فصل ششم

عمق یاب

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

۱ــ مبانی و قوانین امواج صوتی در آب را شرح دهد.

۲ــ نحوه کار عمق‌یاب را روی دستگاه نشان دهد.

۳ــقسمتهای تشکیل‌دهنده عمق‌یاب را روی دستگاه عملاً نشان دهد.

۴ــ کار ثبت‌کننده را توضیح دهد.

۵ــکار فرستنده را توضیح دهد.

۶ــکار گیرنده را توضیح دهد.

۷ــکار نشاندهنده چراغی را شرح دهد.

۸ــکار ترانسدیوسر را بیان کند.

۹ــنحوهٔ استفاده و نحوهٔ کنترل عمق یاب را روی دستگاه نشان دهد.

۱۰ــ طرز کار ماهی‌یاب را توضیح دهد.

۱ــ۶ــ 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 همهٔ کشتیها نصب می‌شود، مدّ نظر بوده است.

تعریف پژواک ــ 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 مدّنظر قرار می‌گیرد.

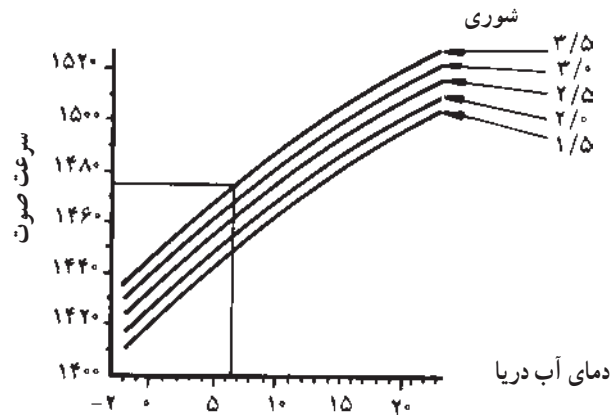
حرکت صدا در آب ــ حرکت صدا در آب به مراتب سریعتر از حرکت صدا در هوا است و می‌تواند مسافت زیادی را قبل از این که کاملاً میرا یا ضعیف شود طی کند. سرعت صوت در آب تا حدی به درجه حرارت، فشار و غلظت آب بستگی دارد، اما تا آنجا که در رابطه با کار عمق‌یاب مربوط می‌شود تغییراتش ناچیز و قابل اغماض است.

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) درنظر گرفته می‌شود ؛ بنابراین طراحی کلیهٔ 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 این‌گونه موارد در صورت لزوم می‌توان تصحیحات لازم را به مورد اجرا گذاشت. شکل (۱ــ۶) 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.

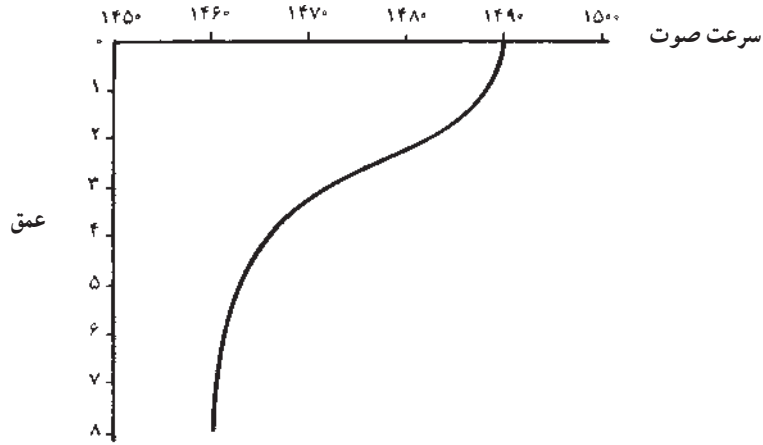


شکل ۱ــ۶ــ نسبت بین دمای آب و سرعت صوت در آب دریا برای درجات شوری مختلف

به‌عنوان نتیجه‌گیری از وضعیت فشار در اعماق مختلف (جدا از اثر دما و شوری آب) می‌توان این اصل را درنظر گرفت که به ازای هر ۱۰۰ متر ازدیاد عمق، ۱/۸ متر در ثانیه سرعت صوت افزایش پیدا می‌کند.

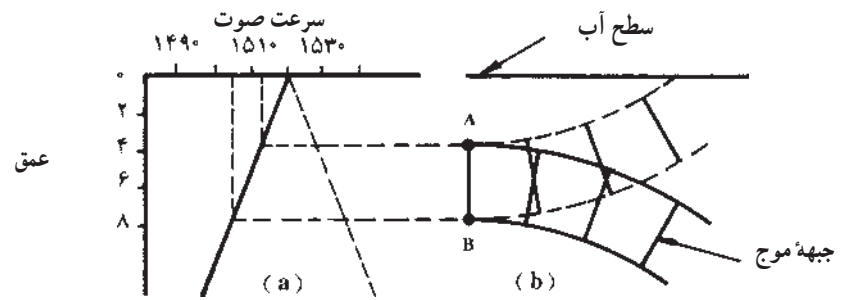
اختلافات مربوط به دما و درجه شوری آب در اعماق بیشتر تأثیر بیشتری بر روی سرعت امواج صوتی می‌گذارند ؛ بنابراین، سرعت صوت همزمان با زیاد شدن عمق می‌تواند افزایش یا کاهش پیدا کند. بعضی مواقع سرعت صوت در لایه‌های بالایی آب کاهش پیدا می‌کند و دوباره در لایه‌های پایین‌تر افزایش پیدا می‌کند.

شکل (۲ــ۶) مثالی از سرعت در مقابل افزایش عمق را نشان می‌دهد.



شکل ۲ــ۶ــ سرعت صوت ممکن است با تغییر عمق افزایش یا کاهش یابد.

جبههٔ موج (Wave front) یک پرتو، به‌صورت 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 به‌صورت سطح عمودی ظاهر می‌شود (شکل ۳ــ۶).



شکل ۳ــ ۶ــ 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 انحنا 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 به‌طرف بالا انحناء پیدا می‌کند.

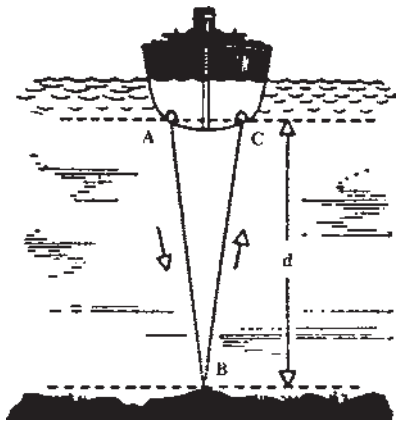
هنگامی که پرتو به سطح آب رسید، معمولاً به‌طرف پایین منعکس خواهد شد. در عمق‌یابها چون به‌صورت عمودی و رو به پایین انتشار می یابد، انکساری (انحناء پرتو) رخ نخواهد داد.

تعداد پالسهایی که در هر دقیقه به‌وسیله 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 به‌شنیدن 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، قابل‌قبول 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.

۲ــ۶ــ 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 کشتی تولید و به‌صورت 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 به‌وسیله کشتی دریافت می‌شوند. در این زمان پالسها دو برابر مسافت بین زیر کشتی و بستر دریا را طی کرده‌اند(شکل ۴ــ۶). چنانچه دریا زیاد کم عمق نباشد می‌توان خطای فیثاغورث ــ (PYTHAGORAS ERROR) را با توجه به این که d کمتر از AB است، نادیده فرض کرد (شکل ۴ــ۶).



شکل ۴ــ۶ــ اصول کار عمق‌یاب

سرعت انتشار صوت در آب دریا ثابت و برابر با ۱۵۰۰ متر در ثانیه است ؛بنابراین فاصله d را می‌توان از فرمول $2d = Vt$ یا $d = \frac{Vt}{2}$ محاسبه کرد. در این فرمول Vسرعت صوت در آب و t زمان طی شده از لحظه ارسال صوت تا دریافت اکو است. به‌عنوان مثال، چنانچه زمان بین ارسال پالس و دریافت اکو ۱ ثانیه باشد، معلوم می‌شود که پالسها مسافتی برابر با ۱۵۰۰ متر را طی کرده‌اند ؛ از این‌رو عمق آب برابر با ۷۵۰ متر یا $\frac{1500}{2} = 750$ متر خواهد شد.

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

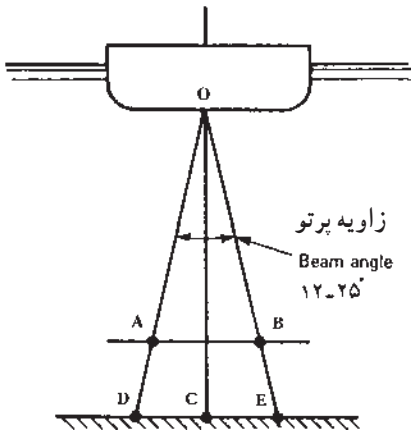
در آبهای کم‌عمق و زمانی‌که فاصله بین C و A خیلی زیاد باشد، عمق نشان داده شده به‌وسیله دستگاه بیشتر از مقدار حقیقی خواهد بود ؛ بنابراین در چنین وضعیتهایی اعتماد به عمق خوانده شده از طریق عمق‌یاب خطرناک است.

عمق اندازه‌گیری شده به‌صورت اتوماتیک ثبت می‌شود و ضمن این‌که مقدار عمق در هر لحظه قابل دسترسی است، اعماق مربوط به سفر طی شده به‌وسیلهٔ یک کشتی نیز قابل ثبت است.

برای مثال، چنانچه ۱۰۰ عمق یابی در هر دقیقه انجام شود و سرعت کشتی ۱۰ گره دریایی باشد،فاصله بین دو عمق‌یابی متوالی برابر ۳ متر یعنی $\frac{10 \times 1852}{60 \times 100}$ می‌شود. رقم به‌دست آمده نشان می‌دهد که ناوبر می‌تواند در جریان تغییرات ناگهانی عمق که ناشی از وجود تپه‌ها یا دره‌های زیر آبی است، قرار بگیرد. در عمل نشان دادن کلیه تغییرات بر روی نقشه ها امکانپذیر نیست.

انعکاس، انکسار و جذب ارتعاشات صوتی در آب

در شکل (۴ــ۶) 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 (۵ــ۶) با سطح مقطع دایره‌ای یا بیضی شکل صورت می‌گیرد.

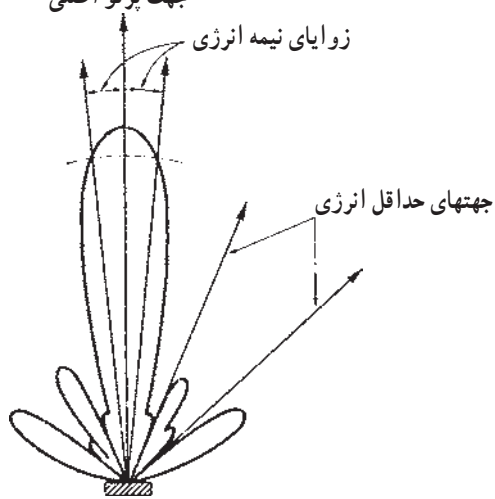


شکل ۵ــ۶ــ حداکثر انرژی در مسیر OC و نیمی ازحداکثر قدرت در مسیرهای OD و OE واقع می‌شود.

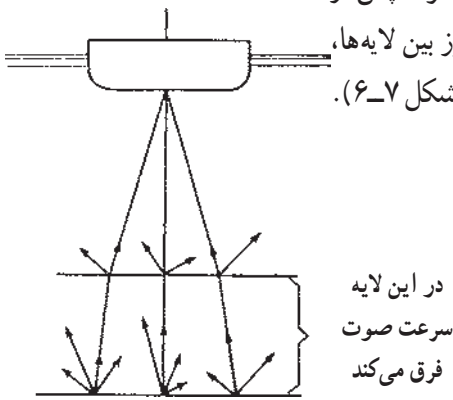
پرتو مدوّر دارای یک زاویه پرتو (زاویه OA و OB در شکل ۵ــ۶) است که مقدار آن بین ۱۲ تا ۲۵ درجه است. شدت نوسانات بین A و B ثابت نیست و این شدت در مسیر OC بیشترین مقدار خود را دارا است و با دور شدن از این مسیر، شدت آن بتدریج کاهش پیدا می‌کند. در محدوده زاویه پرتو، انرژی انتشار امواج برابر با نصف همین انرژی در مسیر OC است.

همانند پرتو امواج رادیویی، پرتو امواج صوتی نیز در آب دارای لوبهای جانبی (side lobes) هستند (شکل ۶ــ۶). این‌گونه لوبها اثری در تعیین عمق آب ندارند.

زمانی‌که امواج لایه‌های مختلف آب را که دارای مشخصات متفاوت (اختلاف در دما، درجه شوری و همچنین حضور عناصر مختلف در آب) هستند طی می‌کنند، در این لایه‌ها دچار انکسار و انعکاس می‌شوند. این اعمال به جهت تغییر سرعت صوت پس از ورود به آب دریای غیرنرمال به وقوع می‌پیوندد. در مرز بین لایه‌ها، انکسار همراه با انعکاس معمولاً ضعیف به‌وجود می‌آید (شکل ۷ــ۶).



شکل ۶ــ۶ــانرژی انتشار یافته یک ترانسدیوسر همراه با لوبهای جانبی



شکل ۷ــ۶ــنمایشی 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 به‌جای انکسار یا شکست ناگهانی امواج، انحنای تدریجی در سمت انتشار امواج به‌وجود 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 هم‌جهت و مختلف‌الجهت در برخورد امواج با بستر دریا به‌وجود می‌آید و انعکاس در کلیه جهات است که موجب دریافت اکو در گیرنده عمق‌یاب می‌شود. چنانچه انعکاسهای یک بستر شیب‌دار کاملاً هم‌جهت باشد، اکویی در کشتی قابل دریافت نخواهد بود.

هرچه طول موج با توجه به میانگین ابعاد بی‌قاعدگیهای بستر دریا کوتاهتر باشد، انعکاسهای هم‌جهت نیز کمتر خواهد بود ؛ بنابراین طول موج کوتاهتر یا به عبارت دیگر فرکانس بالاتر، انعکاسهای مطلوبی در جهات مختلف درپی 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 به‌وسیله کشتی خللی ایجاد نمی‌کند.

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

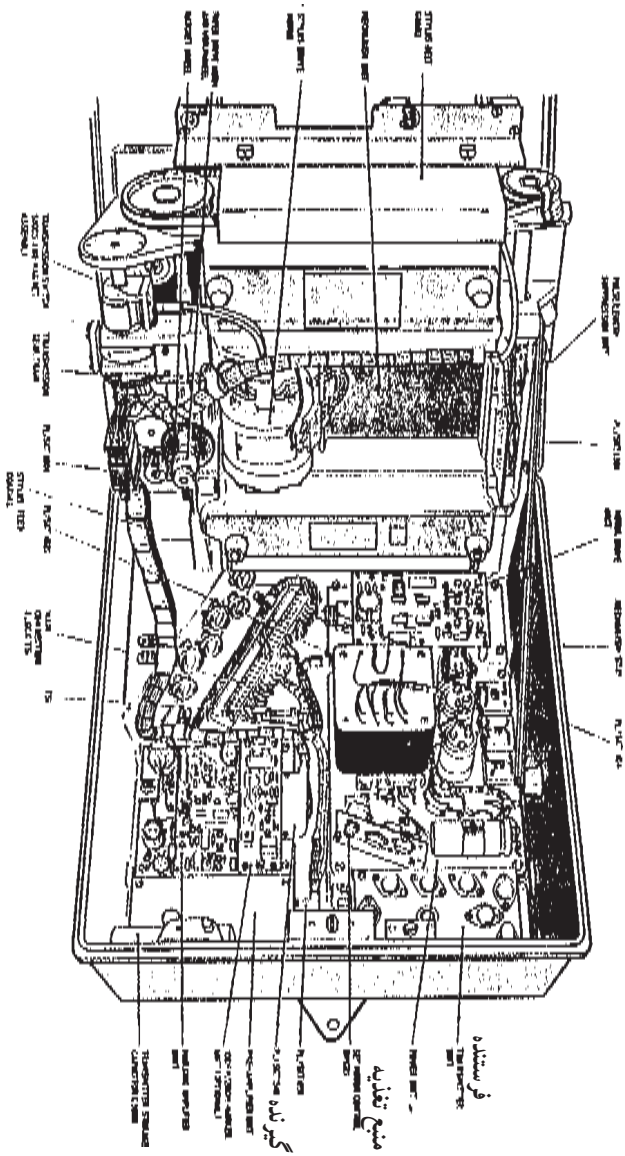
برای مثال، دو برابر شدن عمق، باعث چهار برابر شدن سطح تحت پوشش پرتو می‌شود و درنتیجه انرژی مربوط به هر واحد سطح چهار بار کوچکتر می‌شود ؛ به همین علت، انرژی اکوی دریافت شده در واحد سطح نوسان‌ساز گیرنده نیز چهار بار تقلیل می‌یابد. از این موضوع نتیجه‌گیری می‌کنیم که شدت اکو با توجه به اعماق مختلف، دارای کمیتهای مختلف خواهد بود. برای پرهیز از دریافت چنین اکوهایی با شدتهای متفاوت، در سیستمهای عمق‌یاب تقویت امواج به‌صورت 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 عمق‌یاب‌های ویژه، برای تعیین عمقهای خیلی زیاد از فرکانسهای حدود ۱۰ کیلوهرتز استفاده می‌شود. عمق‌یاب‌های موجود در کشتیها قادر به تعیین عمق تا اعماق بین ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر هستند و معمولاً کمترین عمقی که می‌تواند اندازه‌گیری شود بین ۰/۵ تا ۱ متر است.

۳ــ۶ــقسمتهای تشکیل‌دهنده عمق‌یاب

قسمتهای تشکیل‌دهندهٔ عمق‌یاب همان‌گونه که درشکل (۸ــ۶) نشان داده شده است، از ثبت‌کننده، ترانسدیوسر و منبع تغذیه تشکیل شده است.

۱ــ۳ــ۶ــ ثبت کننده ــ ثبت‌کننده خود شامل منبع تغذیه، فرستنده، گیرنده و سیستم گرداننده

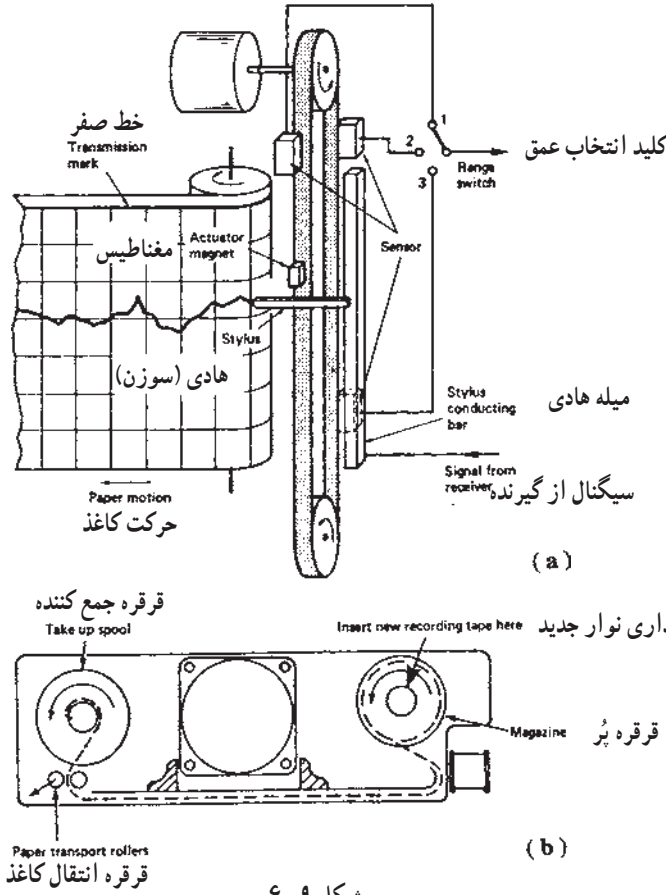


شکل ۸ــ۶

موتور است.

ثبت کننده از نوارهای کاغذی عریض که حرکت آرامی بر روی یک سطح فلزی دارند ؛ استفاده می‌کند. حرکت این نوار کاغذی از یک قرقره به قرقره دیگر صورت می‌گیرد. هر قرقره پُر می‌تواند ۳۰ الی ۱۰۰ ساعت نیاز عمق‌یابی را برطرف کند. انتهای هر رول کاغذ به‌وسیله یک خط عریض رنگی علامتگذاری شده است.

همان‌گونه که در شکل (۹ــ۶) نشان داده شده است، حرکت این نوار کاغذی از سمت راست به‌چپ صورت می‌گیرد. یک تسمه که بر روی آن سوزن ثبت‌کننده نصب شده، به‌وسیله یک موتور الکتریکی در روی دو پولی با سرعت ثابتی می‌گردد. سوزن ثبت‌کننده بر روی صفحه حرکت می‌کند. نوار کاغذی با لایه فلزی بسیار نازک نظیر آلومینیوم پوشیده شده و این لایه خود به‌وسیله لایه دیگری از غیرهادیها روکش شده است. زمانی که به‌وسیلهٔ گیرنده یک ولتاژ الکتریکی به سوزن ثبت‌کننده فرستاده می‌شود، لایه بالایی آلومینیوم می‌سوزد و سطح فلزی لایه به صورت لکه قهوه‌ای رنگ نمودار



شکل ۹ــ۶

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

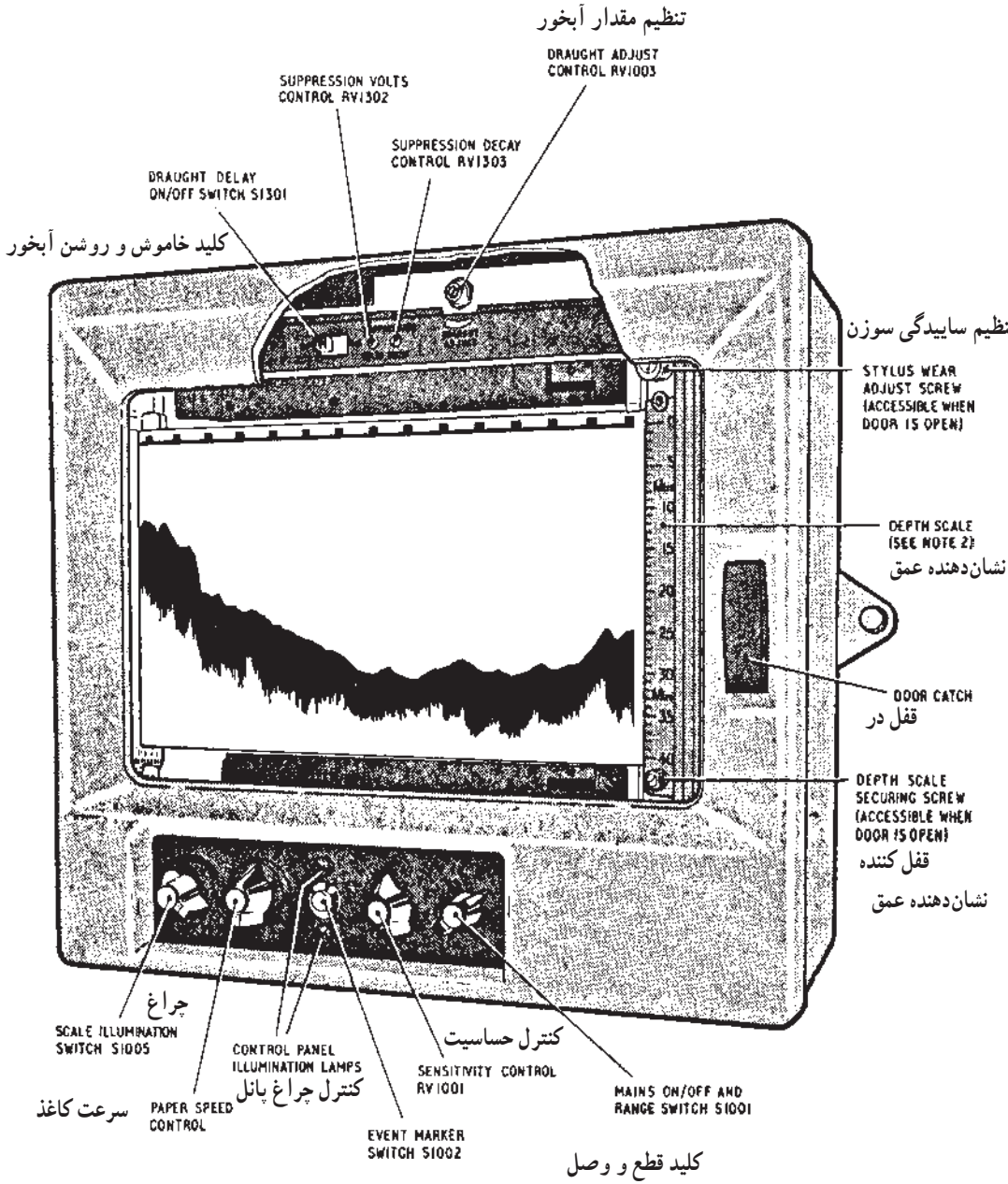
۲ــ۳ــ۶ــ فرستنده ــ زمانی که قطعه مغناطیس نصب شده بر روی تسمه از سنسور در ارتباط با وضعیت شماره ۱ کلید انتخاب عبور می‌کند، مدار بسته می‌شود. با بسته شدن مدار، مولد تولید یک پالس می‌کند و فرستنده این پالس را ارسال می‌کند. در این وضعیت، سوزن ثبت‌کننده بر روی خط صفر نوار کاغذی قرار خواهد داشت.

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 ثبات 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 ثبات، صفر است ؛ بنابراین خط ایجاد شده به‌وسیلهٔ این لکه‌ها، شروع‌ارسال‌پالس‌در آب دریا را نشان می‌دهند. به این خط، خط صفر(ZERO LINE) می‌گویند.

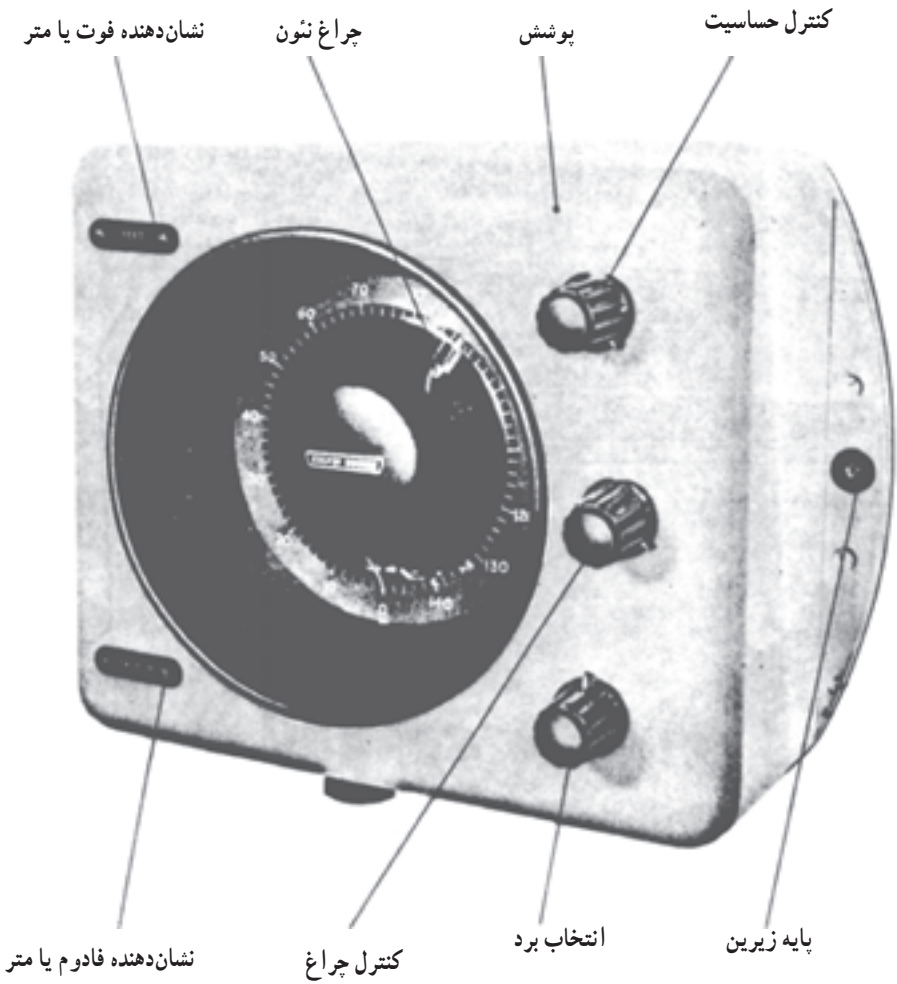
۳ــ۳ــ۶ــ گیرنده ــ اکوی برگشتی به ترانسدیوسر گیرنده (چنانچه دو ترانسدیوسر جداگانه باشد) تبدیل به پالس الکتریکی شده پس از تقویت به سوزن ثبات که حالا مقداری از خط صفر فاصله گرفته، وارد می‌شود. هرچه عمق بیشتر باشد، فاصله بین لکه جدید و خط صفر بیشتر خواهد شد، لکه جدید عمق را نشان می‌دهد و مقدار آن را می‌توان از درجه‌بندی نوشته شده بر روی نشانگر پلاستیکی یا درجه‌بندی چاپ شده بر روی خود نوار کاغذی خواند. همزمان با حرکت آهسته نوار کاغذی به‌طرف 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 ۱۰ــ۶).

سرعت حرکت سوزن ثبات 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 ثبت کننده‌ای که درجه‌بندی آن برحسب فادوم است، باید ۶ برابر شود. مقدار عمق را می‌توان از همان درجه‌بندی برحسب فوت به‌دست آورد، زیرا هرفادوم برابر با شش فوت است.

۴ــ۳ــ۶ــ نشان‌دهنده چراغی ــ در بعضی از عمق‌یاب‌ها از نشاندهنده‌های چراغی به‌عنوان یک تکرارکننده اضافی که امکان رؤیت عمق را برای اپراتور مهیا می‌سازد، استفاده می‌کنند (شکل ۱۱ــ۶).



شکل ۱۰ــ۶ــ ثبت کننده عمق یاب

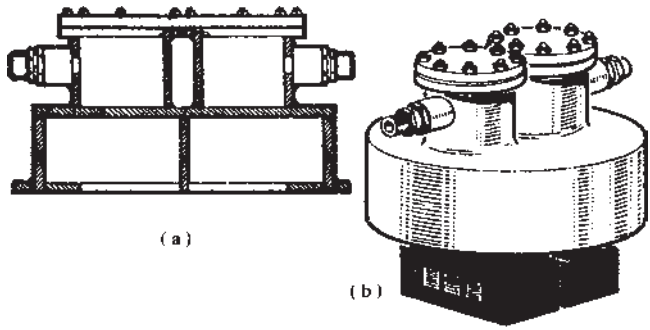


شکل ۱۱ــ۶ــ نشان دهنده چراغی

در این نشان‌دهنده‌ها، مقدار عمق به‌وسیله یک چراغ نئون که در یک صفحه مدوّر درجه‌بندی‌شده می‌چرخد، نشان داده می‌شود.

با مقایسه لامپهای معمولی، لامپ نئون در هنگام قطع و وصل شدن کلید خاموش و روشن می‌شود. هنگامی‌که لامپ مزبور از وضعیت صفر درجه‌بندی مدوّر 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.

۵ــ۳ــ۶ــ ترانسدیوسر (TRANSDUCER)ــ ترانسدیوسر فرستنده پس از دریافت نوسان الکتریکی شروع به ارتعاش کرده امواج صوتی را ارسال می‌کند. نوسان ساز گیرنده که پس از دریافت اکو شروع به ارتعاش می‌کند، آنها را به نوسان الکتریکی تبدیل می‌کند و به گیرنده می‌فرستد. سطح ارتعاش شونده ترانسدیوسر، در تماس با آب است و ابعاد آن در حدود ۲۰×۱۰ سانتیمتر است (شکل ۱۲ــ۶).



a ــ مقطع عمودی

b ــ نمای خارجی همراه با دو ترانسدیوسر در قسمت تحتانی

شکل ۱۲ــ۶ــ محفظه ترانسدیوسرهای فرستنده و گیرنده

ترانسدیوسرهای استفاده شده درعمق‌یابها از دو نوع تغییرپذیر مغناطیسی (Magnetostrictive) یا تغییرپذیر الکتریکی (Electrostrictive) هستند. در برخی از کریستالها بر اثر دریافت جریان الکتریسیته در دو سطح آنها، دچار انقباض یا انبساط می‌شوند که از این خاصیت (تغییرپذیری الکتریکی) می‌توان در ترانسدیوسرها برای ایجاد ارتعاشات لازم استفاده کرد. همین خصوصیت در یک میله فلزی زمانی که وارد میدان مغناطیسی می‌شود، به وقوع خواهد پیوست از این خاصیت (تغییرپذیری مغناطیسی) نیز می‌توان برای ایجاد ارتعاشات لازم در ترانسدیوسرها استفاده کرد.

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

۴ــ۶ــ نحوهٔ کنترل کارکرد و نحوهٔ استفاده از عمق‌یاب

عمق واقعی برابر مجموع عمق نشان داده شده به وسیلهٔ عمق‌یاب 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 عمق یابی دستی مورد کنترل قرار گیرد.

عمق‌یاب دستی از قطعه‌ای سرب که به انتهای یک طناب مدرّج 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 عمق یاب 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 ازتنظیم سرعت موتور، بهتر است چند بار دیگر از نظر اطمینان با عمق‌یاب دستی مقدار عمق حقیقی آب به‌دست آید.

در اکثر عمق‌یابها تعداد گردش محور ثبات در هر دقیقه به وسیلهٔ 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 به‌کار 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 معیّنی 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 عمق یاب ــ اگر پالس درست در لحظه‌ای که محور ثبات از خط صفر می‌گذرد ارسال می‌شود، فاصله بین ترانسدیوسر تا بستر دریا را می‌توان به‌طور 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 به‌دست آمده از دستگاه اضافه کرد. در کشتیهای مخصوص حمل بار، این فاصله قابل تغییر خواهد بود.

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

به‌صورت دائم یا لحظه به لحظه و کلید کنترل مقدار روشنایی صفحه ثبت‌کننده هستند.

هرچه دستگاه پیشرفته‌تر 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 :

۱ــ کلید انتخاب برد ؛

۲ــ چنانچه درجه‌بندی متریک وجود نداشته باشد، کلیدی برای تغییر از فوت به فادوم و به‌عکس ؛

۳ــتکمه 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.

۴ــکلید کنترل برای تغییر سرعت انتقال کاغذ ؛

۵ــکلید کنترل برای تنظیم خط صفر یا تأثیر دادن مقدار آبخور ؛

۶ــکلید کنترل برای کشیدن کاغذ ؛ بدون تماس کامل بین کاغذ و صفحهٔ فلزی زیرین، جریان الکتریسیته برقرار نخواهد شد.

۷ــکلید برای تغییر از ترانسدیوسر سینه به پاشنه یا راست به چپ ؛

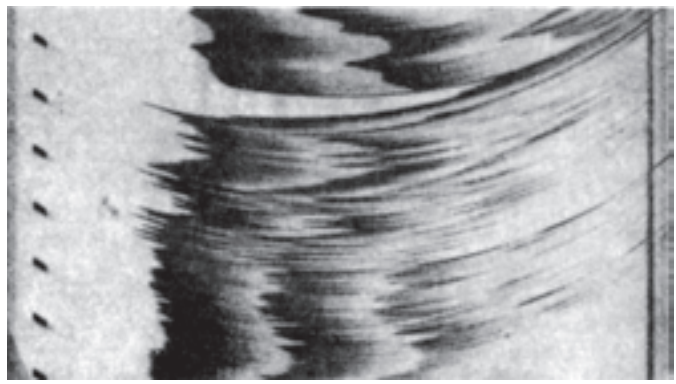
۸ــکلید کنترل برای تنظیم عمق حداقل بر روی دستگاه (در این عمق هشدارهای لازم به‌وسیله دستگاه داده خواهد شد) ؛

۹ــکلید برای تغییر طول پالس و تعداد پالسها در هر دقیقه ؛

۱۰ــکلید تغییر وضعیت منحنی عمق از نرمال به واضحتر ؛

۱۱ــکلید کنترل برای تغییر سرعت موتور الکتریکی.

دومین و سومین اکوــ 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 ۱۳ــ۶).



شکل ۱۳ــ۶ــ 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 عمق‌یاب بر روی برد صفحه تا ۳۰ متر تنظیم شده باشد، یک اکو ممکن است در عمق ۱۸ متری ثبت شود. در همین شرایط، چنانچه در ابتدا عمق‌یاب بر روی برد دوم (۲۵ تا ۵۵ متر) تنظیم شده باشد، این خطر وجود دارد که اکوی بعدی در ۳۶ متری (۳۶=۱۸×۲) و به‌طریقی مشابه امکان داشت در برد سوم (۵۰ تا ۸۰ متر) سومین اکو،در عمق ۵۴ متر (۵۴= ۱۸×۳) ثبت شود.

برای جلوگیری از ثبت این‌گونه عمقهای کاذب و خطرناک، لازم است همیشه عمق‌خوانی را از کوچکترین برد شروع کرده و در صورت عدم دریافت اکو، به‌ترتیب کلید مربوط را به بردهای بزرگتر بگردانیم.

۵ــ۶ــ ماهی‌یاب

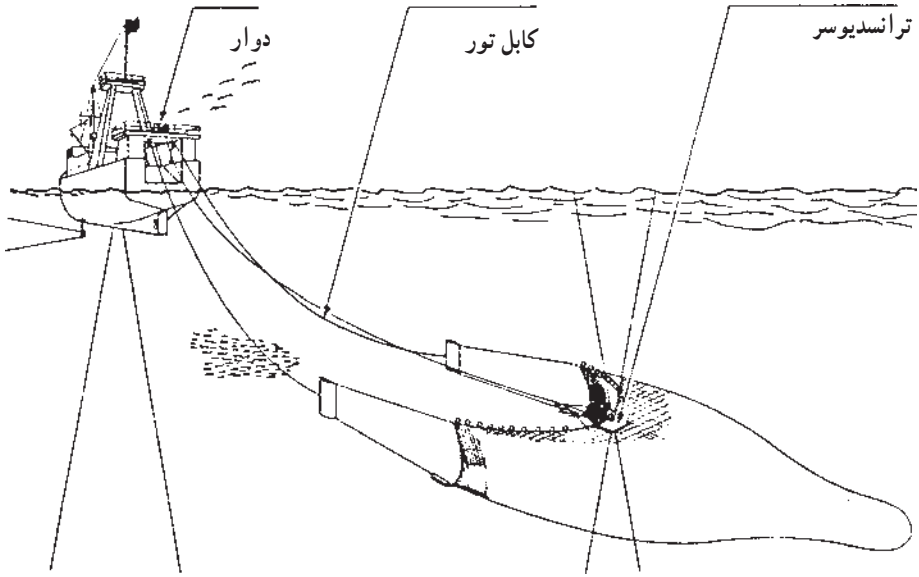
ماهی‌یاب دستگاهی است که برای تعیین محل اجتماع ماهیها استفاده می‌شود. اصول کار ماهی‌یاب شبیه عمق‌یاب است و تنها تفاوت میان آنها در محل نصب ترانسدیوسرها و همچنین زاویه تابش امواج صوتی است.

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

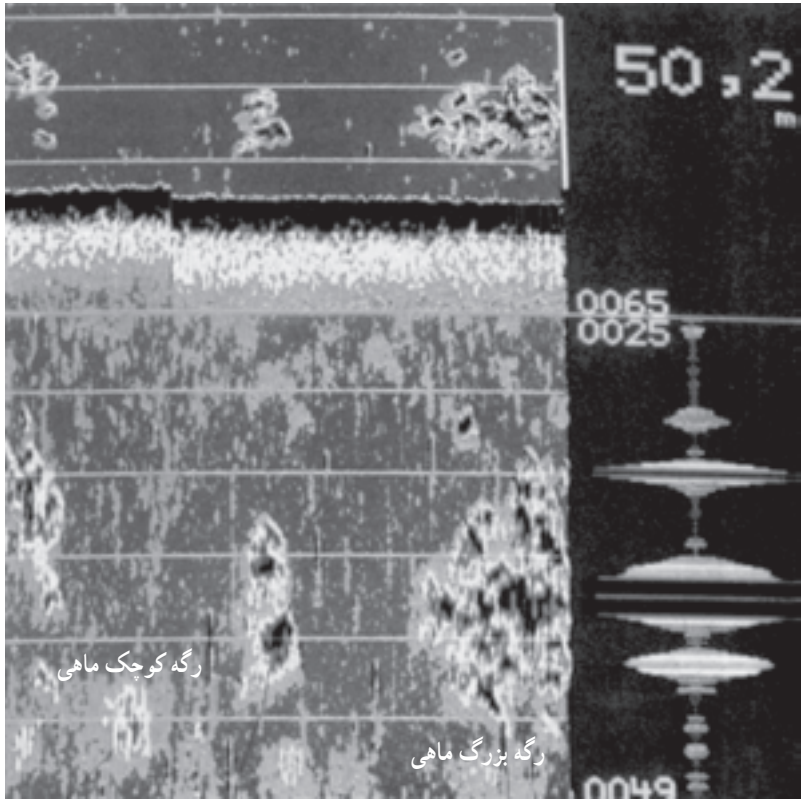
در ماهی‌یاب، ترانسدیوسر نصب شده در زیر کشتی به‌گونه‌ای است که قادر است اجتماع ماهیها را در زیر و در زوایای اطراف کشتی نشان دهد. لازم به ذکر است که نوعی ماهی‌یاب وجود دارد که ترانسدیوسرهای آن بر روی دهنهٔ تور که به داخل آب فرستاده می‌شود، نصب شده است.

این ترانسدیوسرها قادر هستند هم اجتماع ماهیها را در زیر و داخل دهنهٔ 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 ماهی‌یاب مجهز به سوئیچی است که می‌توان ترانسدیوسر زیری یا بالایی را انتخاب کرد (شکل ۱۴ــ۶).

شکل رنگی (۱۵ــ۶) که به وسیلهٔ دستگاه ماهی‌یاب اطلس تهیه شده است، امکان شناسایی نوع ماهی را با توجه به اکوهای دریافتی در اختیار اپراتور می‌گذارد.



شکل ۱۴ــ۶



شکل ۱۵ــ۶

پرسش

۱ــ پژواک را تعریف کنید.

۲ــ سرعت صوت در آب به چه عواملی بستگی دارد؟

۳ــ افزایش عمق آب چه اثری بر سرعت صوت در آب دارد؟

۴ــ اصول کار عمق‌یاب را توضیح دهید.

۵ــ انکسار را تعریف کنید.

۶ــ اجزای یک ثبت‌کننده عمق را نام ببرید.

۷ــ عمل ترانسدیوسر را شرح دهید.

۸ــ انواع ترانسدیوسرها را نام ببرید.

۹ــ علت ایجاد چندین اکو بر روی ثبات را شرح دهید.

۱۰ــ تفاوت میان ماهی‌یاب و عمق‌یاب را تشریح کنید.