

### عمق یاب

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل:

- ۱- مبانی و قوانین امواج صوتی در آب را شرح دهد.
- ۲- نحوه کار عمقیاب را روی دستگاه نشان دهد.
- ۳- قسمت‌های تشکیل دهنده عمقیاب را روی دستگاه عملاً نشان دهد.
- ۴- کار ثبت کننده را توضیح دهد.
- ۵- کار فرستنده را توضیح دهد.
- ۶- کار گیرنده را توضیح دهد.
- ۷- کار نشاندهنده چراغی را شرح دهد.
- ۸- کار ترانسدیوسر را بیان کند.
- ۹- نحوه استفاده و نحوه کنترل عمق یاب را روی دستگاه نشان دهد.
- ۱۰- طرز کار ماهی‌یاب را توضیح دهد.

### ۱-۶- مبانی و قوانین امواج صوتی در آب

عمقیاب دستگاه الکترونیکی است که برای اندازه‌گیری عمق آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. از سال ۱۹۲۵ به عنوان یکی از دستگاه‌های مهم ناوبری که تقریباً بر روی همه کشتیها نصب می‌شود، مد نظر بوده است.

**تعریف پژواک** — پژواک عبارت است از دریافت انعکاس صدا بر اثر برخورد آن با مانع. مهمترین نکته مهم درباره پژواک این است که همواره با یک تأخیر زمانی نسبت به صوت اصلی شنیده می‌شود. یا به عبارت دیگر، یک فاصله زمانی هرچند کوتاه بین تولید صدا و دریافت پژواک وجود دارد. وجود چنین پدیده‌ای به دلیل زمانی است که امواج صوتی برای حرکت از نقطه‌ای به نقطه دیگر تلف می‌کنند؛ بنابراین قبل از این که امکان شنیدن پژواک در مرکز ایجاد صدا وجود داشته باشد،

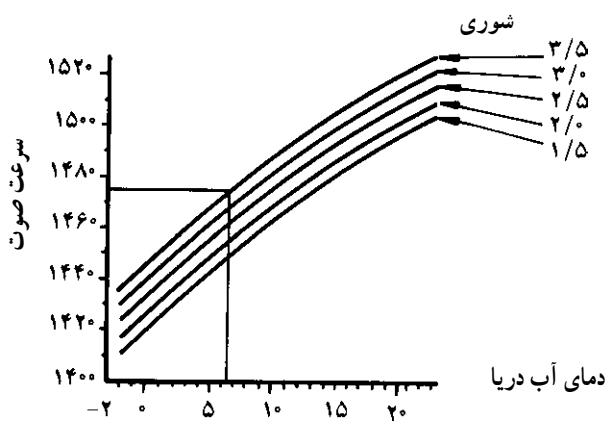
لازم است که صوت ۲ برابر فاصله بین منبع و مانع را طی کرده باشد. این واقعیت و همچنین سرعت ثابت صوت در آب، به عنوان اصول کار عمق‌یاب مدنظر قرار می‌گیرد.

**حرکت صدا در آب** — حرکت صدا در آب به مراتب سریعتر از حرکت صدا در هوا است و می‌تواند مسافت زیادی را قبل از این که کاملاً میرا یا ضعیف شود طی کند. سرعت صوت در آب تا حدی به درجه حرارت، فشار و غلظت آب بستگی دارد، اما تا آنجا که در رابطه با کار عمق‌یاب مربوط می‌شود تغییراتش ناچیز و قابل اغماض است.

در مواردی که نیاز به دقت بیشتری باشد، تصحیحات مورد نظر با توجه به تغییرات درجه حرارت، فشار و غلظت (درجه شوری) با استفاده از جدولهای مربوط اعمال می‌شود.

سرعت متوسط صوت در آب برای اکثر عمق‌یاب‌ها ۱۵۰۰ متر بر ثانیه (۴۹۲۰ فوت بر ثانیه) در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین طراحی کلیه اجزای دستگاه و محاسبات بر همین اصل استوار است. چنانچه عمق‌یاب به‌طور دقیق برای آب شور تنظیم شده باشد، عمق واقعی در آب شیرین در حدود ۳ درصد کمتر از عمق خوانده شده است.

در این گونه موارد در صورت لزوم می‌توان تصحیحات لازم را به‌مورد اجرا گذاشت. شکل (۱-۶) منحنیهای سرعت صوت را در مقابل دما برای درجات شوری مختلف آب نشان می‌دهد. در حالت کلی می‌توان از سرعت میانگین صوت در آب استفاده کرد، زیرا در آبهای کم‌عمق، اختلافات مربوط به عمق خوانده شده که تحت تأثیر دما و درجه شوری و فشار قرار می‌گیرند، کوچک هستند و در عمقهای زیاد، این اختلافات از نظر دریانوردی دارای اهمیت کمتری هستند.

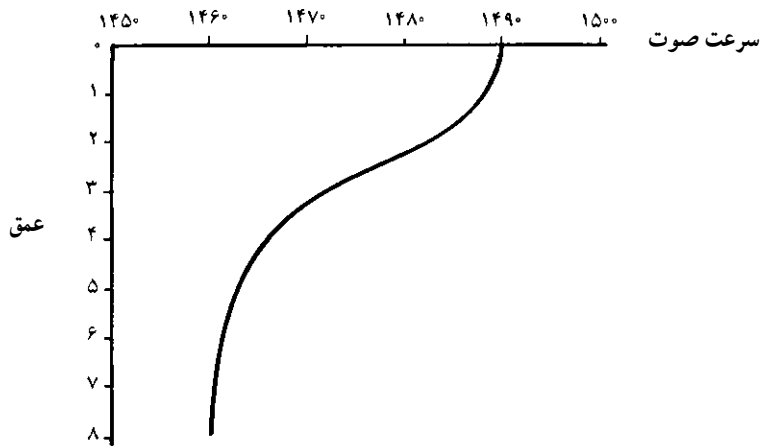


شکل ۱-۶ — نسبت بین دمای آب و سرعت صوت در آب دریا برای درجات شوری مختلف

به عنوان نتیجه گیری از وضعیت فشار در اعماق مختلف (جدا از اثر دما و شوری آب) می توان این اصل را در نظر گرفت که به ازای هر  $10^{\circ}$  متر از دیاد عمق،  $1/8$  متر در ثانیه سرعت صوت افزایش پیدا می کند.

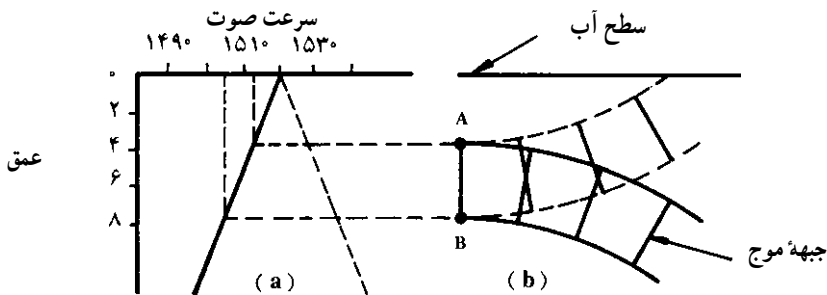
اختلافات مربوط به دما و درجه شوری آب در اعماق بیشتر تأثیر بیشتری بر روی سرعت امواج صوتی می گذارند؛ بنابراین، سرعت صوت همزمان با زیاد شدن عمق می تواند افزایش یا کاهش پیدا کند. بعضی مواقع سرعت صوت در لایه های بالایی آب کاهش پیدا می کند و دوباره در لایه های پایین تر افزایش پیدا می کند.

شکل (۶-۲) مثالی از سرعت در مقابل افزایش عمق را نشان می دهد.



شکل ۶-۲- سرعت صوت ممکن است با تغییر عمق افزایش یا کاهش یابد.

جبهه موج (Wave front) یک پرتو، به صورت سطحی عمود بر جهت انتشار صدا است. در برخی از دستگاهها مانند سونار، جهت پرتو به صورت افقی انتشار یافته در این جهت جبهه موج به صورت سطح عمودی ظاهر می شود (شکل ۶-۳).



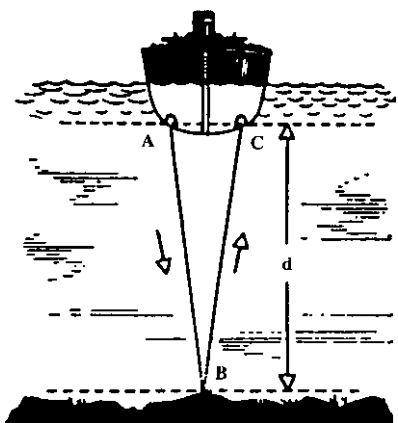
شکل ۶-۳- چنانچه سرعت صوت در نقطه A بیش از نقطه B باشد، پرتو به طرف پایین خم خواهد شد و اگر کمتر از نقطه B باشد، به طرف بالا انحنای پیدا خواهد کرد.

چنانچه در نقطه‌ای مانند A سرعت صوت بیش از نقطه B باشد، شکست پرتو رو به پایین خواهد بود و چنانچه سرعت در نقطه A کمتر از نقطه B باشد، پرتو به طرف بالا انحناء پیدا می‌کند. هنگامی که پرتو به سطح آب رسید، معمولاً به طرف پایین منعکس خواهد شد. در عمق‌یابها چون به صورت عمودی و رو به پایین انتشار می‌یابد، انکساری (انحناء پرتو) رخ نخواهد داد. تعداد پالسهای که در هر دقیقه به وسیله عمق‌یاب انتشار می‌یابد، در حدود بین ۱۰ تا ۶۰۰ پالس است و فرکانس ارتعاشات صوتی بین ۱۰ کیلوهرتز و ۵۰ کیلوهرتز است. گوش انسان تنها قادر به شنیدن ارتعاشات صوتی با فرکانسهای در حدود بین ۱۰۰ هرتز تا ۱۸ کیلوهرتز است. فرکانسهای استفاده شده در این سیستم، خارج از محدوده برد شنوایی بوده آنها را فرکانسهای مافوق صوت (Ultrasonic) می‌گویند.

علت اصلی استفاده از فرکانسهای مافوق صوت این است که ماشین‌آلات و همچنین حرکت خود کشتی ارتعاشاتی در محدوده فرکانسهای شنوایی تولید می‌کنند. اگر ترانسدیوسر گیرنده، قابلیت تشدید فرکانس بالاتری را داشته باشد، معمولاً ارتعاشات تداخلی، قابل قبول این ترانسدیوسر نخواهد بود. اگر هم مقداری از این ارتعاشات جذب گیرنده شوند، عبور آنها از مدارهای نوسان‌ساز امکانپذیر نخواهد بود، زیرا این مدارها تنها روی فرکانس مورد نیاز عمق‌یاب تنظیم شده‌اند. مزیت دیگر استفاده از فرکانسهای بالا در این است که ابعاد ترانسدیوسر کوچکتر خواهد شد.

## ۲-۶- اصول کار عمق‌یاب

اصول کار این سیستم که در نهایت منجر به اندازه‌گیری عمق آب زیر کشتی می‌شود، به شرح زیر است: پالسهای کوتاهی از ارتعاشات صوتی به‌طور متناوب (حدود ۱۰۰ بار در دقیقه) در آب زیر



شکل ۴-۶- اصول کار عمق‌یاب

کشتی تولید و به صورت عمودی به طرف کف دریا ارسال می‌شوند. بستر دریا این پالسها را منعکس کرده پس از مدّت زمانی که متناسب با عمق دریا است، اکوی مربوط به این پالسها به وسیله کشتی دریافت می‌شوند. در این زمان پالسها دو برابر مسافت بین زیر کشتی و بستر دریا را طی کرده‌اند (شکل ۴-۶). چنانچه دریا زیاد کم عمق نباشد می‌توان خطای فیثاغورث (PYTHA — GORAS ERROR) را با توجه به این که  $d$  کمتر از  $AB$  است، نادیده فرض کرد (شکل ۴-۶).

سرعت انتشار صوت در آب دریا ثابت و برابر با  $1500^\circ$  متر در ثانیه است؛ بنابراین فاصله  $d$  را می توان از فرمول  $2d = Vt$  یا  $d = \frac{Vt}{2}$  محاسبه کرد. در این فرمول  $V$  سرعت صوت در آب و  $t$  زمان طی شده از لحظه ارسال صوت تا دریافت اکو است. به عنوان مثال، چنانچه زمان بین ارسال پالس و دریافت اکو ۱ ثانیه باشد، معلوم می شود که پالسها مسافتی برابر با  $1500^\circ$  متر را طی کرده اند؛ از این رو عمق آب برابر با  $750^\circ$  متر یا  $\frac{1500^\circ}{2}$  متر خواهد شد.

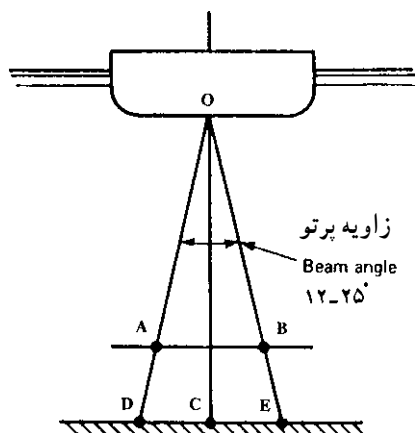
به جای نشان دادن زمان بر روی نشانگر، می توان عمق مربوط را برحسب متر، فادوم (FATHOM) و یا فوت نشان داد.

در آبهای کم عمق و زمانی که فاصله بین  $C$  و  $A$  خیلی زیاد باشد، عمق نشان داده شده به وسیله دستگاه بیشتر از مقدار حقیقی خواهد بود؛ بنابراین در چنین وضعیتهایی اعتماد به عمق خوانده شده از طریق عمق یاب خطرناک است.

عمق اندازه گیری شده به صورت اتوماتیک ثبت می شود و ضمن این که مقدار عمق در هر لحظه قابل دسترسی است، اعماق مربوط به سفر طی شده به وسیله یک کشتی نیز قابل ثبت است.

برای مثال، چنانچه  $100^\circ$  عمق یابی در هر دقیقه انجام شود و سرعت کشتی  $10^\circ$  گره دریایی باشد، فاصله بین دو عمق یابی متوالی برابر  $3$  متر یعنی  $\frac{10 \times 1852}{60 \times 100}$  می شود. رقم به دست آمده نشان می دهد که ناورب می تواند در جریان تغییرات ناگهانی عمق که ناشی از وجود تپه ها یا دره های زیر آبی است، قرار بگیرد. در عمل نشان دادن کلیه تغییرات بر روی نقشه ها امکان پذیر نیست.

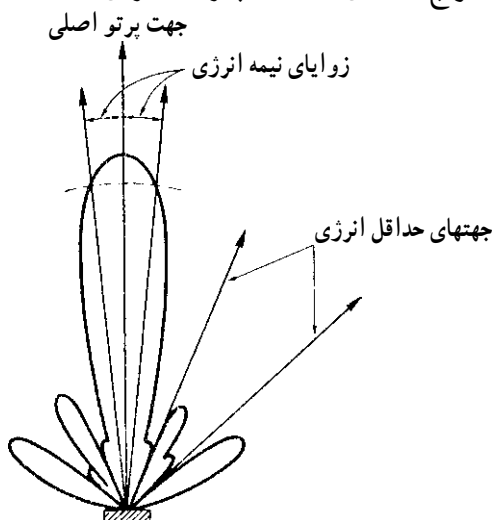
## انعکاس، انکسار و جذب ارتعاشات صوتی در آب



در شکل (۴-۶) مسیر امواج صوتی به طرف بستر دریا به صورت یک خط نشان داده شده است. در حقیقت ارسال این امواج در قالب پرتویی از امواج شکل (۵-۶) با سطح مقطع دایره ای یا بیضی شکل صورت می گیرد.

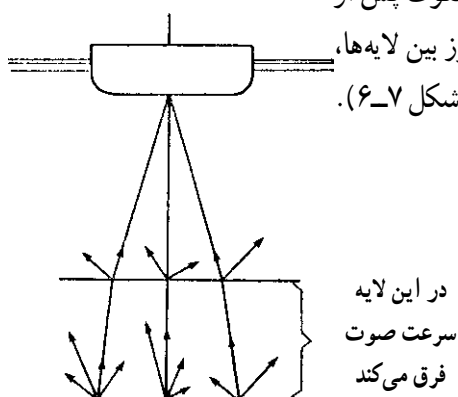
شکل ۵-۶- حداکثر انرژی در مسیر  $OC$  و نیمی از حداکثر قدرت در مسیرهای  $OE$  و  $OD$  واقع می شود.

پرتو مدور دارای یک زاویه پرتو (زاویه OA و OB در شکل ۵-۶) است که مقدار آن بین ۱۲ تا ۲۵ درجه است. شدت نوسانات بین A و B ثابت نیست و این شدت در مسیر OC بیشترین مقدار خود را دارا است و با دور شدن از این مسیر، شدت آن بتدریج کاهش پیدا می کند. در محدوده زاویه پرتو، انرژی انتشار امواج برابر با نصف همین انرژی در مسیر OC است. همانند پرتو امواج رادیویی، پرتو امواج صوتی نیز در آب دارای لوبهای جانبی (side lobes) هستند (شکل ۶-۶). این گونه لوبها اثری در تعیین عمق آب ندارند. زمانی که امواج لایه های مختلف آب را که دارای مشخصات متفاوت (اختلاف در دما، درجه



شکل ۶-۶- انرژی انتشار یافته یک ترانسدایسر همراه با لوبهای جانبی

شوری و همچنین حضور عناصر مختلف در آب) هستند طی می کنند، در این لایه ها دچار انکسار و انعکاس می شوند. این اعمال به جهت تغییر سرعت صوت پس از ورود به آب دریای غیرنرمال به وقوع می پیوندد. در مرز بین لایه ها، انکسار همراه با انعکاس معمولاً ضعیف به وجود می آید (شکل ۷-۶).



شکل ۷-۶- نمایشی از اختلاف سرعت و همچنین انعکاس و انکسار امواج صوتی در محدوده دو لایه

به هر حال عمل انتقال از یک لایه به لایه بعدی معمولاً تدریجی صورت می‌گیرد؛ بنابراین به جای انکسار یا شکست ناگهانی امواج، انحنای تدریجی در سمت انتشار امواج به وجود خواهد آمد.

چون بستر دریا هرگز کاملاً مسطح نیست، سمت انعکاس امواج صوتی بیشتر در جهات مختلف (DIFFUSE REFLECTION) خواهد بود تا در یک جهت، درحقیقت ترکیبی از انعکاسهای هم جهت و مختلف‌الجهت در برخورد امواج با بستر دریا به وجود می‌آید و انعکاس در کلیه جهات است که موجب دریافت اکو در گیرنده عمق یاب می‌شود. چنانچه انعکاسهای یک بستر شیب‌دار کاملاً هم جهت باشد، اکویی در کشتی قابل دریافت نخواهد بود.

هرچه طول موج با توجه به میانگین ابعاد بی‌قاعدگیهای بستر دریا کوتاهتر باشد، انعکاسهای هم جهت نیز کمتر خواهد بود؛ بنابراین طول موج کوتاهتر یا به عبارت دیگر فرکانس بالاتر، انعکاسهای مطلوبی در جهات مختلف در پی خواهد داشت.

در طول زمان بین انتشار پالس و دریافت اکو، کشتی از محل قبلی خود مقداری جابه‌جا می‌شود، اما این مسافت حتی برای سرعتهای زیاد مثلاً ۵۰ گره دریایی و عمق ۳۰۰ متر، بیش از ۱۰ متر نخواهد بود که در محاسبات و دریافت اکو به وسیله کشتی خللی ایجاد نمی‌کند.

در زمان انتشار امواج صوتی، مقداری از انرژی مزبور جذب و باعث تضعیف در انتشارات ترانسدیوسر گیرنده می‌شود؛ علاوه بر این که به موازات افزایش سطح مقطع پرتو، انرژی هر واحد از کل سطح مقطع پرتو کاهش پیدا می‌کند.

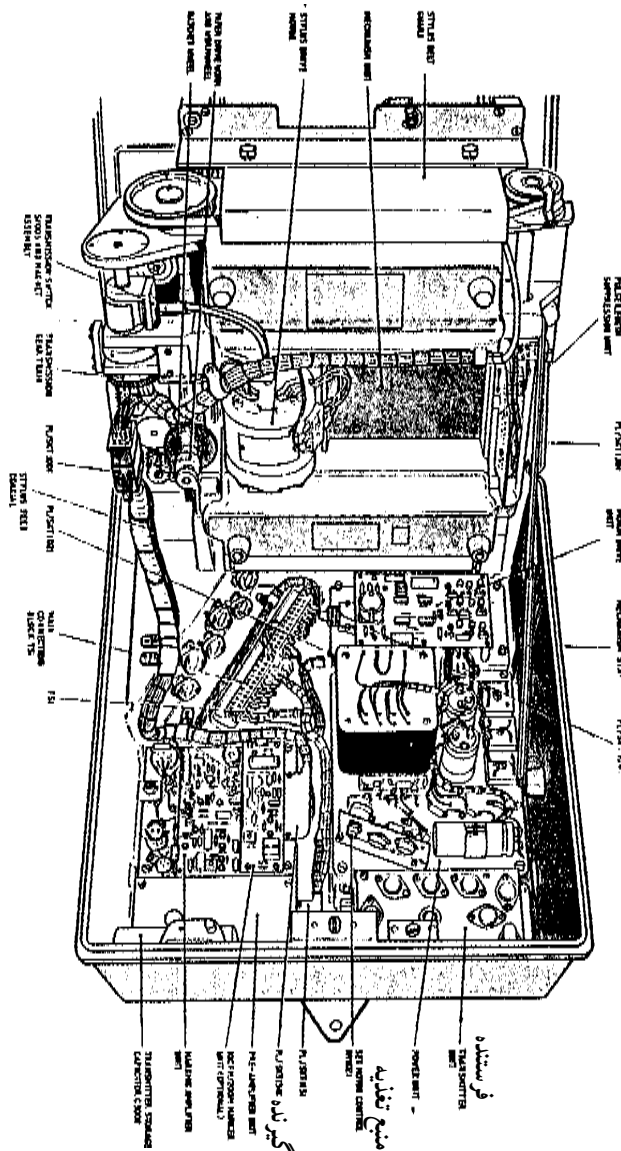
برای مثال، دو برابر شدن عمق، باعث چهار برابر شدن سطح تحت پوشش پرتو می‌شود و در نتیجه انرژی مربوط به هر واحد سطح چهار بار کوچکتر می‌شود؛ به همین علت، انرژی اکوی دریافت شده در واحد سطح نوسان‌ساز گیرنده نیز چهار بار تقلیل می‌یابد. از این موضوع نتیجه‌گیری می‌کنیم که شدت اکو با توجه به اعماق مختلف، دارای کمیت‌های مختلف خواهد بود. برای پرهیز از دریافت چنین اکوهایی با شدتهای متفاوت، در سیستم‌های عمق یاب تقویت امواج به صورت خودکار صورت می‌گیرد. روشن است که هرچه اکو دیرتر دریافت شود، تقویت بیشتری نیز به مورد اجرا گذارده می‌شود.

جذب انرژی امواج را نیز می‌توان با کاهش فرکانس تقلیل داد؛ بنابراین در برخی عمق یاب‌های ویژه، برای تعیین عمق‌های خیلی زیاد از فرکانسهای حدود ۱۰ کیلوهرتز استفاده می‌شود. عمق یاب‌های موجود در کشتیها قادر به تعیین عمق تا اعماق بین ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر هستند و معمولاً کمترین عمقی که می‌تواند اندازه‌گیری شود بین ۵/۰ تا ۱ متر است.

### ۳-۶- قسمتهای تشکیل دهنده عمقیاب

قسمتهای تشکیل دهنده عمقیاب همان گونه که در شکل (۸-۶) نشان داده شده است، از ثبت کننده، ترانسدیوسر و منبع تغذیه تشکیل شده است.

۱-۳-۶- ثبت کننده - ثبت کننده خود شامل منبع تغذیه، فرستنده، گیرنده و سیستم گرداننده



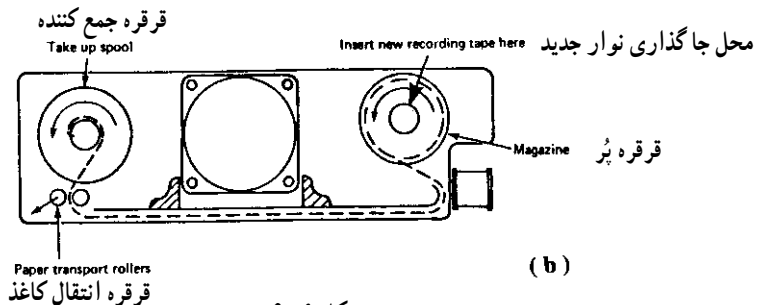
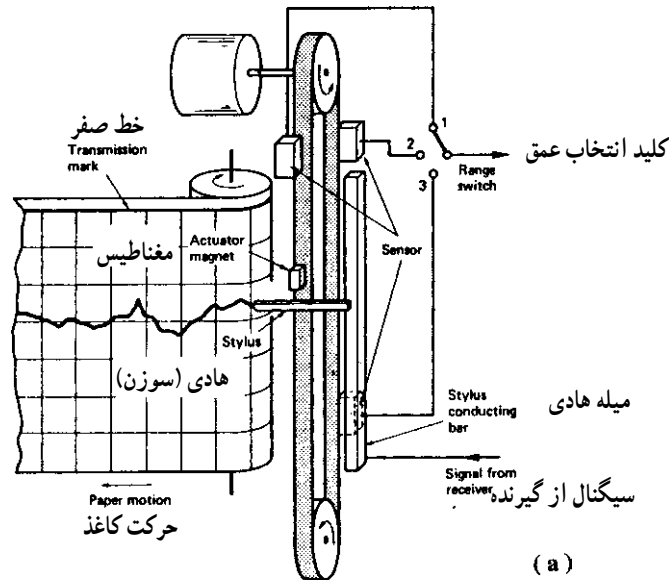
شکل ۸-۶



موتور است.

ثبت کننده از نوارهای کاغذی عریض که حرکت آرامی بر روی یک سطح فلزی دارند؛ استفاده می کند. حرکت این نوار کاغذی از یک فرقه به فرقه دیگر صورت می گیرد. هر فرقه پُر می تواند ۳۰ الی ۱۰۰ ساعت نیاز عمق یابی را برطرف کند. انتهای هر رول کاغذ به وسیله یک خط عریض رنگی علامتگذاری شده است.

همان گونه که در شکل (۹-۶) نشان داده شده است، حرکت این نوار کاغذی از سمت راست به چپ صورت می گیرد. یک تسمه که بر روی آن سوزن ثبت کننده نصب شده، به وسیله یک موتور الکتریکی در روی دو پولی با سرعت ثابتی می گردد. سوزن ثبت کننده بر روی صفحه حرکت می کند. نوار کاغذی با لایه فلزی بسیار نازک نظیر آلومینیوم پوشیده شده و این لایه خود به وسیله لایه دیگری از غیرهادیها روکش شده است. زمانی که به وسیله گیرنده یک ولتاژ الکتریکی به سوزن ثبت کننده فرستاده می شود، لایه بالایی آلومینیوم می سوزد و سطح فلزی لایه به صورت لکه قهوه ای رنگ نمودار



شکل ۹-۶

می‌شود. پودر حاصل از این عمل را باید هر چند مدت یکبار از داخل عمقیاب جمع‌آوری کرد.

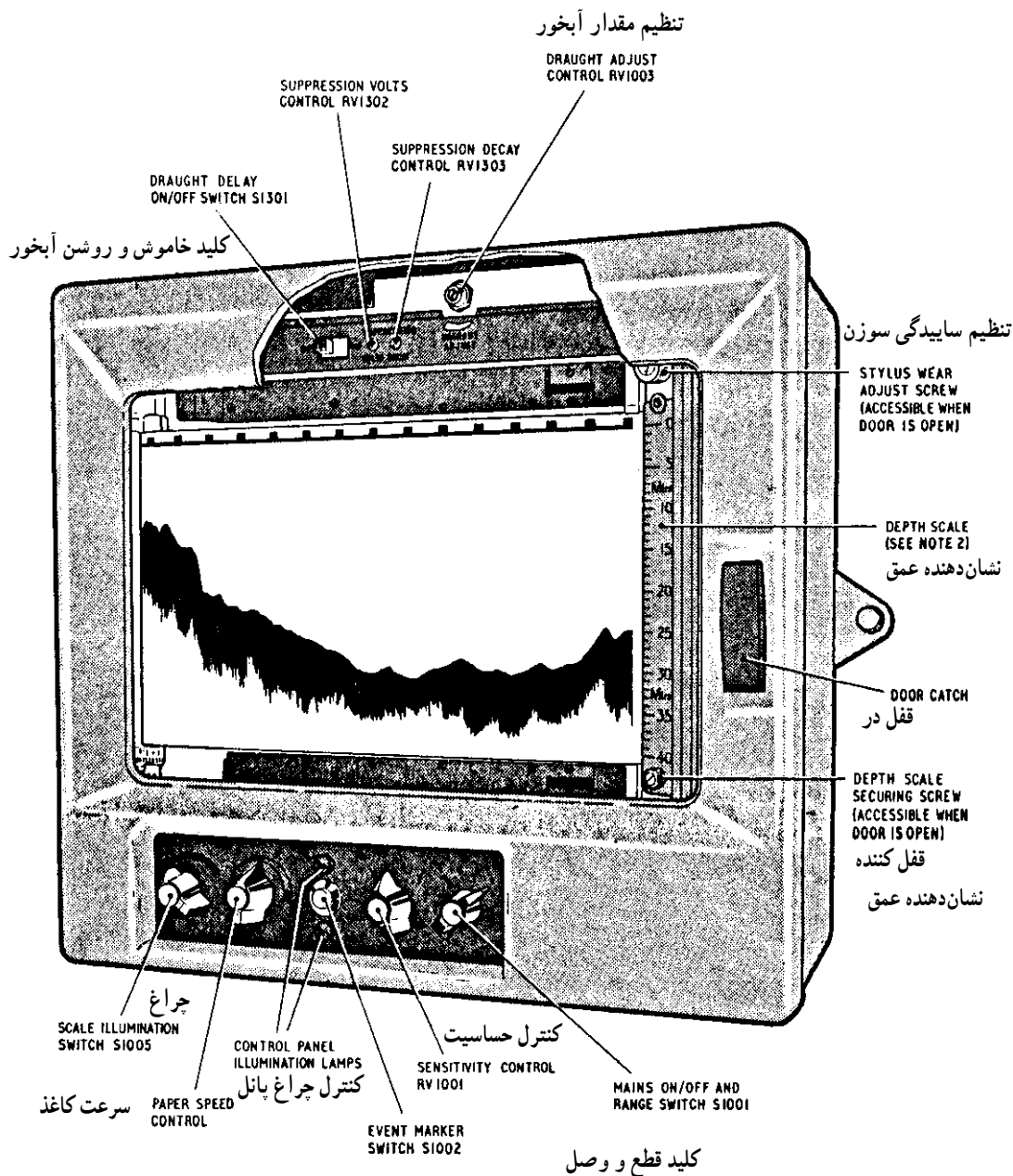
**۲-۳-۶- فرستنده** — زمانی که قطعه مغناطیس نصب شده بر روی تسمه از سنسور در ارتباط با وضعیت شماره ۱ کلید انتخاب عبور می‌کند، مدار بسته می‌شود. با بسته شدن مدار، مولد تولید یک پالس می‌کند و فرستنده این پالس را ارسال می‌کند. در این وضعیت، سوزن ثبت‌کننده بر روی خط صفر نوار کاغذی قرار خواهد داشت.

ارتعاشات پالس مکانیکی از طریق ترانسدیوسر به طرف بستر دریا ارسال می‌شود، اما برخی از آنها از طریق بدنه کشتی با مسیرهای دیگر به‌طور مستقیم وارد ترانسدیوسر گیرنده می‌شوند. ترانسدیوسر گیرنده، این پالسهای مکانیکی را تبدیل به پالسهای الکتریکی می‌کند. این پالسها از طریق گیرنده و میله هادی به سوزن ثابت منتقل می‌شود و سپس در روی نوار کاغذی لکه‌های قهوه‌ای رنگ ایجاد می‌کند. فاصله زمانی بین بسته شدن مدار و ایجاد لکه به وسیله سوزن ثابت، صفر است؛ بنابراین خط ایجاد شده به وسیله این لکه‌ها، شروع ارسال پالس در آب دریا را نشان می‌دهند. به این خط، خط صفر (ZERO LINE) می‌گویند.

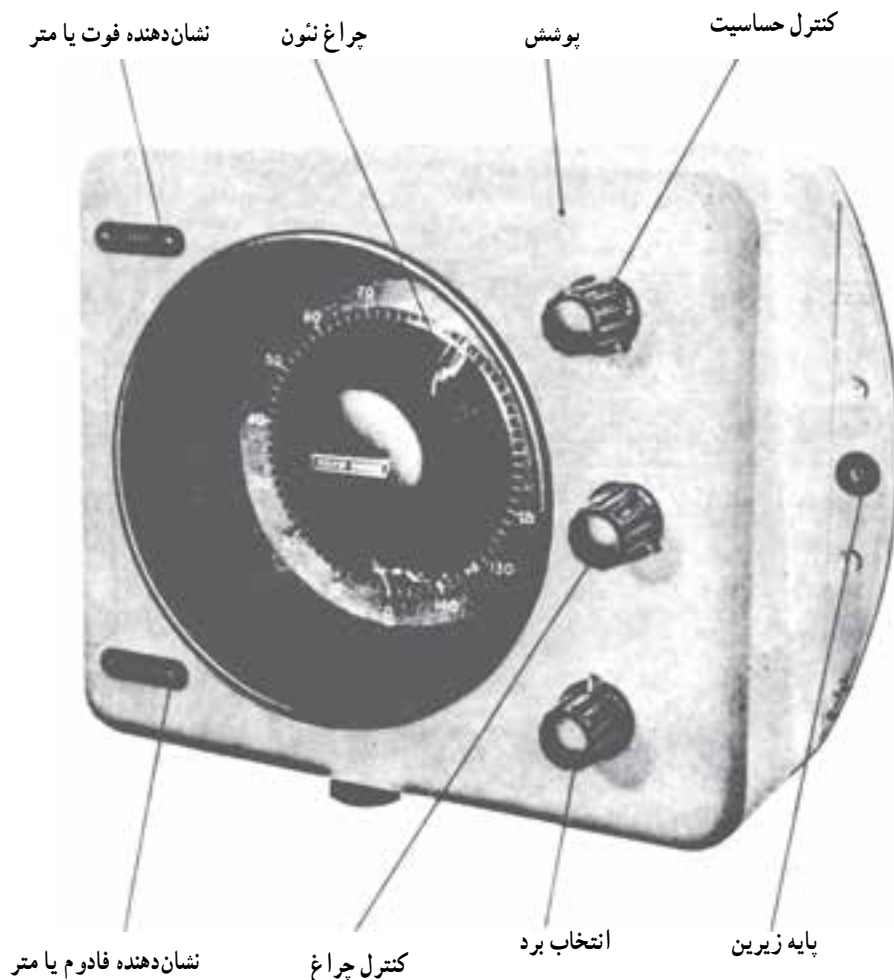
**۳-۳-۶- گیرنده** — اکوی برگشتی به ترانسدیوسر گیرنده (چنانچه دو ترانسدیوسر جداگانه باشد) تبدیل به پالس الکتریکی شده پس از تقویت به سوزن ثابت که حالا مقداری از خط صفر فاصله گرفته، وارد می‌شود. هرچه عمق بیشتر باشد، فاصله بین لکه جدید و خط صفر بیشتر خواهد شد، لکه جدید عمق را نشان می‌دهد و مقدار آن را می‌توان از درجه‌بندی نوشته شده بر روی نشانگر پلاستیکی یا درجه‌بندی چاپ شده بر روی خود نوار کاغذی خواند. همزمان با حرکت آهسته نوار کاغذی به طرف چپ، لکه‌های ناشی از انتشار پالسها بر روی کاغذ خط افقی (خط صفر) ایجاد می‌کند. لکه‌های ناشی از دریافت اکو نیز نموداری از وضعیت عمق بستر دریا را بر روی نوار ثبت می‌کند (شکل ۱۰-۶).

سرعت حرکت سوزن ثابت باید ثابت باشد؛ بنابراین مقدار دور در دقیقه موتور الکتریکی که پولی را می‌چرخاند باید با توجه به سرعت استاندارد صوت، مقدار کاملاً ثابتی باشد. سرعت پولی در ثبت‌کننده‌ای که درجه‌بندی آن برحسب فادوم است، باید ۶ برابر شود. مقدار عمق را می‌توان از همان درجه‌بندی برحسب فوت به دست آورد، زیرا هر فادوم برابر با شش فوت است.

**۴-۳-۶- نشان‌دهنده چراغی** — در بعضی از عمقیاب‌ها از نشاندهنده‌های چراغی به‌عنوان یک تکرارکننده اضافی که امکان رؤیت عمق را برای اپراتور مهیا می‌سازد، استفاده می‌کنند (شکل ۱۱-۶).



شکل ۱۰-۶- ثبت کننده عمق یاب

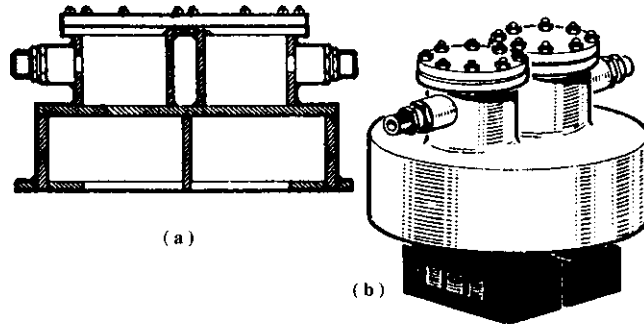


شکل ۱۱-۶- نشان دهنده چراغی

در این نشان دهنده‌ها، مقدار عمق به وسیله یک چراغ نئون که در یک صفحه مدور درجه بندی شده می‌چرخد، نشان داده می‌شود.

با مقایسه لامپهای معمولی، لامپ نئون در هنگام قطع و وصل شدن کلید خاموش و روشن می‌شود. هنگامی که لامپ مزبور از وضعیت صفر درجه بندی مدور عبور می‌کند، یک پالس ارسال می‌شود. زمانی که اکوی مربوط به این پالس دریافت می‌شود، برای لحظه‌ای لامپ نئون روشن می‌شود. روشن شدن متوالی لامپ در همان نقطه ما را قادر می‌سازد تا مقدار عمق را از درجه بندی مزبور حتی از فاصله کمی دورتر بخوانیم.

۵-۳-۶- ترانسدیوسر (TRANSDUCER) - ترانسدیوسر فرستنده پس از دریافت نوسان الکتریکی شروع به ارتعاش کرده امواج صوتی را ارسال می کند. نوسان ساز گیرنده که پس از دریافت اکو شروع به ارتعاش می کند، آنها را به نوسان الکتریکی تبدیل می کند و به گیرنده می فرستد. سطح ارتعاش شونده ترانسدیوسر، در تماس با آب است و ابعاد آن در حدود  $20 \times 10$  سانتیمتر است (شکل ۱۲-۶).



a- مقطع عمودی

b- نمای خارجی همراه با دو ترانسدیوسر در قسمت تحتانی

شکل ۱۲-۶- محفظه ترانسدیوسرهای فرستنده و گیرنده

ترانسدیوسرهای استفاده شده در عمق یابها از دو نوع تغییر پذیر مغناطیسی (Magnetostrictive) یا تغییر پذیر الکتریکی (Electrostrictive) هستند. در برخی از کریستالها بر اثر دریافت جریان الکتریسیته در دو سطح آنها، دچار انقباض یا انبساط می شوند که از این خاصیت (تغییر پذیری الکتریکی) می توان در ترانسدیوسرها برای ایجاد ارتعاشات لازم استفاده کرد. همین خصوصیت در یک میله فلزی زمانی که وارد میدان مغناطیسی می شود، به وقوع خواهد پیوست از این خاصیت (تغییر پذیری مغناطیسی) نیز می توان برای ایجاد ارتعاشات لازم در ترانسدیوسرها استفاده کرد.

چنانچه ترانسدیوسر در داخل محفظه مخصوص در زیر کشتی قرار نگرفته باشد، باید در هنگام رنگ آمیزی بدنه زیرین کشتی دقت شود که لایه های مرتعش شونده ترانسدیوسر اسکراب و رنگ آمیزی نشوند. بدیهی است در صورت انجام این عمل قسمت رنگ شده مانع از انتقال ارتعاشات در آب خواهد شد.

#### ۴-۶- نحوه کنترل کارکرد و نحوه استفاده از عمق یاب

عمق واقعی برابر مجموع عمق نشان داده شده به وسیله عمق یاب و فاصله عمودی ترانسدیوسرها تا سطح آب است. عمق عمودی و عمق نشان داده شده بر اثر گذشت زمان قابل تغییر هستند؛ بنابراین

توصیه می‌شود که سالی چند بار عمق‌یاب با انجام عمق‌یابی دستی مورد کنترل قرار گیرد. عمق‌یاب دستی از قطعه‌ای سرب که به انتهای یک طناب مدرج متصل شده، تشکیل شده است. برای اندازه‌گیری عمق حقیقی به دو یا سه مورد عمق‌یابی دستی، در محلی از کشتی که نزدیکتر به ترانسدیوسر باشد کافی به نظر می‌رسد. چنانچه در مقایسه عمق به دست آمده از این طریق با عمق خوانده شده از دستگاه عمق‌یاب تفاوتی مشاهده شد، مشخص می‌شود که عمق‌یاب نیاز به تنظیم دارد. بنابراین موتور الکتریکی گرداننده محور ثبات، سریعتر یا آهسته‌تر از وضعیت واقعی می‌شود. چنانچه مقدار عمق نشان داده شده دستگاه خیلی بیشتر از عمق حقیقی بود، دور موتور الکتریکی باید کاهش و در صورت عکس، افزایش پیدا کند.

پس از تنظیم سرعت موتور، بهتر است چند بار دیگر از نظر اطمینان با عمق‌یاب دستی مقدار عمق حقیقی آب به دست آید.

در اکثر عمق‌یابها تعداد گردش محور ثبات در هر دقیقه به وسیله یک دورسنج نشان داده می‌شود. خواندن سرعت محور ثبات از این دورسنج حتماً باید در زمانی صورت گیرد که دستگاه گرم شده و حداقل چند دقیقه‌ای از زمان روشن کردن آن گذشته باشد.

روش دیگری که برای کنترل دستگاه عمق‌یاب به کار می‌رود، استفاده از یک میله توخالی است. برای این منظور یک میله توخالی با مقطع چهار ضلعی را که درون آن از هوا پر شده باشد، در حالت افقی به وسیله مقداری طناب تا عمق معینی در زیر کشتی به آب می‌دهند. هوای درون میله موجب انعکاس پالسهای عمق‌یاب شده باعث می‌شود که مقدار عمق برای ما مشخص شود تا در صورت نیاز، تصحیحات لازم را اعمال کنیم. مزیت این روش در این است که کنترل عمق‌یاب را می‌توان در هر عمقی به مورد اجرا گذاشت.

**اثر دادن مقدار آب‌خور در عمق‌یاب** — اگر پالس درست در لحظه‌ای که محور ثبات از خط صفر می‌گذرد ارسال می‌شود، فاصله بین ترانسدیوسر تا بستر دریا را می‌توان به طور مستقیم از دستگاه خواند؛ اما چون ترانسدیوسرها همیشه در پایین‌ترین نقطه بدنه زیر آبی کشتی نصب نشده‌اند، این عمق همیشه برابر با فاصله کیل (keel) تا بستر دریا نخواهد بود. در برخی از دستگاهها، امکان تنظیم خط صفر با خط کنترل صفر یا تأثیر دادن مقدار آب‌خور به آن موجود است.

برای محاسبه عمق واقعی، فاصله عمودی بین سطح آب و ترانسدیوسر را باید به عمق به دست آمده از دستگاه اضافه کرد. در کشتیهای مخصوص حمل بار، این فاصله قابل تغییر خواهد بود.

**کلیدهای کنترل** — عمق‌یاب‌های بسیار ساده تنها دارای دو یا سه کلید کنترل، نظیر خاموش و روشن کردن دستگاه (بعضی مواقع همراه با حالت Stand - By)، کلید کنترل تنظیم تقویت دستگاه

- به صورت دائم یا لحظه به لحظه و کلید کنترل مقدار روشنایی صفحه ثبت کننده هستند.
- هرچه دستگاه پیشرفته تر باشد، بدیهی است که از کلیدهای کنترل بیشتری بهره خواهد برد. علاوه بر کنترل‌های فوق، کلیدهای کنترل زیر ممکن است در دستگاه‌های عمق‌یاب وجود داشته باشند:
- ۱- کلید انتخاب برد؛
  - ۲- چنانچه درجه بندی متریک وجود نداشته باشد، کلیدی برای تغییر از فوت به فادوم و به عکس؛
  - ۳- تکمه فشاری خط نشانه ثابت؛ وقتی این تکمه فشار داده می‌شود، محور ثبات خطی در تمام عرض کاغذ می‌کشد این خط برای علامتگذاری یک زمان مشخص کشیده می‌شود.
  - ۴- کلید کنترل برای تغییر سرعت انتقال کاغذ؛
  - ۵- کلید کنترل برای تنظیم خط صفر یا تأثیر دادن مقدار آبخور؛
  - ۶- کلید کنترل برای کشیدن کاغذ؛ بدون تماس کامل بین کاغذ و صفحه فلزی زیرین، جریان الکتریسیته برقرار نخواهد شد.
  - ۷- کلید برای تغییر از ترانسدیوسر سینه به پاشنه یا راست به چپ؛
  - ۸- کلید کنترل برای تنظیم عمق حداقل بر روی دستگاه (در این عمق هشدارهای لازم به وسیله دستگاه داده خواهد شد)؛
  - ۹- کلید برای تغییر طول پالس و تعداد پالسها در هر دقیقه؛
  - ۱۰- کلید تغییر وضعیت منحنی عمق از نرمال به واضحتر؛
  - ۱۱- کلید کنترل برای تغییر سرعت موتور الکتریکی.
- دومین و سومین اکو- زمانی که بستر دریا صخره‌ای باشد حساسیت عمق‌یاب بر روی بیشترین مقدار تنظیم شده باشد، اغلب چندین خط اکو بخصوص در آبهای کم عمق بر روی کاغذ ثبت خواهد شد (شکل ۱۳-۶).



شکل ۱۳-۶- ایجاد دومین و سومین اکو

این عمل به جهت انعکاس متوالی پالسها بین بستر دریا کیل کشتی یا بین بستر دریا و سطح آب صورت می‌پذیرد. در این وضعیتها اولین اکو باید از نظر تعیین مقدار عمق ملاک قرار گیرد.

برای مثال، چنانچه عمق یاب بر روی برد صفحه تا  $30^\circ$  متر تنظیم شده باشد، یک اکو ممکن است در عمق ۱۸ متری ثبت شود. در همین شرایط، چنانچه در ابتدا عمق یاب بر روی برد دوم (۲۵ تا ۵۵ متر) تنظیم شده باشد، این خطر وجود دارد که اکوی بعدی در  $36 (= 18 \times 2)$  متری و به طریقی مشابه امکان داشت در برد سوم ( $50^\circ$  تا  $80^\circ$  متر) سومین اکو، در عمق  $54 (= 18 \times 3)$  متر ثبت شود.

برای جلوگیری از ثبت این گونه عمقهای کاذب و خطرناک، لازم است همیشه عمق خوانی را از کوچکترین برد شروع کرده و در صورت عدم دریافت اکو، به ترتیب کلید مربوط را به بردهای بزرگتر بگردانیم.

## ۵-۶- ماهی یاب

ماهی یاب دستگاهی است که برای تعیین محل اجتماع ماهیها استفاده می‌شود. اصول کار ماهی یاب شبیه عمق یاب است و تنها تفاوت میان آنها در محل نصب ترانسدیوسرها و همچنین زاویه تابش امواج صوتی است.

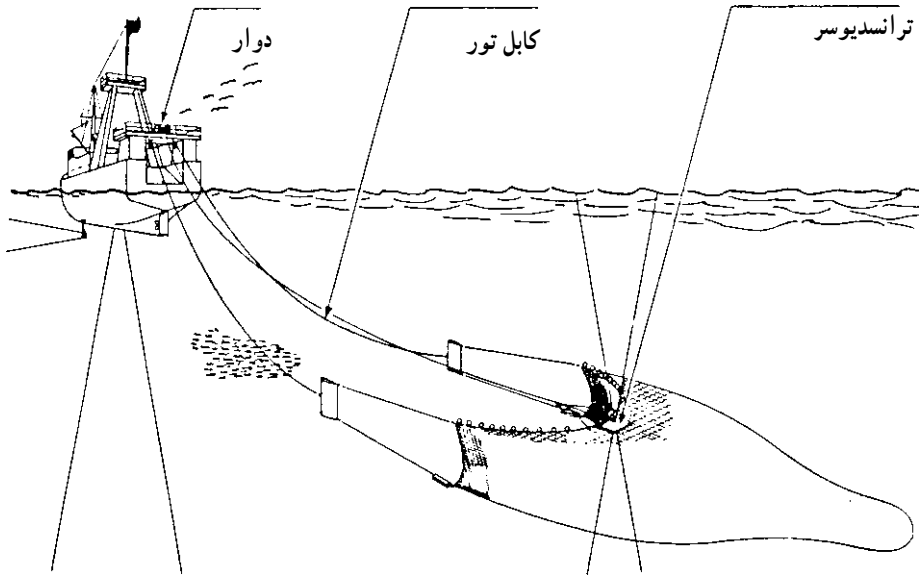
در عمق یاب ترانسدیوسرها در زیر کشتی نصب می‌شود و امواج به صورت عمودی به بستر دریا ارسال و بازتاب آن دریافت می‌شود.

در ماهی یاب، ترانسدیوسر نصب شده در زیر کشتی به گونه‌ای است که قادر است اجتماع ماهیها را در زیر و در زوایای اطراف کشتی نشان دهد. لازم به ذکر است که نوعی ماهی یاب وجود دارد که ترانسدیوسرهای آن بر روی دهنه تور که به داخل آب فرستاده می‌شود، نصب شده است.

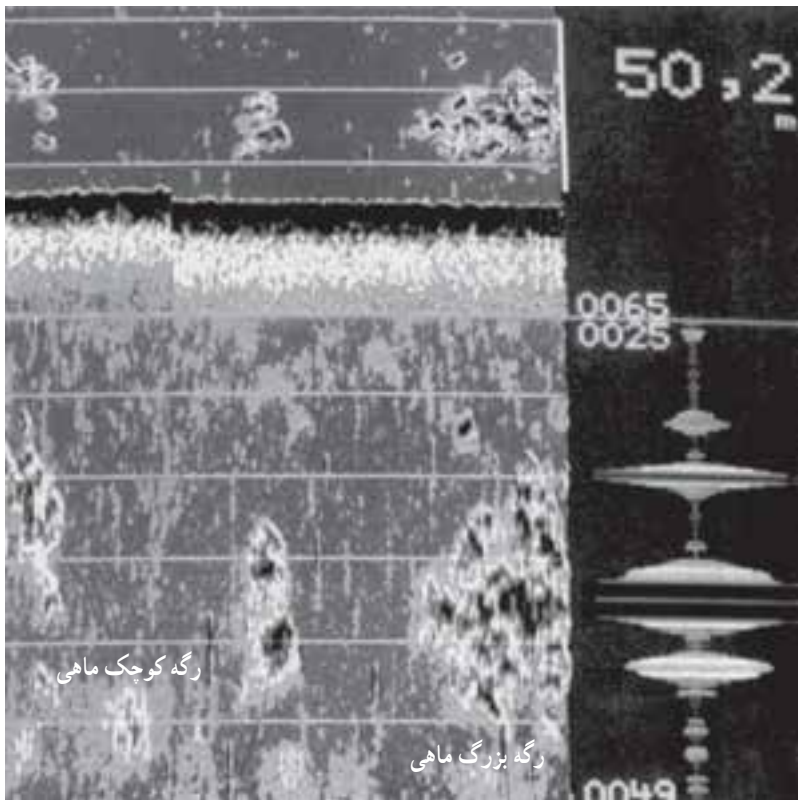
این ترانسدیوسرها قادر هستند هم اجتماع ماهیها را در زیر و داخل دهنه تور و هم محل ماهیهای بالای تور و فاصله تور تا سطح آب را تعیین کنند. این ترانسدیوسرها در داخل یک محفظه فایبرگلاس در مرکز دهنه تور نصب شده‌اند. این محفظه علاوه بر ترانسدیوسر، شامل یک آمپلی فایر و رله نیز است. ترانسدیوسر زیرین دارای یک زاویه تابش نسبتاً زیاد بوده در نتیجه یک پوشش خوبی در داخل دهنه تور فراهم می‌سازد. دستگاه ماهی یاب مجهز به سوئیچی است که می‌توان ترانسدیوسر زیری یا بالایی را انتخاب کرد (شکل ۱۴-۶).

شکل رنگی (۱۵-۶) که به وسیله دستگاه ماهی یاب اطلس تهیه شده است، امکان شناسایی نوع ماهی را با توجه به اکوهای دریافتی در اختیار اپراتور می‌گذارد.





شکل ۱۴-۶



شکل ۱۵-۶

## پرسش

- ۱- پژواک را تعریف کنید.
- ۲- سرعت صوت در آب به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۳- افزایش عمق آب چه اثری بر سرعت صوت در آب دارد؟
- ۴- اصول کار عمق‌یاب را توضیح دهید.
- ۵- انکسار را تعریف کنید.
- ۶- اجزای یک ثبت‌کننده عمق را نام ببرید.
- ۷- عمل ترانسدیوسر را شرح دهید.
- ۸- انواع ترانسدیوسرها را نام ببرید.
- ۹- علت ایجاد چندین اکو بر روی ثبات را شرح دهید.
- ۱۰- تفاوت میان ماهی‌یاب و عمق‌یاب را تشریح کنید.