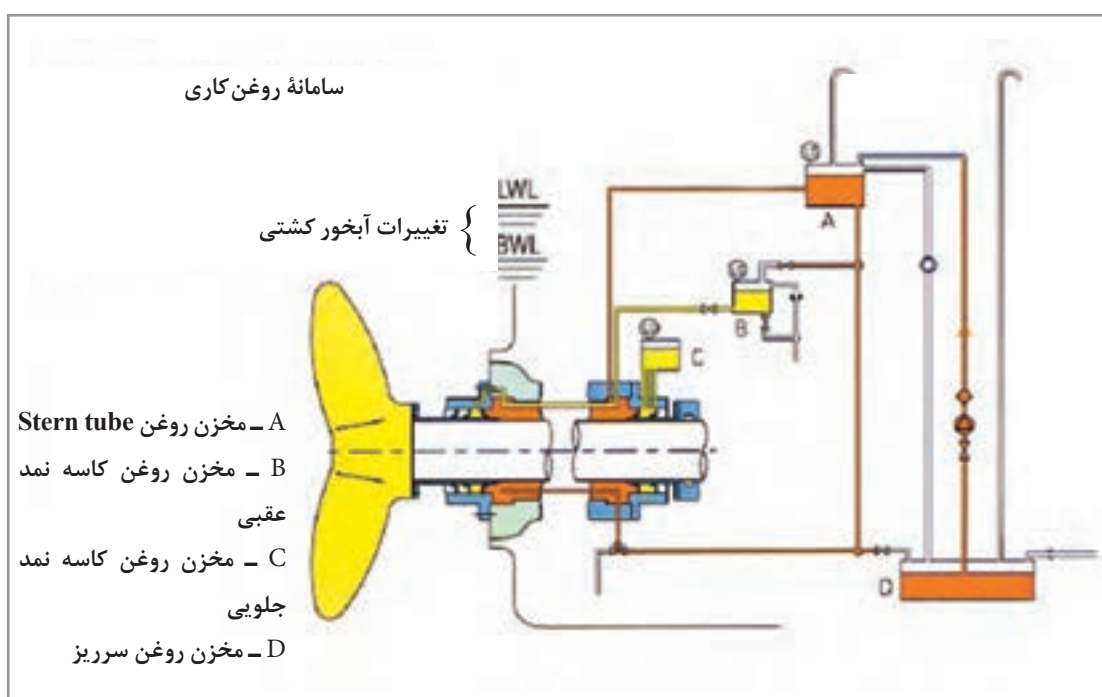
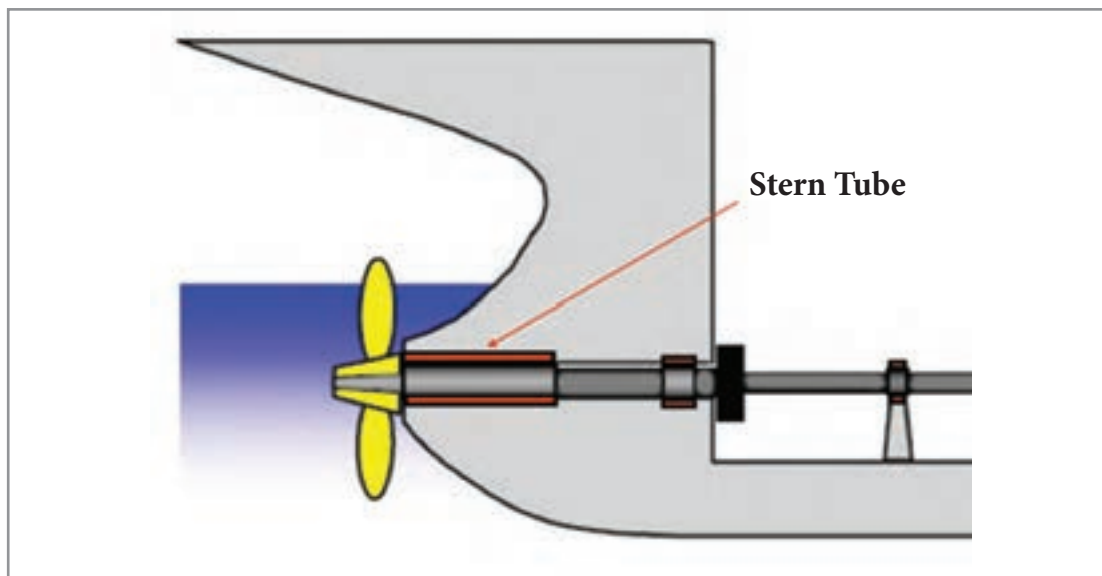


شکل ۲۹ - فاصله لازم بین موتور و دیواره انتهایی موتورخانه جهت بیرون آوردن شفت

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

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





شکل ۳۰ - نمای stern tube و سامانه روغن کاری آن

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

کار در کلاس



### سامانه‌های فرعی موتورخانه

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

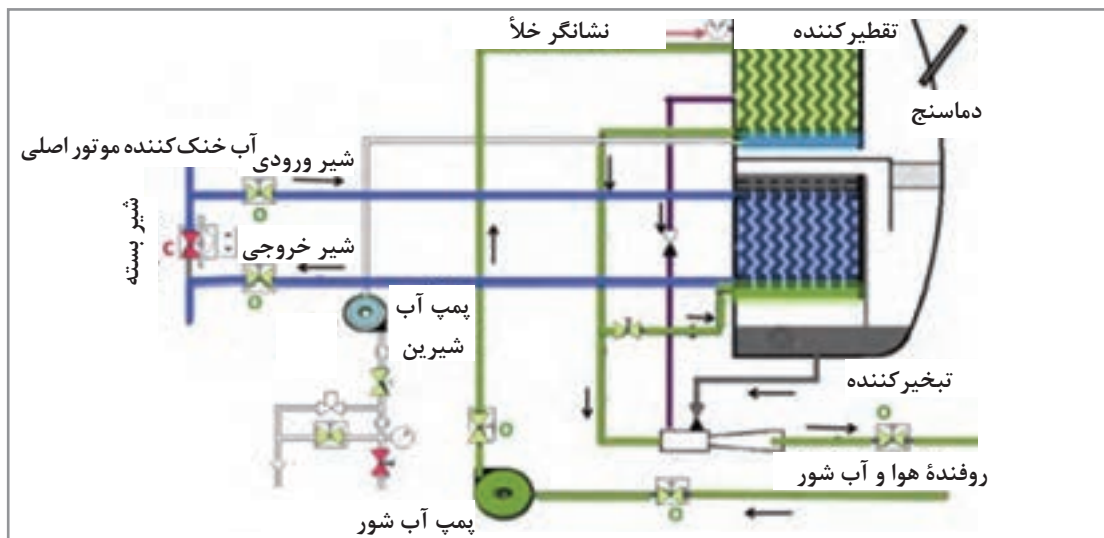
محل ذخیره و نگهداری مواد غذایی، یخچال‌های نسبتاً بزرگی هستند که توسط دستگاه‌های سرماساز صنعتی تا دماهای مناسب سرد شده‌اند و همچنین تانکرهایی با ظرفیت مناسب برای ذخیره آب شیرین وجود دارد ولی با این حال آب شرب توسط دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن هم تولید می‌شود تا نه تنها باعث کاهش هزینه‌ها گردد، بلکه اطمینان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

پرکاربردترین آب‌شیرین‌کن‌های دریایی به دو روش زیر کار می‌کنند:

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

روش کار به این ترتیب است که ابتدا توسط پمپ و یا روفنده هوا (Air ejector)، هوای درون محفظه تخلیه و یک خلأ نسبی در آن به وجود می‌آورند، سپس آب شور را به مقدار اندازه‌گیری شده‌ای وارد قسمت تبخیرکننده (Evaporator) می‌نمایند، جایی که آب در تماس با سطوحی است که باعث گرم شدن آن می‌شود. به دلیل کاهش فشار درون محفظه، آب در دمایی پایین‌تر از  $100^{\circ}\text{C}$  به جوش می‌آید و این به معنی صرف انرژی کمتر برای تولید آب شیرین و کاهش هزینه‌هاست. معمولاً برای حرارت دادن آب شور، از گرمای آب خنک‌کننده موتور اصلی و یا گرمای ناشی از توربین‌های بخار یا گاز استفاده می‌کنند. برخی از آب‌شیرین‌کن‌ها هم‌زمان می‌توانند از بخار تولیدی توسط دیگ بخار نیز برای تولید آب شیرین استفاده کنند.

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



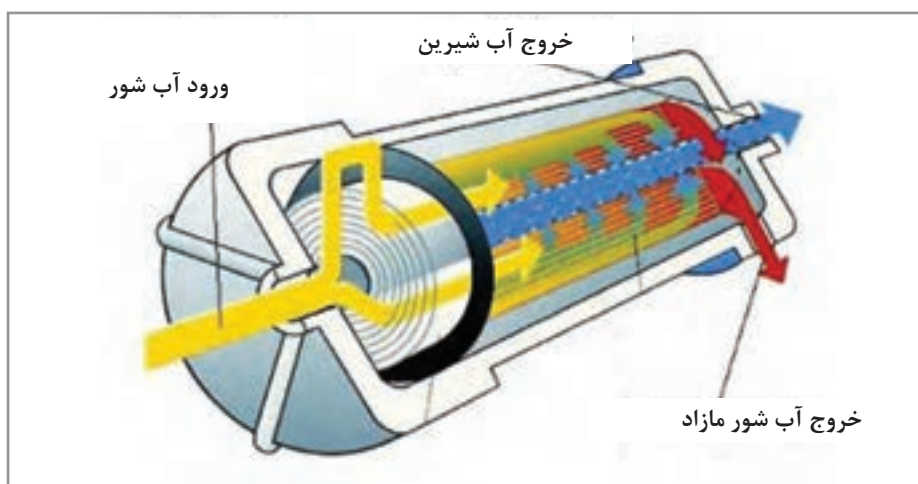
شکل ۳۱ - آب شیرین کن تقطیر در خلأ



۲ **اسمز معکوس (Reverse Osmosis):** اسمز به فرایندی گفته می‌شود که در آن، دو محلول غلیظ و رقیق طوری در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند که در بین آنها یک غشای نیمه‌تراوا (Semipermeable Membrane) حایل شود. در این هنگام مقداری مایع رقیق از غشای نیمه‌تراوا عبور کرده و به سمت مایع غلیظ می‌رود و باعث می‌شود آن مایع نیز رقیق شود. این عمل تا جایی ادامه پیدا می‌کند که غلظت هر دو مایع یکسان شود. در این حالت، در طرفی که مایع غلیظ وجود دارد فشار افزایش یافته و به حد تعادل می‌رسد که این فشار را «فشار اسمزی» می‌نامند. حال اگر 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، آب شور دریا را توسط پمپ با فشار زیاد وارد فیلترهای نیمه‌تراوا می‌کنند و این عمل باعث تراوش آب شیرین از دیواره فیلترها می‌شود. باقیمانده آب درون فیلتر که اکنون غلظت آن افزایش یافته دوباره به دریا برگردانده می‌شود.

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



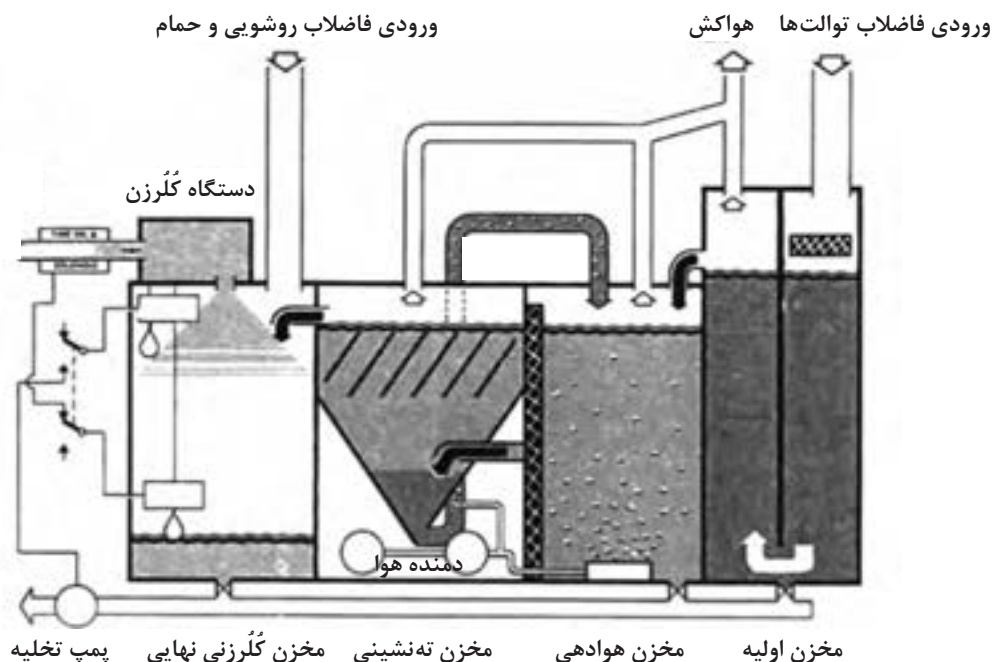
شکل ۳۲- آب شیرین‌کن اسمز معکوس

## تجهیزات مهم از منظر قوانین جلوگیری از آلودگی دریا

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

### ۱. دستگاه تصفیه فاضلاب (Sewage Treatment Plant)

وظیفه این دستگاه ها تصفیه فاضلاب تولید شده با منشأ انسانی و یا حیوانی در دریاست. تأسیسات ثابت دریایی و کشتی ها از جمله کشتی های حمل حیوانات زنده از دستگاه تصفیه فاضلاب به جهت استحاله مواد زائد و تبدیل آن به پسماندی بی خطر برای محیط زیست استفاده می کنند. نوعی از این دستگاه ها به روش زیستی عمل می کنند، به این ترتیب که فاضلاب توالت ها به محفظه اولیه دستگاه وارد می شود. در این مرحله، فضولات انسانی توسط موجودات میکروسکوپی که از اکسیژن تنفس می کنند تجزیه می شوند. اکسیژن مورد نیاز این فرایند توسط کمپرسور هوا به درون دستگاه دمیده می شود، سپس فضولات به مرحله دوم دستگاه وارد می شوند، جایی که مواد معلق و جامد باقیمانده ته نشین شده و آب به تنهایی به مرحله سوم دستگاه فرستاده می شود. در مرحله سوم با اضافه کردن مواد گندزدا، تمامی میکروب ها و باکتری های موجود در آب از بین می روند و در نهایت آبی که برای محیط زیست خطری ندارد توسط پمپ، در دریا تخلیه می گردد. لجن باقیمانده در انتهای مرحله دوم دستگاه باید هر از چندگاهی تخلیه و یا سوزانده شود و یا به مراکز مجاز در خشکی تحویل گردد.



شکل ۳۳- دستگاه استحاله فاضلاب

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

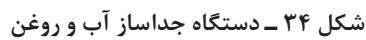
در صنایع دریایی برای خنک کردن ماشین آلات و یا شست و شوی آنها، همواره مقداری آب دریا و یا آب شیرین مورد استفاده قرار می گیرد و همیشه امکان آلودگی این آب توسط روغن و مواد سوختی وجود دارد. اگرچه هم از طرف طراحان ماشین آلات و هم از طرف کارکنان بهره بردار نهایت تلاش در جهت کاهش این امر صورت می گیرد، اما اگر به هر علتی مقداری آب با روغن آلوده شود، قوانین اجازه تخلیه این آب به دریا را نمی دهند.

معمول ترین دستگاه های جداساز آب از روغن به این ترتیب عمل می کند که آب آلوده، توسط پمپ به داخل دستگاه رفته و در صورت نیاز مقداری گرم می شود. در اثر اختلاف وزن حجمی آب و روغن، روغن که سبک تر است به سطح آب آمده و آب که سنگین تر است در پایین قرار می گیرد.

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

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





٣

شکل ۳۵ - دستگاه سوزاننده ضایعات

#### ۴ دستگاه سکان (Steering Gear)

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

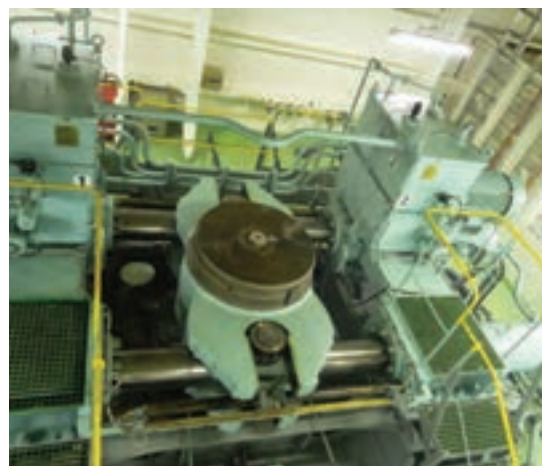
به جز قایق ها و شناورهای کوچک که تیغه سکان مستقیماً توسط نیروی ماهیچه ای انسان به گردش درمی آید، سایر شناورها نیروی زیادتری برای حرکت سکان نیاز دارند. به همین دلیل از سامانه های هیدرولیکی برای این کار استفاده می کنند.

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



شکل ۳۶- دستگاه سکان

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



شکل ۳۷- تجهیزات اتاق سکان

تحقیق کنید



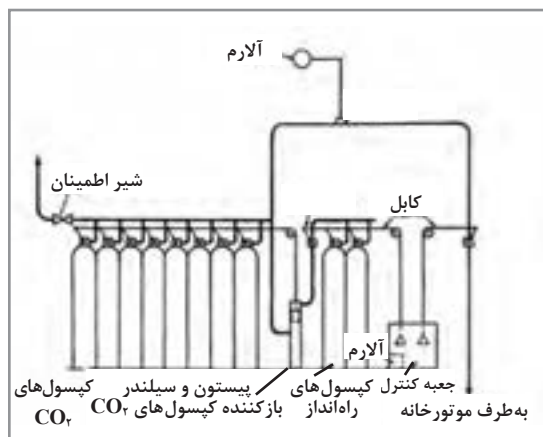
در بازدید از یک کشتی بررسی کنید که در صورت از کارافتادن سامانه ارتباطی مابین پل فرماندهی و اتاق سکان، فرمان پذیری کشتی چگونه امکان پذیراست؟



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

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

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



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

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

## انتقال فرامین تلگراف

در کشتی‌ها و زیردریایی‌های بزرگ، افسران عرشه وظیفه هدایت و راهبری و افسران موتورخانه وظیفه کنترل ماشین‌آلات را برعهده دارند. به دلیل بُعد مسافت بین محل پل فرماندهی و موتورخانه لازم است یک سامانه ارتباطی بین افسران عرشه و مهندسین موتورخانه وجود داشته باشد تا کشتی بتواند به صورت ایمن به حرکت درآید. این وسیله که در کشتی‌ها به نام تلگراف (Engine Order Telegraph) شناخته می‌شود، وسیله انتقال فرمان‌های درخواست سرعت موردنیاز موتور از پل فرماندهی به موتورخانه و بالعکس است.

تلگراف در محل پل فرماندهی (Bridge)، اتاق کنترل موتورخانه (Engine Control Room) و محل کنترل اضطراری موتور اصلی (Emergency Stand) قرار دارد. با حرکت دادن دسته واقع بر روی تلگراف از هر یک از مکان‌های ذکرشده (مثلاً با حرکت دسته تلگراف از پل فرماندهی)، نشانگر هر دو تلگراف دیگر نیز حرکت می‌کند و بر روی همان مکانی می‌ایستد که تلگراف پل فرماندهی قرار داده شده است. با این عمل یک زنگ به صدا درمی‌آید و مهندسین را از سرعت موردنیاز پل فرماندهی آگاه می‌کند. با حرکت دادن دسته تلگراف توسط مهندسین به سمت محل مورد تقاضای پل فرماندهی، صدای زنگ قطع می‌شود و این به معنی تأیید و آگاهی درخواست سرعت توسط مهندس مسئول در موتورخانه است.



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

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

DEAD SLOW ASTERN
SLOW ASTERN
HALF ASTERN
FULL ASTERN

FULL AHEAD
HALF AHEAD
SLOW AHEAD
DEAD SLOW AHEAD
STOP

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

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

### سامانه اعلام خطر (Alarming System)

سامانه‌هایی که در این 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 ذکر از آنها نیامده است) همگی باید وظایف خود را به درستی انجام دهند، در غیراین صورت بخشی و یا کل شناور (و یا تأسیسات) دچار مشکل می‌شود. بسته به اهمیت دستگاه و یا سامانه، کلیه وسایل به هشداردهنده‌هایی مجهز شده‌اند تا در صورت پیش آمدن مشکلی بر سر راه خود، کارکنان موتورخانه و حتی در مواردی کارکنان عرشه و یا کل کشتی را از وقوع آن مشکل مطلع نمایند.

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

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

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



شکل ۴۰ - سامانه 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 ماشین‌آلات کشتی	بالاتر از حد انتظار	۱- انواع متفاوت سامانه‌های پیش‌ران را بشناسد. ۲- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند. ۳- سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد. ۴- سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد. ۵- فرامین تلگراف را بداند. *هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱- انواع متفاوت سامانه‌های پیش‌ران را بشناسد. ۲- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند. ۳- سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد. ۴- سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد. ۵- فرامین تلگراف را بداند. *هنرجو توانایی انجام سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	۱- انواع متفاوت سامانه‌های پیش‌ران را بشناسد. ۲- طرز کار موتورهای احتراق داخلی پیستونی را بداند. ۳- سامانه‌های جلوگیری از آلودگی آب دریا را بشناسد. ۴- سامانه مقابله با آتش‌سوزی‌های گسترده را بشناسد. ۵- فرامین تلگراف را بداند. *هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

## ارزشیابی شایستگی کاربری ماشین آلات

### ۱ شرح کار:

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

### ۲ استاندارد عملکرد:

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

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

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

### ۴ معیار شایستگی:

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

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