

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# نگهداری و تعمیر وسایل و دستگاه‌های کمک ناوبری

رشته الکترونیک و مخابرات دریایی

گروه تحصیلی برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: نگهداری و تعمیر وسایل و دستگاه‌های کمک ناوبری - ۲۱۲۲۸۲
- 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: محمدرضا پالوج، مصطفی ربیعی، علی سلیمان اوغلی، غلامرضا ناطقیان (اعضای شورای برنامه‌ریزی و تألیف) - محمد علی پارسی پور (ویراستار ادبی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) - خدیجه محمدی (صفحه‌آرا) - صبا کاظمی‌دوانی (طراح جلد)
- نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
- تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۹۲۶۶-۸۸۳۰، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)
- تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۷

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



ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

۱	<b>پودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت یاب و چراغ‌های ناوبری</b>
۲	■ واحد یادگیری ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت یاب و چراغ‌های ناوبری
۳۰	ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های موقعیت یاب و چراغ‌های ناوبری
۳۱	<b>پودمان ۲: کاربری دستگاه‌های مخابراتی</b>
۳۲	■ واحد یادگیری ۲: کاربری دستگاه‌های مخابراتی
۷۳	ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های مخابراتی
۷۵	<b>پودمان ۳: کاربری رادارهای دریایی</b>
۷۶	■ واحد یادگیری ۳: کاربری رادارهای دریایی
۱۲۳	ارزشیابی شایستگی کاربری رادارهای دریایی
۱۲۵	<b>پودمان ۴: کاربری تکنیک‌های مخابراتی</b>
۱۲۶	■ واحد یادگیری ۴: کاربری تکنیک‌های مخابراتی
۱۷۲	ارزشیابی شایستگی کاربری تکنیک‌های مخابراتی
۱۷۳	<b>پودمان ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS</b>
۱۷۴	■ واحد یادگیری ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی
۲۱۹	ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS
۲۲۰	■ منابع

## 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، برنامه درسی رشته الکترونیک و مخابرات دریایی طراحی و براساس 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 دوبرخس تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده 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 غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

**پودمان اول:** با عنوان «کاربری دستگاه‌های موقعیت یاب و چراغ‌های ناوبری» که ابتدا با اصول عملکرد ماهواره‌های موقعیت یاب جهانی آشنا شده و سپس توانایی بهره‌برداری از سامانه مذکور به منظور مکان‌یابی در دریا کسب خواهد کرد.

**پودمان دوم:** عنوان «کاربری دستگاه‌های مخابراتی» دارد، که در آن به اهمیت و جایگاه مخابرات دریایی پی‌برده و ارتباط میان ایمنی و مخابرات دریایی پی خواهد برد.

**پودمان سوم:** دارای عنوان «کاربری رادارهای دریایی» است. در این پودمان اصول کار رادار آموزش داده شده و در ادامه مکانیزم و انواع رادارهای دریایی شرح داده شده است.

**پودمان چهارم:** «کاربری تکنیک‌های مخابراتی» نام دارد. ابتدا انواع دستگاه‌های مخابراتی آشنا شده سپس چگونگی بستن مدارهای مخابراتی و کار برد آنها آموزش داده شده است.

**پودمان پنجم:** با عنوان «کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی» می‌باشد که در آن هنرجویان ابتدا با چگونگی مواجهه با خطر در شرایط اضطراری و درخواست کمک با سامانه‌های و تجهیزات الکترونیکی آشنا می‌شوند.

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 کار دانش

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

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی کار بر روی سیستم‌های مخابراتی شناورها

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

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

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

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خیرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، ششمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته الکترونیک و مخابرات دریایی در پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی نگهداری و تعمیر وسایل و دستگاه‌های کمک ناوبری شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم

است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید. امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

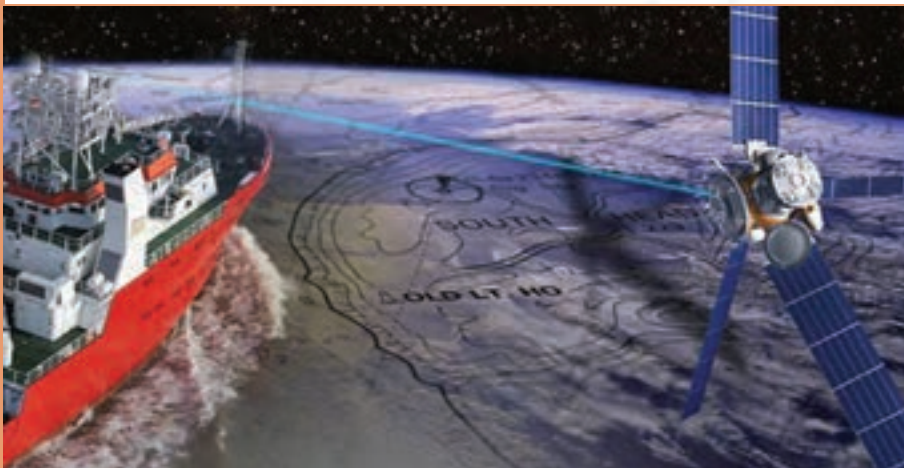
**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**





# پودمان ۱

کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری



## کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

### آیا تا به حال پی برده‌اید

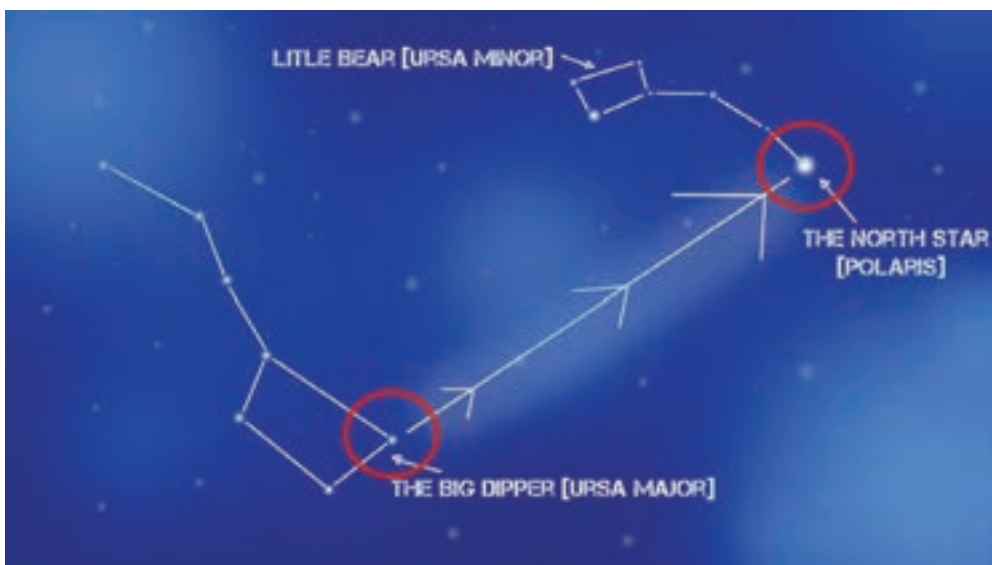
- مکان‌یابی در دریا برای دریانوردان از چه اهمیت بالایی برخوردار است.
- دریانوردان برای یافتن موقعیت خود در دریا از چه روش‌هایی استفاده می‌کنند.
- در ناوبری الکترونیکی از چه تجهیزاتی برای تعیین موقعیت و حرکت در دریا استفاده می‌شود.
- عملکرد سیستم تعیین موقعیت جهانی چگونه است.
- چراغ‌های ناوبری چه کمکی به دریانوردان در مسیریابی و حرکت در دریا می‌کند.

### استاندارد عملکرد

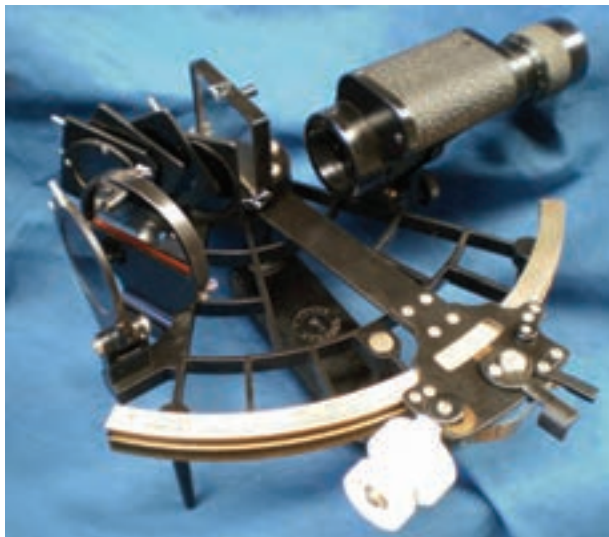
- هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS و چراغ‌های ناوبری به کار رفته در شناورها می‌باشد.

## تعیین موقعیت در دریا

از دیرباز تعیین موقعیت و مکان‌یابی در دریا مورد توجه دریانوردان بوده است. ملوانان ابتدا سواحل را به دقت دنبال می‌کردند تا از گم شدنشان جلوگیری کنند. وقتی دریا نوردان اولیه در دریاهای باز (اقیانوس‌ها) کشتیرانی کردند، دریافتند که می‌توانند مسیر خود را با دنبال کردن ستاره‌ها ترسیم کنند. فنیقی‌های باستان از ستاره شمالی برای سفر به مصر و جزیره کرات استفاده می‌کردند. بر طبق گفته هومر الهه آتنا به اودیسه گفته است: هنگام سفر کردن در جزیره کالیپسو «دُب اکبر را سمت راست خود قرار بده». متأسفانه برای اودیسه و دیگر دریانوردان ستاره‌ها فقط در شب و تنها در شب‌های صاف قابل دیدن هستند.



شکل ۱- شناسایی ستاره قطبی



شکل ۲- دستگاه سکستانت (Sextant)

پیشرفت مهم بعدی در امر ناوبری کشف قطب‌نمای مغناطیسی و دستگاه زاویه‌یاب (Sextant) بود. عقربه قطب‌نما همیشه نقطه شمالی را نمایش می‌دهد، بنابراین همیشه دانستن جهت مسیری که در آن حرکت می‌کنیم را ممکن می‌سازد.

زمانی که تکنولوژی پیشرفته امروزی وجود نداشت، مردم و به خصوص افرادی مانند دریانوردان و جهانگردان گاهی اوقات در یک گستره جغرافیایی و به خصوص شهرها و کشورهای بیگانه، از مکان دقیق خود باخبر نبودند و حتی گاهی نیز در بیابانها و دریاها مسیر خود را گم می کردند. از سوی دیگر در دنیای قدیم، استفاده از ستارگان، قطب نما و سایر عوامل طبیعی تا اندازه‌ای راهگشای بشر بود، ضمن اینکه همه این موارد، به طور کلی انسان عصر گذشته را مورد هدایت و راهنمای قرار می داد. در حالی که امروزه پیچیدگی‌های جغرافیایی، اصولاً زمینه استفاده از این گونه روشها را تا حد زیادی منتفی و بی معنا کرده است. از پیشگامان بهره‌برداری از این روش‌های پیشرفته، دریانوردان بودند.

در خصوص روش کار با دستگاه سکستانت بحث کنید.

فعالیت  
کلاسی



شکل ۳- کار با دستگاه سکستانت

در شرایط فعلی با گسترش فناوری‌های گوناگون، این مشکل توسط یک سیستم ماهواره‌ای مدرن و پیشرفته با نام Global Positioning System که به اختصار G.P.S. خوانده می‌شود و به معنای سیستم موقعیت‌یاب جهانی می‌باشد، رفع شده است. در حقیقت دنیای امروز، دنیایی است که هیچ فردی در آن گم نخواهد شد و همه چیز بر روی تمام نقاط زمین قابل شناسایی است و این قدرت دستیابی به سیستم‌های شناسایی را ماهواره‌ها و در اساس رایانه‌ها، در اختیار بشر قرار داده‌اند.

### طول جغرافیایی: Longitude

طول جغرافیایی با نماد  $\lambda$  نشان داده می‌شود و بیانگر مختصات جغرافیایی شرقی - غربی است که در نقشه‌برداری و جهت‌یابی از آن استفاده می‌گردد. این مختصات، مکانی را بر اساس فاصله‌اش از یک نصف‌النهار اصلی نشان

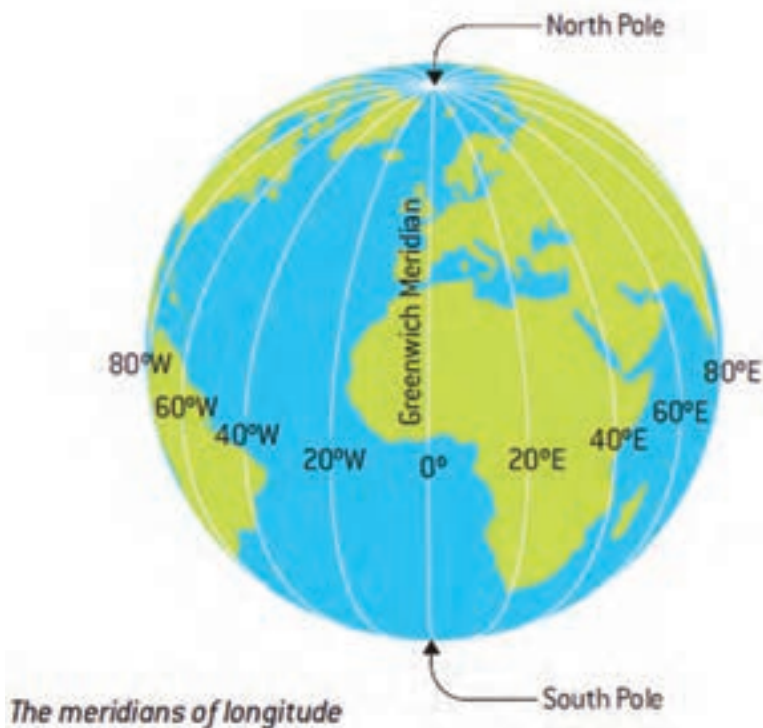
بودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

می‌دهد. عدد طول جغرافیایی، به صورت زاویه‌ای بین صفر و مثبت  $180^\circ$  یا منفی  $180^\circ$  درجه بیان می‌گردد. معمولاً (نه همیشه) بر پایه قرارداد، اعداد مثبت نشانگر طرف شرق بودن نقطه نشان داده شده است.



شکل ۴- طول جغرافیایی، مرجع نصف النهار مبدأ

در طول تاریخ مبدأهای زمانی گوناگونی برای «نصف النهار اصلی» مورد استفاده قرار می‌گرفت. تا اینکه در سال ۱۸۸۴ طی همایش جهانی نصف‌النهاری، قرار گذاشته شد تا بعد از این تنها از گرینویچ به عنوان مبدأ استفاده گردد.



شکل ۵- نصف النهار مبدأ، گرینویچ

هر درجه جغرافیایی معمولاً به ۶۰ دقیقه بخش می‌گردد و هر دقیقه نیز به همین ترتیب از ۶۰ ثانیه تشکیل شده است؛ بنابراین یک صورت معمول نشان دادن طول جغرافیایی به صورت زیر نشان داده می‌شود:

۲۳° ۲۵' ۳۵" E

البته این مقدار به صورت‌های دیگری نیز نشان داده می‌شود. (مثلاً ده دهی بیان کردن قسمت ثانیه) زمین در مدت ۲۴ ساعت یک بار به دور خود می‌چرخد و کل زمین ۳۶۰ درجه طول جغرافیایی است. در نتیجه هر ۱۵ درجه تغییر طول جغرافیایی یک «ساعت» محسوب می‌شود. این امر مبنای تعیین مناطق است.

### عرض جغرافیایی: Latitude

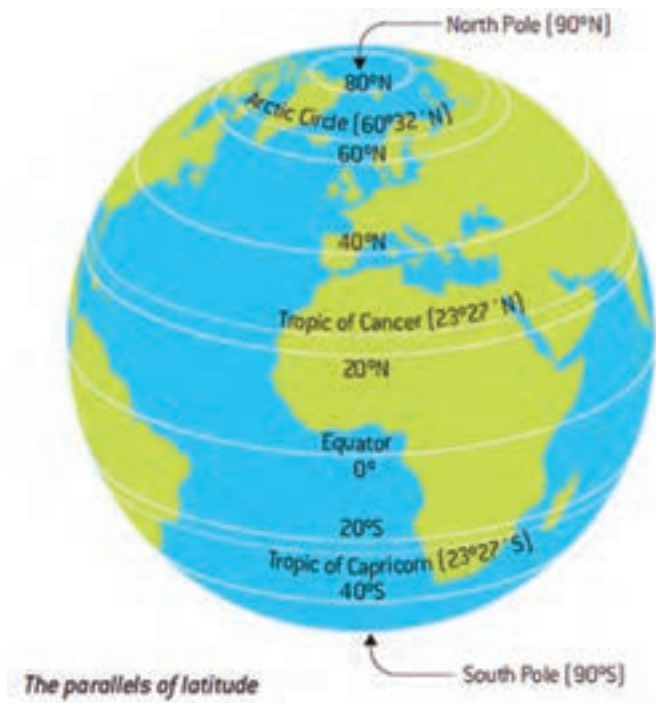
عرض جغرافیایی با نماد  $\phi$  نشان داده می‌شود و در دستگاه مختصات جغرافیایی، اشاره به موقعیت شمالی - جنوبی یک نقطه جغرافیایی بر روی کره زمین است که در نقشه‌کشی و جهت‌یابی از آن استفاده می‌شود. این دستگاه، مختصات مکانی را بر اساس فاصله‌اش از خط استوا یا همان مدار صفر درجه می‌سنجد. عدد عرض جغرافیایی، زاویه‌ای است میان صفر (بر روی خط استوا) تا ۹۰ درجه در قطب‌ها. (مثبت یا منفی بودن این درجه معمولاً و نه همیشه) برپایه قرارداد، اعداد مثبت نشان‌گر شمالی بودن نقطه مورد نظر است.



شکل ۶- عرض جغرافیایی، مرجع خط استوا

زمین یک کره بی‌عیب نیست (و گویا در قطب‌ها کمی «پخ» شده است) مسافت فیزیکی هر درجه عرض جغرافیایی در همه جا یکی نیست. در استوا این مسافت ۱۱۱,۳۱۹۵ کیلومتر و در نزدیکی قطب‌ها ۱۱۱,۱۲ کیلومتر است. مانند طول جغرافیایی، هر درجه عرض جغرافیایی به ۶۰ دقیقه و هر دقیقه نیز به ۶۰ ثانیه بخش می‌شود. البته روش‌های دیگری نیز برای نشان دادن این عدد استفاده می‌شود.

بودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

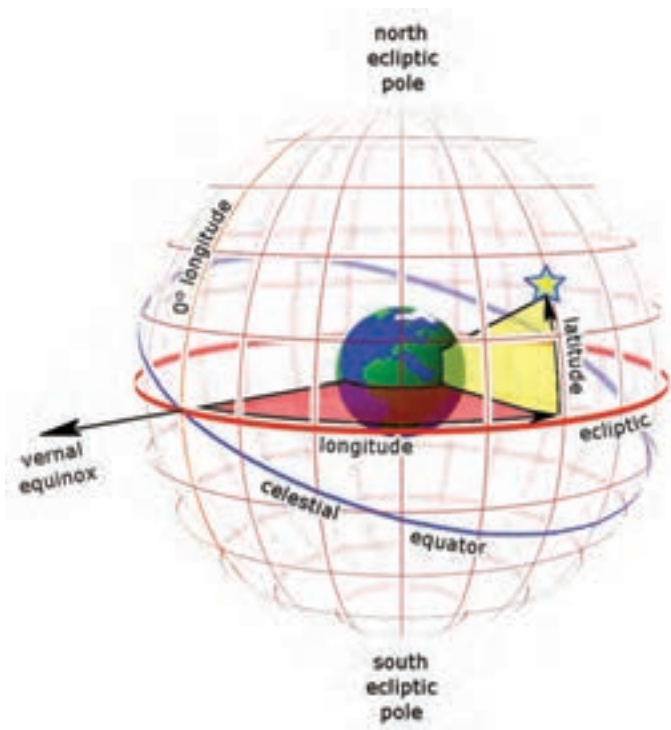


شکل ۷- عرض جغرافیایی

مناطق مختلف زمین آفتاب را به‌طور یکسان دریافت نمی‌کنند و این یکی از عوامل اصلی پدید آمدن آب و هواهای گوناگون در عرض‌های جغرافیایی مختلف است. در نهایت یک نقطه بر روی کره زمین به‌صورت زیر مشخص و نشان داده می‌شود.



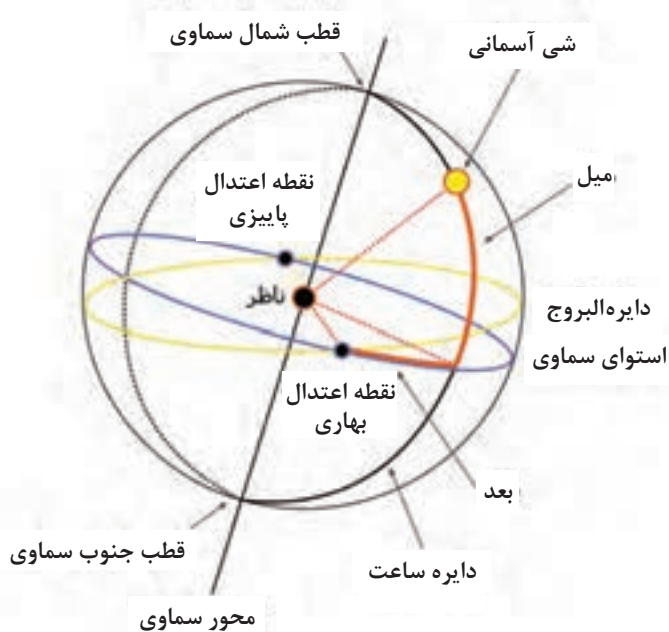
شکل ۸- مشخص کردن یک نقطه روی زمین با استفاده از طول و عرض جغرافیایی



شکل ۹- اساس ناوبری نجومی

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شده، دریانوردان از دیر باز به این علم آگاهی داشته و برای رسیدن به طول و عرض جغرافیایی و تعیین موقعیت شناور خود در دریا، علم نجوم را به خدمت گرفته بودند. به این روش ناوبری نجومی گفته می‌شود.

اجرام سماوی، شامل ستارگان و سیارگان در کهکشان پیرامون زمین قرار گرفته‌اند.



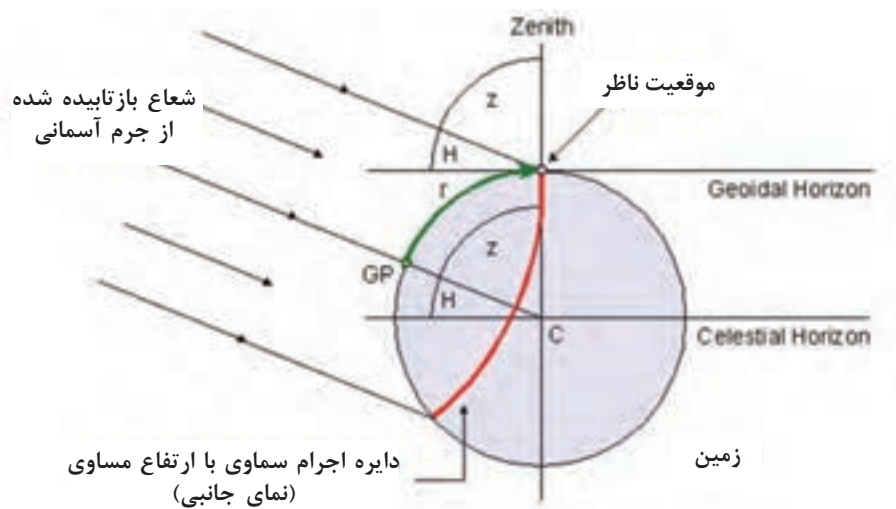
شکل ۱۰- زاویه اجرام آسمانی نسبت به ناظر روی زمین

همان‌گونه که شکل ۹ نشان می‌دهد، متناظر با نصف‌النهارها و مدارات روی زمین، می‌توان در فاصله بی‌نهایت خطوطی را در کهکشان فرض کرد که اجرام سماوی در فواصل ثابت از یکدیگر قرار گرفته‌اند. ناظر قرار گرفته بر روی هر نقطه از زمین می‌تواند زاویه قرار گرفتن هر کدام از اجرام آسمانی را که در دیدرس قرار دارند، با ابزار مخصوص بسنجد. زاویه به‌دست آمده مطابق شکل ۱۰، میل خوانده می‌شود. بر روی یک عرض جغرافیایی متناظر با سطح کره زمین قرار می‌گیرد.



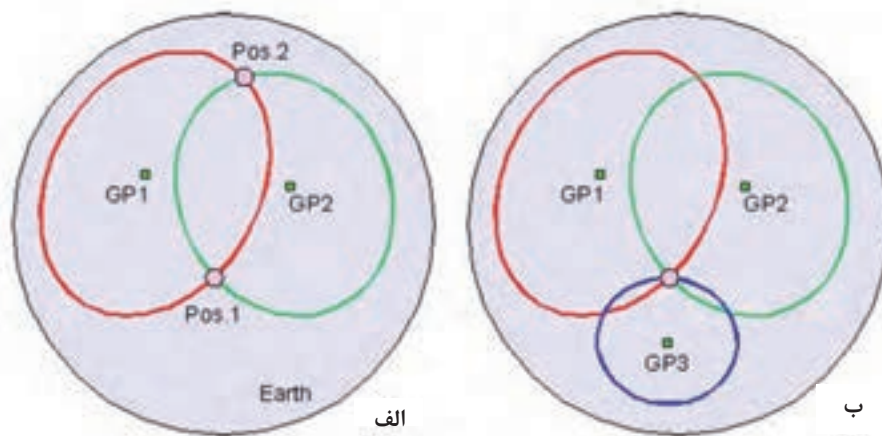
بودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

اشعه نوری که از شی آسمانی به زمین می‌رسد، یک خط باریک نبوده و به صورت خطوط موازی که در شکل ۱۱ دیده می‌شود، به زمین می‌رسد.



شکل ۱۱- اشعه نوری شی آسمانی که در غالب طیف موازی به زمین می‌رسد

از این رو تمام ناظرانی که بر روی دایره‌های به شعاع  $r$  که در شکل ۱۱ به صورت قرمز نشان داده شده است، قرار دارند، شی آسمانی را با یک زاویه مشترک رصد خواهند کرد. این بدان معنی است که ناظر می‌تواند در هر کجای دایره قرمز در شکل ۱۲ قرار گیرد.



شکل ۱۲- خطای محاسبه زاویه شی آسمانی

شعاع دایره‌ای که تمام ناظران قرار گرفته در محیط آن، شی آسمانی را در یک زاویه رصد می‌کنند، از چه رابطه‌ای به دست می‌آید.

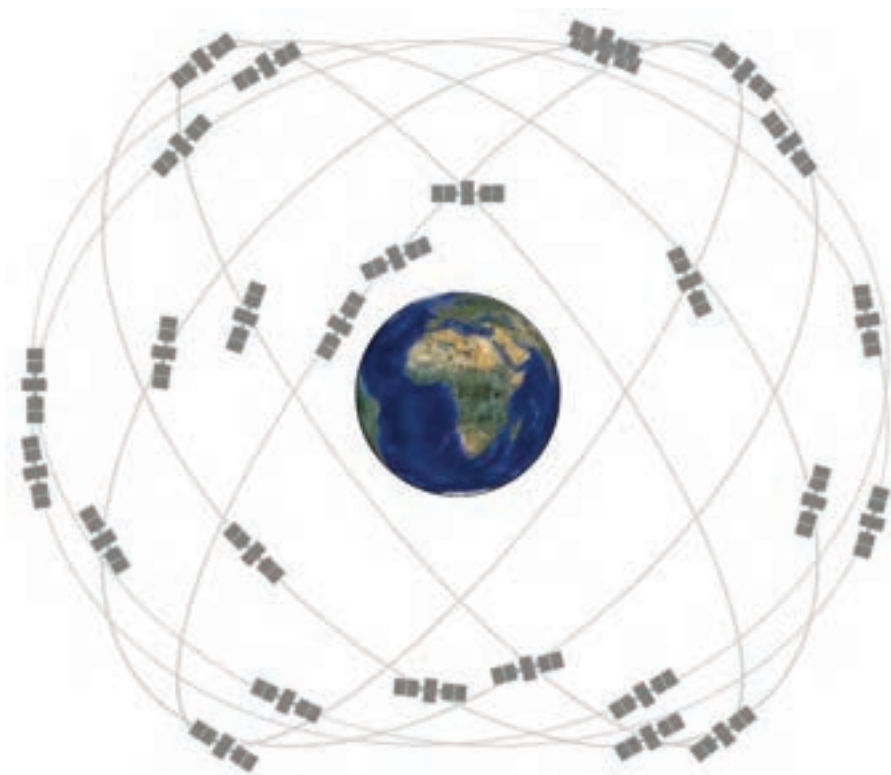
تحقیق کنید



حال برای به دست آوردن یک نقطه واحد بر روی زمین، ناظر می‌تواند همزمان سه جرم آسمانی را رصد و با رسم دوائر آن بر روی نقشه، نقطه خود را مانند شکل ۱۲ روی زمین به دست آورد. البته آنچه گفته شد، مفهوم کلی و اساس ناوبری نجومی بود. ناوبران برای به دست آوردن نقطه خود بر روی نقشه‌های دریایی و به دست آوردن طول و عرض دقیق جغرافیایی، از جداول مرجع که در کتاب‌های ناوبری درج گردیده است و محاسبات ویژه استفاده می‌کنند. اشکال اساسی در ناوبری نجومی این بود که رصد کردن اجرام آسمانی فقط در ساعات معینی از روز امکان پذیر بوده و همواره مشکلاتی را برای ناوبران به وجود می‌آورد. با پیشرفت علم، انسان در این اندیشه بود که به جای ستاره‌ها، از وسایلی و تجهیزات جایگزینی استفاده کند که کنترل آنها در دست بشر بوده و در هر لحظه از شبانه روز امکان رصد کردن باشند. در نهایت انسان با قرار دادن ماهواره در جو اطراف زمین به راه حل تازه‌ای برای حل مشکل مکان‌یابی دست یافت.

## سیستم موقعیت‌یاب جهانی یا G.P.S.

جی. پی. اس. یا **Global Positioning System** یک سیستم راهبری و مسیریابی ماهواره‌ای است که از شبکه‌ای با حداقل ۲۸ ماهواره فعال تشکیل شده است. این ماهواره‌ها به سفارش وزارت دفاع ایالات متحده ساخته و در مدار زمین قرار داده شده‌اند. جی. پی. اس. در ابتدا برای مصارف نظامی تهیه شد ولی از سال ۱۹۸۰ استفاده عمومی آن آزاد و آغاز شد.



شکل ۱۳-۲۸ ماهواره سیستم GPS

خدمات این مجموعه در هر شرایط آب و هوایی و در هر نقطه از کره زمین در تمام شبانه‌روز در دسترس است و استفاده از آن رایگان است.

ماهواره‌های GPS با ایستگاه‌های ویژه‌ای بر روی زمین در تماس هستند و همواره موقعیت آنها در فضا مشخص است. دستگاه گیرنده جی.پی.اس، ضمن ارتباط با تعدادی از این ماهواره‌ها، فاصله گیرنده را تا آنها تعیین می‌کند و سپس موقعیت دقیق روی زمین به دست می‌آید. هرچه گیرنده GPS به ماهواره‌های بیشتری وصل شود، اطلاعات دقیق‌تری را محاسبه خواهد کرد.

علاوه بر جی. پی. اس، دو سیستم کمابیش مشابه دیگر نیز وجود دارد:

۱ سیستم گلوناس که دولت شوروی ساخته و اکنون به دست کشور روسیه اداره می‌شود.

۲ سیستم گالیله که کشورهای اروپایی آن را برای وابسته نبودن به سیستم آمریکایی جی.پی.اس. ساخته‌اند.

### اساس عملکرد سیستم موقعیت‌یابی جهانی یا GPS

**بخش فضایی:** در حال حاضر سیستم جی.پی.اس (GPS) شامل ۲۸ ماهواره فعال است که در مداري به طول ۱۱,۰۰۰ مایل دریایی بالای زمین در حرکت بوده و پیوسته به وسیله ایستگاه‌های زمینی در سراسر جهان نظارت می‌شوند. هر کدام از این ماهواره‌ها که NAVSTAR نیز نامیده می‌شوند ۲۰۰۰ پوند وزن دارند، این ماهواره‌ها دارای صفحات آفتابی به پهنای ۱۷ فوت بوده و با سرعتی در حدود ۱۰۸ مایل در ثانیه به دور زمین می‌گردند.

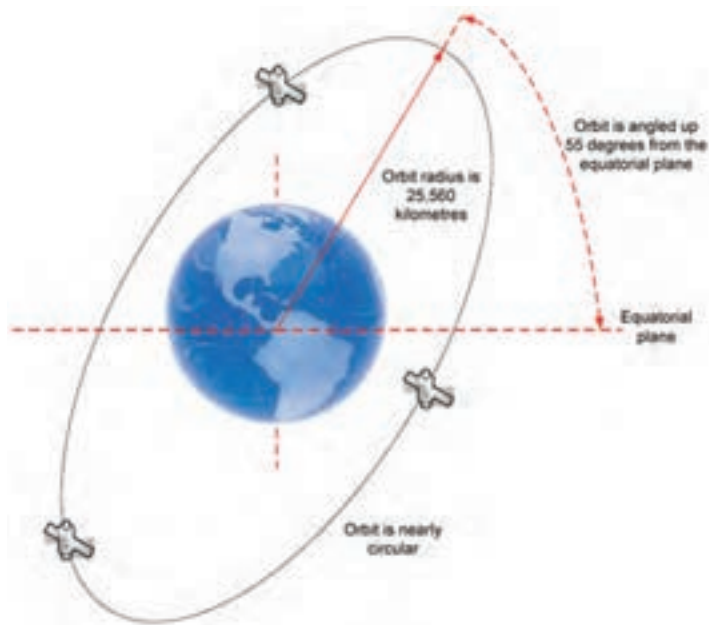


شکل ۱۴- یک نمونه ماهواره GPS

ماهواره‌های GPS در چند مدار و در چه ارتفاعی از زمین حرکت می‌کنند.

تحقیق کنید





شکل ۱۵- زاویه چرخش ماهواره‌های GPS

این ماهواره‌ها که کل سطح کره زمین را به طور همزمان پوشش می‌دهند، زمان یکبار چرخش ماهواره‌های GPS به دور زمین در حدود ۱۲ ساعت نجومی است. به عبارتی در هر ۲۴ ساعت خورشیدی در طول شبانه روز ماهواره دوبار از افق یک محل می‌گذرد.

همان‌طور که می‌دانیم شبانه روز خورشیدی ۴ دقیقه از شبانه روز نجومی بیشتر است لذا در هر روز نسبت به روز قبل ماهواره ۴ دقیقه زودتر در افق یک محل ثابت طلوع می‌کند.

انرژی مصرفی هر کدام از ماهواره‌های GPS چقدر است؟  
ماهواره‌های این انرژی را از چه منبعی تأمین می‌کنند؟

کار در منزل



**ایستگاه‌های زمینی:** ایستگاه‌های کنترل زمینی است، دارای مختصات معلوم هستند و موقعیت آنها از طریق روش‌های کلاسیک تعیین موقعیت نظیر روش VLBI (تعیین فواصل بلند توسط کوازارها) و روش SLR (فاصله سنجی ماهواره‌ای با امواج لیزر) به دست آمده است. این ایستگاه‌ها وظیفه تعقیب و مشاهده شبانه روزی ماهواره‌های جی پی اس (GPS) را بر عهده دارند. تعداد این ایستگاه‌های زمینی ۵ عدد است که ایستگاه اصلی با نام کلرادو اسپرینگ در آمریکا قرار دارد و ۴ ایستگاه فرعی دیگر در نقاط دیگر کره زمین مستقر هستند.



شکل ۱۶- مکان ایستگاه‌های زمینی سیستم GPS

بودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

آخرین بخش از سیستم جی پی اس (GPS)، قسمت **USER** یا کاربران سیستم می‌باشد که خود شامل دو بخش است:

۱ آنتن دریافت‌کننده اطلاعات ارسالی از ماهواره‌ها.

۲ گیرنده (پردازش‌کننده اطلاعات دریافتی و تعیین‌کننده موقعیت محل آنتن)

نرم‌افزار و ریزپردازنده داخل گیرنده، فاصله بین آنتن زمینی تا ماهواره‌های مرتبط با گیرنده را تعیین می‌کند. سپس با استفاده از حداقل ۴ ماهواره موقعیت **X** و **Y** و ارتفاع محل استقرار آنتن یا همان گیرنده تعیین می‌شود. گیرنده‌های جی پی اس (GPS) به دو دسته اصلی برابر جدول شماره ۱ تقسیم می‌شوند:

### جدول ۱- تقسیم‌بندی گیرنده‌های GPS

	گیرنده‌های GPS نظامی
 	گیرنده‌های GPS غیر نظامی

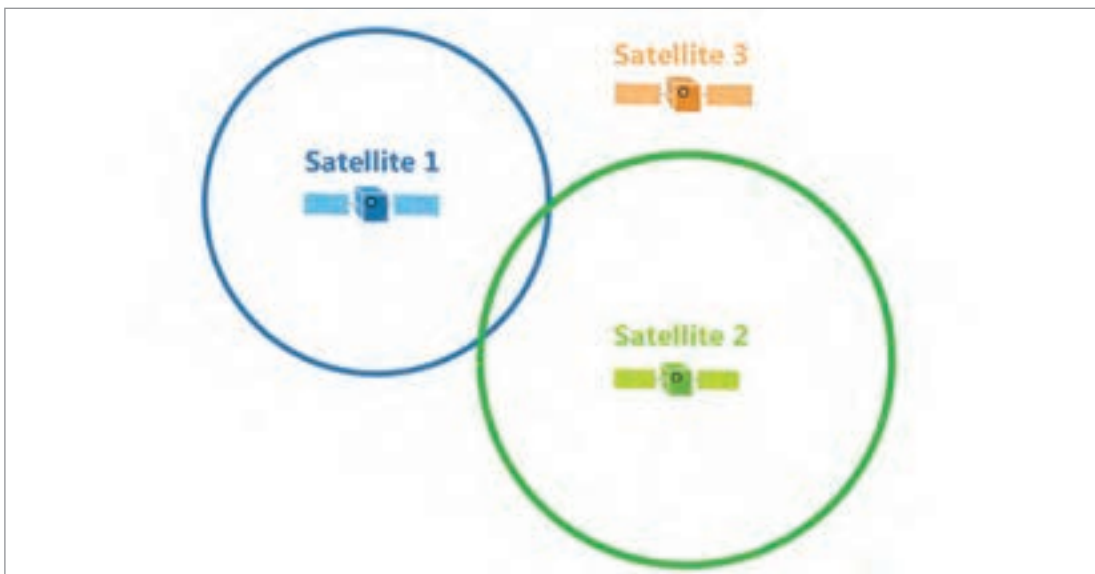
**روش تعیین موقعیت توسط GPS:** ماهواره‌های این سیستم، در مدارهای دقیق هر روز ۲ بار به دور زمین می‌گردند و اطلاعاتی را به زمین مخابره می‌کنند. گیرنده‌های جی. پی. اس. این اطلاعات را دریافت کرده و با انجام محاسبات هندسی، محل دقیق گیرنده را نسبت به زمین محاسبه می‌کنند. در واقع گیرنده زمان ارسال سیگنال از ماهواره را با زمان دریافت آن مقایسه می‌کند. از اختلاف این دو زمان، فاصله گیرنده از ماهواره تعیین می‌گردد. این عمل را با داده‌های دریافتی از چند ماهواره دیگر تکرار می‌کند و بدین ترتیب محل دقیق گیرنده را با تقریب ناچیز معین می‌کند.

اگر فاصله ما از ماهواره ۱ در حدود ۱۰ کیلومتر باشد بنابراین مکان ما در فضا بر محیط کره به مرکزیت ماهواره ۱ و شعاع ۱۰ کیلومتر منطبق می‌باشد. شکل ۱۷.

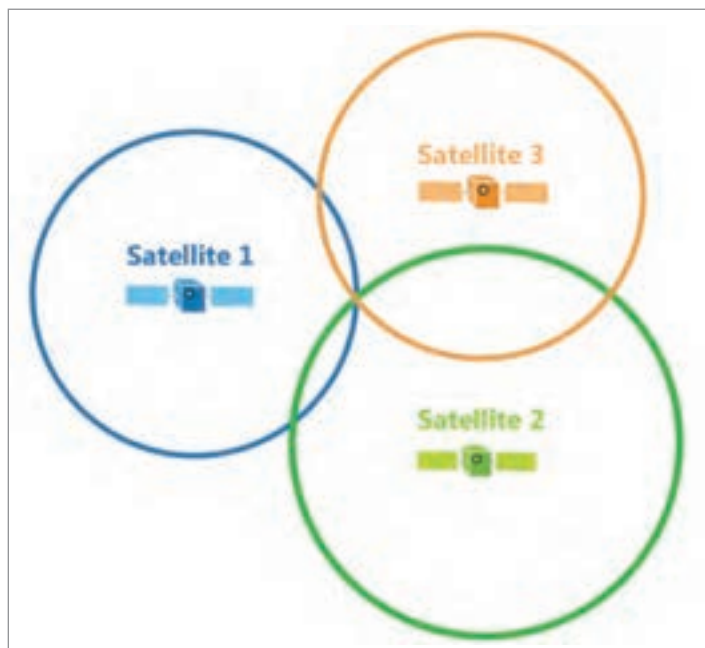


شکل ۱۷

حال فرض می‌کنیم فاصله ما از ماهواره ۲ در حدود ۱۱ کیلومتر باشد. در این حالت نیز مکان ما در فضا بر روی محیط کره‌ای به مرکز ماهواره ۲ و شعاع ۱۱ کیلومتر واقع است فصل مشترک این دو کره می‌تواند یک دایره باشد، که مکان ما به طور قطع بر روی محیط این دایره قرار دارد. شکل ۱۸.



شکل ۱۸

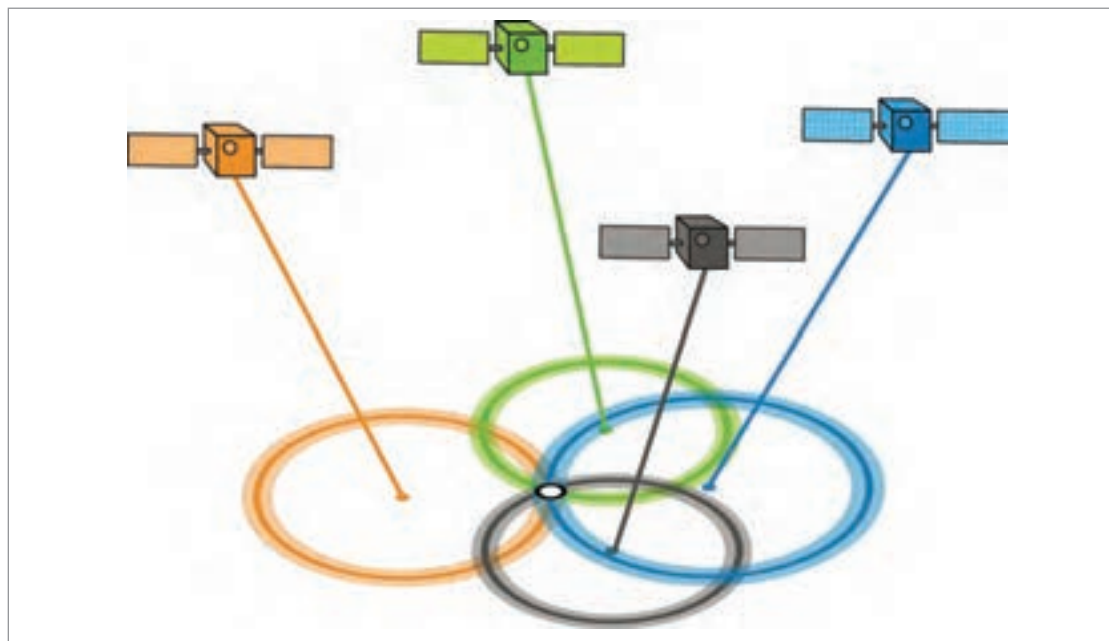


حال اگر ماهواره سوم را نیز در نظر بگیریم که فاصله‌اش با ما ۱۲ کیلومتر باشد. در این صورت فصل مشترک کره مربوط به ماهواره ۳ با فصل مشترک کره‌های ماهواره ۱ و ۲ حداکثر دو نقطه می‌باشد که قطعاً یکی از این دو نشان‌دهنده مکان واقعی ما خواهد بود. اما به‌طور قطع یکی از این دو نقطه نامعقول می‌باشد.

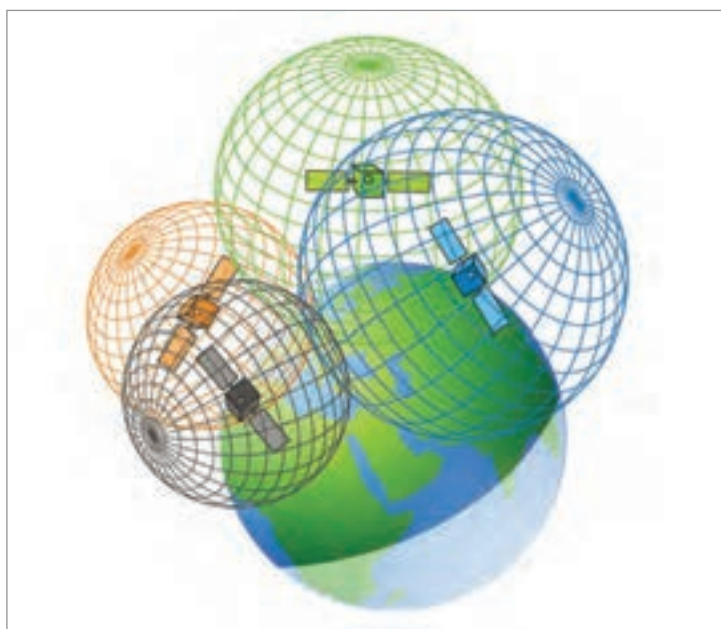
شکل ۱۹

شکل ۱۹

از نظر تئوری با استفاده از ۳ ماهواره می‌توانیم مکان خود را به‌دست آوریم. ولی به دلیل فنی اگر چنانچه ماهواره چهارم را همانند ماهواره‌های ۱ و ۲ انتخاب کنیم، به‌طور قطع فصل مشترک این چهار کره، یک نقطه خواهد بود و این نقطه مختصات مکانی ما را نشان می‌دهد. کاربرانی که در ارتفاعی مشخص قرار دارند، (مانند کشتی‌هایی که در سطح دریا واقع باشند) به سهولت می‌توانند با استفاده از دو ماهواره مکان خود را تعیین نمایند. شکل‌های ۲۰ و ۲۱.



شکل ۲۰



شکل ۲۱

به طور خلاصه می‌توان بیان کرد که مبنای کار GPS استفاده از ماهواره به عنوان مرجعی جهت یافتن موقعیت در هر نقطه زمین می‌باشد. سایر مسایل این سیستم صرفاً جزئیات تکنیکی هستند که به سرعت، دقت و سهولت عمل موقعیت‌یابی کمک می‌کنند.

به کمک یک دستگاه جی. پی. اس. دستی موقعیت کلاس خود را مشخص کنید.  
آیا به کمک این جی. پی. اس. ارتفاع کلاس از سطح دریا نیز مشخص می‌شود؟

فعالیت  
کارگاهی



### اساس محاسبات سیگنال‌های جی. پی. اس.

در سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS قدم اساسی دانستن میزان مسافت از ماهواره است. بنابراین استفاده از تکنیک‌های پیشرفته به منظور محاسبه مسافت، امری اجتناب ناپذیر است. ایده اصلی این موضوع براساس همان معادله سرعت نور در مدت زمان تأخیر استوار است. سیستم GPS بدین صورت کار می‌کند که گیرنده کاربر مدت زمانی را که طول می‌کشد تا امواج رادیویی از ماهواره به او برسد را اندازه‌گیری می‌کند. همان‌طور که می‌دانید امواج رادیویی با سرعت نور حرکت می‌کنند. بدین ترتیب گیرنده GPS با حاصل ضرب زمان اندازه‌گیری شده در سرعت نور، مسافت خود را تا ماهواره به دست می‌آورد و این کار حداقل بایستی برای ۳ ماهواره مشخص، صورت گیرد. بنابراین باید برای اندازه‌گیری زمان رسیدن به سیگنال از ساعت‌های خیلی کوتاه باشند زیرا امواج با داشتن سرعت نور خیلی سریع حرکت می‌کنند. مثلاً اگر ماهواره‌ای دقیقاً در بالای سر یک شناور در دریا باشد، حدود ۶۰ میلی ثانیه طول می‌کشد تا امواج رادیویی آن به شناور برسد. دقت ساعت گیرنده‌های GPS حدود نانو ثانیه می‌باشد. یک اختلاف زمانی بین



کپی کد GPS ایجاد شده در گیرنده با اصل کد رسیده از ماهواره وجود دارد که با ضرب کردن آن در سرعت نور، شبه فاصله به دست می‌آید.

به وسیله گیرنده‌های سیستم GPS می‌توان هم به روش مطلق و هم به روش نسبی تعیین موقعیت کرد و برای تعیین موقعیت در هر یک از دو روش فوق می‌توان از روش‌های ایستا (STATIC)، متحرک (KINEMATICS) و نیمه متحرک (SEMLKINEMATIC) استفاده کرد.

در روش مطلق، موقعیت نسبی نقطه نسبت به یک نقطه مختصات دار معلوم (X,Y,Z) به دست می‌آید. روش تعیین موقعیت نسبی به علت حذف خطاهای سیستماتیک موجود در اندازه‌گیری‌های GPS از اهمیت خاصی برخوردار است و برای انجام آن نیاز به دو گیرنده جی.پی.اس. (GPS) می‌باشد که به طور همزمان ماهواره‌های مشترک را مشاهده و اندازه‌گیری نمایند. منظور از همزمانی، بدین معنی است که شرایط اندازه‌گیری برای هر دو گیرنده مستقر در ایستگاه‌های استقرار، یکی با مختصات معلوم و دیگری با مختصات مجهول، یکسان باشد. از روش تعیین موقعیت نسبی اکثراً در کارهای نقشه‌برداری و گسترش شبکه‌های ژئودزی استفاده می‌شود. دقت تعیین مختصات مطلق با سیستم GPS در حال حاضر در بهترین حالت  $\pm 3$  متر می‌باشد و دقت تعیین مختصات نسبی با این سیستم در حد میلی‌متر است.

هر ماهواره جی.پی.اس (GPS) به طور مستقل اطلاعات زیر را توسط آنتن‌های تعبیه شده بر روی بدنه اش به زمین ارسال می‌نماید:

۱ امواج حامل :

■ موج حامل (L1) با فرکانس  $F_1=1575,45$  MHz

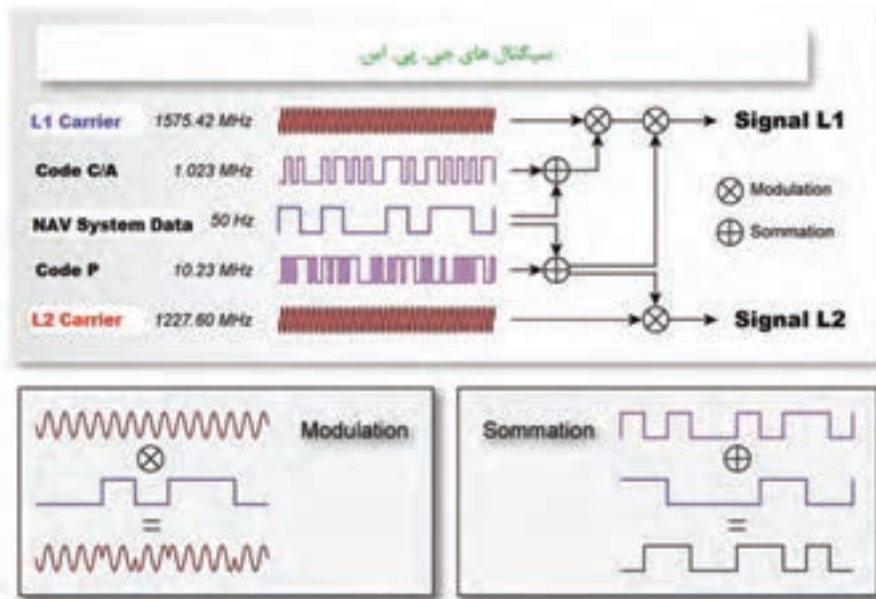
■ موج حامل (L2) با فرکانس  $F_2=1227,60$  MHz

۲ کدهای اطلاعاتی (به صورت دو دویی) :

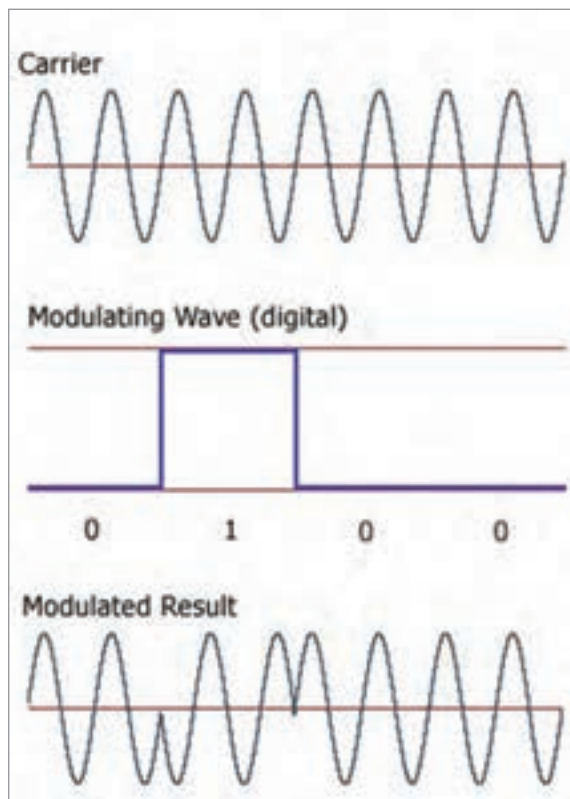
جدول ۲- کدهای اطلاعاتی GPS

عنوان کد اطلاعاتی	شناسه	فرکانس
کد غیر نظامی	C/A	1,023 MHz
کد دقیق	P	10,23 MHz
کد سری	Y	10,23 MHz

برای رسیدن به حداکثر دقت و کارایی GPS توسط یک گیرنده باید از گیرنده ای استفاده کرد که هر دو موج حامل L1 و L2 و کدهای فوق را دریافت نموده و بتواند کد سری Y را به یک کد P و بالعکس تبدیل کند.



شکل ۲۲- سیگنال‌های GPS



شکل ۲۳- مدولاسیون و دمدولاسیون اطلاعات GPS

۳ پیام ماهواره (MESSAGE) با فرکانس  $F = 1500$  MHz که حامل اطلاعات زیر می‌باشد:

■ اطلاعات مدار ماهواره که مربوط به موقعیت ماهواره می‌شود.

■ اطلاعات مربوط به زمان.

■ اطلاعات شماره ماهواره.

■ اطلاعات مربوط به ضریب دقت آرایش هندسی ماهواره‌ها (لازم به ذکر است که چنانچه ماهواره‌ها در افق منطقه مورد نظر باشند نه در بالای سر و یا اگر زاویه هر دو ماهواره با هم  $120^\circ$  درجه باشد تعیین موقعیت محل دارای دقت بیشتری خواهد بود).

مجموعه اطلاعات فوق یعنی امواج حامل، کدهای اطلاعاتی و پیام ماهواره، همراه یکدیگر توسط مدولاسیون فاز به سمت زمین مخابره شده و گیرنده‌های زمینی که قابلیت‌ها و انواع متفاوتی دارند، ضمن دریافت مجموعه فوق پس از عمل DE MODULATION هر بخش را برای منظور خاص خود مورد استفاده قرار می‌دهد. (شکل ۲۳)

بودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

دریافت کلیه اطلاعات ذکر شده در موارد سه گانه بالا را داشته باشد و بتواند هر یک را به طرق جداگانه دریافت کند و ارزان‌ترین گیرنده هم گیرنده‌ای است که تنها قابلیت دریافت موج حامل  $L_1$  و کد  $C/A$  و پیام ماهواره را دارد. گفتنی است که کد  $C/A$  فقط بر روی موج  $L_1$  مدوله می‌شود ولی کد  $P$  بر روی هر دو موج وجود دارد.

ما اگر بخواهیم عملکرد این ماهواره‌ها به‌طور ساده‌تر بررسی کنیم به نتایج زیر می‌رسیم: سیگنال‌هایی که هر ماهواره GPS ارسال می‌کند شامل یک کد شبه تصادفی Pseudo Random Code، داده‌ای بنام Ephemeris و یک داده تقویمی بنام Almanac می‌باشد. کد شبه تصادفی مشخص‌کننده ماهواره ارسال‌کننده اطلاعات (کد شناسایی ماهواره) می‌باشد.

بیشتر  
بدانید



هر ماهواره با کدی مخصوص شناسایی می‌شود. Pseudo Random Code RPN عددی است بین ۱ و ۳۲. این عدد در گیرنده هر GPS نمایش داده می‌شود. دلیل اینکه تعداد این شناسه‌ها بیش از ۲۸ می‌باشد امکان تسهیل در نگهداری شبکه GPS باشد. زیرا ممکن است یک ماهواره پرتاب شود و شروع به کار نماید قبل از اینکه ماهواره قبلی از رده خارج شده باشد. به این دلیل از یک عدد دیگر بین ۱ و ۳۲ برای شناسایی این ماهواره جدید استفاده می‌شود.

داده‌های Ephemeris دائماً به‌وسیله ماهواره‌ها ارسال می‌گردد و حاوی اطلاعاتی در مورد وضعیت خود ماهواره (سالم یا ناسالم) و تاریخ و زمان فعلی می‌باشد. گیرنده GPS بدون وجود این بخش از پیام در مورد زمان و تاریخ فعلی درکی ندارد. این بخش پیام نکته اساسی برای تعیین مکان می‌باشد. تقویم Almanac داده‌هایی را انتقال می‌دهد که نشان‌دهنده اطلاعات مداری برای هر ماهواره و تمام ماهواره‌های دیگر سیستم می‌باشد.



شکل ۲۴

حال می‌توان شیوه کار GPS را بهتر بررسی کرد. هر ماهواره پیامی را ارسال می‌کند که به‌طور ساده می‌گوید: من ماهواره شماره X هستم، موقعیت فعلی من Y است، و این پیام در زمان Z ارسال شده است. هر چند که این شکل ساده شده پیام‌رسانی است ولی می‌تواند کل طرز کار سیستم را بیان نماید. گیرنده GPS پیام را می‌خواند و داده‌های را جهت استفاده بعدی ذخیره می‌نماید. این اطلاعات می‌توانند برای تصحیح و یا تنظیم ساعت درونی GPS نیز به‌کار روند.

حال برای تعیین موقعیت، گیرنده GPS زمان‌های دریافت شده را با زمان خود مقایسه می‌کند. تفاوت این دو مشخص‌کننده فاصله گیرنده GPS از ماهواره مزبور می‌باشد. این عملی است که دقیقاً یک گیرنده GPS انجام می‌دهد. با استفاده از حداقل سه ماهواره یا بیشتر، GPS می‌تواند طول و عرض جغرافیایی مکان خود را تعیین نماید. (که آن را تعیین دو بعدی می‌نامند) و با تبادل با چهار (و یا بیشتر) ماهواره یک GPS می‌تواند موقعیت سه بعدی مکان خود را تعیین نماید که شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشد. با انجام پشت سر هم این محاسبات، GPS می‌تواند سرعت و جهت حرکت خود را نیز به دقت مشخص نماید.



شکل ۲۵- ماهواره‌های کمک ناوبری

امروزه در بعضی مکان‌های ایران، قادر به دریافت اطلاعات تا ۱۰ ماهواره می‌باشیم و حداقل به ۴ تا ۵ ماهواره در هر زمان از شبانه روز و در هر مکان دسترسی داریم.

بودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری



شکل ۲۶- نمونه دستگاه‌های GPS دستی

هر قدر تعداد ماهواره‌های قابل مشاهده بیشتر شود معادلات اساسی تعیین موقعیت بیشتر خواهند شد و بنابراین زمان لازم برای تعیین موقعیت یک نقطه کاهش یافته و دقت تعیین موقعیت نیز افزایش خواهد یافت.



شکل ۲۷- دستگاه GPS ثابت

## جدول ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ تشریح اصول ناوبری نجومی.</p> <p>۲ شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی.</p> <p>۳ تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان‌یابی.</p> <p>۴ تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی.</p> <p>۵ تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ تشریح اصول ناوبری نجومی.</p> <p>۲ شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی.</p> <p>۳ تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان‌یابی.</p> <p>۴ تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی.</p> <p>۵ تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی</p> <p>هنرجو توانایی بررسی سه مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	توانمندی در خصوص ناوبری نجومی و استفاده از GPS به منظور مکان‌یابی در دریا	کاربا دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری
۱	<p>۱ تشریح اصول ناوبری نجومی.</p> <p>۲ شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی.</p> <p>۳ تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان‌یابی.</p> <p>۴ تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی.</p> <p>۵ تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی</p> <p>هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از حدانتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## چراغ‌های ناوبری

تمامی شناورهای نظامی و تجاری که در شب یا در شرایط دید محدود تردد می‌نمایند، بایستی از چراغ‌های ناوبری مصوب استفاده کنند. حتی شناورهایی که از زمان غروب آفتاب تا سحر، در حال تردد نیستند نیز باید از چراغ‌های ناوبری استفاده کنند، مانند شناوری که در لنگر باشد یا در زمان وقوع رگبار شدید باران قرار گیرد.



شکل ۲۸- انواع چراغ‌های ناوبری

### اهمیت و عملکرد چراغ‌های ناوبری

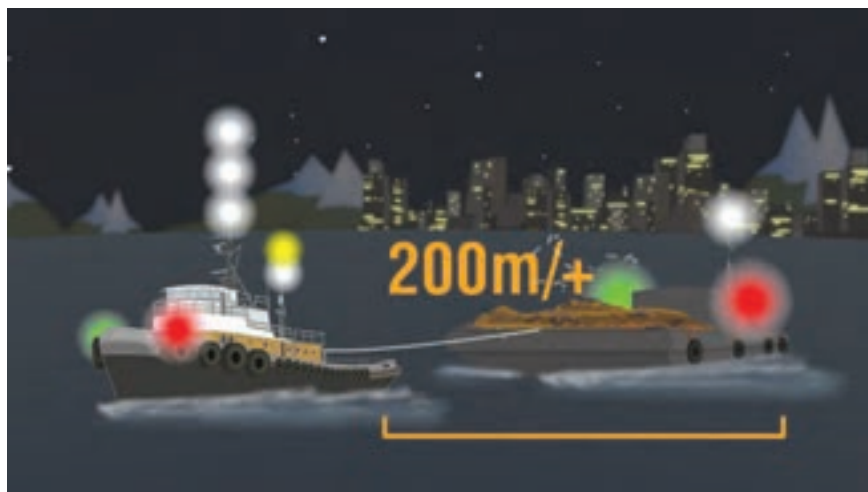
مهم‌ترین عملکرد چراغ‌های ناوبری، کمک به جلوگیری از وقوع هرگونه تصادف سنگین در دریا می‌باشد. تمامی شناورهای سبک و سنگین، تجاری و نظامی، نیازمند داشتن چراغ‌های شب به‌عنوان جزئی از سیستم ناوبری می‌باشند. برابر اصول قوانین چراغ‌های ناوبری، سه رنگ برای به‌کارگیری در چراغ‌های انتخاب گردیده است.

امروزه چراغ‌های ناوبری دریایی به تبعیت از قوانین بین‌المللی، شامل سه چراغ به رنگ‌های سبز، قرمز و سفید می‌باشد که به‌طور یکسان برابر الگوی شکل در همه شناورها به‌کار برده می‌شود.



شکل ۲۹- الگوی قرارگیری چراغ‌های ناوبری بر روی کشتی‌ها و قایق‌ها

الگوی قرارگیری چراغ‌های ناوبری بر روی کشتی‌ها و قایق‌ها، مطابق قوانین انجمن بین‌المللی چراغ‌های دریایی (IALA) می‌باشد. (IALA, International Association of Lighthouse Authorities) (شکل ۲۹) الگوی چراغ‌های ناوبری برابر جدول شماره ۳ توصیف می‌شود:



شکل ۳۰

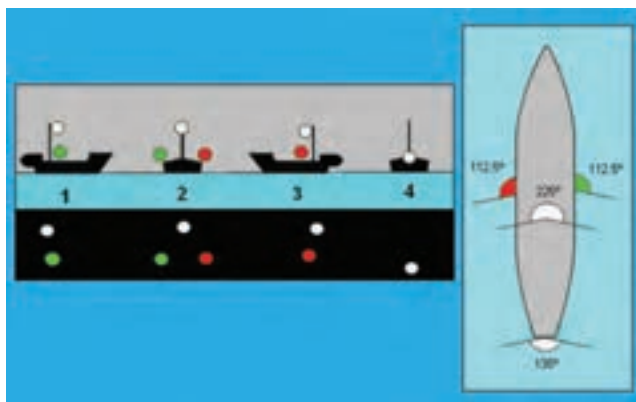


بودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

جدول ۳

عنوان	رنگ	قطاع دید	محل نصب	تصویر
Masthead چراغ دکل	سفید		تقریباً وسط شناور متماایل به سینه	
Port Sidelight چراغ برد راست	سبز		جلو شناور برد راست	
Starboard Sidelight چراغ برد چپ	قرمز		جلو شناور برد چپ	
Stern Light چراغ پاشنه	سفید		عقب شناور پاشنه	
Towing Light چراغ یدک پاشنه	زرد		عقب شناور پاشنه	

فاصله دیدن چراغ‌های ناوبری از سه تا شش مایل دریایی، بسته به نوع شناور متفاوت است. مسافت دیدن



شکل ۳۱- دیده شدن چراغ‌های ناوبری از جهت‌های مختلف

چراغ‌های ناوبری کشتی‌های بزرگ در مقایسه با شناورهای کوچک و قایق‌ها بیشتر است. (جدول ۴)

جدول ۴- مسافتی که چراغ‌های ناوبری انواع شناورها در آن قابل دیدن هستند

چراغ‌ها	مسافت	مسافت	مسافت
(مسافت مایل دریایی)	شناور بالای ۵۰ متر	شناور بین ۱۲ تا ۵۰ متر	شناور کوتاه تر از ۵۰ متر
Masthead Light	۶	۳ یا ۵	۲
Side Light	۳	۲	۱
Stern Light	۳	۲	۲
Towing Light	۳	۲	۲
All Round Light	۳	۲	۲

#### سرویس و نگهداری چراغ‌های ناوبری

چراغ‌های ناوبری در محلی بلندی از شناور نصب می‌شوند که از فاصله دور به سهولت برای سایر شناورها قابل دیدن باشند، اما زمانی که موضوع انجام سرویس و یا تعمیرات مطرح می‌شود، ارتفاع بلند محل نصب چراغ‌های ناوبری، دسترسی به آنها را به ویژه در دریاهای آزاد، امری خطرناک و دشوار می‌سازد.

در مجموع سه محل مهم برای نصب چراغ‌های ناوبری در شناور وجود دارد:

- دکل جلو،
- دکل اصلی،
- جایگاه نصب چراغ‌های ناوبری در پاشنه



شکل ۳۲- محل نصب چراغ‌ها ناوبری



در خصوص محل نصب و کاربرد هر کدام از چراغ‌های نام برده شده در جدول شماره ۳ بحث کنید.



شکل ۲۳- ایمنی در انجام تعمیرات

اقدامات ایمنی زیر بایستی قبل از شروع هرگونه تعمیرات یا سرویس بر روی چراغ‌های ناوبری، مدنظر قرار گیرد:

- مجوز انجام تعمیرات یا سرویس اخذ شود.
- علائم هشداردهنده نصب و افسر یا مسئول مربوطه در جریان کار قرار گیرد.
- سعی شود تا حد امکان، سرویس‌های برنامه‌ای و روتین چراغ‌ها، زمانی که شناور در اسکله است، انجام شود.
- قبل از بالا رفتن از دکل، مجوز کار در ارتفاع، اخذ شود.
- رادار خاموش و فیوز آن خارج شود.
- تغذیه صوت شناور قطع شود.
- تمامی دستگاه‌های رادیویی که آنتن آنها در نزدیکی دکل بوده و برای سلامتی انسان مضر می‌باشند، خاموش شوند.
- زمانی که مجبور هستید در حال دریا نوردی، بر روی چراغ‌های ناوبری کار کنید، قبل از بالا رفتن از دکل، سرعت و جهت وزش باد را از بادسنج شناور، کنترل نمایید. در صورتی که باد شدید باشد، از بالارفتن از دکل خودداری کنید.
- رول و پیچ شناور را چک کنید. اگر میزان آن زیاد باشد، از بالا رفتن از دکل خودداری کنید.



یک دستگاه چراغ ناوبری را در کلاس باز کرده و اجزای آن را مشاهده کنید.  
در خصوص منبع تغذیه چراغ‌های ناوبری بحث کنید.



شکل ۳۴- چراغ‌های ناوبری

## جدول ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری.</p> <p>۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور.</p> <p>۳ آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری.</p> <p>۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور.</p> <p>۳ آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل</p> <p>هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	چگونگی کار با دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	بررسی دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری
۱	<p>۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری.</p> <p>۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور.</p> <p>۳ آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل</p> <p>هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از حدانتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

## ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های موقعیت یاب و چراغ‌های ناوبری

### ۱- شرح کار:

- تشریح اصول ناوبری نجومی.
- شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی.
- تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان یابی.
- تشریح عملکرد سیستم موقعیت یاب جهانی.
- تشریح انواع تجهیزات موقعیت یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی
- تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری.
- تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور.
- آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل

### ۲- استاندارد عملکرد:

توانمندی‌سازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سیستم موقعیت یاب جهانی GPS و چراغ‌های ناوبری به کار رفته در شناورها.

### ۳- شاخص‌ها:

تشریح کامل تجهیزات و دستگاه‌های ناوبری نجومی، ناوبری الکترونیکی.

### ۴- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان مناسب انجام کار و کارگاه مجهز به تجهیزات ناوبری نجومی و ناوبری الکترونیکی  
 ابزار و تجهیزات: تجهیزات ناوبری نجومی تجهیزات ناوبری الکترونیکی - چراغ‌های راه

### ۵- معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح اصول ناوبری نجومی.	۲	
۲	شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی.	۲	
۳	تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان یابی.	۱	
۴	تشریح عملکرد سیستم موقعیت یاب جهانی.	۱	
۵	تشریح انواع تجهیزات موقعیت یاب ماهواره‌ای براساس نوع کاربرد تجاری و نظامی.	۱	
۶	تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری.	۲	
۷	تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور.	۱	
۸	آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، 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	

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

## پودمان ۲

### کاربری دستگاه‌های مخابراتی



### آیا تاکنون پی برده‌اید

- ۱ دریاوردان چگونه با ساحل و کشتی‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کنند؟
- ۲ مخابرات دریایی از چه جایگاه و اهمیتی در میان دریاوردان، برخوردار است؟
- ۳ ارتباط میان ایمنی و مخابرات دریایی چیست؟

### استاندارد عملکرد

- هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان تحلیل عملکرد سامانه مخابرات دریایی، کار با دستگاه‌های مخابراتی و سرویس و نگهداری آن‌ها می‌باشد.



## مخابرات دریایی

با افزایش ترافیک دریایی در سرتاسر جهان، بهبود ایمنی و امنیت و حفاظت از محیط‌زیست نیز اهمیت بیشتری یافته است. هنگامی که اخذ تصمیمات مهم برای سرعت بخشیدن به حفاظت یا ارتقای هر یک از این عوامل یاد شده در میان باشد، ارتباط خوب بین همه عناصر درگیر در زنجیره دریایی ضروری است.



شکل ۱- ترافیک دریایی

ساختار مخابرات راه دور برای کسانی که در دریا هستند بسیار مهم بوده و حتی اهمیت حیاتی دارد، زیرا تنها سامانه ارتباطی جهت برقراری تماس با سایر شناورهای اطراف و ایستگاه‌های زمینی مستقر در جای جای این گیتی می‌باشد. سیستم‌های ارتباطی پیشرفته، ارتباطات بین کشتی - ساحل و ساحل - کشتی را با استفاده از ماهواره و زیرساخت‌های رادیویی و تلفن‌های زمینی را برقرار می‌کنند. فناوری پیشرفته صوتی و مبادلات داده‌ها، امروزه به این معنی است که صاحبان کشتی‌ها، کاربران و خدمه می‌توانند در هر کجا که باشند، با یکدیگر در تماس باشند.



شکل ۲- الگوی ارتباط دریایی

برقراری ارتباطات خوب در کشتی نیز یکی دیگر از اهداف مهم مخابرات دریایی است. این امر باعث می‌شود خدمه کشتی که اغلب دور از خانواده و دوستان هستند، بتوانند با آن‌ها در تماس باشند، اینترنت به‌طور همزمان برای کارکنان کشتی برقرار باشد. به روز رسانی آب و هوا و نمودار، گزارش موقعیت، ارتباط با رسانه‌های جمعی و تجهیزات تشخیص از راه دور نیز از مزایای ارتباط خوب می‌باشد. دریانوردان باید بتوانند با کشتی‌های دیگر ارتباط برقرار کنند تا اطلاعات ایمنی دریایی در کوتاه‌ترین زمان، دریافت و ارسال شود. همچنین هشدارهای اضطراری برای مراکز هماهنگی نجات در ساحل و کشتی‌های نزدیک در هر کجا که باشند، ارسال و یا در شرایط اضطراری، پیام‌های هماهنگی از این مراکز دریافت گردد.



شکل ۳- ایستگاه ساحلی

بدون شک، ارتباطات دریایی قابل اعتماد در ذهن اکثر دریانوردان برابر با ایمنی است. داشتن توانایی برقراری ارتباط با افرادی که می‌توانند کمک به شما را فراهم کنند، ارزش بسیار بیشتری از هزینه‌های حتی گران‌قیمت با کیفیت بالای رادیو دریایی دارد. بنابراین زمانی که دریانوردی آغاز می‌شود، بسته به اینکه سفر یک روزه کوتاه یا هزار مایل دریایی است، بایستی تجهیزات مخابراتی مناسب به‌همراه داشته باشید. رادیو VHF دریایی برای ارتباطات کوتاه مدت، MF / HF Single Sideband برای ارتباطات بلند مدت و یا سیستم‌های ماهواره‌ای که تقریباً در سراسر جهان امکان‌پذیر است اختصاص داده شده‌اند.

## تلفن همراه به جای رادیو

داشتن یک تلفن همراه در دریا به شما اجازه می‌دهد به راحتی با مخاطبین که در ساحل قرار دارند مانند: فامیل، دوستان و کسب و کارهایتان ارتباط برقرار کنید. آن‌ها بسیار راحت هستند، اما در بعضی موارد آن‌ها نباید به جای یک رادیو با بسامد بسیار بالا مانند VHF و MF-HF استفاده شود. در اینجا برخی از مواردی که در مورد تلفن‌های همراه باید در نظر گرفت، اشاره می‌شود:

قابلیت اعتماد به تلفن‌های همراه در دریا پایین است. اکثر آن‌ها در برابر آب مقاوم نیستند و دامنه عملکردشان به دلیل دوری از دکل‌های مخابراتی مستقر در ساحل و تکرار کننده‌ها، نسبتاً کوتاه است.

محدوده تحت پوشش اکثر آنتن‌ها و ایستگاه‌های تلفن همراه برای کاربردهای زمینی در نظر گرفته شده، بنابراین فاصله در دریایی که یک کشتی می‌تواند در تماس مستمر باقی بماند، اغلب کوتاه‌تر است.

یک تلفن همراه اجازه نخواهد داد که شما همزمان با چندین شناور که در یک حادثه واقعی و شرایط اضطراری قرار گرفته اند، ارتباط برقرار کنید.



شکل ۴- گوشی موبایل به جای VHF

### خصوصیات بسامد

بسامدهای مختلف برای اهداف خاص، دارای ویژگی‌های متفاوتی بوده و به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:

امواج رادیویی VHF در یک خط مستقیم حرکت می‌کنند و به هیچ وجه فراتر از تپه‌ها، پرتگاه‌ها، دماغه‌ها و افق‌ها خم نمی‌شوند. رادیو VHF برای انتقال محلی استفاده می‌شود، اما آنتن‌ها باید در دید یکدیگر باشند (به این معنی است که آن‌ها در یک خط چشم باشند). به این حالت Line of Sight یا به اختصار LOS نیز گفته می‌شود.

امواج رادیویی MF بیشتر تمایل دارند که منحنی زمین را دنبال کنند. آن‌ها از کمک‌های ناوبری رنج متوسط به‌شمار می‌آیند و از پخش منطقه‌ای و ارتباطات متوسط برخوردار هستند، زیرا آن‌ها می‌توانند در اطراف موانع و افق حرکت کنند.

امواج رادیویی HF بر روی افق خم نمی‌شوند، اما از لایه‌ی جو زمین (یونوسفر) برای انعکاس دادن امواج رادیویی به سمت زمین استفاده می‌کنند. خواص لایه‌ی یونوسفر در طول روز تغییر می‌کند، اما در مدت کوتاهی قبل از طلوع خورشید و بعد از غروب خورشید، پایدارتر است. این زمان مخصوصاً برای ارتباطات SSB در گروه HF بسیار مناسب است.

در طول روز، انتقال SSB با توجه به تأثیر آفتاب بر روی یونوسفر، قابل اعتماد نیست. به‌طور کلی، بسامدهای بالاتر مانند ۱۲ مگاهرتز یا ۱۶ مگاهرتز ارتباطات بهتر را در طول روز افزایش می‌دهند، درحالی که بسامدهای پایین مانند ۴ مگاهرتز یا ۶ مگاهرتز در شب بهتر عمل می‌کنند.

فاصله بین ایستگاه‌ها نیز از عامل تأثیرگذار است. با بسامدهای بالاتر (۸ مگاهرتز و بالاتر) نتایج بهتر در سایر محدوده‌ها حاصل می‌شود.

محدوده بسامدهای مورد استفاده در مخابرات دریایی را در قالب یک جدول تهیه و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



### VHF – مبانی ارتباطات دریایی و ایمنی

هنگامی که اکثر مردم در مورد الکترونیک دریایی فکر می‌کنند، «VHF» احتمالاً یکی از اولین چیزهایی است که به ذهن می‌آید و همچنین باید اولین موردی باشد که در هنگام نصب یا ارتقای سامانه‌های مخابراتی الکترونیکی در هر کشتی، سرمایه‌گذاری می‌کنند. با این حال، برای بسیاری از دریانوردان، نیازهای مخابرات دریایی خود را فراتر از محدوده VHF گسترش می‌دهند. برای این افراد، باید یک باند متوسط / بسامد متوسط (MF / HF-SSB) مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۵ – نمونه دستگاه VHF ثابت دریایی

شما رادیوهای دریایی VHF را بر روی بیشتر از همه کشتی‌ها در سراسر جهان پیدا خواهید کرد. از سوپر کانتینررها تا قایق‌های ماهی‌گیری، بدون شک VHF دریایی توانمندترین سامانه ارتباطات دریایی است. استفاده‌های معمول از محدوده VHF شامل ارتباطات دفاعی و ایمنی، مشاوره‌های ناوبری دریایی، گزارش‌های آب و هوایی پیش‌بینی شده، تماس با کشتی‌های دیگر، اتصال به سیستم تلفن برای تماس‌های تلفنی می‌باشد. با این حال مهمترین جنبه استفاده از VHF این است که تمام VHF‌های دریایی برای استفاده از بسامدهای خاص و بدون در نظر گرفتن تولید کننده مطابق شرایط مورد توافق بین المللی طراحی و ساخته شده اند. این سامانه مخابراتی برای تمام دریانوردان در هر جای دنیا بسامدهای مشترکی فراهم آورده است تا بتوانند به راحتی ارتباط برقرار کنند.

در حال حاضر تعداد ۳ مجموعه بسامدهای بسامد VHF در حال استفاده در جهان امروز وجود دارد. اکثر VHF‌ها امروزه دارای سوئیچ اختصاصی (ساده ترین راه) و یا یک آیتم منو می‌باشند، که اجازه می‌دهد بین این مجموعه کانال‌ها تعویض انجام شود. خوشبختانه بسامدهای اصلی شرایط اضطراری و ایمنی کانال‌های (۶، ۱۳، ۱۶، ۶۷ و ۷۰) در هر سه استاندارد برای ارتباطات، بدون در نظر گرفتن تنظیمات رادیویی شما استاندارد می‌باشند. با این وجود، اگر کاربر مخابرات انتظار دارد که به طور مؤثر ارتباط برقرار کند، باید از اینکه کدام بسامد در منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد، آگاه باشد.

رادیوهای دریایی ممکن است به عنوان قطعه اولیه تجهیزات ایمنی در کشتی محسوب شوند. استفاده از خاصیت تخصیص بسامد مشترک و روش‌های مناسب ارتباطات دریایی این ایمنی را افزایش می‌دهد. اساساً ۴ دسته ارتباطات دریایی وجود دارد.

#### ■ شرایط اضطراری

#### ■ شرایط فوری

#### ■ شرایط ایمنی

#### ■ شرایط عادی (معمولی)

در داخل این دسته‌ها از ۳ سیگنال اضطراری شناخته شده بین‌المللی برای ارتباطات صوتی استفاده می‌شود: MAYDAY با تلفظ MAY.DAY: این سیگنال شرایط اضطراری است و تنها نشان می‌دهد که کشتی در شرایط خطرناک قرار گرفته و نیاز به کمک فوری دارد.

PAN.PAN: این سیگنال شرایط فوری است و زمانی استفاده می‌شود که ایمنی کشتی یا فرد در معرض خطر باشد.

SECURITE با تلفظ "SAY – CURE – A – TAY": این سیگنال شرایط ایمنی است و برای مشاوره دادن به دیگران در مورد ناوبری مهم یا هشدارهای آب و هوایی که ممکن است ایمنی دیگر کشتی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

وضعیت اضطراری در داخل سه دسته تقسیم شده است، به این معنی که هر کدام از این تماس‌ها باید در کانال ۱۶ ایجاد شود، زیرا بسیاری دیگر ایستگاه‌های ساحلی در بسامد ۲۴,۷ به گوش هستند.

اولویت این سیگنال‌ها به ترتیب زیر می‌باشد:

ایمنی (SECURITE) بالاتر از هر ارتباطی عادی (معمولی) است.

ارتباطات فوری (PAN.PAN) مقدمه‌ای بر ارتباطات ایمنی می‌شود.

ارتباط اضطراری (MAYDAY) بالاتر از همه دسته‌های دیگر ارتباطات است.

همه تماس های صوتی بالا به طور معمول در کانال ۱۶ (۱۵۶,۸۰۰ مگاهرتز) انجام می گیرند. اگر یک تماس اضطراری شنیدید، تمام ارتباطات را متوقف کنید. مگر اینکه در حال نجات یا ارائه کمک به دیگران هستید، هیچکس مجاز نیست بر روی بسامد اضطراری، پیام ارسال کند. با این حال، باید مراقب باشید و از وضعیت آن پیروی کنید تا زمانی که مشخص شود کمک در حال ارائه است. تماس های عادی ممکن است بعد از اینکه هماهنگ کننده، نجات بسامد را برای ترافیک معمولی ("Silence Fini") منتشر کرد، از سر گرفته می شود.

قاعده کلی در اینجا ساده است: اگر یک پیام اضطراری، فوری (ضروری) و یا پیام ایمنی را می شنوید، تماس خود را متوقف کنید و گوش دهید!

## قابلیت های رادیو VHF دریایی

رادیو VHF دریایی (بسامد بسیار بالا) شامل بسامد رادیویی از ۱۵۶ مگاهرتز تا ۱۶۲,۰۲۵ مگاهرتز است. اتحادیه بین المللی مخابرات (ITU) این را به عنوان «VHF دریایی موبایل باند» نامگذاری می کند. از لحاظ فیزیکی، رادیو VHF دریایی یک فرستنده و گیرنده ترکیبی است که اغلب به عنوان فرستنده گیرنده نامیده می شود. دکمه PTT (Push to Talk) که بر روی میکروفون یا گوشی واقع شده است، کنترل می کند که رادیو در آن لحظه کدامیک از حالت های گیرنده یا فرستنده است. هنگامی که PTT را فشار می دهید، رادیو در حال فرستنده قرار می گیرد و زمانی که دکمه PTT را رها می کنید، رادیو به حالت گیرنده باز می گردد. تمام رادیوهای VHF دریایی برای کار بر روی یک بسامد خاص و یا جفت بسامد در گروه تلفن همراه دریایی VHF طراحی و ساخته شده اند. این بسامدها یا پارامترهای متناظر بسامد پس از آن در رادیو به عنوان کانال ذخیره می شوند. این قابلیت به کاربر اجازه می دهد تا با صرفه جویی در زمان و بدون نیاز به نگاه کردن و یا حفظ هر بسامد یا دانستن اینکه چه زوج بسامدهای ارسال و دریافت متعلق به هم هستند، برای تنظیم سریع و دقیق VHF اقدام کند.

امروزه VHF ها چیزی شبیه به ۲۰ سال پیش نیستند. امروز VHF قادر به ارسال پیام های شرایط اضطراری دیجیتال یا تماس با ایستگاه های خاصی است و شما می توانید در رادیو خود برنامه ریزی کنید که به آن (DSC - Digital Selective Calling) گفته می شود. آن ها قادر به ارتباط با بسیاری از دیگر سیستم های الکترونیکی از قبیل سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS) و سیستم شناسایی خودکار (AIS). و سامانه های انتقال اطلاعات هستند.



شکل ۶- نمونه VHF دستی

## در چه فاصله‌ای می‌توان با VHF ارتباط برقرار کرد

در حالی که ارتباطات با بسامد بسیار بالا (VHF) مزایای فراوانی مانند کیفیت صدا، آنتن کوچکتر و هزینه پایین را فراهم می‌کند و کمتر در معرض دخالت جو قرار می‌گیرد، دارای یک اشکال بزرگ می‌باشد و آن محدوده تحت پوشش نسبتاً کوتاه آن است.

محدوده رادیوهای VHF وابسته به بسیاری از عوامل است، بیشترین عامل محدودیت VHF این است که اساساً آنتن‌های فرستنده و گیرنده باید قادر باشند یکدیگر را ببینند تا ارتباطات برقرار کنند. در زیر برخی از رایج‌ترین فاکتورهایی که بر ارتباطات VHF تأثیر می‌گذارند بحث می‌شود:

■ توان فرستنده.

■ ویژگی‌های توپوگرافی زمین (دریا).

■ ارتفاع آنتن مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در محدوده VHF.

**قدرت فرستنده:** حداکثر توان فرستنده تمام VHF‌های دریایی که در دسترس دریانوردان هستند، به‌طور متوسط ۲۵ وات است. این فرستنده‌ها همچنین دارای یک سوئیچ کنترل هستند که به کاربر اجازه می‌دهد قدرت خروجی فرستنده را تا ۱ وات برای ارتباطات کوتاه برد تغییر دهد. بر روی رادیوهای VHF جدیدتر نیز نرم‌افزاری نصب شده است که قدرت خروجی را به‌طور خودکار در بسامدهای خاصی نظیر ۱۵۶,۶۵۰ مگاهرتز (کانال ۱۳) به‌صورت خودکار به ۱ وات محدود می‌کند. کاهش قدرت رادیو خود را به ۱ وات برای ارتباطات کوتاه کوتاه، یک حسن ساده است. در نظر بگیرید هنگامی که توان خروجی رادیو شما ۲۵ وات باشد، شعاع انتقال امواج به ۲۰ مایل دریایی خواهد رسید. این منطقه تقریباً برابر است با ۱۳۰۰ مایل مربع است که توسط سیگنال ارسالی شما پوشش داده می‌شود، علاوه بر آن در این حالت بسامد ارسالی شما از ارسال پیام توسط سایر فرستنده‌ها در آن بسامد جلوگیری خواهد کرد. با کاهش توان فرستنده خود به ۱ وات، شما می‌توانید شعاع انتقال خود را کاهش داده و به کاربران دیگر اجازه دسترسی به آن بسامد را بدهید.

برای اینکه دیدگاه شما نسبت به مقدار توان و توان مورد نیاز برای ارتباط برقرار باشد روشن‌تر شود، فضاپیمای وایجر یک (Voyager ۱) در پایان سال ۲۰۱۶ در فاصله نزدیک به ۱۳ میلیارد (۱۳,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰) مایل از زمین قرار داشت و همچنان نسبت به انتقال پیام اقدام می‌کرد و این پیام‌ها در کماکان در زمین دریافت می‌شد. تمامی داده‌های علمی فقط با استفاده از آن ۲۳ وات از توان رادیو این فضاپیما ارسال می‌شد. بنابراین، همان‌طور که می‌بینید، ۲۵ وات توان خروجی برای غلبه بر هرگونه دخالت طبیعی و ایجاد یک زیرساخت ارتباطی موثر در حالت دید مستقیم (Line of Sight) کافی است.

تحقیق کنید



انتشار خطی یا Line of Sight که به اختصار LOS گفته می‌شود، چیست؟

در ارتباطات رادیویی این خاصیت به‌روشی از انتشار اطلاق می‌شود که در آن بایستی آنتن‌های گیرنده و فرستنده در دید مستقیم یکدیگر یا LOS باشند.

**ویژگی‌های توپوگرافی زمین:** همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در بسیاری از موارد، خم شدن امواج رادیویی VHF رخ می‌دهد، ولی بسیار کم است. با وجود این، VHF همچنان به‌عنوان یک رادیوی LOS در نظر گرفته می‌شود. این به این معنی است که اگر آنتن شما نتواند آنتن کشتی موردنظر را ببیند، احتمال اینکه سیگنال شما به آن‌ها برسد، نیست.



شکل ۷- انحناى زمین و ناتوانی آنتن‌های VHF در دیدن همدیگر

همچنین به این معنی است که اگر هرگونه مانع مداخله‌ای وجود داشته باشد، سیگنال شما نیز به مقصد نخواهد رسید. امواج رادیویی VHF بسیار شبیه به امواج نور است. اگر شب در حال مشاهده یک شمع بودید و کسی بین شما و شمع پرده‌ای می‌کشید، دیگر نمی‌توانستید آن را ببینید. به همین ترتیب، اگر شما به یک تماس VHF گوش می‌دهید و کسی بین شما و آنتن فرستنده کوهی را حرکت می‌دهد شما دیگر نمی‌توانید آن را انتقال دهید.

بنابراین برای برقراری ارتباط کارآمد با استفاده از VHF، ایستگاهی که با آن ارتباط برقرار می‌کنید باید به‌صورت LOS بوده و بین فرستنده و گیرنده هیچ‌گونه مانع وجود نداشته باشد.

**ارتفاع آنتن:** با توجه به ارتباطات رادیویی VHF دریایی، مهمتر از همه عوامل دیگر ارتفاع آنتن آن است. هرچه آنتن VHF در ارتفاع بالاتر نصب شده باشد، در فواصل بیشتر می‌توانید ارتباط برقرار کنید.

زمانی که درباره آنتن صحبت می‌کنیم، به‌یاد داشته باشید که آنتن معمولی VHF دریایی با قطبش عمودی طراحی شده است. این بدان معنی است که بهترین عملکرد آنتن VHF زمانی خواهد بود که آنتن کاملاً عمودی نصب شده باشد. هر زاویه فراتر از زاویه عمودی، عملکرد سیگنال رادیویی شما را کاهش می‌دهد. برای محاسبه محدوده تئوری نصب رادیوی VHF، فرمول‌های زیادی استفاده می‌شود. برخی براساس فاصله از افق قابل مشاهده و بعضی از افق‌های رادیویی هستند. به‌یاد داشته باشید، VHF به‌عنوان یک رادیوی LOS در نظر گرفته می‌شود، اگر چه در اغلب موارد برخی خم شدن امواج رادیویی در حد کم وجود دارد. واقعیت این است که تفاوت در پاسخ‌های حاصل از هر دو روش بسیار کوچک است، بعید است که در طرح چیزها بسیار متفاوت باشد.



## افق قابل مشاهده

مسافت افق قابل مشاهده، هیچ گونه خمشی از امواج رادیویی را در نظر گرفته نمی‌شود و فاصله مدنظر برابر با فاصله تا افق قابل مشاهده است.

بیشتر  
بدانید



$D$  = فاصله از افق در واحد مایل دریایی

$r_o$  = میانگین شعاع زمین برابر با  $3440.1 \text{ NM}$

$h_f$  = ارتفاع آنتن در واحد پا (feet)

$\beta_o = 0.8797$  ضریب شکست زمینی

$$D = \sqrt{\frac{2r_o h_f}{60.76 \beta_o}}$$

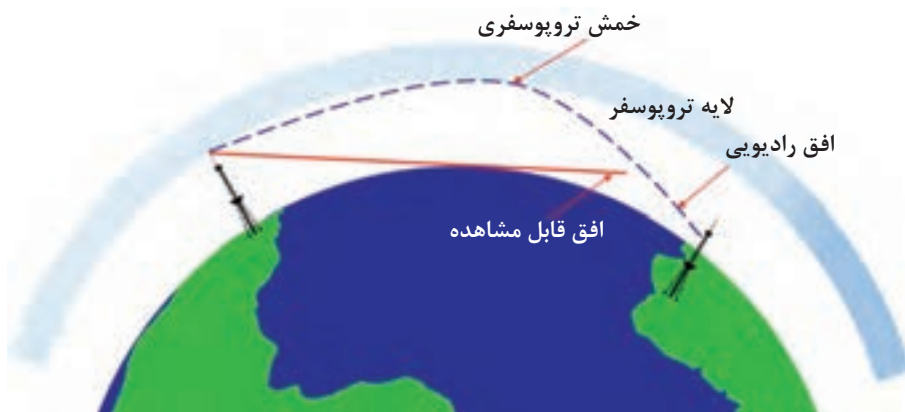
این فرمول را می‌توان ساده کرد: ( $d = 1.169 \times \sqrt{h_f}$ ) و از آنجایی که ما در واحدهای بزرگ مثل مایل‌های دریایی کار می‌کنیم، می‌توانیم حداقل یکی از مکان‌های اعشار را از دست بدهیم و آن را ساده‌تر کنیم:

$$d = 1.17 \times \sqrt{h_f}$$

می‌توانید برای محاسبه مسافت در واحدهای کیلومتر یا مایل، از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

$$d_{\text{mi}} = 1.345 \times \sqrt{h}$$

$$d_{\text{km}} = 3.57 \times \sqrt{h_m}$$



شکل ۸ - تفاوت افق رادیویی و افق قابل مشاهده

## افق رادیویی

افق رادیویی احتمالاً نمایش دقیق‌تر از حد مجاز مسافت تحت پوشش رادیو VHF است. این در حالی است که خم شدن کمی از امواج رادیویی در امتداد سطح زمین اتفاق می‌افتد.

مسافت افق رادیویی با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$d = 1,2246 \times \sqrt{h_f}$$

می‌توانید برای محاسبه مسافت در واحدهای کیلومتر یا مایل، از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

$$d_{sm} = 1,415 \times \sqrt{h_f}$$

$$d_{km} = 4,124 \times \sqrt{h_m}$$

ولی ما در دریا معمولاً در فاصله‌های بسیار طولانی‌تر از ۱۰ مایل دریایی صحبت می‌کنیم. هر زمان که می‌خواهید با یک ایستگاه رادیویی دیگر ارتباط برقرار می‌کنید، در ذهن داشته باشید که بایستی ارتفاع آنتن ایستگاه مدنظر را نیز در محاسبات خود تأثیر دهید و سپس این را به محدوده رادیویی VHF خود اضافه کنید. پس از آن می‌توانید به مسافتی که انتظار دارید قادر به برقراری ارتباط رادیویی باشید، از آن ایستگاه فاصله بگیرید.

همچنین اگر شما به دنبال برقراری ارتباط رادیویی با یک کشتی دیگر هستید، پس بایستی فاکتور ارتفاع آنتن آن کشتی را در محاسبات خود لحاظ کنید سپس آن را با خود ترکیب نمایید.

## آنتن

آنتن وسیله‌ای است که جریان الکتریکی را می‌گیرد و این انرژی را به شکل تابش الکترومغناطیسی منتشر می‌کند و برعکس. به عبارت ساده، توان الکتریکی را به امواج رادیویی تبدیل می‌کند. درک ویژگی‌های مهم آنتن VHF دریایی به شما این امکان را می‌دهد که آنتن مناسب را به بهترین وجه و متناسب با نیازهای خاص خود انتخاب کنید.

### آنتن VHF دریایی

رایج‌ترین نوع آنتن VHF دریایی که در کشتی‌ها یافت می‌شود، معمولاً به‌عنوان یک آنتن شلاقی شناخته می‌شود که چند نمونه از آن‌ها در زیر نشان داده شده است:

آنتن شلاقی ۳ فوت یا ۹۱,۴۴ سانتی‌متر از جنس فولاد ضد زنگ: این نوع آنتن را می‌توان بر روی هر نوع کشتی و حتی قایق‌های کوچکتر نصب کرد. این نوع آنتن بیشتر در پاشنه قایق‌های دریایی نصب می‌شود.

بیشتر  
بدانید





شکل ۹- نمونه آنتن VHF شلاقی

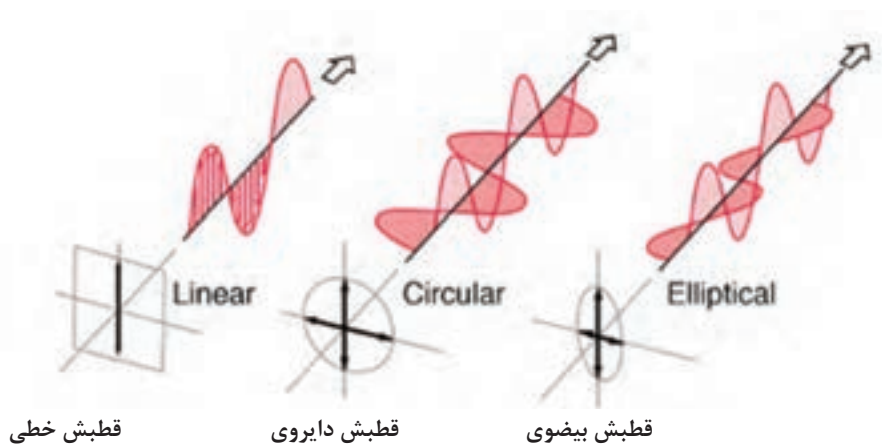
آنتن فایبرگلس با طول‌های مختلف از ۴ تا ۲۳ فوت: این نوع آنتن را می‌توان بر روی هر نوع کشتی نصب کرد، با این حال معمولاً در قایق‌های موتوری یافت می‌شود.



شکل ۱۰- نمونه آنتن فایبرگلس VHF دریایی

**خصوصیات آنتن‌های VHF دریایی:** طراحی و کارکرد مناسب یک آنتن شامل محدوده بسامد استفاده، الگوی تابش موردنظر، هدایت، کارایی، افزایش، پهنای باند، قطبش، و دمای آنتن است. آنچه مهم است این است که تمام این موارد توسط سازنده آنتن انجام شده است. هدف این است که یک محصول ترکیبی از عملکرد و دوام را به همراه داشته باشد.

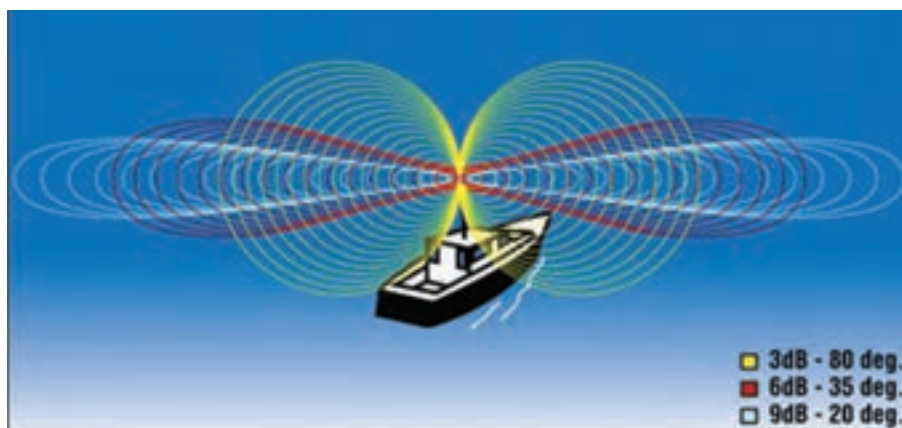
در زیر در خصوص ۳ پارامتر از پارامترهای آنتن‌های VHF دریایی بحث خواهیم کرد:  
**قطبش و الگوهای تابش:** به طور کلی، ۲ نوع قطبی شدن معمول وجود دارد: خطی و دایره‌ای. در مورد ارتباطات VHF دریایی، آنتن قطبی خطی رایج‌ترین نوع آن است.



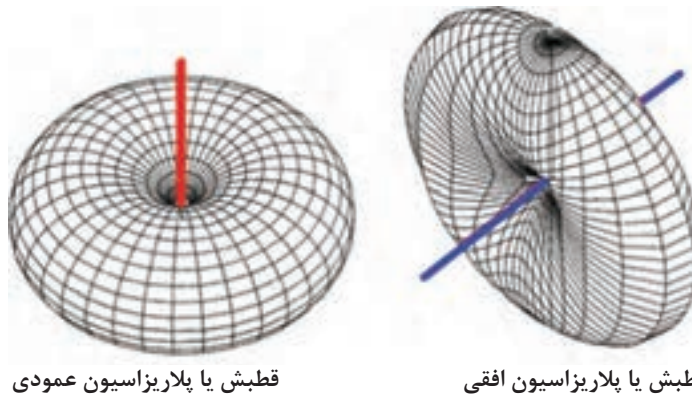
شکل ۱۱- انواع قطبش یا Polarization

درون آنتن‌های قطبش خطی، قطبش افقی و قطبش عمودی وجود دارد. یک آنتن با قطبش خطی به طور کامل در یک خط تابش می‌کند که جهت پخش است.

در شکل ۱۲، یک دید کلی از الگوهای تابش آنتن یک دستگاه گیرنده و فرستنده در جهات مناسب با قطبش به صورت عمودی و افقی دیده می‌شود. آنتن قرمز که در مرکز الگوی انتشار قرار دارد. فاصله از مرکز نشان‌دهنده توان تشعشع در آن جهت است. حداکثر توان تابش عمود بر آنتن است و به طور مستقیم با محور آنتن صفر می‌شود.



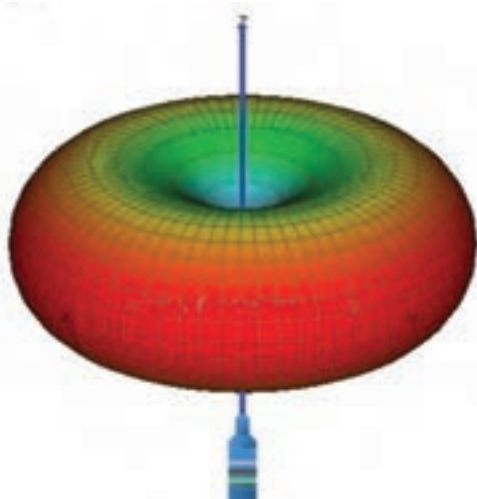
شکل ۱۲- الگوی تابش یا Radiation Pattern



قطبش یا پلاریزاسیون عمودی

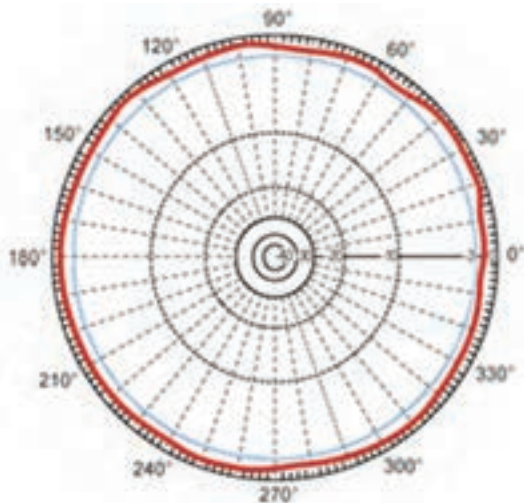
قطبش یا پلاریزاسیون افقی

شکل ۱۳- پلاریزاسیون افقی و عمودی



نمودارهای فوق نشان می‌دهد که آنتن با قطبش افقی برای ارتباطات VHF دریایی کاملاً بی‌فایده است. بدون در نظر گرفتن تئوری میدان الکتریکی و طراحی آنتن، کافی است بگوییم آنتن معمولی VHF دریایی یک آنتن با قطبش عمودی است. اساساً توان سیگنال آنتن شلاقی VHF دریایی در ۳۶۰ درجه افقی است اطراف آنتن تقریباً یکسان است.

شکل ۱۴- قدرت تابش در پلاریزاسیون عمودی آنتن VHF

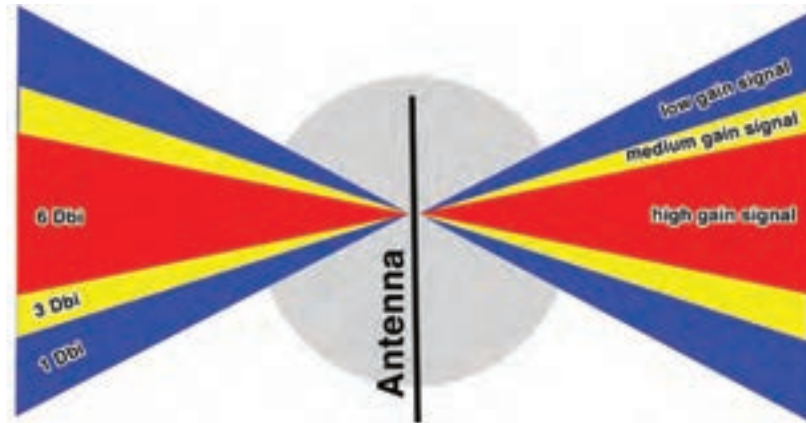


در شکل ۱۵ آنتن در مرکز تشعشع قرار گرفته و فاصله از مرکز نشان‌دهنده توان در آن جهت است. قدرت تابش حداکثر در جهت افقی بوده و در بالا و پایین آنتن کاهش یافته و به صفر میل می‌کند.

شکل ۱۵- نمای بالا از الگوی تابش آنتن با قطبش عمودی

## بهره آنتن

بهره آنتن، مجموع بهره‌وری آنتن و هدایت است. اندازه نسبی توانایی آنتن برای هدایت یا تمرکز انرژی بسامد رادیویی در یک الگوی یا جهت خاص را بهره آنتن می‌گویند. این توانمندی به‌طور معمول با واحد dB (Decibels) اندازه‌گیری می‌شود. با این حال در بیشتر مشخصات آنتن‌های VHF دریایی، آن را بصورت بهره dB بیان می‌کنند.



شکل ۱۶- بهره یا Gaine آنتن VHF

در حالی که قطبش و الگوی تشعشع در اکثر آنتن‌ها مشترک است، آیا چگونگی نصب و استفاده از آنتن بر عملکرد و بهره آنتن تاثیر می‌گذارد.

تحقیق کنید



آنتن‌ها بایستی به‌گونه‌ای نصب شوند که برخی سازه‌های کشتی مانند سوپراستراکچر، دکل و سایر سازه‌هایی که مانع تشعشع آنتن شده و از رسیدن امواج رادیویی به آنتن جلوگیری می‌کنند در امان باشند. دکل اصلی کشتی معمولاً بهترین محل برای نصب آنتن است زیرا احتمال آسیب دیدگی آنتن در این محل کم است، آنتن از تداخل و مورد پوشش قرار گرفتن بوسیله تجهیزات کشتی در امان است و با توجه به ارتفاع دکل، بالاترین بهره را خواهد داشت.



شکل ۱۷- موقعیت نصب آنتن‌ها در کشتی

## رادیوهای دریایی MF / HF-SSB

اگر قصد دارید که یک ارتباط مؤثر در دریا برقرار کنید، بایستی درک اولیه از بسامد متوسط (MF) و بسامد بالا (MF / HF-SSB) داشته باشیم. بنابراین در اینجا به برخی از این مبانی می‌پردازیم.

### MF / HF-SSB چیست؟

رادیو دریایی MF / HF-SSB فرستنده و گیرنده ترکیبی بسیار شبیه VHF است. تفاوت اصلی بین دو رادیو، محدوده بسامدی است که در آن فعالیت می‌نمایند. به طور معمول، رادیوهای دریایی MF / HF-SSB در محدوده بسامدی ۱,۶ تا ۳۰ مگاهرتز کار می‌کنند. مهمترین مفهوم این است که: «آنها به کاربر اجازه می‌دهند بسامد رادیو را براساس موقعیت کشتی و شرایط جوی برای برقراری ارتباط در فاصله‌های مختلف، انتخاب کند.»



شکل ۱۸- تجهیزات رادیویی کشتی

برخلاف VHF که یک رادیوی LOS (Line of Sight) است، رادیوهای MF / HF قادر به عبور دادن سیگنال‌هایشان در فضای اطراف هستند. این خاصیت باعث افزایش دامنه کار رادیو می‌شود که نقش مهمی در ارتباطات رادیویی کشتی به ساحل و کشتی به کشتی شناورهایی که به دریانوردی طولانی می‌پردازند، دارد.

### چرا به رادیوی HF نیاز داریم؟

علت اصلی بکارگیری رادیوی HF البته ایمنی است. اما ارتباطات معمول در مسافت‌های طولانی نیز همچنان اهمیت دارد. هنگامی که دریانوردی طولانی مدت دور از سواحل شروع می‌شود، یا زمانی که در تنگه‌ها شروع به ماهی‌گیری می‌کنید، شما به سرعت متوجه خواهید شد که رادیو VHF دیگر کارایی لازم را ندارد. هنگامی که فاصله کشتی از ایستگاه ساحلی یا کشتی‌های دیگر، بیشتر از ۳۰ مایل دریایی باشد (بسته به ارتفاع آنتن)، رادیو دریایی VHF دیگر مناسب برقراری ارتباطات عادی و اضطراری نخواهد بود. به منظور حفظ

این ارتباطات، اکنون نیاز است از رادیو MF / HF یا یک سیستم ارتباطی ماهواره‌ای استفاده شود. پیشرفت‌های سریع در الکترونیک که طی ۲۰ تا ۳۰ سال گذشته شاهد آن بوده‌ایم، مزایایی زیادی در تولید تجهیزات ارتباطات رادیویی به همراه داشته است. امروز صاحب یک قایق متوسط می‌تواند از سیستم‌های ارتباطی جهانی HF در سراسر جهان استفاده کند، در صورتی که در گذشته فقط کشتی‌های بزرگ می‌توانستند از این توانمندی بهره‌مند شوند.



شکل ۱۹- محدوده عملکرد رادیوهای HF

به موازات استفاده از رادیو HF-SSB در ارتباطات مسافت‌های طولانی، این مجموعه‌ها می‌توانند به آسانی قابل تنظیم باشند تا کاربر را با تعدادی از خدمات دیگر سازگار کند. ایمیل، Teletype، NAVTEX و فاکتور هواشناسی از جمله چیزهایی است که به راحتی برای دریانوردان قابل دسترسی است. این سرویس‌ها به راحتی با استفاده از رایانه، برخی از نرم‌افزارها و مودم می‌توانند تنظیم شوند. همچنین بسیاری از رادیوهای جدید HF-SSB دریایی می‌توانند «قفل باز» باشند. این قابلیت به دریانوردان و کاربران رادیویی که مجوز استفاده از رادیوهای آماتور را دارند، امکان می‌دهد تا به بسامدهای رادیویی آماتور دسترسی داشته باشند.

### چه مسافتی برای برقراری ارتباط مد نظر ماست؟

برخلاف رادیوهای VHF دریایی که محدوده کاری آن‌ها در بسامدهای ۱۵۰ تا ۱۶۰ مگاهرتز است، رادیوهای (MF) و (HF) از بسامدهای پایین (۱/۶ تا ۳۰ مگاهرتز) استفاده می‌کنند، بسامدهای پایین یکی از عواملی هستند که اجازه می‌دهد رادیوهای HF بتوانند در مسافت‌های بسیار طولانی ارتباط برقرار کنند. در واقع، با توجه به شرایط مناسب، ارتباطات در سراسر جهان ممکن است. به همین علت و هزینه نسبتاً کم، رادیوهای HF-SSB برای دریانوردی در اقیانوس‌ها و آبراه‌های دور، بسیار محبوب است. فاصله‌ای که می‌توانید با اطمینان توسط رادیوهای HF ارتباط برقرار کنید، بستگی به عوامل بسیاری دارد. که



فقط به برخی از رایج‌ترین موارد اشاره می‌کنیم:

■ زمان روز؛

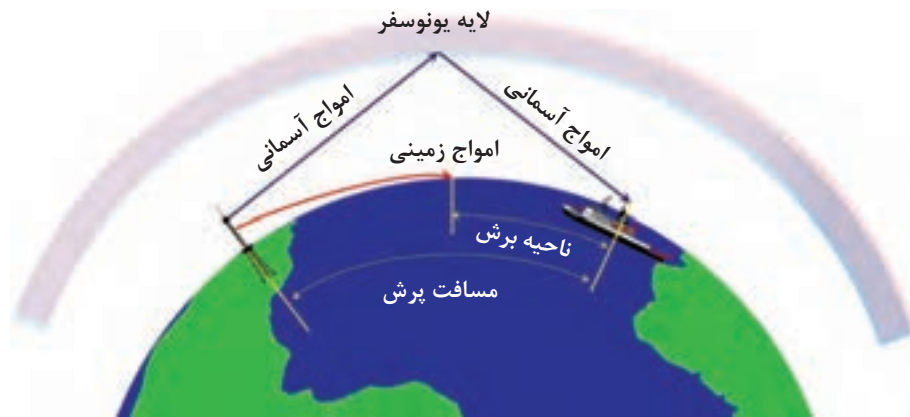
■ فصل سال؛

■ بسامد مورد استفاده؛

بهتر است بدانید، بسیاری از این عوامل به‌طور مستقیم به خورشید و تأثیر آن بر فضای سیاره ما بستگی دارد. این امر یکی از مهمترین عوامل در ارتباطات HF است و ما را به موضوع بعدی یعنی «انتشار امواج» سوق می‌دهد.

### انتشار امواج

اپراتور رادیویی MF / HF که می‌خواهد قادر به برقراری ارتباط مؤثر در دریا و دستیابی به مزایای کامل رادیوی HF باشد، باید درک اولیه‌ای از انتشار موج رادیویی داشته باشد. دلیل این که رادیوهای HF می‌توانند در فواصل دورتر ارتباط برقرار کنند خاصیت انتشار امواج است. به عبارت ساده، انتشار، شکست و انعکاس امواج رادیویی توسط لایه‌های مختلف یونوسفر است. ۳ نوع انتشار توسط رادیو HF وجود دارد و همه آن‌ها به‌طور همزمان پخش می‌شوند. آن‌ها امواج زمین، امواج مستقیم و امواج آسمان هستند. ما نگاهی دقیق‌تری به ۲ نوع از این‌گونه انتشار داریم که از اهمیت زیادی برای دریانوردان برخوردار هستند:



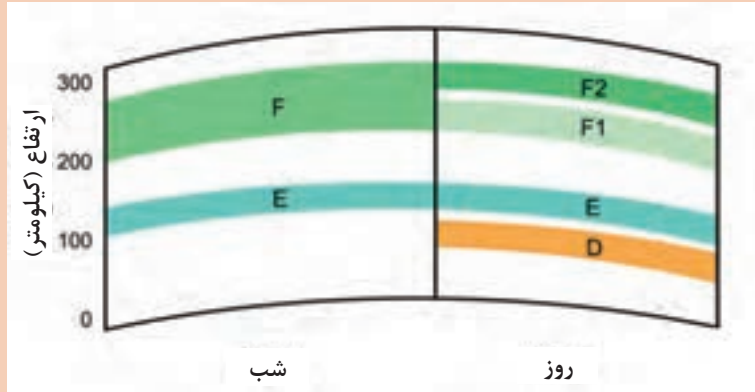
شکل ۲۰- انتشار امواج رادیویی

**امواج زمینی:** امواج زمین که در آن سیگنال رادیویی تمایل به دنبال کردن انحناهای سطح زمین است. انتشار موج زمینی در بسامدهای پایین رخ می‌دهد و به ندرت در بالای باند ۳ مگاهرتز مؤثر است. این امواج برای فاصله‌های نسبتاً کوتاه در طول روز، ۱۰۰ تا ۲۰۰ مایل دریایی و گاهی اوقات تا ۴۰۰ مایل دریایی در شب ایده‌آل هستند.

**امواج آسمانی:** امواج آسمانی، جایی که سیگنال رادیویی پس از برخورد با لایه یونوسفر به زمین بازتابیده می‌شوند. به دلیل انحراف سیگنال رادیویی در لایه یونوسفر، این سیگنال می‌توانند مسافت‌های طولانی‌تری را طی کند، که اغلب به هزاران مایل در طول روز و هزاران مایل در شب می‌رسد.



لایه‌های یونوسفر و در روز و شب متفاوت بوده و خاصیت بازتابش یا شکست آن‌ها با یکدیگر فرق دارد.



بسیاری از کاربران رادیویی نمی‌دانند، چرا با یک بسامدی که ۴۰۰۰ مایل دریایی را پوشش می‌دهد، نمی‌توانند با گارد ساحلی در فاصله ۲۵۰ مایل دریایی ارتباط برقرار کنند. پاسخ ساده است: بسامدهای بالا برای برقراری ارتباط در مسافت‌های طولانی به کار برده می‌شوند، از این رو امواج زمینی ممکن است به ایستگاه نرسند و امواج آسمانی هم ممکن است از روی ایستگاه عبور کنند. با توجه به شکل ۲۰، هر ایستگاه که در ناحیه پرش قرار بگیرد، به احتمال زیاد هرگز انتشار امواج رادیویی شما را دریافت نخواهد کرد.

### انتخاب بسامد صحیح

قاعده اساسی هنگام استفاده از رادیوی HF این است که بدانید که در چه فاصله‌ای در حال تلاش برای برقراری ارتباط هستید. هنگامی که این فاصله شناخته شده است، آن را به سادگی می‌توانید یک بسامد مناسب انتخاب کنید.

برخی از قوانین در مورد انتخاب بسامد بشرح زیر می‌باشند:

- هرچه ارتفاع خورشید از سطح افق بالاتر باشد، بسامد بالاتری برای ارتباط HF نیاز است.
- با یک بسامد، معمولاً در شب می‌توان مسافت طولانی‌تر از روز ارتباط برقرار کرد.
- برای ارتقای فاصله برقراری تماس، زمستان بهتر از تابستان است.
- به‌طور کلی با بسامدهای بالاتر در رادیوهای HF می‌توان در مسافت‌های طولانی‌تر ارتباط برقرار کرد.

باید به یاد داشته باشید که این تنها دستورالعمل کلی است.

تعدادی از نرم‌افزارهای رایانه‌ای وجود دارند تا به شما در انتخاب بسامد مناسب برای استفاده از ارتباطات کمک کنند. از آن جمله می‌توان به VOACAP که توسط ITU طراحی شده اشاره کرد. بعضی از آن‌ها حتی قادر به تشخیص پدیده‌های جاری خورشیدی در محاسبات خود هستند تا دقت آن‌ها را بهبود بخشند. سؤال این است - آیا این برای کاربر معمولی رادیویی HF دریایی ضروری است؟ احتمالاً نه.

همچنین تعداد زیادی از جداول موجود است که می‌تواند نقطه شروع برای انتخاب بسامد مناسب برای ارتباطات را فراهم کند. این جداول باید یک نقطه شروع قابل قبول در انتخاب بسامد صحیح برای هر فاصله ارتباطی قرار داده شوند.



جدول انتخاب بسامد مناسب برای ارتباطات در شب و روز را تنظیم کرده و در کلاس ارائه دهید.

به یاد داشته باشید که محدوده‌های امواج آسمان فقط به صورت تقریبی هستند و ممکن است به علت شرایط جوی به شدت متفاوت باشند. بر خلاف VHF، محدوده‌های HF فهرست شده به این معنا نیست که شما می‌توانید با هر کسی که در آن محدوده قرار دارد، ارتباط برقرار کنید؛ بلکه نشان دهنده حداکثر محدوده تقریبی است که شما می‌توانید ارتباط برقرار نمایید. به عنوان مثال اگر شما در حال تلاش برای برقراری ارتباط با یک کشتی در فاصله ۴۰۰ مایل دریایی در یک بسامد ۱۶ مگاهرتز هستید، واضح است که شما موفق نخواهید شد. سیگنال موج زمین شما هرگز به آن‌ها نمی‌رسد و موج آسمان شما احتمالاً از بالای آن‌ها عبور خواهد کرد. همان‌گونه که قبلاً نیز به آن اشاره شده، آن کشتی در ناحیه پرش قرار خواهد گرفت.

### مفاهیم $A^3$ / USB / LSB / Duplex / Simplex



**کانال‌های ITU:** اتحادیه بین‌المللی مخابرات، یک لیست استاندارد از زوج بسامدهایی است که برای ارسال و دریافت و تعیین آن‌ها مشخصه‌های کانال ایجاد کرده است. کانال‌های ITU از بسامدهای مشابه در سراسر جهان مانند VHF استفاده می‌کنند.

شکل ۲۱- آرم اتحادیه بین‌المللی مخابرات



شکل ۲۲- ایستگاه مخابرات دریایی

**Simplex:** زمانی است که بسامد ارسالی و دریافت شده شما یکسان است. به عنوان مثال می تواند هنگام ارسال و دریافت در ۲۱۸۲/۰ kHz باشد.

**Duplex:** هنگامی که شما پیام را بر روی یک بسامد ارسال می کنید (مانند ۸۱۹۵/۰ کیلوهرتز) و در یک بسامد کاملاً متفاوت دریافت می کنید (مانند ۸۷۱۹/۰ کیلوهرتز). این جفت شدن بسامدها به طور خاص به عنوان «کانال ۸۰۱ ITU» شناخته می شود.

به عنوان یک قاعده کلی، ارتباطات کشتی به کشتی در بسامدهای ساده (Simplex) انجام می شود که هر دو بسامد ارسال و دریافت یکسان هستند. از سوی دیگر، بسامد دوگانه (Duplex) برای ارتباطات کشتی به ساحل مورد استفاده قرار می گیرد، اگر چه بسامدهای ساده نیز می توانند برای این منظور به کار برده شوند. اکثر رادیوهای دریایی HF-SSB با قابلیت انتخاب تعداد زیادی از کانال های برنامه ریزی شده در رادیو عرضه می شوند تا آماده استفاده کاربر باشند در حالی که بسیاری از این کانال ها می توانند دوباره برنامه ریزی شوند، ولی به طور کلی بسامدهای شرایط اضطراری، مکالمات معمولی و سامانه DSC قابل برنامه ریزی نیستند. رادیوهای HF / SSB به طور معمول پیچیده تر از رادیوی دریایی VHF معمولی عمل می کنند، اکثر کشورها که در کشتی های آن ها رادیوهای HF-SSB / MF نصب شده است، بایستی مجوز ایستگاه داشته باشند و کاربر رادیویی نیز باید مجوز استفاده از آن را داشته باشد.

## بسامدهای ساده MF/HF-SSB

بسامدهای ساده که MF، HF و یا VHF در ابتدا برای شرایط اضطراری، ایمنی، ارتباطات کشتی به کشتی و همچنین برای ارتباطات کشتی به ساحلی استفاده می شود. پس چرا این که کانال های Duplex برای ارتباطات کشتی به کشتی مورد استفاده قرار نمی گیرد؟ از لحاظ فنی این امکان وجود دارد. مشکل این است که این دستگاه نیاز به تجهیزات کاملاً متفاوتی از فرستنده معمولی HF که امروزه در اکثر کشتی ها یافت می شوند، دارند. بیابید نگاهی به آنچه اتفاق می افتد بیاندازیم. زمانی که ۲ کشتی ها سعی می کنند در یک کانال Duplex مشترک ارتباط برقرار کنند. شما می توانید هر کانال ITU را که می خواهید انتخاب کنید، اما برای این مثال ما کانال ۶۰۱ را انتخاب می کنیم.

در نظر بگیرید که در حال دریانوردی باشید و می خواهید یک دوست را که چند صد مایل دورتر از شما قرار دارد روی بسامد ۶۲۱۵/۰ کیلوهرتز صدا بزنید. پس از برقراری تماس، هر دو با موافقت هم کانال رادیو را برای صحبت کردن به ۶۰۱ تغییر دهید. بنابراین شما هر دو کانال ۶۰۱ را در رادیوهای HF خود شماره گیری می کنید و در اینجا برای بسامدی که انتخاب کرده اید چیزی شبیه مورد نمایش داده شده در جدول شماره ۱ اتفاق می افتد:

جدول ۱- انتخاب بسامد نامناسب برای برقراری ارتباط بین دو کشتی

Channel ۶۰۱ ITU		وضعیت رادیو
دریافت (Recv)	ارسال (Xmit)	
۶۵۰۱ kHz	۶۲۰۰ kHz	کشتی شما
۶۵۰۱ kHz	۶۲۰۰ kHz	کشتی دیگر

هر دوی شما در ۶۲۰۰۰٫۰ کیلوهرتز ارسال می‌کنید، اما شما هر دو در ۶۵۰۱۰/۰ kHz گوش می‌دهید و هیچ‌یک از شما در ۶۲۰۰۰/۰ kHz دریافت‌کننده نیست (به گوش نیست). بنابراین هیچ کدام از کشتی‌ها آنچه را که دیگری می‌گوید، نمی‌شنود. از سوی دیگر، ایستگاه‌های ساحلی به گونه‌ای متفاوت هستند و به همین دلیل از کانال‌های دوگانه (Doplex) استفاده می‌کنند. هنگامی که ارتباط بین کشتی و ساحل بر روی کانال ۶۰۱ برقرار می‌شود، آن‌ها بگونه معکوس عمل می‌کنند. ایستگاه ساحلی در بسامد ۶۵۰۱۰/۰ کیلوهرتز پخش می‌کند و در بسامد ۶۲۰۰۰/۰ کیلوهرتز به گوش است.

جدول ۲- استفاده از کانل‌های دوگانه در ارتباط کشتی - ایستگاه ساحلی

Channel ۶۰۱ ITU		وضعیت رادیو
دریافت (Recv)	ارسال (Xmit)	
۶۵۰۱۰ kHz	۶۲۰۰۰ kHz	کشتی
۶۲۰۰۰ kHz	۶۵۰۱۰ kHz	ایستگاه ساحلی

همین موضوع ما را دوباره به استفاده از بسامدهای ساده برای ارتباطات کشتی به کشتی برمی‌گرداند. بسامدهای **Simplex MF / HF-SSB اولیه:**

Medium Simplex و High Frequency Simplex برای استفاده مشترک در سرتاسر جهان توسط کشتی‌های همه گروه‌ها و همه کشورها ارائه شده است. این بسامدها با توافقنامه بین‌المللی، برای برقراری ارتباط با دیگر کشتی‌ها یا ایستگاه‌های ساحلی استفاده می‌شود. مخابرات داخلی از کاربردهای اولیه برای بسامدهای ساده می‌باشد.

جدول ۳- بسامدهای Simplex MF / HF-SSB

۲ MHz	۴ MHz	۶ MHz	^ MHz	۱۲ MHz	۱۶ MHz	۱۸-۱۹ MHz	۲۲ MHz	۲۵-۲۶ MHz
۲۰۶۵٫۰	۴۱۴۶٫۰	۶۲۲۴٫۰	۸۲۹۴٫۰	۱۲۳۵۳٫۰	۱۶۵۲۸٫۰	۱۸۸۲۵٫۰	۲۲۱۵۹٫۰	۲۵۱۰۰٫۰
۲۰۷۹٫۰	۴۱۴۹٫۰	۶۲۲۷٫۰	۸۲۹۷٫۰	۱۲۳۵۶٫۰	۱۶۵۳۱٫۰	۱۸۸۲۸٫۰	۲۲۱۶۲٫۰	۲۵۱۰۳٫۰
۲۰۹۳٫۰	۴۴۱۷٫۰	۶۲۳۰٫۰		۱۲۳۵۹٫۰	۱۶۵۳۴٫۰	۱۸۸۳۱٫۰	۲۲۱۶۵٫۰	۲۵۱۰۶٫۰
۲۰۹۶٫۵		*۶۵۱۶٫۰		۱۲۳۶۲٫۰	۱۶۵۳۷٫۰	۱۸۸۳۴٫۰	۲۲۱۶۸٫۰	۲۵۱۰۹٫۰
۲۲۱۴٫۰				۱۲۳۶۵٫۰	۱۶۵۴۰٫۰	۱۸۸۳۷٫۰	۲۲۱۷۱٫۰	۲۵۱۱۲٫۰
					۱۶۵۴۳٫۰	۱۸۸۴۰٫۰	۲۲۱۷۴٫۰	۲۵۱۱۵٫۰
					۱۶۵۴۶٫۰	۱۸۸۴۳٫۰	۲۲۱۷۷٫۰	۲۵۱۱۸٫۰

\* فقط برای استفاده در روز.  
تمام بسامد ها به KHz می‌باشند.

### بسامدهای مشترک HF-SSB Simplex

علاوه بر بسامدهای ساده اولیه‌ای که در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است، تعداد زیادی بسامد در باندهای ۴ مگاهرتز و ۸ مگاهرتز وجود دارد که می‌تواند به صورت مشترک با خدمات ثابت در ساحل استفاده شود که تعدادی از آنها در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- بسامدهای مشترک HF-SSB Simplex

۴ MHz Band	۸ MHz Band
۴۰۰۰٫۰ kHz	۸۱۰۱٫۰ kHz
۴۰۰۳٫۰ kHz	۸۱۰۴٫۰ kHz
۴۰۰۶٫۰ kHz	۸۱۰۷٫۰ kHz
۴۰۰۹٫۰ kHz	۸۱۱۰٫۰ kHz
۴۰۱۲٫۰ kHz	۸۱۱۳٫۰ kHz
۴۰۱۵٫۰ kHz	۸۱۱۶٫۰ kHz
۴۰۱۸٫۰ kHz	۸۱۱۹٫۰ kHz

### کاربرد خاص بسامدهای Simplex

علاوه بر بسامدهای بین‌المللی ذکر شده در بالا، کشورهای بسیاری هستند که اغلب دارای یک مجموعه بسامدهای دیگر برای استفاده به منظور خاص یا برای استفاده در مناطق خاص جغرافیایی می‌باشند. به عنوان مثال در ایالات متحده بسامدهای ساده ۲ مگاهرتز دیگر که در جدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده وجود دارد:

جدول ۵- کاربرد خاص بسامدهای Simplex

ایمنی داخلی و ارتباطات عملیاتی	
بسامد	منطقه جغرافیایی
۲۰۰۳٫۰ kHz	فقط دریاچه‌های بزرگ
۲۷۸۲٫۰ kHz	بسامد کاری رودخانه می سی سی پی.
۲۰۸۲٫۵ kHz	همه مناطق. همچنین ماهی‌گیری غیر تجاری.
۲۰۸۶٫۰ kHz	بسامد کاری رودخانه می سی سی پی.
۲۰۹۳٫۰ kHz	همه مناطق.
۲۱۴۲٫۰ kHz	ساحل اقیانوس آرام، روزانه، جنوب ۴۲ درجه شمالی.

### جدول ۶- کاربرد خاص بسامدهای Simplex

بسامدهای تجاری و عملیاتی	
بسامد	منطقه جغرافیایی
۲۰۶۵٫۰ kHz	همه مناطق.
۲۰۷۹٫۰ kHz	همه مناطق.
۲۰۹۶٫۵ kHz	همه مناطق.
۳۰۲۳٫۰ kHz	سواحل دولتی، ایستگاه‌های هماهنگی جست‌وجو و نجات کشتی و هواپیما.
این بسامدهای رادیو تلفنی ۲ مگاهرتز (SSB (Single Side Band) ساده، فقط برای کشتی‌هایی که در آبهای نزدیک ایالات متحده قابل دسترس می‌باشند.	

### کانال‌های Duplex MF و HF-SSB:

در این قسمت بر روی کانال‌های HF - Duplex که در ارتباطات کشتی به ساحلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تمرکز می‌کنیم.

در ساده‌ترین حالت، یک کانال Duplex شامل تعداد ۲ بسامد مختلف ساده است که با یکدیگر متحد شده‌اند تا یک کانال را تشکیل دهند. یک بسامد برای انتقال و دیگری برای دریافت استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر ۴۰۱ ITU Channel را روی HF-SSB خود انتخاب کنید تا با رادیو خود ارتباط برقرار کند، شما در ۴۰۶۵/۰ kHz ارسال و در ۴۳۵۷/۰ kHz دریافت خواهید کرد.

مهم است که توجه داشته باشید رادیوهای دریایی HF-SSB (مانند VHF دریایی)، رادیوهای دوگانه واقعی نیستند، اما بهتر است به عنوان «نیمه دوگانه» توصیف شوند. به این معنی که رادیو تنها می‌تواند در یکی از دو حالت باشد: فرستنده یا گیرنده و همزمان در هر دو حالت نمی‌تواند فعالیت کند، مگر اینکه تجهیزات خاصی را همراه با رادیو خود نصب کنید. اکثر رادیوها میان این دو حالت (انتقال و دریافت) با دکمه Push To Talk PTT تعویض می‌شوند. با این وجود، این واقعیت را تغییر نمی‌دهد که استفاده از بسامدهای متناوب مختلف به عنوان کانال‌های دوگانه شناخته شده است.

### شناسه مکالماتی یا Call Sign

شناسه مخابراتی هر کشتی یک هویت الفبایی منحصر به فرد است که متعلق به آن کشتی می‌باشد. شناسه مخابراتی این امکان را فراهم می‌آورد که دو کشتی با نام مشابه، با شناسه‌های متفاوت از هم متمایز باشند. همچنین زمانی که فهمیدن نام واقعی کشتی‌ها دشوار باشد می‌توان فقط از شناسه آن استفاده کرد. این شناسه توسط مبادی ذی‌ربط کشور که کشتی در آن به ثبت رسیده است، صادر می‌شود. اگر یک کشتی شناسه مخابراتی خود نداشته باشد، صاحب کشتی باید قبل از اینکه هر وسیله ارتباطی جدید

را در کشتی مورد استفاده قرار دهد، نسبت به دریافت شناسه اقدام نماید. هر Call Sign با پیشوند حرفی - عددی آغاز می‌شود که نشان‌دهنده ملیت است. به‌عنوان مثال شناسه‌های دو کشتی مشابه (هم کلاس) کشور عزیزمان ایران در جدول شماره ۷ مقایسه کنید. پیشوند معمولاً توسط دو یا سه حرف یا عدد دنبال می‌شود.

#### جدول ۷- مقایسه شناسه مکالماتی دو کشتی هم کلاس

SHABGOUN		
IMO	9346524	
MMSI	422032300	
Call Sign	EPBR9	
Flag	Iran [IR]	
Vessel Type	Cargo CONTAINER SHIP	
BASHT		
IMO	9346536	
MMSI	422032700	
Call Sign	EPBS5	
Flag	Iran [IR]	
Vessel Type	Cargo CONTAINER SHIP	

#### مکالمه اضطراری

زمانی که یک کشتی در وضعیت اضطراری قرار می‌گیرد، می‌تواند از هر وسیله‌ای که در اختیار دارد به منظور جلب توجه، اعلام موقعیت و درخواست کمک استفاده کند.

استفاده از MAYDAY به‌جز برای نشان دادن وضعیت اضطراری ممنوع است.

تماس اضطراری، اولویت مطلق را نسبت به همه تماس‌های دیگر دارد. تمام کشتی‌ها و ایستگاه‌های ساحلی که تماس اضطراری دریافت می‌کنند، بایستی فوراً تمام رادیوهایی را که ممکن است با آن ارتباطات اضطراری برقرار کنند، متوقف کنند و بر روی یک بسامد به گوش باشند.

تماس‌ها و پیام‌های اضطراری معمولاً فقط با اختیارات فرمانده کشتی یا شخص مسئول ایستگاه ساحلی ارسال می‌شود.

ایستگاه‌های نظارت بر ارتباطات اضطراری مانند MRCC ها باید مراقب باشند تا تداخل‌های ارتباطات ایستگاه



در وضعیت اضطراری یا سایر ایستگاه‌های کمک‌کننده را تحت تأثیر قرار ندهند. هنگامی که استفاده از MADAY مورد تأیید قرار نگیرد یا در حد نیاز اضطراری نباشد، برای ایمنی کشتی یا فرد ضروری است، پیام فوری بصورت PAN-PAN ارسال می‌شود. اگر دیگر نیازی به کمک وجود نداشته و یا زمانی که حادثه تمام شده باشد، بایستی تماس‌ها و پیام‌های اضطراری و فوری لغو شوند.

### روند اعلام شرایط اضطراری

روند اعلام شرایط اضطراری بصورت زیر دنبال می‌شود:

■ سیگنال هشدار (در صورت موجود بودن تجهیزات مربوطه)

■ تماس اضطراری

■ پیام اضطراری

بسامدهای زیر جهت تماس اضطراری و ایمنی اختصاص داده شده‌اند:

تماس‌های اضطراری رادیوی VHF، در کانال ۱۶ ارسال می‌شود.

تماس‌های اضطراری HF-SSB، در

۲۱۸۲ kHz

۴۱۲۵kHz

۶۲۱۵kHz

، ۸۲۹۱kHz

۱۲۲۹۰ kHz

یا ۱۶۴۲۰ kHz ارسال می‌شوند.

### سیگنال هشدار

سیگنال زنگ هشدار رادیویی تنها در بسامد (SSB) و در بسامدهای ۲۱۸۲ kHz، ۴۱۲۵ kHz یا ۶۲۱۵ kHz استفاده می‌شود (اما در همه رادیوهای SSB ژنراتور سیگنال هشدار نصب نشده است). این سیگنال شامل دو بسامد صوتی با تُن‌های متفاوت است، به‌طور متناوب ارسال می‌شوند. هدف از ارسال سیگنال هشدار این است که توجه افرادی که در کشتی به‌گوش هستند را جلب کرده و یا سامانه خودکار گیرنده زنگ هشدار را فعال کند. این باید به‌طور مداوم برای حداقل ۳۰ ثانیه و حداکثر یک دقیقه ارسال می‌شود.

سیگنال هشدار امکان دارد برای موارد زیر بکار برده شوند:

■ اعلام می‌کند که یک تماس یا پیام اضطراری در حال پیگیری است.

■ وقتی که کمک سایر کشتی‌ها مورد نیاز است. (در این صورت، پیام باید قبلاً از بایستی از طریق پیام اضطراری و سیگنال هشدار توسط ایستگاه‌های دیگر تکرار شود)

■ پیش از پیام‌های هشدار ایمنی، توسط یک ایستگاه ساحلی مجاز ارسال هشدار فوری تند باد یا وضعیت جوی نامساعد.

در ادامه هر سیگنال هشدار رادیویی که توسط یک ایستگاه ساحلی ارسال می‌شود، به مدت ۱۰ ثانیه سیگنالی با تُن متفاوت ارسال می‌شود.

## تماس اضطراری

- رادیو را روی حداکثر توان سوییچ کنید.
- سه مرتبه تکرار عبارت MAYDAY .
- سه مرتبه تکرار نام کشتی - یک مرتبه تکرار شناسه کشتی.

## پیام اضطراری

- پیام اضطراری بایستی به دنبال تماس اضطراری ارسال گردد.
- این پیام شامل موارد زیر می‌باشد:
- اعلام عبارت MAYDAY سیگنال اضطراری
- تکرار نام کشتی (سه مرتبه) + تکرار شناسه کشتی در وضعیت اضطراری قرارداد (یک مرتبه).
- عبارت MAYDAY (یک مرتبه) + نام کشتی + شناسه کشتی در وضعیت اضطراری قرارداد (یک مرتبه).
- موقعیت کشتی (از نظر طول و عرض جغرافیایی یا راه حقیقی و فاصله از نقطه جغرافیایی جدول)
- ماهیت شرایط اضطراری و نوع کمک مورد نیاز.
- تعداد نفرات کشتی.
- هرگونه اطلاعات دیگر که ممکن است به نجات کمک کند، مانند شرایط دریا و شرح وضعیت کشتی.
- پایان پیام با اعلام عبارت OVER.

## نمونه پیام اضطراری

- اگر از رادیوی VHF استفاده می‌کنید آن را روی کانال ۱۶ قرار دهید.
- اگر از رادیوی HF - SSB استفاده می‌کنید، روی یکی از فرکانس‌های ۲۱۸۲kHz, ۴۱۲۵kHz, ۶۲۱۵kHz قرار بگیرید.
- در صورت امکان با رادیوی HF - SSB سیگنال هشدار ارسال کنید.

- MAYDAY- MAYDAY- MAYDAY.
- THIS IS ALBATROSS, ALBATROSS, ALBATROSS ZM۱۷۲۶- FIVE NAUTICAL MILES WEST OF KAPITI ISLAND - HOLED AND LISTING HEAVILY, ENGINE ROOM FLOODED - REQUIRE IMMEDIATE ASSISTANCE - THREE PEOPLE ON BOARD - SEAS ROUGH.
- OVER

در همان فرکانس که پیام ارسال کردید، به گوش باشید تا پیام تأیید را دریافت کنید.

توجه



## تأییدیه پیام اضطراری

هر ایستگاهی که یک تماس و پیام اضطراری را شنود می‌کند باید آن را بنویسد و بلافاصله به افسر عملیات یا ناخدای کشتی اطلاع دهید.

اگر هیچ پاسخ فوری از یک ایستگاه ساحلی شنیده نشود، تماس کشتی که در شرایط اضطراری گرفتار شده است را تأیید کنید و تمام مراحل ممکن را برای جلب توجه دیگر ایستگاه‌هایی که ممکن است قادر به کمک باشند، بیابید.

تأیید پیام اضطراری باید قالب زیر را داشته باشد:

■ اعلام عبارت MAYDAY در سیگنال اضطراری.

■ تکرار نام کشتی فرستنده پیام اضطراری (سه مرتبه) + تکرار شناسه کشتی فرستنده پیام اضطراری (یک مرتبه).

■ شروع پیام با عبارت This Is ...

■ نام کشتی یا ایستگاه گیرنده پیام اضطراری (سه مرتبه) + شناسه کشتی یا ایستگاه گیرنده پیام اضطراری (یک مرتبه).

■ عبارت RECEIVED

■ اعلام عبارت MAYDAY در سیگنال اضطراری.

■ پایان پیام با اعلام عبارت Over.

### نمونه تأیید پیام اضطراری

■ MAYDAY

■ ALBATROSS – ALBATROSS – ALBATROSS - ZM1726.

■ THIS IS BLUE DUCK - BLUE DUCK - BLUE DUCK - ZM11983.

■ RECEIVED MAYDAY.

■ در صورتی که هرگونه تردیدی در خصوص موقعیت کشتی ارسال کننده پیام اضطراری دارد، موقعیت آن را (که قبلاً در پیام اضطراری دریافت کرده‌اید)، تکرار کنید تا کشتی فرستنده پیام مجدداً آن را تأیید کند.

■ OVER

### بازپخش کردن یا ارسال مجدد پیام اضطراری

در بیشتر موارد، یک کشتی یا ایستگاه ساحلی یک پیام اضطراری را دوباره ارسال می‌کند تا کمک‌های بیشتری را جلب کند. این پیام شامل:

■ اعلام عبارت MAYDAY RELAY (سه مرتبه).

■ اعلام عبارت ALL STATIONS (سه مرتبه).

■ شروع پیام با عبارت This Is ...

■ نام کشتی یا ایستگاه بازپخش کننده پیام اضطراری (سه مرتبه) + شناسه کشتی یا ایستگاه بازپخش کننده پیام اضطراری (یک مرتبه).

■ متن پیام اضطراری که توسط کشتی گرفتار شده، مخابره شده است.

■ پایان پیام با اعلام عبارت Over.

هنگامی که از رادیو HF\_SSB استفاده می‌کنید، در صورت امکان، سیگنال اضطراری را نیز ارسال کنید.

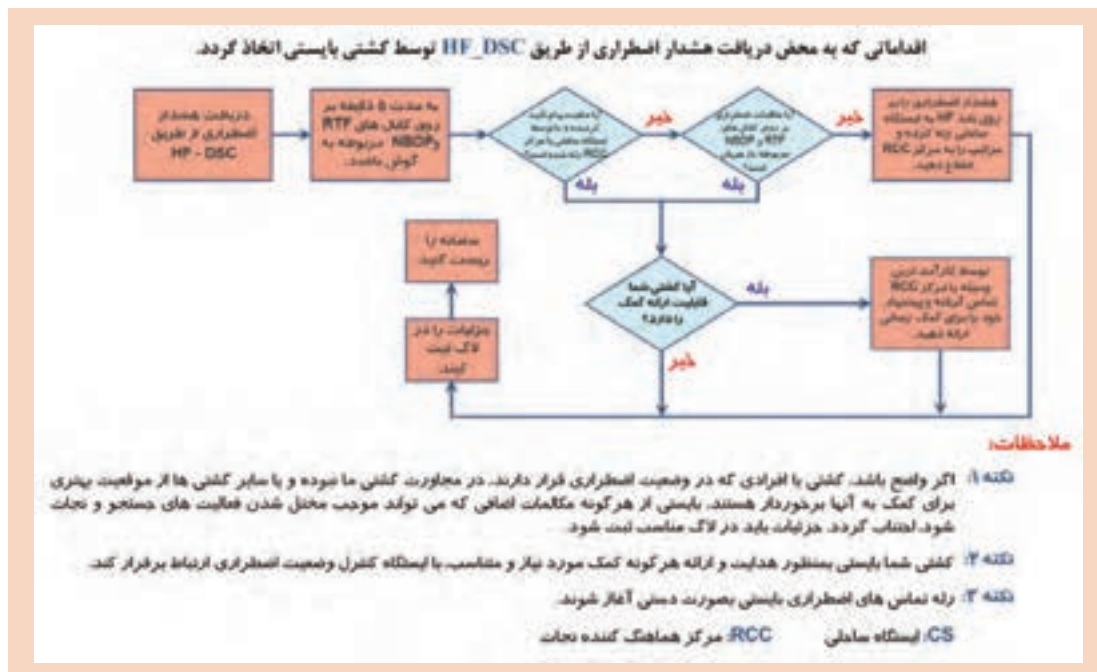
- مراحل اولیه را همانطور که در بالا ذکر شد دنبال کنید، سپس:
- MAYDAY ALBATROSS – 0930 AT 60 FOLLOWING RECEIVED ON CHANNEL  
CN/G10.ZMWW.WIN2
- ....(FIVE MILES WEST OF KAPITI ISLAND (and so on – 1726
- OVER

### نمونه رله پیام اضطراری

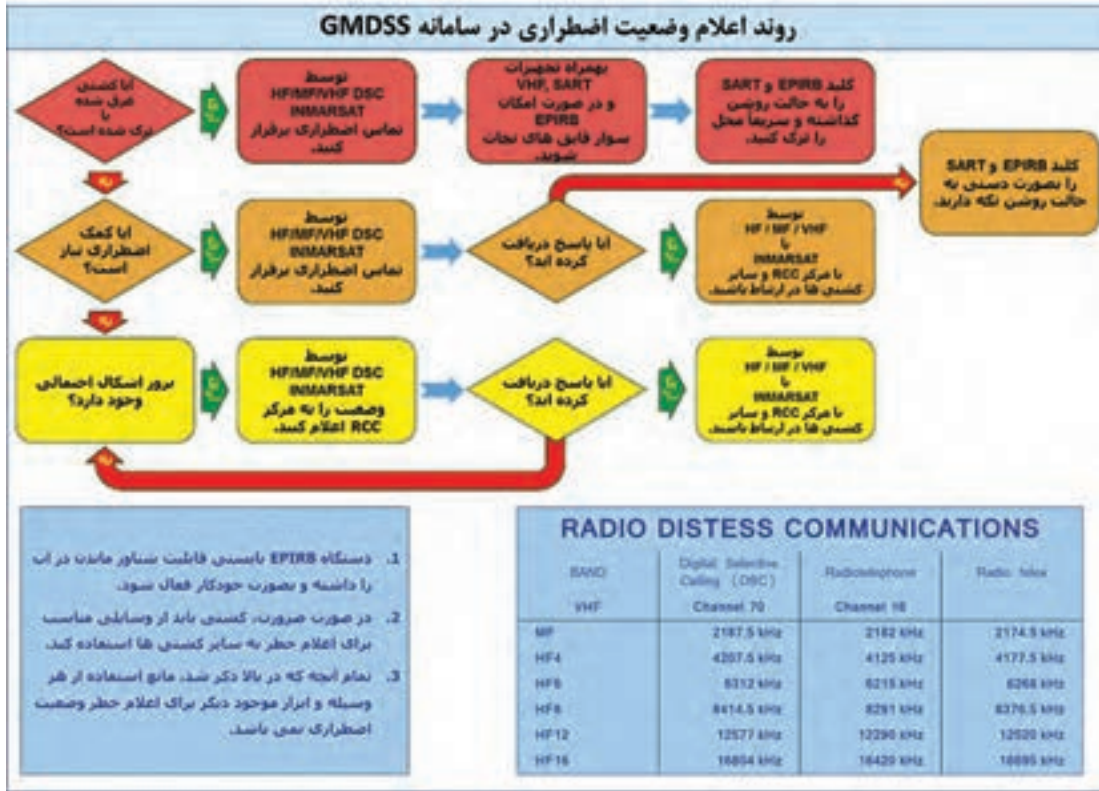
- MAYDAY RELAY - MAYDAY RELAY - MAYDAY RELAY.
- ALL STATIONS – ALL STATIONS – ALL STATIONS.
- THIS IS BLUE DUCK - BLUE DUC - BLUE DUCK - ZM11983.
- MAYDAY ALBATROSS, ALBATROSS, ALBATROSS ZM1726 – FIVE NAUTICAL MILES WEST OF KAPITI ISLAND – HOLED AND LISTING HEAVILY, ENGINE ROOM FLOODED – REQUIRE IMMEDIATE ASSISTANCE – THREE PEOPLE ON BOARD – SEAS ROUGH.
- OVER

در مواردی که پیام اضطراری در بسامدی غیر از آنچه که توسط کشتی گرفتار شده از آن استفاده می‌کند، بازپخش شود، بایستی در ادامه بازپخش پیام، بسامد بکار برده شده توسط آن کشتی و زمان دریافت پیام گفته شود.

مثال



- روند اقدامات، متعاقب دریافت پیام اضطراری از طریق HF-DSC:
- روند اعلام وضعیت اضطراری در سامانه GMDSS:



### ملاحظات مکالمات رادیویی

محرمانه بودن مکالمات:

در صورتی که کاربری اطلاعاتی دریافت کند که برای او در نظر گرفته نشده است، هرگز مجاز به استفاده یا فاش کردن آن اطلاعات نمی‌باشد و بایستی با رعایت امانت به‌مسئول مربوطه آن ارائه دهد، مگر اینکه به‌طور خاص مجاز به انجام آن باشند.

### مکالمات در بنادر و اسکله‌ها

در هنگام ورود به بندر و اسکله‌ها، بمنظور جلوگیری از تداخل مکالمات با سایر رادیوهای، بایستی از حداقل توان فرستنده استفاده شود.

### آزمایش تجهیزات رادیویی

هنگامی که لازم است یک کشتی تجهیزات رادیویی خود را با ارسال سیگنال آزمایش کند، بایستی تا حد امکان ارسال‌ها مختصر بوده و شامل نام و شناسه کشتی نیز باشد. جهت آزمایش رادیو‌ها می‌توان از بارهای ساختگی محافظت شده (Dummy Load) نیز استفاده کرد.

## تداخل رادیویی

این نکته بسیار مهم است که تمام ایستگاه های رادیویی (ایستگاه های ساحلی یا رادیو کشتی ها) با کمترین تداخل نسبت به سایر ایستگاه ها، فعالیت کنند. از این رو کاربران دستگاه های رادیویی باید استفاده از بسامد / کانال رادیویی را به کمترین تعداد محدود کنند.



شکل ۲۳- کانال های رادیویی دریایی

مکالمات غیر ضروری نه تنها تداخل در تماس های ضروری سایر کاربران را به دنبال خواهد داشت، بلکه ممکن است یک تماس اضطراری را نیز مختل کند. اگر می خواهید با دوستان خود گپ بزنید، از یک تلفن همراه، رادیو Citizen Band یا تلفن ماهواره ای استفاده کنید.

علت های بروز تداخل در مکالمات رادیویی دریایی چیستند؟

تحقیق کنید



## بایدها و نبایدهای تماس رادیویی

از کانال VHF ۱۶ یا بسامد SSB مناسب برای اعلام موقعیت مکانی خود، اعلام شرایط اضطراری و ایمنی استفاده کنید. در نزدیک ساحل می توانید از تلفن های همراه، به منظور برقراری تماس های اورژانسی استفاده کنید. بمنظور جلوگیری از هرگونه تداخل با سایر رادیوها، قبل از ارسال هرگونه پیام، ابتدا گوش دهید. در تماس ها همواره از نام کشتی و شناسه مخابراتی مخصوص به خود استفاده کنید. از دستورالعمل های تأیید شده و اصطلاحات معمول و صحیح استفاده کنید. به یاد داشته باشید که ممکن است سایر ایستگاه ها از زبان انگلیسی به عنوان زبان اول خود استفاده نکنند. تماس های رادیویی خود را به صورت کوتاه و مختصر برقرار کنید، چرا که رادیو دریایی فقط برای مقاصد کاری

در کشتی نصب شده‌اند.  
واضح و محترمانه صحبت کنید.  
قبل از ارسال مجدد، یا قبل از تغییر کانال‌ها یا بسامد، منتظر پاسخ به تماس باشید.  
نباید ارسال‌های خود را طول بدهید. به‌خاطر داشته باشید که با این کار، موجب مسدود شدن یک بسامد یا کانال برای سایر کاربران خواهید شد.  
پیام‌های نادرست و گمراه‌کننده ارسال نکنید. انتقال یک پیام اضطراری نادرست، در قانون حمل و نقل دریایی تخلف محسوب می‌شود.  
**همواره بر روی کانال ۱۶ VHF به گوش باشید. شاید نفر بعدی که نجات داده می‌شود شما باشید.**



### آزمایش روزانه دستگاه VHF

#### مرحله اول:

۱ درحالی‌که دستگاه در حالت [Standby] قرار دارد، دکمه [Shift] را فشار داده سپس دکمه [Test] را بزنید. (شکل ۲۴)



شکل ۲۴

۲ صفحه‌نمایش حالت آزمون را نشان می‌دهد و عبارت "TEST IN PROGRESS" در صفحه‌نمایش ظاهر می‌شود. چراغ Alarm روشن و بوق هشدار نیز شنیده خواهد شد.  
۳ در صورتی‌که نتیجه آزمایش مثبت باشد عبارت OK در صفحه‌نمایش ظاهر می‌شود. (شکل ۲۵)



شکل ۲۵

۴ در برخی موارد نیز به علت عدم عملکرد صحیح دستگاه عبارت NG دیده می‌شود. در این حالت بایستی آزمون چند مرحله دیگر تکرار شود. در صورت باقی ماندن اشکال، مراتب می‌بایست سریعاً به مراکز تعمیرات ساحلی اطلاع داده شود.

**مرحله دوم:**

- ۱ برای قطع شدن صدای بوق هشدار، دکمه [Cancel] را فشار دهید.
- ۲ برای خارج شدن از حالت آزمون، دکمه [Cancel] را مجدداً فشار دهید.

### آزمایش روزانه دستگاه MF/HF

**مرحله اول:**

۱ دکمه [Test/۳] را فشار دهید.

۲ با چرخاندن کلید چرخان، که عبارت Push to Inter در بالای آن دیده می‌شود، در صفحه‌نمایش حالت Daily را انتخاب کنید. توجه داشته باشد برای تأیید انتخاب بایستی پس‌از انتخاب، کلید چرخان را فشار دهید. (شکل ۲۶)



شکل ۲۶

۳ پس از چند ثانیه نتیجه آزمون در صفحه‌نمایش ظاهر خواهد شد.

۴ عبارت OK نشان‌دهنده عملکرد صحیح دستگاه است. در این حالت چراغ Alarm چند بار چشمک زده و صدای بوق هشدار نیز شنیده خواهد شد. (شکل ۲۷)



شکل ۲۷

**مرحله دوم:**

برای خارج شدن از حالت آزمون، دکمه [Cancel] را فشار دهید تا صفحه‌نمایش به حالت عادی برگردد.



### آزمایش هفتگی رادیو MF/HF-DSC

- ۱ در حالی که دستگاه در حالت آماده‌به‌کار (DSC Standby) قرارداد دکمه [DSC/۲] را فشار دهید. سپس کلید چرخان [ENTER] را فشار دهید تا پنجره Call Type در صفحه‌نمایش باز شود.
- ۲ کلید [ENTER] را بچرخانید تا بر روی Test Call قرار گیرد. برای انتخاب آن کلید [ENTER] را فشار دهید. دوباره کلید [ENTER] را فشار دهید تا پنجره انتخاب شناسه ایستگاه باز شود. (شکل ۲۸)



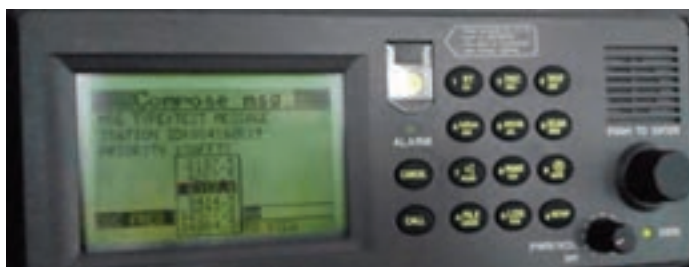
شکل ۲۸

- ۳ با استفاده از صفحه‌کلید اعداد، شناسه هفت‌رقمی ایستگاهی را که می‌خواهد به آن ایستگاه پیام ارسال نمایید وارد کنید و کلید [ENTER] را فشار دهید. انتخاب ایستگاه به منطقه دریایی که کشتی در آن قرار گرفته است، بستگی دارد. شماره شناسه ایستگاه‌ها را می‌توانید از کتاب Admiralty List of Radio Signals Volume ۱ - Maritime Radio Stations انتخاب کنید. (شکل ۲۹)



شکل ۲۹

- ۴ اکنون کلید [ENTER] را فشار دهید تا منوی انتخاب بسامد باز شود. توجه داشته باشید که مقدار Priority به صورت پیش‌فرض بر روی Safety تنظیم شده است.
- ۵ کلید [ENTER] را بچرخانید تا بر روی بسامد مناسب قرار گیرد. سپس برای انتخاب آن بسامد کلید [ENTER] را فشار دهید. (شکل ۳۰)



شکل ۳۰

۶ اکنون کلید [CALL] را فشار دهید تا پیام Test به ایستگاه ساحلی که مدنظر است ارسال گردد. (شکل ۳۱)



شکل ۳۱

پس از اینکه پیام آزمون با موفقیت ارسال شد، تأیید پیام از طرف ایستگاه ساحلی دریافت می‌شود. به دنبال دریافت تأیید پیام، صدای بوق هشدار نیز شنیده خواهد شد. (شکل ۳۲)



شکل ۳۲

برخی اوقات افسر مخابرات هیچ پیام تأیید از ایستگاه ساحلی دریافت نمی‌کند. در چنین مواردی فرض بر این قرار می‌گیرد که پیام تأیید از طرف ایستگاه ساحلی ارسال نشده است. با این حال این امکان وجود دارد. ممکن است اشکال از دستگاه‌های رادیویی کشتی باشد. برای اطمینان از صحت عملکرد تجهیزات MF/HF DSC- بهتر است سعی کنیم پیام آزمون دیگری با بسامد متفاوت و به یک ایستگاه ساحلی دیگر بفرستیم. حتی اگر در این صورت نیز موفق به دریافت پیام تأیید نشدیم، می‌توانیم یک پیام آزمون به کشتی‌های گذری یا عبوری که در نزدیکی کشتی ما قرار دارند ارسال کنیم. در این حالت به جای شماره شناسه ایستگاه ساحلی، شناسه MMSI کشتی عبوری را در تجهیزات MF/HF ست می‌کنیم. بهتر است با کشتی مذکور تماس گرفته و از تأیید دریافت پیام آزمون اطمینان حاصل کنیم. همچنین می‌توان از کشتی عبوری درخواست کرد تا یک پیغام آزمون به کشتی ما ارسال کند تا از صحت عملکرد تجهیزات کشتی خود اطمینان کامل حاصل کنیم. همچنین پیشنهاد می‌شود آزمون ایستگاه به ایستگاه با استفاده از رادیو VHF DSC کشتی خود به صورت زیر انجام داده شود:

۱ بر روی دستگاه VHF دکمه [CALL] را فشار دهید.

بودمان ۲: کاربری دستگاه‌های مخابراتی

۲ پنجره ایجاد پیام در صفحه‌نمایش باز خواهد شد. با چرخاندن کلید [CHANNEL] نوع پیام را بر روی Test قرار دهید. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳

۳ شماره شناسه ایستگاه را وارد کنید. در این مورد شناسه MMSI کشتی خود را وارد نمایید. سپس دکمه [CALL] را برای ارسال پیام ارسال نمایید. (شکل ۳۴)



شکل ۳۴

با این کار، یک پیام آزمایشی به کشتی خود ارسال خواهد شد. (شکل ۳۵)



شکل ۳۵

صدای پیام دریافت و تصویر آن نیز در صفحه‌نمایش دستگاه VHF مشاهده خواهد شد. برای پایان دادن به مراحل آزمون کلید [CANCEL] را فشار دهید.



### آزمایش ماهیانه دستگاه VHF دستی

هر قایق نجات دارای دو دستگاه VHF دستی است که بایستی جهت اطمینان از صحت عملکرد آنها در شرایط اضطراری، حداقل یک مرتبه در ماه مورد آزمایش قرار گیرند. این دستگاه در زمان آزمون باید در کانالی به غیر از کانال ۱۶ (۱۵۶۳۸ MHz) مورد آزمایش قرار گیرد. نیاز است تاریخ انقضای باتری نیز کنترل و در صورت لزوم تعویض گردد.



شکل ۳۶- VHF در حالت ارسال (TX)

۱ مراحل آزمون دستگاه VHF دستی به شرح زیر می باشد:

۲ کلید روشن خاموش را نگه دارید تا دستگاه روشن شود.

۳ برای انتخاب کانالی به غیر از کانال ۱۶، کلید [CH] را فشار دهید. سپس توسط کلیدهای پیمایش [↓] و [↑] کانال مورد نظر را انتخاب کنید. شماره کانال و بسامد مربوطه در صفحه دستگاه نمایش داده خواهد شد.

۴ کلید (Power to Talk) [PTT] را فشار دهید تا بتوانید فرستندگی و گیرندگی دستگاه را با یک رادیو VHF دیگر آزمایش کنید. این کار را می توان با دستگاه VHF ثابت کشتی انجام داد. (شکل ۳۶)



شکل ۳۷- دستگاه VHF در حالت دریافت (RX)

عبارت TX زمانی نمایش داده می شود که کلید [PTT] فشرده شده و ارسال در حال انجام باشد. عبارت TX نشان دهنده آن است که بسامد حامل در حال خروج از آنتن است.

زمانی که دستگاه VHF در حال دریافت سیگنال باشد (انگشت از روی دکمه [PTT] برداشته شده باشد)، عبارت RX در صفحه دستگاه نمایش داده خواهد شد. (شکل ۳۷)

## بازدید ماهیانه آنتن‌ها

پیشنهاد می‌شود ایمنی نگه‌دارنده و بست‌های آنتن‌ها همچنین کابل‌های متصل به آنتن که در فضای آزاد قرار گرفته‌اند به صورت ظاهری بازدید و آسیب‌دیدگی احتمالی آن‌ها کنترل شود. (شکل ۳۸-۳۹)



شکل ۳۸-۳۹

هرگونه نمک، چربی یا کثیفی روی آنتن و کابل‌های آن باید برطرف شود. همچنین کنترل تمامی اتصالات از نکات حائز اهمیت در مورد آنتن‌ها است. (شکل ۴۰)



شکل ۴۰

قبل از شروع هرگونه فعالیت نگهداری و تعمیرات بر روی آنتن‌ها، مطمئن شود که دستگاه‌های مربوطه در حالت خاموش قرار داشته باشند.



شکل ۴۱- آنتن های VHF

در مورد انواع آنتن های VHF تحقیق کنید.

تحقیق کنید



## باتری

باتری ها منبع انرژی رزرو را فراهم می آورند. باتری ها نیز بایست به طور روزانه آزمایش شوند. به طور ویژه باتری ها باید در حالت بی باری (Off Load) و زیر بار (On Load) با اتصال ولت متر به باتری شارژر، مورد آزمایش قرار گیرند. حالت بی باری: زمانی که هیچ یک از تجهیزات به باتری وصل نیستند، میزان ولتاژ باتری باید ۲۴ ولت یا مقداری بالاتر باشد.



شکل ۴۲- آزمایش باتری

حالت زیر بار: منبع برق AC را قطع کنید و مقدار ولتاژ باتری را یادداشت کنید. شستی PTT رادیو MF/HF را در بسامد معمولی فرستندگی و گیرندگی، فشار دهید. ولتاژ باتری باید متناسب با میزان بار اعمال شده، افت کند. اگر میزان افت ولتاژ باتری بیش از ده درصد باشد، به این معنی است که باتری ضعیف شده یا به طور کامل شارژ نشده است. در این حالت باتری بایستی دوباره شارژ شود.

### بازدید ماهیانه باتری

باتری و اتصالات آن در محل استقرار باتری‌ها باید به طور مرتب و مداوم مورد بازدید قرار گیرند. سطح و غلظت الکترولیت و هریک از سلول‌های باتری بایستی کنترل شود. سولفاته شدن باتری، یعنی ایجاد سولفات سرب در باتری موجب کاهش ظرفیت باتری می‌شود. از این رو این نوع باتری‌ها بایستی همواره در شارژ و آماده‌به‌کار قرار داشته باشند.

چند باطری از کارگاه تحویل گرفته و در حالت بی‌باری و بارداری آنها را تست کنید.

فعالیت  
کارگاهی



## جدول ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ تشریح عملکرد رادیو VHF.</p> <p>۲ تشریح عملکرد رادیو HF-MF.</p> <p>۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها.</p> <p>۴ تشریح روند ارسال و دریافت پیام اضطراری.</p> <p>۵ بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.</p> <p>۶ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	بالا تر از حد انتظار			
۲	<p>۱ تشریح عملکرد رادیو VHF.</p> <p>۲ تشریح عملکرد رادیو HF-MF.</p> <p>۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها.</p> <p>۴ بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.</p> <p>۵ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی</p> <p>هنرجو توانایی بررسی سه مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	چگونگی کار با دستگاه‌های مخابراتی	آگاهی از عملکرد رادیوهای دریایی روش کار با رادیوهای دریایی و آزمایش و نگهداری آن‌ها.	کاربری دستگاه‌های مخابراتی
۱	<p>۱ تشریح عملکرد رادیو VHF.</p> <p>۲ تشریح عملکرد رادیو HF-MF.</p> <p>۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها.</p> <p>۴ به‌کارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.</p> <p>۵ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی</p> <p>هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	پایین تر از حدانتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰



## ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های مخابراتی

<p><b>۱- شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ تشریح علت نیاز به رادیوهای دریایی.</li> <li>■ تشریح عملکرد رادیو VHF.</li> <li>■ تشریح عملکرد رادیو HF-MF.</li> <li>■ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها.</li> <li>■ تشریح روند ارسال و دریافت پیام اضطراری.</li> <li>■ بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.</li> <li>■ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی</li> </ul>		
<p><b>۲- استاندارد عملکرد:</b></p> <p>توانمند سازی هنرجویان در تحلیل عملکرد رادیوهای دریایی، کار با انواع رادیوهای VHF و MF-HF، سرویس، نگهداری و آماده به کار نگه داشتن این رادیوها به منظور استفاده در شرایط اضطراری.</p>		
<p><b>۳- شاخص‌ها:</b></p> <p>تشریح کامل عملکرد رادیوها، کار با رادیوها در شرایط عادی و اضطراری، آزمایش و نگهداری.</p>		
<p><b>۴- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>شرایط:</b> مکان مناسب انجام کار و کارگاه مجهز به رادیوهای VHF و MF-HF.</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> رادیوهای VHF - MF/HF و VHF دستی</p>		
<p><b>۵- معیار شایستگی:</b></p>		
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳ نمره هنرجو
۱	تشریح علت نیاز به رادیوهای دریایی.	۲
۲	تشریح عملکرد رادیو VHF.	۲
۳	تشریح عملکرد رادیو HF-MF.	۱
۴	تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی، الزامات و بایدها و نبایدها.	۱
۵	تشریح روند ارسال و دریافت پیام اضطراری.	۱
۶	بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.	۱
۷	انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی	۱
۲	<p><b>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛</li> <li>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛</li> <li>۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛</li> <li>۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای</li> </ul>	

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



## پودمان ۳

### کاربری رادارهای دریایی



## کاربری رادارهای دریایی

### آیا تاکنون پی برده‌اید

- رادار چیست و نحوه کار آن در روی کشتی‌ها چگونه است؟
- استفاده از فرکانس‌های بالا در رادار چگونه است؟
- انواع رادارهای مورد استفاده کدام‌اند هر کدام چه است؟
- دستگاه رادار از چه قسمت‌هایی تشکیل شده و هر کاربردی دارند؟
- کدام چه ویژگی و کاربردی دارند؟
- کاربرد هر کدام از کلیدهای کنترلی رادار چگونه است؟
- اصول انعکاس امواج الکترومغناطیس چگونه است؟

### استاندارد عملکرد

با استفاده و به‌کارگیری صحیح دستگاه‌ها و تجهیزات الکترونیکی در دریا و بر روی شناورها، دریانوردان قادر خواهند بود به تعیین موقعیت در دریا و مشاهده اطراف و محیط دریا در شب و شرایط مختلف جوی و غیره بپردازند. رادار یکی از مهم‌ترین این تجهیزات است که داده‌های دقیقی را برای سفرهای دریایی فراهم آورده و در اختیار نوابران قرار می‌دهد.

کاربردهای مختلف یک دستگاه رادار باعث شده تا از آن به‌عنوان یکی از با اهمیت‌ترین وسایل در عملیات ناوبری نام برده شود. در این واحد یادگیری اساس کار رادار، کاربردهای رادار، عوامل مؤثر در عملکرد رادار و اجزای سیستم رادار تشریح می‌شوند. همچنین هنرجویان با نحوه عملکرد و استفاده از رادار در روی شناورها آشنا شده، و برای عملیات ناوبری و کاربر روی پل فرماندهی کشتی آماده خواهند شد. انتظار می‌رود پس از پایان این فصل هنرجویان بتوانند پس از آموزش‌های عملی در کارگاه دریانوردی هنرستان و نیز بازدیدهای مستمر از واحدهای شناور، نحوه صحیح کار با دستگاه رادار را فرا گرفته و قسمت‌های مختلف رادار و انواع رادار را تشریح نمایند و نکات ایمنی مربوط به آن را رعایت نمایند.



شکل ۱- یک نمونه دستگاه رادار

توجه به شایستگی‌های غیرفنی مانند رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای نیز از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و باید در تمام مراحل رعایت شود.

لازم به ذکر است با توجه به اینکه این فصل صرفاً به‌منظور ارائه یک شناخت عمومی و مقدماتی تدوین شده، سعی گردیده مطالب به‌صورت کلی و ساده بیان شوند (شکل ۱).

## بررسی رادار

به طور کلی رادار وسیله‌ای است که برای جمع‌آوری اطلاعات از اشیاء یا هدف‌های دور به وسیله فرستادن امواج الکترومغناطیس به سمت آنها و تجزیه و تحلیل سیگنال برگشتی و در نهایت نتایج حاصله را به تصویر بکشد. رادار به عنوان یکی از وسایل عمده کمک ناوبری، دستگاهی است که استفاده‌کننده را قادر می‌سازد اشیاء یا هدف‌های موجود در فواصل دور را تقریباً در هر شرایطی، از جمله وضعیت نامناسب جوی، تاریکی شب و هوای مه‌آلود، کشف و موقعیت آنها را تعیین کند. همچنین رادار وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری دقیق فاصله هر جسم یا هدفی که می‌بیند و کشف می‌کند.

رادار علاوه بر اینکه موقعیت سایر کشتی‌ها را به صورت اطلاعات، فاصله و سمت نسبت به موقعیت کشتی خودی مشخص می‌کند، برای تعیین موقعیت خود کشتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این همان نقطه‌یابی برای کشتی است شکل (۲).



شکل ۲- چند نمونه رادار

واژه رادار مخفف (Radio Detection And Ranging) بوده و به معنی آشکارسازی به کمک امواج الکترومغناطیسی است. با رادار می‌توان اهداف و اجسام در محیط اطراف را که با چشم، غیرقابل دید است تشخیص داد.

همچنین رادار وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری دقیق فاصله هر جسم یا هدفی که می‌بیند و کشف می‌کند. رادار علاوه بر اینکه موقعیت سایر کشتی‌ها را به صورت اطلاعات، فاصله و سمت نسبت به موقعیت کشتی خودی مشخص می‌کند، برای تعیین موقعیت خود کشتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این همان نقطه‌یابی برای کشتی است.

در گروه‌های کلاسی درباره موارد استفاده رادار در روی شناورها و در هنگام دریانوردی گفت‌وگو کنید.

کار در کلاس



بیشتر بدانید



پیدایش و توسعه رادار تقریباً هم‌زمان و به‌طور مستقل در کشورهای آمریکا، انگلستان، آلمان و فرانسه با نام‌های متفاوتی چون دستگاه کشف رادیویی (Radio Detection) یا دستگاه جهت‌یاب رادیویی (Radio Location) در طول دهه ۱۹۳۰ پدید آمد. واژه رادار RADAR اولین بار در سال ۱۹۴۱ به‌وسیله نیروی دریایی آمریکا مورد استفاده قرار گرفت و پس از آن، این لفظ به‌طور جهانی مورد استفاده قرار گرفت. این موضوع که رادار به‌طور هم‌زمان اما در پی فعالیت‌های تحقیقاتی و علمی مستقلی در کشورهای مختلف پدید آمده و شناخته‌شده است جای تعجبی ندارد، زیرا که اصل اولیه در اساس کار رادار یعنی بازتاب امواج رادیویی از سال‌ها قبل از پیدایش رادار شناخته‌شده و در مجامع علمی مطرح بوده است.

تحقیق کنید



باجست‌وجو در اینترنت و یا مراجعه به کتاب‌های دریانوردی، تاریخچه‌ای از اختراع و به‌کارگیری رادار در روی شناورها پیدا کنید. مشخص کنید چه دانشمندانی در تکمیل این سیستم نقش داشته‌اند. نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

نکته‌ایمنی

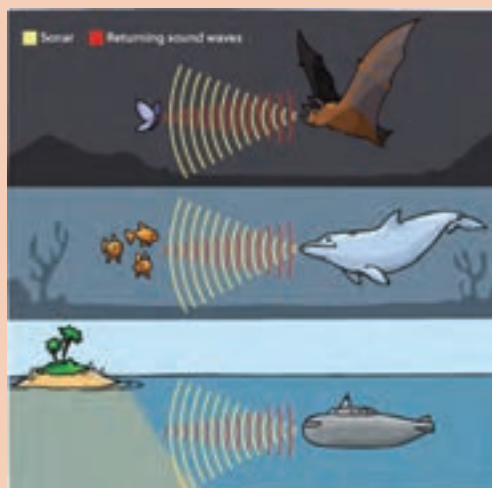


قبل از خارج کردن مؤثر تجهیزات الکتریکی از جریان برق، هیچ‌گونه فعالیت تعمیر و نگهداری نباید انجام شود. فقط اشخاص ماهر مجاز برای تعمیر تجهیزات الکتریکی هستند.

## اساس کار رادارها

در واقع اختراع رادار از یک پدیده فیزیکی و بسیار طبیعی به نام انعکاس گرفته‌شده است. همه ما بارها و بارها بازگشت صدا را در مقابل صخره‌های عظیم تجربه کرده‌ایم. نور خورشید هم با استفاده از همین پدیده است که هنگام شب با انعکاس از سطح ماه به ما می‌رسد. امواج رادیویی و الکترومغناطیس نیز قابلیت انعکاس و بازتاب دارند و رادار بر اساس همین خاصیت ساده به وجود آمد. بنابراین بشر در ساخت رادار از طبیعت استفاده‌های فراوان و اساسی کرده و با تغییراتی جزئی برای خود وسیله‌ای سودمند ساخته است.

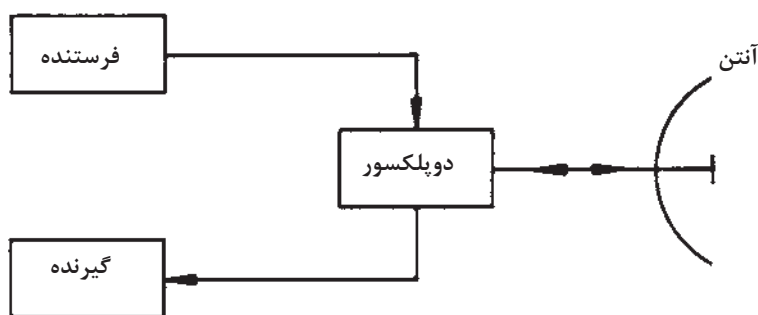
بیشتر بدانید



رادار در طبیعت، بیشترین استفاده را برای خفاش دارد. این پرنده شب‌پرواز، دارای حس بینایی ضعیفی است و به کمک طبیعت راداری که دارد، می‌تواند موانع دور و احتمال برخورد با آن را تشخیص دهد. خفاش هنگام پرواز امواج صوتی خاصی ایجاد می‌کند که پس از برخورد امواج صوتی با اجسام مختلف، منعکس می‌شود و به گوش خفاش می‌رسد. به‌وسیله همین پژواک صداهای ابرصوتی است که نوع مانع و فاصله آن را تشخیص می‌دهد و طوری پرواز می‌کند که از تصادم با آنها در امان باشد. وال‌ها و دلفین‌ها نیز از همین پدیده بازتاب استفاده می‌کنند.

### نحوه کار رادار

در یک سیستم رادار، یک آنتن که به سرعت می چرخد پرتوی از امواج الکترومغناطیسی را شامل پالس های کوتاه از انرژی زیاد امواج رادیویی، به خارج از کشتی و در تمام جهات منتشر می کند. هرگونه هدف یا مانعی نظیر خشکی یا سایر کشتی ها که در معرض انرژی این امواج قرار گیرند، بخش کوچکی از این انرژی را برگشت می دهند. این امواج بازتاب شده به خود آنتن فرستنده که در این حالت به عنوان آنتن گیرنده عمل می کند، می رسد. پژواک به دست آمده از هدفها که پس از فرایند کردن سیگنال های برگشتی و بازتاب شده که بسیار ضعیف هم هستند پدید می آید، برای بهره برداری بر روی صفحات نشان دهنده رادار به نمایش در می آید (شکل ۳).



شکل ۳- بلوک دیاگرام یک رادار ابتدایی

جای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

- الف) به طور کلی رادار وسیله ای است برای ..... یا هدف های دور به وسیله ..... به سمت آنها و ..... و در نهایت به تصویر کشاندن نتایج حاصل.
- ب) رادارهای ناوبری مورد استفاده بر روی کشتی های تجاری از نوع ..... بوده و کاربرد اصلی آنها محاسبه ..... و ..... کشتی از خشکی، سایر کشتی ها و یا هر جسم شناور بر روی آب می باشد.
- پ) ..... برای پیدا کردن اهدافی که حرکت می کنند طراحی می شوند. به این صورت که اندازه گیری ها به صورت متوالی انجام شده و محل تقریبی هدف تخمین زده می شود (مسافت، سرعت، زاویه و غیره).
- ت) آشکارسازی (کشف)، تعیین موقعیت و مسافت در رادار بر اساس ..... پس از برخورد به هدف است.

کار در کلاس



با ذکر مثال هایی ساده از طبیعت و محیط اطراف (مانند چگونگی انعکاس صدا در طبیعت) درباره اساس کار رادارها بحث و گفت و گو کنید.

کار در کلاس



درباره ویژگی امواج الکترومغناطیسی و نحوه استفاده از آنها در دستگاه های رادار تحقیق کنید.

تحقیق کنید



فکر کنید



چرا در رادارها به جای امواج صوتی، از امواج رادیویی استفاده می‌شود؟

بیشتر بدانید



رادار در ایران از سال ۱۳۳۶ وارد چرخه پدافند هوایی کشور شد. سیستم راداری کشور در طی جنگ هشت‌ساله آزمون دشوار و موفقیت‌آمیزی را پشت سر گذاشت. پس از پایان جنگ تحمیلی و فرارسیدن دوران بازسازی تجهیزاتی نیروهای مسلح، علاوه بر استفاده از رادارهای سامانه‌های دوربرد موشکی به‌منظور ایجاد پوشش دوربرد، رادارهای مستقلی نیز تأمین شد. از سال ۱۳۷۷ جرقه‌های طراحی و تولید رادار ملی زده شد که در نهایت به طراحی و ساخت رادار ملی و گیرنده‌های دیجیتالی با عنوان ناظر ۱ و ۲ منجر شد و سامانه‌های راداری فعلی موجود در ایران بیشتر از باند  $U_{HF}$  استفاده می‌کنند؛ البته بهترین وضعیت، تلفیقی از رادارهای  $U_{HF}$  و  $H_F$  است تا هیچ هدفی چه در سطح مقطع بالا و چه در سطح مقطع پایین از دست نرود. و چون این نیازمندی حس می‌شد که باید رادارهای  $V_{HF}$  هم در شبکه کشور باشد، رادارهای کاشف، الوند، مطلع الفجر، ثامن، کاستا و نبو به شبکه یکپارچه پدافند هوایی کشور افزوده شدند.

تحقیقات متخصصان ایرانی سبب شد تا رادار ملی با شرایط برد بسیار بالا و تفکیک‌پذیری فاصله‌ای و زاویه‌ای بسیار خوب و از همه مهم‌تر برای قطع وابستگی از دنیا ساخته شود. مهم‌ترین مزیت رادار ملی، آسایش تیم فنی است؛ چرا که این رادار به سرعت عیب‌یابی و به سرعت نیز رفع عیب می‌شوند. مزیت دیگر، آسایش تیم عملیاتی است و اینکه این رادار اسکوپ‌های بسیار روشن و واضحی دارد و نیروهای خودی اهداف موردنظر را از بین اهداف ثابت به‌راحتی پیدا می‌کنند. مزیت دیگر این رادار، اتوماسیون آن است به‌طوری که به‌راحتی به شبکه مکانیزه و یکپارچه پدافند هوایی کشور متصل می‌شود. گذشته از این، محدودیت رادار ملی (به‌ویژه محدودیت‌های راه‌اندازی) نسبت به رادارهایی که در حال حاضر در اختیار است، کمتر می‌باشد.



در حال حاضر رادار ملی در شرق، شمال و غرب کار می‌کند و نشان داده است که شرایط جوی در کارکردش تأثیری ندارد و در تمام فصول سال هم کار کرده است. این رادار هم برای اخطار اولیه و هم برای رهگیری هوایی است و انتظار می‌رود که متخصصان داخلی بتوانند تمام سامانه‌های راداری فعلی را مجهز به رادارهای ملی کنند.

نکته ایمنی



هنگام استفاده از تجهیزات الکتریکی باید مطمئن باشید که هرگونه کابل‌های قابل‌انعطاف عبوری در اطراف درب‌ها، دریچه‌ها محافظت‌شده است و عایق‌بندی کابل‌ها در اثر باز شدن درب‌ها، دریچه‌ها و پوشش‌ها آسیب‌ندیدده باشد.



## انعکاس امواج

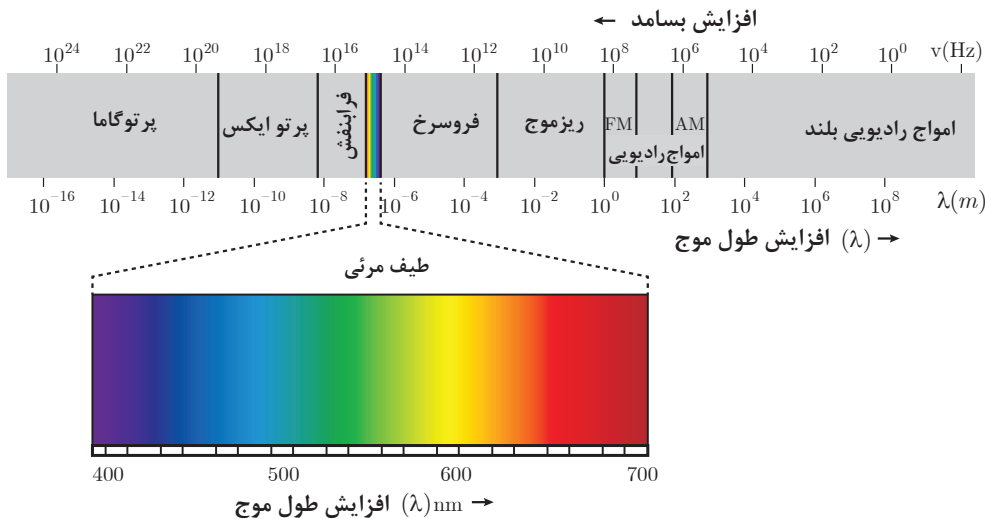
هنگامی که امواج الکترومغناطیسی از طریق آنتن در فضا منتشر می‌شوند، در برخورد یا مواجه شدن با موانع و اشیایی که در مسیر انتشار آنها قرار گرفته باشند تولید بازتاب می‌کنند. انعکاس یا بازتاب از سطوح موانع و اشیاء برابر قانون انعکاس امواج انجام می‌شود؛ بدین ترتیب که امواج ارسالی و منعکس شده در جهتی حرکت خواهند کرد که با خط عمود بر سطح منعکس کننده، این زوایا برابر با صفر بوده در نتیجه امواج بازتاب شده نیز در همان جهت به منبع خود برمی‌گردند. انعکاس از سطوح ناهموار در جهت‌های گوناگون صورت می‌پذیرد، از این رو امواج بازتاب شده پراکنده می‌شوند و ممکن است تنها بخش ناچیزی از آن به منبع منتشرکننده برگردد. در سیستم رادار میزان انرژی بازتاب شده از مانع یا هدف بسیار مهم است.

چه عواملی باعث پراکندگی امواج بازتاب شده راداری می‌شوند؟ و این عوامل چه تأثیری در عملکرد مؤثر سیستم رادار دارند؟

کار در کلاس



با در نظر گرفتن اینکه اساس کار رادار بر مبنای اصل انعکاس امواج است و گیرنده رادار با دریافت موج بازتاب شده قادر خواهد بود وجود مانع یا هدف را کشف و فاصله آن را تعیین کند، لازم است که میزان پراکندگی امواج کم باشد تا به مقدار کافی از انرژی امواج بازتاب شده به گیرنده رادار وارد شود. برای اینکه امواج به صورت خطی مستقیم حرکت کند و میزان پراکندگی و تفرقه آن کم باشد، معمولاً سعی می‌شود در سیستم‌های رادار از فرکانس‌های بسیار زیاد استفاده شود. این باند فرکانس را باند میکروویو می‌نامند که فرکانس آن از ۱۰۰۰ مگاهرتز به بالا است. در شکل (۴) اسپکتروم امواج الکترومغناطیسی که بر حسب فرکانس و طول موج ترسیم گردیده نشان داده شده است.



شکل ۴- طیف امواج الکترومغناطیسی

هر چند که امواج راداری همچون امواج نور در فضا تقریباً در یک خط مستقیم انتشار می‌یابند، اما به هر حال از آنجا که میزان غلظت هوا در اتمسفر با افزایش ارتفاع کاهش پیدا می‌کند، در امواج راداری کمی انحناء ایجاد خواهد شد؛ بنابراین رادار تقریباً کمی بیش از افق را می‌تواند ببیند و برای همین است که برد یک رادار جست و جو یا ناوبری محدود به انحناء زمین است. این امر یک موضوع مهم در کشف هدف‌های ارتفاع پایین به شمار می‌رود. افزایش ارتفاع آنتن رادار، افق دید را افزایش می‌دهد، اما برای اینکه بتوان افق دید رادار را به میزان قابل‌ملاحظه‌ای افزایش داد تا به سهولت هواپیماهای ارتفاع پست را کشف کرد، لازم است که رادار را در داخل یک هواپیما نصب کرده و عملیات کشف را در هوا انجام داد. این وضعیت به‌عنوان یک سیستم کنترل و هشداردهنده هوایی (Airborne Warning And Control System) می‌شود که به‌اختصار با لفظ آواکس (AWACS) که از اولین حروف کلمات اشاره‌شده در بالا تشکیل شده است، شناخته می‌شود. تمام اشیاء و اجسام در برخورد با امواج رادار قادر به انعکاس بخشی از امواج دریافت شده هستند. میزان انرژی منعکس شده بستگی به شکل و اندازه جسم و همچنین طول موج پرتوهای راداری استفاده‌شده دارد. اشیاء و اجسام بزرگ مانند کشتی‌ها و هواپیماها تقریباً برای طول موج تا ۱۰ متر و بیشتر منعکس‌کننده‌های خوبی هستند و طول موج مناسب برای اشیاء و اجسام کوچک در حدود چند سانتی‌متر است. بیشتر رادارها امروزه از طول موج‌های در حدود ۲۵ تا ۲۵۰ میلی‌متر استفاده می‌کنند.

## پالس

پالس راداری مشخصه‌های گوناگونی دارد که بر اساس آنها عملکرد و خصوصیات رادارها تعیین می‌شوند. پالس در لغت به معنی ضربه است و در رادار به مدت‌زمان ارسال داده‌های راداری؛ طول پالس اطلاق می‌گردد. پالس رادارای نمونه و پالس دارای ویژگی‌های زیر است:

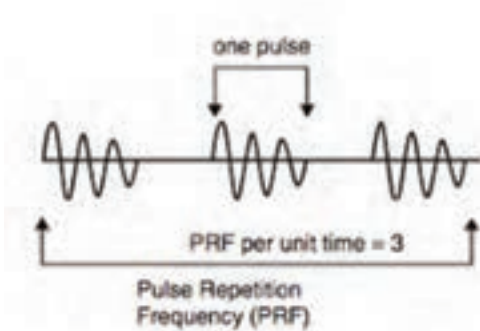
تعداد فرکانس تکرار پالس کم است. یعنی ارتباط معکوسی بین اندازه پالس و فرکانس تکرار پالس وجود دارد.	Long Pulse	پالس بلند	۱
دارای فرکانس تکرار پالس زیاد است.	Short Pulse	پالس کوتاه	۲

- ۱ پالس بلند؛ دارای توان بالا، برد بلند و قدرت تفکیک‌پذیری پایین است.
- ۲ پالس کوتاه؛ دارای توان پایین، برد کوتاه و قدرت تفکیک‌پذیری بالایی است.
- ۳ رادار از پالس‌های بسیار کوتاه (در حد ۱ میکروثانیه) با فرکانس خیلی بالا (معمولاً از ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مگاهرتز) استفاده می‌کند.
- ۴ برای استفاده از راداری با طول موج ثابت، انتخاب اندازه پالس مناسب؛ کمک مؤثری در استفاده از رادار است.

نکته



### فرکانس تکرار پالس (PRF) Pulse Repetition Frequency



شکل ۵- پالس و فرکانس تکرار پالس رادار

تعداد پالس‌های فرستاده شده در طول زمان یک ثانیه را فرکانس تکرار پالس می‌نامند. شکل (۵).

**زمان تکرار پالس (PRT) Pulse Repetition Time:**

مدت زمان بین شروع یک پالس تا شروع پالس بعدی را زمان تکرار پالس می‌نامند.

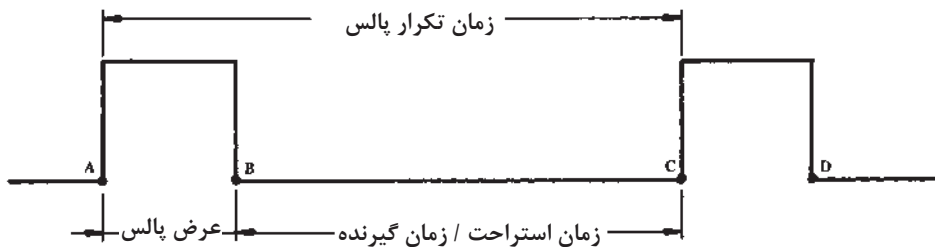
زمان تکرار پالس (PRT) و فرکانس تکرار پالس (PRF) عکس یکدیگرند یعنی:

$$PRF = \frac{1}{PRT} \text{ یا } PRT = \frac{1}{PRF}$$

برای مثال، اگر زمان تکرار پالس برابر با ۱۰۰۰ میکرو ثانیه باشد، مقدار PRF به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$PRF = \frac{1}{PRT} = \frac{1}{1000 \times 10^{-6}} = 1000 \text{ HZ}$$

عرض پالس (pw) عرض پالس (Pulse Width) فاصله زمانی است که طول می‌کشد تا پالس ارسال شود. در شکل زیر عرض پالس به صورت تصویری نشان داده شده است. این زمان را زمان فرستنده نیز می‌گویند، زیرا فرستنده تنها در محدوده این زمان است (A تا B) که در حال انتشار امواج از طریق آنتن است. در ضمن، گاه عرض پالس را پهنای پالس نیز می‌نامند شکل (۶).



شکل ۶- مفهوم عرض پالس و زمان استراحت پالس

**زمان استراحت پالس (PRT) Pulse Rest Time:** در شکل ۶ فاصله زمانی B تا C را که فرستنده قطع بوده و سیستم رادار در حالت گیرندگی است، زمان استراحت پالس یا زمان استراحت فرستنده می‌نامند. در این مدت گیرنده، بازتاب‌های امواج ارسالی را می‌تواند دریافت کند.

با توجه به مفهوم عرض پالس و زمان استراحت پالس (یا زمان گیرنده) که در شکل بالا نیز نشان داده شده‌اند، مشاهده می‌شود که مجموع عرض پالس و زمان استراحت پالس برابر است با زمان تکرار پالس، یعنی:

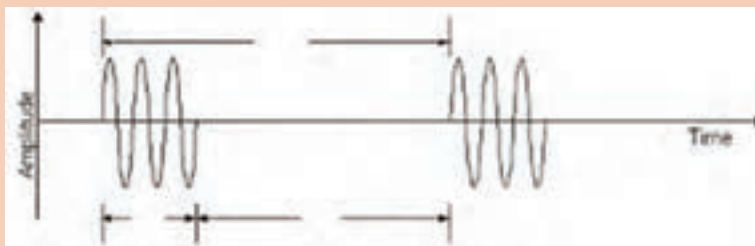
$$PRT = P_w + R_T$$



الف) چنانچه در طول یک ثانیه ۱۰۰۰ پالس ارسال شود، PRF این رادار برابر با ۱۰۰۰ است.  
 ب) میزان PRF یک رادار، تعیین کننده حداکثر برد مؤثر یک رادار است.  
 پ) مدت زمان دوام پالس را عرض پالس  $p_w$  می نامند.  
 ت) میزان عرض پالس نشان دهنده میزان انرژی است که فرستنده ارسال می دارد.



هر کدام از مفاهیم  $p_w$  -  $R_T$  و  $R_T$  را در تصویر مشخص کنید.



## فرمول تعیین فاصله هدف

وقتی در حرکت سرعت ثابت باشد، مسافت از حاصل ضرب سرعت در زمان طی شده به دست می آید. این رابطه را می توان به صورت زیر نوشت که در آن  $R$  مسافت پیموده شده،  $t$  زمان و  $v$  سرعت است.  $R = v \cdot t$   
 تعیین فاصله یا برد در یک سیستم رادار به طور دقیق، بستگی به توانایی رادار در اندازه گیری فاصله بر حسب زمان طی شده دارد. سرعت امواج الکترومغناطیسی در فضا برابر است با ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه (۱۸۶۰۰۰ مایل بر ثانیه با ۱۶۲۰۰۰ مایل دریایی بر ثانیه) که همان سرعت نور است. وقتی که این امواج پس از برخورد با مانع بازتاب می شوند، هیچ گونه تغییری در سرعت آنها رخ نمی دهد و با همان سرعت انتشار، بازتاب شده مسیر برگشت را طی می کنند. از آنجا که زمان اندازه گیری شده در سیستم، زمان رفت و برگشت موج است، در محاسبه و تعیین فاصله آنچه نتیجه خواهد شد دو برابر فاصله مانع است. پس باید فرمول تعیین فاصله را به شرح زیر در نظر بگیریم که در آن  $C$  سرعت نور و  $t$  زمان رفت و برگشت است.

**مایل راداری** برای سهولت اندازه گیری فاصله موانع، زمان رفت و برگشت موج را برای مانعی که در فاصله یک مایل دریایی قرار گرفته باشد محاسبه می کنیم و این زمان را به عنوان یک مایل راداری در نظر گرفته زمان رفت و برگشت موج را برای هر فاصله ای با یک تناسب ساده و با استفاده از زمان یک مایل راداری به دست می آوریم، یک مایل راداری همان طوری که در زیر محاسبه شده است، برابر است با ۳۵/۱۲ میکروثانیه.

$$R = \frac{C \cdot t}{2} \rightarrow t = \frac{2R}{C}$$

$$R = 1 \text{ مایل دریایی}$$

$$C = 162000 \text{ مایل دریایی بر ثانیه}$$

$$t = \frac{2 \times 1}{16000} = 12/35 \times 10^{-6} \text{ Sec}$$

برای اندازه‌گیری فواصل کوتاه‌تر معمولاً فاصله را برحسب یارد محاسبه می‌کنند.

چگونگی تعیین فاصله به‌وسیله رادار که شکل یک هدف (کشتی) در فاصله ۲۰ مایلی از رادار کشتی خودی قرار گرفته است را با رسم شکل بررسی کنید.

کار در کلاس



اگر مانعی در فاصله ۱۵ مایلی از یک سیستم رادار باشد، محاسبه کنید که چه قدر طول خواهد کشید تا موج رادار از آنتن به مانع رسیده بازتاب آن دریافت شود؟

کار در کلاس



سرعت نور یا سرعت امواج الکترومغناطیس برحسب یارد برابر است با ۳۲۸ یارد بر میکروثانیه؛ بنابراین زمان رفت‌و برگشت موج برای مانعی که در فاصله ۱۶۴ یاردی باشد، برابر با ..... خواهد بود.

فکر کنید



### معادله رادار

یک سیستم رادار باید سیگنال‌های ضعیفی را که از هدف‌های دور دست منعکس می‌شوند کشف و دریافت کند. معادله رادار به لحاظ اینکه روابط عوامل مختلفی را که بر روی قدرت سیگنال‌های برگشتی رادار تأثیر دارند نشان می‌دهد از اهمیت زیادی برخوردار است. معادله رادار که در آن حداکثر فاصله (یا برد) رادار بر مبنای سایر اطلاعات و عوامل مختلف نوشته می‌شود به شرح زیر است:

$$R_{max} = \frac{P \cdot A^2 \cdot S}{4\pi \lambda^2 P_{min}}$$

در رابطه ذکر شده برای معادله رادار:

$R_{max}$  = برد حداکثر رادار

$P$  = قدرت (توان) ارسالی

$A$  = سطح دریافتی آنتن گیرنده

$(\lambda)$  = طول موج

$P_{min}$  = حداقل توان قابل دریافت به‌وسیله گیرنده

نتایج بسیار جالب و مهمی را با بررسی دقیق معادله رادار می‌توان به دست آورد. اولین و روشنترین این نتایج عبارت است از اینکه برد حداکثر رادار متناسب با ریشه چهارم توان ارسالی پالسی است. این بدان معنی است که با ثابت بودن تمام عوامل دیگر توان پالسی باید شانزده برابر افزایش یابد تا برد حداکثر رادار دو برابر شود. در نتیجه روشن است چنین افزایش توانی در هر سیستم خاص راداری یا عملی نبوده یا غیراقتصادی خواهد بود. به همین ترتیب روشن است که هر کاهشی در حداقل توان قابل دریافت ( $P_{min}$ ) همان اثر افزایش توان ارسالی را خواهد داشت. هرچند که این روش بسیار جالب توجهی در برابر روش قبلی (افزایش توان ارسالی) محسوب می‌شود. اما عوامل مختلفی مقدار  $P_{min}$  کنترل می‌کنند که باعث می‌شود کاهش میزان  $P_{min}$  نیز

حد و حدودی داشته باشد چون در غیر این صورت بر روی سایه عواملی که بر کارکرد نامطلوب رادار مؤثر خواهند بود اثرات منفی خواهد داشت.

روش دیگر برای افزایش برد حداکثر رادار افزایش سطح دریافتی آنتن است که در عمل به معنی افزایش قطر مؤثر آنتن است. متأسفانه در انجام این روش نیز محدودیت وجود دارد زیرا عرض پرتو (BEAMWIDTH) یک آنتن متناسب با نسبت طول موج به قطر آنتن است و در نتیجه هرگونه تغییر در ابعاد آنتن عرض پرتو را نیز تغییر خواهد داد و این در بعضی موارد در عملکرد مطلوب رادار محدودیت ایجاد می‌کند. به‌طور کلی معادله رادار نحوه ارتباط عوامل مختلف را که در عملکرد رادار مؤثرند بیان می‌کند. از این معادله می‌توان در طراحی سیستم‌های راداری متناسب با نوع کاربرد و خصوصیات موردنظر آن بهره‌برداری کرده و مشخصه‌های مختلف را تعیین کرد.

مثال



حداکثر برد سیستم راداری را به دست آورید که در طول موج ۳ سانتی‌متر کار کرده و دارای توان قله پالسی ۵۰۰ کیلووات باشد. فرض کنید که حداقل توان قابل دریافت برابر با ۱۰ وات سطح دریافتی آنتن رادار برابر با ۵ مترمربع و سطح مقطع راداری هدف برابر با بیست مترمربع باشد.

$$\sigma_{\text{eff}} = \frac{P_r A_r^2 S}{4\pi\lambda^2 P_t}$$

$$R_{\text{max}} = \left[ \frac{500 \times 10^3 \times 5^2 \times 20}{4\pi \times (0.03)^2 \times 10^{-13}} \right]^{\frac{1}{4}} = \left( \frac{25}{36\pi} \times 10^{24} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$= 6186 \times 10^5 \text{ متر}$$

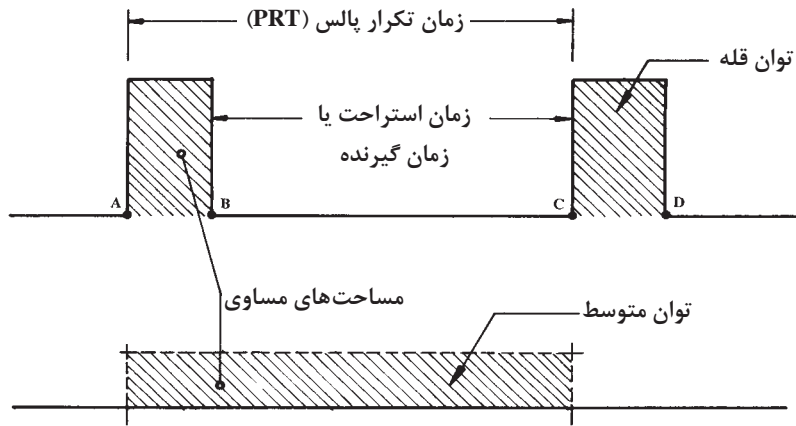
$$= 6186 \text{ کیلومتر (مایل دریایی 3370)}$$

### قدرت رادار

در یک سیستم رادار فرستنده، امواج الکترومغناطیسی را با انرژی زیاد به صورت پالس‌هایی کوتاه ایجاد کرده از طریق آنتن منتشر می‌سازد. از آنجا که زمان دوام پالس (یا عرض پالس) باید کم باشد تا امکان دریافت اکو هدف‌های بسیار نزدیک فراهم باشد و از طرفی نیز پالس رادار باید توان (قدرت) کافی داشته باشد تا بازتاب قابل دریافتی از هدف‌های دوردست و در حداکثر برد وجود داشته باشد، لازم است فرستنده رادار خروجی بسیار قوی داشته باشد تا بتواند پالس‌های راداری با انرژی زیاد و کافی را تولید کند. توان مؤثر و مفید فرستنده رادار در پالس منتشر شده نهفته است و میزان آن را توان قله پالسی (PEAK POWER) می‌نامند. چون فرستنده پیک سیستم رادار در طول سیکل کار خود، تنها برای مدت‌زمان کوتاهی عمل فرستندگی انجام داده، در بقیه زمان که طولانی نیز است، به حالت خاموش در می‌آید، توان متوسط فرستنده (AVERAGE POWER) در مقایسه با توان قله (PEAK POWER) در طول زمان تکرار پالس (PRT) بسیار کم خواهد بود.

در شکل (۷) مفهوم توان قله و توان متوسط نشان داده شده است. در زمان فرستنده که از نقطه A تا B ادامه دارد قدرت خروجی وجود دارد و این همان قدرت یا توان قله یا به عبارتی قدرت پیک است. در بقیه زمان

یعنی از نقطه B تا C که گیرنده شروع به کار می کند تا بازتابه ای پالس های ارسالی را دریافت کند مقدار توان صفر است. از آنجا که اندازه گیری میزان توان قله عملی نیست، معمولاً توان متوسط فرستنده اندازه گیری شده بر مبنای روابطی که میان توان قله و توان متوسط وجود دارد، میزان توان قله فرستنده مشخص می شود همان طور که در شکل (۷) مشاهده می شود، توان متوسط میزانی از توان است که چنانچه در طول زمان تکرار پالس تولید شود برابر خواهد بود با توان قله که تنها در مدت زمان کوتاهی (برابر عرض پالس) تولید خواهد شد. این موضوع در شکل (۷) به وسیله سطوح هاشور زده نشان داده شده است.



شکل ۷- توان قله (peak power) و توان متوسط

رابطه میان توان متوسط که در طول یک سیکل کامل (زمان تکرار پالس - PRT) مصرف می شود و توان قله که در طول زمان عرض پالس تولید می شود، به شرح فرمول زیر است:

$$\frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}} = \frac{\text{عرض پالس}}{\text{زمان تکرار پالس}} = \frac{P_w}{PRT}$$

این رابطه نشان می دهد که هر چه عرض پالس بیشتر باشد، توان متوسط بیشتر خواهد بود همچنین هر چه زمان تکرار پالس بیشتر باشد، توان متوسط کمتر خواهد شد.

- **سیکل کار رادار (DUTY CYCLE)** - سیکل کار رادار عبارت است از نسبت زمانی که فرستنده رادار مشغول کار است به کل زمان یک سیکل رادار که همان زمان تکرار پالس (PRT) است. این تعریف را می توان به صورت رابطه زیر نوشت:

$$\text{سیکل کار رادار} = \frac{\text{عرض پالس}}{\text{زمان تکرار پالس}} = \frac{P_w}{PRT}$$

مشاهده می شود که سیکل کار رادار ضمن اینکه نسبت عرض پالس به زمان تکرار پالس است، هم زمان برابر است با نسبت توان متوسط پالس به توان قله. رابطه زیر در این خصوص وجود دارد:

$$\text{سیکل کار رادار} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}} = \frac{P_w}{PRT}$$

مثال



سیکل کار رادار را برای راداری که عرض پالس آن ۲ میکروثانیه و فرکانس تکرار پالس آن ۵۰۰۰ هرتز باشد، حساب کنید  
چون بین PRT و PRF یک رابطه عکس وجود دارد

$$P_w = 2 \text{ میکرو ثانیه} \quad PRF = 5000 \text{ هرتز}$$

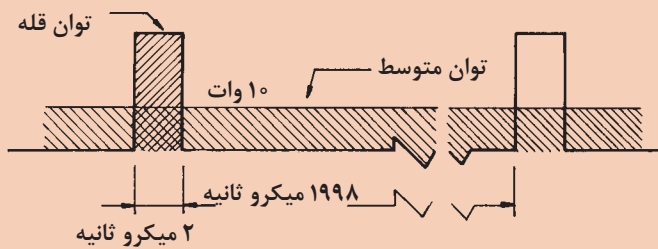
$$PRT = \frac{1}{PRF} = \frac{1}{5000} = 200 \text{ میکرو ثانیه}$$

$$\text{سیکل کار} = \frac{P_w}{PRT} = \frac{2}{200} = 0.01$$

می توان فرمول مربوط به سیکل کار رادار را به صورت زیر نیز نوشت:

$$\text{سیکل کار} = \frac{P_w}{PRT} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}} = P_w \times PRF$$

مثال



با توجه به شکل روبه رو و مقادیر داده شده، چنانچه توان متوسط این رادار ۱۰ وات باشد سیکل کار و توان قله را حساب کنید.

$$PRT = P_w + RT = 2 + 1998 = 2000 \text{ میکروثانیه}$$

$$\text{سیکل کار} = \frac{P_w}{PRT} = \frac{2}{2000} = 0.01$$

$$\text{سیکل کار} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}} \rightarrow \text{توان قله} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{سیکل کار}}$$

$$\text{وات} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{سیکل کار}} = \frac{10}{0.01} = 10000$$

کیلو وات: ۱۰ = توان قله



سیکل کار رادار را برای راداری که عرض پالس آن ۵ میکروثانیه و فرکانس تکرار پالس آن یک کیلو هرتز باشد، حساب کنید.

کار در کلاس



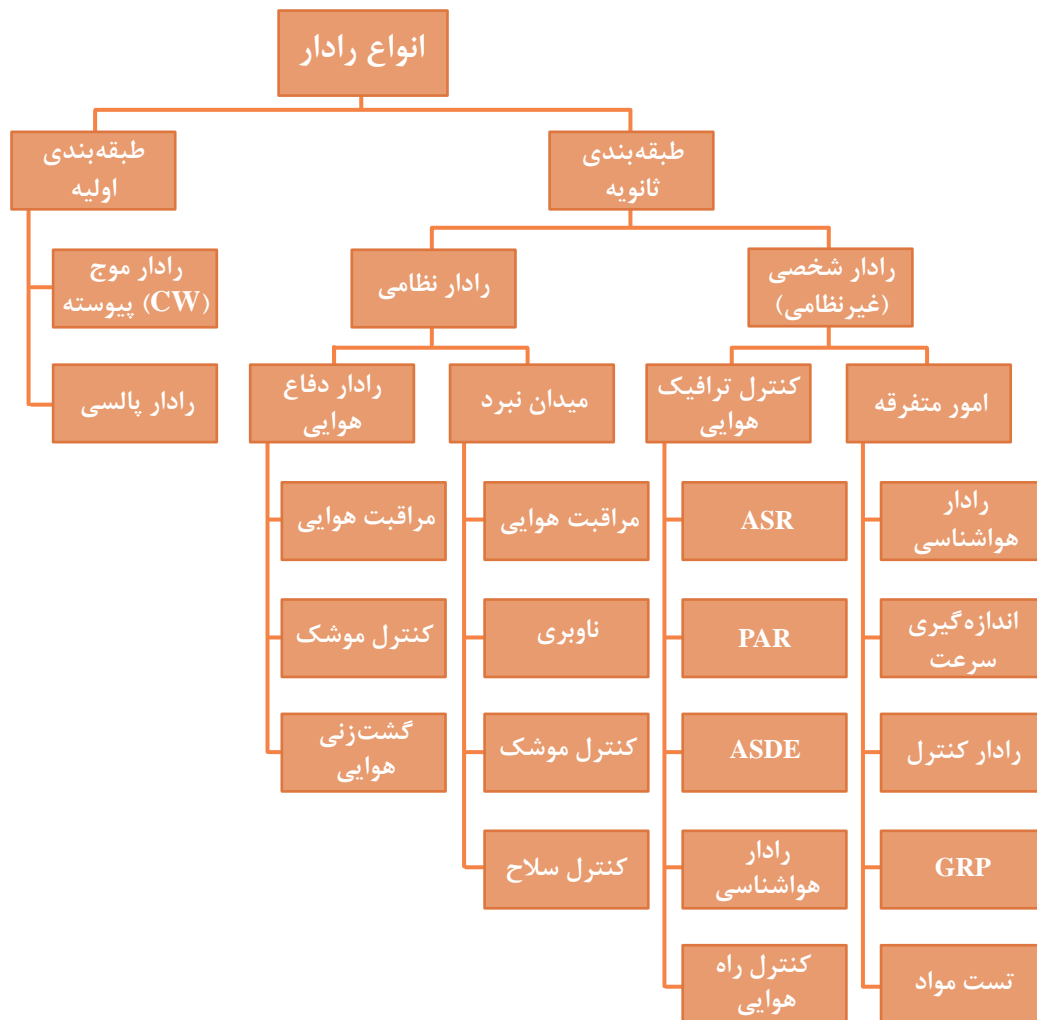
فیلم



فیلم مربوط به انواع رادارها و کاربرد آنها را مشاهده نمایید.

### انواع رادار و کاربردهای آن

دسته‌بندی انواع رادارها را می‌توان براساس سخت‌افزار، نرم‌افزار، تکنیک‌های پردازش سیگنال، نوع کارکرد، فرکانس کاری و غیره انجام داد. در شکل (۸) نموداری از تقسیم‌بندی رادارها ارائه شده است:



شکل ۸- نمودار انواع رادارها

همان‌گونه که در نمودار بالا می‌بینید کاربرد رادارها در دو حوزه‌های وسیع مختلف اعم از نظامی و غیرنظامی (شخصی) و در اهداف زمینی، هوایی، دریایی، فضایی و هواشناسی می‌باشد. کاربردهای نظامی رادار دارای طیف و انواع گسترده‌ای بوده و کاربردهای غیرنظامی رادار نیز در جهت صلح و آرامش و راحتی زندگی انسان استفاده می‌شود.

کار در کلاس



در جدول زیر کاربردهای نظامی رادار بیان شده است. با راهنمایی هنرآموز خود ستون توضیحات را به‌طور اختصار کامل کنید.

ردیف	کاربرد	توضیحات
۱	دیدهبانی	
۲	ناوبری نظامی	
۳	کنترل و هدایت آتش	
۴	ردیابی	

کار در کلاس



در جدول زیر به برخی از کاربردهای غیرنظامی رادار اشاره شده است. با راهنمایی هنرآموز خود ستون توضیحات را به‌طور اختصار کامل کنید.

ردیف	کاربرد	توضیحات
۱	کنترل ترافیک هوایی	
۲	ناوبری هوایی و دریایی	
۳	جلوگیری از تصادف کشتی‌ها	
۴	فضایی	
۵	کنترل سرعت	
۶	کنترل خط تولید	
۷	هواشناسی	
۸	زمین‌شناسی	
۹	کشاورزی	
۱۰	تصویربرداری	



در جدول و تصاویر زیر رادارهایی که در حوزه نظامی کاربرد دارند آورده شده است، ستون توضیحات و کاربرد را با راهنمایی هنرآموز خود کامل کنید.

	۱ رادارهای جست و جوگر
	۲ رادارهای مراقبت
	۳ رادارهای ردگیری یا کنترل آتش
	۴ رادارهای ارتفاع یاب



شکل ۹- یک نوع رادار جست و جوگر و ناوبری سطحی و یک نوع رادار جست و جوگر و ردیاب هوایی که به صورت یک مجموعه در داخل یک محفظه گنبدی شکل (Radar Dome) قرار گرفته اند.



شکل ۱۰- یک نوع رادار مراقبت هوایی برد زیاد و یک نوع رادار مراقبت سطحی و هوایی



شکل ۱۲- یک نوع رادار ارتفاع یاب



شکل ۱۱- یک نوع رادار کنترل آتش دریایی

از جمله رادارهای مراقبت می توان به رادارهای کنترل ترافیک هوایی اشاره کرد که کاربرد بسیار وسیع در فرودگاه‌ها، اعم از نظامی و غیرنظامی دارند. رادارهای کنترل ترافیک هوایی را رادارهای مراقبت پرواز نیز می گویند. در شکل زیر نمایی از آنتن یک رادار کنترل ترافیک هوایی و نیز نشان‌دهنده‌های رادارهای مراقبت پرواز در برج کنترل ترافیک فرودگاه نشان داده شده است.

بیشتر  
بدانید



رادارهای هشداردهنده پیشرس (Early Warning Radars) نیز نمونه دیگری از رادارهای مراقبت هستند که عمل موقعیت‌یابی هدف را در فواصل خیلی دور انجام داده حضور هدف‌ها را به یگان‌های عملیاتی و غیره هشدار می‌دهد.



در گروه‌های کلاسی و با هدایت هنرآموز خود یکی از فعالیت‌های زیر را انجام دهید.

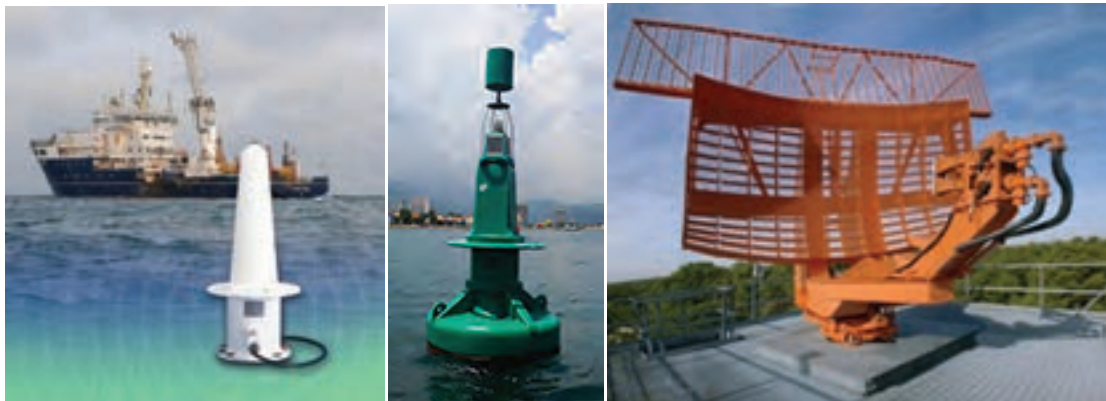
۱ پرده‌نگاری درباره کاربردهای غیرنظامی و استفاده‌های عمومی رادارها تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

۲ در گفت‌وگو با فرماندهان و افسران شناورها، گزارشی درباره چگونگی استفاده از رادار در اجتناب از تصادم کشتی‌ها در دریا تهیه کنید.

## رادارهای بیکن (Beacon Radars)

بیکن در حقیقت برجی است شناور یا در ساحل که بر روی آن یک سیستم راداری نصب شده است. یک سیستم رادار بیکن مجموعه کوچکی است شامل یک گیرنده، یک فرستنده و یک آنتن که بیشتر اوقات تمام جهتی است.

وقتی که رادار دیگری یک سری پالس کد شده را به بیکن بفرستد یا به عبارتی دیگر آن را مورد سؤال قرار دهد، بیکن به وسیله ارسال پالس‌هایی با کد به خصوصی به آن جواب خواهد داد. پالس‌های بیکن ممکن است دارای همان فرکانس رادار سؤال کننده باشد که در این صورت آنها به وسیله ایستگاه اصلی همراه با برگشتی‌های پالس ارسالی دریافت می‌شوند. چنانچه پالس‌های بیکن دارای فرکانس مخصوص خود باشد، در این صورت یک گیرنده مجزا در سیستم رادار سؤال کننده مورد نیاز خواهد بود. در این سیستم رادار سؤال کننده را **Introgator** و رادار پاسخ‌دهنده را که بر روی بیکن نصب است، **Transponder** می‌گویند شکل (۱۳).



شکل ۱۳- انواع رادارهای بیکن

کاربرد دیگر بیکن‌های راداری شبیه فانوس‌های دریایی است. در این کاربرد یک هواپیما یا کشتی با تعدادی بیکن راداری که موقعیت آنها به طور دقیق شناخته شده است، در ارتباط بوده (ارتباط راداری) در نتیجه قادر خواهد بود که محل خودش را به طور اتوماتیک و دقیق به وسیله پالس‌های دریافتی تعیین کند.





توجه داشته باشید که بیکن برخلاف سیستم‌های راداری دیگر، پالس‌ها را به‌طور دائم نمی‌فرستد، بلکه تنها وقتی مورد سؤال قرار می‌گیرد و سؤال نیز به‌طور صحیح و با کد مشخص آشنایی با کاربرد هر یک از کلیدهای کنترلی برای کسانی که با رادار سروکار دارند، ضروری است. این اطلاعات به‌طور معمول در دفترچه راهنمای فنی رادار مربوطه ذکر می‌شود.

**کاربرد بیکن راداری:** یکی از کاربردهای یک بیکن راداری، شناساندن خودش است. این کاربرد وقتی است که مثلاً یک بیکن راداری در داخل یک هدف مانند هواپیما نصب شده باشد و وقتی مورد سؤال قرار می‌گیرد، با ارسال یک پالس پاسخ می‌دهد و سپس این پالس بر روی صفحه نشان‌دهنده رادار ایستگاه سؤال کننده ظاهر شده و هویت هدف آشکار می‌شود. این سیستمی است که در مراقبت پرواز فرودگاه به کار می‌رود. کاربرد نظامی این سیستم تحت عنوان سیستم تشخیص دوست یا دشمن، معروف به IFF (Identification Friend or Forien) است که برای شناسایی هدف‌ها به‌عنوان دوست یا دشمن به کار گرفته می‌شود.

## رادارها بر اساس آنتن

رادارها بر اساس محل قرارگیری آنتن‌ها به چند دسته به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

### رادارهای مونواستاتیک Monostatic Radar

رادارهایی که فرستنده و گیرنده آنها در یک نقطه واقع است رامونواستاتیک می‌نامیم. در واقع فاصله بین گیرنده و فرستنده در این رادارها بسیار کوچک تر از فاصله نقطه استقرار رادار نسبت به هدف است لذا فرستنده و گیرنده یک فضای یکسان را پوشش می‌دهند. در اغلب موارد فرستنده و گیرنده رادار مونواستاتیک در یک سامانه تعبیه شده و از یک آنتن استفاده می‌کنند.



جداسازی گیرندگی و فرستندگی در این رادارها که از یک آنتن گیرنده فرستنده استفاده می‌کنند توسط واحدی به نام سلول گیرنده/ فرستنده یا T/R cell یا دوپلکسر Duplexer صورت می‌گیرد. این سلول وظیفه دارد در حالت فرستندگی ورودی گیرنده را بلوکه کند. زیرا در این رادارها به کمک اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت سیگنال و ضرب آن در سرعت حرکت موج (سرعت نور) فاصله هدف استخراج می‌شود. همچنین سرعت هدف را می‌توان به کمک خاصیت شیفت داپلر فرکانس آکو هدف محرک تشخیص داد.

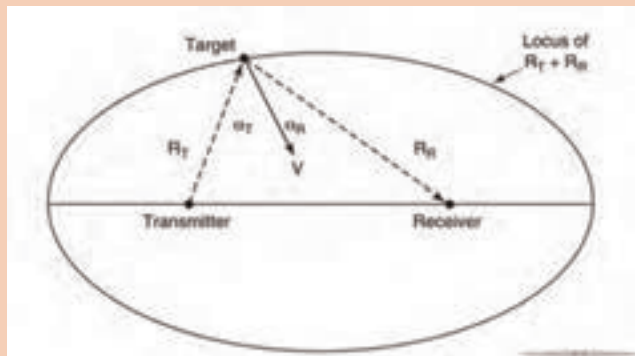
### رادارهای بای‌استاتیک Bistatic Radar

در این نوع رادارها آنتن گیرنده و فرستنده در فاصله‌ای دور از یکدیگر قرار دارند. این امر سبب جلوگیری از تداخل مد فرستندگی/ گیرندگی می‌شود و علاوه بر این سبب کاهش آسیب‌پذیری سامانه در برابر حملات هوایی می‌شود چرا که می‌توان چندین آنتن گیرنده پسیو را با یک فرستنده به کار گرفت. جهت رهگیری هواگردهایی که با فرم‌دهی خاص بدنه از دید رادار پنهان می‌شوند، از این نوع رادار استفاده می‌شود.



در این نوع رادارها سیگنال پس از طی فاصله RT به هدف رسیده و بازتاب آن با طی فاصله RR به گیرنده می‌رسد. لذا مجموع این فاصله را می‌توانیم به کمک فرمول زیر بیابیم:

$$R_T + R_R = CT$$



### رادارهای آرایه فازی

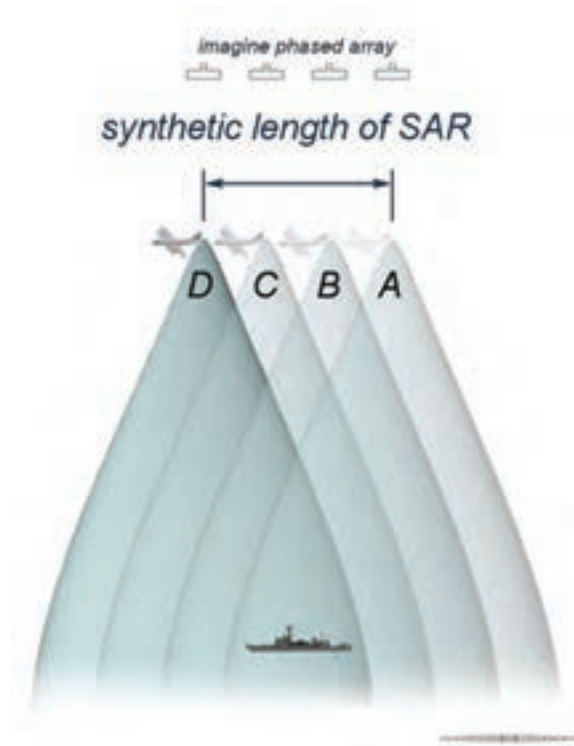
در رادارهای آرایه فازی تعدادی آنتن، سیگنال‌های با فاز متفاوت از یکدیگر تولید می‌کنند که این امر سبب تقویت سیگنال در جهت دلخواه و تضعیف آن در جهت‌های نامناسب می‌شود. لذا به کمک این رادارها می‌توان بدون نیاز به حرکت دادن مکانیکی جهت لوب اصلی آنتن را تغییر داد. علاوه بر این با توجه به تعدد آرایه‌های ارسال، دریافت می‌توان هر تعداد از آرایه‌های یک آنتن را برای کار خاصی اختصاص داد. دو گونه اصلی رادارهای آرایه فازی عبارت‌اند از:

در این نوع رادارها تغذیه کلیه آنتن‌ها توسط یک منبع مولد واحد صورت می‌گیرد و به کمک شیفت‌دهنده‌های فاز می‌توان فاز خروجی هر آرایه را تغییر داد. در این نوع آنتن تنها یک پرتو اصلی می‌توان تولید کرد.	غیرفعال	۱
در این نوع رادارها هر آرایه مولد مستقلی دارد لذا کنترل بیشتری بر روی آرایه‌ها وجود داشته و امکان تولید چندین پرتو اصلی وجود دارد. لازم به ذکر است قیمت تمام شده این نوع آنتن به علت پیچیدگی‌های فراوان بیش از نوع غیرفعال است.	فعال	۲

### رادارهای روزنه مصنوعی Syntactic Apreture Radar

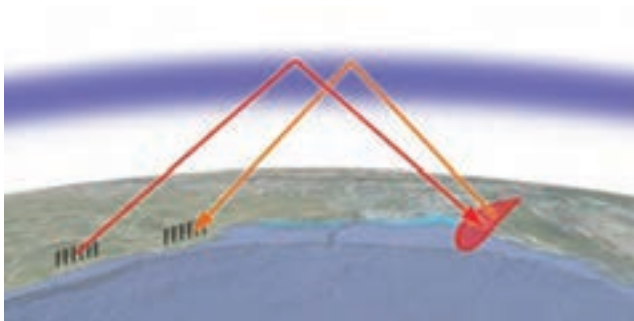
برای تهیه یک نقشه دقیق از زمین و عوارض موجود در آن لازم است از یک آنتن طویل استفاده کنیم اما امکان ساخت و به‌کارگیری راداری با آنتن بزرگ جهت دستیابی به رزولوشن بالا از عوارض زمینی امکان‌پذیر نیست. برای رفع این مشکل از تکنیک رادار دریچه مصنوعی یا SAR (Syntactic Apreture Radar) استفاده می‌شود.

در این تکنیک هواگرد در حال حرکت اقدام به ارسال دریافت امواج کرده و بدین ترتیب یک آنتن طویل شبیه‌سازی می‌شود شکل (۱۴).



شکل ۱۴- رادار روزنه مصنوعی

### رادارهای فرا افق نگر OTH Over-the-horizon



شکل ۱۵- رادار ماورای افق

در این نوع رادارها از خاصیت بازتاب یونوسفریک امواج الکترومغناطیسی جهت دستیابی به دید فرا افق استفاده می‌شود. این رادارها دارای آنتن‌هایی بزرگ، توان راه‌اندازی بالا و زمان پردازشی طولانی هستند. هر چند دقت زاویه و برد در این رادارها پایین است اما می‌توانند به‌عنوان رادار پیش‌اطار مناسب به‌کار گرفته شوند (شکل ۱۵).

به نظر شما چرا این نوع رادارها معمولاً در باند HF (۳ الی ۳۰ مگاهرتز) به‌کار گرفته می‌شوند؟

فکر کنید



در مورد تقسیم‌بندی انواع رادار برحسب آنتن‌ها تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید





## رادارها بر اساس فرستنده

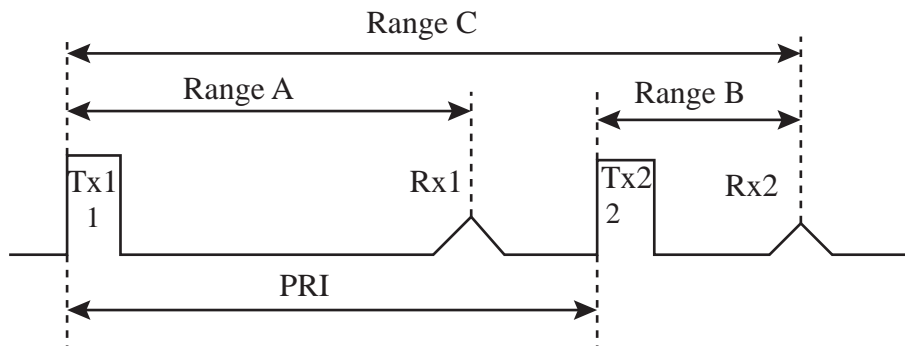
رادارها بر اساس نحوه فرستادن امواج رادار به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

### ۱- رادارهای پالسی Pulsed

رادار پالسی راداری است که ابتدا یک پالس ارسال می‌کند و سپس منتظر رسیدن اکو اهداف می‌ماند. این امر مانع از تداخل بین گیرندگی و فرستندگی می‌شود و امکان استفاده از یک آنتن واحد به‌عنوان گیرنده و فرستنده را فراهم می‌آورد. با اندازه‌گیری زمان بین ارسال و دریافت می‌توان برد هدف را به‌دست آورد (رادارهای مونواستاتیک). از آنجا که رادارهای مونواستاتیک نمی‌توانند هم‌زمان به ارسال و دریافت امواج مبادرت ورزند دارای برد کور هستند که از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$R_M = \frac{CT}{2}$$

در این فرمول  $R$  فاصله و  $C$  سرعت نور و  $T$  زمان هست. به‌عبارت دیگر رادار زمانی در مد گیرندگی قرار دارد که انتهای پالس ارسالی از آنتن خارج شده باشد. شایان ذکر است ممکن است پس از ارسال دو پالس اکوی پالس اول به رادار برسد که در این حالت دچار ابهام در برد خواهیم شد.



شکل ۱۶- ارسال و دریافت امواج در رادار پالسی

حال اگر یک رادار پالسی از خاصیت شیفت داپلر جهت استخراج سرعت هدف استفاده کند به آن رادار پالس داپلری می‌گوییم.

در مورد کاربرد رادارهای پالسی تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید

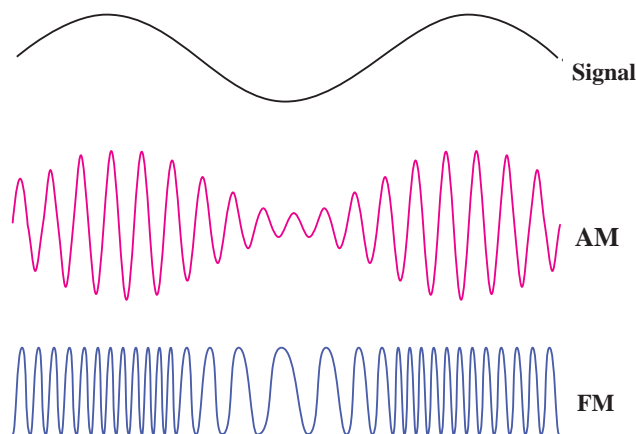
تحقیق کنید



### ۲- رادارهای موج پیوسته (CW) (Continuous-wave)

این نوع رادار دائماً به ارسال و دریافت امواج مبادرت می‌ورزند. سرعت هدف در این نوع رادارها از طریق سنجش شیفت داپلر استخراج می‌شود. در صورت اعمال تغییر در فرکانس موج ارسالی (مدولاسیون FM)

رادار را رادار موج پیوسته مدوله فرکانسی یا FMCW می‌نامیم این نوع رادار موج پیوسته با توجه به اعمال تغییر در فرکانس موج ارسالی می‌تواند با توجه به فرکانس اکو دریافتی برد هدف را نیز محاسبه کند. تداخل بین گیرنده و فرستنده در این نوع رادارها توان مورد آنها را محدود می‌کند و ایزولاسیون بین گیرنده و فرستنده مسئله‌ای حیاتی است. یک مثال ساده از این نوع رادارهای سنجش سرعت مورد استفاده توسط پلیس است.



شکل ۱۷- شکل موج‌های رادارهای موج پیوسته

در مورد کاربرد رادارهای موج پیوسته تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



### انواع رادارها بر اساس باند، فرکانس و طول موج

رادارها بر اساس باند فرکانسی به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌گردند:

جدول ۲- رادارها بر اساس باند فرکانسی مورد استفاده

باند	فرکانس	طول موج	کاربرد
HF	۳-۳۰ MHz	۱۰-۱۰۰ m	سیستم رادار ساحلی، رادارهای ماورای افق فرکانس بالا
P	< ۳۰۰ MHz	۱ m+	برای سامانه‌های هشدار راداری پیشین استفاده می‌شد
VHF	۳۰-۳۰۰ MHz	۱-۱۰ m	برای بردهای خیلی بلند، نفوذکننده در زمین
UHF	۳۰۰-۱۰۰۰ MHz	۰,۳-۱ m	برای بردهای خیلی بلند مانند؛ اخطار اولیه موشک‌های بالستیک، نفوذکننده در زمین، نفوذکننده در شاخ و برگ؛ فرکانس فوق العاده زیاد

سامانه‌های مراقبت و کنترل ترافیک هوایی	۱۵-۳۰ cm	۱-۲ GHz	L-BAND
سامانه‌های مراقبت با برد متوسط، پایانه کنترل ترافیک هوایی، سیستم هواشناسی برد بلند، رادار دریایی با برد کوتاه	۷/۵ - ۱۵ cm	۲-۴ GHz	S-BAND
فرستنده خودکار ماهواره‌ای، باند میانه باندهای S و X، هواشناسی، رهگیری برد بلند.	۳/۷۵ - ۷/۵ cm	۴-۸ GHz	C-BAND
هدایت موشک، رادار دریایی، هواشناسی، مراقبت زمینی و نقشه‌برداری با تفکیک متوسط، رهگیری با برد کوتاه، در آمریکا برای فرودگاه‌ها در برد نزدیک با فرکانس ۱۰/۵۲۵ ± ۲۵ MHz استفاده می‌شود، نام X به دلیل محرمانه بودن فرکانس آن در طول جنگ جهانی بود.	۲/۵۳ - ۲/۷۵ cm	۸-۱۲ GHz	X-BAND
این باند راداری به علت فرکانس کمتر (under) از K به نام Ku نامیده می‌شود. تفکیک بالا، اغلب برای فرستنده‌های خودکار ماهواره‌ای استفاده می‌گردد.	۱/۶۷-۲/۵ cm	۱۲-۱۸ GHz	Ku
در زبان آلمانی kurz به معنی کوتاه است، جذب بخار آب سبب محدودیت شده بنابراین Ku و Ka برای مراقبت استفاده می‌شوند، باند K برای تعیین ابرها در هواشناسی و پلیس برای تعیین سرعت خودروها استفاده می‌گردد.	۱/۱۱-۱/۶۷ cm	۱۸-۲۴ GHz	K
این باند راداری به علت فرکانس بالاتر (after) از K به نام Ka نامیده می‌شود نقشه‌برداری در برد کوتاه، مراقبت فرودگاه، تصویربرداری راداری که برای اندازه‌گیری قطر ورق‌های فلزی با نور قرمز انجام می‌شود. همچنین برای موشک‌های کروز مورد استفاده قرار می‌گیرد.	۰/۷۵-۱/۱۱ cm	۲۴-۴۰ GHz	Ka
این باند راداری به شدت توسط اکسیژن اتمسفر جذب می‌گردد و در فرکانس ۶۰ GHz تشدید می‌شود.	۴/۰-۷/۵ mm	۴۰-۷۵ GHz	V
برای خودروهای آزمایشی هوشمند استفاده می‌شود، برای مشاهده هواشناسی با قدرت تفکیک بالا و تصویربرداری استفاده می‌گردد.	۲/۷-۴/۰ mm	۷۵-۱۱۰ GHz	W
برای رادار نفوذکننده دیوار و تصویربرداری استفاده می‌شود	۱۸/۷۵ - ۲/۸ cm	۱/۶-۱۰/۵ GHz	UMB

علت استفاده از فرکانس بالا در رادار چیست؟

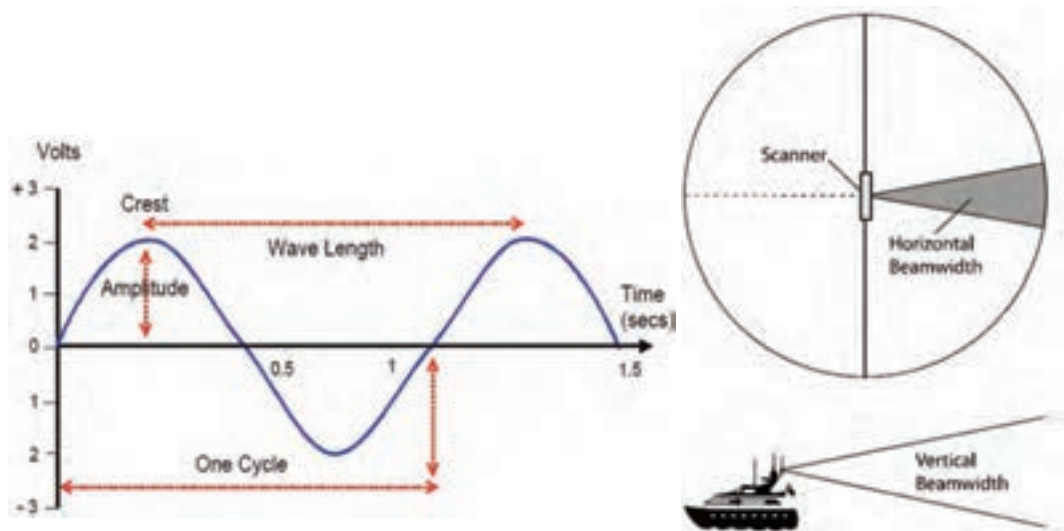
فکر کنید



## ویژگی‌های طول موج راداری:

طول موج راداری مورد استفاده دارای ویژگی‌هایی است که به شرح زیر هست:

<p>۱ ارتباط مستقیمی بین طول موج راداری و پهنای بیم افقی رادار وجود دارد. با باریک شدن پهنای بیم افقی رادار سبب تفکیک پذیری بهتر اهداف و دقت در اکوهای جزئیات اهداف می‌گردد. (شکل ۱۸ و ۱۹)</p>	<p>۱</p>
<p>۲ طول آنتن (اسکنر) رادار با طول موج ایجاد شده ارتباط مستقیمی دارد. بنابراین برای افزایش طول موج راداری نیازمند اسکنری با ابعاد بزرگ تر می‌باشد.</p>	<p>۲</p>



شکل ۱۹- طول موج و دامنه موج

شکل ۱۸- پهنای افقی و عمودی موج

مقایسه رادارهای S-BAND و X-BAND



شکل ۲۰- رادارهای S-BAND و X-BAND

بیشترین طول موج مورد استفاده در رادارهای سطحی شامل باندهای X و S هست. رادار S-BAND با طول موج ۱۰ سانتی متر در مقایسه با رادار X-BAND با طول موج ۳ سانتی متر؛ دارای پالس بلندتر و پهنای بیم راداری بزرگتری هستند و به دلیل داشتن طول موج بلندتر، در هوای طوفانی و خراب، تأثیر اکوها کاذب ناشی از امواج روی آنها به مراتب کمتر است و در نتیجه دارای تصویری بهتر هستند به خصوص اگر رادار در حالت پالس کوتاه قرار گیرد شکل (۲۱).



شکل ۲۱- مقایسه رادارهای S-BAND و X-BAND

چنانچه نیاز به هدف یابی در فواصل دور باشد، استفاده از رادارها ۱۰ سانتی متری نسبت به رادارهای ۳ سانتی متری بهتر است، به خصوص اگر رادار در حالت پالس بلند قرار داشته باشد. ولی در فواصل نزدیک (کمتر از ۱۲ مایل) معمولاً از رادارهای X-BAND استفاده می شود زیرا دقت آن بالاتر است. بنابراین برای مشاهده جزئیات اهداف و تفکیک پذیری بهتر از باند X با طول موج ۳ سانتی متر که کوچک تر از طول موج ۱۰ سانتی متر است استفاده شود.

با توجه به توضیحات متن، استفاده از دو رادار با طول موج های S, X در روی شناورها چه ضرورتی دارد؟ و چرا باند S (با طول موج ۱۰ سانتی متر) در رادارهای دریایی کمتر مورد استفاده قرار می گیرد؟

کار در کلاس



کنوانسیون سولاس چه الزاماتی را برای استفاده شناورها از رادار باند X بیان کرده است؟

تحقیق کنید



نصب رادار باند X در کشتی یک الزام است چون اکوهای مربوط به وسایل کمک ناوبری مجهز به RACON و دستگاه پاسخ گر راداری (SART(Search and Rescue Transponder) فقط بر روی صفحه نمایشگر رادارهای X-BAND ظاهر می شود.

نکته ایمنی



با مقایسه دو باند راداری S, X با طول موج های مختلف، چه نتیجه ای حاصل می شود؟

فکر کنید



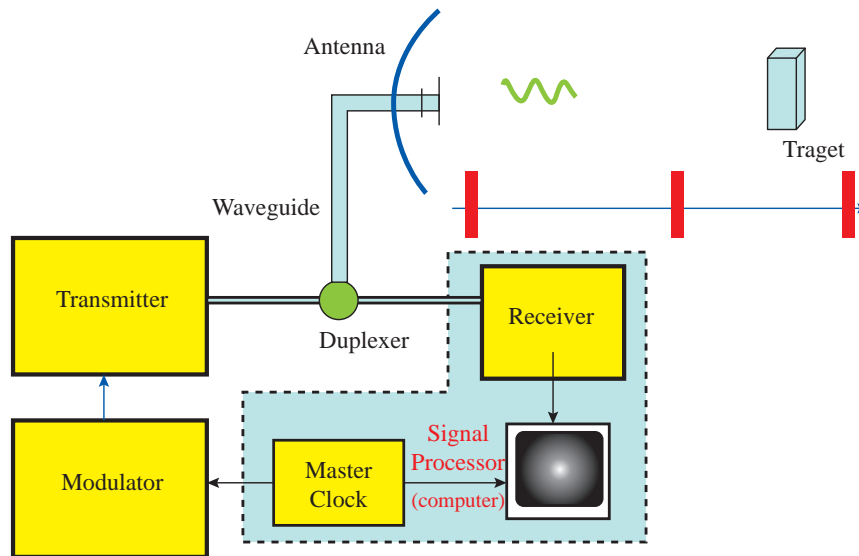
جدول ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان فصل
۳	<p>۱ اساس کار رادار را بشناسد.</p> <p>۲ معادله رادار و فرکانس تکرار پالس را بررسی کرده رابطه آن را با زمان تکرار پالس بیان کند.</p> <p>۳ انواع رادارهای دریایی را بررسی نماید.</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ اساس کار رادار را بشناسد.</p> <p>۲ معادله رادار و فرکانس تکرار پالس را بررسی کرده رابطه آن را با زمان تکرار پالس بیان کند.</p> <p>۳ انواع رادارهای دریایی را بررسی نماید.</p> <p>هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	کار با انواع رادارهای دریایی	بررسی کارکرد انواع رادارها	کاربری رادارهای دریایی
۱	<p>۱ اساس کار رادار را بشناسد.</p> <p>۲ معادله رادار و فرکانس تکرار پالس را بررسی کرده رابطه آن را با زمان تکرار پالس بیان کند.</p> <p>۳ انواع رادارهای دریایی را بررسی نماید.</p> <p>هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## کاربری رادار

### اجزای سیستم رادار

هر یک از سیستم‌های مختلف راداری دارای تفاوت‌های زیادی در خصوصیات و جزئیات هستند، ولی قسمت‌ها و مشخصات بیشتر رادارهای مورد استفاده در کشتی‌ها یکسان می‌باشد. در شکل (۲۲) بلوک دیاگرام و اجزای اصلی تشکیل‌دهنده یک سیستم رادار پالسی نشان داده شده است.



شکل ۲۲- بلوک دیاگرام رادار پالسی

همان‌گونه که در شکل می‌بینید یک سیستم رادار از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

Timer/Master Clock	تایمر	۱
Transmitter	فرستنده	۲
Modulator	مدولاتور	۳
Antenna/Scanner	سیستم آنتن	۴
Duplexer	دوپلکسر	۵
Receiver	گیرنده	۶
Display	نشان‌دهنده	۷

کار در کلاس



با توجه به شکل بالا و توضیحات هنرآموز، کاربردها را به قسمت مربوطه وصل کنید.

آنتن	الف	۱ کاربرد این قسمت همزمان کردن فرستنده و مبنای زمان نشان‌دهنده رادار است.
دوپلکسر	ب	۲ این قسمت پالس‌های پرقدرتی تولید می‌کند که حاوی انرژی امواج راداری است.
مدولاتور	پ	۳ با تولید یک پالس ولتاژ قوی و تغذیه آن به فرستنده سبب می‌شود تا پالس‌های فرستنده شکل بگیرد.
تایمر	ت	۴ مشخص کردن اطلاعات سمت هدف با انتشار امواج راداری و در نهایت کشف و دریافت امواج برگشتی و هدایت آن به سمت گیرنده
گیرنده	ث	۵ این قسمت پس از دریافت سیگنال‌های بازتابی، آنها را تقویت کرده، پس از آشکارسازی و تقویت سیگنال‌های اکوی هدف، آنها را جهت تصویرسازی به نشان‌دهنده ارسال می‌دارد.
فرستنده	ج	۶ یک سوئیچ موج بر است که فرستنده و گیرنده را به آنتن مرتبط می‌کند.

کار در منزل



تصاویری از بلوک دیگرام رادار را تهیه کرده و به همراه توضیحات در کلاس نصب نمایید.

نکته

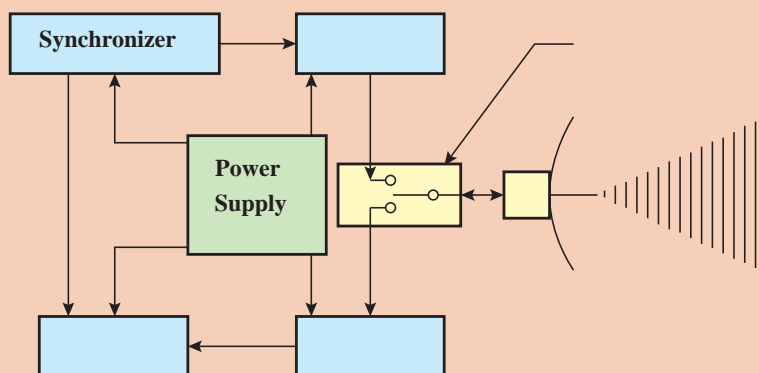


اکثر سیستم‌های رادار پالسی برای ارسال و دریافت پالس از یک آنتن استفاده می‌کنند.

فعالیت کلاسی



هر کدام از قسمت‌ها را در بلوک دیگرام زیر جاگذاری کنید.

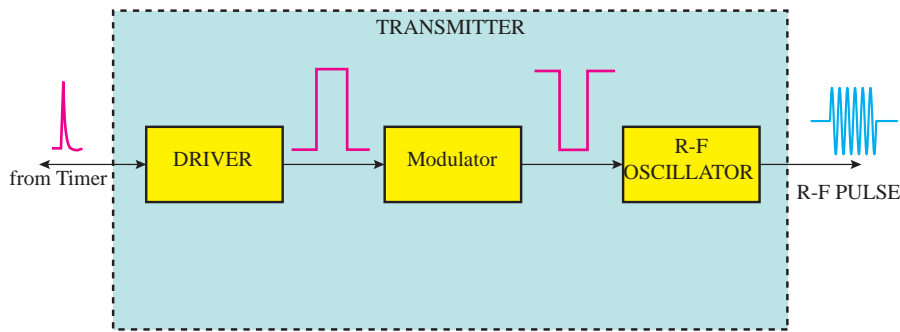


Receiver	Antenna/	Duplexer	Modulator	Transmitter
----------	----------	----------	-----------	-------------



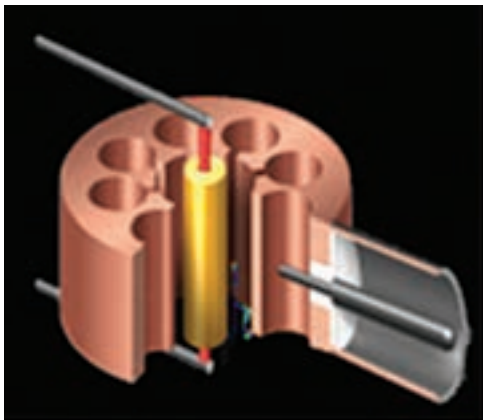
### فرستنده رادار (Radar Transmitter)

همان طوری که گفته شد، فرستنده تحت کنترل تایمر (زمان سنج رادار) مبادرت به تولید پالس‌های بسیار قوی می‌کند. فرستنده برای تولید این پالس‌ها از یک نوسان‌ساز فرکانس زیاد (High Frequency Oscillator) استفاده می‌کند، که تحت عنوان مگنترون نامیده می‌شود. فرکانس تولیدشده در مگنترون، طول موج امواج راداری را که در فضا انتشار می‌یابند، تعیین می‌کند. از آنجا که فرکانس و طول موج رابطه عکس با یکدیگر دارند، هر چه فرکانس مگنترون بیشتر باشد، طول موج امواج منتشرشده کوتاه‌تر خواهد بود. در شکل (۲۳) بلوک دیاگرام ساده یک فرستنده رادار نشان داده شده است. همان طوری که مشاهده می‌شود، یک فرستنده از دو قسمت اساسی به شرح زیر تشکیل یافته است:



شکل ۲۳- یک بلوک دیاگرام فرستنده رادار

**الف) مدولاتور (Modulator):** از مدولاتور در یک فرستنده برای تولید ولتاژ پالسی شکل قوی که مورد نیاز دستگاه مگنترون است، استفاده می‌شود. به مدولاتور در یک فرستنده رادار، مدار شکل‌دهنده پالس نیز می‌گویند که به‌عنوان یک مدار کنترل‌کننده تغذیه ولتاژ بسیار قوی به مگنترون عمل می‌کند. مدولاتور معمولاً در ورودی خود ولتاژ مستقیم (حدود ۶۰۰۰ ولت) را گرفته، از طریق مدارهای شکل‌دهنده پالس و یک سوئیچ قطع و وصل که سرعت عمل آن هماهنگ با PRF رادار است، یک ولتاژ پالسی شکل بسیار زیاد (حدود ۲۴۰۰۰ ولت منفی) را به آند مگنترون تغذیه می‌کند، که این عمل در حقیقت همان روشن و خاموش شدن فرستنده است.



شکل ۲۴- نمایی از یک مگنترون

**ب) مگنترون (Magentron):** فرستنده یک نوسان‌ساز امواج راداری است که به وسیله مدولاتور روشن و خاموش (قطع و وصل) می‌شود. نوسان‌ساز به کار گرفته شده در رادار به لحاظ اینکه امواجی با فرکانس بسیار زیاد و پر قدرت تولید می‌کند، با سایر نوسان‌سازهای مورد استفاده در سیستم‌های مخابراتی و غیره تفاوت دارد. نوسان‌ساز مورد استفاده در فرستنده رادار تحت عنوان مگنترون (Magentron) نامیده می‌شود. در شکل (۲۴) نمایی از یک مگنترون (نوع حفره‌ای) نشان داده شده است.

مگنترون یک دیود است که آند آن به زمین وصل شده است و کاتد آن نیز در طول مدتی که مگنترون نوسان می‌کند، به یک پتانسیل منفی بسیار زیاد وصل می‌شود (پتانسیل حاصل از مدولاتور). این دیود در یک میدان مغناطیسی قوی که به وسیله یک آهنربای دائم ایجاد شده است، قرار می‌گیرد.

از نزدیک مشخصات مربوط به یک مگنترون را چک کرده و موارد مهم را به خاطر بسپارید.

فعالیت  
کارگاهی



فعالیت  
کارگاهی

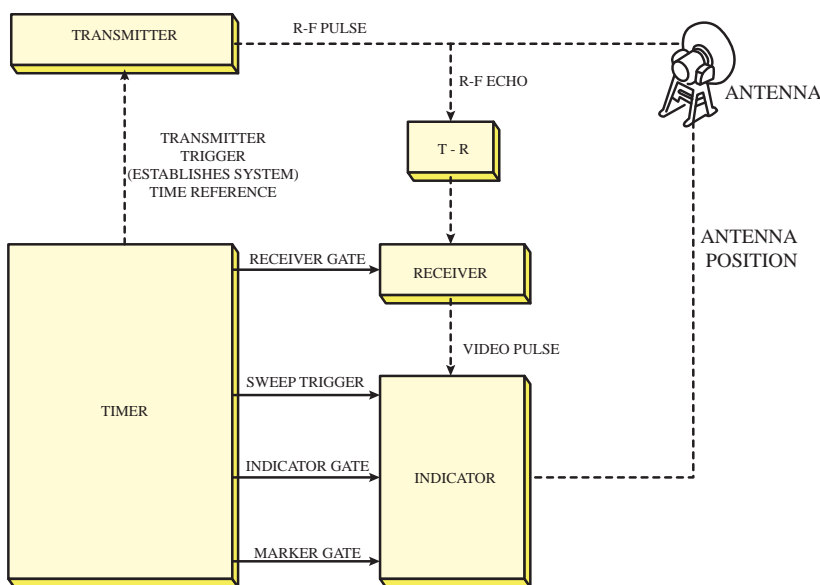


با توجه به بلوک دیاگرام فرستنده قسمت‌های مختلف آن را تشریح کنید.

### تایمر (Timer)

تایمر سیستم رادار، در حقیقت هماهنگ‌کننده زمانی کار قسمت‌های مختلف یک سیستم رادار است. با توجه به اینکه اساس اندازه‌گیری فاصله بر مبنای اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت یک پالس به هدف است، عملکرد تایمر اهمیت خاص پیدا می‌کند. تایمر ضمن اینکه نقش اساسی در مشخص کردن میزان فرکانس تکرار پالس (PRF) دارد، مطمئن می‌شود که مدولاتور و نشان‌دهنده رادار با یک رابطه زمانی مشخص نسبت به یکدیگر عمل می‌کنند و نقطه شروع کار آنها را درست در لحظه‌ای که فرستنده پالس حاوی انرژی امواج راداری را تولید می‌کند، با ارسال پالس‌هایی که تریگر (Trigger) نامیده می‌شود، آغاز می‌کند.

بلوک دیاگرام یک سیستم رادار که در آن عملکرد تایمر به‌طور کلی مشخص شده است، در شکل ۲۵ نشان داده شده است. همان‌طور مشاهده می‌شود، تایمر یک تریگر به فرستنده می‌دهد که شروع به ارسال امواج کند. با یک



تأخیر زمانی (کمی‌بیش از عرض پالس یا زمان فرستندگی) با ارسال تریگر دیگری گیرنده را فعال کرده، در لحظه ارسال پالس نیز تریگری به نشان‌دهنده رادار می‌فرستد تا ضمن اینکه شروع به اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت پالس کند، تصویر ویدئویی مناسبی را نیز به‌طور هماهنگ به نمایش درآورد.

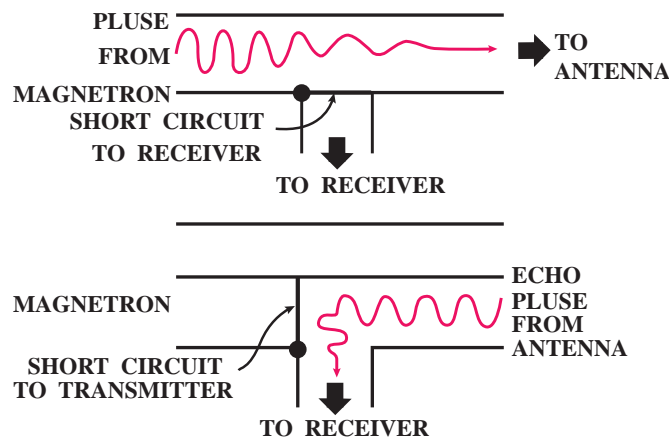
شکل ۲۵- عملکرد تایمر در سیستم رادار

به‌طور خلاصه در تایمر زمان‌های مورد لزوم در سیستم رادار ساخته می‌شود؛ بدین ترتیب که تریگرهایی که فرکانس آنها بر  $P_{RF}$  رادار است، تولیدشده در زمان مناسب به مدولاتور، نشان‌دهنده و گیرنده فرستاده می‌شود.

### سوئیچ‌های TR و ATR

در سیستم رادار وقتی از یک آنتن برای فرستنده و گیرنده استفاده می‌شود، به نحوی باید از ورود انرژی بسیار قوی فرستنده در زمان ارسال پالس به داخل گیرنده جلوگیری کرد؛ همچنین امکان اتصال آنتن به گیرنده را برای دریافت اکوهای بازتاب شده و ممانعت از ورود سیگنال‌های دریافتی به قسمت فرستنده که سبب تضعیف سیگنال خواهد شد، فراهم کرد.

سوئیچ TR (Transmit - Receive) در مسیر گیرنده قرار گرفته از ورود پالس‌های فرستنده به داخل گیرنده جلوگیری می‌کند، در حالی که سوئیچ ATR (Anti Transmit - Receive) در مسیر فرستنده قرار گرفته، جلوی فرستنده را مسدود می‌کند و سبب می‌شود گیرنده به آنتن وصل شود. سوئیچ‌های TR و ATR و نحوه عملکرد آنها به‌صورت تصویری در شکل (۲۶) نشان داده شده است.



شکل ۲۶- عملکرد سوئیچ‌های TR و ATR

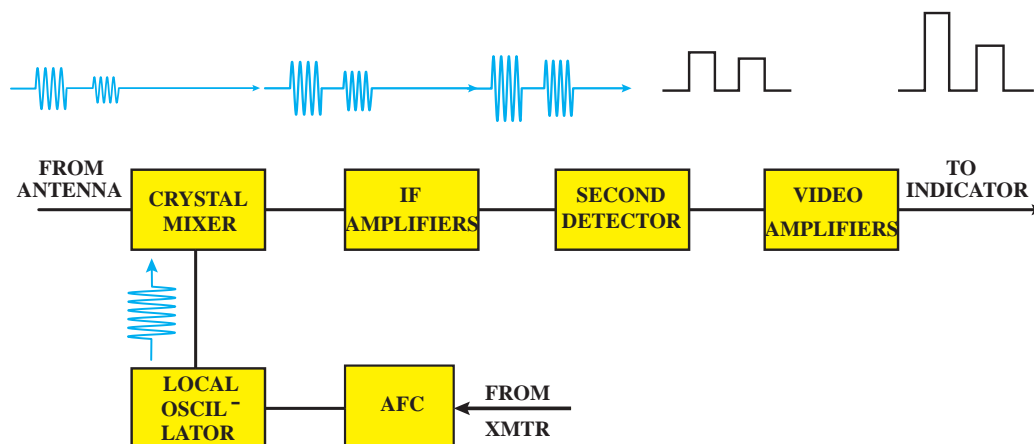
مجموعه سوئیچ‌های و ATR از جمله سوئیچ‌های الکترونیکی بوده که تحت عنوان دوپلکسور (DUPLEXER) نیز نامیده می‌شود.

### گیرنده رادار (Radar Receiver)

گیرنده رادار، یک نوع خاص گیرنده سوپر هتروداین است. کار آن دریافت سیگنال‌های بازتاب شده ضعیفی است که از طریق آنتن وارد گیرنده می‌شوند و پروسه کردن این سیگنال‌ها و در نهایت آشکارسازی پالس‌های مربوط به اکوی هدف و تغذیه آن به نشان‌دهنده رادار.

بلوک دیاگرام یک گیرنده رادار در شکل ۲۷ نشان داده شده است. سیگنال‌های دریافتی به وسیله آنتن وارد یک مخلوط‌کننده شده، در آنجا با سیگنال تولیدشده به وسیله یک نوسان‌ساز محلی (Local Oscillator) مخلوط و تبدیل به سیگنالی می‌شود که دارای فرکانس ثابت و مشخصی به‌مراتب کمتر از فرکانس اولیه است. سیگنال ایجاد شده در تقویت‌کننده میانی (IF-Amplifier) تقویت می‌شود و سپس تحت آشکارسازی قرار

می‌گیرد تا پالس‌های مربوط به بازتاب اکو از هدف مشخص شده پس از تقویت، جهت ایجاد تصویر ویدئویی به نشان‌دهنده رادار وارد شود. معمولاً فرکانس نوسان‌ساز محلی به‌گونه‌ای است که سیگنال خروجی از مخلوط‌کننده دارای فرکانس متوسط ۳۰-۶۰ مگاهرتز خواهد بود شکل (۲۷).



شکل ۲۷- بلوک دیاگرام یک گیرنده رادار

از نظر فیزیکی معمولاً فرستنده و گیرنده رادار در یک مجموعه دستگاهی قرار گرفته که تحت عنوان TRANSCEIVER نامیده می‌شود.

با توجه به بلوک دیاگرام گیرنده قسمت‌های مختلف آن را تشریح کنید.

فعالیت  
کارگاهی



با حضور در کارگاه نوبری قسمت‌های مختلف رادار را از نزدیک مشاهده کنید.

کار در کلاس



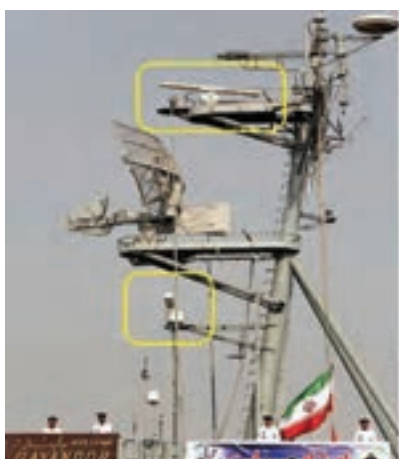
## آنتن رادار / Radar Antenna / Scanner

کار یک سیستم آنتن عبارت است:

- از انتشار امواج پرنرژی راداری که در قسمت فرستنده تولید و به شکلی به آنتن هدایت می‌شوند.
  - و دریافت بازتاب سیگنال‌های ارسالی پس از برخورد با موانع و هدف‌ها و هدایت آن به سمت گیرنده رادار.
- تصاویری از آنتن‌های رادارهای نوبری در شکل (۲۸) و (۲۹) نشان داده شده است.



شکل ۲۸- آنتن رادار و رادم برای محافظت قسمت چرخنده آنتن رادار



شکل ۲۹- آنتن رادار

به قسمت گردان سیستم آنتن رادار که عمل ارسال و دریافت امواج را انجام می‌دهد کاوشگر یا اسکنر (Scanner Unit) نیز می‌گویند. طول آنتن (اسکنر) رادار با طول موج ایجاد شده ارتباط مستقیمی دارد. بنابراین برای افزایش طول موج راداری نیازمند اسکنری با ابعاد بزرگ‌تر هست شکل (۳۰).



شکل ۳۰- قسمت گردان سیستم آنتن



در جدول زیر قسمت و اجزای سیستم اصلی آنتن آورده شده است. با راهنمایی هنرآموز خود، نقش هر کدام از قسمت‌ها را بنویسید.

	۱	عنصر تشعشع کننده
	۲	منعکس کننده
	۳	سیستم چرخاننده آنتن
	۴	سیستم سینکروسمت
	۵	کنتاکت مخصوص نشان دهنده سمت سینه کشتی markerHeading



- ۱ هرگونه کار در نزدیکی آنتن‌های هوایی باید فقط مطابق با مجوز انجام کار انجام شود. نکات هشداردهنده باید در مکان‌های مناسب تا زمانی که کار به پایان می‌رسد نصب شود.
- ۲ به هیچ یک از دریانوردان نباید در مجاورت آنتن‌های هوایی، در مدت زمانی که آنتن‌ها دارای جریان برق هستند، اجازه انجام کار داده شود.
- ۳ برای دور کردن هر شخصی از نزدیکی تجهیزات درجایی که خطر شوک الکتریکی و صدمه به کارکنان از طریق اشعه ایکس یا دیگر تشعشعات وجود دارد از علائم هشداردهنده مناسب استفاده شود.
- ۴ اسکنر رادار باید در محلی نصب شود که اطراف آن تا جای ممکن خالی از هرگونه مانع باشد.



نصب اسکنر رادار در ارتفاع بالا، چه مزایا و معایبی می‌تواند داشته باشد؟



نوع یا شکل اجسام مختلف چه تأثیری بر روی اکوهای دریافتی دارد؟

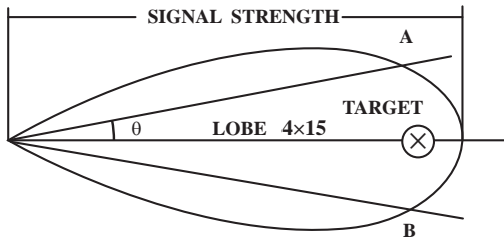
## انواع آنتن‌ها

آنتن‌ها به دودسته عمومی تقسیم‌بندی می‌شوند:

امواج راداری را در جهت خاصی انتشار می‌دهند.	Directional Antenna	۱- آنتن‌های جهت‌دار یا جهتی
انرژی یا امواج راداری را در کلیه جهات منتشر می‌کنند.	Omni Directional Antenna	۲- آنتن‌های تمام جهتی



آنتن‌های تمام جهتی این نوع آنتن‌ها به‌طور عمده در وسایل ارتباطی و جهت‌یاب‌ها است و به‌ندرت در سیستم‌های راداری مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند.



فرم تشعشی یک آنتن جهت‌دار

شکل روبه‌رو فرم تشعشی یک آنتن جهت‌دار را نشان می‌دهد. ماکزیمم شدت تشعشع در مرکز پرتو یا لوب (Lobe) قرار دارد و به‌عبارت‌دیگر هرچه از محور مرکزی پرتو به‌طرفین برویم از شدت تشعشع کاسته خواهد شد. در نقاط A و B توان انتشار نصف توان ماکزیمم است؛ از این‌رو این نقاط را نقاط نیم‌توان (یا Half Power Points) گفته، زاویه  $\theta$  را عرض (یا پهنای) پرتو می‌نامند. معمولاً پهنای پرتو رادارها بین یک تا دو درجه و گاهی نیز تا چند درجه است.

### تشعشع‌کننده

عنصر تشعشع‌کننده در رادارهای یک رادیاتور (Radiator) بوقی شکل است. از آنجا که در رادار برای انتقال موج از فرستنده به آنتن از ویوگاید (Wave Guide) استفاده می‌شود، نمی‌توان همانند سیستم آنتن دستگاه‌های مخابراتی برای انتشار امواج از عناصر دیپل (Dipole) استفاده کرد؛ از این‌رو رادیاتورهای بوقی در قسمت انتهایی ویوگاید قرار دارند که برای انتشار امواج به کار می‌روند. چند نمونه از رادیاتورهای بوقی در شکل (۳۱) نشان داده‌شده است.



چهارگوش

هرمی

مخروطی

شکل ۳۱- رادیاتورهای بوقی

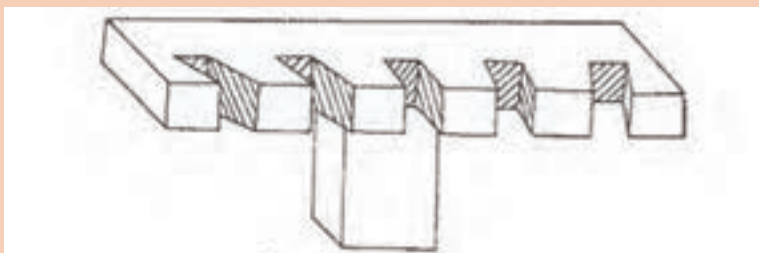
دلیل گسترش دهانه رادیاتورها چیست؟



بیشتر  
بدانید



نوع دیگر منتشرکننده امواج در فضا ویوگاید شیاردار است. در این روش یک ویوگاید به طور افقی به انتهای ویوگاید اصلی که از فرستنده وارد آنتن می شود، وصل شده در قسمت جلویی این ویوگاید چند شیاردار ایجاد می شود تا امواج بتوانند از این شیارها خارج شده در فضا منتشر شوند. این نوع تشعشع کننده در آنتن رادارهای ناوبری کاربرد زیاد دارد. تصویری از یک ویوگاید شیاردار در شکل زیر نشان داده شده است.



نکته



به منظور جلوگیری از نفوذ آب باران، رطوبت هوا و گرد و غبار به داخل ویوگاید، انتهای آن (که بوقی شکل است) به وسیله ورقه نازک فلزی پوشیده شده است. این روکش مخصوص باید همواره تمیز و عاری از هرگونه نمک زدگی، دود و غبار باشد، چه در این صورت مقداری از انرژی پالس ارسالی و اکوی بازتابی جذب این روکش شده، بر عملکرد رادار اثر نامطلوب خواهد داشت.

بیشتر  
بدانید



### ویوگاید (Wave Guide)

ویوگاید یا موج بر، نوعی کانال هادی موج است که امواج راداری تولید شده در فرستنده را به سمت آنتن رادار هدایت می کند. برخلاف سیستم های ارتباطی که برای انتقال امواج رادیویی به آنتن از خطوط انتقال معمولی (کابل کواکسیال) استفاده می کنند، در سیستم های راداری برای انتقال امواج راداری موجود در باند مایکروویو و به لحاظ قدرت های بالا، لازم است از نوعی خط انتقال استفاده شود که قادر به تحمل قدرت های بسیار زیاد با کمترین تلفات باشد.

تحقیق کنید



درباره ویوگاید، نحوه کار و ویژگی های آن در سیستم های راداری مطالبی را تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

فعالیت  
کارگاهی



قسمت های مختلف به اسکنر و ویوگاید را از نزدیک مشاهده و تشریح کنید.

تحقیق کنید



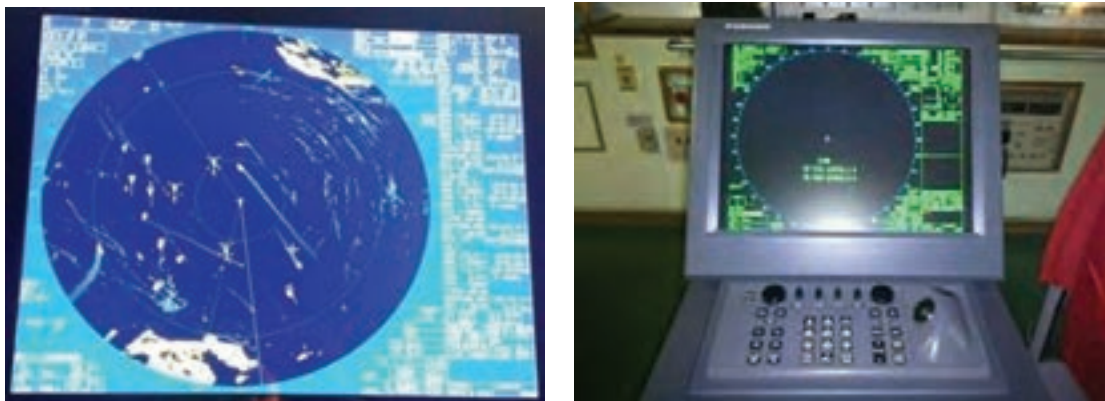
تعداد دور چرخش آنتن و نحوه به حرکت درآمدن موتور اسکنر را تشریح نمایید.



### نمایشگر رادار Radar Display

نشان دهنده رادار دستگاهی است که بازتاب دریافت شده از هدف و سایر موانع را به صورت نقاطی روشن روی صفحه نشان می‌دهد. نمایشگر، اطلاعات و انعکاس‌های دریافتی را طوری نمایش می‌دهد که بتواند احتیاجات کاربرد را فراهم کند، جست‌وجو و مسیریابی خودکار را کنترل کند و وقتی هدف شناسی شد بتواند اطلاعات مورد نظر را استخراج کند.

شرکت‌های تولیدکننده رادار با ارائه محصولات متنوع درصدد ارائه محصول با کیفیت و کاربری مناسب هستند ولی چیزی به‌عنوان صفحه کلید استاندارد برای کلیدهای کنترلی رادارها وجود ندارد و پانل‌های کنترل رادار و حتی اصطلاحات تولیدکننده‌ها متفاوت است، با این حال سازمان جهانی دریانوردی علائم استاندارد را برای کلیدهای کنترل راداری جهت سهولت استفاده از رادار برای ایمنی شناورها تعریف نموده است. تصویری از یک رادار نوبری که در داخل پل فرماندهی یک کشتی نصب بوده و به‌وسیله نفر مسئول برای امور نوبری مورد استفاده قرار می‌گیرد را در شکل (۳۲) می‌بینید.



شکل ۳۱- تصویری از یک نمایشگر رادار نوبری

اکوی هدف‌ها که به‌وسیله نقاط نورانی نشان داده می‌شوند، به‌گونه‌ای تصویر می‌شوند که موقعیت نقاط متناظر با موقعیت فیزیکی هدف از نظر سمت و فاصله آن برابر با فاصله شعاعی از مرکز تا نقطه نورانی مورد نظر است.

در مورد انواع اکوهای کاذب تحقیق کرده و نتیجه را به‌صورت پرده‌نگار در کلاس به نمایش در آورید.

تحقیق کنید



چشم‌ها به‌طور ویژه به امواج کوچک الکترومغناطیسی و امواج فرا سرخ حساس هستند. مراقبت‌های ویژه باید در زمان کار با این تجهیزات در نظر گرفته شود و نباید به‌طور مستقیم به داخل اسکنرهای رادار در زمانی که رادار فعال است نگاه کرد.

نکته ایمنی





قسمت درونی صفحه تصویر با ماده‌ای (فسفر) پوشیده شده است، که خاصیت پس تابشی دارد. چنانچه از این خاصیت استفاده نمی‌شد، هر اکو پس از ظاهر شدن بر روی صفحه تصویر به سرعت محو و از بین می‌رفت و دوباره پس از یک گردش دیگر آنتن بر روی صفحه ظاهر می‌شد. خاصیت پس تابشی صفحه تصویر باید به اندازه‌ای باشد که حداقل پس از یک دور گردش کامل آنتن رادار، اکوی مزبور همچنان تابش خود را حفظ کند.

### آشکارسازی اتوماتیک هدف

در این روش خروجی گیرنده‌های رادار به کامپیوتر و سیستم‌های پردازش و تجزیه و تحلیل اطلاعات داده شده تا اطلاعات مربوط به هدف را در نشانگرهای مربوط به نمایش درآورند. در این روش اپراتورهای رادار نقشی در کشف و کسب اطلاعات هدف با بررسی نشان‌دهنده رادار ندارد و مراحل مختلف به طور اتوماتیک انجام می‌پذیرد.

**الف) کاربرد کلیدهای کنترلی صفحه نشان‌دهنده رادار:** صفحه نشان‌دهنده رادار (یا کنسول رادار) تعدادی کلید کنترلی دارد که با به کارگیری آنها می‌توان از مجموعه سیستم رادار و خود کنسول بهره‌برداری کرد. تصویری از نمونه کلیدهای کنترلی یک کنسول رادار که در صفحه نشان‌دهنده رادار تعبیه شده‌اند، در شکل نشان داده شده است. این کلیدها در انواع کنسول‌ها ممکن است متفاوت باشد شکل (۳۳).



شکل ۳۳- کلیدهای کنترلی

آشنایی با کاربرد هر یک از کلیدهای کنترلی برای کسانی که به نحوی با رادار سروکار دارند، ضرورت دارد. این اطلاعات معمولاً به‌طور مشروح در کتب راهنمای فنی رادار مربوطه ذکر شده است.



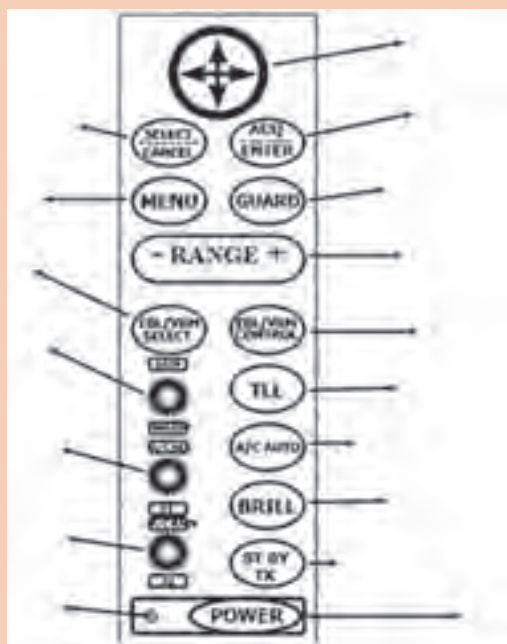


در کارگاه دریانوردی و یا بازدید از شناورها، با کلیدهایی که بر روی صفحه نشان دهنده رادار قرار گرفته‌اند آشنا شده و کاربرد هر کدام را فرا بگیرید. جدول را مطابق آموخته‌های عملی خود کامل کنید.

ردیف	نام کلید	کاربرد
۱	کلید اصلی روشن و خاموش کردن سیستم رادار (POWER SWITCH)	
۲	سوئیچ تنظیم کننده Focus	
۳	سوئیچ تنظیم کننده Brillanc	
۴	سوئیچ تنظیم کننده Receiver Gain	
۵	سوئیچ انتخاب عرض پالس (پهنای پالس)	
۶	سوئیچ انتخاب فاصله (Range Switch)	
۷	سوئیچ مربوط به دایره تعیین فاصله (Range Rings)	
۸	سوئیچ مربوط به دایره متغیر تعیین فاصله (Variable Range Marker)	
۹	صفحه نشانگر سمت (Cursor)	
۱۰	تیون Tune	

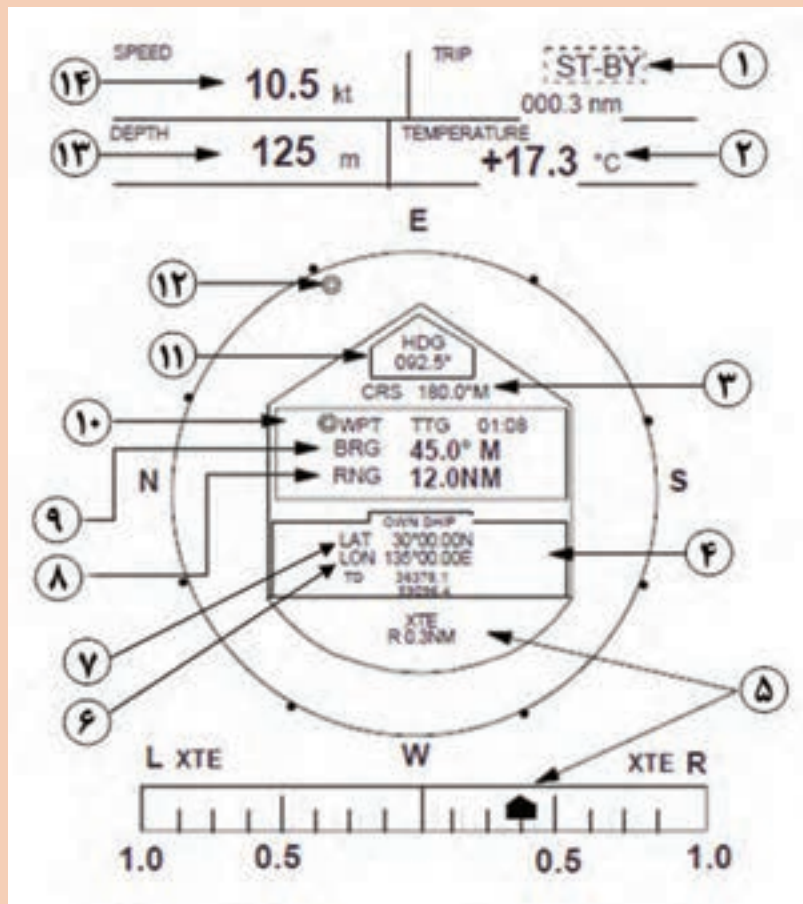


با توجه به صفحه‌نمایش رادار (Display) در شکل زیر، نام یا کاربرد هر کدام از کلیدها را مشخص کنید.





در تصویر زیر صفحه نمایش رادار در زمان فعال بودن (ST-BY) و حالت نمایش اطلاعات ناوبری (NAV) نشان داده شده است. توضیحات مربوط به هر قسمت را در جدول بنویسید.



	۸		۱
	۹		۲
	۱۰		۳
	۱۱		۴
	۱۲		۵
	۱۳		۶
	۱۴		۷



نور رادار نبایستی سبب اختلال در مشاهده کاربران پل فرماندهی در شب شود. با استفاده از تنظیم درخشندگی و استفاده از چشمی مناسب صفحه رادار یا استفاده از کاور مناسب در پل فرماندهی سبب کنترل نور صفحه نمایش رادار می‌شویم. در شکل زیر پانل کنترلی و چشمی صفحه رادار نشان داده شده است.

نکته ایمنی



تغییر برد راداری به طول پالس رادار PRF، (فرکانس تکرار پالس) و کیفیت اکوی هدف بستگی دارد. توجه داشته باشید برای دیده‌بانی مناسب و ایمن نیازمند برد راداری هستیم که اهداف قابل تشخیص باشند.

نکته



رادارها قادرند اهداف متحرک را از اهداف ثابت تشخیص دهند. به این منظور فرایندی فنی به نام MTI وجود دارد. بر این اساس اگر سرعت یک هدف از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت کمتر بود آن هدف را حذف و بالاتر از آن را به‌عنوان هدف متحرک نشان دهد. این سامانه در حقیقت فیلتر نشان‌دهنده اهداف متحرک از ثابت است.

بیشتر بدانید



تحقیق کنید رادار چگونه قادر به تعیین ارتفاع هدف می‌باشد؟

بحث کلاسی



علائم زیر در صفحه نمایشگر رادار نشان‌دهنده چیست؟

فکر کنید



**ب) روشن کردن رادار:** موارد مهمی که باید در هنگام روشن کردن سیستم رادار رعایت کرد، به شرح زیر هستند:

- ۱ روش روشن کردن و تنظیم هر نوع خاصی از رادارها در کتابچه‌ای که همراه خود دستگاه ارائه می‌شود، نگارش شده است که ضرورت دارد قبل از بهره‌برداری از سیستم رادار مورد مطالعه قرار گیرد.
- ۲ اطمینان حاصل کنید که آنتن می‌تواند آزادانه چرخش کند و مانعی بر سر راه آن وجود ندارد.
- ۳ مطمئن شوید که کلیدهای کنترلی مربوط به محور اکوی امواج، شفافیت و تقویت گیرنده در وضعیت حداقل قرار گرفته باشد.

نکات ایمنی



۱ سلول‌های زنده بدن قادر به جذب یک حدّ مجاز از امواج رادیویی هستند. این عمل باعث افزایش درجه حرارت بدن می‌شود و البته ممکن است اثرات نامطلوب نیز به همراه داشته باشد. تشعشع امواج الکترومغناطیسی در محدوده باند فرکانسی رادار به وسیله آنتن‌ها، هر چند که قادر به کشتن افراد نیست، اما ایجاد جراحات و سوانح قابل تصوّر است. شدّت سیگنال‌های راداری که به ایجاد اثرات سوء منجر شود، بالا است؛ از این رو تنها رادارهای بسیار پر قدرت، نظیر رادارهایی که برای کشف موشک‌های قاره‌پیما در بردهای زیاد به کار می‌رود، می‌توانند خطرناک باشند، البته آن هم در فاصله‌های نزدیک به رادار. رادارهایی که برای موارد عادی به کار گرفته می‌شوند به‌طور عمده بی‌خطر هستند، مگر اینکه سلول‌های زنده بدن به‌طور مستقیم در معرض انتشار امواج راداری ساطع شده از آنتن و در فاصله چند فوقی از آن قرار گرفته باشند.

۲ ولتاژهای RF ممکن است در اشیاء فلزی زمین نشده، نظیر مهارهای سیمی یا نردبان‌ها، جریان‌های القایی به وجود آورد؛ از این رو ممکن است اشخاصی که در آن زمان با این اشیاء در تماس باشند، شوک دریافت کرده و به سویی پرت شوند. به همین منظور لازم است قبل از نزدیک شدن و کاربر روی آنتن‌ها، احتیاط‌های لازم ایمنی را به عمل آورده، مطمئن شویم دستگاه مربوطه خاموش است.

۳ مهارها، کابل‌ها و نردبان‌ها باید دارای اتّصال به زمین باشند. در هنگام کار در ارتفاع، حتماً از کمربند ایمنی استفاده کرده؛ از قرار دادن مواد قابل اشتعال در نزدیکی و در مسیر انتشار امواج RF خودداری شود.

۴ چشمان انسان نسبت به حرارت ایجاد شده در اثر جذب بیش از حدّ امواج رادیویی حسّاس است؛ از این رو هیچ‌گاه نباید به‌طور مستقیم به انرژی تشعشعی نگاه کرد. در ضمن، ارگان‌های حیاتی بدن نیز به این حرارت حسّاس هستند و به‌منظور حفظ سلامتی نباید به‌طور مستقیم در مسیر تشعشع آنتن‌ها ایستاد.

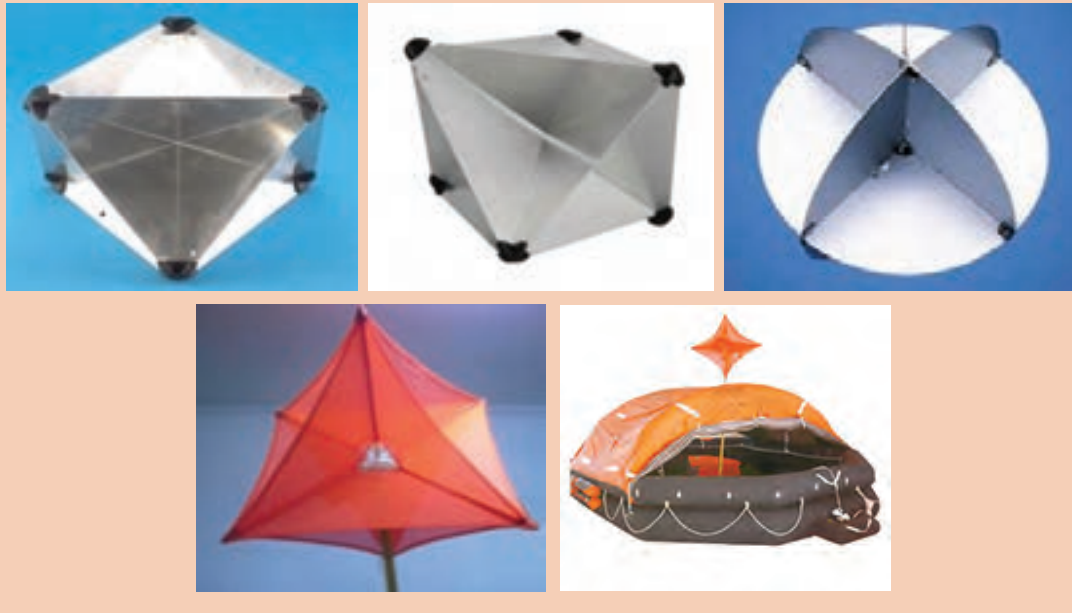
۵ آنتن‌ها و خطوط انتقال به‌طور عموم دارای یک محدوده خطر انرژی RF هستند که به‌وسیله خطوط قرمز مشخص شده است و در موقع انتشار نباید در داخل این محدوده‌ها ایستاد.

### منعکس کننده های راداری

کار در کلاس



در تصاویر زیر چند نمونه منعکس کننده های راداری (Radar Reflector) را مشاهده می کنید. درباره نقش و دلیل به کارگیری آن در قایق های نجات با همکلاسی های خود بحث و گفت و گو کنید.



**رادار آرپا : Automatic Radar Plotting Aid**: سیستم آرپا برد الکترونیکی متصل به رادار و یک پردازشگر است که می تواند اطلاعات حرکتی اهداف شامل؛ راه و سرعت شناور مقابل، نزدیک ترین نقطه عبور شناورهای اطراف کشتی (CPA) را محاسبه و در اختیار کاربر قرار دهد. نمایشگر رادارهای آرپا موقعیت کشتی های اطراف کشتی شما را نشان داده و مسیر مناسب برای کشتی جهت جلوگیری از بروز تصادم را انتخاب می کنند شکل (۳۴).



شکل ۳۴- رادارهای آرپا

تحقیق کنید



الف) اطلاعات حرکتی اهداف را چگونه می‌توان استخراج نمود؟  
ب) برای اندازه‌گیری فاصله اهداف تا شناور (محل آنتن رادار) از کدام کلید استفاده می‌شود؟  
پ) کدام کلید کنترلی برای تعیین سمت اهداف مورد استفاده قرار می‌گیرد؟  
ت) با استفاده از کدام کلید می‌توان حلقه‌های متحدالمرکزی را در نمایشگر رادار ایجاد نمود و فاصله اهداف را تعیین نمود؟  
ث) برای نمایش دنباله اهداف در صفحه رادار از چه کلیدی استفاده می‌شود؟

نکته



کلید شبیه‌ساز Trial برای شبیه‌سازی حرکت شناور خودی با سرعت و راه موردنظر است که بر اساس زمان تأخیری Delay که برای آن مشخص شده است کار می‌کند. در این حالت رادار اهداف واقعی را نشان نمی‌دهد بنابراین هوشیاری کاربر در به‌کارگیری این ابزار را می‌طلبد.

فعالیت  
کارگامی



در بازدید از پل فرماندهی شناورها با کاربرد کلیدهای تنظیم راداری آشنا شوید و موارد خواسته‌شده را مشخص کنید.

بیشتر  
بدانید



سیستم ردیابی و شناسایی از راه دور (LRIT (Long Range Tracking and Identification) این سیستم



جزو الزامات کنوانسیون سولاس بوده و از آن برای ارسال خودکار اطلاعات شماره شناسایی شناور، موقعیت جغرافیایی و ساعت و روز ارسال موقعیت جغرافیایی جهت بهره‌برداران (کشورهای صاحب پرچم، بندر و ساحلی و بهره‌بردارای ایمنی) استفاده می‌شود.

**ATA (Automatic Tracking Aid)**: این دستگاه شبیه رادار آرپا بوده و برای نمایش اطلاعات (به‌صورت گرافیکی و عددی) بر روی هدف‌های نقطه‌شده (تِرک شده) جهت ترسیم مسیر حرکت ایمن و عاری از احتمال تصادم به کار می‌رود.

تحقیق کنید



با توجه به آموزش‌های عملی خود در کارگاه و نیز بازدیدهایی که در طی سال تحصیلی از شناورها خواهید داشت، درباره نحوه کار و استفاده از انواع رادارها در روی کشتی گزارشی تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.



فقط اشخاص ماهر مجاز به تعمیر تجهیزات الکتریکی هستند. و دستورالعمل‌های کارخانه سازنده باید برای همه تجهیزات با ولتاژ بالا فراهم شود و همواره در دسترس باشد.

نکته ایمنی



ولتاژهای موردنیاز برای راه‌اندازی قسمت‌های مختلف رادار اعم از اسکنر و مدولاتور و صفحه نمایش چقدر می‌باشد؟

تحقیق کنید



## کاربرد هدف‌های کاذب در عملیات اسکورت کاروان‌ها

نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران به‌منظور محافظت خطوط کشتی‌رانی و تقلیل آسیب‌های ناشی از حملات موشکی در تردد کشتی‌های تجاری و نفت‌کش دست به ابتکار و نوآوری زد. طراحی و ساخت هدف‌های کاذب نقطه عطفی در نبردهای دریایی بود. ساخت و استقرار هدف‌های کاذب در قالب عملیات فریب در اسکورت کاروان‌ها تا پایان جنگ کاربرد اساسی داشت. این فناوری در کارخانجات پوشهر و بندرعباس به دست نیروهای متخصص و کارآمد نداجا به تولید انبوه رسید. هدف‌های کاذب که سطح مقطع راداری (اکو راداری) بزرگی را به‌صورت مجازی ایجاد می‌کنند، در نقاط مختلف مسیر حرکت کاروان‌ها یدک شده و یا به حالت لنگر در دریا شناور باقی می‌مانند تا به هنگام شلیک موشک‌های کروز دریایی و هوا به سطح دشمن، موشک‌ها را فریب داده و به‌طرف خود بکشانند. یدک‌کش‌هایی که اهداف کاذب را در مسیر کاروان یدک می‌کردند همواره در معرض بیشترین میزان خطر اصابت موشک قرار داشتند که این امر برای حفاظت از کاروان‌های تجاری و نفت‌کش، اجتناب‌ناپذیر بود و در راستای انجام این مأموریت خطرناک، نداجا شهدا و جاویدالآثرهای فراوانی را تقدیم نموده است.



جدول ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ بلوک دیاگرام یک سیستم رادار را کشیده، قسمت‌های مختلف آن را بررسی نماید.</p> <p>۲ قسمت‌های مختلف یک فرستنده رادار را نام‌برده، کار هر یک را به‌طور خلاصه بیان کنید.</p> <p>۳ اساس کار یک مگنترون و تایمر رادار و مخلوط‌کننده را شرح دهید و آندمگنترون معمولاً به چه شکلی و از چه جنسی است؟</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ بلوک دیاگرام یک سیستم رادار را کشیده، قسمت‌های مختلف آن را بررسی نماید.</p> <p>۲ قسمت‌های مختلف یک فرستنده رادار را نام‌برده، کار هر یک را به‌طور خلاصه بیان کنید.</p> <p>۳ اساس کار یک مگنترون و تایمر رادار و مخلوط‌کننده را شرح دهید و آندمگنترون معمولاً به چه شکلی و از چه جنسی است؟</p> <p>هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	کار با دستگاه رادار	بررسی اجزای یک سیستم راداری	کاربری دستگاه رادار
۱	<p>۱ بلوک دیاگرام یک سیستم رادار را کشیده، قسمت‌های مختلف آن را بررسی نماید.</p> <p>۲ قسمت‌های مختلف یک فرستنده رادار را نام‌برده، کار هر یک را به‌طور خلاصه بیان کنید.</p> <p>۳ اساس کار یک مگنترون و تایمر رادار و مخلوط‌کننده را شرح دهید و آندمگنترون معمولاً به چه شکلی و از چه جنسی است؟</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## ارزشیابی شایستگی کاربری رادارهای دریایی

<p><b>۱- شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ بررسی انواع رادارهای مورد استفاده در شناورها و ضرورت به کارگیری هر کدام از آنها</li> <li>■ بررسی انواع رادارهای دریایی</li> <li>■ بررسی کاربری رادار</li> </ul>			
<p><b>۲- استاندارد عملکرد:</b></p> <p>شناخت انواع رادارهای موجود در روی کشتی</p> <p><b>۳- شاخص‌ها:</b></p> <p>توانایی کار با انواع رادارهای موجود در روی کشتی</p>			
<p><b>۴- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>شرایط:</b> کارگاه مجهز به نمونه‌ای از رادار مورد استفاده در روی کشتی، به همراه بازدید نوبه‌ای و مرتب از واحدهای شناور</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> دستگاه رادار</p>			
<p><b>۵- معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی رادار	۲	
۲	کار با انواع رادارها	۱	
۳	کاربری انواع رادار	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:	۲	
	۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها، ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- اخلاق حرفه‌ای، ۴- استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات ناوبری		
	میانگین نمرات		*

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



## پودمان ۴

### کاربری تکنیک‌های مخابراتی



## کاربری تکنیک‌های مخابراتی

### آیا تاکنون پی برده‌اید

- قطعات مخابراتی را بررسی و کاربرد آنها را بیان کند؟
- فیلترها چه کاربردی در آزمایشگاه الکترونیک دارند؟
- فیلترها از نظر پاسخ فرکانسی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- سیگنال ژنراتور فرکانس رادیویی چه کاربردی در آزمایشگاه‌های الکترونیک دارند؟
- اندازه‌گیری درصد مدولاسیون چگونه صورت می‌گیرد؟
- نوسان‌سازها چگونه مداراتی هستند؟
- مدولاتور و آشکارساز AM چگونه مداراتی هستند؟
- مخلوط‌کننده (MIXER) چگونه مداری است؟

### استاندارد عملکرد

- در پایان این پودمان هنرجو کار با انواع تکنیک‌های مخابراتی را فراگرفته و آزمایش‌های لازم را انجام می‌دهد.

فیلم مربوط به انواع قطعات مخابراتی را مشاهده کنید.

فیلم



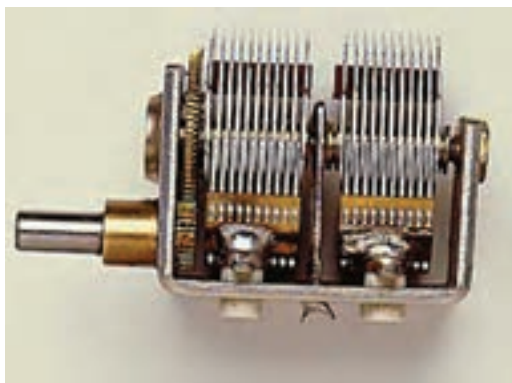
## قطعات مخابراتی الکترونیکی

در گیرنده‌های رادیویی نیز مانند هر وسیله الکترونیکی دیگر، از قطعات الکترونیکی استفاده می‌شود. متداول‌ترین قطعه‌ای که در گیرنده‌های رادیویی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مقاومت الکتریکی است که مقادیر آن را با کُد رنگی یا نوشتن مستقیم اعداد روی مقاومت یا کد عددی مشخص می‌کنند. دیودها و ترانزیستورها نیز، از قطعات الکترونیکی پرکاربرد هستند.

دیودها را معمولاً با کد رنگی یا شماره، مشخص می‌کنند. برای شناسایی ترانزیستورها، از تعدادی عدد و حرف استفاده می‌شود. در استانداردهای اروپایی و ژاپنی، هر حرف معین‌کننده یکی از پارامترهای ترانزیستور است. معمولاً اطلاعات دیودها و ترانزیستورها را در کتاب‌های اطلاعاتی ارائه می‌کنند. خازن‌ها نیز به دلیل رفتار خاصی که دارند، در مدارهای الکترونیکی، به خصوص گیرنده‌های رادیویی به کار می‌روند. خازن‌ها را با کد رنگی یا نوشتن مستقیم مقادیر روی آن یا با استفاده از کد عددی، مشخص می‌کنند. در گیرنده‌های رادیویی به قطعات ویژه‌ای برخورد می‌کنیم که از نظر ساختمان ظاهری و کاربرد، با سایر المان‌ها متفاوت است. نمونه‌هایی از این قطعات، به شرح زیر است:

### خازن متغیر (Variable Capacitor)

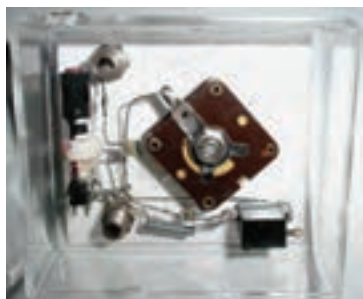
این خازن، یک خازن متغیر است، که عایق آن معمولاً هوا یا پلاستیک است. تغییر ظرفیت خازن، از طریق داخل هم رفتن صفحات شانه‌ای شکل، صورت می‌گیرد. خازن واریابل گیرنده‌های رادیویی حداقل دارای سه سر است. در شکل ۱ انواع خازن‌های واریابل و نماد مداری یک خازن واریابل را ملاحظه می‌کنید. خازن‌های واریابل کوچکی نیز ساخته می‌شوند که ممکن است روی خازن واریابل بزرگ نصب شود یا به صورت جداگانه باشد. این خازن‌ها را خازن تریمر (Trimmer Capacitor) می‌نامند.



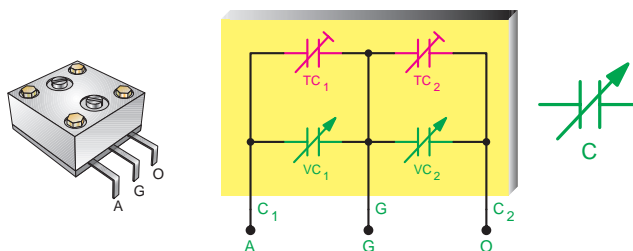
خازن متغیر فلزی (قدیمی)



صفحه مدرج خازن متغیر یک رادیوی قدیمی



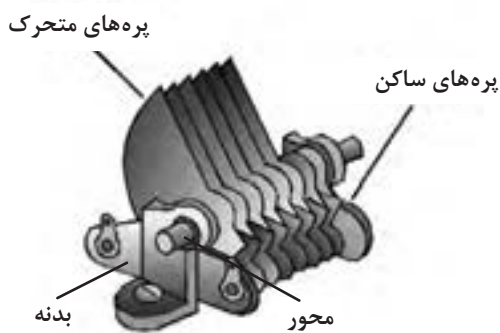
خازن متغیر نصب شده روی شاسی رادیو



نماد کامل خازن متغیر (واریابل)



خازن متغیر و اجزای آن



اجزای داخل خازن



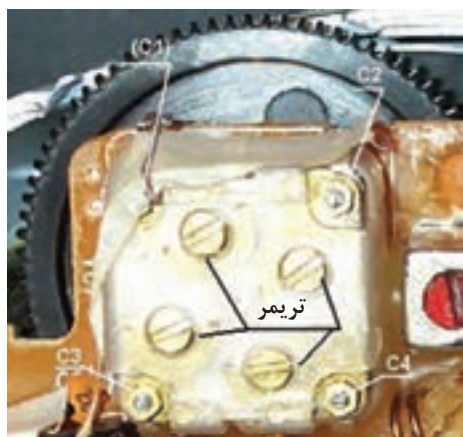
شکل ۱- انواع خازن‌های واریابل، نماد مداری و اجزای آن

در شکل ۲ چند نمونه خازن تریمر و نماد مداری آنها را مشاهده می‌کنید. خازن‌های تریمر را بر اساس جنس عایق آن، دسته‌بندی می‌کنند. جنس عایق این نوع خازن‌ها از موادی مانند هوا، سرامیک و میکا است. به جز خازن هوایی تشخیص نوع جنس عایق سایر خازن‌ها از روی شکل ظاهری امکان‌پذیر نیست.



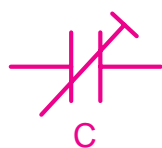
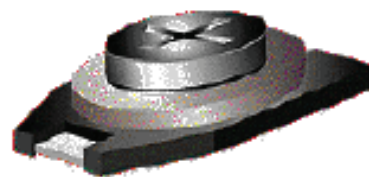
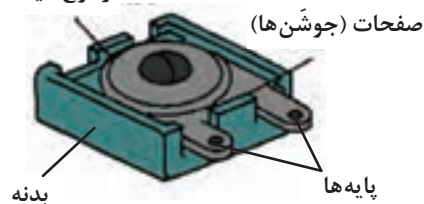


مقایسه ابعاد خازن تریمر با نوک مداد



خازن‌های تریمر نصب‌شده روی خازن واریابل

دی الکتریک  
از نوع میکا



نماد خازن تریمر



شکل ۲- انواع خازن‌های تریمر، نماد مداری و اجزای آنها

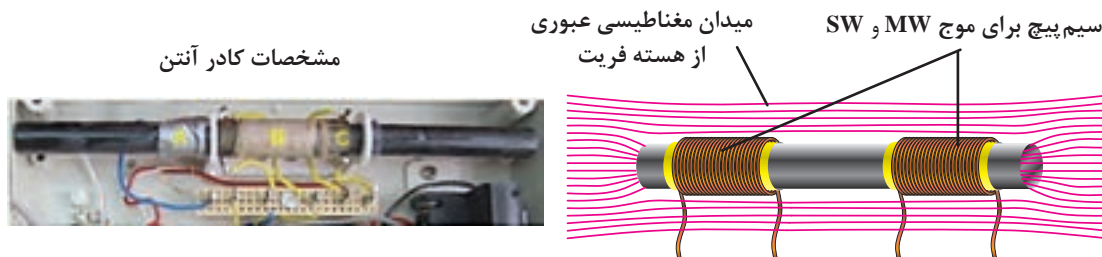
در مورد انواع خازن‌های تریمر، نماد مداری و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هر کدام را بنویسید.

تحقیق کنید

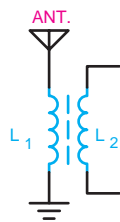


## ترانسفورماتور در آنتن

این ترانسفورماتور که اصطلاحاً ترانس یا بوبین کادر آنتن هم نامیده می‌شود دارای هسته‌ای از جنس فریت است. سیم پیچ ترانس از پیچیدن چند حلقه سیم، روی یک استوانه مقوایی شکل می‌گیرد. در شکل ۳- الف شکل ظاهری چند ترانس کادر آنتن در شکل ۳- ب علامت اختصاری آن را ملاحظه می‌کنید.



- طول هسته فریت ۱۶۰ میلی‌متر قطر ۱۰ میلی‌متر
- A سیم پیچی خروجی ۱۰ دور سیم ۰/۳ میلی‌متری
- B سیم پیچی مدار هماهنگی ۶۵ دور سیم ۰/۳ میلی‌متری
- C سیم پیچ ورودی به مدار هماهنگی ۸ دور سیم



کادر آنتن دست پیچ

علامت اختصاری  
ترانسفورماتور کادر آنتن

(ب)



کادر آنتن در یک گیرنده  
رادیویی قدیمی

(الف)



کادر آنتن روی بُرد

شکل ۳- ترانسفورماتورهای کادر آنتن

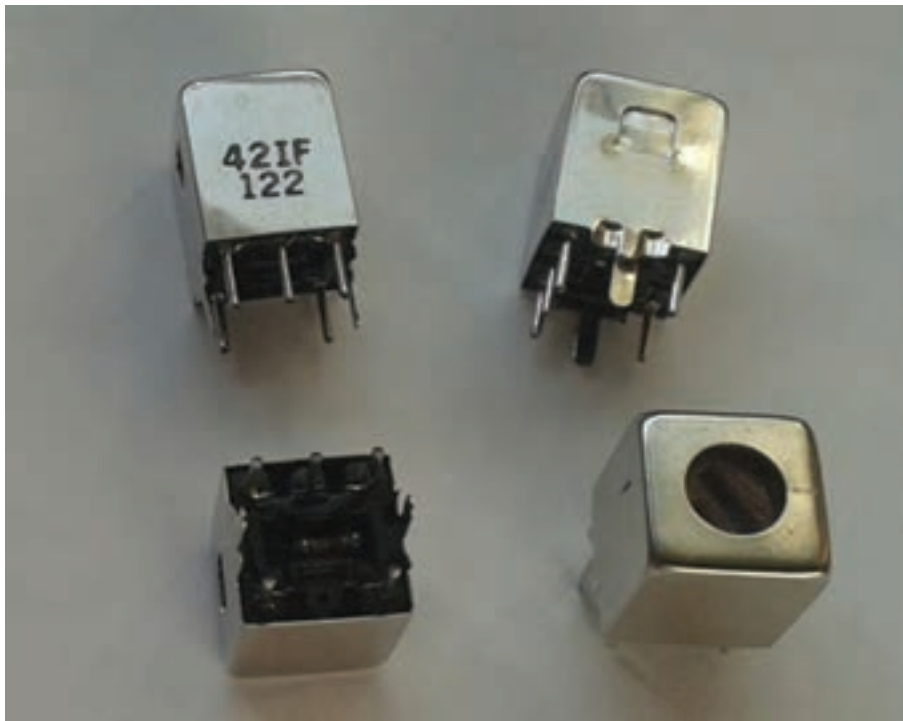
در مورد انواع ترانسفورماتورهای کادر آنتن، نماد مداري و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هر کدام را بنویسید.

تحقیق کنید



### ترانسفورماتور IF و آسیلاتور

این ترانسفورماتورها دارای هسته فریت قابل تنظیم‌اند. سیم‌پیچ‌های این ترانس، که از سیم‌های ظرفیت تشکیل شده است، در داخل یک محفظه فلزی جای دارد. در داخل ترانس‌های IF یک خازن نیز با سیم‌پیچ اولیه موازی شده است. در شکل ۴، شکل ظاهری IF و آسیلاتور و علامت اختصاری آنها را ملاحظه می‌کنید. ترانس‌های IF و آسیلاتور را از روی رنگ هسته آن، می‌شناسند.



شکل ۴- ساختمان ترانس IF و آسیلاتور و نماد فنی آنها

در مورد ساختمان ترانس IF و آسیلاتور نماد مداری و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هرکدام را بنویسید.

تحقیق کنید

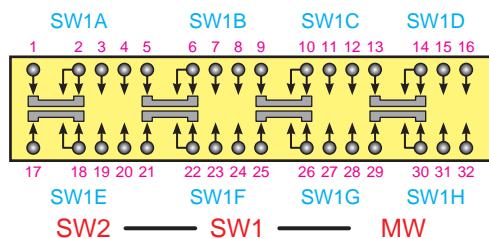


### کلیدهای چند حالتی

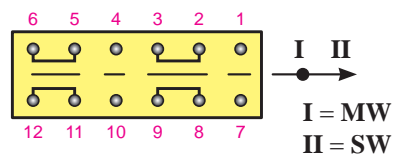
این کلیدها دارای ترمینال‌های خروجی متعددی هستند که به صورت دوار و کشویی ساخته می‌شوند. کاربرد آنها در مدارهایی است که در آنها به‌طور هم‌زمان به تغییر چند اتصال نیاز باشد. در شکل ۵- الف، شکل ظاهری و در شکل ۵- ب و ج علامت اختصاری دو نمونه کلید رادیویی دو موج و سه موج را، ملاحظه می‌کنید. این کلیدها در گیرنده‌های رادیویی به (کلید موج) معروف‌اند.



الف) شکل ظاهری چند نمونه کلید چند حالتی



ج) علامت اختصاری کلید رادیو سه موج



ب) علامت اختصاری کلید رادیو دو موج

شکل ۵- کلیدهای چندحالتی

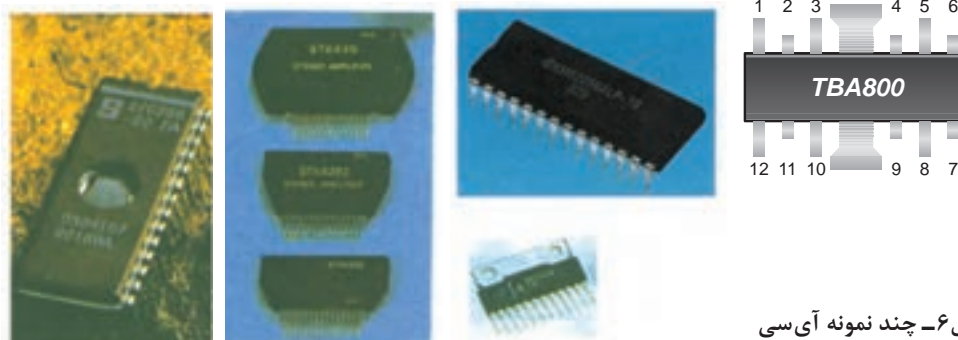
در مورد ساختمان کلیدهای چندحالتی نماد مداری و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هر کدام را بنویسید.

تحقیق کنید



### آی سی های تقویت کننده صوت و IF (AF and IF Integrated Circuits)

این قطعات از مدارهای یکپارچه هستند که ساختمان داخلی آنها از چندین ترانزیستور، مقاومت و خازن تشکیل شده است. در گیرنده های رادیویی جدید، معمولاً طبقه تقویت کننده صوت از نوع مدار مجتمع یا آی سی است. در شکل ۶، چند نمونه آی سی را ملاحظه می کنید.



شکل ۶- چند نمونه آی سی

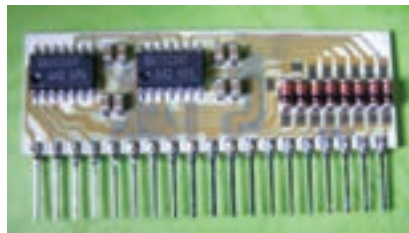


در مورد آی‌سی‌های تقویت‌کننده صوت تحقیق کنید و کاربرد هر کدام را بنویسید.

علائم اختصاری قطعات الکترونیکی: در شکل ۷ شکل ظاهری چند نمونه دیود و در شکل ۸ انواع ترانزیستور مشاهده می‌کنید.



دیود پل پر قدرت



پل دیود هیبرید (hybrid)  
(مجموعه چند پل در یک بسته بندی)



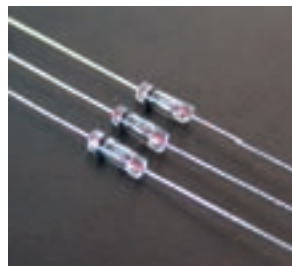
پل یک سوساز در بسته بندی آی‌سی



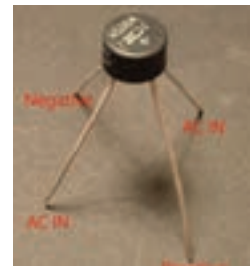
نمونه دیگری از پل دیود



پل دیود با قدرت بالا با بدنه سرامیکی



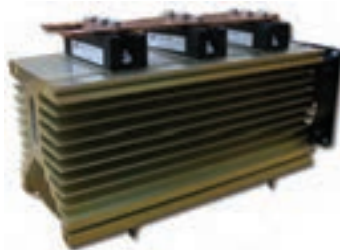
دیود آشکار ساز



پل استوانه‌ای



دیود قدرت معمولی



پل ۶ دیودی



پل یک سوساز در بسته بندی IC نصب سطحی



پل دیود معمولی با بدنه فلزی



یک نمونه دیگر از پل دیود قدرت



پل دیود استوانه‌ای نصب سطحی

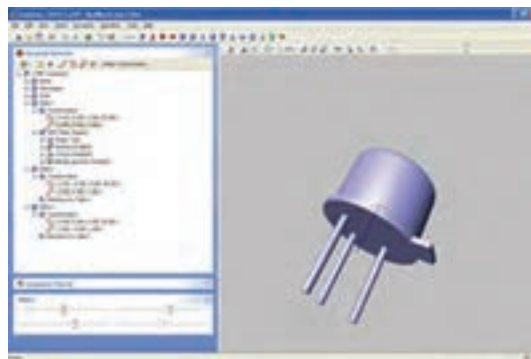


یک نمونه پل دیود با گرماگیر

شکل ۷- چند نمونه دیود - پل دیود

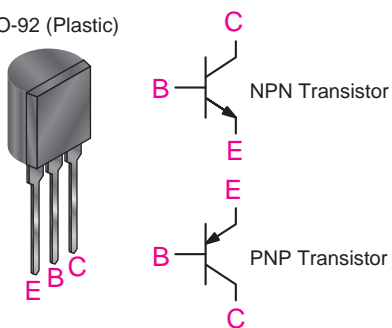


ترانزیستور قدرت با بدنه پلاستیکی و گرماگیر

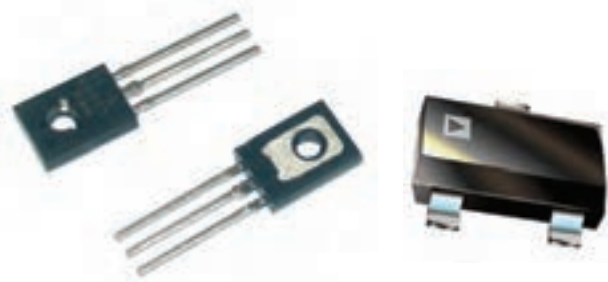


مدل ترانزیستور در نرم افزار پروتئوس

TO-92 (Plastic)



ترانزیستور معمولی



ترانزیستور

ترانزیستور در بسته بندی IC



ترانزیستور قدرت با بدنه فلزی



مجموعه ترانزیستور در یک تراشه IC

شکل ۸- چند نمونه ترانزیستور و نماد فنی آنها

در شکل ۹ شمای فنی (علائم اختصاری) و شکل ظاهری تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی را، که در گیرنده رادیویی مورد استفاده قرار می گیرد، ملاحظه می کنید.



نوع دیگری از فیوز و قاب آن



نوع دیگری از پایه فیوز چند تایی و فیوزهای آن



فیوز روی بُرد الکترونیکی



جک گوشی



یک نمونه فیوز که در اتومبیل به کار می‌رود.



ابعاد فیوز شیشه‌ای



پایه فیوز



فیش گوشی



فیوز، جک گوشی، پتانسیومتر و شمای فنی آنها

شکل ۹- شمای فنی و شکل ظاهری تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی

در کارگاه انواع قطعات مخابراتی را تحویل گرفته آنها را بررسی کنید.

فعالیت  
کارگاهی



در مورد انواع قطعات مخابراتی تحقیق کرده و نتیجه را به صورت پرده‌نگار در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



فیلم مربوط به انواع فیلترها را مشاهده کنید.

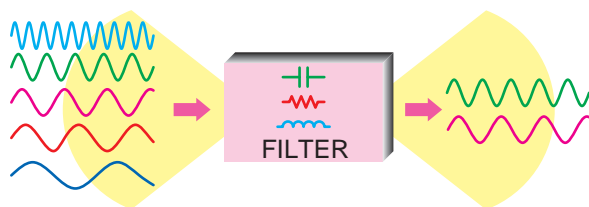
فیلم



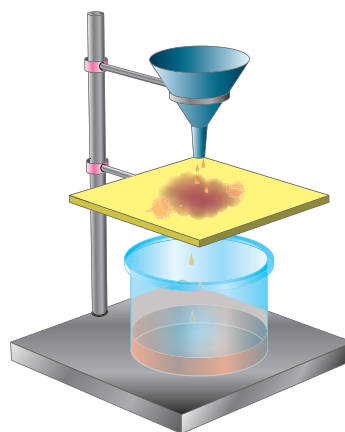
## بررسی عملی انواع فیلترها

فیلترها مدارهایی هستند که توسط آنها می‌توان فرکانس یا باند فرکانسی معینی را از میان سایر فرکانس‌ها انتخاب کرد. فیلترهای الکترونیکی از نظر نوع کار مشابه فیلتر هوای اتومبیل، فیلتر آب و... هستند. در شکل ۱۰ مقایسه فیلترهای الکترونیکی با فیلترهای معمولی آمده است.

در فیلترهای معمولی مکانیکی برای صاف کردن مایعات، هوا و... از یک لایه نازک کاغذی، پارچه‌ای، پلاستیکی و... استفاده می‌کنند. در فیلترهای الکترونیکی ترکیب اجزای الکترونیکی از قبیل سلف، خازن مقاومت و... به کار می‌رود. در شکل ۱۰-الف یک فیلتر مکانیکی، که برای جدا کردن مواد جامد از مایع به کار می‌رود، ترسیم شده است. در این فیلتر یک لایه پارچه‌ای منفذدار نقش فیلتر را به عهده دارد و عمل جدا کردن مواد جامد از مایع را انجام می‌دهد. در شکل ۱۰-ب فرکانس‌های ورودی به فیلتر الکترونیکی، پنج فرکانس مختلف است که از میان این پنج فرکانس دو فرکانس انتخاب و جدا شده است. همان‌طور که در شکل ۱۰-ب نشان داده شده است عمل فیلتر کردن توسط خازن، سی پی‌سی و مقاومت صورت می‌گیرد.



ب) فیلتر الکترونیکی (دو سیگنال خارج می‌شود)



الف) فیلتر مایعات

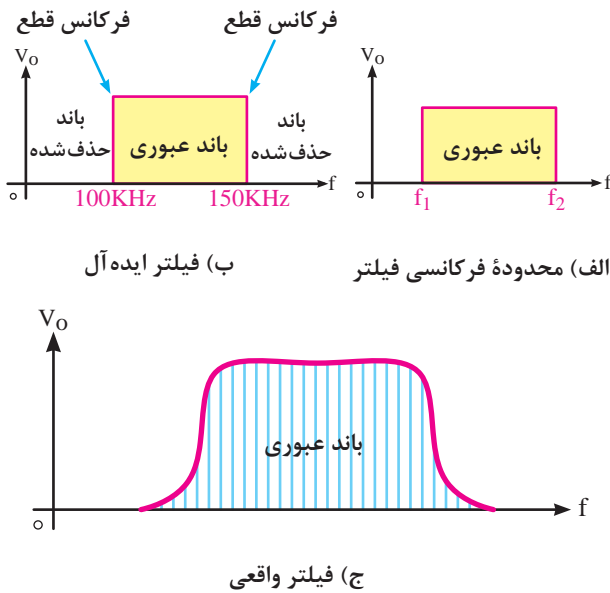
شکل ۱۰- فیلتر مایعات و فیلتر الکترونیکی

### محدوده فرکانسی فیلتر

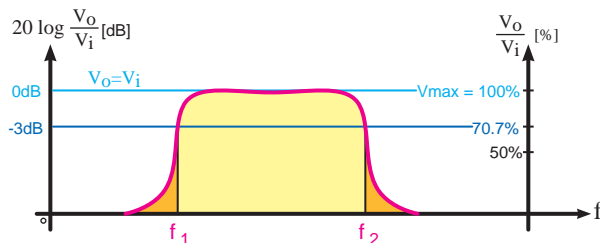
محدوده فرکانسی فیلتر عبارت از مجموعه فرکانس‌هایی است که فیلتر می‌تواند از خود عبور دهد. این محدوده فرکانسی را پهنای باند یا پاسخ فرکانسی فیلتر می‌نامند (شکل ۱۱-الف).

**فیلتر ایده‌آل:** فیلتر ایده‌آل فیلتری است که در خروجی آن دقیقاً فرکانس‌های معین و مورد نظر ظاهر می‌شود. مثلاً اگر قرار است فرکانس‌هایی را که در محدوده (باند) فرکانسی ۱۰۰ کیلوهرتز تا ۱۵۰ کیلوهرتز قرار دارد در خروجی داشته باشیم، دقیقاً این فرکانس‌ها در خروجی به دست آید؛ به طوری که اثری از فرکانس‌های نزدیک به این مقادیر در خروجی ظاهر نشود. در شکل ۱۱-ب منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر ایده‌آل آمده است. **فیلتر واقعی (Real Filter):** به علت استفاده از مقاومت، سلف و خازن در فیلترها نمی‌توانیم پاسخ فرکانسی ایده‌آل داشته باشیم. چراکه این عناصر نمی‌توانند مانند یک کلید عمل کنند و از عبور فرکانس‌های ناخواسته





شکل ۱۱- پاسخ فرکانسی



شکل ۱۲- فرکانس قطع فیلتر واقعی

جلوگیری به عمل آورند. در این حالت دامنه فرکانس‌های ناخواسته به تدریج کم می‌شود تا به صفر می‌رسد. در شکل ۱۱- ج منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر واقعی، ترسیم شده است. **فرکانس قطع فیلتر:** حد فرکانس قابل قبول در خروجی فیلتر را فرکانس قطع فیلتر می‌نامند. فیلترها با توجه به کاربرد و ساختمان می‌توانند دارای یک، دو یا چند فرکانس قطع باشند. در فیلترهای ایده آل فرکانس قطع دقیقاً روی فرکانس موردنظر قرار می‌گیرد. در شکل ۱۱- الف فرکانس‌های قطع فیلتر ایده آل برابر با  $F_1$  و  $F_2$  است.

در فیلترهای واقعی ولتاژ خروجی به تدریج به حداکثر ولتاژ ورودی، یا صفر می‌رسد، از این رو نقاط متعددی وجود دارد که می‌تواند به عنوان فرکانس قطع فیلتر انتخاب شود. طبق تعریف در فیلترهای واقعی، فرکانس قطع فیلتر عبارت از فرکانسی است که در آن فرکانس، تطابق توان صورت می‌گیرد و نیمی از توان ورودی به ۱ درصد ولتاژ خروجی منتقل می‌شود. در این نقطه معمولاً ۷۰/۷ درصد ولتاژ ورودی در خروجی ظاهر می‌شود. این نقطه را نقطه نصف قدرت نیز می‌نامند. این نقطه همان سطح ۳dB است. زیرا وقتی توان خروجی برابر  $\frac{1}{4}$  توان ورودی می‌شود مقدار توان به اندازه ۳ دسی بل کاهش می‌یابد. در شکل ۱۲ محور عمودی سمت راست برحسب درصد و محور عمودی سمت چپ برحسب dB است.

بهره توان، ولتاژ، جریان یا ضریب تضعیف را در مدارهای مختلف برحسب دسی بل بیان

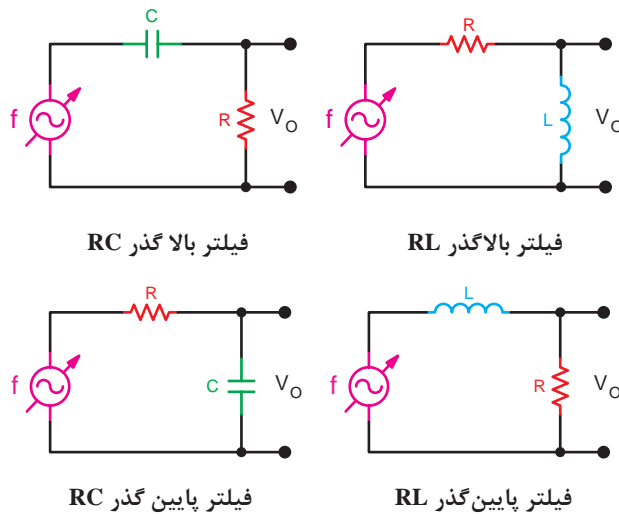
$$A_V \text{ (dB)} = 20 \cdot \log \frac{V_o}{V_{in}}, A_P \text{ (dB)} = 20 \cdot \log \frac{P_o}{P_{in}}$$

## انواع فیلترها

فیلترها را از نظر پاسخ فرکانسی به چهار دسته به شرح زیر تقسیم می‌کنند:	
High Pass Filter	الف) فیلتر بالا گذر
Low Pass Filter	ب) فیلتر پایین گذر
Band Pass Filter	ج) فیلتر میان گذر (عبور باند)
Band Reject Filter	د) فیلتر حذف باند (میان گذر)

### فیلترهای بالا گذر و پایین گذر RC و RL

در شکل ۱۳- انواع فیلترهای بالا گذر و پایین گذر ترسیم شده است.



شکل ۱۳- انواع فیلترهای بالا گذر و پایین گذر

**فرکانس قطع فیلتر بالا گذر:** فرکانس قطع فیلتر بالا گذر عبارت است از فرکانسی که در آن فرکانس تطابق توان صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر مثلاً در یک فیلتر بالا گذر چون مدار به صورت سری بسته شده است و

جریان مدار یکسان است مقدار توان خروجی زمانی برابر با  $\frac{1}{2}$  توان ورودی می‌شود که ولتاژ دو سر خازن و مقاومت باهم برابر شود.

در این حالت مقدار راکتانسی مدار برابر با مقاومت اهمی می‌شود.

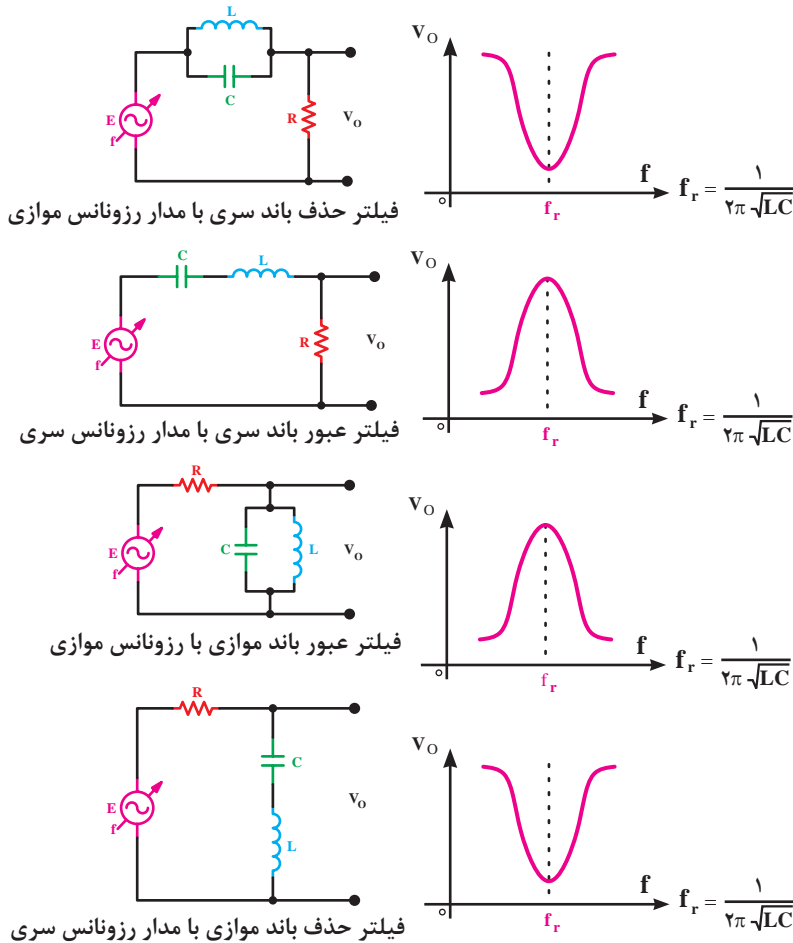
$$I.R = I.X_C \quad (1)$$

$$R = X_C \quad (2)$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi F_C C} \quad (3)$$

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC} \quad (4)$$

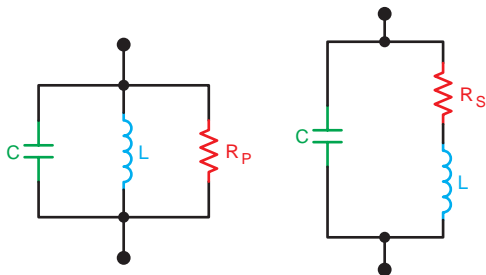
فیلترهای عبوری باند و حذف باند (میان‌گذر و میان‌نگذر): در شکل ۱۴ انواع فیلترهای عبور باند و حذف باند را ملاحظه می‌کنید. این فیلترها از نظر آرایش مدار در دو نوع سری و موازی ساخته می‌شوند. در این نوع فیلترها مدار رزونانس سری یا موازی به کار می‌رود. چنانچه مدار رزونانس به صورت سری با بار بسته شود فیلتر از نوع سری و چنانچه به صورت موازی بسته شود فیلتر از نوع موازی است.



شکل ۱۴- انواع فیلترهای عبور باند و حذف باند

### پهنای باند فیلترهای عبور باند و حذف باند

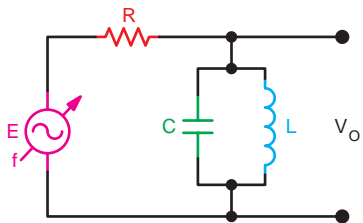
مقدار پهنای باند در فیلترهای عبور باند، اساساً بستگی به  $R_S$  و  $R_P$  دارد.  $R_S$  مقاومت اهمی سیم پیچ یا هر مقاومت اهمی دیگری است که به صورت سری با آن در نظر گرفته می‌شود، دارد.  $R_P$  مقاومت معتدل اهمی موازی شده با سیم پیچ است که در شکل ۱۵ نشان داده شده است. پهنای باند فیلتر عبور باند و حذف باند با تعیین فرکانس‌های قطع بالا (HF) و قطع پایین (LF) مشخص می‌شود.



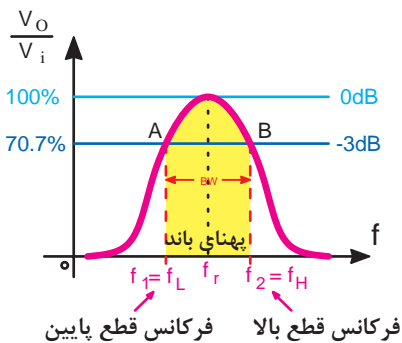
شکل ۱۵- مقاومت  $R_P/R_S$



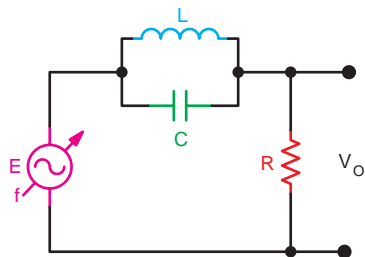
در مورد فیلترها با رزونانس موازی باید به این نکته توجه شود که مقدار مقاومت  $R_p$  و مقاومت داخلی سیم پیچ اهمیت دارد و باید همواره مقدار مقاومت  $R_p$  خیلی بزرگتر از مقاومت داخلی سیم پیچ باشد تا فیلتر بتواند پاسخ فرکانسی قابل قبولی را ارائه کند. همچنین در مدار رزونانس سری باید مقاومت داخلی سیم پیچ ( $R_s$ ) خیلی کم باشد.



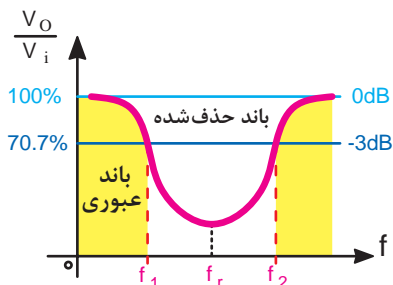
در شکل ۱۶ فیلتر میان گذر و پاسخ فرکانسی آن نشان داده شده است. در این فیلتر پهنای باند BW با  $BW = f_2 - f_1$  برابر است.



شکل ۱۶- فیلتر عبور باند و پاسخ فرکانسی به آن



در شکل ۱۷ فیلتر حذف باند و پاسخ فرکانسی آن نشان داده شده است. در این فیلتر پهنای باند عبور شامل تمام فرکانس‌های از صفر تا بی نهایت، به جز محدوده  $f_2 - f_1$  است.

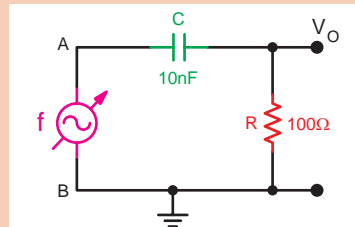
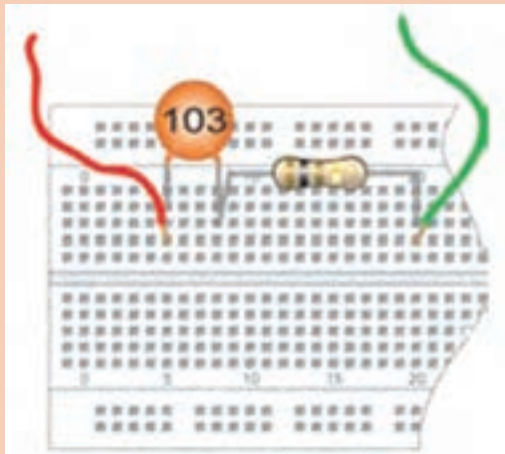


شکل ۱۷- فیلتر حذف باند و پاسخ فرکانسی به آن

برای اندازه‌گیری فرکانس‌های قطع بالا و پایین فیلترهای عبور باند و حذف باند باید در فرکانس‌های رزونانس

دامنه سیگنال خروجی را اندازه بگیریم بعد فرکانس را تغییر دهیم تا دامنه سیگنال خروجی به ۷۰٪ درصد ماکزیمم خود برسد.

مدار شکل زیر را روی برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید



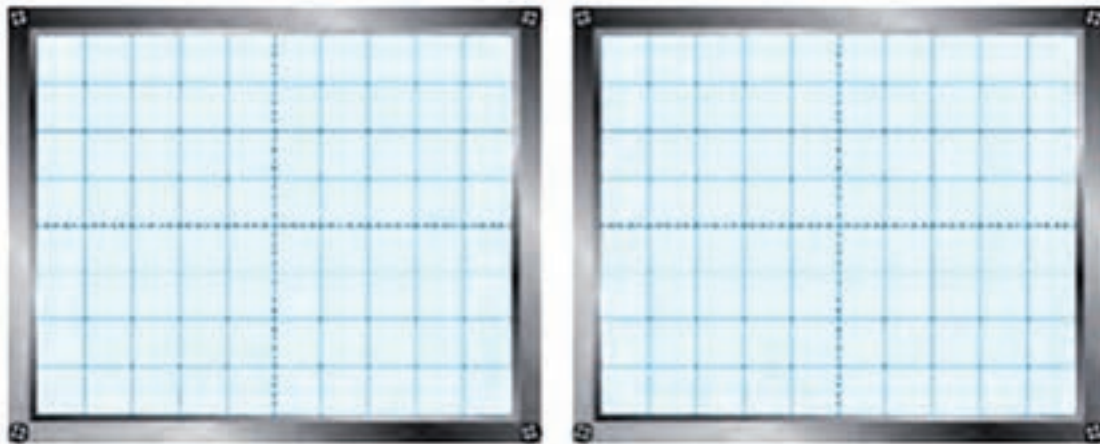
فعالیت  
کارگاهی



۱ سیگنال ژنراتور AF را روشن کنید و روی فرکانس ۱۵۰ کیلوهرتز سینوسی تنظیم کنید و خروجی آن را به AB اتصال دهید. پیک تا پیک سیگنال ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را روی نصف حداکثر پیک تا پیک خروجی آن تنظیم کنید.

۲ ورودی AB را به یک کانال  $V_o$  و خروجی را به کانال دیگر اسیلوسکوپ اتصال دهید و اسیلوسکوپ را روشن کنید.

۳ سیگنال‌های ولتاژ ورودی و خروجی مدار را به کمک اسیلوسکوپ روی نمودارهای زیر رسم کنید. مقادیر پیک تا پیک و فرکانس سیگنال‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.



۴ فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱۵۹ کیلوهرتز قرار دهید. در این حالت دامنه ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۵ سیگنال ژنراتور را روی نصف دامنه ماکزیمم خروجی آن بگذارید و طبق جدول زیر فرکانس را تغییر دهید. در هر مرحله دامنه پیک تا پیک ورودی و خروجی را اندازه بگیرید یادداشت کنید.

فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی $V_{ip-p}$	ولتاژ خروجی $V_{op-p}$
$F_1 = 13 \text{ KHz}$		
$F_2 = 14 \text{ KHz}$		
$F_3 = 15 \text{ KHz}$		
$F_4 = 15.9 \text{ KHz}$		
$F_5 = 17 \text{ KHz}$		
$F_6 = 18 \text{ KHz}$		
$F_7 = 19 \text{ KHz}$		

در هر مرحله اندازه گیری باید دامنه ورودی ثابت باشد.

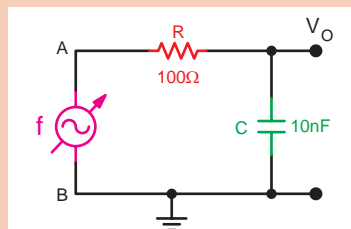
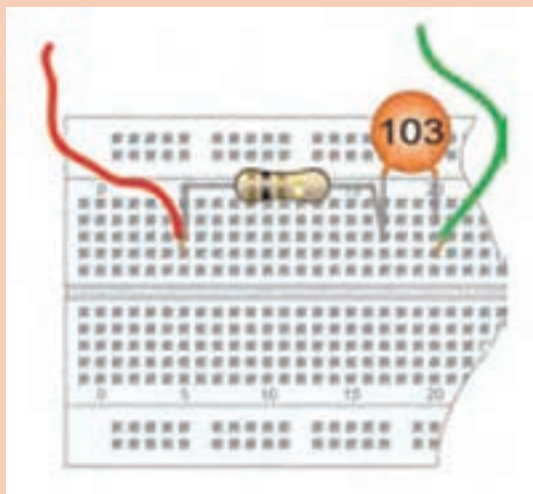
نکته مهم



فعالیت  
کارگاهی



مدار شکل زیر را روی برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید



۱ با تغییر فرکانس سیگنال ژنراتور دامنه سیگنال خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۲ فرکانس سیگنال ژنراتور را آنقدر کاهش دهید تا دامنه سیگنال خروجی به  $70\%$  درصد مرحله بالا برسد. در این حالت فرکانس را اندازه بگیرید و نتیجه را یادداشت کنید.

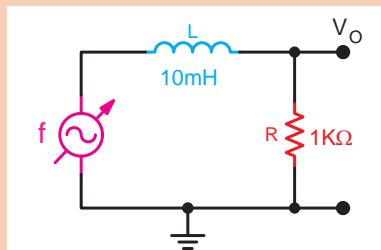


در این حالت از اسیلوسکوپ دو کاناله استفاده کنید و هر دو سیگنال ورودی و خروجی را به طور هم‌زمان روی اسیلوسکوپ ببینید و باهم مقایسه کنید سپس فرکانس را اندازه بگیرید.

۲ با توجه به نتایج آزمایش‌های دو مدار بالا فرکانس قطع مدار چند کیلوهرتز است؟ مقدار آن را بنویسید.



۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید.



۲ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با پیک تا پیک ۴ ولت و فرکانس ۱۶ کیلوهرتز، تنظیم کنید. در صورتی که مقاومت داخلی سیم‌پیچ زیاد است مقدار R را تغییر دهید.

۳ به کمک اسیلوسکوپ فرکانس قطع مدار را اندازه بگیرید و مقدار آن را یادداشت کنید.

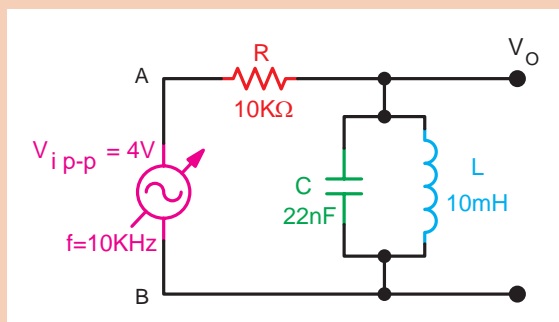
۴ با استفاده از رابطه  $F_0 = \frac{R}{2\pi L}$  فرکانس قطع مدار را محاسبه کنید و مقدار آن را بنویسید.

۵ مقدار دامنه سیگنال خروجی را درحالی‌که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد طبق جدول زیر تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی $V_{ip-p}$	ولتاژ خروجی $V_{op-p}$
$F_1=7\text{KHz}$		
$F_2=10\text{KHz}$		
$F_3=13\text{KHz}$		
$F_4=16\text{KHz}$		
$F_5=19\text{KHz}$		
$F_6=22\text{KHz}$		
$F_7=25\text{KHz}$		



مدار شکل زیر را روی برد برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید.



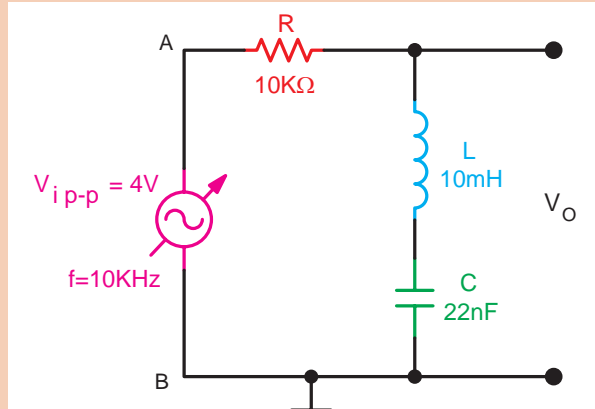
- ۱ به کمک اسیلوسکوپ فرکانس‌های رزونانس قطع پایین و قطع بالا را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. در صورتی که مقاومت داخلی سلف ۱۰ میلی‌هائری زیاد است مقدار مقاومت را تغییر دهید.
- ۲ مقدار دامنه سیگنال خروجی را در حالی که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد طبق جدول زیر با تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید. منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر را رسم کنید.

فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی $V_{i-p-p}$	ولتاژ خروجی $V_{o-p-p}$
$F_1 = 4 \text{ KHz}$		
$F_2 = 6 \text{ KHz}$		
$F_3 = 8 \text{ KHz}$		
$F_4 = 10 \text{ KHz}$		
$F_5 = 12 \text{ KHz}$		
$F_6 = 14 \text{ KHz}$		
$F_7 = 16 \text{ KHz}$		





۱ مدار شکل زیر را روی برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید.



۲ خروجی  $V_o$  را به اسیلوسکوپ متصل کنید. در صورتی که مقدار مقاومت داخلی سیم‌پیچ  $10\text{ میلی‌هانری}$  زیاد است، مقدار مقاومت  $R$  را تغییر دهید.

۳ به کمک اسیلوسکوپ دامنه و فرکانس‌های  $f_1 - f_2 - f_3$  را که در خروجی ظاهر می‌شود اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۴ مقدار دامنه سیگنال خروجی را در حالی که ورودی روی  $4$  ولت پیک تا پیک قرار دارد طبق جدول زیر و با تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی $V_{ip-p}$	ولتاژ خروجی $V_{op-p}$
$F_1 = 4 \text{ KHz}$		
$F_2 = 6 \text{ KHz}$		
$F_3 = 8 \text{ KHz}$		
$F_4 = 10 \text{ KHz}$		
$F_5 = 12 \text{ KHz}$		
$F_6 = 14 \text{ KHz}$		
$F_7 = 16 \text{ KHz}$		

کاربرد هر یک از فیلترها را به صورت جداگانه بررسی نمایید.



## کار با سیگنال ژنراتور فرکانس رادیویی (RF) Radio Frequency Signal Generator

یکی از دستگاه‌های الکترونیکی، که کاربرد نسبتاً وسیعی در آزمایشگاه‌های الکترونیک دارد، دستگاه ژنراتور RF است. این دستگاه قادر به تولید فرکانس‌های رادیویی است. به وسیله سلکتورهای دستگاه، می‌توان فرکانس موردنظر را انتخاب کرد. هر قدر باند فرکانسی دستگاه وسیع‌تر باشد، دستگاه گران‌تر است. از مشخصه‌های عمده مولدهای فرکانس، توانایی آن در تولید سیگنال AM است. غالباً دستگاه‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که می‌توان از آنها به عنوان مدولاتور با سیگنال داخلی یا مدولاتور با سیگنال خارجی استفاده کرد. در شکل ۱۸، تصویر ظاهری یک نمونه سیگنال ژنراتور RF را ملاحظه می‌کنید. این سیگنال ژنراتور می‌تواند فرکانس‌هایی در محدوده ۱۰۰ KHz تا ۴۵۰ MHz را تولید کند. کار هر یک از دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه به شرح زیر است:



شکل ۱۸- شکل ظاهری دستگاه مولد RF و کنترل‌های آن

کلیدهای کنترلی	نام	شرح
۱	صفحه مدرج و عقربه انتخاب فرکانس	به وسیله عقربه و درجات روی صفحه می‌توان فرکانس دلخواه را انتخاب کرد. درجه‌بندی صفحه مدرج در شش باند A، B، C، D، E و F قابل استفاده است.
۲	سلکتور انتخاب حوزه کار	این کلید دارای شش وضعیت مختلف است که با آن می‌توان یکی از باندهای A تا F را انتخاب کرد
۳	سوکت اتصال کریستال XTAL	این ترمینال به منظور اتصال کریستال کوارتز، ۱ تا ۱۵ مگاهرتز استفاده می‌شود و نوسان‌ساز، به صورت کریستالی، عمل می‌کند، سیگنال‌های خروجی به وسیله نوسان‌ساز کریستالی تولید می‌شود و همواره پایدار است.

این کلید برای خاموش و روشن کردن دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.	کلید خاموش - روشن (ON-OFF)	۴
این لامپ، روشن یا خاموش بودن دستگاه را نشان می‌دهد	لامپ سیگنال (نشانه)	۵
این کلید دارای سه حالت است که به ترتیب عبارت‌اند از X TAL OSC , INT_MOD , EXT_MOD	کلید حالت (Mode Switch)	۶
این ترمینال‌ها در دو وضعیت مورد استفاده قرار می‌گیرد	ترمینال ورودی - خروجی (OUTPUT_INPUT)	۷
تنظیم مقادیر کم ولتاژ خروجی	کلید تنظیم دقیق دامنه (FINE)	۸
با استفاده از این کلید می‌توان دامنه خروجی را با ضرب ده تغییر داد.	کلید دامنه RF کم‌وزیاد (HIGH LOW)	۹
از این ترمینال، سیگنال خروجی دریافت می‌شود. سیگنال‌های خروجی به‌صورت RF ساده، مدوله AM داخلی و مدوله AM خارجی‌اند.	ترمینال خروجی (OUTPUT)	۱۰

در شکل ۱۹ دو نمونه سیگنال ژنراتور RF دیجیتالی مشاهده می‌کنید، سلکتورها و دکمه‌های مختلف این دستگاه به‌صورت صفحه کلید (keyboard) است و با فشار دادن آن، حالات مختلف ایجاد می‌گردد. از مزایای عمده این دستگاه‌ها، نشان دادن مقدار فرکانس روی فرکانس متر دیجیتالی نصب‌شده روی پانل دستگاه است، که خواندن مقادیر را آسان می‌کند.



RF ژنراتور معمولی



RF ژنراتور دیجیتالی

شکل ۱۹- چند نمونه سیگنال ژنراتور RF

## مشخصات شکل موج‌های خروجی سیگنال ژنراتور RF

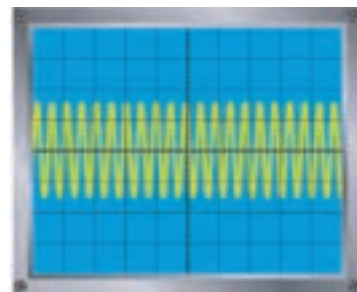
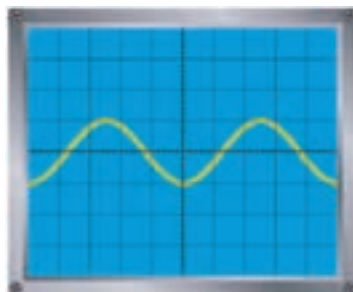
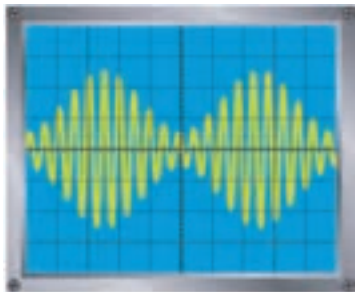
به منظور آشنایی بیشتر با مشخصات شکل موج‌های خروجی سیگنال ژنراتور RF، به شرح شکل موج‌های خروجی می‌پردازیم.

شکل موج خروجی ترمینال‌های شماره (۱۰) (OUTPUT) در حالتی که کلید شماره (۶) در وضعیت EXT یا XTAL قرار گیرد و به ورودی ترمینال‌های شماره (۷) سیگنالی اعمال نشود، یک سیگنال RF ساده است که سیگنال حامل نامیده می‌شود.

در صورتی که کلید شماره (۶) در وضعیت INT قرار داده شود، سیگنال حامل با فرکانس  $f_c$  به وسیله سیگنال پیام سینوسی شکل  $20\text{-}$  ب به صورت AM مدوله می‌شود. سیگنال مدوله شده AM در شکل  $20\text{-}$  ج نشان داده شده است. معمولاً سیگنال پیام (FM) دارای فرکانسی برابر با یک کیلوهرتز است. همچنین در صورت نیاز، می‌توان سیگنال یک کیلوهرتز پیام (FM) را از ترمینال‌های شماره (۷) نیز دریافت کرد. در شکل  $20\text{-}$  ب نمونه این شکل موج را مشاهده می‌کنید.

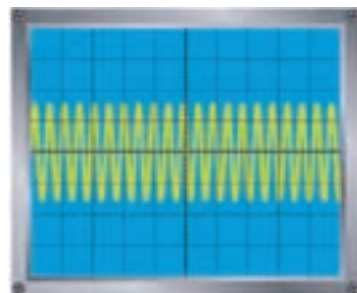
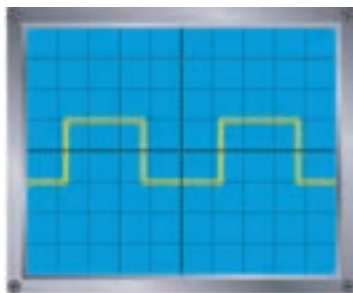
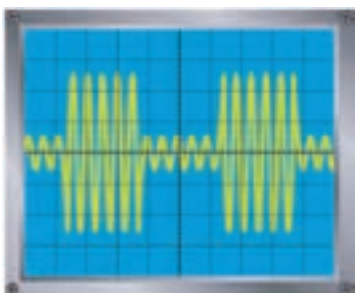
در صورتی که کلید شماره (۶) در وضعیت EXT قرار داده می‌شود و به ترمینال شماره (۷) سیگنال پیام اعمال گردد، شکل موج خروجی یک سیگنال مدوله شده AM خواهد بود. شکل موج متناسب با شکل موج پیام می‌تواند سینوسی، مربعی، مثلثی و... باشد. در شکل‌های  $20\text{-}$  و  $5\text{-}$  د یک نمونه سیگنال مدوله شده با پیام مربعی را ملاحظه می‌کنید.

$$f_c = 1\text{MHz} \quad f_m = 1\text{KHz} \quad e_m = E_m \sin \omega_m t \quad f_m = 1\text{KHz} \quad e_c = E_c \sin 2\pi f_c t \quad f_c = 1\text{MHz}$$



الف) سیگنال حامل  $f_c$       ب) سیگنال پیام سینوسی  $f_m$       ج) سیگنال مدوله شده AM با پیام سینوسی

$$f_c = 1\text{MHz} \quad f_m = 1\text{KHz} \quad f_m = 1\text{KHz} \quad e_c = E_c \sin 2\pi f_c t \quad f_c = 1\text{MHz}$$



د) سیگنال حامل  $f_c$       ه) سیگنال پیام مربعی      و) سیگنال مدوله شده با پیام مربعی

شکل  $20\text{-}$  سیگنال مدوله شده AM



۱- مطابق شکل زیر نحوه اتصال سیگنال ژنراتور RF برای مدولاسیون خارجی را انجام دهید توجه داشته باشید که دامنه خروجی فانکشن ژنراتور باید به اندازه‌ای انتخاب شود که سیگنال مدوله شده اعوجاج پیدا نکند. سپس شکل موج خروجی را مشاهده و رسم نمایید.



در مراحل بعدی از اصطلاحات  $m$ ،  $m_p$  و  $M$  استفاده شده است که هر یک دارای معنایی به شرح زیر است.

الف)  $m_p = M$  است و به معنی درصد مدولاسیون یا Modulation Percent است.  
ب)  $m$  شاخص مدولاسیون است که برابر با نسبت دامنه پیام به دامنه حامل است.

نکته



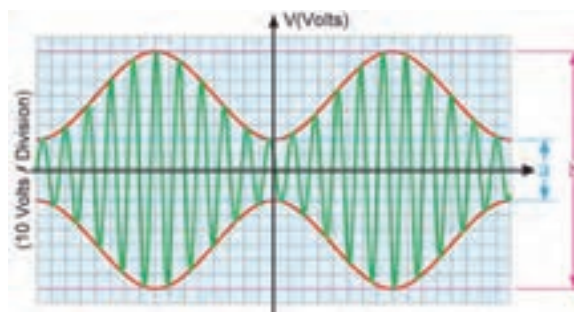
## ۲- اندازه‌گیری درصد مدولاسیون

شکل موج AM را روی صفحه اسیلوسکوپ بیاورید سپس مطابق شکل زیر که یک نمونه سیگنال AM نشان داده شده است. مقادیر  $a$  و  $b$  را از روی شکل اندازه بگیرید. مقادیر درصد مدولاسیون از رابطه زیر محاسبه کنید.

$$M = m_p = \frac{b - a}{b + a} \times 100$$

ضمناً می‌توانید از رابطه  $m = \frac{E_m}{E_c} \times 100$  استفاده کرد.

نکته

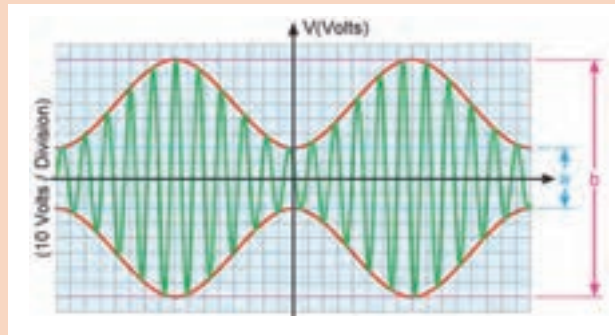


سیگنال AM روی صفحه اسیلوسکوپ

مثال



مقدار درصد مدولاسیون را در شکل زیر با روش اندازه‌گیری به‌دست آورید. هر تقسیم‌بندی قائم برابر ۱۰ ولت است.



حل: با توجه به معادله بالا مقادیر  $a$  و  $b$  را اندازه می‌گیریم چون هر تقسیم‌بندی، معادل ۱۰ ولت است، داریم:

$$a=40\text{ V} \quad b=160\text{ V}$$

$$M = \frac{b-a}{b+a} \times 100$$

$$M = \frac{160-40}{160+40} \times 100 = \frac{120}{200} \times 100 = 60\%$$

$$M = 60\%$$

با مراجعه به منابع مختلف از جمله اینترنت تحقیق کنید آیا سیگنال ژنراتوری با مدولاسیون FM وجود دارد؟

تحقیق کنید



فیلم مربوط به انواع مدولاسیون‌ها را مشاهده کنید.

فیلم

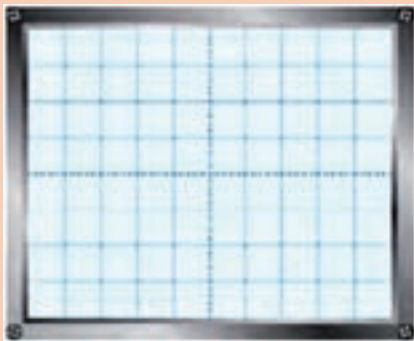


## کار با سیگنال ژنراتور RF

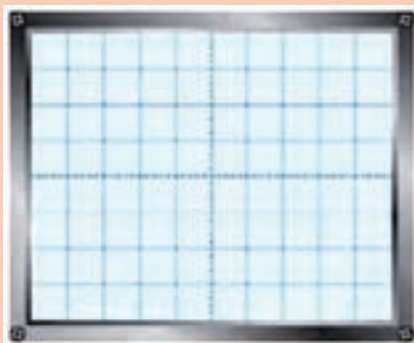
- سیگنال ژنراتور RF را روی فرکانس ۴۵۵ کیلوهرتز با مدولاسیون خارجی قرار دهید. کلید Hi-Low روی low باشد و کلید FINE را روی بیشترین مقدار قرار دهید.
- اسیلوسکوپ را به ترمینال خروجی مولد RF وصل و آن را طوری تنظیم کنید که ۲ یا ۳ سیکل کامل روی صفحه ظاهر شود (Time/DIV روی  $\mu\text{S}$ )

فعالیت  
کارگاهی



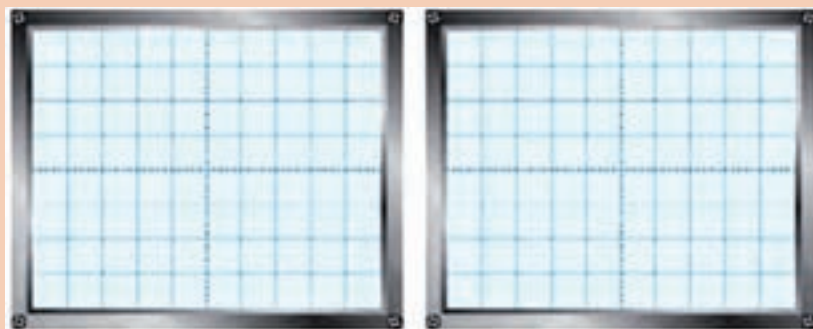


۳ تصویر ظاهرشده روی صفحه اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب روی نمودار زیر ترسیم کنید و مقادیر فرکانس و ولتاژ را با توجه به شکل موج ترسیم‌شده، محاسبه کنید. آیا مقادیر به‌دست آمده از روی اسیلوسکوپ و فرکانس سیگنال ژنراتور با هم تطبیق دارد؟ توضیح دهید.



۴ کلید Hi-Low را در وضعیت Hi و فرکانس سیگنال ژنراتور را روی یک مگاهرتز بگذارید و شکل موج خروجی را روی نمودار زیر ترسیم کنید. مقادیر ولتاژ و فرکانس را با توجه به شکل ترسیم‌شده، محاسبه و آن را با مقادیر انتخاب‌شده روی سیگنال ژنراتور مقایسه کنید و درباره آن توضیح دهید. کلید Low-Hi میزان دامنه ولتاژ را چقدر تغییر می‌دهد؟ مقادیر خروجی را در حالت Hi و Low اندازه‌گیری کنید و نسبت ولتاژها را به‌دست آورید و نتیجه را بنویسید.

۵ کلید MODE را در وضعیت INT MODE قرار دهید و شکل موج ظاهرشده را روی صفحه اسیلوسکوپ، در دو حالت (حدوداً ۰٫۲ تا ۱ میکروتانیه و حدوداً ۰٫۱ تا ۰٫۵ میلی‌ثانیه) در نمودارهای زیر رسم کنید (فرکانس Fc روی یک مگاهرتز قرار دارد)



آیا شکل موج به‌دست‌آمده سیگنال مدوله‌شده AM است؟ در صورتی که جواب مثبت است، فرکانس سیگنال مدوله‌کننده چقدر است؟ شرح دهید.

۶ پروب اسیلوسکوپ را به ترمینال‌های OUTPUT-INPUT متصل کنید و شکل موج ظاهرشده روی صفحه اسیلوسکوپ را در نموداری رسم کنید و دامنه و فرکانس آن را، با توجه به شکل موج ترسیم‌شده، محاسبه کنید. ولوم انتخاب فرکانس (۱) را تغییر دهید. آیا فرکانس تغییر می‌کند؟ چرا؟ شرح دهید.

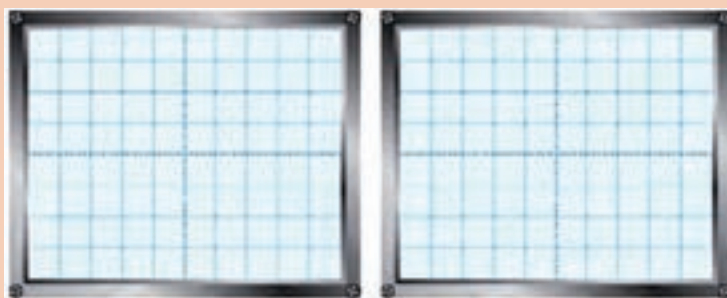
۷ کلید MODE را در وضعیت EXT-MODE قرار دهید و اسیلوسکوپ را به خروجی (OUTPUT) دستگاه ژنراتور RF متصل کنید.

سیگنال ژنراتور RF را روی یک مگاهرتز قرار دهید. فانکشن ژنراتور AF را روی ۵KHz سینوسی بگذارید و خروجی آن را به ترمینال‌های INPUT-OUTPUT سیگنال ژنراتور RF متصل کنید. دامنه فانکشن ژنراتور را طوری تنظیم کنید که سیگنال مدوله شده خروجی بدون اعوجاج باشد. شکل موج خروجی سیگنال ژنراتور RF را با مقیاس مناسب ترسیم کنید (Tim/DIV روی میلی ثانیه قرار گیرد).

۸ دامنه سیگنال ژنراتور AF را تغییر دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی کنید و نتیجه را شرح دهید.

۹ دامنه سیگنال ژنراتور RF را تغییر دهید و اثر آن را روی سیگنال خروجی بررسی نمایید و نتیجه را تجزیه و تحلیل کنید و توضیح دهید.

۱۰ فانکشن ژنراتور RF را روی سیگنال مربعی و مثلثی قرار دهید و شکل موج سیگنال خروجی مولد RF را از روی صفحه اسیلوسکوپ، در نمودارهای زیر رسم کنید.

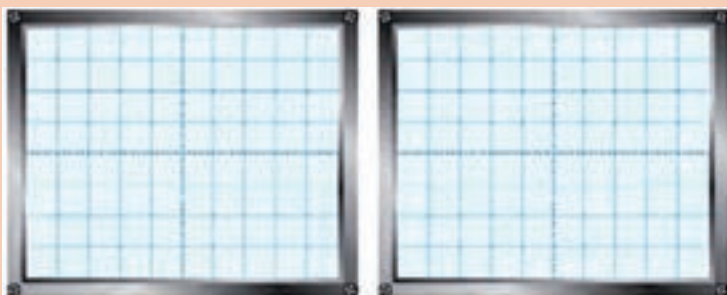


۱۱ مقدار درصد مدولاسیون را از روی نمودارهای مرحله قبل اندازه‌گیری کنید. این اندازه‌گیری را از روی صفحه اسیلوسکوپ انجام دهید و نتیجه را بنویسید.

۱۲ سیگنال ژنراتور RF را روی مدولاسیون داخلی قرار دهید و فرکانس آن را روی ۲ مگاهرتز بگذارید و درصد مدولاسیون داخلی را اندازه بگیرید و بنویسید.

۱۳ شرایط را برای مدولاسیون خارجی فراهم‌سازید. مولد AF را روی ۲ کیلوهرتز و مولد RF را روی ۶۰۰ کیلوهرتز قرار دهید. دامنه AF و RF را طوری تغییر دهید که مدولاسیون ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ به‌وجود آید.

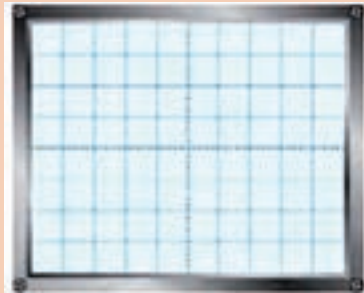
شکل موج هر یک از سیگنال‌ها را روی نمودارهای زیر رسم کنید.



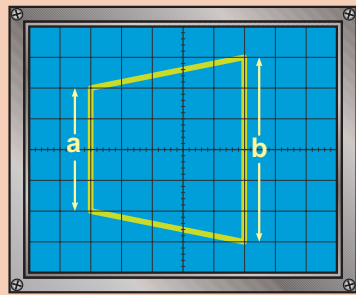


۱۴ دامنه سیگنال AF و RF را از روی نمودار ترسیم‌شده مرحله قبل در مراحل مدولاسیون ۵۰٪، ۱۰۰٪ اندازه بگیرید و درصد مدولاسیون را محاسبه کنید و بنویسید.

۱۵ آیا تغییر دامنه سیگنال RF و AF موجب تغییر درصد مدولاسیون می‌شود و از فرمول  $M = \frac{E_m}{E_c}$  تبعیت می‌کند؟ توضیح دهید.



۱۶ دامنه سیگنال AF در مرحله ۱۳ را آن قدر افزایش دهید تا مدولاسیون بیش از صد درصد را در نمودار روبه‌رو رسم کنید.



۱۷ اسیلوسکوپ را روی حالت X-Y بگذارید. سیگنال AF را به محور X ( $CH_1$ ) و سیگنال مدوله‌شده AM را به محور Y ( $CH_2$ ) اعمال کنید. در این حالت یک دوزنقه بر بروی صفحه اسیلوسکوپ، طبق نمودار روبه‌رو مشاهده می‌کنید، ظاهر می‌شود. مقدار درصد مدولاسیون را با استفاده از نمودار زیر به دست آورید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۸ دامنه AF را تغییر دهید و مقدار درصد مدولاسیون را با استفاده از دوزنقه مدولاسیون در دو حالت به دست آورید (مدولاسیون ۱۰۰٪، مدولاسیون ۷۵٪)

مراحل آزمایش ۱ تا ۱۸ را به کمک نرم‌افزار مولتی سیم اجرا کنید و گزارش کامل آن را بنویسید.

کار در منزل



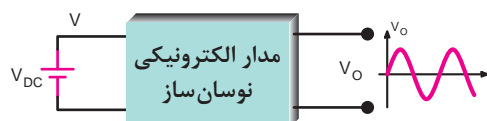
فیلم



نوسان‌سازها مدارهای ویژه‌ای هستند که کاربرد نسبتاً گسترده‌ای در مدارهای مخابراتی دارند. بدون نوسان‌سازها ارسال و دریافت پیام‌های رادیویی امکان‌پذیر نیست. نوسان‌سازها یا مولدهای شکل موج، در دستگاه‌هایی نظیر مولتی‌مترهای دیجیتالی، اسیلوسکوپ، گیرنده و فرستنده‌های رادیویی، رایانه‌ها و وسایل دیجیتالی نظیر شمارنده‌ها، تایمرها، ماشین‌های حساب و دستگاه‌های فراوان دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. لذا می‌توان گفت نوسان‌ساز از اجزای اساسی دستگاه‌های الکترونیکی است.

### اصول نوسان‌سازی

نوسان‌ساز، مداری است که بدون اعمال سیگنال متناوب به ورودی آن، در خروجی، سیگنال متناوب تولید کند. شکل ۲۱ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز سینوسی را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱- بلوک دیاگرام نوسان‌ساز سینوسی

همان‌طور که مشاهده می‌شود به مدار الکترونیکی نوسان‌ساز ولتاژ DC داده شده است و مدار ولتاژ DC را به ولتاژ متناوب سینوسی تبدیل نموده است. به نوسان‌ساز، اسیلاتور (oscillator) نیز می‌گویند.

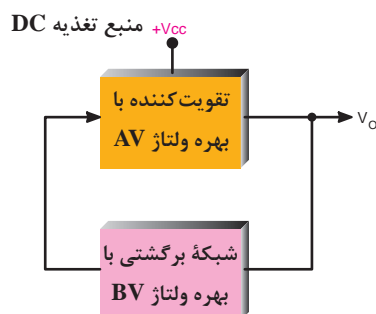
کار در کلاس



انواع نوسان‌ساز از نظر شکل موج تولیدی به چند دسته تقسیم می‌شوند.

### اصول کار مدارهای الکترونیکی نوسان‌ساز

اغلب نوسان‌سازها از یک طبقه تقویت‌کننده و طبقه‌ای به نام شبکه برگشتی یا فیدبک (Feed Back) تشکیل شده‌اند. شبکه برگشتی معمولاً بخشی از سیگنال خروجی تقویت‌کننده را به ورودی تقویت‌کننده برگشت می‌دهد. شکل ۲۲ بلوک دیاگرام کلی نوسان‌ساز را نشان می‌دهد.



شکل ۲۲- بلوک دیاگرام کلی نوسان‌ساز

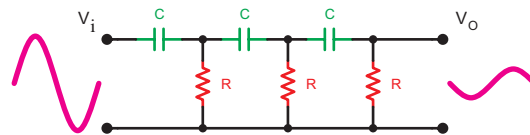
### نیازهای اولیه برای نوسان‌سازی

در کلیه نوسان‌سازها باید شرایط و عوامل زیر وجود داشته باشد تا مدار به نوسان درآید.  
**الف) منبع انرژی:** منبع انرژی می‌تواند منبع تغذیه، باتری شیمیایی یا باتری نوری باشد (شکل ۲۳).

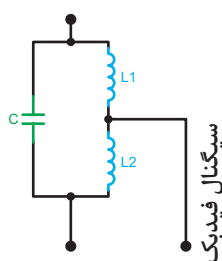


شکل ۲۳- انواع باتری‌ها

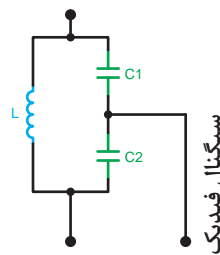
**ب) مدار تعیین‌کننده فرکانس:** این مدار معمولاً یک مدار رزونانس LC یا مدار RC یا مدارهایی با مشخصات ویژه است. نوسان‌های اولیه، در این مدارها تولید می‌شود (شکل ۲۴).



الف) مدار رزونانس RC



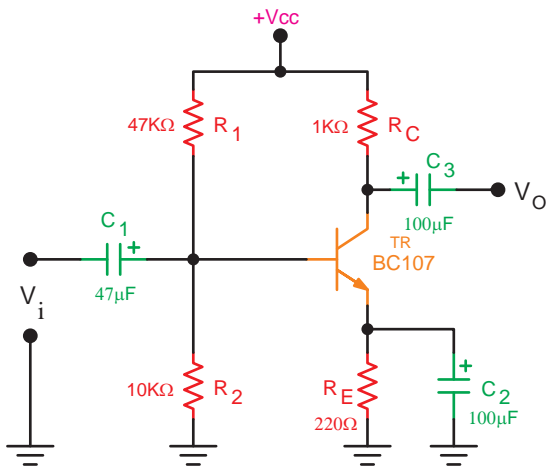
ج) مدار رزونانس LC



ب) مدار رزونانس LC

شکل ۲۴- مدارهای رزونانس LC و RC

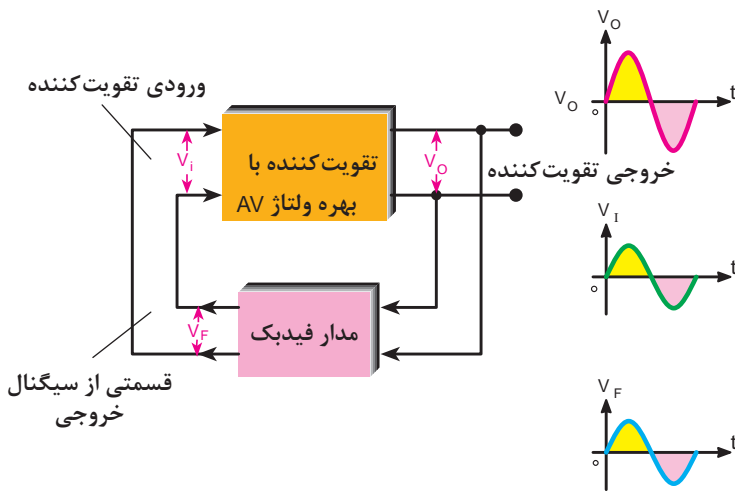
ج) تقویت کننده: مدار تقویت کننده معمولاً یکی از انواع تقویت کننده‌های ترانزیستوری BJT، FET یا IC است. سیگنال‌های اولیه که توسط مدار تعیین کننده فرکانس تولید می‌شود به وسیله مدار تقویت کننده تقویت می‌گردد (شکل ۲۵).



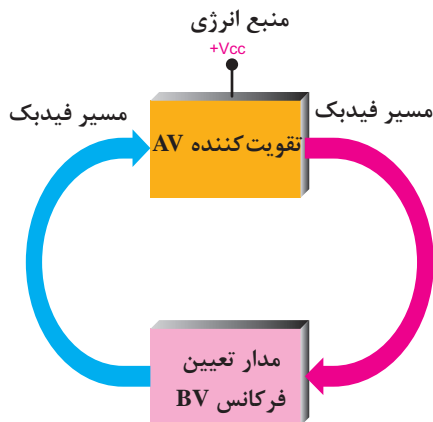
شکل ۲۵- تقویت کننده ترانزیستوری

د) مدار فیدبک یا بازخورد (Feed Back):

به مفهوم انتقال بخشی از سیگنال خروجی به ورودی مدار است. در نوسان‌سازها قسمتی از سیگنال خروجی طوری به ورودی منتقل می‌شود که با آن هم‌فاز باشد. در این حالت فیدبک را فیدبک مثبت (Positive Feed Back) می‌نامند. در صورتی که سیگنال برگشتی با سیگنال ورودی  $180^\circ$  درجه اختلاف‌فاز داشته باشد آن را فیدبک منفی (Negative Feed Back) می‌نامند. شکل ۲۶ فیدبک مثبت را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶- ایجاد فیدبک مثبت توسط شبکه برگشتی



شکل ۲۷- بخش‌های مورد نیاز برای نوسان‌سازی

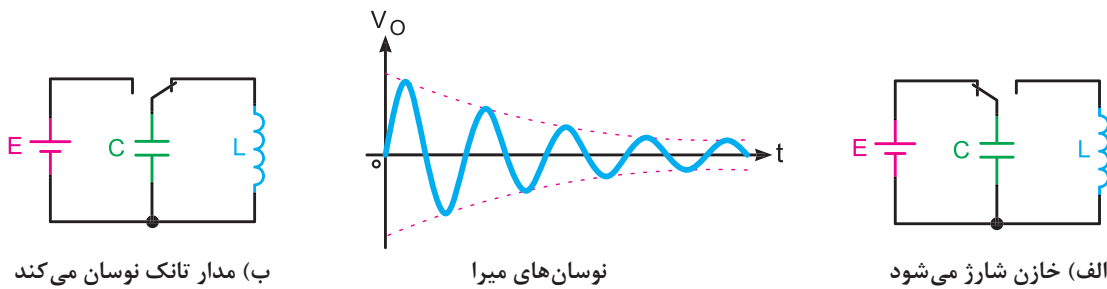
در شکل ۲۷ بخش‌های مورد نیاز جهت نوسان‌سازی صورت بلوک دیاگرام ترسیم شده است.

### یک اسیلاتور چگونه به نوسان درمی آید؟

- سه مرحله از تولید نوسان‌ها در نوسان‌ساز به ترتیب عبارت‌اند از:
- الف) مرحله روشن کردن دستگاه با زدن کلید
  - ب) مرحله تولید سیگنال اولیه
  - ج) مرحله پایدار شدن نوسان‌ها

### اصل بارک هاوزن (Barkhausen Criterion)

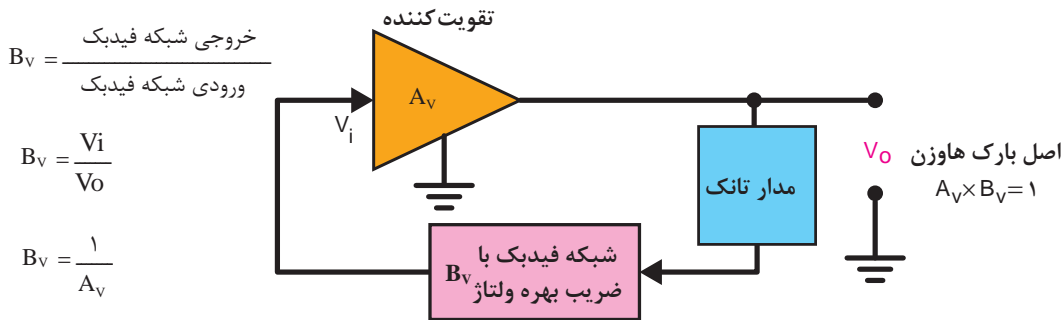
بنابر اصل بارک هاوزن، زمانی نوسان‌های یک نوسان‌ساز پایدار می‌شود که حاصل ضرب بهره ولتاژ تقویت‌کننده در  $BV$  که ضریب بهره ولتاژ مدار فیدبک نامیده می‌شود برابر یک شود ( $AV \times BV = 1$ ). به‌طور کلی هرگاه یک سیم‌پیچ با یک خازن به‌صورت موازی بسته شود؛ مدار تانک شکل می‌گیرد. با اعمال یک پالس در مدار تانک، انرژی را در خازن ذخیره می‌شود. این انرژی در داخل سیم‌پیچ تخلیه می‌شود و میدانی را در اطراف آن به‌وجود می‌آورد. وقتی خازن کاملاً دشارژ شد، انرژی ذخیره‌شده در سیم‌پیچ خازن را مجدداً شارژ می‌کند و نوسان‌ها تداوم می‌یابد. در شکل ۲۸- الف نحوه شارژ خازن (تولید پالس) و در شکل ۲۸- ب نحوه تولید نوسان در مدار تانک، نشان داده شده است.



شکل ۲۸- تولید نوسان در مدار تانک

در صورتی که مقاومت اهمی سیم‌پیچ صفر و مقاومت عایق خازن بی‌نهایت باشد، نوسان‌ها پایدار خواهد شد. از آنجا که عملاً این مقادیر صفر و بی‌نهایت نیستند، نوسان‌ها پایدار نخواهد بود و بعد از مدت زمان معینی، که مقدار آن به مقاومت سیم‌پیچ بستگی دارد، میرا می‌شود. فرکانس نوسان‌ها از رابطه 
$$F_T = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$
 قابل محاسبه است.

برای پایدار کردن نوسان‌های میرا شونده از تقویت‌کننده و مدار فیدبک استفاده می‌شود. طبق اصل بارک هاوزن زمانی نوسان‌ها پایدار می‌شود که ضریب تقویت ولتاژ در مدار فیدبک از نظر عددی برابر با عکس ضریب تقویت ولتاژ مدار تقویت‌کننده شود. در شکل ۲۹ بلوک دیاگرام یک نوسان‌ساز رسم شده است. در اغلب نوسان‌سازها از مدار تانک به‌عنوان شبکه فیدبک استفاده می‌شود.



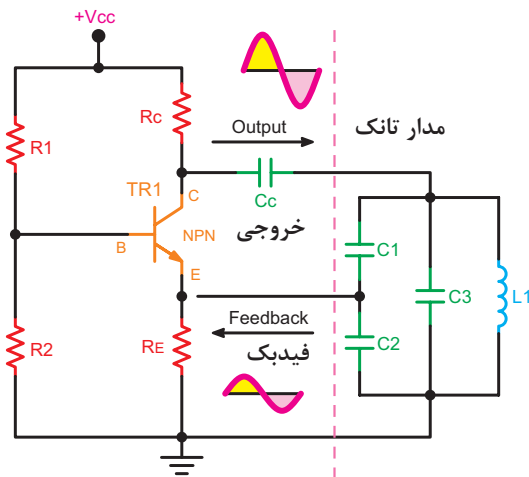
شکل ۲۹- بلوک دیاگرام نوسان ساز

### انواع نوسان سازهای سینیوسی

در زمان‌های قدیم از لامپ‌های خلأ به عنوان تقویت کننده در نوسان سازها استفاده می کردند.

امروزه استفاده از ترانزیستورهای، FET،BJT تقویت کننده‌های عملیاتی (Op Amp) مدارهای منطقی و سایر آی سی‌ها در مدارهای نوسان ساز بسیار متداول است.

با توجه به نحوه فیدبک و آرایش مدار، انواع نوسان سازهای هارنلی، آرمسترانگ، کول پیترس و... شکل می گیرد. نوسان ساز مورد آزمایش، یک نوسان ساز کول پیترس است، که از نظر آرایش مدار تقویت کننده، به صورت بیس مشترک است (شکل ۳۰)



شکل ۳۰- نوسان ساز کول پیترس

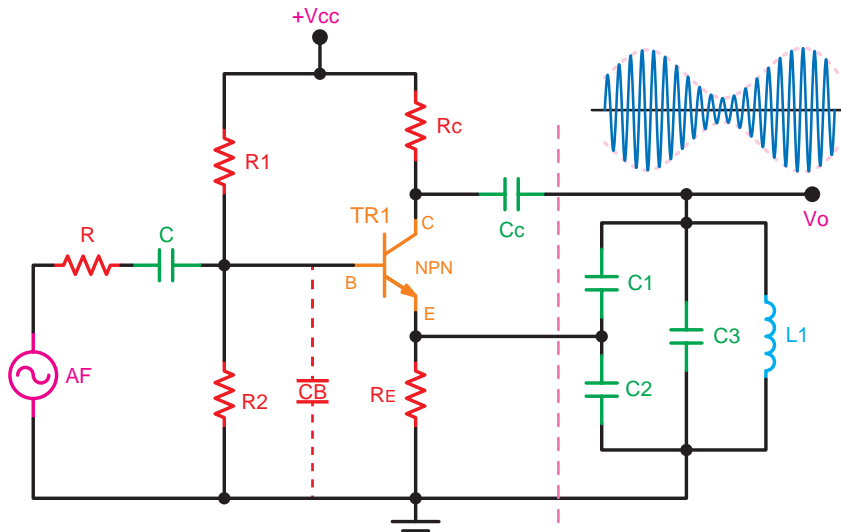
مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  از طریق خط تغذیه، ولتاژ بیس را تأمین می کنند و مقاومت‌های  $R_E$ ، ضمن تثبیت حرارت، به عنوان مقاومت ورودی امیتر نیز استفاده شده است. مقاومت  $R_C$  به انضمام مدار تانک، متشکل از  $L_1$ ،  $C_1$  و  $C_2$ ، بار کلکتور را تشکیل می دهد. چون ورودی به امیتر و خروجی از کلکتور دریافت شده است، لذا ترانزیستور به صورت بیس مشترک است.

مقاومت  $R_C$ ، ولتاژ  $V_{cc}$  به کلکتور می رساند و ترانزیستور را بایاس می کند.

خازن‌های  $C_1$  و  $C_2$ ، ولتاژ خروجی را تقسیم می کنند. ولتاژ دو سر  $C_2$ ، که جزئی از ولتاژ خروجی است، به دو سر مقاومت  $R_E$ ، که ورودی مدار تقویت کننده است، اعمال می شود. چون مدار به صورت بیس مشترک اتصال دارد، به ایجاد اختلاف فاز، بین ورودی و خروجی نیاز خواهد بود. مقادیر مقاومت‌های  $R_1$ ،  $R_2$ ،  $R_C$  و  $R_E$  و خازن‌های  $C_1$  و  $C_2$  باید طوری انتخاب شود که اصل بارک هاوزن در مدار صدق کند. در غیر این صورت، مدار نوسان نخواهد کرد.

نسبت خازن‌های  $C_1$  و  $C_2$  از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا عملاً مقدار ظرفیت این خازن‌هاست که ضریب تضعیف مدار را تعیین می‌کند. نقطه کار مدار نیز در پایدار شدن نوسان‌ها دخالت مستقیم دارد. زیرا با جابه‌جایی نقطه کار، امپدانس ورودی و خروجی مدار تغییر می‌کند و مقدار  $A_V$  کم‌وزیاد می‌شود و در نهایت ممکن است شرایطی پدید آید که  $A_V \times B_V$  (ضریب تقویت کننده  $\times$  ضریب تقویت شبکه فیدبک) مساوی یک نشود و مدار از نوسان بیفتد.

با قرار دادن یک خازن بین بیس و شاسی، می‌توان میزان  $A_V$  مدار را افزایش داد. در شکل ۳۱ این خازن با خط چین نشان داده شده است. چون می‌خواهیم از این مدار، به‌عنوان مدولاتور، نیز استفاده کنیم از این‌رو مدار طوری طراحی شده است که نیاز به خازن بای پاس بیس ندارد. با اعمال ولتاژ مدوله کننده مناسب به بیس ترانزیستور، مدار اسیلاتور تبدیل به مدولاتور AM می‌شود. در شکل ۳۱ نحوه تبدیل اسیلاتور را به مدولاتور نشان داده‌ایم.



شکل ۳۱- مدولاتور AM

مقدار فرکانس نوسان‌ساز به ظرفیت خازن‌های  $C_1$ ،  $C_2$  و  $C_3$ ، ضریب خودالقایی سیم‌پیچ  $L_1$  و امپدانس ورودی و خروجی مدار ترانزیستوری بستگی دارد. چنان‌چه از امپدانس ورودی و خروجی صرف‌نظر کنیم، مقدار فرکانس رزونانس به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_{eq} = C_{12} || C_3 = C_{12} + C_3$$

$$F_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_{eq}}}$$



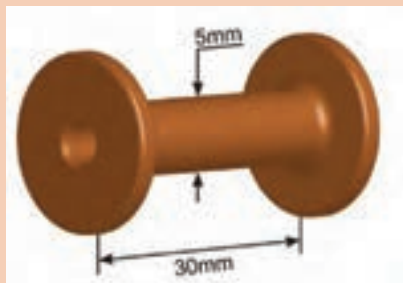
## چگونگی ساختن سیم پیچ (سلف) برای نوسان ساز



۱ برای ساختن سلف نوسان ساز که دارای ضریب خودالقایی حدود ۳۰۰ میکرو هانری است، می‌توانند هسته فریتی مطابق شکل روبه‌رو را با ابعاد نشان داده شده انتخاب کنید.



۲ روی هسته را حدود ۷۵ دور سیم تلفنی روکش دار یا نوع سیم دیگر بپیچید. سیم پیچ با ضریب خودالقایی  $300 \mu H$  ساخته می‌شود. شکل روبه‌رو سیم پیچ ساخته شده و مقدار اندوکتانس آن را توسط دستگاه پل LRC متر نشان می‌دهد.



می‌توان از هسته فریتی استوانه‌ای و قرقره مناسب آن برای ساختن سیم پیچ استفاده کنید. شکل روبه‌رو این قرقره و ابعاد آن را نشان می‌دهد.



اگر حدود ۷۵ تا ۸۰ دور سیم لاکه ۲۰/۰ را روی این هسته فریتی بپیچید سلفی با ضریب القایی حدود ۳۰۰ میکروهانری به وجود می‌آید. شکل روبه‌رو نمونه ساخته شده این سیم پیچ را نشان می‌دهد.

۳ پس از ساختن سیم پیچ از پل LCR متر استفاده کنید و ضریب خودالقایی سیم پیچ ساخته شده را اندازه بگیرید. در صورتی که ضریب خودالقایی سیم پیچ، ۳۰۰ میکروهانری نباشد با کم و زیاد کردن تعداد در سیم، ضریب خودالقایی را برابر با ۳۰۰ میکروهانری تنظیم کنید. توجه داشته باشید بعد از پیچیدن سیم روی قرقره، روی سیم را با چسب کاغذی و یا هر چسب دیگری محکم کنید، تا سیم پیچیده شده باز نشود و لایه‌های سیم پیچ از هم جدا نگردد.



در صورتی که ابعاد فریت شما با ابعاد داده شده متفاوت است با تغییر تعداد دور و با استفاده از LCR متر، به سلف ۳۰۰ میکروهانری برسید

توجه



تحقیق کنید

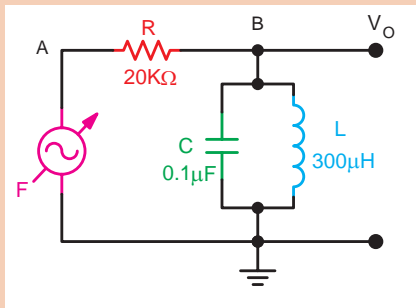


فعالیت کارگاهی



در مورد پل LCR متر تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

### مراحل اجرای آزمایش مشاهده نوسان‌های میرا شونده



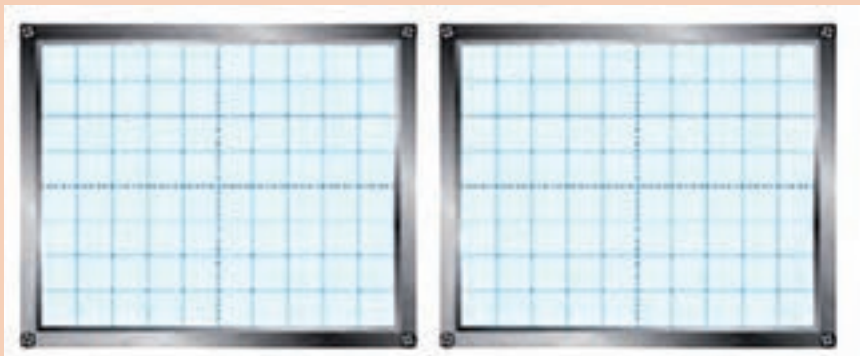
۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد بُرد ببندید.

۲ فانکشن ژنراتور را روی سیگنال مربعی قرار دهد و فرکانس آن را روی یک کیلوهرتز تنظیم کنید و دامنه خروجی فانکشن ژنراتور را روی بیش‌ترین مقدار بگذارید. در صورتی که سیگنال میرا ظاهر نشد دامنه و فرکانس ژنراتور را کمی تغییر دهید.

۳ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطه A و پروب کانال دو اسیلوسکوپ را به نقطه B متصل کنید.

۴ کلید DC\_GND\_AC اسیلوسکوپ را در وضعیت AC بگذارید.

۵ شکل موج نقاط A و B را روی نمودارهای زیر رسم کنید.



۶ روی کدام لبه موج مربعی نوسان‌های میرا شونده ظاهر شده است؟ شرح دهید.

۷ فرکانس نوسان‌های میرا شونده را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

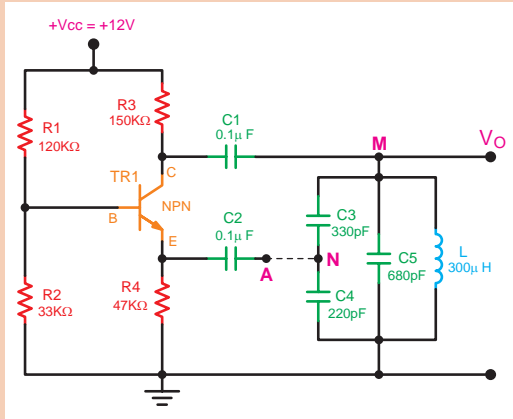
۸ تعیین کنید فرکانس اندازه‌گیری شده چند برابر فرکانس ورودی است؟ شرح دهید.

۹ مقدار فرکانس ورودی را یکبار روی ۵ کیلوهرتز و بار دیگر روی صد کیلوهرتز بگذارید و اثر آن را روی سیگنال نقاط A و B مشاهده کنید و نتایج به‌دست‌آمده را بنویسید.

۱۰ خازن ۰/۱ میکرو فارادی را، که با سیم‌پیچ موازی است، بردارید و بررسی نمایید آیا باز هم نوسان‌های میرا شونده ظاهر می‌شود؟ نتایج را تجزیه و تحلیل کنید.



## آزمایش نوسان ساز کول پیتس



۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد برد ببندید. توجه داشته باشید که پایه‌های سیم‌پیچ به‌طور صحیح به مدار اتصال داده شود. در این مرحله نقطه N را به A وصل نکنید.

۲ اتصال بین A و N را برقرار کنید.

۳ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطه M و سیم زمین آن را به سیم مشترک مدار وصل کنید. منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت DC قرار دهید.

۴ مدار را راه‌اندازی کنید. چنان چه نوسان پایدار

سینوسی در خروجی ظاهر نشد، منبع تغذیه را خاموش کنید و مدار را مجدداً مورد بررسی قرار دهید، برای اطمینان از صحت کار مدار باید  $V_{CE}$  تقریباً نصف  $V_{CC}$  باشد.

۵ چنان چه مدار راه‌اندازی شد، اتصال بین نقاط A و N را بردارید. در این حالت مدار از نوسان بازمی‌ایستد.

۶ ولتاژ DC پایه‌های بیس، امیتر و کلکتور ترانزیستور را استفاده از مولتی‌متر (نسبت به شاسی) اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

۷ با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، کلاس کار تقویت‌کننده را مشخص کنید. تقویت‌کننده در چه ناحیه‌ای کار می‌کند؟ شرح دهید.

۸ اتصال بین A و N را مجدداً برقرار کنید.

۹ مقادیر ولتاژ بایاس ترانزیستور را در این حالت اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

۱۰ مقادیر به‌دست‌آمده در مرحله ۷ را باهم مقایسه کنید. آیا مقادیر باهم تطبیق می‌کند؟ توضیح دهید.

۱۱ شکل موج نقاط A و M را با مقیاس مناسب به فاز آنها روی نمودار رسم کنید. توجه داشته باشید که شکل موج نقطه A ولتاژ ورودی و شکل موج نقطه M ولتاژ ورودی و شکل موج نقطه M ولتاژ خروجی است.

۱۲ آیا ولتاژ ورودی و خروجی باهم هم‌فاز هستند؟

۱۳ مقدار فرکانس و ولتاژ پیک تا پیک سیگنال ورودی و خروجی را اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

۱۴ مقدار  $A_V$  مدار تقویت‌کننده را، با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، از رابطه  $A_V = \frac{V_{opp}}{V_{inpp}}$  محاسبه کنید.

به چه دلیل در نوسان‌ساز کول پیتس بین سیگنال ورودی و خروجی اختلاف‌فاز وجود ندارد؟

تحقیق کنید

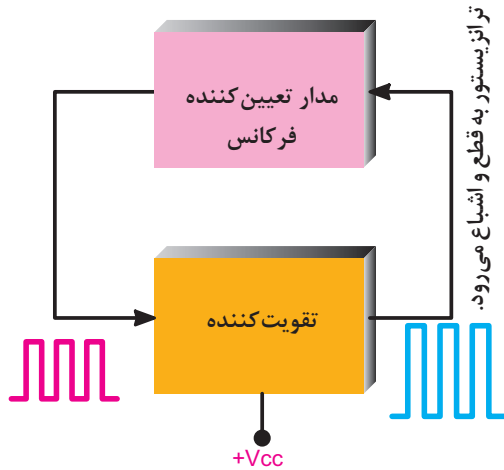


تحقیق کنید



چرا در مدار نوسان‌ساز کول پیتس از تقویت‌کننده بیس مشترک استفاده شده است و چرا روی بیس ترانزیستور نوسان‌ساز مورد آزمایش، خازن بای‌پس وجود ندارد؟

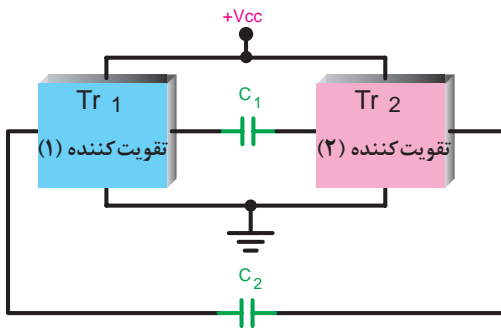
## تولید نوسان مربعی



اگر شرایط مدار طوری تنظیم شود که تقویت کننده مدار به قطع و اشباع برود سیگنال مربعی تولید می‌شود این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که مدار رزونانس LC در مدار وجود نداشته باشد.

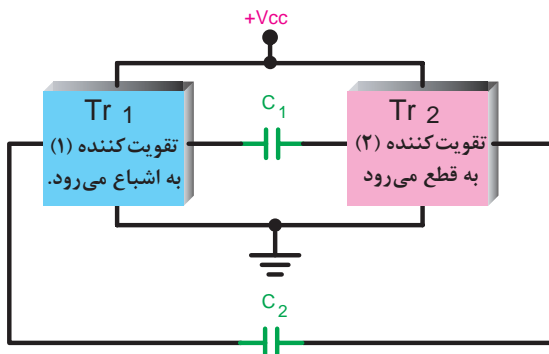
شکل ۳۲- ترانزیستور به قطع و اشباع می‌رود و نوسان‌ها تداوم می‌یابد.

## نوسان ساز موج مربعی (مولتی ویراتور آستابل)



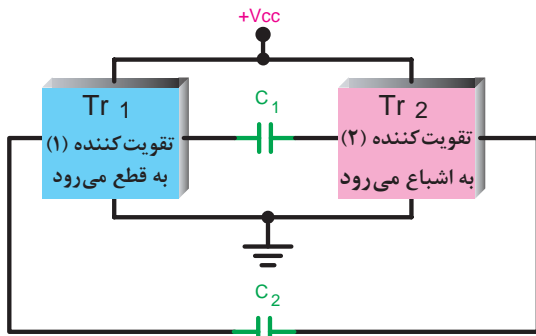
شکل ۳۳- شکل بلوکی نوسان ساز

مدار این نوسان ساز شامل دو تقویت کننده اشباع شده است که خروجی هر یک به ورودی دیگری با کوپلاژ خازنی متصل شده است. در شکل ۳۳ این نوسان ساز به صورت بلوکی نشان داده شده است.



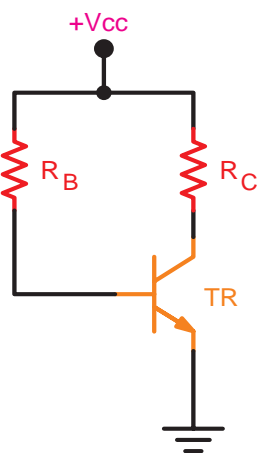
هنگامی که یک تقویت کننده در اشباع قرار دارد تقویت کننده دیگر به قطع می‌رود. در شکل بلوکی ۳۴ این حالت نشان داده شده است.

شکل ۳۴- یکی از تقویت کننده‌ها قطع و دیگری اشباع می‌شود.



شکل ۳۵- وضعیت تقویت کننده‌ها تغییر نموده است.

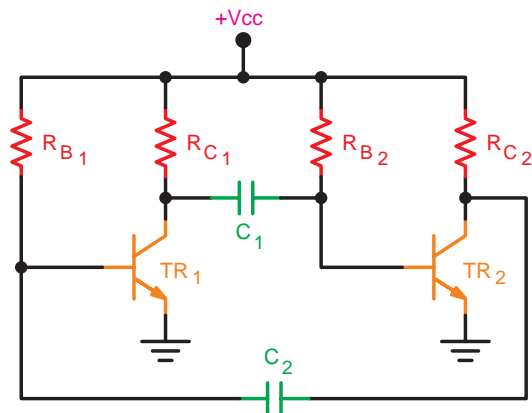
وضعیت قطع و اشباع تقویت کننده‌ها دوام چندانی ندارد و پس از مدتی، تقویت کننده حالت قطع به حالت اشباع می‌رود و تقویت کننده اشباع شده قطع می‌شود. شکل بلوکی ۳۵ وضعیت تقویت کننده‌ها را در این حالت نشان می‌دهد.



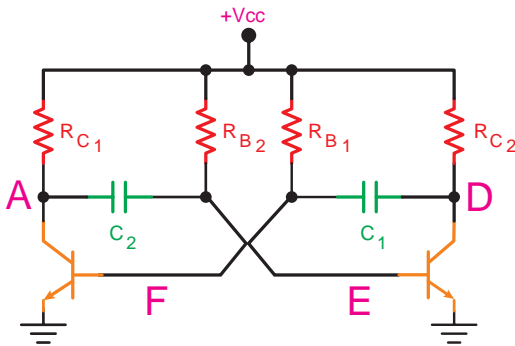
شکل ۳۶- مدار تقویت کننده.

این سیکل به طور نامحدود تکرار می‌شود. مدار تقویت کننده در مولتی ویبراتور آستابل معمولاً از نوع بایاس مستقیم است. شکل ۳۶ مدار تقویت کننده را نشان می‌دهد.

در شکل ۳۷ مدار نوسان ساز موج مربعی (مولتی ویبراتور آستابل) با دو تقویت کننده ترانزیستوری رسم شده است.



شکل ۳۷- مدار مولتی ویبراتور

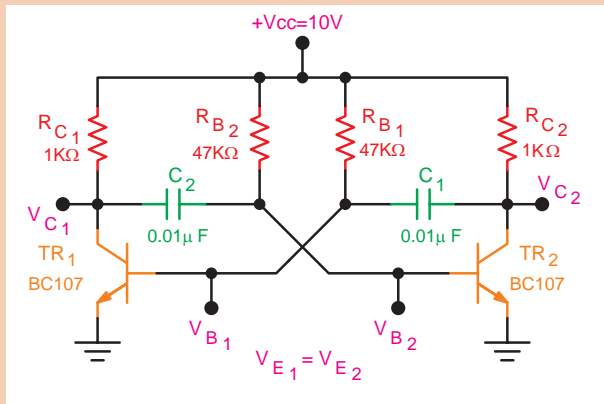


شکل ۳۸- مدار مولتی وایراتور آستایل

این مدار به صورت شکل ۳۸ نیز می‌توان نشان داد.

### آزمایش نوسان ساز کول پیتس

۱ مدار شکل زیر را روی برد ببندید.



۲ منبع تغذیه را به مدار وصل کنید و مدار را راه‌اندازی کنید.

۳ به کمک ولت‌متر DC، ولتاژ پایه‌های بیس و امیتر و کلکتور هر ترانزیستور را، نسبت به شاسی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۴ به کمک اسیلوسکوپ ضمن مشاهده شکل موج‌های  $V_{C1}$ ،  $V_{B1}$ ،  $V_{C2}$ ،  $V_{B2}$ ، آنها را در نمودارهایی با حفظ رابطه زمانی رسم کنید.

۵ مقدار پیک تا پیک هر یک از موج‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۶ زمان تناوب هر یک از سیگنال‌ها را اندازه‌گیری کنید و یادداشت کنید.

در مورد نوسان ساز موج مربعی با آی‌سی ۵۵۵ تحقیق کنید.

فیلم مربوط به انواع مدولاتور و آشکارساز AM را مشاهده کنید.

فعالیت  
کارگاهی



تحقیق کنید

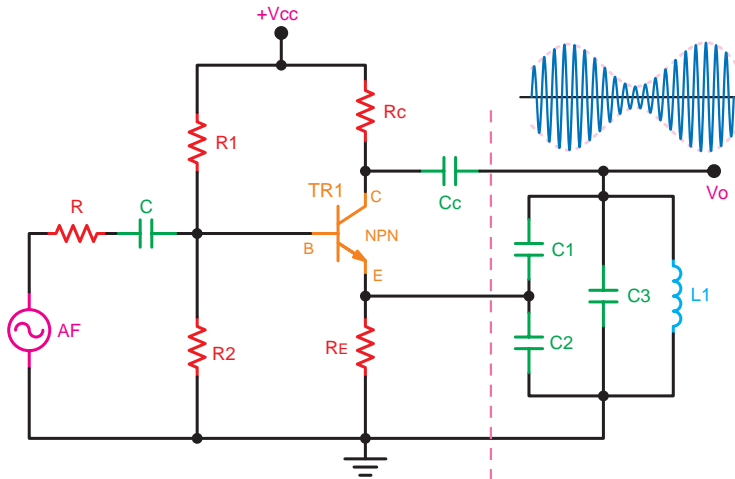


فیلم

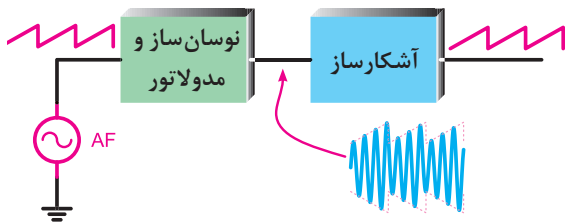


## مدولاتور و آشکارساز AM

با اعمال سیگنال مدوله کننده مناسب به بیس ترانزیستور، مدار اسیلاتور به مدولاتور AM تبدیل می شود. در شکل ۳۹ نحوه تبدیل اسیلاتور را به مدولاتور نشان داده ایم.

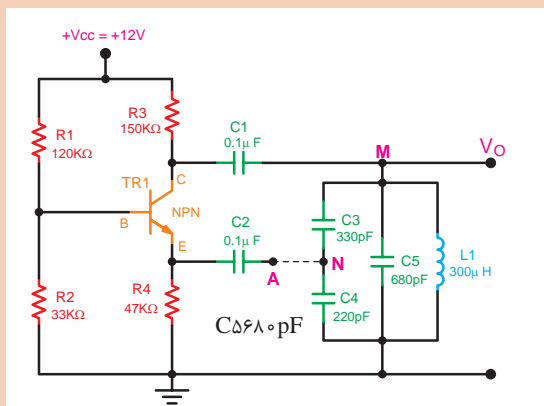


شکل ۳۹- مدولاتور AM



شکل ۴۰- بلوک دیاگرام نوسان ساز، مدولاتور و آشکارساز

با اضافه کردن مدار آشکارساز، به آسانی می توانیم سیگنال مدوله کننده اولیه را مجدداً بازسازی کنیم. زمانی مدار درست کار می کند که سیگنال خروجی آشکارساز، دقیقاً مشابه سیگنال ورودی است. در شکل ۴۰، مجموعه بلوک دیاگرام نوسان ساز، مدولاتور و آشکارساز را ملاحظه کنید. به مشابه بودن سیگنال ورودی و خروجی توجه کنید. در این مدار، سیگنال پیام را دندان‌اره‌ای در نظر گرفته ایم.



### آزمایش نوسان ساز کول پیتس

#### الف) نوسان سازی

۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد برد ببندید.

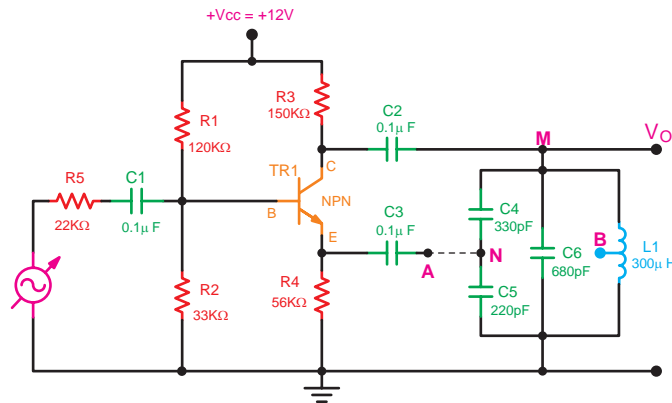
فعالیت  
کارگاهی



- ۲ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطه M و سیم زمین آن را به سیم مشترک مدار وصل کنید.
- ۳ منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت DC قرار دهید و تغذیه را به مدار وصل کنید و مدار را راه‌اندازی کنید.
- ۴ در این شرایط باید مدار نوسان کند. چنانچه نوسان‌های پایدار سینوسی در خروجی ظاهر نشد، منبع تغذیه را خاموش کنید و مدار را مجدداً مورد بازرسی قرار دهید.
- ۵ مقدار فرکانس و ولتاژ پیک تا پیک سیگنال ورودی و خروجی مدولاتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

### ب) مدولاتور AM

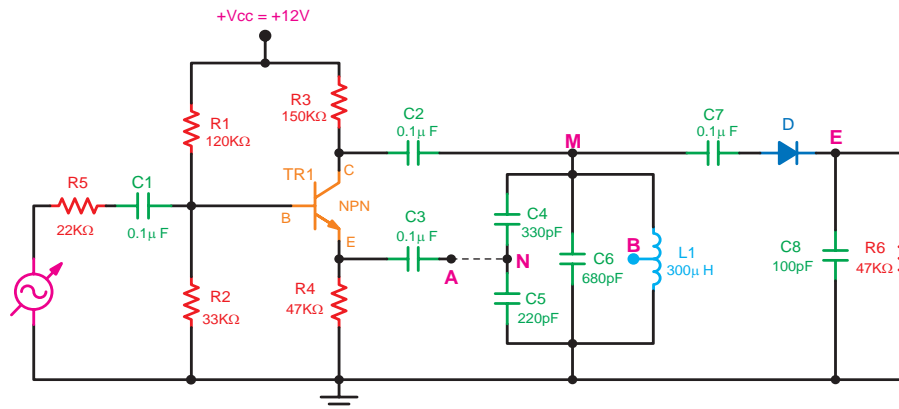
- ۱ فانکشن ژنراتور AF را طبق شکل زیر به ورودی بیس ترانزیستور نوسان‌ساز متصل کنید.



- ۲ بررسی کنید که آیا مدار، به نوسان درآمده است یا خیر؟ در صورتی که مدار دارای نوسان پایدار است، اسیلوسکوپ را روی محدوده میلی‌ثانیه بیاورید به طوری که شکل موج سیگنال RF کاملاً فشرده و نورانی شود.
- ۳ خروجی فانکشن ژنراتور را روی یک کیلوهرتز قرار دهید.
- ۴ دامنه سیگنال خروجی فانکشن ژنراتور را آن قدر افزایش دهید تا مدولاسیون ۵۰ درصد به وجود آید. یعنی  $E_m = E_c$  شود. سپس شکل موج خروجی را رسم کنید.
- ۵ دامنه سیگنال AF را افزایش دهید تا مدولاسیون صد درصد به وجود آید، یعنی شود. سپس شکل موج خروجی را رسم کنید.
- ۶ درصد مدولاسیون را از روی شکل موج رسم شده اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.
- ۷ دوزنقه مدولاسیون را برای مدولاسیون ۵۰ درصد و صد درصد به دست آورید.
- ۸ درصد مدولاسیون را از روی دوزنقه مدولاسیون اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.
- ۹ مقادیر به دست آمده در مراحل بالا را مقایسه کنید. آیا مقادیر باهم مطابقت دارند؟ شرح دهید.
- ۱۰ فانکشن ژنراتور AF را روی موج مربعی با فرکانس ۱ kHz قرار دهید و درصد مدولاسیون را روی ۵۰ درصد بگذارید. شکل موج خروجی را روی نموداری ترسیم کنید.
- ۱۱ شکل موج‌های نشان داده شده در نمودارهایی ترسیم کرده و با هم مقایسه و نتایج حاصل را تشریح کنید.
- ۱۲ فانکشن ژنراتور AF را روی فرکانس یک کیلوهرتز مثلثی قرار دهید و شکل موج خروجی را با مدولاسیون ۵۰ درصد و صد درصد روی نمودار رسم کنید.

## ج) آشکارسازی سیگنال مدوله شده و مقایسه آن با سیگنال ورودی

- ۱) فانکشن ژنراتور AF را روی سیگنال سینوسی با فرکانس یک کیلوهرتز قرار دهید و دامنه مدولاسیون ۵۰ درصد باشد.
- ۲) منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور را خاموش کنید.
- ۳) مدار آشکارساز را طبق شکل زیر به مدار شکل قبل اضافه کنید. توجه داشته باشید که در این آزمایش، وارد اصول آشکارسازی نخواهید شد و هدف، مقایسه سیگنال ورودی مدولاتور و خروجی آشکارساز است.



برای مشاهده شکل موج آشکار شده مناسب در اسیلوسکوپ‌های مختلف می‌توان از خازن مناسب دیگری به جای خازن  $C_8$  (به طور مثال  $1\text{ nF}$ ) استفاده کرد.

- ۴) پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به دو سر سیگنال ژنراتور AF و پروب کانال ۲ را به خروجی آشکارساز (نقطه E) متصل کنید. سپس منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور را روشن کنید.
- ۵) شکل موج خروجی و ورودی را رسم کنید. شکل موج‌های رسم شده را باهم مقایسه کنید. آیا دو سیگنال کاملاً شبیه هم هستند؟ شرح دهید.
- ۶) در صورتی که پاسخ مرحله ۵ منفی باشد، باید مراحل آزمایش را تکرار کنید. یادآور می‌شود که این سیگنال‌ها از نظر دامنه، متفاوت‌اند ولی از نظر شکل موج و فرکانس، باید کاملاً مشابه باشند.

جدول زیر را تکمیل کنید.

۱- مدولاتور مورد آزمایش چه نوع مدولاتوری است؟	
۲- صافی (فیلتر) مدار آشکارساز چه نوع فیلتری است؟	
۳- شکل موج ورودی آشکارساز و خروجی آن را رسم کنید؟	
۴- آیا موج خروجی آشکار شده دارای ولتاژ DC است یا خیر؟	
۵- چنانچه جهت دیدن آشکارساز عوض شود شکل موج خروجی آشکار شده چگونه است؟ آن را رسم کنید.	

تحقیق کنید



تحقیق کنید



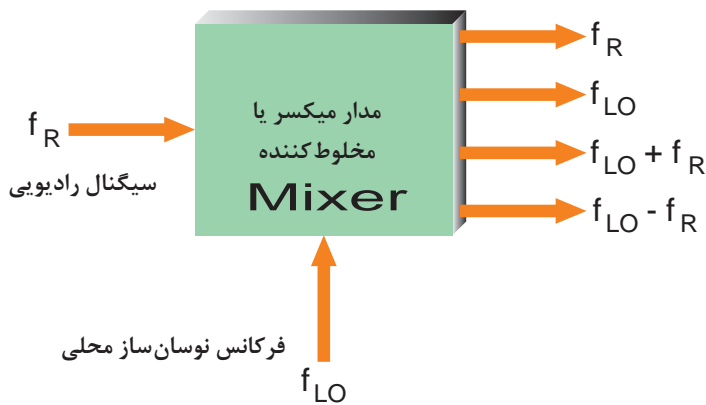
در مورد مدولاتور و آشکارساز AM و کاربرد آنها تحقیق کنید.



فیلم مربوط به مخلوط‌کننده‌ها را مشاهده کنید.

## مخلوط‌کننده (mixer)

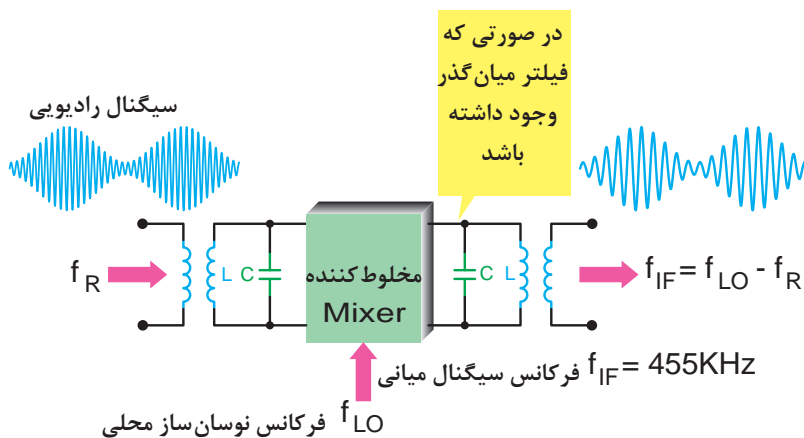
میکسر یا مخلوط‌کننده مداری است که دو سیگنال سینوسی را درهم ضرب می‌کند و از ضرب دو سیگنال چهار فرکانس ظاهر می‌شود. در شکل ۴۱، بلوک دیاگرام مخلوط‌کننده و فرکانس‌های ورودی و خروجی آن، نشان داده شده است.



شکل ۴۱- بلوک دیاگرام مخلوط‌کننده

معمولاً با قرار دادن یک فیلتر میان‌گذر (مدار هم‌هنگ LC) فرکانس تفاضل ( $f_{LO} - f_R$ ) را از سایر فرکانس‌ها جدا می‌کند.

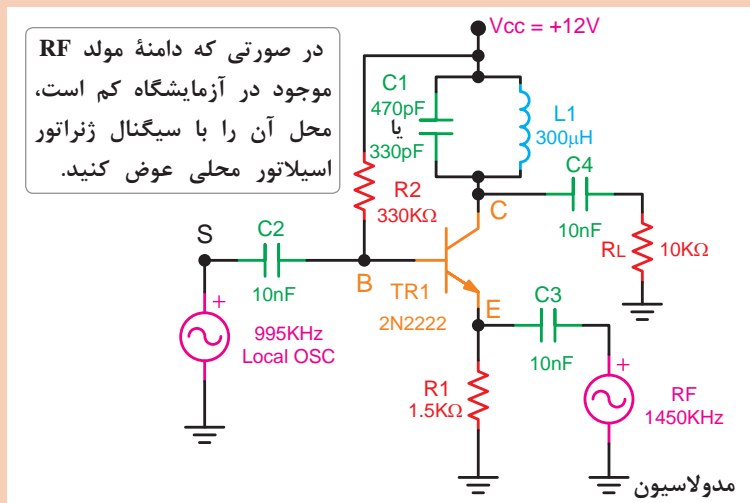
در رادیو معمولاً از مدار مخلوط‌کننده برای تبدیل فرکانس ایستگاه رادیویی RF به فرکانس IF، که برابر با ۴۵۵ کیلوهرتز است، استفاده می‌کنند. شکل ۴۲ بلوک دیاگرام مخلوط‌کننده و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن را نشان می‌دهد.



شکل ۴۲- امواج ورودی و خروجی مخلوط‌کننده



۱ مدار شکل زیر را بروی برد برد ببندید.



۲ به کمک مولتی متر مقادیر DC،  $V_b$ ،  $V_c$ ،  $V_e$  را اندازه گیری کنید و مقادیر را یادداشت کنید.

۳ سیگنال خروجی RF را روی مدولاسیون داخلی و فرکانس ۱۴۵۰ کیلوهرتز و  $m=0.4$  و دامنه  $200M_v$  تنظیم کنید، هم چنین خروجی ژنراتور AF را روی دامنه  $200M_v$  پیک تا پیک و فرکانس ۹۹۵ کیلوهرتز قرار دهید. سپس با سیم های مناسب آنها را به مدار اتصال دهید. برای به دست آوردن بهترین حالت، مقدار دامنه و فرکانس سیگنال ژنراتور را تغییر دهید.

۴ دوسر مقاومت بار  $R_L$  را به ورودی اسیلوسکوپ متصل کنید. فرکانس سیگنال ژنراتور RF را به گونه ای تغییر دهید که سیگنال خروجی را با حداکثر دامنه در روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. در صورت نیاز مقدار دامنه ورودی ها را تغییر دهید تا بهترین حالت (فرکانس موج مدوله شده AM با فرکانس IF بدون اعوجاج) به دست آید. مدار زمانی به طور صحیح کار می کند که با قطع کردن هر یک از ورودی ها، خروجی IF حذف شود.

۵ شکل موج های نقاط C، E، S را، به ترتیب با اسیلوسکوپ مشاهده کنید. سپس آنها را بر روی نمودار رسم کنید.

۶ شکل موج ها را باهم مقایسه کنید. آیا عمل مخلوط کنندگی انجام شده است؟ توضیح دهید.

در مورد مخلوط کننده ها و کاربرد آنها تحقیق کنید.



جدول ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، دآوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ قطعات مخابراتی و طرز کار آنها را بررسی نماید.</p> <p>۲ بررسی انواع فیلترها و کار برد آنها در مدارهای مخابراتی.</p> <p>۳ کار با مدارهای مدولاسیون و نوسان‌ساز و مخلوط‌کننده‌ها.</p> <p>هنرجو، توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	<p>بالاتر از حد انتظار</p>		<p>بررسی وسایل و قطعات مخابراتی</p>	
۲	<p>۱ قطعات مخابراتی و طرز کار آنها را بررسی نماید.</p> <p>۲ بررسی انواع فیلترها و کاربرد آنها در مدارهای مخابراتی.</p> <p>۳ کار با مدارهای مدولاسیون و نوسان‌ساز و مخلوط‌کننده‌ها.</p> <p>هنرجو، توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	<p>در حد انتظار</p>	<p>بستن مدارهای مخابراتی و تجزیه و تحلیل آنها</p>		<p>کاربری تکنیک‌های مخابراتی</p>
۱	<p>۱ قطعات مخابراتی و طرز کار آنها را بررسی نماید.</p> <p>۲ بررسی انواع فیلترها و کاربرد آنها در مدارهای مخابراتی.</p> <p>۳ کار با مدارهای مدولاسیون و نوسان‌ساز و مخلوط‌کننده‌ها.</p> <p>هنرجو، توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	<p>پایین تر از حد انتظار</p>		<p>عملکرد مدارهای مخابراتی</p>	
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## ارزشیابی شایستگی کاربری تکنیک‌های مخابراتی

<p><b>۱- شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ اجزای مخابراتی را بررسی نماید.</li> <li>■ انواع فیلترها را بررسی نماید.</li> <li>■ انواع مدولاسیون را بررسی نماید.</li> <li>■ انواع نوسان‌سازها را بررسی نماید.</li> </ul>			
<p><b>۲- استاندارد عملکرد:</b> بررسی و تجزیه و تحلیل کردن مدارهای کاربردی مخابرات .</p> <p><b>۳- شاخص‌ها:</b> بررسی کامل از مدارهای مخابراتی کاربرد آنها</p>			
<p><b>۴- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</b> شرایط: کلاس مناسب همراه با پرده‌نگار باشد. ابزار و تجهیزات:</p>			
<p><b>۵- معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	کار قطعات مخابراتی و کار با آنها	۲	
۲	کار با انواع فیلترها و تجزیه و تحلیل آنها	۱	
۳	کار با انواع مدولاسیون‌ها و کاربرد آنها	۱	
۴	کار با انواع نوسان‌سازها و کاربرد آنها	۱	
	<p>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:</p> <p>۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای</p>		۲
	میانگین نمرات		*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.			

# پودمان ۵

## کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS



### آیا تاکنون پی برده‌اید

- دریانوردان در هنگام موج شدن با خطر، چگونه درخواست کمک می‌کنند؟
- سامانه‌های الکترونیکی، چگونه می‌توانند به دریانوردان حادثه‌دیده، کمک کنند؟
- دریانوردان برابر استانداردهای جهانی، چه تجهیزات ایمنی الکتریکی بایستی به همراه داشته باشند؟

### استاندارد عملکرد

- هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی موسوم به GMDSS بوده و می‌کوشد تا هنرجویان چگونگی کار با این سامانه، سرویس، نگهداری و آماده‌به‌کار نگه‌داشتن تجهیزات و دستگاه‌های متعلق به این سامانه را فراگیرند.



شکل ۱- کشتی در وضعیت اضطراری

## GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System)

سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS به منظور فراهم آوردن مخابرات و شبکه موقعیت‌یابی جهانی برای دریانوردان توسعه داده شده است به گونه‌ای که هر دریانورد با کمترین دانش مخابراتی توانایی کاربری آن را داشته باشد. همچنین توانمندی ارائه یک سیستم قابل اعتماد هماهنگ به منظور هشدار دهی، جست‌وجو و نجات (SAR) را فراهم آورد.

سامانه GMDSS از ملزومات اولیه برای تمامی دریانوردان هست که تک تک عناصر این سامانه با احتمال بسیار بالا هر دریانورد را در آینده تحت تأثیر قرار خواهد داد. به طور سنتی سیستم وضعیت اضطراری و هشدار، که توسط کنوانسیون بین‌المللی ایمنی بقا در دریا (SOLAS) تعریف شده است، که این سیستم بر حول محور بگوش بودن مداوم تمامی شناورها بر روی یک بسامد ایستگاه رادیویی زمینی بنا گذاشته شده است. این بسامدها عبارت‌اند از:

- بسامد ۵۰۰ KHz در باند متوسط MF.
- بسامد ۲۱۸۲ KHz در باند متوسط MF.
- کانال ۱۶ باند VHF.

تمامی این بسامدهای به عنوان کانال‌های بین‌المللی فراخوانی در شرایط اضطراری اختصاص داده شده‌اند. در گذشته، دستگاه‌های رادیویی که بر روی شناور نصب می‌شدند به نوع شناور و به ماهیت سفر دریایی که برای آن شناور تعریف شده بود، بستگی داشته و مانند آنچه که برای سامانه GMDSS تعریف شده است، به منطقه جغرافیایی که دریانوردی در آن صورت می‌گرفت ارتباطی نداشتند. از آنجاکه برابر SOLAS، کمترین فاصله برای رسیدن به برد دستگاه‌های رادیویی شناور، ۱۵۰ مایل دریایی تعریف شده بود، از این رو کمک کشتی‌ها به یک شناور که در حالت اضطراری قرار داشت، تنها در فاصله کمتر ۱۵۰ مایل دریایی ممکن بود. در حالی که ارتباط رادیویی در فواصل بالا توسط سامانه GMDSS آسان‌تر شده است. به طور سنتی، تمامی شناورهای بالای ۱۶۰۰ تن از دو روش دستی جهت هشدار در مواقع اضطراری استفاده می‌کنند:

- ارسال پیام تلگراف با کدهای مرس در بسامد ۵۰۰ KHz باند MF.
- ارتباط رادیویی در بسامد ۲۱۸۲ KHz یا ۱۵۶,۸ MHz باند VHF (کانال ۱۶)

این دو سیستم‌ها دارای عیب اساسی بودند.

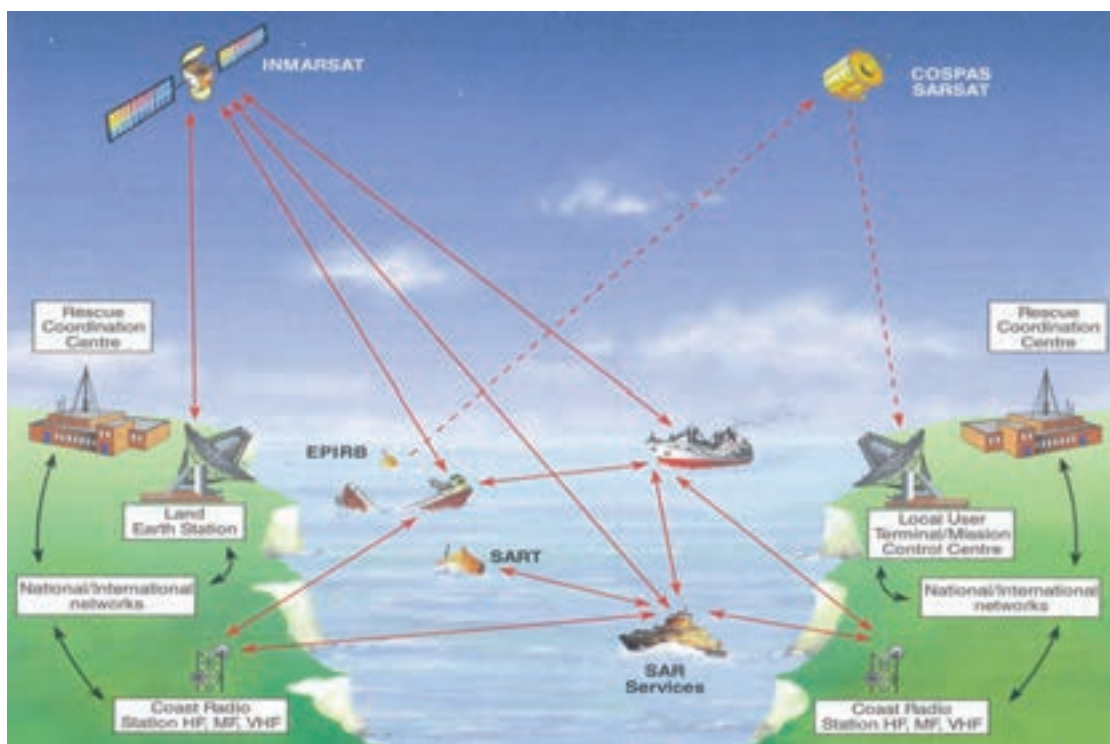
برای ارسال هشدار از طریق سیستم تلگراف، نیازمند کاربران آموزش‌دیده مرس در رده بالا بودند تا توانایی ارسال پیام در ترافیک بالای بسامد ۵۰۰ Khz را داشته باشند. این امر مستلزم آن بوده که هر شناور یک



افسر ویژه مخابرات به همراه داشته باشد که این هم موجب تقبل هزینه‌های روزافزون بود. از آنجاکه کشتی‌های اغلب در برقراری ارتباط در فواصل بالا، دچار مشکل بودند، از این رو مخابرات ماهواره‌ای به صورت فزاینده‌ای در دریانوردی‌های بین‌المللی مورد استفاده قرار گرفت.

شکل ۲- کشتی و بالگرد جست‌وجو و نجات (SAR: Search And Rescue)

پیشرفت سریع مخابرات ماهواره‌ای و فناوری دیجیتال، تأثیر زیادی بر استفاده آسان و قابلیت اطمینان تجهیزات دریایی داشت. مخابرات ماهواره‌ای، با بهره‌گیری از سیستم بسیار عالی Inmarsat، جهت استفاده دریانوردان از شبکه رادیویی جهانی به هنگام بروز شرایط اضطراری، دسترسی تقریباً سریعی را فراهم آورده است. همچنین بایستی توجه داشت، اگرچه سیستم ماهواره‌ای، مخابرات جهانی آنی را فراهم آورده است ولی این بدان معنی نیست که آنها فقط از شبکه رادیویی سیستم GMDSS برای هشدار شرایط اضطراری بهره می‌برند. ممکن است کشتی‌ها از روش‌های سنتی مخابرات بسامد بالای ایستگاه‌های زمین نیز استفاده کنند. در جریان مبحث GMDSS در سازمان بین‌المللی دریانوردی، این سازمان دستورالعمل بیان‌کننده نیازمندی‌های سامانه را منتشر کرد.



شکل ۳- سامانه GMDSS

مفهوم اولیه سامانه GMDSS، مسئولیت جست‌وجو و نجات (SAR) ساحلی می‌باشد. طی دریانوردی در مواجهه سریع با سوانح، بایستی به سرعت در خصوص هرگونه حادثه اضطراری که به وجود آمده است هشداردهی کرد. سپس آنها می‌توانند در یک عملیات جست‌وجو و نجات هماهنگ، با کمترین تأخیر، به منظور کمک به حادثه دیدگان اقدام نمایند. این اساس نامه به (۹) نه اصل از توابع معین مخابرات سوق داده می‌شود:

- ۱ هشدار اضطراری کشتی به ساحل: ارسال هشدار اضطراری کشتی به ساحل، بایستی حداقل به دو روش جداگانه مستقل انجام گیرد به گونه‌ای که هریک از آن روش‌ها از سرویس مخابرات رادیویی متفاوتی استفاده کرده باشند.

- ۲ دریافت هشدار اضطراری ساحل به کشتی.



- ۳ ارسال و دریافت هشدارهای اضطراری کشتی به ساحل.
- ۴ ارسال و دریافت پیام‌های مخابراتی هماهنگ جست‌وجو و نجات.
- ۵ ارسال و دریافت پیام‌های مخابراتی در صحنه.
- ۶ ارسال و دریافت سیگنال‌های موقعیت‌یابی. (فرستنده‌های راداری و تجهیزات استاندارد رادارهای ناوبری)
- ۷ ارسال و دریافت پیام‌های ایمنی دریایی.
- ۸ ارسال و دریافت پیام‌های مخابرات رادیویی عمومی از شبکه‌های رادیویی ایستگاه‌های ساحلی.
- ۹ مخابرات دوطرفه پل به پل.

تحقیق کنید



متولی سامانه GMDSS در کشور عزیزمان ایران چه ارگان یا سازمانی است؟

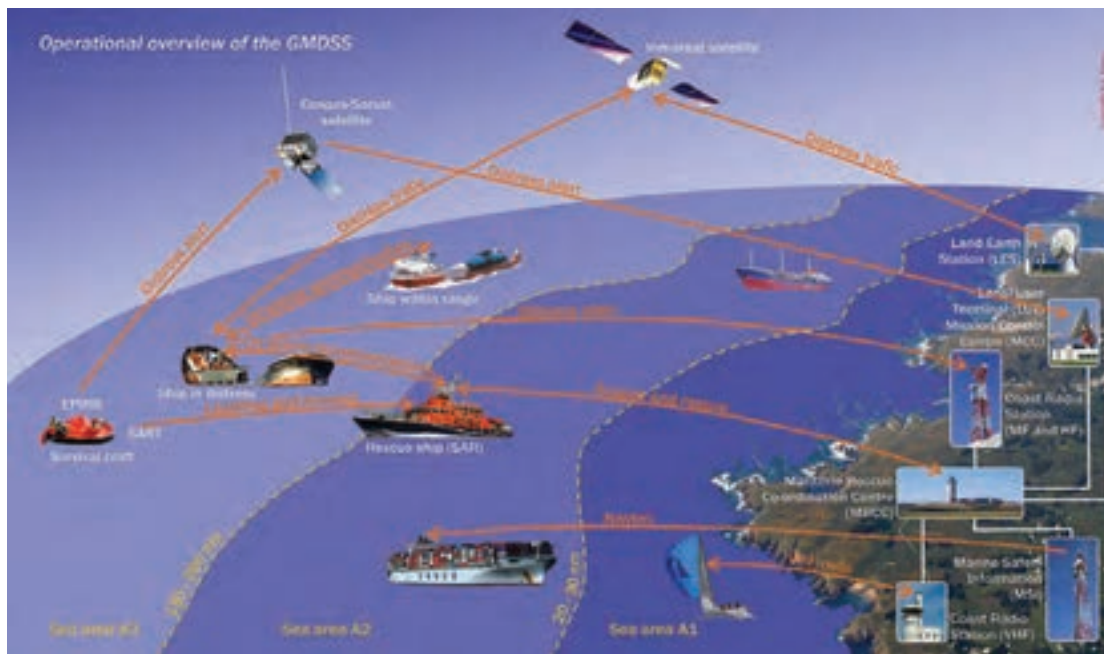
سازمان بین‌المللی دریانوردی، تجهیزات مخابرات رادیویی را که هر کشتی بسته به نوع و محل مأموریت در دریا باید به همراه داشته باشد و در زمان اضطرار، برابر دستورات (۹) نه‌گانه بالا ملزم به استفاده از آنها می‌باشد را مشخص کرده است.

مفهوم اولیه سامانه GMDSS در شکل ۳ به تصویر کشیده شده است. تصویر نشان می‌دهد، شناوری که در حالت اضطراری قرار گرفته است، به‌طور مؤثری در داخل شبکه رادیویی مرکب از تعداد زیادی زیرسیستم به‌هم پیوسته قرار گرفته است. اگر سانحه یا حادثه به‌درستی توسط تجهیزات رادیویی سامانه GMDSS پوشش داده شود، قابلیت هشداردهی و پیام‌رسانی با حوزه وسیعی از سایر ایستگاه‌های رادیویی را فراهم خواهد آورد. از این طریق، یک عملیات جست‌وجو و نجات متکی بر مرکز نجات هماهنگ ایجاد خواهد کرد. شناوری که در حالت اضطراری قرار گرفته باشد، معمولاً در موقعیتی نخواهد بود که بتواند از همه اجزای سیستم GMDSS نشان داده‌شده استفاده کند. سیستم مورد استفاده توسط کشتی در حالت اضطرار، بستگی به محدوده بُرد تجهیزات رادیویی نصب‌شده بر روی شناور دارد که آن نیز به‌نوبه خود وابسته به منطقه جغرافیایی دریانوردی کشتی می‌باشد. چهار منطقه دریایی توسط سازمان بین‌المللی دریانوردی به‌منظور برقراری ارتباط مخابراتی در شبکه رادیویی سیستم GMDSS تعیین گردیده است.

### تقسیم‌بندی نواحی دریایی

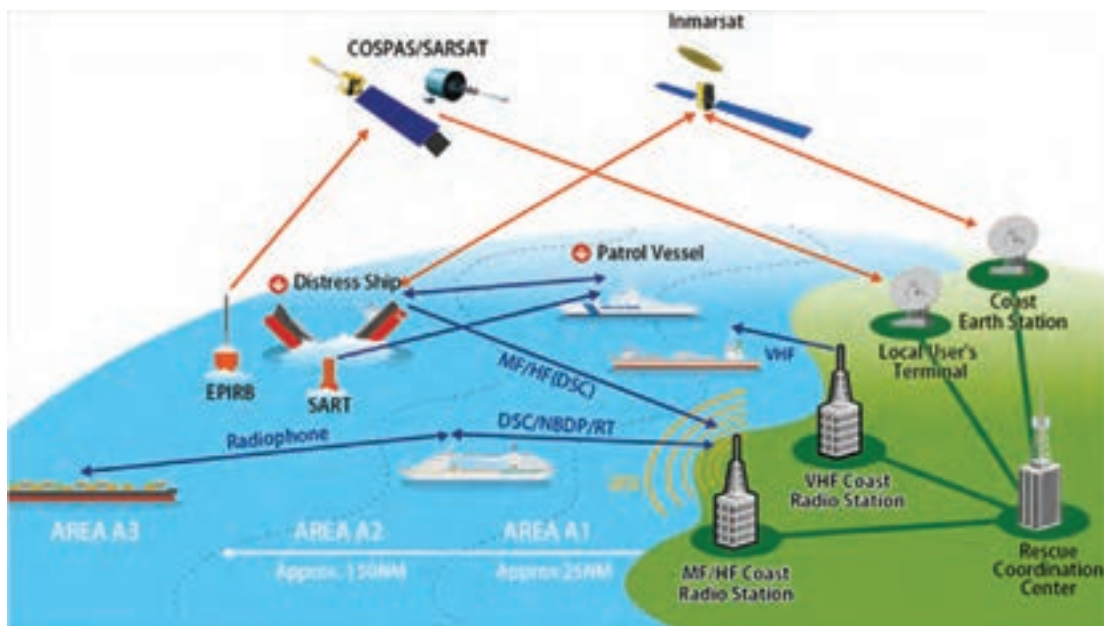
ضمن اینکه بایستی به خاطر داشته باشیم که سامانه GMDSS در مجموع یک سیستم جهانی بوده و ضرورت ندارد همه کشتی‌ها تجهیزات مخابراتی سامانه GMDSS با حداکثر برد رادیویی را به همراه داشته باشند. نوع تجهیزات رادیویی هر شناور، با توجه به منطقه عملیاتی که از سوی شناور اعلام می‌شود، تعیین می‌گردد. این نواحی به شرح زیر می‌باشند:

**ناحیه A1:** در محدوده مخابرات رادیویی، ایستگاه ساحلی باند VHF که سیستم هشداردهی مداوم باقابلیت صدازدن انتخابی دیجیتال (DSC) را فراهم می‌آورد. این محدوده حدود ۲۰ تا ۳۰ مایل دریایی از ساحل را دربرمی‌گیرد. از آنجاکه هزینه فراهم آوردن تعداد زیادی از ایستگاه‌های رادیویی VHF در خط ساحلی بالا می‌باشد، بسیاری از کشورها نسبت به تأسیس ایستگاه‌های ناحیه A1 اقدام نمی‌کنند. این بدان معنی است که کشتی‌هایی که در این ناحیه تردد می‌نمایند، بایستی با تجهیزات مختص ناحیه A2 پوشش داده شوند.



شکل ۴- تقسیم بندی نواحی دریانوردی

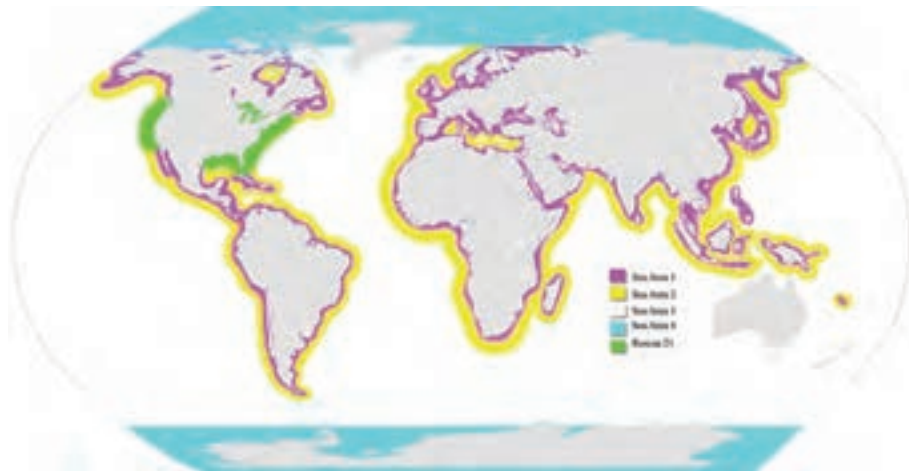
ناحیه A2: در محدوده مخابرات رادیویی ایستگاه ساحلی باند متوسط MF که سیستم هشداردهی اضطراری باقابلیت تماس بر پایه گزینش دیجیتالی (DSC: Digital Selective Calling) را فراهم می آورد. این محدوده حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ مایل دریایی از ساحل را دربرمی گیرد.



شکل ۵- تقسیم بندی نواحی دریانوردی

**ناحیه A۳:** این ناحیه شامل محدوده تحت پوشش ماهواره‌های سیستم Inmarsat بوده و هشدار دهی مداوم را فراهم آورده است. این محدوده تقریباً تمام سطح کره زمین بین عرض جغرافیایی  $75^{\circ}$  شمالی و  $75^{\circ}$  جنوبی را در برمی‌گیرد. از طرفی تمام سطح کره زمین برای آن دسته از شناورهایی که سیستم ماهواره‌ای کشتی - ساحل را انتخاب نموده‌اند، از مخابرات باند HF استفاده می‌کنند.

**ناحیه A۴:** تمام مناطق باقیمانده از سطح زمین، خارج از نواحی تحت پوشش ماهواره‌های Inmarsat که نواحی قطبی نامیده می‌شوند.



شکل ۶- تقسیم بندی نواحی دریایی و مناطق تحت پوشش سامانه اینمارست

### نیازمندی‌های تجهیزات قابل حمل با کشتی

تمام شناورهای بالای  $300$  تن که تابع مقررات سیستم GMDSS فعالیت می‌کنند، بایستی حداقل تجهیزات مخابراتی زیر را بر روی کشتی فراهم آورند:

۱ نصب رادیو VHF به منظور فراهم آوردن مخابرات بر روی کانال‌های ۱۳ و ۶ به همراه تجهیزات هشداردهی DSC بر روی کانال ۷۰.

۲ تعداد یک دستگاه گیرنده جهت مراقبت و نظارت DSC بر روی کانال ۷۰.

۳ تعداد دو دستگاه فرستنده راداری SART که بر روی بسامد ۹ GHz باند دریایی اقدام به ارسال پیام می‌کنند.

۴ تعداد یک دستگاه گیرنده NAVTEX

۵ جایی که دستگاه NAVTEX فراهم نشده باشد، یک دستگاه گیرنده برای دریافت اطلاعات ایمنی دریایی، که از سیستم فراخوان جمعی بهینه شده Inmarsat برای شناوری که در نواحی تحت پوشش Inmarsat دریانوردی می‌کند.

۶ دستگاه EPIRB ماهواره‌ای باقابلیت فعال سازی خودکار یا دستی برای شناوری آزاد.

۷ تعداد دو (سه دستگاه برای شناورهای بالای  $500$  تن) رادیو VHF ضد آب دستی به منظور ارتباط مخابراتی در صحنه.

۸ ارتباط مخابراتی باند MF بر روی بسامد ۲۱۸۲ Khz (تا سال ۱۹۹۹)

سایر تجهیزاتی که کشتی به آن تجهیز می‌گردد، به نواحی جغرافیایی که دریانوردی در آن صورت می‌گیرد، بستگی دارد. این تجهیزات ممکن است در محلی از پل فرماندهی یا محل‌های ریموت نصب شوند. باین وجود ملزومات مقررات و اساسنامه‌های سیستم GMDSS که قابلیت انتشار هشدارهای اضطراری را داشته باشند، بایستی درجایی پیش‌بینی گردد که شناور بتواند مأموریت ناوبری متعارف خود را به‌درستی و بدون ایجاد اختلال، انجام دهد. این معمولاً بدان معنی است که تجهیزاتی مانند رادیوهای MF، HF، VHF و تجهیزات SES امکان دارد به‌صورت ریموت از پل فرماندهی کنترل گردند. زمانی که تعدادی رادیو بر روی شناور نصب گردیده است، برای ساده‌سازی ارسال هشدارهای اضطراری، ممکن است سیستم کنترل پیام‌های اضطراری (DSC) در موقعیت‌های ناوبری و یا مانور نصب می‌شود.



شکل ۷- دستگاه NAVTEX از تجهیزات GMDSS

ارسال هشدار اضطراری از وظایف اولیه هر کاربر سیستم مخابراتی در شرایط قریب‌الوقوع اضطراری می‌باشد. برابر الزامات سیستم GMDSS هر شناور بایستی قادر باشد تا با استفاده از حداقل دو روش مستقل نسبت به ارسال پیام وضعیت اضطراری کشتی به ساحل اقدام نماید. دو دستگاهی که به این منظور به کار گرفته می‌شوند باید منبع تغذیه مستقل داشته باشند. در اغلب موارد، هشدار اولیه از طریق پایانه مخابراتی اصلی کشتی صورت می‌گیرد.

بیشتر  
بدانید



بودمان ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی

ارسال و دریافت پیام با استفاده از سیستم ماهواره‌ای و HF در ناحیه دریایی A۳، در مرحله دوم هشداردهی، اگر نیاز باشد، با استفاده از دستگاه EPIRB یا سایر پایانه‌های مخابراتی کشتی انجام می‌شود. از آنجاکه شناورهای مختلف دستگاه‌های متفاوتی را بر روی خود نصب می‌کنند، از این‌رو مشخص کردن یک روش یا یک دستگاه ویژه برای تمام شناورها غیرممکن است.



شکل ۸- تجهیزات GMDSS در کشتی

تمامی مراکز و ایستگاه‌های زمینی که در سامانه GMDSS فعالیت می‌کنند را نام برده و وظیفه آنها را به اختصار شرح دهید.

کار در منزل



به‌طور کلی دستگاه‌های مخابراتی و تجهیزات GMDSS ضروری هر شناور در نواحی مختلف دریایی به‌صورت جدول شماره ۱ است:

جدول ۱- تجهیزات GMDSS مورد نیاز برای نواحی مختلف دریایی

A۴	A۳ HF/MF	A۳ Inmarsat	A۲	A۱	ناحیه دریایی	
فرا تراز N ۷۵° S ۷۵°	حداکثر ۷۵° شمالی ۷۵° جنوبی		حداکثر ۱۵۰ ~ ۲۰ کیلومتر	حداکثر ۲۰ ~ ۳۰ کیلومتر	تصویر دستگاه	عنوان دستگاه
۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه		VHF دستی ضد آب
۲ دستگاه	۲ دستگاه	۲ دستگاه	۲ دستگاه	۲ دستگاه		ست رادیو VHF ثابت با قابلیت DSC
۲ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۲ دستگاه	—		ست رادیو MF/HF ثابت با قابلیت DSC
۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه		EPIRB
۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه		SART
۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه		NAVTEX
۱ دستگاه	۱ دستگاه	۲ دستگاه	—	—		INMARSAT C

### معرفی دستگاه EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacons)

دستگاه EPIRB به عنوان رادیو مشخص کننده موقعیت در شرایط اضطراری، در هنگام استفاده به دو صورت دستی و خودکار فعال شده و شروع به ارسال یک سیگنال دیجیتال می کند که در کوتاه ترین زمان توسط ماهواره های مربوطه دریافت می شود. برابر دستورالعمل های سامانه GMDSS این دستگاه سیگنال خود را بر روی بسامد 406/5 MHz ارسال می نماید. این بسامد به صورت جداگانه به عنوان بسامد جهانی شرایط اضطراری اختصاص داده شده است. امروزه دستگاه های EPIRB سیگنالی را نیز با توان پایین تر بر روی بسامد 121/5 MHz ارسال می کنند که به گروه های جست و جو و نجات حاضر در منطقه امکان می دهد محل دستگاه فرستنده EPIRB را پیدا کنند.

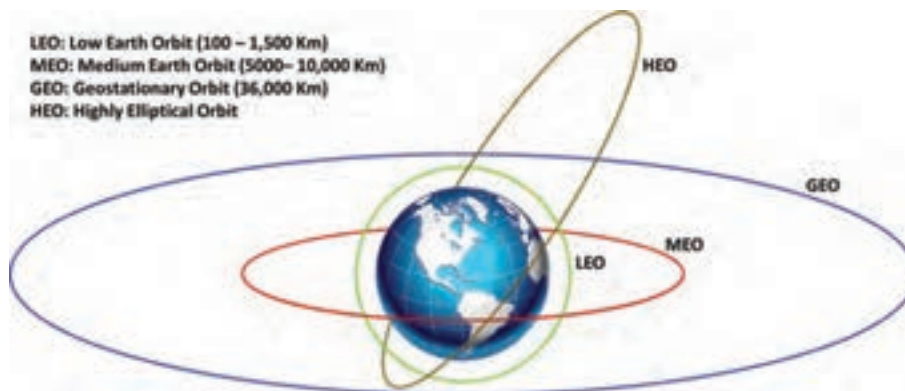
شناوری که در شرایط اضطراری بحرانی گرفتار شده است از دستگاه EPIRB به عنوان آخرین راه چاره از بین دستگاه های ایمنی کشتی استفاده می کند. در آخرین نمونه از دستگاه های EPIRB یک دستگاه GPS کار گذاشته شده است که به گروه های جست و جو و نجات این امکان را فراهم می آورد به نقطه دقیق کشتی گرفتار شده در شرایط اضطراری دست پیدا کنند.

### عملکرد دستگاه EPIRB

زمانی که دستگاه EPIRB فعال می شود، اطلاعاتی از کشتی گرفتار شده در شرایط اضطراری را توسط سیگنال رمز شده بر روی بسامد 406/5 MHz ارسال می نماید. این سیگنال توسط سیستم ماهواره های Sarsat-Cospas دریافت می شود. این سیستم از دو نوع ماهواره مختلف بهره می برد.

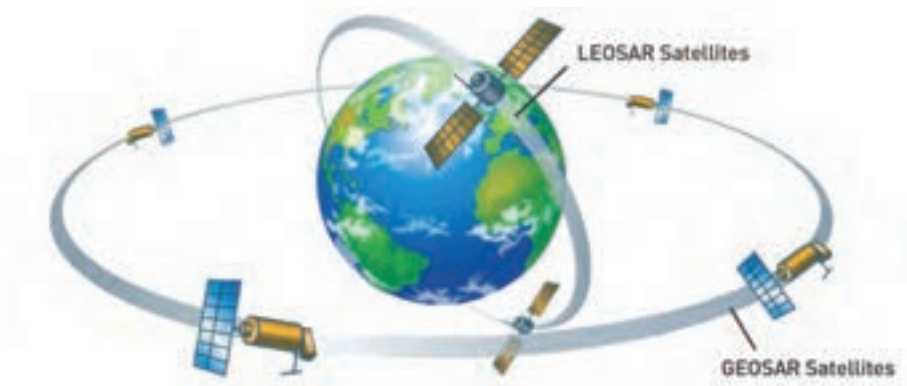
1 GEOSAR: ماهواره های جست و جو و نجات زمین آهنگ یا زمین ایستا.

2 LEOSAR: ماهواره های جست و جو و نجات نزدیک زمین.



شکل ۹- مدار ماهواره های اطراف زمین

به محض فعال شدن EPIRB، سیگنال ارسالی بلافاصله توسط ماهواره‌های GEOSAR شناسایی شده و پیام هشدار به مرکز کنترل مأموریت‌های دریایی (MCC: Mission Control Center) ارسال می‌گردد. با توجه به مکانیسم مدار چرخش ماهواره‌های GEO تنها در زمان حرکت نزولی ماهواره‌ها، این سیستم قادر به دریافت اطلاعات ارسالی از EPIRB نبوده و به دنبال آن‌هم نخواهد توانست به درستی موقعیت سیگنال ارسالی را مشخص کند. در این حالت فقط زمانی امکان موقعیت‌یابی EPIRB وجود دارد که دستگاه مجهز به GPS باشد وگرنه تعیین موقعیت کشتی که در خط است امکان‌پذیر نخواهد بود.



شکل ۱۰- ماهواره‌های جست‌وجو و نجات

این زمانی است که ماهواره‌های LEO وارد عمل می‌شوند. زمانی که ماهواره‌های LEO از بالای سر دستگاه EPIRB فعال شده، عبور می‌کنند، نه تنها قادر خواهند بود اطلاعاتی که ماهواره‌های GEO دریافت می‌کردند، دریافت کنند، بلکه این توانمندی را نیز دارند که با پردازش داپلر سیگنال‌های ارسالی از دستگاه EPIRB موقعیت آن را نیز تعیین کنند. سرانجام این اطلاعات به MCC ارسال می‌گردد تا پس از پردازش، موقعیت دستگاه EPIRB محاسبه و مشخص گردد.

مراکز MCC و MRCC چه مراکزی هستند؟

تحقیق کنید



تعداد ماهواره‌های سیستم Sarsat-Cospas این امکان را فراهم می‌آورد تا در کمتر از یک ساعت این سیستم به پوشش جهانی دست پیدا کند. زمانی که اطلاعات موقعیت EPIRB در MCC محاسبه شد، این اطلاعات در اختیار MRCC مربوطه قرار داده می‌شود تا این مرکز به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، با تخصیص توانمندی‌ها موردنیاز، امکان عملیات جست‌وجو و نجات را فراهم آورد.



### تقسیم‌بندی دستگاه‌های EPIRB

دستگاه‌های EPIRB با بسامد ۴۰۶ MHz مبتنی بر ماهواره به دو گروه تقسیم‌بندی می‌شوند. **۱** گروه I دستگاه‌های EPIRB این قابلیت را دارند تا به صورت دستی یا خودکار فعال گردند. این نوع دستگاه‌ها در محفظه‌ای که به قفل هیدرو استاتیک مجهز شده و امکان شناور ماندن در آب را برای دستگاه فراهم می‌کند، نگهداری می‌شوند. زمانی که کشتی در آب غرق می‌شود، قفل هیدرو استاتیک این نوع از دستگاه‌های EPIRB معمولاً در عمق ۱ تا ۴ متری (۳-۱۳ Feet) آزاد شده و دستگاه به صورت شناور در سطح آب قرار می‌گیرد.



شکل ۱۱- اجزای تشکیل دهنده دستگاه EPIRB



شکل ۱۲- دستگاه EPIRB پس از عملکرد قفل هیدرو استاتیک و فنر داخلی

در این حالت، حسگرهای حساس به آب موجب فعال شدن دستگاه شده و دستگاه شروع به ارسال سیگنال می‌کند. همچنین این نوع دستگاه را می‌توان به صورت دستی با فشار دادن (چرخاندن) کلید مخصوص، فعال کرد.

گروه II دستگاه‌های EPIRB برای شناور ماندن روی آب طراحی نشده‌اند و بایستی به صورت دستی از براکت یا محفظه خود خارج شوند. به محض خروج از براکت، دستگاه می‌تواند با فشار دادن (چرخاندن) کلید مخصوص یا خیس شدن حسگرهای حساس به آب، فعال شود.



شکل ۱۳- اجزای مختلف دستگاه EPIRB

در رأس تمام انواع دستگاه‌های EPIRB آن دسته از دستگاه‌هایی قرار دارند که به سامانه GPS مجهز شده‌اند. این نوع دستگاه‌ها به طور مداوم اطلاعات موقعیت خود را به واحدهای جست‌وجو و نجات ارسال می‌کنند و سریع‌تر نیز پاسخ دریافت می‌کنند.

### دقت دستگاه‌های EPIRB

دقت ارسال اطلاعات موقعیت توسط دستگاه EPIRB نخست به نوع دستگاه بستگی دارد. دستگاه‌هایی که به GPS تجهیز نشده‌اند، بسته به ماهواره‌های سیستم SARTSAT-COSPAS که از بالای دستگاه EPIRB عبور می‌کنند، دقتی در حدود چند مایل دریایی را دارند. مدل‌هایی از EPIRB که به GPS تجهیز شده‌اند، دقت استاندارد ۱۵ متر یا کمتر را دار می‌باشند.

### کشتی‌های حامل دستگاه EPIRB

گذشته از اینکه برابر قانون، کشتی‌های تجاری بایستی دستگاه EPIRB به همراه داشته باشند، حداقل تاکنون اجباری برای حمل دستگاه EPIRB برای کشتی‌های تفریحی نبوده است. بسیاری از صاحبان کشتی‌های تفریحی با این تصور که کشتی آنها در آب‌های ساحلی (Inshore or Nearshore) دریانوردی می‌کنند و با احتساب هزینه‌ها از تأمین EPIRB و بهره‌برداری از آن امتناع می‌کنند.

### ثبت دستگاه EPIRB

برابر قانون، بایستی اطلاعات دستگاه‌های EPIRB ثبت شود. زمانی که دستگاه EPIRB به درستی ثبت می‌شود، این امکان را برای نیروهای جست‌وجو و نجات فراهم می‌آورد تا در زمان وقوع هرگونه شرایط اضطراری، در کوتاه‌ترین زمان به کمک کشتی درخواست‌کننده بشتابند. علاوه بر این، زمانی که دستگاه EPIRB به‌طور ناخواسته فعال شده باشد، این امکان را فراهم می‌کند که ضمن تماس با مالک EPIRB مشخص گردد که آیا شرایط اضطراری به وجود آمده یا دستگاه به‌صورت تصادفی فعال شده است. برابر قوانین، اطلاعات ثبت شده EPIRB بایستی هر دو سال به‌روز شوند. در طول دو سال اگر تغییری در اطلاعات به‌وجود آید، بایستی به‌روزرسانی به‌موقع صورت پذیرد.

### معرفی دستگاه SART (Search and Rescue Transponder)

دستگاه SART یک ترانسپوندر رادار باقابلیت ضد آب و شناور در آب است که به‌منظور استفاده در شرایط اضطراری تعبیه شده است. ترانسپوندرها تجهیزاتی هستند که در قبال دریافت سیگنال می‌توانند سیگنال متفاوت ارسال کنند.



شکل ۱۴- انواع دستگاه‌های RADAR SART



شکل ۱۵- انواع دستگاه‌های AIS SART

دستگاه SART برای استفاده در کشتی‌ها، قایق‌ها و قایق‌های نجات طراحی شده است. در حال حاضر تعداد دو نوع ترانسپوندر جست‌وجو و نجات یا SART به شرح زیر وجود دارد:

۱ AIS SART یا Automatic Identification System SART

۲ RADAR SART

از آنجاکه نوع RADAR SART در اغلب کشتی‌های تجاری، غیرتجاری و قایق‌ها یافت می‌شود، به توضیح آن می‌پردازیم.

استفاده اصلی SART به این منظور است که کشتی، بالگرد یا هواپیمای نجات که به رادار باند X (رادار ناوبری معمولی) مجهز می‌باشد، بتواند با دنبال کردن اکوهای راداری برگشتی از SART به درستی و وضوح محل آن را بر روی صفحه رادار مشخص و نسبت به انجام عملیات امداد و نجات اقدام نماید.

### مشخصه‌های RADAR SART

دستگاه SART یا ترانسپوندر جست‌وجو و نجات عموماً دارای مشخصه‌های زیر می‌باشد:

۱ یک سیلندر به طول ۳۳ سانتیمتر و قطر ۷٫۵ سانتیمتر (۳" × ۱۳" or ۷٫۵Cm × ۳۳Cm)

۲ وزن کل سیلندر ۹۰۰ گرم یا ۲ پوند.







۳ رنگ زرد روشن یا نارنجی روشن.

۴ منبع تغذیه آن معمولاً تعداد ۲ عدد باتری لیتیوم با عمر مفید ۵ سال می‌باشد. عمر باتری‌ها در حال آماده‌به‌کار (Standby) به میزان ۹۶ ساعت و در حالت فعالیت فرستندگی مداوم بیش از ۸ ساعت می‌باشد.

### کشتی‌های حامل دستگاه SART

سازمان جهانی دریانوردی IMO که اکثر کشورهای جهان آن را پذیرفته‌اند از تمامی کشورهای پایبند به کنوانسیون SOLAS می‌خواهد، در دریانوردی‌های بین‌المللی برابر جدول شماره ۲ از ترانسپوندر جست‌وجو و نجات استفاده نمایند:

جدول ۲- جدول تخصیص دستگاه SART به انواع کشتی‌ها

تعداد SART	تصویر	شناور نمونه	ظرفیت (تناژ)
		Bulk Carrier	۳۰۰ - ۵۰۰ GRT
		Container Carrier	Over ۵۰۰ GRT
		RollOff - RollOn Passenger Vessels RoRo	

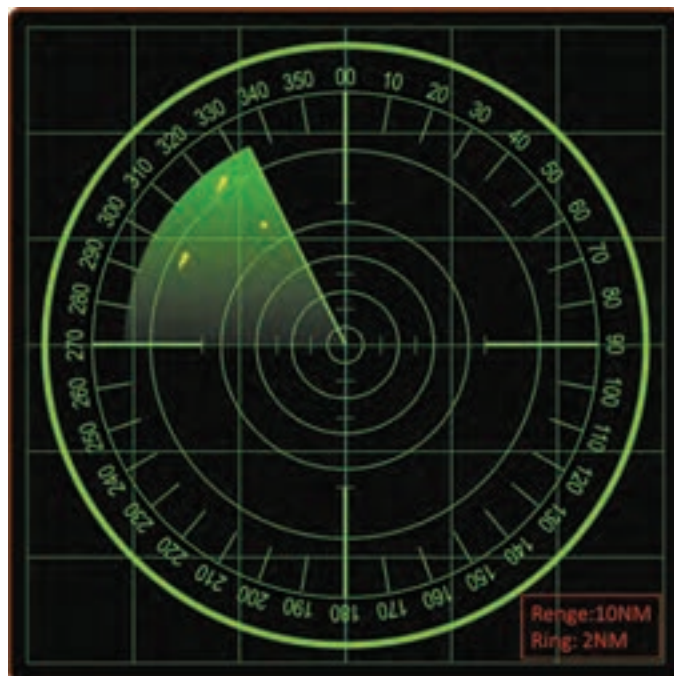
اغلب کشتی‌های تفریحی و لایف رفت‌ها با توجه نوع سازه خود که اغلب کوچک و از جنس فایبرگلاس، چوب یا لاستیک فشرده هستند، از اکوی راداری بسیار ضعیف برخوردار می‌باشند. زمانی که این نوع شناورها در هوای طوفانی و بارانی قرار گرفته باشند و یا کلاتر دریا بالا باشد، تقریباً آشکارسازی آنها توسط رادار سایر شناورها در فاصله مفید امکان‌ناپذیر خواهد بود. از این رو توصیه می‌شود که دستگاه SART به همراه داشته باشند.

یک دستگاه RADAR SART را در کلاس باز کرده و در خصوص قسمت‌های مختلف آن را بررسی کنید.



### طرز عملکرد دستگاه SART

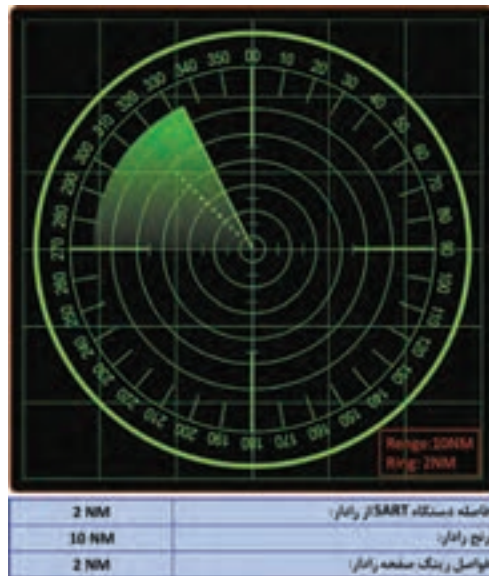
به طور ساده، رادارهای ناوبری اقدام به ارسال امواج رادیویی کوتاه از آنتن خود می کنند و فرصت می دهند تا اکوی بازتابیده شده برگشتی از هدف مجدداً به آنتن رادار برسد. محاسبه زمان رفت برگشت و جهت امواج برگشتی، فاصله و زاویه قرار گرفتن منعکس کننده امواج را بر روی صفحه رادار نمایش می دهد.



شکل ۱۶- صفحه رادار در حال جست و جو

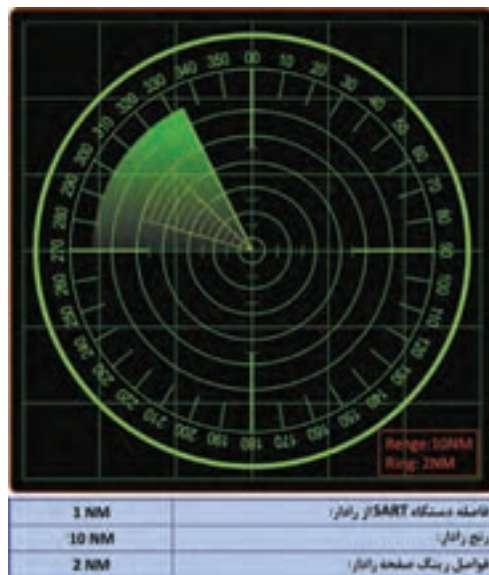
دستگاه ترانسپوندر جست و جو و نجات SART، شامل گیرنده و فرستنده ای است که بر روی بسامد رادارهای ناوبری تنظیم شده است. زمانی که پرتو رادار ناوبری به دستگاه SART می رسد، گیرنده دستگاه SART سیگنال رادار را دریافت و با تولید و ارسال ۱۲ سیگنال تقویت شده تنها به فاصله چند میکروثانیه از هم، به آن پاسخ می دهد که نتیجه آن ایجاد ۱۲ نقطه بر روی صفحه رادار است. این عمل در هر بار اسکن شدن SART با پرتو رادار تکرار می شود.

زمانی که دستگاه SART روشن می شود، وارد حالت آماده به کار (Stand by Mode) می شود. این بدان معنی است که دستگاه SART عملیاتی شده و آماده تحریک توسط پرتو رادار است. زمانی که دستگاه SART سیگنال رادار را تشخیص می دهد، به صورت خودکار به حالت فعال یا 'Active Mode' سوئیچ می شود که در این حالت شروع به تولید سیگنال های تقویت شده و ارسال آن به صورت ۱۲ پالس به سمت رادار تحریک کننده می نماید. در فاصله بالای ۱۰ مایل دریایی پالس های ارسالی از طریق SART به شکل ۱۲ نقطه در صفحه رادار نمایش داده می شوند.



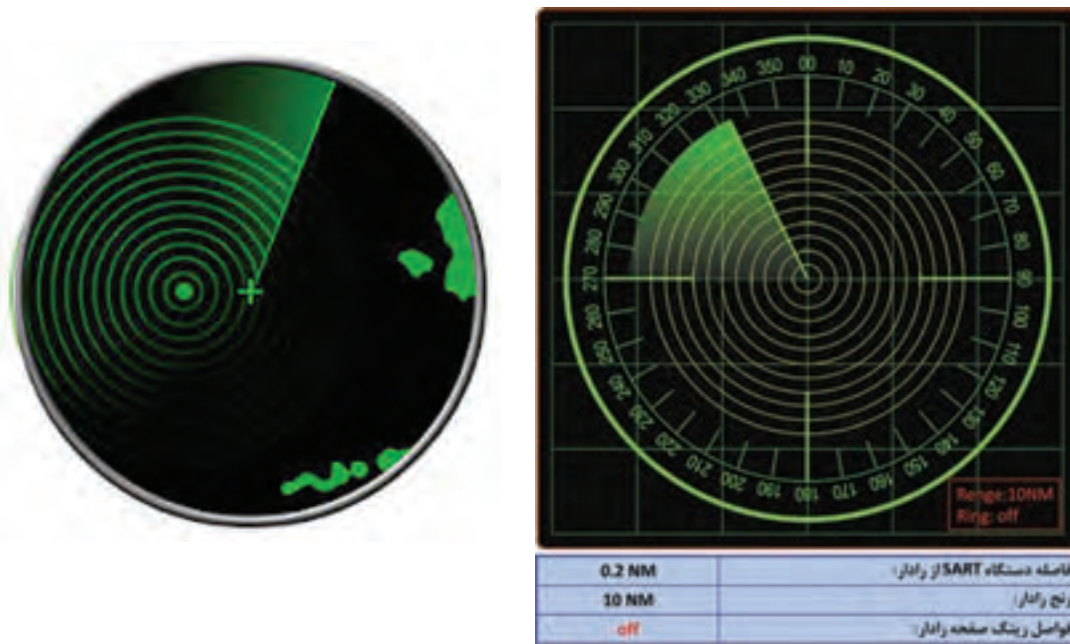
شکل ۱۷- صفحه رادار در حال دریافت ۱۲ پالس برگشتی از RADAR SART در فاصله بالای ۱ مایل

اگر در دوره زمانی حدود ۱۵ ثانیه، هیچ گونه سیگنال رادار توسط دستگاه SART تشخیص داده نشود، آنگاه دستگاه به صورت خودکار به حالت آماده به کار رفته و منتظر تحریک آتی خواهد ماند. اغلب دستگاه‌های SART مجهز به زنگ اخبار یا Buzzer است. به صدا درآمدن این زنگ، شما را از دریافت پالس رادار توسط SART و شروع ارسال پاسخ توسط SART آگاه می‌سازد. هرچه فاصله از دستگاه SART کمتر می‌شود (زیر ۱ مایل دریایی) نقطه‌های نورانی در صفحه رادار به کمان‌های هم‌مرکزی که دستگاه SART در مرکز آن قرار گرفته است، تبدیل می‌شوند. هرچه فاصله تا SART کمتر می‌شود، طول کمان‌ها افزایش می‌یابد.



شکل ۱۸- صفحه رادار در حال دریافت کمان‌های اکوی برگشتی از RADAR SART در فاصله زیر ۱ مایل

و در نهایت این کمان‌ها به دوایر هم‌مرکزی پیرامون دستگاه SART تبدیل می‌شوند که نشان‌دهنده محل دقیق SART است.



شکل ۱۹- صفحه رادار در حال نمایش نقطه دقیق RADAR SART

دستگاه RADAR SART در چه محدوده بسامدی کار می‌کند؟

تحقیق کنید



### فاصله مفید آشکارسازی SART

آنتن این دستگاه برای داشتن بیشترین کارایی بایستی همانند رادیوهای VHF به صورت دید مستقیم یا Line of Side باشد و برای کارایی مؤثر بایستی آنتن‌ها همدیگر را ببینند. این بدان معنی است که هر چه ارتفاع بکارگیری SART بالاتر باشد، متقابلاً فاصله مفید آشکارسازی آن نیز افزایش خواهد یافت. دستگاه SART که در ارتفاع یک متری یا  $3/3'$  از سطح نگه‌داشته می‌شود، افق رادیویی در حدود کمی بیشتر از ۲٫۱ NM را خواهد داشت. خوشبختانه اغلب رادار کشتی‌ها معمولاً در ارتفاع بالای  $10'$  قرار گرفته‌اند. این بدان معنی است که فاصله آشکارسازی مفید به کمی بیشتر از ۶ NM افزایش می‌یابد. زمانی که با کشتی‌های بزرگ روبرو هستیم که رادار آنها در ارتفاع  $75'$  یا بالاتر از سطح نصب شده است، طبعاً فاصله تشخیص به بیش از ۱۲ NM<sup>2</sup>s خواهد رسید. بالگردهای جست‌وجو و نجات که در ارتفاع پرواز می‌کنند، از فاصله بیش از ۳۰ NM قادر به کشف سیگنال SART می‌باشند.





شکل ۲۰- عملکرد دستگاه RADAR SART

باید مدنظر داشت که دستگاه های EPIRB و SART به عنوان جایگزین یکدیگر نیستند. آنها طراحی شده اند تا ضمن هم پوشانی یکدیگر، هریک وظیفه کاملاً جداگانه انجام دهند. البته وضعیت مطلوب زمانی است که یک کشتی هر دو دستگاه را به همراه داشته باشد.

## معرفی دستگاه NAVTEX

عنوان دستگاه NAVTEX برگرفته از عبارت NAVigation TELeX است و دارای مشخصه های زیر می باشد:

- ۱ به صورت بین المللی، شناخته شده است.
- ۲ کاملاً خودکار عمل می کند.
- ۳ محدوده کارش روی باند بسامدی MF قرار دارد.
- ۴ دارای قابلیت چاپ مستقیم اطلاعات سیستم پیش بینی وضعیت جوی، اطلاعات ایمنی دریایی و سایر اطلاعات فوری در کشتی هایی که در آب های ساحلی و آب های دور از ساحل، دریانوردی می کنند است. دستگاه NAVTEX جزئی از سیستم هشدار ناوربری جهانی (WWNWS) و همچنین از عناصر اصلی سیستم GMDSS است. این سیستم به منظور فراهم آوردن انتقال اطلاعات ایمنی دریانوردی با هزینه پایین طراحی و مورد پذیرش قرار گرفته است. سیستم NAVTEX قابلیت پذیرش اطلاعات بویه های دریایی در فاصله بین ۲۵۰ NM و ۴۰۰ NM از آب های فراساحلی را دارا می باشد. این فاصله بسیار بیشتر از توانمندی پوشش دهی VHF است.

دستگاه NAVTEX یک سیستم کاملاً خودکار است که مزایای زیادی برای کاربران به همراه دارد:

- در اغلب اوقات، کاربران می‌توانند با اندکی تعامل آن را به کار اندازند.
- هزینه آن پایین بوده و به سادگی قابل تهیه است.
- پیام‌ها در قالب متن بوده و قابل خواندن می‌باشند.
- می‌تواند با سایر مجموعه‌های الکترونیکی، یکی شود.
- کاملاً خودکار بوده، نیاز به تنظیم ندارد، نیاز به تنظیم دوره‌ای ندارد و همچنین نیاز نیست صدای آن تنظیم شود.
- به گونه‌ای طراحی شده است که کمترین احتمال بروز خطا توسط کاربر در آن وجود ندارد و این، یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های دستگاه است.

### وظیفه سامانه NAVTE

اصولاً سیستم NAVTEX پیام‌های متنی را بر روی بسامد رادیویی SSB<sub>MF/HF</sub> برای دریافت خودکار توسط یک گیرنده NAVTEX دیگر یا هر گیرنده کنترل شونده توسط کاربر که قابلیت تنظیم بر روی بسامد آن را داشته باشد، ارسال می‌کند. زمانی که از یک گیرنده NAVTEX اختصاص داده نشده (تعریف نشده) استفاده می‌شود، معمولاً کامپیوتر و نرم‌افزار مناسب به منظور رمزگشایی و پیام و مشاهده آن در نمایشگر یا چاپ آن توسط چاپگر استفاده می‌شود.

دو نوع انتقال اطلاعات توسط سیستم NAVTEX برای دریانوردان وجود دارد:

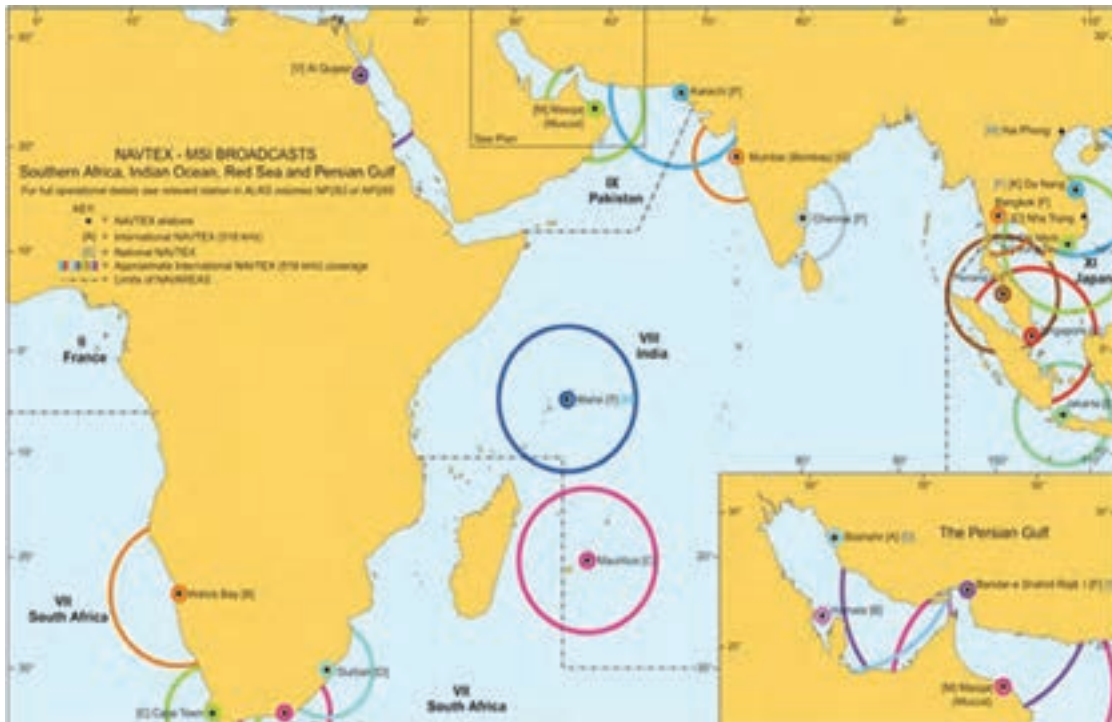
**International Broadcast:** اولین شیوه که برای دریانوردان بسیار حائز اهمیت است، انتشار در قالب بین‌المللی است. پخش اطلاعات در قالب بین‌المللی همواره در تمام نقاط دنیا به زبان انگلیسی صورت می‌گیرد.

**National Broadcast:** دومین شیوه انتشار، مخصوص دریانوردانی است که در نزدیک آب‌های سرزمینی دریانوردی می‌کنند که به آن انتشار یا پخش ملی گفته می‌شود. عموماً در این شیوه اطلاعات به زبان ملی میزبان که ایستگاه در آن واقع شده است پخش می‌شود.



شکل ۲۱- سامانه NAVTEX

پودمان ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی



شکل ۲۲- نمونه نقشه NAVTEX

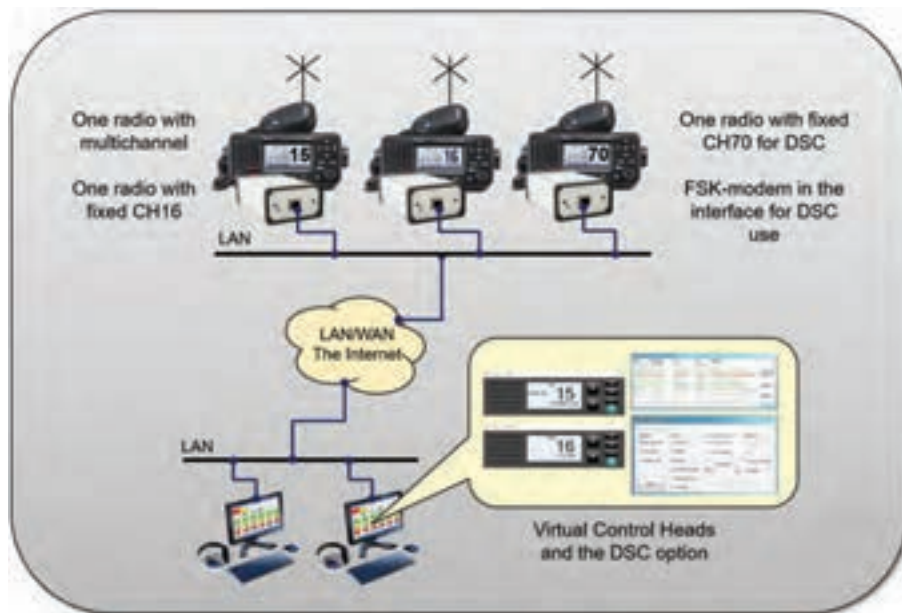
## سامانه (D.S.C.) Digital Selective Calling

سیستم D.S.C. فنی است که اجازه می‌دهد دو یا چند ایستگاه رادیویی بتوانند به صورت خودکار بر روی یک کانال مخابراتی مشترک ارتباط برقرار کنند. تماس بین قسمت‌هایی که می‌خواهند با یکدیگر ارتباط رادیویی برقرار کنند، بدون اینکه از کانال‌های سنتی شرایط اضطراری و مخابراتی MF (۲۱۸۲KHz) یا کانال ۱۶ VHF (۱۵۶/۸۰ MHz) استفاده شود، به صورت سیگنال دیجیتال بر روی کانال اختصاص داده شده فراهم می‌آید. تفکر ایجاد سیستم مخابراتی و ارتباطی مبتنی بر انتخاب دیجیتالی توسط یک کمیته بین‌المللی در پیش از سال ۱۹۷۰ شکل گرفت.

اهداف تفکر ایجاد سامانه DSC سرعت بخشیدن به اداره ترافیک رادیویی دریایی با تجهیز شدن هرچه بیشتر به ارتباط رادیویی کارآمد و فراهم آوردن سیستم خودکار با قابلیت اطمینان هرچه بیشتر در سیستم هشداردهی و ایمنی بود. به طور خاص سیستم DSC بایستی به کاهش میزان تراکم در برخی کانال‌های سنتی سیستم هشدار اضطراری کمک کند به عنوان مثال، اختصاص کانال ۷۰ باند VHF برای کاهش میزان تراکم کانال ۱۶ باند VHF.

بیشتر  
بدانید





شکل ۲۳- عملکرد شبکه DSC

سامانه DSC در درجه اول، به منظور ایجاد ارتباط کشتی به کشتی و ارتباط کشتی به ساحل ایجاد شده است. سیستم DSC قادر به ایجاد ارتباط رادیویی بین ایستگاه‌های خاص، گروهی از ایستگاه‌های و یا تمام ایستگاه‌های رادیویی فعال در یک باند یا محدوده می‌باشد. هشدارهای اضطراری DSC شامل پیام‌هایی با قالب از پیش تعیین شده هستند که به برای ایجاد ارتباط اضطراری بین کشتی و مراکز هماهنگی عملیات نجات (Rescue Coordination Centers /RCC) استفاده می‌شود.

در آغاز سال ۱۹۹۲، سازمان بین‌المللی دریانوردی، سیستم DSC را به عنوان بخشی از سیستم GMDSS بر روی رادیوهای HF، MF و VHF معرفی نمود. برابر آیین‌نامه GMDSS، از سال ۱۹۹۹ تمامی کشتی‌های تجاری بالای ۳۰۰ تن، شناورهای ماهیگیری ثبت شده و شناورهایی که ظرفیت آنها بالای ۱۲ نفر مسافر می‌باشد، مجاب به همراه نصب و بهره‌برداری از تجهیزات رادیویی DSC شدند.



شکل ۲۴- نمونه رادیوی HF/MF مجهز به DSC



شکل ۲۵- نمونه رادیوی VHF مجهز به DSC

در نتیجه معرفی تجهیزات رادیویی DSC، مراقبت و نظارت مداوم بر روی کانال‌های اضطراری، ایمنی و ارتباطی (Ch ۱۶ VHF and ۲۱۸۲ kHz MF) متوقف شده است. این اتفاق موجب خوشحالی دریانوردان با قایق‌های بادبانی، که مجبور به رعایت آیین‌نامه‌های سیستم GMDSS نیستند، گردیده است. به منظور قابلیت بهره‌برداری از تمامی ویژگی‌های سیستم GMDSS حتی شناورهایی که مجبور به تجهیز و استفاده از سیستم GMDSS نمی‌باشند، بایستی به رادیوی DCS تجهیز گردند.

سیستم DSC دسترسی ارتباطی خودکار بین یک کشتی با ایستگاه‌های ساحلی و سایر کشتی‌ها فراهم می‌آورد. اطلاعات پیام‌ها، در گیرنده دسته‌بندی شده و قابل مشاهده و تهیه روگرفت به‌عنوان رسید می‌باشند. پیام‌های دریافت شده از سیستم DSC دارای چهار اولویت می‌باشند:

الف) اضطراری

ب) فوری

ج) ایمنی

د) روتین

در ایستگاه‌های ساحلی، پیام‌های اضطراری دریافتی کشتی به ساحل دسته‌بندی شده و به نزدیک‌ترین مرکز هماهنگی نجات RCC ارسال می‌گردد.

گیرنده DSC شناورهایی که پیام اضطراری دریافت می‌کنند، به صدا درآمده و آژیر اخطار می‌دهند. سیستم DSC فن ارسال کدهای دیجیتال است که به ایستگاه‌هایی که به صورت مناسب به این سیستم تجهیز شده‌اند اجازه می‌دهد:

الف) هشدارهای اضطراری را ارسال و دریافت کنند.

ب) هشدارهای اضطراری ارسالی و دریافتی را تأیید کنند.

ج) هشدارهای اضطراری را بازپخش یا بازپخش کنند.

د) تماس‌های با ارجحیت فوری و ایمنی را آگهی نمایند.

ه) تماس‌های با اولویت روتین را برقرار و کانال‌های فعال برای انجام ارتباطات معمولی روی فرستنده و گیرنده‌های Telexها ایجاد نمایند.

### قالب تماس‌های DSC

تمامی تماس‌های DSC به صورت خودکار شامل سیگنال‌های فازی، سیگنال‌های بررسی خطا و کد شناسایی (Maritime Mobile Service Identity, MMSI) ایستگاه برقرار کننده تماس است. سایر اطلاعات می‌تواند به صورت دستی یا خودکار به پیام اضافه گردد. این اطلاعات حقیقی به هدف پیام ارسالی بستگی دارد.

### بسامدهای DSC

در هر یک از باندهای MF و HF، یک بسامد برای اهداف اضطراری، فوری و ایمنی اختصاص داده شده است. این بسامدها به صورت پیش فرض بر روی تجهیزات DSC برنامه ریزی شده‌اند. همچنین بر روی هر باند تعداد دو بسامد به منظور برقراری تماس‌های روتین کشوری و بین‌المللی در نظر گرفته شده است. از این رو تا جایی که امکان دارد، بایستی برای برقراری تماس‌های روتین (روزمره و عادی) از کانال‌های کشوری استفاده نمود.

جدول ۳- بسامدهای روتین DSC

بسامدهای سیستم DSC		
باند	تماس اضطراری	تماس عمومی
VHF	Channel ۷۰	Channel ۱۶
MF	۲۱۸۷/۵ kHz	۲۱۸۲ kHz
HF	۴۲۰۷/۵ kHz ۶۳۱۲ kHz ۸۴۱۴/۵ kHz ۱۲/۵۷۷ kHz ۱۶/۵۰۴/۵ kHz	۴۱۲۵ kHz ۶۲۱۵ kHz ۸۲۹۱ kHz ۱۲۲۹۰ kHz ۱۶۴۲۰ kHz
MF NBDP	۲۱۷۴/۵ kHz	
HF NBDP	۴۱۷۷/۵ kHz ۶۲۶۸ kHz ۸۳۷۶/۵ kHz ۱۲/۵۲۰ kHz ۱۶/۶۹۵ kHz	

### بخش‌های فضایی سامانه GMDSS

اگرچه به همراه داشتن تجهیزات ماهواره‌ای برای کشتی‌های ضروری نیست، ولی ارتباط ماهواری در سیستم GMDSS نقش حیاتی بازی می‌کند. کشتی‌های که به صورت مناسب به سیستم ماهواره‌ای تجهیز شده‌اند، صرف نظر از موقعیت جغرافیایی، تقریباً بلافاصله می‌توانند نسبت به ارسال پیام هشدار و دریافت تأیید اقدام کنند. تعداد دو بخش ماهواره‌ای در سیستم GMDSS وجود دارند که هر یک خدمات متفاوتی را برای

استفاده کنندگان آنها فراهم می‌آورند. این دو بخش عبارت‌اند از:

- سیستم مخابرات جهانی Inmarsat که ارتباط دوطرفه آنی را بر پایه پوشش ماهواره‌ای زمین‌ایستا یا Geostationary Satellite فراهم می‌آورد.
- سیستم مکان‌یابی COSPAS-SARSAT که بر پایه قابلیت ماهواره‌های مدار قطبی فعالیت می‌کند.

### Inmarsat

سامانه Inmarsat یک شرکت ارتباطات ماهواره‌ای بریتانیایی است که خدمات تلفن همراه جهانی را ارائه می‌دهد. این سیستم امکان خدمات تلفنی و داده را به کاربران سراسر جهان، از طریق پایانه‌های قابل حمل یا تلفن همراه که با ایستگاه‌های زمینی از طریق سیزده ماهواره مخابرات ماهواره‌ای ارتباط برقرار می‌کند، فراهم می‌کند.

اینمارست به منظور فراهم آوردن ارتباط رادیویی سیستم GMDSS در شرایط عملکردی که توسط IMO اختصاص داده شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. اینمارست به سه دسته‌بندی A، B و C تقسیم شده است که سامانه GMDSS از قابلیت‌های نوع C آن بهره‌برداری می‌کند.

### Inmarsat – C

Inmarsat C سرویس‌های ارتباطی داده‌ها و پیام‌های دوجانبه را به تقریباً در هر نقطه از جهان ارائه می‌دهد. پایانه‌های کم‌هزینه و آنتن‌های این سامانه به اندازه کافی کوچک هستند تا بتوانند به هر اندازه کشتی نصب شوند. Inmarsat C یک سیستم ارتباطی دوجانبه و است که پیام‌ها را به شکل بسته‌های داده را بین کشتی ساحل، ساحل کشتی و کشتی به کشتی انتقال می‌دهد.

این تجهیزات شامل یک آنتن کوچک همه‌جانبه، فرستنده و گیرنده جمع‌وجور (فرستنده و گیرنده)، واحد پیام‌رسانی است. در صورتی که تجهیزات این سامانه با GMDSS سازگار باشند یا برای عملکرد در شرایط اضطراری تعریف شده باشند، دارای یک دکمه اضطراری اختصاصی (DDB) برای فعال کردن هشدار اضطراری خواهند بود.



دکمه اعلام شرایط اضطراری

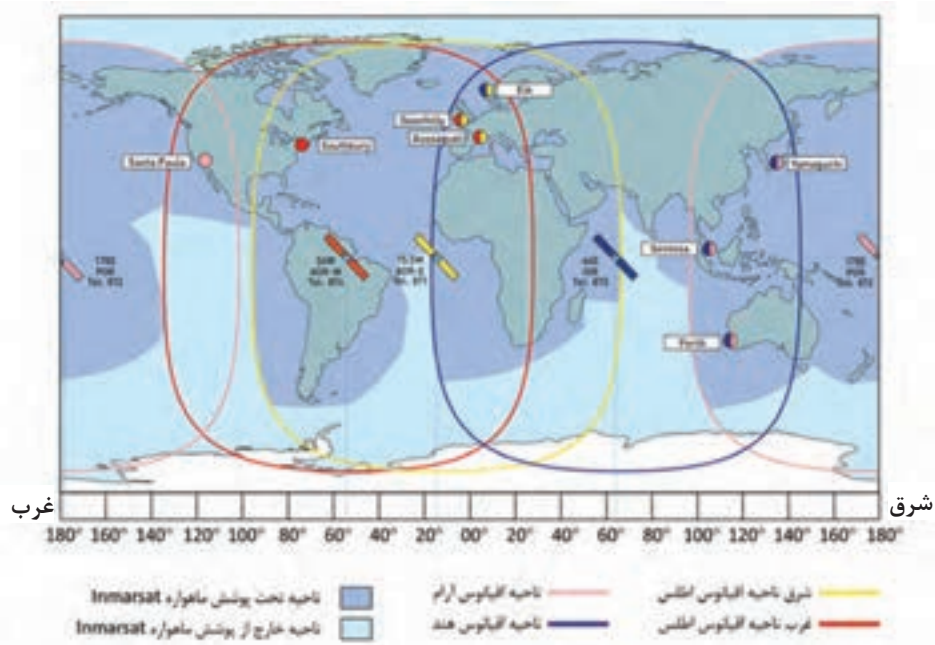
شکل ۲۶- گیرنده اینمارست C در کشتی

تمام پایانه‌های مدرن Inmarsat C و Mini C دارای یک گیرنده ماهواره ناوبری جهانی (GNSS) برای به‌روزرسانی خودکار موقعیت در پایانه می‌باشند که به منظور هشدارهای اضطراری (موقعیت، راه و سرعت کشتی)، برنامه‌های گزارش داده‌های موقعیت کشتی و دریافت انتخابی پیام‌های شبکه ایمنی EGC

مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هشدارهای اضطراری و پیام‌های دارای اولویت که از طریق سیستم Inmarsat C منتقل می‌شوند، توسط یک ایستگاه زمینی (LES) به مرکز هماهنگی نجات دریایی (MRCC) هدایت می‌شوند.

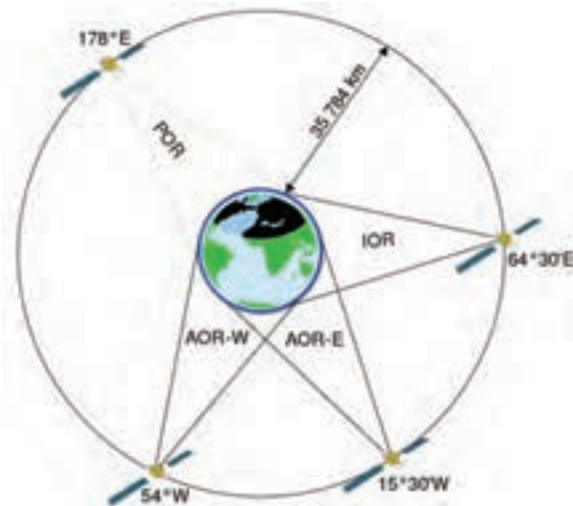
**نقشه مناطق تحت پوشش Inmarsat C:**



شکل ۲۷- مناطق تحت پوشش اینمارست

کاربردهای سامانه اینمارست سری A و B چه بوده است؟

تحقیق کنید



شکل ۲۸- ماهواره‌های اینمارست



### هشداردهی اضطراری INMARSAT

سامانه هشداردهی اضطراری، یک سرویس اجباری در پایانه‌های INMARSAT C و Mini C دریایی سازگار با SOLAS و همچنین در برخی از مدل‌های غیر SOLAS است. هشدارهای اضطراری هنگامی ارسال می‌شوند که یک کشتی یا خدمه آن در معرض خطر قریب‌الوقوع قرار داشته باشد. هنگامی که زمان کافی برای ورود اطلاعات به صورت دستی به پایانه وجود ندارد، خدمه می‌تواند به راحتی دکمه DDB را برای مدت ۵ ثانیه برای ارسال هشدار فشار داده و نگه دارد. هنگامی که DDB فشرده می‌شود، یک پیام کوتاه از پیش تنظیم شده از جمله جزئیات و محل کشتی و اولویت پیام، از پایانه به یک ایستگاه زمینی LES خطی منتقل می‌شود و آن ایستگاه به‌طور خودکار، پیام دریافتی را به MRCC متصل می‌کند. هشدار اضطراری حاوی اطلاعات مربوط به شناسه پایانه، آدرس LES، تاریخ / زمان هشدار، موقعیت کشتی، راه، سرعت، زمان آخرین به‌روزرسانی موقعیت، ماهیت شرایط اضطراری، پرچم و به‌روزرسانی سرعت است. هنگامی که یک هشدار اضطراری توسط MRCC دریافت می‌شود، مرکز MRCC با کشتی‌هایی که برای خدمات جست‌وجو و نجات (SAR) سازمان‌دهی شده‌اند، ارتباط برقرار می‌کند.

### تماس گروهی پیشرفته در سامانه INMARSAT یا EGC

پایانه‌های Inmarsat C، Mini C و Fleet Broadband می‌توانند پیام‌های پخش شده به‌عنوان تماس‌های گروهی پیشرفته (EGC) را دریافت کنند. سامانه EGC برای پخش اطلاعات ایمنی دریایی (MSI) و پیام‌های SAR مربوط به پایانه‌های Inmarsat C، Mini C و Fleet Broadband بوده و از دو سرویس: Fleet و Safety NET پشتیبانی می‌کند.

**Safety NET:** این سرویس بین‌المللی برای دریافت و انتشار خودکار اطلاعات ایمنی دریایی (MSI) و اطلاعات مرتبط با SAR از طریق سیستم Inmarsat EGC است.

قابلیت‌های دریافتی Safety NET و Safe NET II بخشی از تجهیزات الزامی است که باید توسط کشتی‌های خاص مطابق اصلاحیه سال ۱۹۷۴ مقررات کنوانسیون بین‌المللی ایمنی زندگی در دریا (SOLAS) به اجرا گذاشته شود.

این سرویس، به‌عنوان هماهنگ‌کننده نواحی دریایی (NAVAREA) برای هشدارهای NAVAREA و دیگر اطلاعات مربوط به ایمنی فوری استفاده می‌شود. هماهنگ‌کننده‌های ملی برای هشدارهای ساحلی و سایر اطلاعات مربوط به ایمنی فوری و MRCCs برای هشدارهای اضطراری ساحلی به کشتی، اطلاعات SAR و دیگر اطلاعات مربوط به ایمنی فوری هستند.

اقیانوس‌ها به ۲۱ منطقه جغرافیایی تقسیم می‌شوند که NAVAREAs نامیده می‌شود که در آن دولت‌های مختلف مسئول هشدار ناوبری و صدور هشدارها و پیش‌بینی‌های هواشناسی هستند. METAREA ها مناطق دریایی برای پخش پیش‌بینی هوا می‌باشند.

پیام‌های SafetyNET و SafetyNET II می‌توانند به تمام کشتی‌های حاضر در سراسر ناحیه تحت پوشش ماهواره‌ای کامل یک اقیانوس، به NAVAREAs / METAREAs ثابت شود، که در مناطق مستطیل شکل تعریف شده توسط کاربر و مناطق ساحلی با اولویت ایمنی، فوری و یا اضطراری، منتقل شوند. پذیرش پیام‌ها با اولویت فوری و اضطراری، هشدارهای صوتی و تصویری در پایانه را تنظیم می‌کند و این پیام‌ها به‌طور خودکار بر روی پایانه‌های سازگار با SOLAS چاپ می‌شوند.

تمام کشتی‌هایی که در داخل مناطق موردنظر حرکت می‌کنند، MSI را به‌طور خودکار دریافت می‌کنند. برای دریافت هشدارهای ساحلی، پایانه‌های کشتی باید بر اساس آن تنظیم شوند.

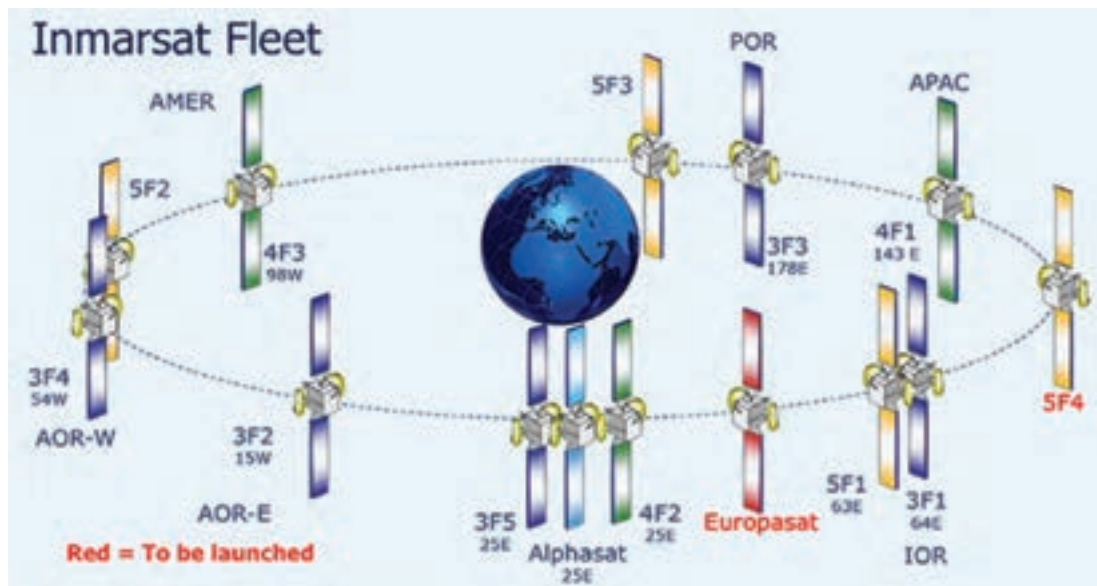


شکل ۲۹- نواحی دریایی NAVTEX

Fleet NET: یک سرویس تجاری است و به‌طور هم‌زمان، صرف‌نظر از موقعیت خود، اطلاعات را به تعداد تقریباً نامحدود از پایانه‌های از پیش تعیین‌شده که در کشتی‌ها تعبیه شده‌اند، ارسال می‌کند. برای دریافت پیام EGC Fleet NET، کشتی‌ها باید یک شناسه داده پیشرفته (ENID) داشته باشند. این شناسه توسط یک ارائه‌دهنده خدمات Fleet NET و با استفاده از یک دستور گزینشی بر روی رایانه Inmarsat نصب‌شده در کشتی دالود می‌شود. این خدمات ممکن است توسط شرکت‌های حمل‌ونقل، سازمان‌های پخش اخبار، ارائه‌دهندگان خدمات آب و هوایی، و غیره استفاده شود.

بیشتر  
بدانید





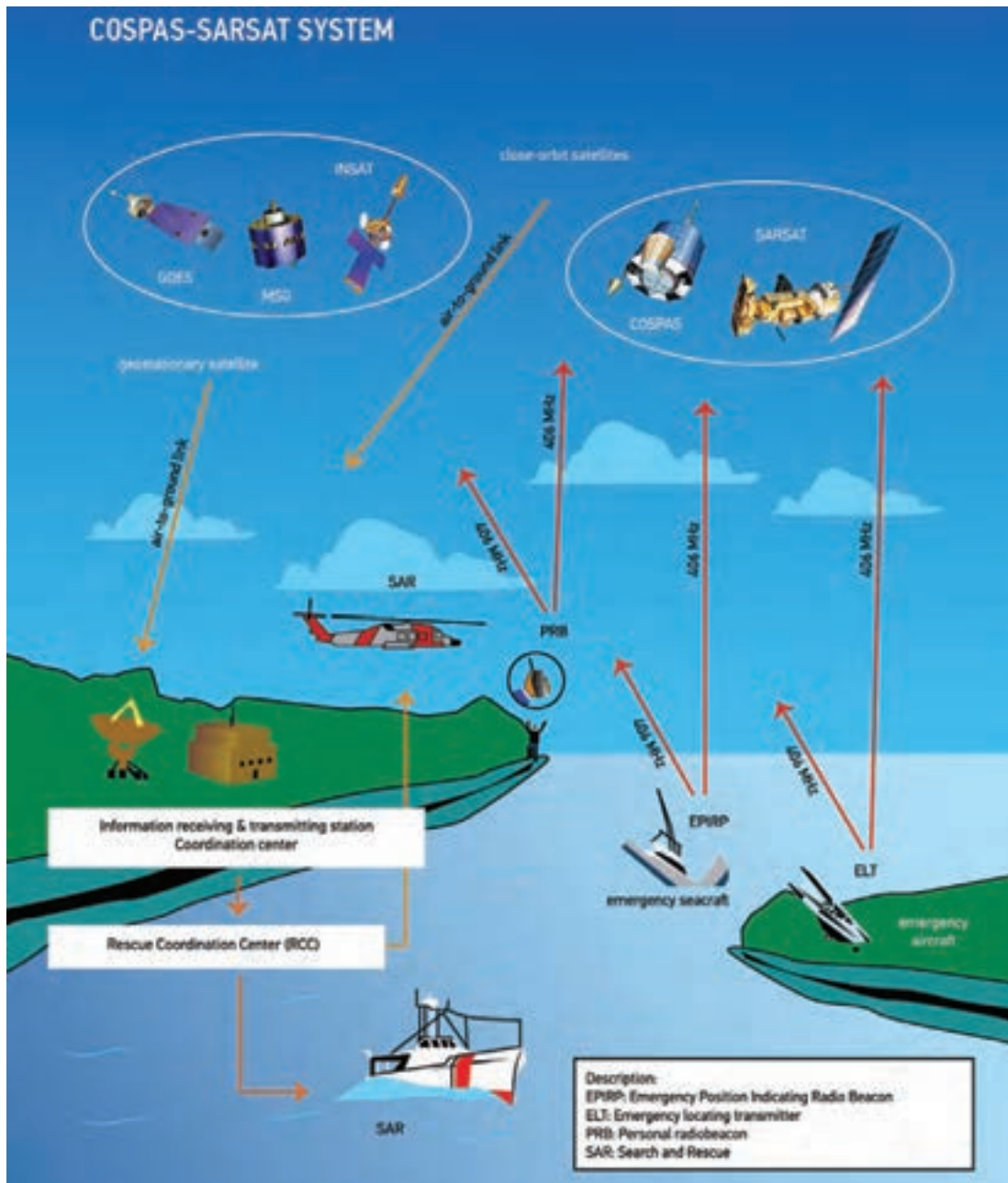
شکل ۳۰- ماهواره‌های اینمارست

### خدمات گزارش و گزینش داده‌ها توسط Inmarsat C

سرویس گزارش دهی داده‌ها اجازه می‌دهد تا پایانه‌های Inmarsat C و Mini C بتوانند به یک مرجع ساحلی یا مرکز عملیاتی گزارش داده‌های کوتاه، حداکثر تا چهار بسته داده، ارسال نمایند. یک گزارش داده معمولی می‌تواند گزارش موقعیت کشتی، برنامه قایقرانی یا ماهیگیری باشد و هرگونه اطلاعاتی را که می‌تواند در بسته‌های داده برای سیستم Inmarsat C رمزگذاری شود، گزارش می‌دهد. یکی از این خدمات، استفاده از پروتکل ارتباطات گزارش دهی و گزینش، شناسایی و ردیابی طولانی کشتی (LRIT) کشتی‌ها است، همان‌گونه که توسط IMO خواسته است. گزارش‌های داده‌ها ممکن است از کشتی‌ها به صورت منظم، به صورت تصادفی یا در پاسخ به یک فرمان گزینشی از یک مرکز عملیاتی ساحلی ارسال شود. یک دستورالعمل گزینشی ممکن است یک پایانه Inmarsat C را برای ارسال یک گزارش داده بلافاصله یا در یک زمان شروع تعریف‌شده، با فواصل خاص تکرار، برای متوقف کردن ارسال گزارش یا انجام یک کار مشخص تعویض کند.

### سامانه هشداردهی COSPAS\_SARSAT

ماهواره‌های COSPAS\_SARSAT یک سیستم ماهواره‌ای بین‌المللی به منظور انجام عملیات جست‌وجو و نجات است. این سیستم شامل یک مجموعه ماهواره در مدار قطبی و شبکه‌ای از ایستگاه‌های زمینی است. شبکه ایستگاه‌های زمینی به‌عنوان پایانه کاربران محلی یا (LUT: Local User Terminal) شناخته می‌شود. مجموعه ماهواره‌های جست‌وجو و نجات COSPAS، پیام‌های هشدار اضطراری و اطلاعات محل شناورها را، در مقیاس جهانی، برای مراکز RCC فراهم می‌آورد. سامانه COSPAS\_SARSAT از تعدادی ماهواره که در مدار قطبی قرار گرفته‌اند استفاده می‌کند. این ماهواره‌ها که فقط قابلیت گیرندگی دارند، به صورت مداوم تمام سیگنال‌های رادیویی پیام‌های اضطراری ارسال شده از سطح زمین، بر روی بسامد ۱۲۱ مگاهرتز یا ۴۰۶ مگاهرتز پایش می‌کنند.



شکل ۳۱- سامانه COSPAS-SARSAT

پیام‌های هشدار و اطلاعات محل ممکن است از فرستنده‌های زیر دریافت گردد:

■ دستگاه EPIRB: فرستنده موقعیت اضطراری شناور دریایی

■ دستگاه ELT: فرستنده اضطراری اطلاعات محل بالگرد یا هواپیما

■ دستگاه PLB: فرستنده اضطراری اطلاعات محل فرد.

تمام اطلاعات دریافت شده از فرستنده‌های زمینی، بر روی پایانه کاربر محلی ULT که در دید ماهواره

باشد، بارگذاری شده و از آن پایانه به مراکز کنترل عملیات (MCC: Mission Control Center) و مراکز هماهنگ کننده عملیات نجات (RCC: Rescue Coordination Center) ارسال می گردد.

پیام های هشدار GMDSS معمولاً به صورت دستی صادر و از طرف دریافت کننده پیام تصدیق می شود. مانند پیام هشدار که توسط DSC در باندهای HF یا MF با فشردن دکمه قرمز رنگ در INMARSAT - A یا INMARSAT - B SES صورت می گیرد و یا از طریق ارسال دستورات توسط صفحه کلید در INMARSAT - C SES. پیام های هشدار بایستی به گونه ای باشند که قابلیت ارسال در حالت ناوبری عادی کشتی را داشته باشند. باین وجود اگر قبل از اینکه پیام های هشدار صادر گردد، شرایط اضطراری کشتی را در بر بگیرد، دستگاه EPIRB که قابلیت شناوری دارد، به صورت خودکار، آزاد شده و فعال می گردد. از آنجاکه سیستم EPIRB از طریق ماهواره های جست و جو و نجات SARSAT پشتیبانی می شود، از این رو پیام ارسالی توسط EPIRB توسط ماهواره SARSAT رمزگشایی شده و به شبکه رادیویی GMDSS ارتباط داده می شود.

برای اینکه تجهیزات GMDSS در موقعیت اضطراری وظیفه خود را به درستی و به طور مؤثر انجام دهند، دریانوردان بایستی به وظیفه هر کدام از تجهیزات آگاهی کامل داشته و اقدامات نگهداری و تعمیر را بر روی هر یک از این تجهیزات به صورت مرتب و دقیق انجام دهند تا این تجهیزات همراه در حالت عملیاتی و بهترین وضعیت عملکرد قرار داشته باشند.

هر کشتی بایستی بتواند تعداد نه اقدام ارتباطی عنوان شده در جدول شماره ۴ را با تجهیزات GMDSS نصب شده بر روی شناور را انجام دهد.

شرح هر کدام از ارتباطات عنوان شده در جدول شماره ۴ را نوشته و در خصوص آنها بحث کنید.

فعالیت  
کلاسی



#### جدول ۴- اقدامات ارتباطی در دریا

ردیف	نوع ارتباط	شرح
۱	Ship_to_Shore Distress Alerting	
۲	Shore_to_Ship Distress Alerting	
۳	Ship_to_Ship Distress Alerting	
۴	SAR Coordination	
۵	On_Scene Communications	
۶	Transmission And Receipt Of Emergency Locating Signals	
۷	Transmission And Receipt Of MSI	
۸	General Radio Communications	
۹	Bridge_to_Bridge Communications	

این امر زمانی ممکن است که تجهیزات GMDSS به صورت مرتب و در فواصل زمانی منظم مورد آزمون قرار گیرند. این آزمون‌ها به صورت روزانه، هفتگی و ماهیانه انجام می‌گیرند.

## امکانات و تجهیزات ساحلی سامانه جست‌وجو و نجات دریایی

اکنون با تعدادی از تجهیزات مربوط به سامانه جست‌وجو و نجات که در شناورها نصب شده و در فضا مستقر گردیده‌اند، آشنا شدید. به منظور دریافت به موقع پیام‌های اضطراری و انجام هماهنگی، طرح‌ریزی و اجرای عملیات جست‌وجو و نجات، بایستی مراکز و امکاناتی در بخش ساحل مستقر گردند که به آنها اشاره می‌شود:

### ایستگاه‌های رادیویی ساحلی

ایستگاه‌های رادیو ساحلی یا (CRS: Coast Radio Stations) ایستگاه‌های رادیویی دریایی هستند که در ساحل مستقر شده‌اند که وظایف زیر را به عهده دارند:

- مانیتور کردن بسامدهای اضطراری.
  - هماهنگ کردن ارتباطات رادیویی.
  - بازپخش کردن ارتباطات کشتی‌ها و بین کشتی‌ها و ساحل.
- اغلب این ایستگاه‌ها دارای ایستگاه‌های کنترل از راه دور می‌باشند که به آنها این امکان را می‌دهد تا ناحیه تحت پوشش سیگنال‌های مداوم VHF را در منطقه دریایی A افزایش دهند.
- ایستگاه‌های رادیویی دریایی ممکن است مجهز به تجهیزات جهت یابی باشد تا بتوانند نقطه دقیق یک کشتی را مشخص یا اطلاعات محل حقیقی یک کشتی بر اساس سیگنال‌های VHF مشخص کنند.
- برخی از این ایستگاه‌ها جزء ایستگاه‌های NAVTEX طبقه‌بندی می‌شوند که پیام‌های اضطراری هواشناسی و پیش‌بینی وضعیت جوی را در سامانه اطلاعاتی NAVTEX منتشر می‌کنند.



شکل ۳۲- آنتن گیرنده سهموی

### ایستگاه‌های زمینی یا LUT

ایستگاه‌های زمینی یا (LUT: Local User Terminals) که به آنها پایانه مخابراتی نیز اطلاق می‌شود، برای ارتباط فرا سیاره‌ای، مخابره داده به یک فضاپیما یا دریافت امواج رادیویی از ماهواره منبع امواج رادیویی طراحی شده است. این ایستگاه‌ها با بهره‌گیری از آنتن‌های بزرگ سهموی (شکل حجمی هندسی)، وظیفه دریافت سیگنال‌های بسامد بالا (بسامد بالا) از ماهواره‌ها و انتقال آن به مراکز کنترل و هماهنگی را بر عهده دارند. ماهواره‌هایی که این ایستگاه‌ها با آن ارتباط برقرار می‌کنند، مجموعه ماهواره‌های Cospas\_Sarsat هستند.



شکل ۳۳- پایانه ایستگاه زمینی

### مرکز کنترل مأموریت MCC

مرکز کنترل مأموریت‌های جست‌وجو و نجات یا (MCC: Mission Control Centre) نوعی مسئولیت تهاتر پیام را ایفا می‌کند، به گونه‌ای که وظیفه دریافت و انتقال پیام‌های اضطراری را از دستگاه‌های EPIRB بر عهده دارد.

موارد زیر از مسئولیت‌های مراکز MCC هستند:

- جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و طبقه‌بندی اطلاعات از پایانه‌های مخابراتی LUT و سایر مراکز MCC.
- فراهم آوردن امکان تبادل اطلاعات بین‌المللی و ملی با سامانه ماهواره‌های Cospas - Sarsat.
- توزیع اطلاعات مربوط به پیام‌های هشدار و محل وقوع سوانح به مراکز وابسته MRCC

### مرکز هماهنگی عملیات نجات دریایی MRCC

مرکز هماهنگی عملیات نجات دریایی یا (Ordnation Center-MRCC: Maritime Rescue Co) یکی از اصلی ترین تسهیلات و امکانات کشورهایی به شمار می رود که توسط کارکنان نظارت و سرپرستی سازمان دهی و برای هماهنگی و کنترل عملیات جست و جو و نجات تجهیز شده اند. مراکز MRCC مسئولیت جست و جو و نجات را در نواحی جغرافیایی دریایی برعهده دارند. این نواحی توسط سازمان جهانی دریانوردی IMO تعیین شده اند. مراکز MRCC در اغلب کشورهای توسط کارکنان یک نیروی نظامی مانند نیروی دریایی یا یک نیروی غیر نظامی مانند پاسگاه ساحلی اداره می شود.



شکل ۳۴- مرکز کنترل MRCC

### آزمایش روزانه تجهیزات GMDSS یا Daily Test

عملکرد صحیح تمامی تجهیزاتی که از سیستم DSC بهره می برند، بایستی به صورت روزانه توسط امکانات تستی که در داخل آن تجهیزات تعبیه شده است، مورد آزمایش قرار گیرند. این آزمون بدون انتشار سیگنال انجام می گیرد. آزمون روزانه این تجهیزات، مواردی مانند: ارتباط داخلی تجهیزات، فرستندگی و توان دستگاه را مورد آزمایش قرار می دهد. فرایند آزمون این تجهیزات بسته به کارخانه تولیدکننده آن می تواند متفاوت باشد ولی اصول عملکرد به یک شکل است.

### آزمایش هفتگی تجهیزات GMDSS یا Weekly Test

آزمایش هفتگی صحت عملکرد تجهیزاتی که مبتنی بر DSC کار می کنند، بر روی حداقل یکی از شش بسامد اضطراری و ایمنی ضروری است. این آزمایش بایستی در فاصله مخابراتی از ایستگاه ساحلی که بر روی سیستم DSC ست شده است، انجام گیرد. تماس با ایستگاه ساحلی می تواند به روش های زیر انجام شود:



## آزمایش ماهیانه تجهیزات GMDSS یا Monthly Test:

فعالیت  
کارگاهی



### آزمایش ماهیانه دستگاه EPIRB

تجهیزات EPIRB یا مشخص کننده اضطراری موقعیت، باید در دوره‌های زمانی یک‌ماهه بدون استفاده از سیستم ماهواره با انجام Self-Test مورد آزمایش قرار گیرد. در خلال انجام Self-Test موارد زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرد:

- ۱ میزان ولتاژ باتری و توان بسامدی دستگاه.
- ۲ چک ظاهری دستگاه EPIRB به منظور بررسی آسیب‌های فیزیکی احتمالی.
- ۳ تاریخ انقضای باتری یادداشت شود.
- ۴ قفل هیدرو استاتیک دستگاه که در داخل محفظه EPIRB تعبیه شده است.
- ۵ چفت ایمنی چک شود که به درستی در جایگاه خود قرار گرفته باشد.



شکل ۳۵ - Self-Test



برای انجام Self-Test مراحل زیر را انجام دهید:  
**۱** ابتدا EPIRB را از جایگاه خود خارج کنید. (شکل ۳۶)

شکل ۳۶

**۲** کلیدی که در بالای دستگاه EPIRB به منظور انجام تعبیه شده است را در حالت Test قرار دهید. (شکل ۳۷)  
**۳** تعدادی لامپ LED به رنگ قرمز به صورت مستمر شروع به چشمک زدن خواهند کرد. نتیجه آزمون زمانی موفق است که پس از حدود پانزده ثانیه یک LED سبزرنگ در داخل دستگاه EPIRB روشن شود.



شکل ۳۷- قراردادن دستگاه EPIRB در حالت تست

پس از پایان موفق آزمون، کلید آزمون را به حالت اولیه برگردانید و دستگاه EPIRB را در جایگاه خود قرار دهید.



### آزمایش ماهیانه دستگاه SART

دستگاه SART یا فرستنده جست‌وجو و نجات نیز به منظور آزمایش صحت عملکرد آن، به Self-Test مجهز است. آزمون دستگاه SART نیازمند رادار باند X کشتی می‌باشد. انجام Self-Test بایستی در فضای باز دریا انجام گیرد تا تداخلی در نمایشگر رادار صورت نپذیرد.

برای انجام Self-Test مراحل زیر را انجام دهید:

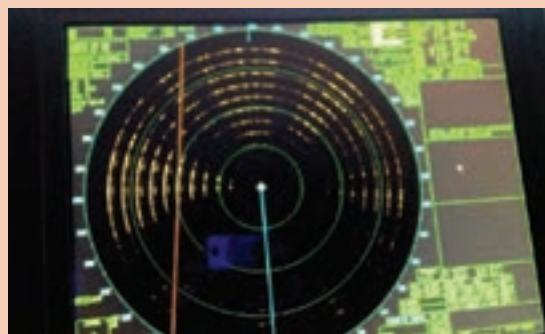
۱ دستگاه SART را از جایگاه خود خارج کنید.

۲ دستگاه SART باید به گونه‌ای در دست نگه‌داشته شود که در دید اسکنر رادار کشتی باشد. این کار معمولاً در دک پل فرماندهی انجام می‌گیرد. با چرخاندن SART به طرف چپ، آن را در وضعیت Test Prevue قرار دهید. چراغ تعبیه‌شده در دستگاه روشن شده و صدای بیپ شنیده خواهد شد. این نشان‌دهنده فعال شدن دستگاه SART است. (شکل ۳۸)



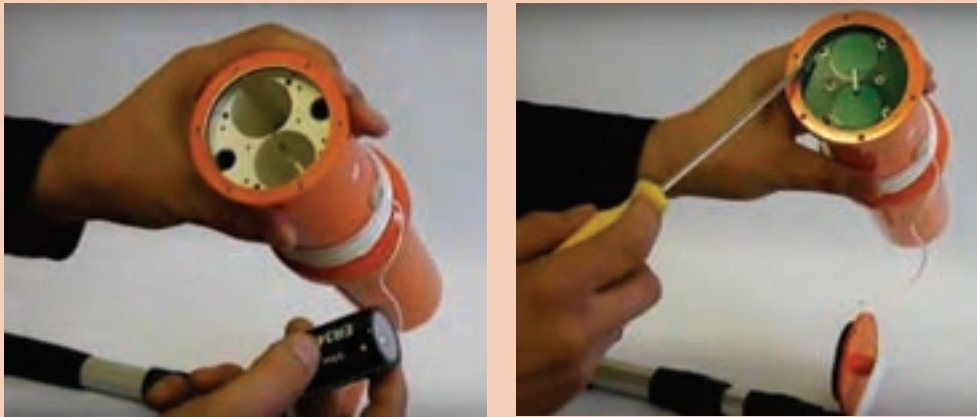
شکل ۳۸- تست دستگاه SART

۳ برای تأیید صحت عملکرد SART باید یک نفر ناظر صفحه نمایشگر رادار باشد. اگر رنج رادار بر روی ۱۲ مایل دریایی تنظیم شده باشد، تعداد ۱۱ دایره هم‌مرکز در صفحه رادار دیده خواهد که فاصله دوایر از همدیگر ۰/۶۴ مایل دریایی است. (شکل ۳۹)



شکل ۳۹

- ۴ چک ظاهری دستگاه SART به منظور بررسی آسیب‌های فیزیکی احتمالی.
- ۵ تاریخ انقضای باتری باید یادداشت شود.
- ۶ کلیپ ایمنی دستگاه در جای خود به درستی قرار گرفته باشد.



شکل ۴۰- تعویض باتری دستگاه SART

### آزمایش ماهیانه دستگاه NAVTEX

دستگاه NAVTEX از مهم‌ترین دستگاه‌های سیستم GMDSS بوده و منبع اطلاعات ایمنی دریایی است. این دستگاه مجهز به سیستم آزمون می‌باشد که قادر است باتری، صفحه کلید، LCD، ROM و RAM دستگاه را مورد آزمایش قرار دهد. انجام آزمایش ماهیانه NAVTEX تمرین خوبی برای کشف اشکالات احتمالی دستگاه است.

مراحل انجام آزمون یک نوع از دستگاه‌های NAVTEX به شرح زیر است:

۱ کلید [MENU/ESC] را فشار دهید تا وارد

پنجره اصلی منو شوید.

۲ با کلیدهای پیمایش [↑↓] قسمت SERVICE

را انتخاب و کلید [ENT] را فشار دهید. گزینه

TEST در زیر منوی SERVICE قرار گرفته است.

(شکل ۴۱)

I. گزینه TEST را انتخاب و کلید [ENT] را فشار

دهید.

II. گزینه YES را انتخاب و دوباره [ENT] را فشار

دهید.

روند آزمون شروع و پس از چند ثانیه نتیجه آن در

صفحه دستگاه نمایش داده خواهد شد.



شکل ۴۱



پودمان ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی



شکل ۴۲

اگر آزمون با موفقیت انجام شده باشد، نتیجه به صورت OK نمایش داده می شود در غیر این صورت عبارت (NG (Not Good) به معنی عدم رضایت در صفحه نمایش داده خواهد شد. (شکل ۴۲)



شکل ۴۳- آزمایش کلیدهای دستگاه NAVTEX

همچنین در روند آزمون تمامی کلیدها مورد آزمایش قرار خواهند گرفت. (شکل ۴۳)



شکل ۴۴- آزمون دریافت کنندگی (RX) دستگاه NAVTEX

صفحه آزمون RX دستگاه نیز به صورت شکل ۴۴ می باشد.

نتیجه آزمون را می توان توسط چاپگر، چاپ و در سوابق GMDSS کشتی بایگانی کرد.

## آزمایش ماهیانه دستگاه INMARSAT

فعالیت  
کارگاهی



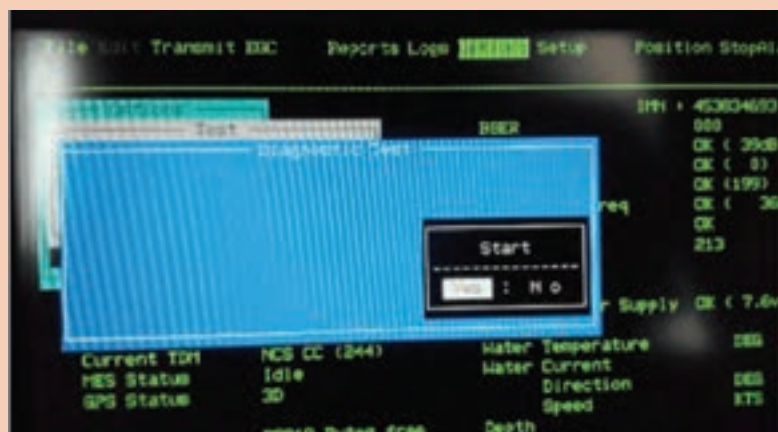
دستگاه INMARSAT به منظور اطمینان از صحت عملکرد، مجهز به آزمون تشخیص عیب است. مراحل انجام آزمون عیب یابی یکی از انواع دستگاه های INMARSAT که در کشتی ها مورد استفاده قرار می گیرد به شرح زیر است:

۱ در صفحه کلید، کلید FV را فشار دهید تا منوی گزینه ها نمایش داده شود.

۲ با کلید پیمایش گر، به طرف پایین حرکت کنید و گزینه TEST را انتخاب نمایید. سپس از منوی باز شده گزینه DIAGNOSTIC را انتخاب و پس از آن برای شروع آزمون، گزینه YES را بزنید. (شکل ۴۵-۴۶)



شکل ۴۵



شکل ۴۶

بودمان ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی

پس از اتمام مراحل آزمون، نتیجه به صورت شکل ۴۷ در صفحه نمایش، نشان داده خواهد شد.



شکل ۴۷

آزمون بررسی عملکرد (PV: Performance Verification) را می توان به صورت ماهیانه انجام داد. آزمون بررسی عملکرد شامل موارد زیر است: (شکل ۴۸)

- ◀ ارسال پیام به ایستگاه زمینی (LES: Local Earth Station)
- ◀ دریافت پیام از ایستگاه زمینی
- ◀ ارسال پیام اضطراری

آزمون PV یکی از گزینه های منوی آزمون می باشد که می توان به روش زیر آن را انجام داد.



شکل ۴۸

در طول مراحل آزمون، وضعیت TASTING در صفحه‌نمایش، نشان داده خواهد شد. (شکل ۴۹)



شکل ۴۹

پس از پایان آزمون وضعیت به حالت IDLE در خواهد آمد. (شکل ۵۰)



شکل ۵۰



بودمان ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی

نتیجه نهایی آزمون را می توان از منوی TEST و با انتخاب گزینه PV Test Result مشاهده کرد. نتیجه آزمون را می توان توسط چاپگر، چاپ و در سوابق GMDSS بایگانی کرد. عبارت Pass نشان دهنده ارزیابی مثبت از نتایج آزمون است. (شکل ۵۱)



شکل ۵۱

## جدول ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS.</p> <p>۲ تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>۳ به کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.</p> <p>۴ انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>۵ نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>■ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	بالا تر از حد انتظار			
۲	<p>۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS.</p> <p>۲ تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>۳ به کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.</p> <p>۴ انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>۵ نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>■ هنرجو توانایی بررسی سه مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	چگونگی کارباتجهیزات GMDSS	آگاهی از عملکرد سامانه GMDSS روش کار با تجهیزات GMDSS و آزمایش و نگهداری سامانه.	سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی
۱	<p>۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS.</p> <p>۲ تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>۳ به کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.</p> <p>۴ انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>۵ نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>	پایین تر از حدانتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

## ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی (GMDSS)

<p><b>۱- شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ تشریح عملکرد سامانه GMDSS.</li> <li>■ تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.</li> <li>■ به کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.</li> <li>■ انجام آزمایش های دوره ای تجهیزات سامانه GMDSS.</li> <li>■ نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.</li> </ul>																															
<p><b>۲- استاندارد عملکرد:</b></p> <p>توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی موسوم به GMDSS. کار با سامانه، سرویس، نگهداری و آماده به کار نگه داشتن تجهیزات و دستگاه های متعلق به این سیستم</p> <p><b>۳- شاخص ها:</b></p> <p>تشریح کامل عملکرد، آزمایش و نگهداری سامانه GMDSS.</p>																															
<p><b>۴- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>شرایط: مکان مناسب انجام کار و کارگاه مجهز به تجهیزات سامانه GMDSS.</p> <p>ابزار و تجهیزات: تمامی تجهیزات سامانه GMDSS شامل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ رادیوهای VHF - MF/HF و VHF دستی</li> <li>■ دستگاه های NAVEX - SART - EPIRB</li> </ul>																															
<p><b>۵- معیار شایستگی</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>تشریح عملکرد سامانه GMDSS.</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>به کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td>انجام آزمایش های دوره ای تجهیزات سامانه GMDSS.</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۵</td> <td>نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2"> <p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه ها؛</p> <p>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛</p> <p>۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر؛</p> <p>۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه ای</p> </td> <td>۲</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	تشریح عملکرد سامانه GMDSS.	۲		۲	تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.	۱		۳	به کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.	۱		۴	انجام آزمایش های دوره ای تجهیزات سامانه GMDSS.	۱		۵	نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.	۱			<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه ها؛</p> <p>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛</p> <p>۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر؛</p> <p>۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه ای</p>		۲
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																												
۱	تشریح عملکرد سامانه GMDSS.	۲																													
۲	تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.	۱																													
۳	به کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.	۱																													
۴	انجام آزمایش های دوره ای تجهیزات سامانه GMDSS.	۱																													
۵	نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.	۱																													
	<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه ها؛</p> <p>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار؛</p> <p>۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر؛</p> <p>۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه ای</p>		۲																												

- ۱ برنامه‌درسی رشته الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۲ استاندارد شایستگی حرفه رشته الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۳ استاندارد ارزشیابی حرفه رشته الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۴ نحوی، هوشنگ و فرشچیان، پرویز. مبانی رادار و وسایل کمک‌ناوبری. کد ۳۵۸/۴۳. تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. (۱۳۹۲)
- ۵ نسل پاک، میر حمید و دیانی، محمدرضا. آشنایی با درس‌های کمک‌ناوبری. کد ۴۷۰/۵. تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، (۱۳۹۲)
- ۶ «کارگاه و آزمایشگاه مبانی مخابرات رادیو» (جلد اول) مؤلفان: یدالله رضازاده، محمود شبانی، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی؛ تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران ۱۳۹۰.
- ۷ م.م. نشاطی، «معرفی سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS»، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۳.
- ۸ ف. نصری و م. فراست، «ناوبری الکترونیکی»، نوشهر: دانشگاه علوم دریایی امام خمینی، ۱۳۸۷.
- ۹ شیوه‌نامه نحوه ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی و غیرفنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای.

