



INSO

21357

1st.Edition

2017

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standard Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۳۵۷

چاپ اول

۱۳۹۵

کیفیت آب - اندازه‌گیری عمق آب‌های
سطحی - راهنمای

Water quality-Depth measurement of
surface water-Guide

ICS: 13.060.10

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران ، ضلع جنوب میدان ونک، - خیابان ولیعصر پلاک ۱۲۹۴

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۰۲۶ (۳۲۸۰۶۰۳۱) -۸

دورنگار: (۰۲۶) ۳۲۸۰۸۱۱۴

ایمیل: standard@isiri.org.ir

وبگاه : <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مقررات نوشتۀ شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکترونیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه-بندی آن را اجباری کند. همچنانی برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاه، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization Internationale de Métrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«اندازه‌گیری عمق آب‌های سطحی- راهنمای»

سمت و / یا محل اشتغال:

رئیس:

مدیر دفتر محیط زیست و کیفیت منابع آب - شرکت آب
منطقه استان گیلان

باقرزاده، آسان
(دکتری محیط زیست و توسعه پایدار)

دبیر:

کارشناس تدوین- اداره کل استاندارد گیلان

فرحناك شهرستانی، لحیا
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

اعضاء: (اسمی به ترتیب حروف الفبا)

مدیر عامل- شرکت پویندگان بهبود کیفیت

آبادیان، محمدرضا
(کارشناسی شیمی)

مسئول کنترل کیفیت - شرکت کامپوره خزر

ابراهیمی، سیده مریم
(کارشناسی ارشد صنایع غذایی)

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

شریعتی، فاطمه
(دکتری آلدگی دریا)

رئیس اداره هماهنگی و تدوین استاندارد- اداره کل استاندارد
گیلان

صادقی پور شیجانی، معصومه
(کارشناسی ارشد علوم محیط زیست)

مدرس- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

قماش پسند، مریم
(دانشجوی دکتری شیمی)

کارشناس - شرکت آب و فاضلاب شهری استان گیلان

موقر حسنی، فرحناز
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

کارشناس- شرکت پویندگان بهبود کیفیت

مهرزاد، حسن
(کارشناسی فیزیک)

سمت و / یا محل اشتغال:

کارشناس استاندارد

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

میرباقری، سیده خورشید

(کارشناسی شیمی)

رئیس اداره امور آزمایشگاهها- اداره کل حفاظت محیط زیست
استان گیلان

میرروشنیل، اعظم السادات
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

مسئول کنترل کیفیت- شرکت کارتون پلاست نفیس

نجدی، یاسمون
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

کارشناس- شرکت پویندگان بهبود کیفیت

بیلاق بیکی، وحید
(کارشناسی ارشد فیزیک ذرات بنیادی)

ویراستار:

رئیس اداره هماهنگی و تدوین استاندارد- اداره کل استاندارد
گیلان

صادقی پور شیجانی، معصومه
(کارشناسی ارشد علوم محیط زیست)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ خلاصه‌ای از روش‌های آزمون
۶	۵ روش الف- اندازه‌گیری دستی
۶	۶ میله عمق‌یابی(روش دستی)
۷	۷ خط عمق‌سنجدی(روش دستی)
۱۰	۸ قرقره‌های عمق‌یابی (روش دستی)
۱۱	۹ روبش میله‌ای (روش دستی)
۱۳	۱۰ روش ب- عمق‌یابی الکترونیکی انعکاس صوت
۱۳	۱۱ عمق‌یابی انعکاس صوت (روش الکترونیکی)
۱۳	۲-۱۱ اصول اندازه‌گیری
۱۳	۳-۱۱ انتخاب فرکانس
۱۴	۴-۱۱ ثبت عمق‌یابی‌ها
۱۵	۵-۱۱ خطاهای اندازه‌گیری
۱۵	۲-۵-۱۱ سرعت انتشار موج صوتی
۱۶	۳-۵-۱۱ زمان گذر سیگنال
۱۶	۴-۵-۱۱ مکان مبدل
۱۶	۵-۵-۱۱ اثر موج
۱۶	۶-۵-۱۱ شرایط بستر
۱۶	۷-۵-۱۱ ماهیت رسوبات بستر
۱۷	۸-۵-۱۱ اثرات جزر و مدی
۱۷	۹-۵-۱۱ سایر عوامل
۱۷	۶-۱۱ کالیبراسیون
۲۰	۷-۱۱ سطح مبنای نقشه‌برداری
۲۰	۸-۱۱ تفسیر سوابق عمق
۲۱	۹-۱۱ کاربرد خاص عمق‌یاب‌های انعکاس صوت
۲۱	۱-۹-۱۱ سیستم روبشی کانال تک مبدل

- ۲-۹-۱۱ ۲۲ سیستم‌های روبشی کanal با مبدل چندگانه (تکنیک عمق‌یابی انعکاس صوتی)
- ۳-۹-۱۱ ۲۳ سیستم عمق‌یابی صوتی با پرتوی بادبزنی (تکنیک عمق‌یابی انعکاس صوتی) یا سیستم‌های نقشه‌برداری چندپرتوی
- ۴-۹-۱۱ ۲۴ سیستم‌های ساید اسکن سونار (تکنیک عمق‌یابی انعکاس صوتی)
- ۱۲ ۳۱ روش پ- اندازه‌گیری غیرآکوستیک الکترونیکی
- ۱۳ ۳۱ رadar زمین نفوذ (GPR) (تکنیک غیرآکوستیک صوتی)
- کتابنامه ۳۳

پیش گفتار

استاندارد «کیفیت آب- اندازه‌گیری عمق آب‌های سطحی- راهنمای پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یکصد و شصت و ششمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۵/۱۲/۱۸ تصویب شد، اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منابع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D5073–2002: (Reapproved 2013), Standard Practice for Depth Measurement of Surface Water

کیفیت آب- اندازه‌گیری عمق آب‌های سطحی- راهنمای

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشتی و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش‌هایی است که به کاربر در انتخاب رویه‌های متداول مورد استفاده برای اندازه‌گیری عمق پیکره‌های آبی کمک می‌کند و به سه روش زیر تقسیم می‌شوند:

بخش	انواع روش‌ها
۹-۵	الف- اندازه‌گیری دستی
۱۱-۱۰	ب - عمق‌سنجدی انعکاسی- صوتی الکترونیکی
۱۳-۱۲	پ - اندازه‌گیری غیرصوتی الکترونیکی

یادآوری ۱- منابع استناد شده و فهرست شده در پایان این استاندارد حاوی اطلاعاتی است که می‌تواند در طراحی یک برنامه اندازه‌گیری با کیفیت بالا، کمک کند.

۲-۱ این استاندارد در موارد زیر کاربرد دارد:

۱-۲-۱ جهت بخشیدن در انتخاب روش‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری عمق برای استفاده در طیف گسترده‌ای از شرایط مواجهه در پیکره‌های آب سطحی؛

۲-۲-۱ کنترل شرایط فیزیکی در محل اندازه‌گیری، کیفیت داده‌های موردنیاز و قابلیت دسترسی مطلوب به تجهیزات اندازه‌گیری؛

۳-۲-۱ به دست آوردن مکان افقی و ارتفاعات نقاط تحتانی یک پیکره آبی با استفاده از تکنیک‌های موقعیت- یابی و سایر روش‌های تجسسی وابسته به عمق‌سنجدی؛

۴-۲-۱ تعیین اصطلاحات مربوط به اندازه‌گیری عمق و توصیف اندازه‌گیری عمق با استفاده از تجهیزات دستی و الکترونیکی؛

۵-۲-۱ طرح و تشریح کاربردهای خاص عمق‌یاب‌های الکترونیکی و روش الکترونیکی اندازه‌گیری عمق؛

۱-۶-۶ اندازه‌گیری عمق در جریان‌های بی‌حرکت یا کم سرعت؛

یادآوری ۲ - برای اندازه‌گیری عمق مربوط به سنجش رودخانه‌ای و دریاچه‌ها^۱ به ترتیب به استانداردهای ASTM D3858 و ASTM D4581 مراجعه شود.

۱-۷-۲-۱ اندازه‌گیری عمق آب بهوسیلهٔ تکنیک‌های غیرآکوستیک الکترونیکی از جمله رadar نفوذ به زمین و تجهیزات لیزری هوابرد؛

۱-۸-۲-۱ فرآیند توسعهٔ کاربردی آب‌های سطحی با استفاده از روش اندازه‌گیری غیرآکوستیک الکترونیکی.

۱-۳-۱ این استاندارد در موارد زیر کاربرد ندارد:

۱-۳-۱ روش گام به گام حصول اندازهٔ واقعی عمق.

یادآوری ۳ - اطلاعات ارائه شده دربارهٔ اندازه‌گیری عمق، در همه جا توصیفی است و بر هیچ روش یا تجهیزات ساخته شده خاص، صحه نمی‌گذارد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM D1129 Terminology Relating to Water

2-2 ASTM D3858 Test Method for Open-Channel Flow Measurement of Water by Velocity-Area Method

2-3 ASTM D4410 Terminology for Fluvial Sediment

2-4 ASTM D4581 Guide for Measurement of Morphologic Characteristics of Surface Water Bodies

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف استانداردهای ASTM D1129 و ASTM D4410، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

بار-چک

bar-check

روشی برای تعیین عمق پایین یک کشتی مطالعه که با استفاده از یک میله فلزی بلند و باریک معلق روی خط علامت‌گذاری شده در زیر مبدل عمق سنجی، انجام می‌شود.

۲-۳.

روبش میله‌ای

bar sweep

میله یا لوله‌های آویزان شده به وسیله سیم یا کابل در زیرکشتی شناور، که به منظور جستجوی سدها و موائع زیر آب که برای ناوبری خطرناک است، استفاده می‌شود.

۳-۳

پهنه‌ای نورافکن

beam width

زاویه ایجاد شده بر حسب درجه به وسیله قطعه اصلی انرژی آکوستیکی ساطع شده از سطح تابندۀ مبدل.

۴-۳

نیم رخ بستر

bottom profile

ردنگاشت بستر سطح زیرین پیکره آبی.

۵-۳

سونار

sonar

روش تشخیص و مکان‌یابی اشیای زیر آب با استفاده از انعکاس یا تولید امواج صوتی.

۶-۳

ژرفایابی کردن

sound

برای تعیین عمق آب.

۷-۳

خط عمق‌یابی

sounding line

طناب یا کابل مورد استفاده برای نگهداری وزنه هنگامی که به زیر سطح آب به منظور تعیین عمق پایین می‌رود.

۸-۳

وزنه عمق‌یابی

sounding weight

جسمی سنگین اغلب سربی، که برای استفاده در آب‌های ساکن و مواد نرم بستر، زنگوله‌ای (شیپوری) شکل بوده یا برای استفاده در آب‌های جاری، اژدری شکل با پره‌های متعادل‌کننده گلوله در مسیر، است.

۹-۳

انحراف

stray

علائم کاذب روی سوابق گرافیکی عمق که از سطوحی غیر از سطح پایینی پیکره آبی زیر کشته عمق‌یابی، ایجاد می‌شود.

۱۰-۳

نیم رخ زیربستر

subbottom profile

ترسیم افق زیرسطحی که به علت تغییر در خواص آکوستیک محیطی که انرژی صوتی می‌تواند از آن عبور کند.

۱۱-۳

ردیاب صوتی

towfish

ظرف ساده‌ای شامل تجهیزات عمق‌یابی که به صورت کشیده شدن در پشت یا زیرکشته تجسسی، طراحی شده است.

۱۲-۳

مبدل

transducer

وسیله تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی آکوستیک و بالعکس.

۱۳-۳

آبخور مبدل

transducer draft

فاصله از سطح آب تا سطح تابندۀ مبدل.

۱۴-۳

کنترل عمودی

vertical control

صفحة افقی مرجع مورد استفاده برای تبدیل عمق اندازه‌گیری شده به ارتفاع بستر.

۴ خلاصه‌ای از روش‌های آزمون

۱-۴ اندازه‌گیری عمق آب سطحی شامل سه روش کلی زیر است:

۴-۱-۴ تکنیک اول، اندازه‌گیری عمق با روش‌های دستی است. اجرای این روش از طریق در دسترس‌ترین و عملی‌ترین تجهیزات مورد نیاز در شرایط معین، محقق می‌شود.

۲-۱-۴ تکنیک دوم، تعیین عمق با استفاده از روش‌های عمق‌یابی صوتی الکترونیکی است. این روش‌ها اغلب به دلیل قابلیت اطمینان و تنوع ابزار قابل دسترس برآورده‌کننده الزامات خاص اندازه‌گیری، استفاده می‌شوند.

۳-۱-۴ تکنیک عمومی سوم، اندازه‌گیری عمق با استفاده از روش الکترونیکی غیر از روش عمق‌یابی آکوستیک است. در حال حاضر، بهمنظور اندازه‌گیری عمق آب برای کاربردهای خاص، از روش رادار زمین نفوذ استفاده می‌شود.

۵ روش الف- اندازه‌گیری دستی

۱-۵ این روش، اندازه‌گیری عمق آب با استفاده از تکنیک‌ها و تجهیزات دستی را توضیح می‌دهد و شامل استفاده از میله‌های عمق‌یابی، خطوط عمق‌یابی، قرقه عمق‌یابی یا میله روبنده، است.

۲-۵ تشریح تکنیک‌ها و تجهیزات بهصورت کلی صورت گرفته است. در صورت استفاده در شرایط میدانی خاص، ممکن است این تکنیک‌ها و تجهیزات، نیازمند اصلاح باشند.

۳-۵ پیش از توسعه تجهیزات عمق‌یابی آکوستیک، تکنیک‌های دستی تنها ابزار اندازه‌گیری عمق بودند. در برخی شرایط مانند مناطق کم عمق کافی برای عمق‌یابی آکوستیک وجود ندارد، هنوز هم عمق-یابی با تکنیک‌های دستی صورت می‌گیرد. روش‌های دستی همچنان بهمنظور اهداف سودمند مختلف در موارد زیر به کار می‌روند:

۱-۳-۵ جستجو و تایید حداقل عمق در منطقه کم عمق با موانع فرورفته در آب.

۲-۳-۵ تایید عمق‌یابی‌های بستر در مناطق با پوشش گیاهی مستغرق یا سایر مواد نرم بستر.

۳-۳-۵ کمک در بهدست آوردن نمونه‌های بستر.

۴-۳-۵ کالیبره کردن تجهیزات الکترونیکی عمق‌یابی.

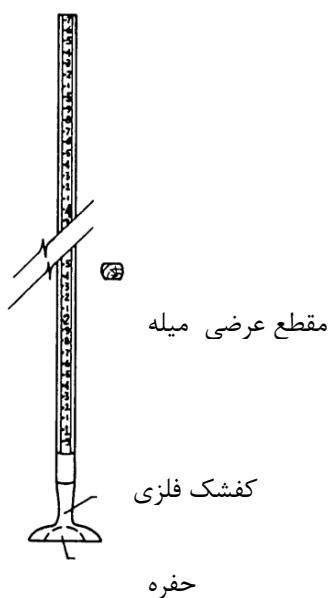
۵-۳-۵ غوطه‌ور کردن سایر ابزارهای اندازه‌گیری در اعمق معلوم بهمنظور اندازه‌گیری‌های مختلف فیزیکی یا شیمیایی کیفیت آب (به منبع شماره [۲] کتابنامه مراجعه شود).

۶ میله عمق‌یابی(روش دستی)

۱-۶ میله عمق‌یابی (یا دیرک عمق‌یابی) را می‌توان در اندازه‌گیری عمق مناطق کم‌عمق و هموار به راحتی و با دقت بیشتری نسبت به سایر شیوه‌ها، استفاده نمود. بهتر است، استفاده از میله عمق‌یابی به آب ساکن یا مناطق با سرعت به طور نسبی کم و اعماق کمتر از $\frac{3}{7} m$ ، محدود شود. به طور معمول، میله‌های عمق‌یابی در اعماق بیش از $1\frac{1}{8} m$ ، به جز عمق‌سنجی‌های تکمیلی که بهمنظور کمک به تفسیر ثبت میزان اعماق مشابه به کار می‌رود، استفاده نمی‌شود. بهتر است، بهمنظور جلوگیری از نفوذ در رسوبات بستر، یک کفشدک تخت سنگین به انتهای میله متصل شود (به شکل ۱ مراجعه شود). میله می‌تواند بر حسب متر و دهم متر، درجه‌بندی شود. صفر از انتهای کفشدک شروع می‌شود (به منبع شماره [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۲-۶ میله‌های عمق‌یابی جدید از فلزات سبک به دلیل استحکام، شناوری خنثی و قابلیت انتقال صدا، ساخته می‌شوند. یک متصدی با تجربه می‌تواند عمق آب را اندازه‌گیری کند و با لمس میله و صدای تولید شده از دسته فلزی آن هنگام تماس با بستر، استحکام نسبی مواد بستر را تشخیص دهد (به منبع شماره [۴] کتاب‌نامه مراجعه شود).

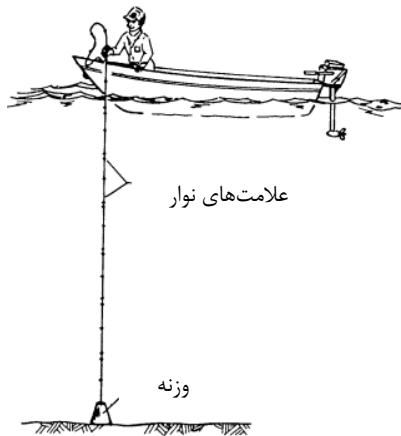
۳-۶ هنگام عمق‌یابی در آب‌های ساکن، بهتر است، متصدی میله را در آب فرو ببرد تا جایی که صفحه انتهایی با سطح بستر تماس یابد. پس از تعیین برخورد قطعه صلب انتهایی، تراز سطح آب به‌طور چشمی روی میله قرائت می‌شود. هنگام عمق‌یابی در آب‌های جاری، بهمنظور عمق‌یابی به‌طور عمودی، یک سیم یا کابل بلند محکم شده در بالادست و متصل به انتهای پایینی میله، ممکن است، لازم باشد.



شکل ۱ - میله عمق‌یابی مدرج با کفشدک متصل

۷ خط عمق‌بایی(روش دستی)

۱-۷ خطوط عمق‌بایی (به شکل ۲ مراجعه شود) را می‌توان برای اندازه‌گیری اعماق زیاد استفاده کرد اما به ندرت برای عمق بیش از ۴۵۷ m، به کاربرده می‌شوند. بهتر است، ماده خط عمق‌سنجی قابل‌انقباض، انبساط یا کش‌آمدن بر اثر سایش یا خوردگی که در ماده به صورت زنجیروار طی سال‌ها استفاده رخ می‌دهد، نباشد. با این‌که طناب و نخ الیافی یا سایر مواد که مستلزم پیش کشش قبل از استفاده هستند، برای اعماق زیاد به کار می‌رود، اما کابل‌های فولادی با استحکام بالا، قطر کوچک که دور یک قرقره پیچیده و رها شده است، همراه با نشان‌گر چرخدنده‌ای عمق، به راحتی در دسترس هستند و تا حد زیادی کار را ساده می‌کنند (به منبع شماره [۱] کتاب‌نامه مراجعه شود). کشش کابل با استحکام بالا برای استفاده مورد نظر بسیار کوچک است و در نتیجه، می‌توان از طول قابل ملاحظه‌ای از کابل بدون پدید آمدن خطای قابل توجه استفاده کرد. نشان‌گرهای عمق کالیبره شده بر حسب واحدهای اینچ-پوند/یا متری، در دسترس هستند (به منبع شماره [۵] کتاب‌نامه مراجعه شود).



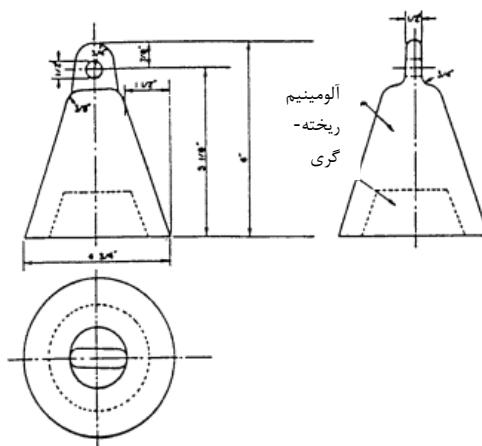
شکل ۲ - خط عمق‌بایی مورد استفاده از قایق کوچک

۲-۷ توصیه می‌شود، به منظور جلوگیری از ایجاد خطا در تعیین قرائت‌ها، نشانه‌گذاری‌های روی خطوط عمق-یابی به سهولت دیده و فهمیده شود. برای عمق‌بایی اعمق نسبتاً کم، نشانه‌گذاری‌ها در فواصل ۱۵/۲۴ cm با رنگ‌های مختلف برای تشخیص فواصل ۶۰/۹۸ cm، ۳۰/۴۸ cm، ۳۰/۴۸ cm و ۶۰/۹۸ cm، توصیه می‌شود. باید دقت کرد به که نشانگر اول، در فاصله درست از انتهای وزنه عمق‌بایی باشد زمانی که وزنه به آن وصل می‌شود. هنگام عمق-یابی، ارتفاع عمق از تفاوت قرائت‌ها در نقطه شاخص در پل یا نرده قایق به دست می‌آید، زمانی که پایه وزنه عمق‌بایی در سطح آب و هنگامی که آن در انتهای قرار داشته باشد، به طور معمول از یک نوار فولادی کوتاه یا خط-کش تашو برای اندازه‌گیری فاصله جزئی خطوط نشانگر تا نقطه مرجع استفاده می‌شود. اعماق، در نشانه‌گذاری-

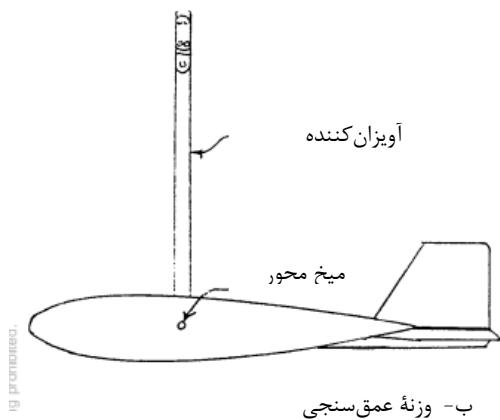
های حداقل $15/24\text{ cm}$ برآورد و با تقریب $3/0\text{ ۴۸ cm}$ ثبت می‌شوند. به منظور عمق‌یابی در آب‌های عمیق، یک قرقره عمق‌یابی با نشان‌گر عمق و یک کابل فولادی با استحکام بالا و بدون نشانه‌گذاری، توصیه می‌شود(به منبع شماره [۴] کتابنامه مراجعه شود).

۱-۲-۷ در مواردی که از سیستم متریک واحدها(آحد) استفاده می‌شود، خطوط عمق‌یابی برای استفاده در اعماق کم به طور معمول در فواصل $0/5\text{ m}$ با رنگ‌های مختلف برای تشخیص فواصل 1 m و 2 m ، نشان‌گذاری می‌شوند. اعماق با تقریب $0/0\text{ m}$ ثبت می‌شوند.

۳-۷ وزنه‌های موردادستفاده در عمق‌یابی به طور معمول از سرب، آلومینیوم یا برنج، هستند. وزنه‌های مورد استفاده در آب ساکن زنگوله شکل (به شکل ۳-الف مراجعه شود) هستند و از سرب یا آلومینیوم ریخته‌گری ساخته می‌شوند. بهتر است، مقدار وزنه‌ها از $2/3\text{ kg}$ تا $4/5\text{ kg}$ باشد.



الف- وزنه عمق‌سنجی زنگوله شکل



ب- وزنه عمق‌سنجی

شكل ۳- نمونه وزنه‌های مورد استفاده با خطوط عمق‌یابی

۱-۳-۷ برای استفاده در آب جاری، بهتر است، وزن‌های دارای مقطع عرضی دایره‌ای و جریان خطی شده همراه با بالهای (به شکل ۳-ب مراجعه شود) باشد تا با چرخش دماغه وزنه به داخل جریان در ابتدا، حداقل مقاومت در جریان ایجاد شود. مقدار وزنه، باتوجه به عمق آب و سرعت جریان در سطح مقطع، می‌تواند متغیر باشد. با یک حساب سرانگشتی، بهتر است، وزن بر حسب کیلوگرم، بزرگتر از بیشینه حاصل ضرب سرعت و عمق در سطح مقطع، باشد. در صورت وجود بقایای مواد شناور یا یخ در جریان یا جریان سطحی و زودگذر از وزن سنگین‌تر از حد تعیین شده استفاده کنید. بهتر است، وزن‌های عمق‌یابی در اندازه‌های مختلف 7 kg تا 136 kg ، با ابزار مناسب برای اتصال به خطوط عمق‌یابی در دسترس باشد (به منبع شماره [۱] کتابنامه مراجعه شود). وزن‌های عمق‌یابی همیشه باید برای محافظت خطوط از سایش یا آسیب، با استفاده از یک میله آویزان کننده، قلاب، چنگک حلقوی یا یک لوله کوتاه فلزی از جنس برنج یا فولاد ضدزنگ، به خطوط عمق‌یابی متصل شوند.

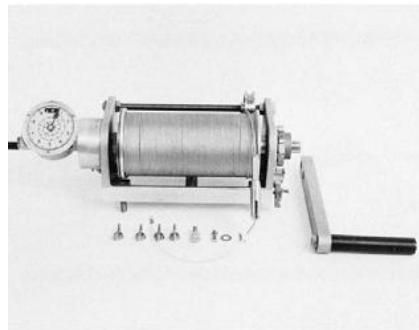
۴-۷ روش‌های عمق‌یابی با توجه به عمق، سرعت جریان و ابزار موقعیت‌یابی که در آن عمق‌یابی‌ها انجام می‌شود، متفاوت خواهد بود. هنگام اندازه‌گیری عمق در یک مکان، روش اساسی پایین بردن وزنه تا جایی است که انتهای وزنه در سطح آب قرار گیرد. هنگام استفاده از خط عمق‌یابی علامت‌گذاری شده، فاصله از خط عمق‌یابی در نقطه مرجع بر روی پل یا قایق پس از آن که وزنه به پایین فرستاده شد، خوانده می‌شود و فاصله جدید از آن خط خوانده و ثبت می‌شود. هنگام استفاده از یک قرقره عمق‌یابی، نشان‌گر روی صفر تنظیم می‌شود و پس از آن که وزنه به پایین فرستاده شد، عمق خوانده و ثبت می‌شود. به طور معمول این موضوع، به ویژه هنگام عمق‌یابی یک بستر ناهموار، به منظور داشتن مکان‌های عمق‌یابی که به دقت شناخته شده نسبت به اطراف، حائز اهمیت است. هنگام عمق‌یابی از قایق با استفاده از خطوط سنگین، بهتر است، قایق ثابت باشد و تا تکمیل عمق‌یابی در آن موقعیت باقی بماند و آن مکان اندازه‌گیری می‌شود.

۵-۷ عمق‌یابی از میان پوشش یخ دریاچه یا رودخانه می‌تواند بعد از ایجاد سوراخ‌هایی در یخ با استفاده از آنکه یخ، انجام شود. در این مورد، یک خط عمق‌یابی علامت‌گذاری شده با وزن مناسب عمق‌یابی متصل به انتهای از طریق سوراخ پایین فرستاده می‌شود و عمق اندازه‌گیری شده، ثبت می‌شود.

۸ قرقره‌های عمق‌یابی (روش دستی)

۱-۸ قرقره‌های عمق‌یابی (به شکل ۴ مراجعه شود) با کابل استحکام بالا، هنگام نیاز به وزن‌های سنگین یا جاهای عمیق، استفاده می‌شود. این قرقره‌ها به طور معمول بسیار پرقدرت ساخته می‌شوند و دارای سیستم ترمز برای کنترل چرخش قرقره هنگام رهاسازی کابل است. برای قرقره‌های عمل کننده دستی، اهرم‌های دستی، لولایی هستند تا هنگامی که سیم بیرون آمده و برای پیچیدن درگیر می‌شود، امکان آزادشدن اهرم را از محور بددهد، در حالی که رها می‌شود و برای به دور قرقره جفت می‌شود. دستگاه‌های شماره‌انداز مختلفی به منظور ثبت مقدار کابل رهاسده به کار برده می‌شود که از آن، عمق زیرین سطح آب اندازه‌گیری می‌شود. قرقره‌های عمق‌یابی

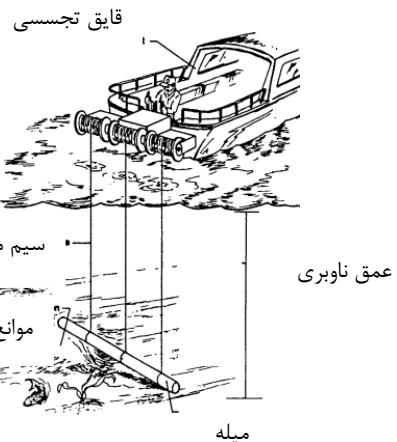
می‌توانند به صورت الکتریکی نیز هدایت شوند، که در این موارد، ظرفیت عمق آن‌ها بیش از ۱۵۲۴ m است (به منبع شماره [۱] کتاب‌نامه مراجعه شود).



شکل ۴ - قرقره عمق‌بایی عمل‌کننده دستی

۹ روش میله‌ای (روش دستی)

۱-۹ روش میله‌ای به طور معمول برای جستجو یا مکان‌یابی هرگونه نقاط کم عمق دریا یا مواد در حدود یا بالاتر از عمق ناوبری که ممکن است خطری را برای ناوبری نشان دهد، استفاده می‌شود. این روش با مکان‌یابی مناطق کم عمق غوطه‌ور که ممکن است با روش‌های هیدروگرافی معمول غیرقابل تشخیص باشد، موجب تکمیل بررسی هیدروگرافی در آب‌های قابل کشتیرانی می‌شود. روش میله‌ای (به شکل ۵ مراجعه شود) متشکل از یک میله (لوله فولادی) زیر کشتی تحقیقاتی است که توسط سیم یا کابل مدرج از غلطک‌های عمل‌کننده دستی، آویزان شده است. غلطک ممکن است دور از عقب قایق یا در دماغه و لبۀ بالایی سمت راست کشتی نصب شده باشد. بهتر است، به منظور افزایش وزن و کاهش بالابری در زمان حرکت ناو، هر انتهای میله با سرب بسته شود. وزن لوله از عوامل اصلی در سرعت مجاز کشتی، است. تغییرات آزمون و خطا به طور معمول برای تعیین بهترین ترکیب لازم است. در یک عملیات معمول، میله به عمق ناوبری فرستاده می‌شود و کشتی برای روش منطقه رو به جلو حرکت می‌کند. هر زمان که با یک منطقه کم عمق مواجه می‌شود، عمل‌گر میله را بالا می‌آورد تا زمانی که مانع رفع شود. سپس، عمق و موقعیت مناطق کم عمق ثبت می‌شود. آن‌گاه، میله به عمق ناوبری برگردانده شده و بررسی‌ها ادامه می‌یابد.



شکل ۵- روش میله‌ای در مکان‌یابی مناطق کم‌عمق

۱۰ روش ب- عمق‌یابی الکترونیکی انعکاس صوت

۱-۱۰ این روش به منظور اندازه‌گیری عمق آب با استفاده از تکنیک‌ها و تجهیزات عمق‌یابی الکترونیکی انعکاس صوت قابل اجرا است. به علت تنوع زیاد تجهیزات متداول موجود، این بحث به رایج‌ترین انواع تجهیزات مورد استفاده، محدود می‌شود.

۲-۱۰ مباحث تکنیک‌های مورد استفاده عبارتند از: روش‌های اندازه‌گیری، معیارهای انتخاب فرکانس عمق‌یابی و تجهیزات ثبت‌کننده، ابزار دستیابی به تضمین کیفیت و عوامل بررسی تفسیر سوابق عمق.

۱۱ عمق‌یابی انعکاس صوت (روش الکترونیکی)

۱-۱۱ اعماق آب به طور معمول از طریق عمق‌یاب انعکاسی که نیم‌رخ پیوسته سطح بستر پیکره آبی زیر کشته را ثبت می‌کند، به دست می‌آید. عمق‌یاب‌های انعکاسی، زمان موردنیاز برای حرکت یک موج صوتی از نقطه مبدا آن تا بستر و موج برگشتی منعکس شده را، اندازه‌گیری می‌کند. سپس عمق‌یاب این فاصله زمانی را به مسافت یا عمق زیر سطح مبدل، تبدیل می‌کند. انتقال صدا به خصوصیات خاص آب و سطح انعکاس، وابسته است. برای حرکت یک موج صوتی با سرعت ثابت از سطح به بستر و انعکاس کامل در بستر، آب باید خواص فیزیکی مشابهی در سراسر عمق خود داشته باشد و بستر نیز باید یک بازتابنده کامل باشد. از آنجایی که چنین شرایطی در همه جا وجود ندارد، اغلب عمق‌یاب‌های انعکاسی طراحی می‌شوند که امکان تنظیمات مربوط به تغییرات سرعت صوت در آب و تضعیف موج را، فراهم آورند.

۲-۱۱ اصول اندازه‌گیری

۱-۲-۱۱ تجهیزات عمق‌یابی انعکاسی برای تولید موج صوتی، دریافت و تقویت انعکاس برگشتی، اندازه‌گیری فاصله زمانی میانی، تبدیل فاصله زمانی به واحدهای عمق و ثبت نتایج به صورت گرافیکی و/یا دیجیتالی، طراحی می‌شود. عمق‌یاب انعکاسی تنها زمان را اندازه‌گیری می‌کند (یعنی، زمانی لازم برای حرکت موج صوتی از مبدل به بستر یا سایر سطوح بازتابنده و برگشت مجدد). فاصله زمانی با استفاده از معادله زیر به صورت مکانیکی یا الکترونیکی به عمق زیر مبدل تبدیل می‌شود:

$$\text{depth} = 1/2 vt$$

که در آن:

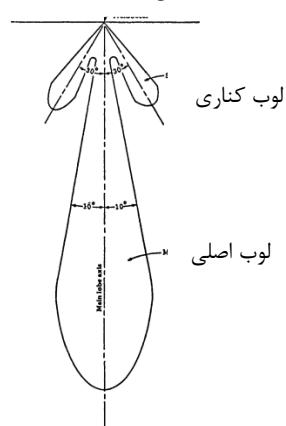
$$v = \text{سرعت صوت در آب، بر حسب m/s ;}$$

$$t = \text{زمان رفت و برگشت پالس از مبدل به سطح بازتابنده، بر حسب s}$$

از آنجایی که سرعت صوت با چگالی آب تغییر می‌کند، یعنی تابعی از دما، شوری، جامدات معلق و عمق است، ابزار اصلاح نتایج اندازه‌گیری‌ها مربوط به تغییرات سرعت صوت باید به کار گرفته شود تا از دقت قابل قبول اندازه‌گیری اطمینان حاصل شود. روش‌های تنظیم در بند ۶-۱۱، ارائه شده است.

۲-۲-۱۱ امواج صوتی منتقل شده از عمق‌یاب انعکاسی ممکن است در فرکانس، مدت و شکل پرتوی آکوستیکی، متفاوت باشد (به شکل ۶ مراجعه شود). موج صوتی می‌تواند در تمام جهات پراکنده شود یا از طریق بازتابنده، مهار و متمنکز به یک پرتوی باریک، باشد. مناسب‌بودن عمق‌یاب انعکاسی برای برآوردن یک نیاز معین، به چگونگی ادغام این متغیرها، بستگی دارد.

مبدل



شکل ۶ - شکل عمق‌یاب‌های انعکاسی همه‌منظوره با پرتوی آکوستیکی

۳-۱۱ انتخاب فرکانس

۱-۳-۱۱ مبدل عمقياب انعکاسي برای تبديل پالس‌های انرژي الکترونيکی به انرژي صوتی استفاده می‌شود. پالس‌های انرژي صوتی سپس از طريق محیط مایع منتقل شده و انعکاس‌های برگشتی شناسایي و دوباره به انرژي الکترونيکی تبديل می‌شوند. آن‌گاه، پالس‌های انرژي تقويت شده و برای محاسبه و ثبت عمق مورد استفاده قرار می‌گيرند. به طور معمول، مبدل‌ها با توجه به کاربرد و محدوده عمق برای عمل در فرکانس‌های خاص طراحی می‌شوند.

۲-۳-۱۱ مبدل‌های فرکانس پاين يعني آن دسته که زير 15 kHz عمل می‌کنند، امواج صوتی با نرخ جذب کم و قدرت نفوذ بالا تولید می‌کنند. اين ويژگی آنها را برای عمق‌يابی‌های ژرف و نفوذ به ماده رسوبی ريز در بستر رودخانه یا درياچه مفيد نموده است. اين مبدل‌ها را نمی‌توان برای اندازه‌گيري دقیق اعماق خيلي کم استفاده کرد و آنها در بیشتر محدوده فرکانس شناوی مستعد تداخل با نویز، هستند. پالس‌های فرکانس پاين، به علت طول موج‌های بلند آنها، نمی‌توانند مستقيماً تابانده شوند، مگر اين که مبدل‌ها بسيار بزرگ باشد. استفاده از مبدل‌های فرکانس پاين برای نفوذ به زيربستر در بند $11-10\text{ kHz}$ مطرح شده است.

۳-۳-۱۱ مبدل‌های فرکانس متوسط (15 kHz تا 50 kHz) برای آب‌ها با عمق کمتر از 549 m و در شرایطی که لازم باشد به لایه‌ای از رسوب با چگالی کم معلق در بالای رسوبات فشرده نفوذ کند، استفاده می‌شود. ممکن است، در اين محدوده، اندازه مبدل‌ها کوچک باشد، بيشينه ابعاد $20/3\text{ cm}$ يا کمتر است. اين مبدل‌ها می‌توانند پرتوی به طورنسبی باريکی را ايجاد کنند که اين منتج به توصيف دقیق‌تر بستر می‌شود.

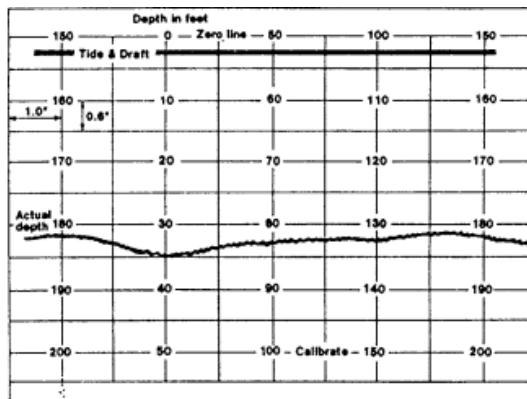
۴-۳-۱۱ مبدل‌های فرکانس بالا (بیشتر از 50 kHz) بسياری از معايب مبدل‌های فرکانس پاين و متوسط را برطرف نموده است. با واحدهای انتقال‌دهنده کوچک، انرژي آکوستيکي مافوق صوت می‌تواند در يك ستون آب به طورنسبی باريک، مستقيمه و متتمرکز شوند. انعکاس‌های جانبی را می‌توان از طريق محدود کردن زاويه پرتو کاهش داد و بدین طريق نيم‌رخ دقیق‌تری از بستر نامنظم به دست می‌آيد. علاوه بر اين، می‌توان نقاط کم عمق را با دقت بيشتری اندازه‌گيري کرد. با توجه به تضعيف بيشتر موج صوتی، فرکانس‌های بالا در آب بسيار عميق کارآيی ندارد.

۴-۱۱ ثبت عمق‌يابی‌ها

۱-۴-۱۱ ثبت‌کننده‌های آنالوگ اغلب يکی از دو روش زير را برای ثبت عمق روی يک نمودار به کار می‌گيرند.

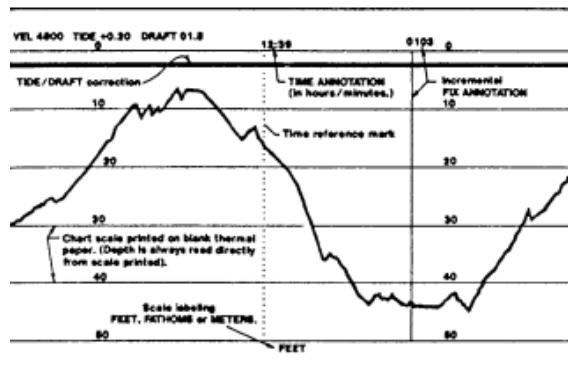
۱-۱-۴-۱۱ در روش اول، عمق به‌وسیله قلم نصب شده بر روی بازوی چرخان که علامتی را روی کاغذ خشك، حساس الکترونيکی، کالibrه ايجاد می‌کند، ثبت می‌شود. اين قلم از روی کاغذ نمودار با سرعت ثابت عبور می‌کند و نمودار را در نقطه صفر(اوليه) و نقطه تعبيين شده آب‌خور مبدل و نقطه نشان‌دهنده عمق بستر، علامت-

گذاری می‌کند. همان‌گونه که انعکاس‌های پیوسته از بستر دریافت می‌شود، نیم‌رخ بستر ثبت می‌شود (به شکل ۷ مراجعه شود). مقیاس افقی نقشه از طریق تنظیم سرعت نمودار توسط متصلی، تعیین می‌شود.



شکل ۷- نقشه نیم‌رخ آنالوگ بستر با قلم

[۶] ۲-۱-۴-۱۱ در روش دوم، عمق به وسیله دستگاه ثبت حرارتی با نوک ثابت ثبت می‌شود (به منبع شماره [۶] کتاب‌نامه مراجعه شود). مکانیسم چاپ عبارت است از نوک چاپ ثابت حاوی صدها نقطه حرارتی که در زمان مناسب برای چاپ نمودار به دقت گرم شده. فقط بخش‌های متحرک ثبات‌های چاپ حرارتی محرک هستند و غلطک سوارشده بر روی آن کاغذ را در سراسر نوک چاپگر حرکت می‌دهد. بر خلاف ثبات‌های از نوع قلم متحرک، تنظیم سرعت موتور و رسم نقشه ثبات‌های چاپ حرارتی هیچ تاثیری در دقت اندازه‌گیری عمق، ندارند. ثبات‌های چاپ حرارتی با کاغذ حرارتی سفید شروع می‌کنند. مختصات مقیاس و سایر ویژگی‌های نمودار برای تولید از طریق این واحد، به منظور رسم انواع فرمتهای نقشه پیش‌برنامه‌ریزی می‌شوند (به شکل ۸ مراجعه شود).



شکل ۸- نقشه نیم‌رخ آنالوگ بستر به وسیله چاپگر حرارتی

۵-۱۱ خطاهای اندازه‌گیری

۱-۵-۱۱ در اندازه‌گیری عمق، عوامل متعددی منجر به خطای شوند و بهتر است، هنگام مطالعه ژرفاسنجی یا آنالیز نمودارهای رسم شده عمق، مشخص شوند. برای شرح تفصیلی این خطاهای به منبع شماره [۲] کتابنامه مراجعه شود. مهم‌ترین عوامل در بندهای ۱۱-۵-۲ تا ۱۱-۵-۹ تشریح شده است.

۲-۵-۱۱ سرعت انتشار موج صوتی

سرعت موج صوتی رونده از میان آب با دما و چگالی تغییر می‌کند. بنابراین، به منظور دستیابی به دقت لازم عمق، بررسی سرعت موثر صوت در پیکره آبی معین، ضروری است. ممکن است در یک مخزن عمیق، درجه حرارت به اندازه 25°C بین سطح و بستر، متفاوت باشد. همچنین ممکن است، میزان شوری در دهانه رود، در هر دو جهت عمودی و افقی نوسان داشته باشد که این موجب تغییر چگالی می‌شود. بهتر است، کالیبراسیون ابزار صوتی توسط خدمه کشتی و در زمان‌های مناسب برای تنظیم قرائت‌های عمق مربوط به تغییرات در درجه حرارت و چگالی آب، انجام شود (به بند ۱۱-۶ مراجعه شود).

۳-۵-۱۱ زمان‌گذر سیگنال

عمق آب از طریق زمان موردنیاز برای حرکت یک سیگنال از مبدل، برخورد با سطح بازتابنده و بازگشت به مبدل، اندازه‌گیری می‌شود. در حال حاضر با توجه به دسترسی به ابزار با کیفیت بالا، خطاهای اندازه‌گیری زمان ناچیز است (به منبع شماره [۷] کتابنامه مراجعه شود).

۴-۵-۱۱ موقعیت مبدل

در دقیق‌ترین عمق‌یاب‌های انعکاسی، آب‌خور یا موقعیت عمودی مبدل با توجه به سطح آب تنظیم می‌شود. موقعیت عمودی تنظیم شده برای شرایط ساکن، با حرکت قایق تغییر خواهد کرد. اثر حرکت قایق روی آب‌خور، در طول کالیبراسیون ابزار می‌تواند اصلاح شود.

۵-۵-۱۱ اثر موج

حرکت عمودی و چرخشی قایق ناشی از اثر موج می‌تواند منجر به نوسانات شدید در ردبایی بستر شود. طی پردازش داده‌ها برای حذف نوسانات ممکن است، تعدادی از هموارسازی ردبایی لازم باشد. اثرات حرکت، به صورت انحراف به چپ یا راست کشتی بررسی، چرخش عمودی و عرضی ناو، انحراف از مسیر کشتی و بالا آوردن، قبلًا از خطاهای دشوار برای اصلاح در نقشه‌برداری هیدروگرافی بود. اندازه‌گیری با ابزارهای تصویح حرکت دقیق، جمع و جور و نسبتاً ساده به طور قابل توجهی این خطاهای را کاهش می‌دهد (به منبع شماره [۷] کتابنامه مراجعه شود).

۶-۵-۶ شرایط بستر

وضعیت سطح منعکس‌کننده یک مخزن یا بستر رودخانه ممکن است بسیار تغییر کند و در نتیجه نمودار صوتی آن تصور اشتباہی را از نیم‌رخ واقعی بستر، به وجود آورد. پوشش گیاهی متصل یا آویزان بالای بستر، سنگ‌های منفرد یا اشیای انسان‌ساخت غوطه‌ور، می‌تواند نیم‌رخ غیرنمایانگری از بستر را ایجاد کند. باتوجه به هدف مطالعه، علت این بازتاب‌های بستر ممکن است بهوسیله سایر ابزار و قبل از انتخاب برای حذف آنها از ردیابی، تعیین شود.

۷-۵-۱۱ ماهیت رسوبات بستر

در رسوبات با چگالی بسیار کم و معلق که به صورت منطقه یا لایه یا نوار نفلوئیدی روی رسوبات با تراکم بیشتر است، استفاده از یک مبدل با فرکانس بالاتر از 50 kHz می‌تواند منجر به اشتباہ در قرائت عمق شود. در اصطلاحات دریایی، بستر آب راه به عنوان هرگونه سطح مشترک آب/جامد که مانع عبور کشته، قایق یا لنج می‌شود، تعریف شده است. مبدل با فرکانس پایین یا متوسط می‌تواند برای تعیین عمق لایه رسوبی یکپارچه‌تر استفاده شود.

۸-۵-۱۱ اثرات جزر و مدی

هنگام نقشه‌برداری در مناطق جزر و مدی رودخانه‌ها و دهانه‌آن، نوسانات جزر و مدی منطقه در خلال بررسی‌ها به‌منظور تنظیم قرائت مربوط به تغییرات سطح آب باید به‌طور مستمر ثبت شود. به طور کلی، اعماق اندازه‌گیری‌شده به یک سطح مرجع مانند سطح متوسط دریا، اشاره دارد. با به‌کارگیری تکنیک‌های مناسب در تعیین تغییرات جزر و مد و انجام اصلاحات جزر و مدی، خطاهای اندازه‌گیری ارتفاعات بستر به طور قابل توجهی، می‌تواند کاهش یابد.

۹-۵-۱۱ سایر عوامل

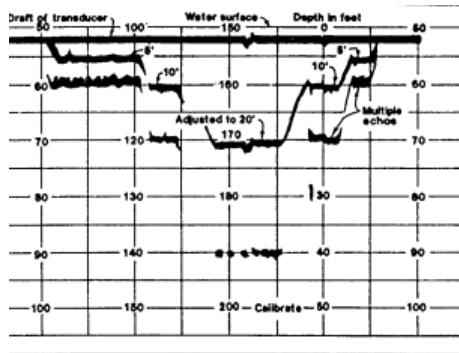
خطاهای می‌توانند به علت شرایط خاص در طول بررسی رخ دهند که ممکن است نامعلوم باشند یا توسط خدمه کشته نادیده گرفته شوند. نمونه‌هایی از این شرایط عبارتند از: ارتفاع سطح آب مخزن با توجه به ورودی و خروجی می‌تواند به‌طور محسوس دارای نوسان باشد، بنابراین تغییر شرایط مربوط به کنترل عمودی در طول بررسی، زمانی که جریان پایین دست در مناطق دره‌ای تنگ یا در بخش رودخانه‌ای یک مخزن رخ می‌دهد، ممکن است باعث گسترش شب سطح آب در جهت بالادست شود و هنگامی که یک ارتفاع ثابت در سطح آب مخزن مربوط به کنترل عمودی فرض می‌شود، خطا ایجاد کند، وزش ثابت باد از یک طرف پیکره آبی به طرف دیگر ممکن است سطح آب را در سمت مسیر باد پیکره آبی بالا برده و تولید خطا در ارتفاع ویژه سطح آب مربوط به کنترل عمودی فرض می‌شود (به منبع شماره [۸] کتاب‌نامه مراجعه شود). سیستم‌های موقعیت‌یاب

جهانی آنی حرکتی^۱ (GPS RTK) می‌تواند cm ۲ تا ۵، دقت را در هر دو صورت افقی و/یا عمودی، برای گیرنده روی کشتی بررسی در حال حرکت فراهم نماید. استفاده مناسب از تکنولوژی RTK GPS خطاهای ناشی از جزر و مد و سایر اثرات عمودی را به حداقل می‌رساند و آنها را پایش می‌کند (به منبع شماره [۷] کتاب-نامه مراجعه شود).

۶-۱۱ کالیبراسیون

۱-۶-۱۱ اندازه‌گیری‌های عمق به‌وسیله عمق‌یاب صوتی نیازمند اصلاحاتی است. بزرگترین اصلاح از تغییرات سرعت صوت در آب ناشی می‌شود. سرعت با دما، میزان شوری و عمق آب تغییر می‌کند به طور کلی، عمق‌یاب‌های صوتی در آب شیرین با دمای $15/5^{\circ}\text{C}$ ، برای سرعت صوت 1463 m/s کالیبره می‌شوند. عمق تعیین شده به وسیله عمق‌یاب صوتی باید برای تفاوت بین سرعت کالیبره شده و سرعت واقعی تعیین شده با درجه حرارت آب و میزان شوری، اصلاح شود. این کار به روش‌های مختلفی انجام می‌شود. یک روش، اندازه‌گیری دما و میزان شوری آب در اعمق مختلف و استفاده از نمودارها و جداول از پیش توسعه یافته، تصحیح قرائت عمق بر این اساس است. یک روش صریح‌تر، ایجاد نمودارهای کالیبراسیون از روی داده‌های بار-چک برای یک ابزار خاص و استفاده از این منحنی‌ها در اعمال تصحیحات است. روش سوم موجود در بسیاری از عمق‌یاب‌های صوتی، بدین‌گونه است که در آن کنترل تنظیمی برای تنظیم سرعت صوت با شرایط محلی، پیشنهاد می‌شود.

۲-۶-۱۱ به منظور بررسی دقت عمق‌یاب صوتی و تعیین اصلاحات خطای دستگاهی و سرعت، از بار-چک (به شکل ۹ مراجعه شود) به عنوان روش ترجیحی استفاده می‌شود. با این حال، بار-چک‌های قابل اعتماد و دقیق فقط در شرایط مطلوب مقدور است. هنگامی که سطح آب آرام باشد و جریان تفاضلی یا اثر باد اندکی در نزدیکی کشتی وجود داشته باشد، بار-چک‌ها را می‌توان در اعمق به اندازه 61 m به دست آورد. در شرایط نامساعد، اعمق دقیق بار-چک ممکن است تا 30.5 کاهاش یابد. در اعمق متوسط که در آن بار-چک‌ها می‌توانند در محدوده کامل عمق بررسی حاصل شوند، اصلاحات عمق‌یابی‌ها مربوط به تفاوت بین سرعت کالیبراسیون دستگاه، سرعت واقعی صوت در آب، و خطاهای دستگاهی، تنظیم می‌شود (به منبع شماره [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود).



شکل ۹ - نتایج بار-چک

۳-۶-۱۱ دستگاه بار-چک باید سطح منعکس کننده صوت باشد تا بتواند در عمق معلومی زیر مبدل، پایین برده شود. انواع اهداف کالیبراسیون مانند مقطع لوله‌های استاندارد آب‌بند شده در هر دو انتهای، مقطع مستطیلی ورق فولادی، توب فلزی کروی یا بخشی از (نیم‌رخ عرضی) پرتو-I یا پرتو-T، استفاده شده است. ابعاد کلی هدف به نوع کشتی بررسی، موقعیت مبدل و محدوده عمق پوششی در بار چک، بستگی دارد. در مبدل‌های نصب شده در بدنه کشتی، طول کلی هدف باید مشابه عرض پرتو کشتی باشد، تا امکان عبور میله به عقب کشتی را بدهد و تا زیر مبدل پایین برده شود. توب فلزی مورد استفاده به عنوان هدف می‌تواند از طریق چاه در بدنه، پایین برده شود. بهتر است، به منظور حفظ هدف و کابل‌های دور از پروانه قایق (به منبع شماره [۲] کتاب-نامه مراجعه شود)، اقدامات احتیاطی به کار گرفته شود.

۴-۶-۱۱ به منظور آویزان کردن هدف زیر مبدل عمق‌یابی، از سیم یا ریسمان انعطاف‌پذیر با مغزی سیمی استفاده می‌شود. بهتر است، این خطوط به شیوه‌ای خوانا در فواصل اندازه‌گیری موردنظر، علامت‌گذاری شوند.

۵-۶-۱۱ خدمه کشتی باید به منظور نقشه‌برداری هیدروگرافی با استفاده از عمق‌یاب‌های انعکاسی، بار-چک‌ها را انجام داده و نتایج را ثبت کند.

۶-۵-۱ در آب‌های محافظت شده که در آن شرایط مطلوب است و موقعیت (وضعیت) در محدوده بار-چک بررسی می‌شود، بهتر است، بار-چک‌ها حداقل دو بار در روز، قبل از شروع اندازه‌گیری‌های عمق و در پایان روز انجام شود. مقایسه ستون در طول نزول و/یا صعود، در فواصل زمانی از پیش تعیین شده زیر سطح و سراسر محدوده عمق بررسی، ثبت می‌شود. در صورتی که عمق سنجی‌ها بتواند ثبت شود، مشاهدات بیشتر در عمق $1,5 \text{ m}$ تا $1,8 \text{ m}$ صورت می‌گیرد.

۶-۵-۲ در مواردی که تمام یا تعدادی از اعمق منطقه پروژه فراتر از محدوده بار-چک قرار گیرد، ممکن است، داده‌های بار-چک با در نظر گرفتن عمق‌یابی‌های دستی کلی عمق، مقایسه این اندازه‌گیری‌ها با اندازه-

گیری عمق یابی انکاسی و تعیین اصلاح سرعت، تکمیل شود. منحنی کالیبراسیونی ایجاد می‌شود که می‌تواند برای تصحیح ثبت‌های عمق در آینده، مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱-۶-۵-۳ بهتر است، داده‌های بار-چک در جدول مقایسه‌ای یا روی نمودار عمق ثبت شود، در این صورت کنترل تنظیم روی عمق یاب انکاسی در دسترس است.

۱۱-۶-۶ سرعت سنج ابزاری است که سرعت صوت را به صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌کند و می‌تواند برای اصلاح داده‌های عمق‌سنجی مورد استفاده قرار گیرد (به منبع شماره [۷] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۱۱-۶-۶-۱ سرعت سنج متشکل از یک پروب است که از طریق یک کابل ضدآب به یک کنترل کننده دستی متصل شده است. کابل به صورت عددی با چند حس‌گر فشار بهمنظور استفاده برای اندازه‌گیری‌های عمق برچسب‌گذاری می‌شود تا خطاهای کجی کابل را به حداقل برساند.

۱۱-۶-۶-۲ کابل توسط خدمه کشتی در منطقه مورد مطالعه تحت نقشه‌برداری، به پایین فرستاده می‌شود. سرعت‌سنج‌ها را می‌توان در شرایط آبی ناصاف‌تر نسبت به روش بار-چک به کار گرفت.

۱۱-۶-۶-۳ خروجی سرعت‌سنج به‌طور معمول سرعت صوت به صورت تابعی از عمق آب است و بهتر است، با تقریب متر در ثانیه، ثبت شود.

۱۱-۶-۶-۴ بهتر است، جدول اصلاح بر اساس سرعت صوت در مقابل عمق افزایشی جدول‌بندی شود. نرم افزار پردازش هیدرولوگرافی از این اطلاعات برای توسعه جداول تصحیح برای هر دو سیستم تک و چندپرتوی استفاده می‌کند. سرعت متوسط هر قالب را می‌توان محاسبه کرد و برای تنظیم عمق‌سنج به کار گرفت.

۷-۱۱ سطح مبنای ارتفاع در نقشه‌برداری

۱۱-۷-۱ بهتر است، بهمنظور تبدیل اعمق اندازه‌گیری شده به ارتفاعات نیم‌رخ بستر، سطح مبنای نقشه‌برداری مورد استفاده قرار گیرد. اغلب، اما نه لزوماً در تمام موارد، این سطح مبنای سطح مبنای عمودی پذیرفته ملی خواهد بود. یک سطح مبنای نقشه‌برداری مستقل در مواردی پذیرفته است که در آن ارتباط اندازه‌گیری با سطح مبنای نقشه‌برداری ملی در همترازی خیلی پرهزینه است یا مواردی که در آن ساختارهای کنترلی مربوط به پیکره‌آبی پیش از این در سطح مبنای مختلفی ساخته شده است. تبدیل اعماق به ارتفاعات با اشاره به سطح مبنای ملی اطمینان را ایجاد خواهد کرد که اندازه‌گیری‌ها، حتی در صورت از بین رفتن نقاط کنترلی، می‌توانند به درستی تکرار شوند (به منبع شماره [۹] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۲-۷-۱۱ به طور کلی، کنترل عمودی برای تبدیل اندازه‌های عمق، از طریق اندازه‌گیری سطح آب در منطقه تحت بررسی طی مدت زمان برسی، اندازه‌گیری می‌شود. عامل مهم در استفاده از سطح مبنای عمودی حصول اطمینان از ارجاع همه اعماق به ارتفاع سطح مبنای مشابه است(به منبع شماره [۹] کتابنامه مراجعه شود).

۸-۱۱ تفسیر سوابق عمق

۱-۸-۱۱ هرچند عمق‌یاب‌های انعکاسی برای سال‌های زیادی استفاده شده است، تفسیر درست نمایه‌های بستر یک مشکل اصلی را به جا می‌گذارد. هشدار کلی همیشه باید رعایت شود:

در صورتی که نشان‌های ثبت شده به صورت گرافیکی یا دیجیتالی را نتوان با اطمینان معقول به بازتاب‌های بستر نسبت داد، این نشان‌ها نباید به عنوان عمق‌یابی‌ها ثبت شوند. در مطالعات هیدروگرافی صورت گرفته برای ایجاد نمودارهای ناوبری، نکته حائز اهمیت این است که تمامی عمق‌یابی‌های پراکنده و کاذب با دقت مورد بررسی قرار گیرد و از آنجایی که هرگونه منبع نامشخص می‌تواند تهدیدی را برای ناوبری نشان دهد، منبع آن مشخص شود.

۲-۸-۱۱ یکی از عوامل اساسی که باید هنگام تفسیر نشانه‌های بستر مدنظر قرار گیرد این است که بستر سخت نسبت به بستر نرم انعکاس شدیدتری را نشان خواهد داد. در ابزارهای با کنترل حساسیت، بهتر است، حساسیت با موقعیت حداقلی تنظیم شود تا نشانه بستر مناسب و سازگاری را ایجاد نماید.

۳-۸-۱۱ بستر نسبتاً مسطح متشکل از سنگ، شن یا رسوبات یکپارچه است که به طور معمول نشانه نازک و تاریکی را روی نمودار آنالوگ ایجاد خواهد کرد. چنین بستری اغلب انعکاس‌های چندگانه‌ای را در آب‌های کم عمق به علت سیگنال برگشتی جلو و عقب بین بستر و سطح آب، ایجاد خواهد کرد. این انعکاس‌ها به صورت مضربی از عمق واقعی ظاهر می‌شوند، یعنی همیشه کم عمق‌ترین ردیابی می‌شود.

۴-۸-۱۱ بستر نسبتاً نرم متشکل از سیلت، خاکرس یا مواد آلی نامترکم، یا هر سه این موارد است که اثر انعکاسی گسترده‌ای از شدت نور را تولید می‌کند. این اثر گسترده از بازتاب سیگنال عبوری از بالای مواد و/یا سطوح محکم‌تر از مواد تثبیت شده در زیر نوک آن ایجاد می‌شود. گاهی اوقات ضخامت کرک یا لایه نرم را می‌توان از تقسیم در این نوع از نشانه انعکاسی در ثبت گرافیکی مشخص کرد.

۵-۸-۱۱ بررسی دیگر درباره نوع بستر تنظیم نسبی کنترل حساسیت مورد نیاز برای به دست آوردن ثبت در اعماق مختلف است. به طور کلی، سطح مشترک هو-آب انعکاس‌های قوی‌تری را تولید خواهد کرد. سنگ، شن، فلز، چوب، ماهی و پلانکتون انعکاس‌هایی را در با یک ترتیب کاهشی شدت، ایجاد می‌کند.

۶-۸-۱۱ عرض بستر ردیابی شده به عمق آب نیز مربوط می‌شود. در عمق‌یابی‌های آب‌های عمیق، پرتو مخروطی شکل تولیدشده به وسیله مبدل، از محدوده بزرگ بستر در نتیجه ردیابی گسترده، منعکس می‌شود. در

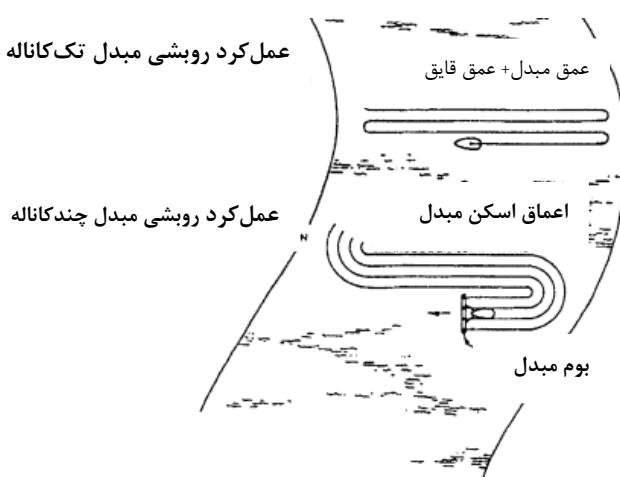
آب‌های کم‌عمق، پرتوی مخروطی از یک محدوده کوچک‌تر در نتیجه رديابی محدود، منعکس می‌شود. در مبدل‌های با پرتو بسیار باریک، این تفاوت می‌تواند قابل اغماض باشد. در مبدل‌های با پرتوی پهن، این اختلاف، زیاد است.

۷-۸-۱۱ نیمرخ‌های واقعی بستر را نمی‌توان همیشه با قطعیت مشخص کرد، زیرا آثار انعکاسی همیشه نشان دهنده شرایط واقعی فیزیکی نیست. گاهی اوقات تفسیر درست داده‌های آنالوگ یا دیجیتالی عمق با وجود رشد زیاد آبزیان، اجسام شناور، برآمدگی‌های بستر یا تورفتگی‌های نمایانگر تغییرات ناگهانی بستر یا سازمانی‌های تند بستر، بسیار دشوار است. برای کسب اطلاعات بیشتر به منبع شماره [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۹-۱۱ کاربرد خاص عمق‌یاب‌های انعکاس صوت

۱-۹-۱۱ سیستم روبشی مبدل تک کanal

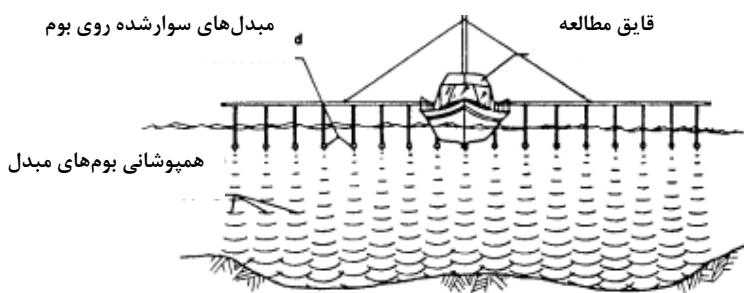
raigترین کاربرد یک عمق‌یاب انعکاسی، رسم نمودار و نقشه‌کشی مرزهای پیکره آبی است. مبدل تک نصب شده روی، کنار یا درون چاه بدنه قایق، می‌تواند مجموعه‌ای پیوسته از قرائتهای عمق زیر قایق مطالعه را به صورت حرکت‌های قایق در امتداد یک خط معلوم (به شکل ۱۰ مراجعه شود)، بگیرد. هر عبور قایق، یک خط اندازه-گیری عمق را که به طورمعمول موازی یا عمود بر جهت جريان است، در اختیار قرار می‌دهد (به منبع شماره [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود). ثبت‌کننده عمق پلات، قطعه گرافیکی عمق را بر حسب زمان روی کاغذ نمودار مخصوص مربوط به قابلیت‌های چاپ ثبات تولید می‌کند (به شکل ۷ مراجعه شود). از طریق رابط تجهیزات دیجیتالی، اعماق می‌تواند به صورت عددی در یک صفحه نمایش دیجیتالی نشان داده شوند یا برای استفاده در آینده به یک نوار یا دیسک منتقل شود.



شکل ۱۰ - عمق‌یابی آکoustیک تک‌پرتوی در مقابل روبشی کانال

۲-۹-۱۱ سیستم‌های روبشی با مبدل چندکاناله (تکنیک عمق‌یابی انعکاس صوتی)

۱-۲-۹-۱۱ در شرایطی که تشخیص مواد ناوبری از نگرانی‌های عمده است، سیستم‌های روبشی با مبدل‌های چندکاناله می‌تواند به کار گرفته شود. این سیستم‌ها از آرایه‌های مبدل که پرتوهای صوتی روی هم افتاده را انتقال می‌دهد و میدان دید کامل بستر را فراهم می‌آورد، استفاده می‌کند (به شکل ۱۱ مراجعه شود). این مبدل‌ها را می‌توان روی بازوهای متحرک جلوآمدۀ از کناره قایق بررسی یا روی بازوی متحرک شناور که به‌وسیله قایق بررسی جلو برده می‌شود، نصب کرد. عرض بهینه بازوی متحرک به شرایط عملیاتی در منطقه معلوم بستگی دارد. یک عبور با سیستم روبشی کanal با چندین عبور سیستم تک مبدل، برابر است، در نتیجه چندین ساعت در زمان عملیات صرفه‌جویی می‌شود که در آن پوشش کامل موردنیاز باشد (به شکل ۱۰ مراجعه شود).



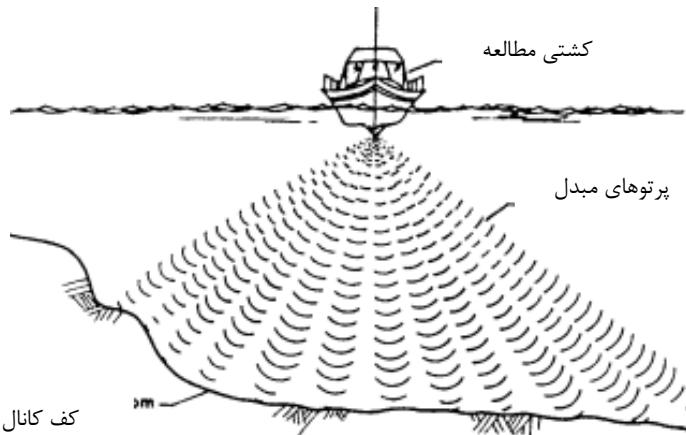
شکل ۱۱ - سیستم روبشی کanal

۲-۹-۱۱ داده‌ها می‌توانند به صورت آنالوگ یا دیجیتالی نمایش داده شوند. استفاده از تکنیک‌های دیجیتالی امکان نمایش بسیاری از سیگنال‌های مبدل را روی یک ثبات فراهم می‌آورد. علاوه بر این، وجود اعماق کم در مناطق خاص می‌تواند از طریق شکل‌بندی یا سایه‌زنی خودکار این مناطق بحرانی، تایید شود (به منع شماره [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۳-۹-۱۱ سیستم عمق‌یابی صوتی با پرتوی پرده‌ای (تکنیک عمق‌یابی انعکاس صوتی) یا سیستم‌های نقشه‌برداری چندپرتوی

مسیر تحت پوشش با ثبت کننده عمق تک مبدل نیز ممکن است با استفاده از سیستم با پرتوی پرده‌ای، توسعه داده شود. این سیستم شامل چند مبدل پرتو باریک است که در مجاورت قایق نصب شده و بر زاویه‌هایی که در فاصله یکسان قرار دارد در زیر قایق بررسی متمرکز شده است (به شکل ۱۲ مراجعه شود). هر مبدل به عنوان یک واحد اندازه‌گیری مسافت صوت که جداگانه در یک زاویه معین با توجه به سوراخ پیچ عمودی به پرتو جهت داده، عمل می‌کند. از طریق محاسبات الکترونیکی، مولفه عمق مربوط به هر پرتو می‌تواند از سیگنال مسافت مایل و یک سیگنال مرجع عمودی ژیروسکوپ مشتق شود. سیگنال‌ها می‌توانند داخل قایق بررسی به شیوه‌ای

ارائه شوند که مقطع عرضی کanal عمود بر جهت حرکت قایق را به معرض نمایش گذاشته شود. سیگنال‌ها برای پردازش داده‌های بعد ثبت می‌شوند (به منبع شماره [۳] و [۷] کتابنامه مراجعه شود).



شکل ۱۲- سیستم آکوستیک با پرتوی بادبزنی

۱-۹-۳-۱ به طور معمول فاصله‌گذاری پرتو بین $۰^{\circ} ۵$ و ۳۰° طراحی می‌شود.

۱-۹-۳-۲ درستی موقعیت‌یابی افقی برای اعمق وابسته به سیستم هیدروگرافی است تا خطاهای ناشی از چرخیدن کشتی بررسی، چرخش عمودی و عرضی ناو و انحراف کشتی که نیازمند اندازه‌گیری‌های دقیق دستگاهی تصحیح حرکت است، خنثی شود.

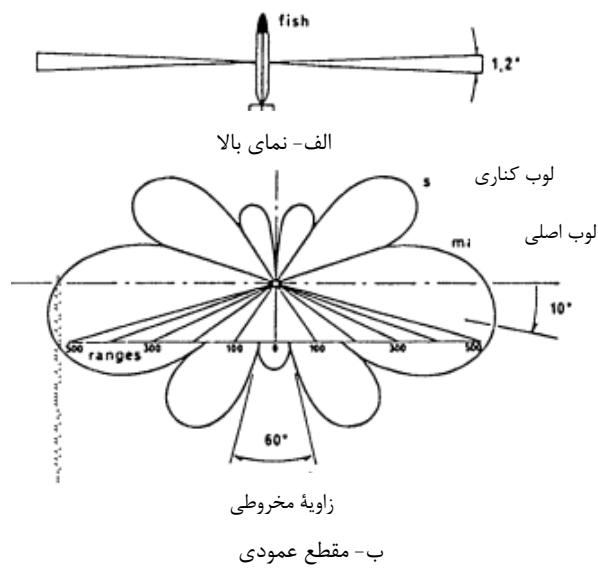
۱-۹-۳-۳ داده سرعت‌سنج بسیار حیاتی است زیرا تغییرات سرعت می‌تواند پرتوهای بیرونی را برگرداند. پردازش نرمافزار جداول سرعت صوت را برای اصلاح این شرایط، فراهم می‌کند. نمایه‌های سرعت صوت نامناسب و ناکافی می‌تواند داده‌های چندپرتوی غیرقابل استفاده ارائه دهد.

۱-۹-۴-۳ کنترل کیفیت و تضمین کیفیت داده‌های سیستم چندپرتوی مستلزم روش‌های کالیبراسیون میدانی گستردگی است که برای اطمینان از درجه بالای صحت، به ویژه برای پرتوهای خارجی، ضروری به نظر می‌رسد. توسعه‌دهندگان دستگاه و نرمافزار و کتابچه‌های راهنمای بررسی هیدروگرافی را برای روش‌های مناسب در کالیبراسیون سیستم چندپرتوی، در نظر بگیرید.

۱-۹-۴-۴ سیستم‌های ساید اسکن سونار (تکنیک عمق‌یابی انعکاس صوتی)

۱-۹-۱-۱ سیستم‌های ساید اسکن سونار به منظور انتشار الگوهای پرده‌ای شکل پالس‌های صوتی از ردیاب صوتی به کشتی مطالعه، طراحی می‌شوند (به شکل ۱۳ مراجعه شود). مجموعه‌ای از مبدل‌های نصب شده در ردیاب صوتی فشرده، پالس‌هایی با قدرت بالا، مدت زمان کوتاه، پالس‌های صوتی موردنیاز را برای نمایه‌های بستر با تفکیک‌پذیری بسیار بالا، تولید می‌کند. مبدل‌های چیده شده در ردیاب صوتی، کمی از حالت افقی خم

شده، پالس‌های رو به پایین و به طرف بیرون هر دو سمت ماهی در یک صفحه عمود بر مسیر آن ایجاد می‌کند. تصویر کیفی بستر ابزاری را برای تشخیص اشیای طبیعی و انسان ساخت و خصوصیات رسوب بستر، فراهم می‌کند. بازتابندهای آکوستیک خوب مانند سنگ‌ها، اشیای فلزی و سطوح ناهموار ماسه‌ای به صورت مناطق تیره در ثبت کننده، نمایش داده می‌شود. تورفتگی‌ها و سایر عوارض زمین اسکن شده از پرتوی صوتی به صورت مناطق روشن نشان داده می‌شود. ناظر با تجربه می‌تواند بسیاری از موارد ثبت شده را در یک نگاه تفسیر کرده، نه تنها عوارض زمین و اشیای قابل توجه را، اما اغلب داده‌های مشکل‌تری مانند ترکیب و سختی نسبی بستر، شکل و چگونگی اشیای فرو رفته، شناسایی کند (به منبع شماره [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود).



شکل ۱۳- ردیاب صوتی مهار شده در کشتی مطالعاتی برای ایجاد پرتوی لوب شکل در ساید اسکن سونار

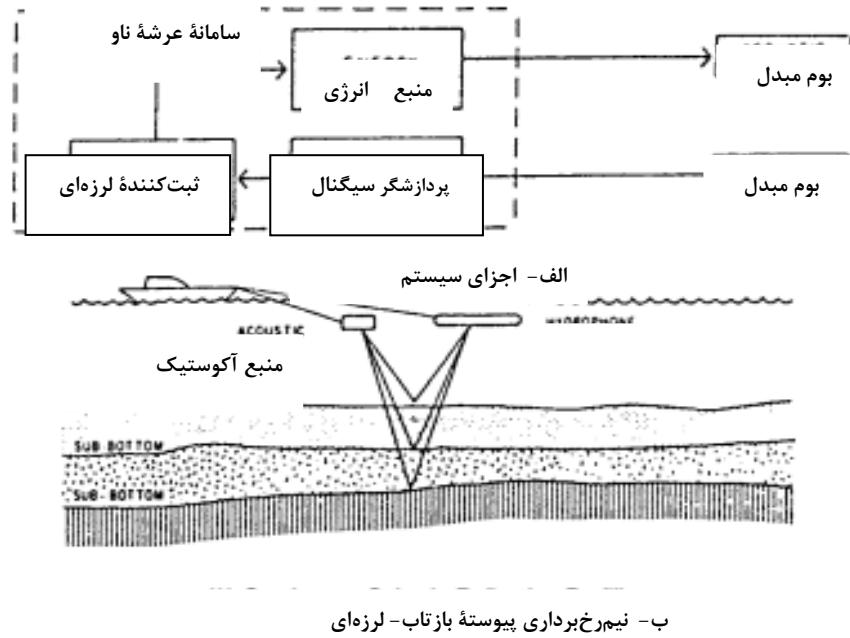
۲-۴-۹-۱۱ به طور کلی، سیستم ساید اسکن سونار متشکل از ثبت کننده، فرستنده و گیرنده دارای مبدل‌ها و مدارات پیش تقویت کننده، است. ردیاب صوتی متشکل از یک پیکرۀ ساده از لحاظ هیدرودینامیکی متوازن به طول حدود ۱m و دارای دو مجموعه از مبدل‌ها است که بستر آبراه را در دو طرف اسکن می‌کند. پرتوی فرکانس بالا کمی از حالت افقی با محور عمودی لوب اصلی حدود 10° به سمت پایین می‌آید (به شکل ۱۳- ب مراجعه شود). پهنه‌ای پرتو در صفحه افقی (20° یا کمتر) به طور کامل باریک می‌شود (به شکل ۱۳- الف مراجعه شود). ردیاب صوتی به طور معمول در فاصله بالاتر از بستر برابر $10\% \text{ تا } 20\%$ مقیاس خط مینا، عمل می‌کند. دماغه ردیاب صوتی شامل مدارات فرستنده و گیرنده، است. هنگامی که پالس رهاساز از ثبات کشتی دریافت می‌شود، فرستنده به مبدل‌ها انرژی می‌دهد. مدار گیرنده، انعکاس‌های دریافت شده را تقویت و آنها را از طریق کابل یدک کش به ثبات بازپخش می‌کند (به منبع شماره [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۱۰-۱۱ انعکاس لرزه‌ای (زیربستر) (تکنیک عمق‌یابی انعکاس صوتی)

۱۰-۱۱ سیستم‌های نیمرخ‌برداری پیوسته^۱ انعکاس لرزه‌ای، امکان مطالعه ساختارهای سنگ و رسوبات موجود در زیر سطح بستر پیکره‌های آبی از جمله اقیانوس‌ها، مصب رودها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها را فراهم آورده است. به دلیل توانایی آن در نفوذ به مواد سطحی بستر، این روش گاهی اوقات به عنوان نیمرخ‌برداری زیربستر، نامیده می‌شود.

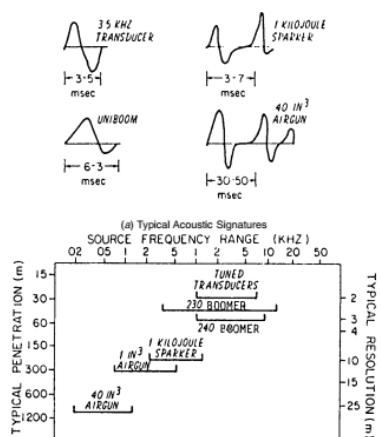
۱۰-۱۲ این روش مستلزم یک کشنده با بدنه سوار شده یا وسیله ردیاب صوتی است که پالس صوتی را در فواصل منظم همچنان که کشتی در امتداد یک مسیر انتخابی حرکت می‌کند، ساطع می‌نماید (به شکل ۱۴ مراجعه شود). پالس صوتی به بستر برخورد می‌کند و بخشی از انرژی (انعکاس برگشتی) به سطحی که از طریق یک جریان هیدروفون دریافت می‌شود، برمی‌گردد. هیدروفون پالس فشاری را به یک سیگنال الکترونیکی تبدیل می‌کند که به واحد پیش تقویت‌کننده / فیلتر عرشه ناو فرستاده و در آنجا پردازش می‌شود. سپس سیگنال به ثبات نمودار می‌رود که در آن به صورت یک علامت تیره روی نمودار نمایش داده می‌شود. فاصله از لب آغازی کاغذ نمودار (زمان صفر) تا علامت روی نمودار عمق آب را نشان می‌دهد. چنان‌چه پالس صوتی در رسوبات بستر ادامه یابد، هر زمان که در ترکیب یا چگالی رسوب اختلاف دیده شود، بخشی از انرژی آن منعکس می‌گردد. تضاد بیشتر در مواد، انرژی بیشتر و در نتیجه انعکاس برگشتی قوی‌تر را منعکس خواهد کرد. این انعکاس‌های زیر بستر دریافت و به شیوه‌ای یکسان با انعکاس اصلی(بستر)، پردازش می‌شوند. هنگام نوشتن قلم روی ثبات حرکت آن تکمیل شده و به لب آغازی نمودار برمی‌گردد و این چرخه تکرار می‌شود. این نمایش، تصویر صوتی از سطح بستر و ساختار زیربستر در طول مسیر تحت مطالعه است. عمق نفوذ به زیربستر به صورت مستقیم به خصوصیات سیستم نیمرخ‌برداری و به پارامترهای فیزیکی و محیط‌زیستی ستون آب و رسوب مربوط است(به منبع شماره [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۱- نیمرخ‌برداری پیوسته یک روش لرزه‌ای است که در آن گروه‌های ژئوفون بطور یکنواخت در امتداد طول یک خط آنقدر جدا از هم قرار گرفته‌اند که یک دسته از نقاط در زیر سطح، یکباره نمونه برداری می‌شوند.



شکل ۱۴- بازتاب لرزه‌ای بستر

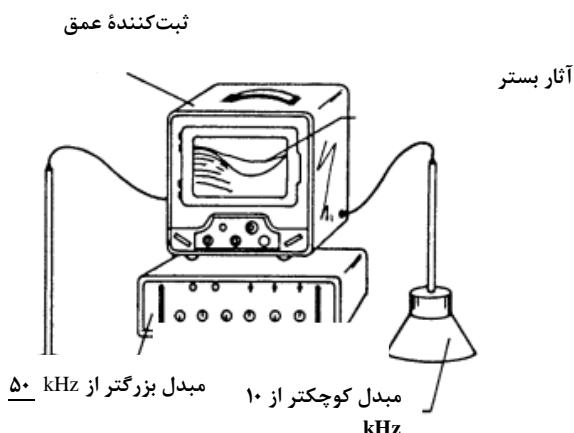
۲-۱۰-۱۱ انواع سیستم‌های نیم رخداری لرزه‌ای در دسترس هستند. چهار نوع پر کاربردتر متداول، مبدل میزان شده، ضربه‌زن، جرقه‌زن و شلیک‌گر هوا است. این نامها منبع صوتی به کار گرفته شده به وسیله سیستم‌ها را نشان می‌دهد. طول پالس معمولی، محدوده کلی نفوذ و تفکیک‌پذیری قابل حصول با این سیستم‌ها در شکل ۱۵ نشان داده شده است. طبق شکل، بیشترین نفوذ با منابع صوتی دارای فرکانس پایین، به دست می‌آید. از معایب منابع فرکانس پایین این است که آنها تمایل دارند بسیار بزرگ باشند، با ناکارآمدی ذاتی که مستلزم منابع با توان زیاد و گران برای عملیات است (به منبع شماره [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود).



شکل ۱۵ - علامت آکوستیک و اثر نسبی منابع صوتی

۲-۱۰-۱۱ یک مبدل میزان شده از مواد کریستالی پیزوالکتریک ساخته شده به اشکال مختلف سرهمندی می-شود و در محفظه‌های ثابت به طور خودکار قرار داده می‌شود. هنگامی که مواد در معرض سیگنال الکتریکی قرار می‌گیرند، تغییر شکل می‌دهند، در نتیجه پالس فشاری ایجاد می‌کنند. بر عکس، هنگامی که همان مواد به وسیله یک موج فشاری تغییر شکل می‌دهند، یک سیگنال الکتریکی تولید می‌کنند. بنابراین، مبدل قادر به انتشار و دریافت سیگنال‌های صوتی در فرکانسی است که برای آن طراحی و ساخته شده است. سایر خصوصیاتی مهمی که به طراحی وابسته است عبارت‌اند از: راندمان تبدیل، قابلیت جابجایی قدرت و پهنه‌ای پرتوی مبدل (به منبع شماره [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۱-۲-۱۰-۱۱ انواع سیستم‌های زیربستر با استفاده از مبدل تنظیم‌شده، در دسترس هستند. آنها دارای فرکانس‌های متغیر 4 kHz - 14 kHz است. تفکیک‌پذیری به صورت مستقیم با فرکانس از حدود 0.91 m تغییر می‌کند. عمق نفوذ به صورت معکوس با فرکانس متناسب است. عمق نفوذ نیز با افزایش اندازه ذره و چگالی رسوب، کاهش می‌یابد. نفوذ به زیربستر تا اعماق خیلی بیشتر از 61 m ثبت شده است. نمونه‌ای از سامانه مبدل تنظیم‌شونده در شکل ۱۶ نشان داده شده است (به منبع شماره [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود).



شکل ۱۶ - سیستم مبدل تنظیم‌شونده

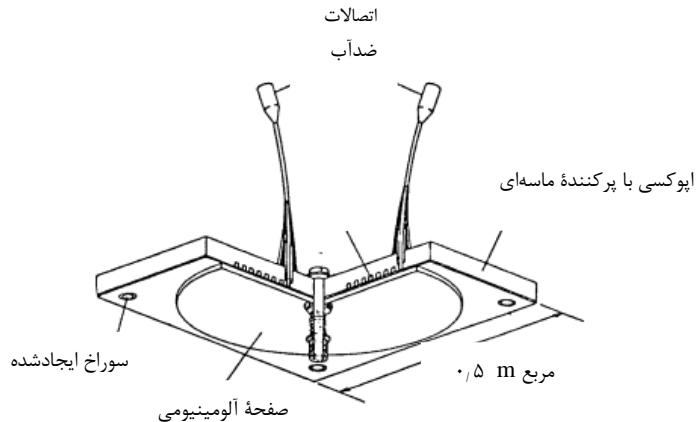
۲-۱۰-۱۱ پیکربندی استقرار مبدل ممکن است درون چاه ساخته شده در بدنه کشتی، در آرایه مبدل خارج از ناو، در آرایه ردیاب صوتی یا روی شناور کلکمانند^۱ کشیده شده روی سطح پشت کشتی مطالعه، باشد.

۳-۱۰-۱۱ ضربه‌زن^۲ می‌تواند به عنوان یک دستگاه نوع جابجایی مدنظر قرار گیرد زیرا سیگنال صوتی از طریق جنبش ناگهانی صفحه تخت، دایره‌ای برخلاف سطح آب، تولید می‌شود (به شکل ۱۷ مراجعه شود). علائم صوتی

1 - Catamaran-type float

2 - Boomer

تولید شده که آب زیرین را جابجا می‌کند در مدت زمان کوتاه و دامنه نسبتاً بالا، دارای پهنای باند از kHz ۴۰-۰,۴۰ است.

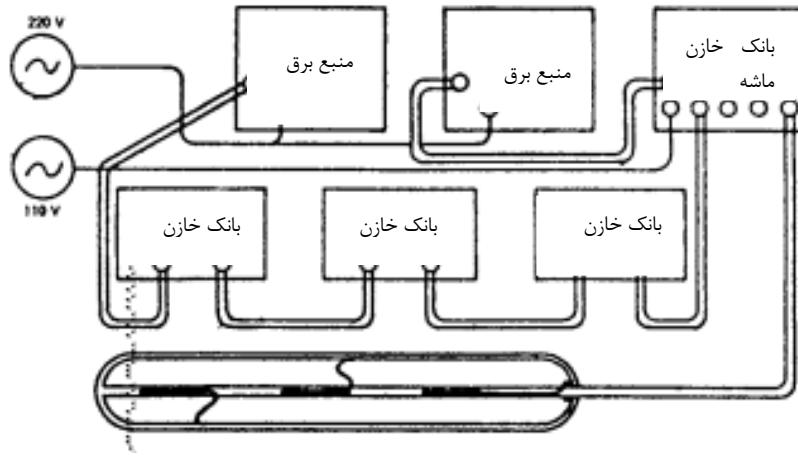


شکل ۱۷- مبدل الکتریکی- مکانیکی ضربه‌زن

۱-۳-۱۰-۱۱ به طور معمول دستگاه ضربه‌زن روی کلک قرار دارد که در عقب کشتی یا در کنار کشتی بررسی، کشیده می‌شود. به دلیل محدودیت‌های این مکان روی سرعت کشتی و اغتشاشات موج مانندی که ممکن است به انعکاس‌های بستر و زیربستر انتقال یابد، این واحدها گاهی اوقات در زیر سطح کشیده یا داخل بدنه نصب می‌شوند.

۲-۳-۱۰-۱۱ به علت خصوصیات دامنه و فرکانس ضربه‌زن، سوابق مناسب بستر را می‌توان در شن، سنگریزه یا رسوبات متبلوری که از نظر صوتی در مبدل تنظیم شده، کدر می‌شوند، به دست آورد (به منبع شماره [۱۰] [كتابنامه مراجعه شود]).

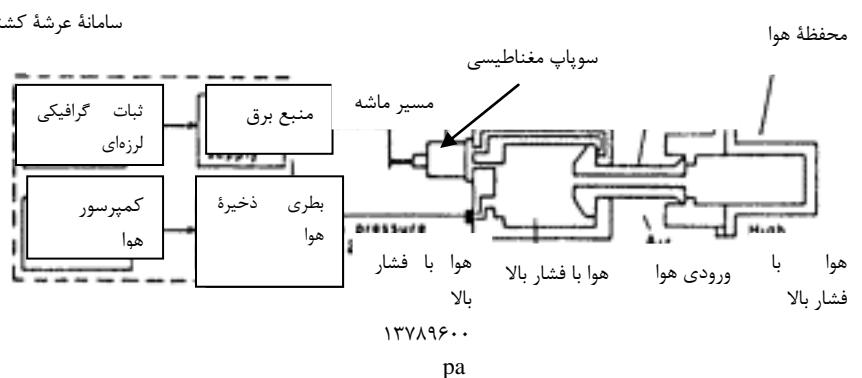
۴-۱۰-۱۱ جرقه‌زن با توجه به منبع تغذیه آن و طرح مبدل، وسیله آکوستیک نسبتاً ساده‌ای است (به شکل ۱۸ مراجعه شود). زمانی که منبع تغذیه به وسیله ثبات لرزه‌ای کوک می‌شود، انرژی الکتریکی ذخیره شده در مبدل تخلیه می‌شود. از آنجایی که این تخلیه الکتریکی مجبور به عبور از طریق آب به برگشت زمینی مبدل می‌شود، این گرما موجب تبخیر ناگهانی آب به بخار و ذرات یونیزه، می‌گردد. این تبخیر سریع، پالس آکوستیک اولیه را تولید می‌کند. پالس آکوستیک ثانویه به صورت حباب بخار سرد تولید می‌شود و در نهایت فرو می‌ریزد.



شکل ۱۸- ترتیب جرقه‌زن

۱-۴-۱۰-۱۱ سیستم جرقه‌زن قادر به تفکیک‌پذیری مناسب، ۳۰۵ m تا $۹/۱\text{ m}$ و نفوذ خوب $۴/۶\text{ m}$ - ۱۹۸ m است. این سیستم به ویژه در مناطق فلات قاره که مستلزم نفوذ خوب به ماسه سخت و مواد نیمه‌متراکم است، قابل اجرا می‌باشد (به منبع شماره [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۱-۱۰-۱۱ شلیک‌گر هوایی یک منبع آکوستیک صوتی پنوماتیک را فراهم می‌کند. سیستم تولید صدا (به شکل ۱۹ مراجعه شود) شامل یک کمپرسور هوا و بطری ذخیره‌سازی، مدار الکتریکی شلیک عرشه کنترل شده با ثبات‌لرزه‌ای و یک یا چند تفنگ بادی است که در عقب کشتی، کشیده می‌شود. هنگام کشیدن ماشه از ثبات لرزه‌ای، شلیک‌گر هوایی حجم مشخصی از هوا فشرده را به داخل آب، رها می‌کند. رهاسازی ناگهانی هوا در آب منجر به تولید موج ضربه‌ای شیبدار رو به جلو و به دنبال آن چند نوسان ناشی از انقباض‌های مکرر و گسترش حباب هوا، می‌شود. سیستم‌های شلیک‌گر هوایی نسبت به منابع آکوستیک قبله بحث شده، دارای تفکیک‌پذیری ضعیفی است ($۱۵/۲\text{ m}$ تا $۳۰/۴\text{ m}$). با این حال، نفوذ به اعمق زیاد، ۱۸ m تا ۱۹۸۱ m با استفاده از شلیک‌گرهای هوایی بزرگ یا آرایه‌های شلیک‌گر هوایی، میسر می‌شود (به منبع شماره [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود).



شکل ۱۹- اجزای سیستم شلیک‌گر هوایی

۱۲ روش پ - اندازه‌گیری غیرآکوستیک الکترونیکی

دامنه کاربرد

۱-۱۲ این استاندارد در اندازه‌گیری عمق آب به وسیله تکنیک‌های غیرآکوستیک الکترونیکی از جمله رadar نفوذ به زمین و تجهیزات لیزری هواپردازی، کاربرد دارد.

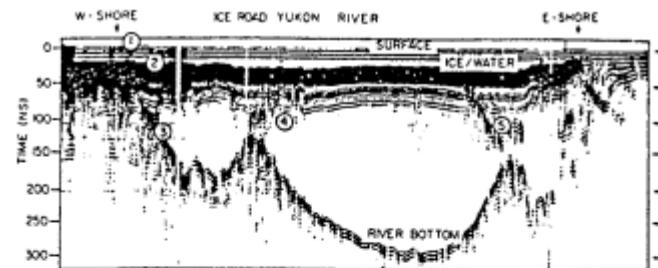
۲-۱۲ این تکنیک هنوز در فرآیند توسعه کاربردی آب‌های سطحی کاربرد دارد. تکنیک‌ها و تجهیزات خاص برای استفاده عمومی در دسترس نیست.

۱۳ رadar زمین نفوذ (GPR) (تکنیک غیرآکوستیک صوتی)

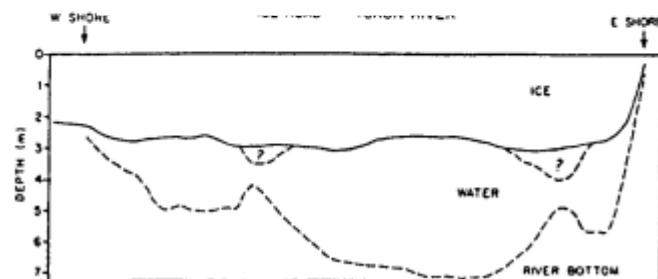
۱-۱۳ رadar زمین نفوذ (GPR) یک سیستم رadar ضربه‌ای است که در درجه اول به عنوان یک ابزار شناسایی برای تحقیقات مکانی زیرسطحی کم‌عمق، طراحی شده است. یک کاربرد ویژه این سیستم نیم‌رخ‌برداری از ضخامت آب شیرین و بخ دریا و همچنین عمق آب و سطح زمین زیر پوشش بخ است. این سیستم با تابش پالس‌های الکترومغناطیسی کوتاه به بخ یا زمین از آنتن فرستنده، عمل می‌کند. پالس فرستنده متشکل از طیف فرکانس‌هایی است که از اطراف فرکانس مرکزی آنتن توزیع می‌شود. همان‌گونه که پالس با سطح مشترک جدا کننده لایه‌هایی با ویژگی‌های الکتریکی مختلف، برخورد می‌کند بخشی از انرژی پالس به آنتن گیرنده برمی‌گردد. واحد گیرنده انرژی منعکس شده را تقویت و آن را به صورت موج شکل داده شده مشابه در محدوده فرکانس‌های صوتی، تبدیل می‌کند. سپس، این اشکال موجی پردازش شده روی ثبات‌گرافیکی نمایش داده می‌شود یا به منظور بازنواختن یا ثبت بعدی، روی نوار ثبت می‌شود. هنگام نمایش روی ثبات‌گرافیکی، از مقیاس خاکستری متغیری استفاده می‌شود، بازتاب‌های قوی به صورت تصاویر سیاه و ، بازتاب‌های متوسط ضعیفتر به صورت سایه‌های مختلف خاکستری نمایش داده می‌شود (به منبع شماره [۱۱] کتابنامه مراجعه شود). شکل ۲۰ یک بخش رadar و تفسیر یک پل بخی در میان رودخانه یوکان حاصل از آنتن ضربه‌ای NS را نشان می‌دهد (به منبع شماره [۱۲] کتابنامه مراجعه شود).

۲-۱۳ اجزای سیستم GPR شامل واحد کنترل با ریزپردازنده، واحد توزیع برق، ثبات‌گرافیکی، ثبات نواری و انواع آنتن‌های فرستنده و گیرنده، است. آنتن‌های با فرکانس پایین‌تر (۸۰ MHz تا ۱۲۰ MHz) دارای قدرت پرتوافکنی بیشتر و پهنای پالس بلندتر و در نتیجه، سیگنال‌های ساطع شده نسبت به سیگنال‌های ساطع شده از آنتن‌های با فرکانس بالاتر، با سرعت کمتری به وسیله مواد خاکی تضعیف می‌شود. بنابراین، آنتن‌های با فرکانس پایین‌تر می‌توانند به اعمق بیشتری نفوذ کند. با این حال، در مواردی که عمق نفوذ موردنظر نیست، آنتن‌های با فرکانس بالاتر (۳۰۰ MHz تا ۵۰۰ MHz) تفکیک‌پذیری بهتری از عوارض زیرسطحی ایجاد می‌کنند (به منبع شماره [۱۳] کتابنامه مراجعه شود).

۳-۱۳ با توجه به شرایط فیزیکی مناسب محیط و روش ثابت شده کالیبراسیون ابزار، نیم رخ برداری رادار پیکرۀ آبی از میان پوشش یخ، امکان پذیر است. وضعیت کنونی به متصدی مدرج و ناظر به تولید نمایه‌های دقیق بستر، نیاز دارد.



الف- سطح مقطع رادار پل یخی در میان رودخانه یوکون



ب- تفسیر سطح مقطع رادار

شکل ۲۰- تفسیر قسمت‌های رادار

كتاب نامه

- [1] Rantz, S. E., et al., "Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1, Measurement of Stage and Discharge," U.S. Geological Survey Water Supply Paper 2175, 1982
- [2] Hydrographic Manual, Fourth Edition, National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, DC, 1976
- [3] Measurement of Hydrographic Parameters in Large Sand-Bed Streams from Boats, Task Committee on Hydrographic Investigations of the Committee on Waterways of the Waterway, Port, Coastal, and Ocean Division, 1983, American Society of Civil Engineers, New York, NY 10017.
- [4] National Engineering Handbook, Section 3, Chapter 7, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, pp. 1–31
- [5] Davis, Foote, and Kelley, Surveying—Theory and Practice, Fifth Edition, 1966, Chapter 30, McGraw Hill, New York, NY.
- [6] Keen, B. L., "A New Generation Portable Echo Sounder," Proceedings, U.S. Army Corps of Engineers Surveying Requirements Meeting, Feb. 2–5, 1982, U.S. Army Waterways Experiment Station, CE, Vicksburg, MS, April 1982.
- [7] Hydrographic Surveying, Engineering Manual EM 1110-2-1003, U.S. Army Corps of Engineers, 2001
- [8] Blanton, James, III, "Procedures for Monitoring Reservoir Sedimentation," U.S. Bureau of Reclamation Technical Guideline, October 1982.
- [9] Davis, R. E., Foote, F. S., Anderson, J. M., and Mikhail, E. M., Surveying—Theory and Practice, Sixth Edition, 1981, Chapter 21, McGraw Hill, New York, NY.
- [10] Sylvester, R. E., "Single Channel, High-Resolution Seismic Reflection Profiling: A Review of the Fundamentals and Instrumentation," Handbook of Geophysical Exploration at Sea, Geyer, R. A. ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 1983.
- [11] Soil Science Society of America Journal, Soil Science of America, Vol 49, No. 6, November–December 1985, pp. 1490–1498.
- [12] Annon, A. P., and Davis, J. L., "Impulse Radar Applied to Ice Thickness Measurements and Freshwater Bathymetry," Energy, Mines, and Resources Canada, Report of Activities, Part B; Geological Survey of Canada, Paper 77-1B, 1977.
- [13] "Soil Survey Techniques," SSSA Special Publication No. 20, Soil Science Society of America, Madison, WI, 1987.

- [14] Fleming, B. W., Side-Scan Sonar: A Comprehensive Presentation, EG&G Environmental Equipment Division, Waltham, MA, 1980.