جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه‌وبودجه کشور

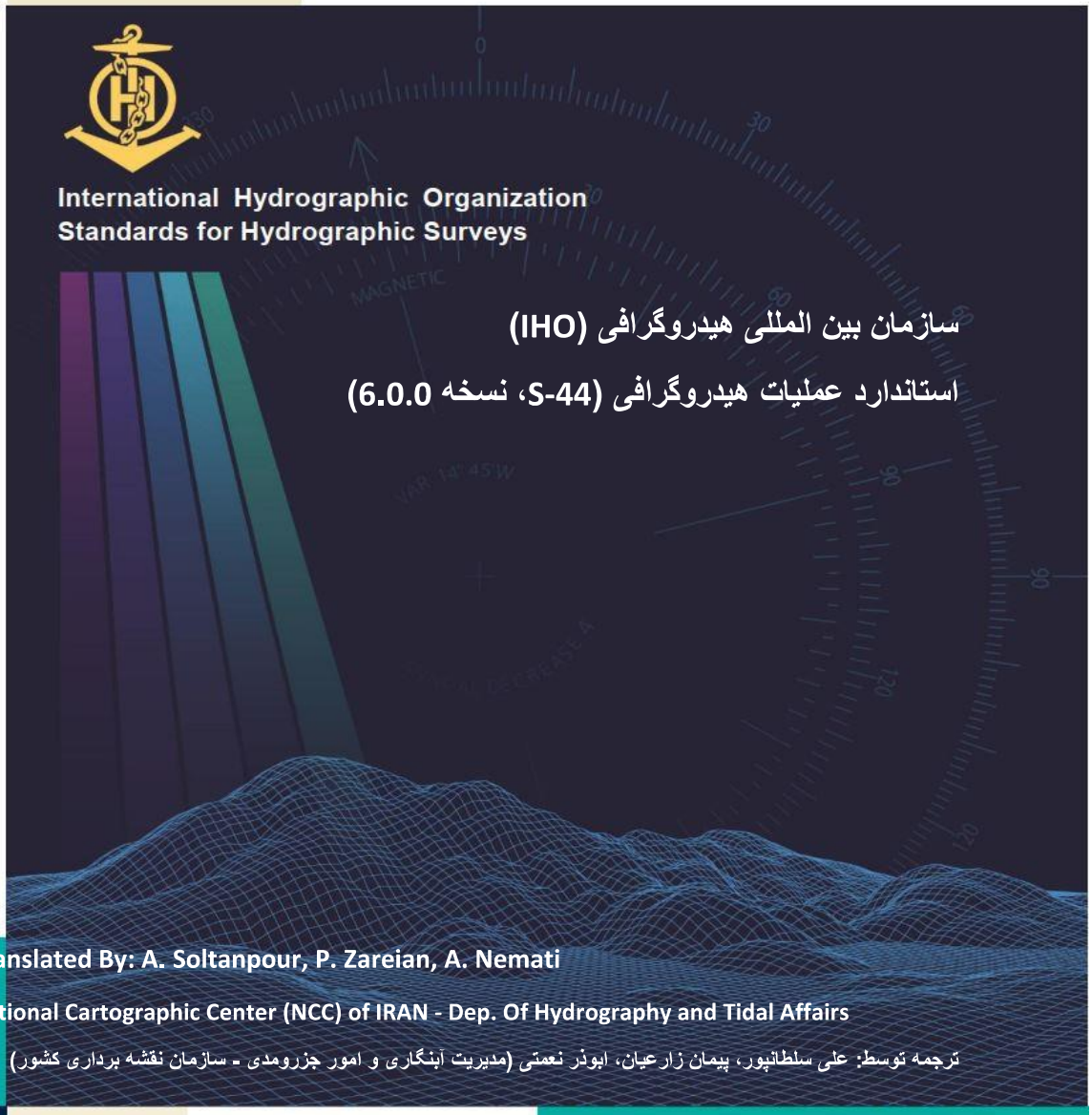
سازمان نقشه‌برداری کشور

استاندارد عملیات هیدروگرافی

(S-44 نسخه 6.0.0)

سازمان نقشه‌برداری کشور	http://www.ncc.gov.ir
اداره کل نظارت، کنترل فنی و استاندارد	**گروه استانداردسازی**
1402	

S-44 Edition 6.0.0



International Hydrographic Organization
Standards for Hydrographic Surveys

سازمان بین المللی هیدروگرافی (IHO)

استاندارد عملیات هیدروگرافی (S-44، نسخه 6.0.0)

Translated By: A. Soltanpour, P. Zareian, A. Nemati

National Cartographic Center (NCC) of IRAN - Dep. Of Hydrography and Tidal Affairs

ترجمه توسط: علی سلطانپور، پیمان زارعیان، ابوذر نعمتی (مدیریت آبنگاری و امور جزرومدی - سازمان نقشه برداری کشور)

IHO

International Hydrographic Organization

Published by the
International Hydrographic Organization
4b quai Antoine 1er
Principauté de Monaco
Tel: (377) 93.10.81.00
Fax: (377) 93.10.81.40
info@iho.int
www.iho.int

پیشگفتار

هیدروگرافی (آبنگاری) به شاخه‌ای از علوم کاربردی اطلاق می‌شود که به اندازه‌گیری و توصیف عوارض دریاها، اقیانوسها، مناطق ساحلی، دریاچه ها و رودخانه ها و تغییرات آن می پردازد تا ضمن تامین ایمنی ناوبری بعنوان هدف اصلی، سایر فعالیتهای دریایی مانند توسعه اقتصادی، تحقیقات و حفاظت از محیط زیست را نیز حمایت نماید. بیش از 71 درصد کره زمین از آب پوشیده شده است و بدنه های آبی از دیرباز نقش مهمی در زندگی بشر و تجارت بین المللی داشته اند بطوریکه امروزه بالغ بر 90 درصد تجارت جهانی از طریق دریاها صورت میگیرد. با این همه، بسیاری از مناطق دریایی هنوز هیدروگرافی نشده و ناشناخته اند. از این رو، فعالیت های هیدروگرافی و تهیه نقشه (چارت) های دریایی از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد بدیهی است که توسعه دریایی بدون هیدروگرافی محقق نمی شود و به همین دلیل، هیدروگرافی و تهیه چارت های دریایی در معاهده بین المللی ایمنی افراد در دریا (SOLAS) مورد تاکید قرار گرفته، مورد حمایت سازمان بین المللی دریانوردی (IMO) بوده و همچنین سازمان بین المللی هیدروگرافی (IHO) به منظور ایجاد هماهنگی و تهیه استانداردهای لازم بدین منظور تاسیس شده است. استانداردهای لازم به منظور جمع آوری اطلاعات و پردازش و ارائه داده ها در فرمت مطلوب توسط کمیته استانداردها و سرویسهای IHO (HSSC) و زیرکمیته های آن تهیه شده و منتشر میشوند و به منظور یکنواختی در تولید و ارائه داده ها، تمامی کشورها موظف به رعایت آن می باشند. امروزه، چارتهای ناوبری تولید شده توسط جمهوری اسلامی ایران نیز تحت استانداردهای بین المللی IHO تهیه شده و در سطح بین الملل در اختیار دریانوردان قرار میگیرند. استاندارد هیدروگرافی IHO با عنوان نشریه S-44 ، استانداردهای لازم به منظور هیدروگرافی را در اختیار متخصصین هیدروگرافی قرار می دهد و آخرین نسخه آن (نسخه 6.0.0) در مجموعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجاییکه استفاده از نسخه انگلیسی برای برخی از متخصصین ممکن است دشوار باشد و به منظور گسترش استفاده از این استاندارد در این مجموعه سعی شده است تا مطالب مندرج در آخرین نسخه S-44 به زبان فارسی در اختیار علاقمندان قرار گیرد. تهیه کنندگان این مجموعه با توجه به تجربه خود در زمینه هیدروگرافی و تهیه چارتهای دریایی تلاش نموده اند تا این مجموعه کاملا به مجموعه اصلی وفادار بوده و با توجه به تخصصی بودن این مجموعه، اطلاعات مورد نظر بصورت صحیح به خواننده منتقل شود. در نسخه جدید S-44 ضمن تعریف یک مرتبه جدید در هیدروگرافی سعی شده است تا با تعریف یک ماتریس جدید، کاربردهای غیرناوبری هیدروگرافی نیز پوشش داده شود. امید است استفاده از این مجموعه ضمن توسعه و بهبود فعالیت های هیدروگرافی در کشور، موجبات اعتلای کشور در راستای توسعه دریامحور را فراهم آورد.

که آخرین نسخه آن (6.0.0) در این مجموعه به زبان فارسی در اختیار متخصصان هیدروگرافی قرار می گیرد.

حقوق چاپ و انتشار سازمان بین المللی هیدروگرافی 2020

این اثر دارای حق چاپ و انتشار است. جدای از هرگونه استفاده ای که مطابق کنوانسیون حمایت از آثار ادبی و هنری (برن 1886) مجاز بوده و به جز در شرایطی که در زیر توضیح داده شده است، هیچ بخشی را نمی توان بدون اجازه کتبی قبلی از سازمان بین المللی هیدروگرافی ترجمه نموده و یا تکثیر کرد. حق تکثیر در برخی از مطالب موجود در این نشریه ممکن است متعلق به بخش دیگری باشد و ترجمه و یا تکثیر آن نیازمند کسب اجازه از مالک است.

ترجمه، تکثیر و توزیع این سند یا بخشی از آن به قصد افزایش آگاهی عمومی مجاز بوده و مبلغ دریافتی بیش از میزان هزینه مجاز نمی باشد. توزیع و فروش به قصد سود یا منفعت بدون موافقت قبلی کتبی IHO و سایر دارندگان حق انتشار مجاز نیست.

در صورتی که این سند یا بخش از آن با رعایت موارد فوق تکثیر، ترجمه و توزیع شود، متون زیر باید در آن گنجانده شود:

"مفاد نشریه IHO (استانداردهای هیدروگرافی نسخه 6.0.0) با مجوز دبیرخانه سازمان بین المللی هیدروگرافی (شماره مجوز ....) ترجمه و ارائه میشود و این سازمان مسئولیت صحت مطالب را نمی پذیرد. در صورت وجود هرگونه تردید، متن اصلی دارای ارجحیت است. مطالبی که با استفاده از منابع IHO تهیه شده اند نباید به عنوان تولیداتی که توسط این سازمان تایید شده اند تلقی شوند."

"این نشریه ترجمه نشریه استانداردهای هیدروگرافی از انتشارات IHO می باشد. IHO این ترجمه را بررسی نکرده است و بنابراین مسئولیتی در قبال صحت آن ندارد در صورت هرگونه تردید، می بایست به نسخه اصلی (Standards for Hydrography S-44) مراجعه شود."

استفاده از آرم و نشانه های IHO در محصولات مستخرج از تولیدات این سازمان بدون کسب مجوز قبلی مجاز نیست.

فهرست مطالب

پیشگفتار iv
مقدمه v
واژه نامه vii
فصل یک: طبقه بندی عملیاتهای ایمنی ناوبری 1
فصل دو: تعیین موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی 4
فصل سه: عمق، پوشش عمق یابی، عوارض و طبیعت بستر دریا 7
فصل چهار: تراز و جریان آب 12
فصل پنج: نقشه برداری بالای سطح مبنای ارتفاعی 14
فصل ششم: فراداده 17
فصل هفتم: جداول و ماتریس مشخصات 19
پیوست A: راهنمای ماتریس مشخصات 24
پیوست B: راهنمای مدیریت کیفیت 30
پیوست C: راهنمای کنترل کیفی پیشین و پسین 32
پیوست D: ملاحظات عمق یابی منظم (گرید) 34

توجه: پیوستهای B، C و D پس از شمول کامل مفاد آن در نشریه C-13 سازمان بین المللی هیدروگرافی (دستورالعمل هیدروگرافی)، از این استاندارد حذف خواهند گردید.

پیشگفتار

این نشریه (S-44)استانداردهای قابل اجرا برای عملیات های هیدروگرافی و نقش خود را در کنار سایر انتشارات سازمان بین المللی هیدروگرافی (IHO)، به منظور بهبود ایمنی ناوبری، دانش و حفاظت از محیط زیست دریایی تعریف می نماید. مباحثات رسمی در خصوص تدوین استانداردهایی برای عملیات های هیدروگرافی برای اولین بار در هفتمین کنفرانس بین المللی هیدروگرافی (IHC) در سال 1957 مطرح شده و اولین ویرایش S-44 با عنوان "استانداردهای دقت توصیه شده برای عملیات های هیدروگرافی" در ژانویه 1968 منتشر شد. از آن زمان، IHO تلاش کرده است تا این استاندارد را به طور منظم و همگام با پیشرفت تکنولوژی ها و روش های موجود بروزرسانی نماید. بنابراین چهار نسخه متوالی پس از شماره اولیه در 1968 منتشر گردیدند: نسخه دوم در سال 1982، نسخه سوم در سال 1987، نسخه چهارم در سال 1998، و در نهایت، ویرایش پنجم در سال 2008 منتشر گردیدند. تداوم و پیوستگی ایده اولیه در جریان بروزرسانی و انتشار نسخه های بعدی بعنوان یک نکته مهم همواره مد نظر بوده است.

IHO طی نامه 68/2016 (CL) در 20 دسامبر 2016 نسبت به تعریف یک تیم پروژه عملیات هیدروگرافی با وظیفه بروزرسانی استانداردها (HSPT) اقدام نموده و طی نامه CL 26/2017 ترکیب تیم پروژه را تعیین کرد. وظایف HSPT شامل سه هدف است:ارزیابی ویرایش پنجم استاندارد، تهیه نسخه ششم S-44 و نهایتا در صورت لزوم تشکیل یک گروه کاری دائمی به منظور رسیدگی به تمام نگرانیها در زمینه هیدروگرافی. تیم HSPT با عضویت نمایندگانی از کشورهای عضو IHO، ناظرانی از سازمان های بین المللی (IFHS و FIG)، سایر متخصصان و دبیرخانه IHO تشکیل گردید.

فن‌آوری‌ها و الزامات هیدروگرافی، همزمان با گسترش جامعه کاربران بطور پیوسته در حال تکامل هستند. مادامی که هیدروگراف ها این تغییرات را دنبال میکنند، استاندارد S-44 باید به تکامل خود ادامه دهد تا بتواند بعنوان مرجع بین المللی هیدروگرافی برای عملیات های هیدروگرافی به حیات خود ادامه دهد.

در ایجاد این نسخه جدید، تیم پروژه هیدروگرافی IHO در ارتباط با جامعه هیدروگرافی بوده و نظرات ذینفعان IHO(از جمله صنعت) را دریافت نموده است. این اطلاعات ورودی برای بیان نیازهای جامعه و به روز رسانی این نسخه بسیار مهم بود. همچنین، این تیم همواره به الزامات IHO متعهد بوده است.

مقدمه

هدف این نشریه ارائه مجموعه‌ای از استانداردها برای عملیات های هیدروگرافی است که عمدتاً به هدف جمع آوری اطلاعات لازم برای تهیه چارتهای ناوبری به منظور تامین ایمنی ناوبری، دانش و حفاظت از محیط زیست دریایی مورد استفاده قرار می گیرد. در اینجا حداقل استانداردهای لازم بر اساس کاربردهای مورد نظر مشخص می گردند. در موارد لازم، ادارات و سازمانهای هیدروگرافی می توانند الزامات خاص و سخت گیرانه تری به عنوان استاندارد ملی یا منطقه ای تعریف کنند. این مجموعه رویه های لازم برای راه اندازی تجهیزات، انجام عملیات و یا پردازش داده های حاصل را شامل نمیشود.دستورالعمل هیدروگرافی (نشریه IHO C-13) بدین منظور می بایست مورد مراجعه قرار گیرد (قابل دانلود از سایت IHO).

در این نسخه، یک مرتبه انحصاری جدید و دقیق تر برای عملیات هیدروگرافی معرفی شده است. استفاده از مرتبه انحصاری بایستی محدود به مناطقی با شرایط خاص و الزامات ویژه در نظر گرفته شود. سایر مرتبه ها به منظور تامین ایمنی ناوبری به شکل قبلی حفظ شده اند ولی تفسیر آنها نسبت به نسخه قبلی به دلیل معرفی مفهوم پوشش عمق یابی تغییر کرده است. مرتبه ویژه در این استاندارد نیازمند پوشش عمقیابی کامل می باشد. ~~به عبارت بیشتر~~ علاوه بر این ، مرتبه های هیدروگرافی با توجه به الزامات مشاهداتی در بالا و زیر سطح مبنای ارتفاعی تقسیم بندی شده اند.

این نسخه سعی دارد که استفاده از S-44 را برای اهدافی فراتر از ایمنی ناوبری مورد حمایت قرار دهد. در اینجا مفهوم ماتریسی از پارامترها و انواع داده به منظور تعریف و تحقق استانداردها و مشخصات عملیات هیدروگرافی ارائه میگردد. این ماتریس به تنهایی یک استاندارد نیست و بایست به عنوان مرجعی برای تعیین عملیاتهای هیدروگرافی، آنگونه که مناسب است، در نظر گرفته شده و بعنوان ابزاری برای طبقه بندی گسترده تر عملیات مورد استفاده قرار گیرد. این ماتریس با توجه به طراحی آن، قابل توسعه بوده و می تواند در نسخه های آتی S-44 تکامل یابد. راهنمای نحوه استفاده از ماتریس برای مشخصات و طبقه بندی عملیاتهای هیدروگرافی در پیوست A آمده است.

واژگان در استاندارد S-44 به منظور هماهنگی بیشتر با مراجع مورد استفاده در مترولوژی تجدید نظر شده اند(به عنوان نمونه میتون به راهنمای بیان عدم قطعیت در اندازه گیری اشاره نمود). استانداردهای مربوط به موقعیت مسطحاتی علائم کمک ناوبری بازنگری شده و استانداردهای مربوط به موقعیت عمودی این علائم اضافه شده است. در این مجموعه تاکید اصلی بر روی المانهای اصلی عملیات هیدروگرافی مستقل از فناوری بوده است.

در حالی که نقشه بردار هیدروگراف در مورد نحوه انجام عملیات انعطاف پذیری دارد، اطمینان از نیل به استاندارد توسط مقام مسئول کنترل و مورد تصمیم قرار میگیرد. به عبارت بیشتر، نقشه بردار جزء ضروری فرآیند عملیات است و می باید

دانش و تجربه کافی داشته باشد تا بتواند سیستم را به منظور نیل به استاندارد لازم راه اندازی کند. این ارزیابی میتواند دشوار باشد اگرچه بررسی صلاحیت نقشه برداری مبنای این ارزیابی است. تحصیلات موجود در این زمینه برنامه آموزشی رده A و یا B می باشد که توسط هیئت بین المللی استانداردهای صلاحیت نقشه برداران هیدروگراف و کارتوگرافان دریایی (IBSC)، سازمان بین المللی هیدروگرافی (IHO)، فدراسیون بین المللی نقشه برداران (FIG)، انجمن بین المللی کارتوگرافی (ICA)تعریف و تشکیل شده است.

اطلاعات مندرج در پیوست های B، C و D راهنمایی هایی را در مورد کنترل کیفیت، پردازش داده ها، و ملاحظات برای عمق سنجی شبکه ای ارائه می دهد. این پیوست ها بخش جدایی ناپذیر از استاندارد S-44 نبوده و زمانی که اطلاعات موجود در آن به طور کامل در IHO Publication C-13 (دستورالعمل هیدروگرافی) گنجانده شود، حذف خواهد شد.

توجه: با انتشار این نسخه جدید، عملیاتهای هیدروگرافی و محصولات ایمنی ناوبری بر اساس عملیاتهای انجام شده بر اساس نسخه های قبلی بی اعتبار نمیشود.

واژه نامه

توجه: اصطلاحات تعریف شده در زیر آنهایی هستند که دارای بیشترین ارتباط با این نشریه می باشند. واژگان به مراتب بیشتری در نشریه ویژه IHO S-32 (فرهنگ لغات هیدروگرافی) تعریف شده اند که در صورتی که تعریف واژه ای در اینجا یافت نشد بایست به آن مراجعه نمود. در صورتی که واژه ای در اینجا متفاوت از S-32 تعریف شده باشد، تعریف واژه در این استاندارد می بایست مورد استفاده قرار گیرد.

در این نشریه عبارت:

باید: یک الزام اجباری را نشان می دهد.

بایست: یک الزام توصیه شده را نشان می دهد.

میتوان: یک الزام اختیاری را نشان می دهد.

وازگانی که فقط در پیوست ها استفاده شده اند در این واژه نامه گنجانده نشده و در پیوست ها تعریف شده اند.

پوشش عمق سنجی: میزانی از یک منطقه که با استفاده از یک روش سیستماتیک بر اساس روش اندازه گیری و قدرت تشخیص تجهیزات مشاهداتی، عمق یابی شده است.

سطح اطمینان: احتمال اینکه مقدار واقعی یک اندازه گیری در داخل بازه عدم قطعیت مشخص شده از مقدار اندازه گیری شده قرار گیرد.

تصحیح: مقداری که برای جبران یک اثر سیستماتیک تخمینی به داده ها اعمال می شود.

خطا: تفاوت بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار صحیح یا واقعی. خطاها به صورت خطاهای سیستماتیک یا تصادفی طبقه بندی می شوند.

عارضه: هر شی اعم از طبیعی یا ساخته دست انسان که متمایز از محیط اطراف باشد.

تشخیص عارضه: توانایی یک سیستم در تشخیص عوارض با ابعاد تعریف شده.

جستجوی عارضه: میزانی که شناسایی عوارض در یک منطقه با استفاده از یک روش سیستماتیک شناسایی عوارض، انجام شده است.

فراداده: اطلاعاتی در وصف داده ها و کاربرد آن

خطای اتفاقی: نویز در مشاهدات ناشی از عواملی متفاوت در مشاهدات که قابل کنترل نبوده اما می توان با روش های آماری، میزان آن را تعیین کرد.

عمق تصحیح شده: عمق مشاهده شده پس از اعمال تصحیحات عملیاتی، پردازشی و انتقال به سطح مبنای ارتفاعی مورد نظر.

عارضه مهم: عارضه ای که خطر بالقوه ای برای ناوبری به حساب آمده و نمایش آن بر روی چارت دریایی و یا سایر تولیدات دریایی مورد انتظار است.

خطای سیستماتیک: بخشی از خطای اندازه گیری که ثابت بوده و یا بصورت قابل پیش بینی تغییر میکند.

عدم قطعیت مسطحاتی کل (THU): مؤلفه ای از عدم قطعیت انتشاری کل (TPU) که در بعد مسطحاتی محاسبه می شود. THU یک کمیت دو بعدی شامل تمامی عدم قطعیت های اندازه گیری مسطحاتی است.

عدم قطعیت انتشاری کل (TPU): عدم قطعیت سه بعدی شامل تمامی عدم قطعیت های اندازه گیری

عدم قطعیت ارتفاعی (TVU): مؤلفه عدم قطعیت انتشار کل (TPU) که در ارتفاعی محاسبه می شود. TVU یک کمیت یک بعدی است که تمامی عدم قطعیت های اندازه گیری ارتفاعی در آن گنجانده شده است.

عدم قطعیت: تخمینی از محدوده ای که در آن مقدار واقعی یک اندازه گیری در یک سطح اطمینان خاص مورد انتظار است. تعریف شده است قرار گیرد. این کمیت با یک مقدار مثبت بیان می شود.

عمق زیر شناور: فاصله بین پایین ترین نقطه بدنه کشتی و بستر دریا، بستر رودخانه و غیره

فصل یک: طبقه بندی عملیات ها به منظور ایمنی ناوبری

1-1- مقدمه

این فصل مراتب برداشت های هیدروگرافی به منظور ایمنی ناوبری را که توسط ادارات یا سازمانهای هیدروگرافی به منظور تولید محصولات ناوبری و خدماتی که به شناورها اجازه می دهد با ایمنی دریانوردی کنند توصیف مینماید. همانطور که الزامات با عمق آب، خواص ژئوفیزیکی، و نوع شناورها تغیر میکند، پنج مرتبه مختلف هیدروگرافی تعریف میشوند که هریک برای پاسخگویی به بخشی از نیازها طراحی شده اند.

این پنج مرتبه در زیر به همراه شرحی از مناطق مورد نظر توضیح داده شده اند. حداقل استانداردهای لازم برای دستیابی به هر مرتبه (جدول 1 و جدول 2) به همراه ابزار جدیدی برای بهبود و سفارشی سازی این مراتب (ماتریس مشخصات) در فصل هفت ارائه شده اند.

ادارات و سازمانهای مسئول هیدروگرافی می بایست مرتبه ای را انتخاب نمایندکه برای الزامات ایمنی ناوبری در منطقه مناسب تر است. ممکن است~~یک~~ استفاده از یک مرتبه واحد برای کل منطقه مورد هیدروگرافی مناسب نباشد. در اینگونه موارد، مراتب مختلف می بایست در منطقه کاری تعریف شوند. به عنوان مثال، در منطقه عبور شناورهای بسیار بزرگ حامل مواد خام(VLCC) با عمق بیشتر از 40 متر، ممکن است یک هیدروگرافی مرتبه 1a مناسب باشد. اما اگر هیدروگراف مناطقی با با عمق کمتر از 40 متر را مشاهده کند، هیدروگرافی این مناطق با مرتبه ویژه یا حتی مرتبه انحصاری مناسب تر خواهد بود.

برای انطباق کامل با مراتب S-44، عملیات هیدروگرافی باید با تمامی الزامات عمق سنجی و تشخیص عوارض (جدول 1) برای آن مرتبه و با تمام الزامات دیگر (جدول 2) برای همان مرتبه در صورت کاربرد همراه باشد.علاوه بر این، جداول باید همراه با متن جزئیات در فصل های بعدی خوانده شوند. چالش ارائه شده توسط هر مرتبه، به ویژه مرتبه های ویژه و انحصاری، ایجاد روش هیدروگرافی مناسب برای دستیابی به استانداردهای مشخص شده می باشد.

برای اطمینان از سیستماتیک بودن هیدروگرافی، حتی در جایی که پوشش عمق سنجی کمتر از 100٪ عنوان شده است، توصیه میشود که فاصله افقی بین موقعیت های ثبت شده اعماق نبایست بیشتر از 3 برابر عمق یا 25 متر (هر کدام بیشتر است) باشد.

÷

1-2- مرتبه 2

این مرتبه شامل کمترین سخت گیری بوده و برای مناطقی در نظر گرفته شده است که عمق آب به گونه ایست که یک تصویر کلی از بستر دریا کفایت میکند. به عنوان حداقل، پوشش همگون عمق سنجی به میزان پنج درصد برای منطقه

مورد نیاز می باشد. این مرتبه برای هیدروگرافی در مناطقی که عمق آنها بیشتر از 200 متر است توصیه میشود. در اعماق بیش از 200 متر، وجود عوارض بزرگ به اندازه ای که ناوبری سطحی را تهدید نموده و در عین حال توسط هیدروگرافی مرتبه دو شناسایی نشده باشند بسیار غیر محتمل است.

1-3- مرتبه 1b

این مرتبه برای مناطقی در نظر گرفته شده است که با توجه به نوع شناورهای سطحی عبوری از منطقه ارائه یک تصویر کلی از بستر دریا کافی تلقی می شود. به عنوان حداقل، یک پوشش یکنواخت عمق سنجی به میزان 5٪ برای منطقه هیدروگرافی مورد نیاز است. این بدان معنی است که برخی از عارضه ها شناسایی نمی شوند، اگرچه فاصله بین نقاط عمق سنجی ابعاد عوارض شناسایی نشده را محدود می کند. این مرتبه از هیدروگرافی برای مناطقی توصیه می شود که در آن مناطق عمق زیر شناور مشکل عمده ای نیست. بعنوان مثال منطقه ای که ویژگی های بستر دریا به گونه ای است که احتمال وجود عارضه در بستر که ناوبری شناورهای سطحی مورد نظر را تهدید نماید کم است.

1-4- مرتبه 1a

این سفارش برای مناطقی در نظر گرفته شده است که عوارض بستر دریا ممکن است با توجه به نوع ترافیک سطحی عبوری از منطقه نگران کننده بوده اما عمق مورد نیاز زیر شناور حیاتی نیست. در اینجا یک جستجوی 100٪ عوارض بستر برای شناسایی عوارض با ابعاد مشخص مورد نیاز است.

پوشش عمق کمتر یا مساوی 100٪ تا جایی مناسب است که کمترین عمق بر روی تمام عوارض مهم مشاهده شده و عمق سنجی تصویری مناسب از توپوگرافی بستر دریا فراهم آورد. مسئله عمق زیر شناور با افزایش عمق، اهمیت کمتری پیدا می کند، بنابراین اندازه عوارض که باید شناسایی شوند در مناطقی که عمق آب بیشتر از 40 متر است افزایش می یابد. بعنوان مثال، مناطقی که ممکن است نیاز به هیدروگرافی مرتبه 1a باشند عبارتند از: آب های ساحلی، بنادر، مناطق پهلوگیری، مسیرها و کانالهای دریایی.

1-5- مرتبه ویژه

این مرتبه برای مناطقی در نظر گرفته شده است که موضوع عمق زیر شناور در آنها حیاتی است. از این رو، 100٪ جستجوی عوارض و 100٪ پوشش عمق سنجی مورد نیاز است و شناسایی عوارض بیشتری با توجه به ابعاد نسبت به مرتبه 1a مورد نظر است. نمونه هایی از مناطقی که ممکن است نیاز به هیدروگرافی مرتبه ویژه داشته باشند عبارتند از: مناطق پهلوگیری، بندرها و نواحی حساس از مسیرهای دریایی و کانال های دریانوردی.

6-1- مرتبه انحصاری

عملیات هیدروگرافی مرتبه انحصاری، توسعه مرتبه ویژه IHO با الزامات بیشتری در عدم قطعیت و پوشش داده بوده و استفاده از آن محدود به مناطق کم عمق (بندرها، اسکله ها و مناطق بحرانی راه ها و کانال ها دریایی) می باشد جاییکه استفاده حداکثری و بهینه از عمق آب وجود داشته و در مناطق بحرانی با حداقل عمق زیر شناور و نواحی با ساختار بستر بالقوه خطرناک برای شناورهای عبوری. در این مرتبه، 200٪ جستجوی عوارض و پوشش 200٪ عمق سنجی مورد نیاز بوده و شناسایی عوارض بیشتری با توجه به ابعاد نسبت به مرتبه مورد نظر است.

فصل دو: تعیین موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی

2-1- مقدمه

تعیین موقعیت بخش اساسی از هر عملیات هیدروگرافی است. هیدروگراف باید چارچوب مرجع ژئودتیک، سیستمهای مبنایی مسطحاتی و ارتفاعی، ارتباط آنها به سیستمهای مورد استفاده دیگر (مانند دیتوم های نقشه برداری زمینی) و عدم قطعیت در مشاهدات مربوطه را در نظر داشته باشد.

در این استاندارد، موقعیت و عدم قطعیت آن به مولفه مسطحاتی نقطه عمقیابی یا یک عارضه اشاره داشته و مشاهده عمق و عدم قطعیت آن به مولفه ارتفاعی مشاهده عمق یا عارضه اشاره دارد.

2-2- چارچوب مرجع ژئودتیک

موقعیت ها بایستی به یک چارچوب مرجع ژئودتیک ارجاع داده شوند که میتواند تحقق یک چارچوب مرجع جهانی(مثلا ITRF2018، WGS84(G1782)) یا یک چارچوب مرجع منطقه ای(مثلا ETRS89، NAD83) و تکرارهای بعدی آنها باشد. با توجه به بروز رسانی های مکرر چارچوبهای مرجع ژئودتیک، ضروریست که اپک مناسب با عدم قطعیت پایین برای تعیین موقعیت انتخاب شود.

از آنجایی که موقعیت‌ها اغلب در یک سیستم/چارچوب مرجع مختصات مرکب مانند سیستم/چارچوب مرجع ژئودتیک، ژئوپتانسیل و ارتفاعی ارجاع می‌شوند، می توان آنها را به مولفه های مسطحاتی و ارتفاعی تجزیه نمود.

2-3- چارچوب مرجع مسطحاتی

اگر موقعیت‌های مسطحاتی به یک دیتوم محلی ارجاع داده می‌شود، نام و اپک آن دیتوم بایستی مشخص شده و دیتوم به تحقق یک چارچوب مرجع جهانی (مثلا ITRF2018، (WGS84 (G1762)) یا یک چارچوب مرجع منطقه ای (مثلا ETRS89، NAD83) و نسخه های بعدی آنها بسته شود. تبدیل(انتقال) بین چارچوب‌ها/اپکهای مرجع بویژه برای عملیاتهای با عدم قطعیت پایین می بایست در نظر گرفته شود.

2-4- سیستم مرجع ارتفاعی

اگر ~~مونفه~~ مولفه ارتفاعی موقعیت ها به یک دیتوم ارتفاعی محلی ارجاع داده شود، نام و اپک آن دیتوم می بایست مشخص شود. همچنین مولفه ارتفاعی موقعیت ها (به عنوان مثال عمق ها، ارتفاع خشکی ها) می بایست به مرجع یک چارچوب

مرجع مناسب نوع داده و کاربرد آن ارائه شود. این چارچوب مرجع ارتفاعی میتواند بر اساس مشاهدات جزر و مد(به عنوان مثال LAT، MWL، و غیره)، یک مدل فیزیکی (به عنوان مثال geoid) یا یک بیضوی مرجع باشد.

2-5- اتصال دیتوم ارتفاعی نقشه برداری زمینی و چارت دیتوم

برای اینکه داده های عمق سنجی به درستی و به طور کامل مورد استفاده قرار گیرند، اتصال و ارتباط دیتوم ارتفاعی نقشه برداری زمینی و چارت دیتوم باید به وضوح تعیین و توصیف شود. قطعنامه IHO در خصوص دیتوم ها و نشانه های مبنایی (بنچ مارکها)، قطعنامه 1919/3(با اصلاحات)، راه حل هایی که می بایست در تعیین ارتباط دیتوم های ارتفاعی استفاده شوندا ارائه داده است.

این قطعنامه اساسی 1919/3، همانطور که اصلاح شده، در نشریه IHO M-3 در دسترس بوده و قطعنامه های سازمان بین المللی هیدروگرافی از صفحه اصلی اینترنتی IHO قابل دانلود می باشند(www.iho.int).

2-6- عدم قطعیت ها

این استاندارد عدم قطعیت انتشاری کل (TPU) توسط دو مولفه عدم قطعیت مسطحاتی کل (THU) و عدم قطعیت ارتفاعی کل (TVU) ارائه میدهد. مقادیر TVU و THU باید به عنوان بازه ± مقدار مورد نظر در نظر گرفته شود.

از یک روش آماری به منظور ترکیب همه منابع عدم قطعیت برای تعیین عدم قطعیت های مسطحاتی و ارتفاعی می بایست استفاده شود تا مقادیر THU و TVU بدست آیند. عدم قطعیت ها در سطح اطمینان 95٪ باید به همراه داده های میدانی ثبت شوند.

قابلیت یک سیستم هیدروگرافی بایستی با محاسبه عدم قطعیت اولیه (THU و TVU) نمایش داده شود. این محاسبات پیش بینی هستند و باید برای کل سیستم میدانی، شامل تمام منابع عدم قطعیت تجهیزاتی، مشاهداتی و محیطی محاسبه شود. این تخمین می بایست در طول عملیات بروز شود تا تغییرات شرایط محیطی مانند باد، امواج و ... را به منظور بهبود مناسب پارامترهای میدانی منعکس نماید.

مقادیر عدم قطعیت نهایی برای عملیات هیدروگرافی میتواند شامل محاسبه پیشینی و پسینی باشد که میتواند صریحا مقادیر تجربی (به عنوان مثال بر اساس انحراف معیار استاندارد اعماق) و یا ترکیبی از مقادیر فوق باشد. شرحی از نوع عدم قطعیت و عدم قطعیت های بدست آمده می بایست در فراداده آورده شود.

در این استاندارد، برای سهولت استفاده، عدم قطعیت مسطحاتی مجاز در دوجهت یکسان در نظر گرفته شده است. بنابراین، با فرض توزیع نرمال خطا، عدم قطعیت موقعیت به صورت یک عدد بیان می شود.

2-7- سطح اطمینان

در این استاندارد، عبارت سطح اطمینان، تعریف دقیق آماری نیست، بلکه معادل عبارات "سطح اطمینان" یا "احتمال پوشش" می باشد که در راهنمای بیان عدم قطعیت در اندازه گیری، JCGM 100:2008، بخش 6.2.2 شرح داده شده است.

لازم به ذکر است که سطوح اطمینان (به عنوان مثال 95٪) به توزیع آماری فرضی بستگی داشته نحوه محاسبه آن برای کمیت های یک بعدی و دو بعد متفاوت است. در چارچوب این استاندارد که توزیع خطا را نرمال فرض می کند، سطح اطمینان 95٪ برای کمیت های یک بعدی (به عنوان مثال عمق) به صورت 1.96 برابر انحراف معیار استاندارد، و سطح اطمینان 95٪ برای کمیت های دو بعدی (به عنوان مثال موقعیت) به صورت 2.45 برابر انحراف معیار استاندارد تعریف میشود.

فصل سوم: عمق، پوشش عمق سنجی، عوارض و طبیعت بستر دریا

3-1- مقدمه

ناوبری شناورهای سطحی مستلزم شناخت دقیق عمق و عوارض است. در جایی که مسئله عمق زیر شناور خیلی مهم است، پوشش عمق سنجی باید حداقل 100٪ بوده، تشخیص عوارض بطور مناسب انجام شده و عدم قطعیت عمق ها باید به شدت کنترل و معلوم باشند.

برای سفارشی سازی یا بهبود مراتب هیدروگرافی به منظور ایمنی ناوبری و یا کاربردهای دیگر، میتوان معیارهای هیدروگرافی مورد نیاز را از ماتریس استخراج نمود (به بخش 7.5 و ضمیمه A مراجعه شود).

3-2- عمق

3-2-1- اندازه گیری عمق

اعماق باید به درستی به مرجع یک چارچوب مرجع ارتفاعی تعریف شوند و منظور از عمق یک عارضه حداقل عمق آن عارضه می باشد. در آب های با کدورت بسیار بالا، به عنوان مثال در مصب رودخانه ها، این حداقل عمق میتواند بر اساس میزان تجمع رسوب در نظر گرفته شود.

در شرایط استثنایی و به هدف ایمنی ناوبری، استفاده از روش دقیق (مانند جاروی مکانیکی) به تشخیص اداره یا مرجع هیدروگرافی برای اطمینان و تایید عمق امن در یک منطقه یا عارضا و مغروقه می تواند مود استفاده قرار گیرد. در این حالت، عدم قطعیت مشاهدات ارتفاعی معرف مرتبه هیدروگرافی خواهد بود.

3-2-2- ارتفاعات مناطق جزرومدی

مناطق جزرومدی با دامنه جزر و مد بزرگ که در گاهی اوقات در هنگام مد قابل کشتیرانی است، باید به طور کامل برداشت شوند. بسته به وضعیت و تجهیزات موجود، این برداشت میتواند به روش هیدروگرافی و یا توپوگرافی انجام شود. با این حال، صرف نظر از روش برداشت، حداکثر عدم قطعیت ها نباید بیشتر از موارد عدم قطعیت برای منطقه دریایی خارج از ناحیه جزرومدی باشد.

3-2-3- حداکثر عدم قطعیت ارتفاعی مجاز

با توجه به اینکه داده های عمق متاثر از منابع خطای وابسته به عمق و مستقل از آن می باشد، فرمول زیر برای محاسبه حداکثر عدم قطعیت ارتفاعی مجاز استفاده می شود.

پارامترهای "a" و "b"، همراه با عمق "d" باید به منظور محاسبه حداکثر TVU مجاز در فرمول وارد شوند:

$$TVU_{max}(d) = \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

در این رابطه،

a نمایانگر بخشی از عدم قطعیت است که با عمق تغییر نمی کند.

b ضریبی است که بخشی از عدم قطعیت را نشان می دهد که با عمق تغییر می کند.

d عمق است.

جدول 1 پارامترهای "a" و "b" را برای محاسبه حداکثر TVU مجاز عمق های تصحیح شده برای هر مرتبه هیدروگرافی مشخص می کند. مجموع عدم قطعیت های ارتفاعی مشاهدات عمق محاسبه شده در سطح اطمینان 95 درصد نباید از این مقدار تجاوز کند.

3-3- تشخیص عوارض

حداقل استانداردهای لازم به منظور تشخیص عوارض در جدول 1 آمده اند. یک عارضه مکعبی (متقارن با شش وجه مربعی) بعنوان یک شکل عارضه مرجع در توانایی تشخیص یک سیستم استفاده میشود.

در بررسی توانایی تشخیص یک سیستم، تمامی سیستم عملیاتی هیدروگرافی شامل تجهیزات، روش ها، روندهای کاری و نیروی انسانی باید مورد بررسی قرار گیرند. مسئولیت بررسی توانایی سیستم هیدروگرافی مورد استفاده در تشخیص عوارض مهم بر عهده ادارات و سازمانهای هیدروگرافیست که جمع آوری داده را بر عهده دارند.

توانایی تشخیص عوارض در ابعاد مشخص به مفهوم تعیین آنچه که برای ناوبری مخاطره آمیز باشد نیست. در برخی موارد، عوارض کوچکتری از آنچه در جدول 1 مشخص شده اند میتوانند بعنوان مخاطرات ناوبری طبقه بندی شوند. بنابراین، ادارات و مراجع هیدروگرافی میتوانند شناسایی عوارض مهم ولی کوچکتر را به منظور به حداقل رساندن خطرات ناشناخته برای ناوبری لازم تشخیص دهند. با این حال، هیچ تک عملیات هیدروگرافی نمیتواند تشخیص تمامی عوارض را تضمین کند. در صورت نگرانی از مخاطرات ناوبری ناشی از عوارض ناشناخته، استفاده از یک روش عملیاتی جایگزین می بایست در نظر گرفته شود.

3-4- جستجوی عوارض

حداقل استانداردهای لازم به منظور جستجوی عوارض در جدول 1 آمده اند.

برای مرتبه 1a، جستجوی 100% عوارض را میتوان با استفاده از یک سیستم برداشت که عمق سنجی نمیکند انجام داد. در این حالت، برداشت حداقل عمق با استفاده از یک سیستم مستقل عمق سنجی برای هر عارضه مهم شناسایی شده مورد نیاز خواهد بود. هر زمانی که ممکن باشد، توصیه می شود 100٪ جستجوی عوارض به همراه پوشش 100٪ عمق سنجی انجام شود.

جستجوی عوارض با پوشش بزرگتر یا مساوی 100٪ باید با هدف تشخیص تمام عوارض با ابعاد مشخص شده در این استاندارد برنامه ریزی و اجرا شود. جایی که پوشش بیش از 100٪ جستجوی عوارض

مورد نیاز است، از جمله 200٪ برای مرتبه انحصاری، میتوان برداشت اطلاعات را با پوشش مناسب انجام داده و یا از بیش از یک داده مستقل برای یک منطقه استفاده نمود.

3-5- پوشش عمق سنجی

مفهوم پوشش عمق سنجی در این نسخه از S-44 معرفی میشود تا استاندارد مستقل از فناوری باشد. دستیابی به پوشش عمق سنجی مستلزم استفاده از سنسوری است که عمق را اندازه گیری و ثبت می کند. جدول 1 حداقل پوشش عمق سنجی را برای هر مرتبه هیدروگرافی مشخص میکند.

3-5-1- پوشش عمق سنجی 100٪

پوشش 100٪ عمق سنجی می بایست به عنوان پوشش عمق سنجی "کامل" تفسیر گردد. 100٪. پوشش عمق سنجی اندازه گیری عمق بطور پیوسته را تضمین نمی کند، چراکه اندازه گیری عمق بصورت گسسته بر اساس توانایی های و محدودیت های فیزیکی و پیمایشی تجهیزات انجام میشود.

3-5-2- پوشش عمق سنجی کمتر از 100٪

پوشش عمق سنجی کمتر از 100٪ باید از یک الگوی برداشت سیستماتیک اعماق پیروی کند تا توزیع یکنواخت داده های عمق در سراسر منطقه برداشت تامین شده و این پوشش نباید کمتر از 5٪ باشد. علاوه بر این، طبیعت بستر (به عنوان مثال ناهمواری، نوع، شیب) و الزامات برای ایمنی ناوبری سطحی در منطقه می بایست زودهنگام و اغلب برای تعیین الگوی برداشت برای برآوردن الزامات ایمنی ناوبری در نظر گرفته شده و حداقل الزامات مطابق جدول 1 را برآورده نماید. به منظوراطمینان از انجام برداشت بطور سیستماتیک در جایی که پوشش عمق سنجی کمتر از 100٪ مشخص شده است، فاصله افقی بین موقعیت های ثبت شده اعماق نمی بایست بیشتر از 3 برابر عمق متوسط یا 25 متر (هر کدام بیشتر است) باشد.

برای مرتبه 1a، پوشش عمق سنجی کمتر یا مساوی 100٪ مناسب است مادامی که کمترین عمق بر روی تمام عوارض مهم به دست آمده و این عمق سنجی تصویری مناسب از ماهیت توپوگرافی بستر را فراهم آورد. پارامتر پوشش عمق سنجی (بصورت ٪) مستقل از سیستم بوده و برای همه مراتب استفاده می شود. در پنجمین ویرایش این استاندارد، فاصله خطوط به عنوان پارامتر برای مراتب 2 و 1b استفاده شد. در گذار از فاصله به درصد پوشش عمق سنجی، یک سیستم تک پرتو با پهنای زاویه 8-12 درجه به عنوان یک مرجع واقع بینانه، با فاصله بین خطوط 3 تا 4 برابر عمق آب استفاده شد. بنابراین، پوشش 5٪ مقدار مناسبی برای پوشش عمق سنجی مورد نیاز مرتبه 2 و 1b است.

3-5-3- پوشش عمق سنجی بیش از 100٪

پوشش بیش از 100٪ عمق سنجی، از جمله 200٪ برای مرتبه انحصاری را میتوان با جمع آوری کافی اطلاعات با همپوشانی یا با استفاده از بیش از یک مجموعه داده مستقل هیدروگرافی انجام داد.

3-6- مخاطرات ناوبری

ادارات و سازمانهای هیدروگرافی باید اطلاعات ترافیک محلی مورد انتظار (به عنوان مثال آبخور کشتی ها) و همچنین شکل کلی اعماق را هنگام ارزیابی خطرات ناوبری در نظر بگیرند.

داده‌های کافی باید در مورد عوارضی که خطرات بالقوه برای ناوبری هستند (مثلاً مغروقه ها و یا سایر موانع) برداشت شود تا اطمینان حاصل شود که حداقل عمق و موقعیت به اندازه کافی و با روش مناسب تعیین شده و حداقل الزامات مرتبه مورد نظر در جدول 1 برآورده شده است.

با توجه به مشخصات فعلی شناورها، عوارض با حداقل عمق بیشتر از 40 متر محتمل نیست که برای ناوبری سطحی خطری ایجاد نماید. با این حال، این موضوع می بایست به طور مداوم بر اساس شرایط محلی و تغییرات بالقوه مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد.

اداره یا سازمان هیدروگرافی بعنوان مسئول کیفیت برداشت اطلاعات، ممکن است یک حد عمق را تعریف کند که فراتر از آن، بررسی دقیق بستر و در نتیجه بررسی عوارض ضروری نباشد.

3-7- تایید یا رد موضوعات مورد نمایش

برای یک شی که قبلاً در چارت، سند، نشریه الکترونیکی و یا بانک اطلاعاتی ثبت/ارائه شده است، توصیه می شود که وجود این اشیاء مانند صخره ها، مغروقه ها، موانع، علائم کمک ناوبری و داده های مشکوک مورد تایید یا رد قرار گیرد. این یافته ها می بایست در گزارش عملیات آورده شود.

داده‌های مشکوک شامل داده‌هایی هستند که معمولاً در نمودارها با PA (موقعیت تقریبی)، PD (موقعیت مشکوک)، ED (وجود مشکوک)، SD (عمق مشکوک)، یا به عنوان "خطر گزارش شده reported danger". نشان داده می‌شوند، اما محدود به آنها نیست. مورد نمایش داده شده بر روی چارت می بایست با توجه به موقعیت خود بر روی چارت ناوبری تأیید یا رد شوند.

هیچ فرمول تجربی برای تعریف محدوده جستجو در شرایط کلی وجود ندارد. به منظور تایید و یا رد یک مورد توصیه میشود که شعاع جستجو می بایست به میزان حداقل سه برابر عدم قطعیت موقعیت تقریبی مخاطره گزارش شده در نظر گرفته شود. اگر مورد نمایش داده شده بر روی چارت در این محدوده جستجو یافت نشد، عدم تایید(رد) آن توصیه میشود. این مسئولیت اداره یا سازمان هیدروگرافی است که داده ها را جمع آوری کرده وارزیابی میکند که آیا شیء نمودار شده قبل از حذف آن از روی چارت ناوبری به اندازه کافی مورد بررسی قرار گرفته است.

3-8- طبیعت بستر دریا

طبیعت بستر می بایست در نواحی احتمالی لنگرگاه، سایر مناطق بحرانی، و در مناطقی که مشکوک به تاثیر قابل توجه شرایط بستر درتشخیص عوارض است تعیین شود. روش‌های مشخص‌سازی بستر دریا عبارتند از: نمونه‌گیری فیزیکی (PHY) با تجزیه و تحلیل بصری (VIS) و / یا آزمایشگاهی (LAB)، تکنیک استنتاج (INF) با استفاده از سنسورهای دیگر (مانند پراکندگی بازتاب) یا تکنیک استنتاج به همراه نمونه برداری واقعی (INF w/GT) و تجزیه و تحلیل بصری (VIS) و/یا آزمایشگاهی (LAB).

فرکانس نمونه برداری بستر میتواند در فاصله کافی برای محصول مورد نظر (مثلاً چارت ناوبری)، زمین شناسی بستر دریا، و برداشت نمونه واقعی برای تکنیکهای استنتاجی انجام شود. نمونه برداری برای تکنیک استنتاجی نیازمند الگوی نمونه گیری منظم نیست و فاصله متوسط یا حداکثر فاصله بین نمونه ها می تواند در نظر گرفته شود. اگر نمونه برداری از بستر در مناطق خاصی مانند لنگرگاه یا سایر مکانهای مورد نظر انجام میشود، محدودیت های منطقه نمونه برداری می بایست ثبت شود.

در حال حاضر هیچ استاندارد ایمنی ناوبری IHO برای روش های مشخصه یابی بستر و یا فرکانس نمونه برداری وجود ندارد. با اینهمه، ماتریس میتواند برای تعیین وظیفه و طبقه بندی کار مورد استفاده قرار گیرد. موارد دارای اهمیت برای این پارامترها بر اساس طبیعت و ترکیب بستر و همچنین استفاده از منطقه بسیار متفاوت است. نقشه بردار می بایست روش‌های مناسب توصیف بستر و فرکانس نمونه برداری را برای مشخص کردن مناسب آن مورد بررسی و انتخاب قرار دهد.

فصل چهارم: تراز و جریان آب

4-1- مقدمه

در این فصل، سطوح (تراز) آب به منظور تصحیح داده های عمق مورد بررسی قرار میگیرد. اندازه گیری تراز آب به عنوان یک مجموعه داده گسسته برای تعریف هارمونیک های جزر و مدی و غیره در سایر اسناد IHO مطرح شده است. جزر و مد و سایر تغییرات در تراز آب که مقدار TVU داده های عمق را تحت تاثیر قرار میدهد در هر عملیات هیدروگرافی فارغ از فناوری مورد استفاده در هیدروگرافی باید در نظر گرفته شود. مشاهدات جریان اغلب به منظور پشتیبانی از ناوبری ایمن و مواقعی که در الزامات عملیات مشخص شده است مورد نیاز می باشند. این مشاهدات باید الزامات ارائه شده در این استاندارد را برآورده کنند. برای کسب اطلاع به منظور تعیین اتصال دیتوم نقشه برداری زمینی و چارت دیتوم، روابط مربوطه در بخش 2.5 را ببینید.

4-2- پیش بینی تراز آب (جزرومد)

مشاهدات سطح آب میتواند برای تولید و نگهداری مدل های پیش بینی جزر و مد و تولید جداول جزر و مد مورد استفاده قرار گیرد. مشاهدات سطح آب می بایست تا حد امکان طولانی مدت بوده و ترجیحاً کمتر از 30 روز نباشد.

4-3- تصحیح مشاهدات تراز دریا

هر زمان که تراز آب یا پیش بینی جزر و مد برای تصحیح مشاهدات عمق به مرجع یک دیتوم استفاده میشود، عدم قطعیت مقادیر باید در محاسبات TVU در نظر گرفته شود. مقادیر مشاهده شده بر مقادیر پیش بینی شده ترجیح داده می شوند.

4-4- مشاهدات جریان آب (جریان جزر و مدی و جریان)

سرعت و جهت جریان آب (جریان های جزر و مدی و جریان ها) که ممکن است از 0.5 گره (نات) تجاوز کند در صورتیکه قبلا اندازه گیری نشده باشند، می بایست در مناطق کلیدی مانند ورودی به بنادر و کانال ها، در هر تغییر جهت کانال، در لنگرگاه ها و مجاورت اسکله ها مشاهده شوند. همچنین اندازه گیری سایر جریان های ساحلی و فراساحلی قوی و تأثیرگذار بر ناوبری سطحی توصیه میشود.

جریان آب (جریان جزر و مدی و سایر جریانهای دریایی) می بایست در اعماق به میزان کافی به منظور برآوردن الزامات ناوبری سطحی اندازه گیری شود. در مورد جریان جزر و مدی، می بایست بطور همزمان ارتفاع جزر و مد و شرایط آب و هوایی نیز مشاهده شوند. توصیه می شود که دوره مشاهده حداقل 30 روز باشد.

سرعت و جهت جریان آب (جریان جزر و مدی و جریان) باید در سطح اطمینان 95٪ مطابق با تعاریف جدول 2 اندازه گیری شوند. در جایی که عوامل موثر دیگری (به عنوان مثال دبی رودخانه فصلی) بر جریان آب تأثیر می گذارد، می بایست دوره مشاهداتی به گونه ای باشد که کل دوره تغییرات را پوشش دهد.

فصل پنجم: نقشه برداری بالای سطح مبنای ارتفاعی

5-1- مقدمه

برداشت های بالاتر از سطح مبنا یا دیتوم ارتفاعی برای ناوبری ایمن و کارآمد و پهلوگیری ضروری است. اندازه‌گیری‌های توپوگرافی و ژئودتیکی که برای ناوبری از اهمیت خاصی برخوردار هستند در بخش های بعدی ارائه شده اند و عدم قطعیت های مجاز مربوط به آنها (THU وTVU) در جدول 2 تعریف شده اند. اطلاعات اضافی مانند کروکی یا عکس های این عوارض در صورت امکان به منظور پشتیبانی از مشاهدات می بایست تهیه شوند. الزامات اتصال دیتوم نقشه برداری زمینی و چارت دیتوم در بخش 2.5 ارائه شده است.

5-2- علائم ثابت و عوارض توپوگرافی مهم برای ناوبری

علائم کمک ناوبری ثابت شامل بیکن ها، علامت‌های روز، نشانگرهای حدود ناوبری، فانوس های دریایی و ... می باشد. عوارض مهم توپوگرافی برای ناوبری عبارتند از عوارض بارز، نشانه‌ها و اشیایی که به پهلوگیری، داکینگ و مانور در فضاهای محدود کمک کرده و یا به ناوبری کمک میکنند.

عوارض شاخص که میتوانند بعنوان کمک ناوبری استفاده شوند بی آنکه به این منظور باشند شامل عوارض طبیعی بارز، عوارض فرهنگی و نشانه‌هایی مانند دودکش‌ها، مشعل ها، قله‌های تپه یا کوه، دکل‌ها، بناهای تاریخی، برج ها، پالایشگاه ها، بناهای مذهبی، سیلوها، ساختمان های منفرد، مخازن، آسیاب های بادی و ... می باشند. این عوارض بسته به ویژگی های عارضه و محیط اطراف آن، ممکن است برای ناوبری از اهمیت زیاد و یا کم برخوردار باشند (بخش 5.5).

عوارض اساسی در بنادر برای پهلوگیری عبارتند از: دستکها، انواع اسکله ها، دلفین های پهلوگیری، شمع ها، ستون ها، سرسره ها، داکها ، دروازه های حوضچه ها و موج شکن ها. THU و TVU مجاز برای موقعیت یابی این علائم کمک ناوبری ثابت و عوارض مهم ناوبری در جدول 2 ارائه شده است.

عوارض واقع در ناحیه جزرمدی (از جمله صخره ها) را که بر اساس برداشت توپوگرافی تعیین موقعیت شده اند را میتوان بعنوان عوارض توپوگرافی مهم برای ناوبری در نظر گرفت. صرف نظر از روش تعیین موقعیت، حداکثر عدم قطعیت مجاز برای این عوارض نباید از مقدار مشخص شده در این استاندارد برای عوارض مجاور مغروق در دریا تجاوز کند (مگر اینکه مرتبه هیدروگرافی متفاوتی عمداً توسط کارفرما در نظر گرفته شده باشد).

5-3- علائم کمک ناوبری شناور

اشیاء شناور کمکی برای ناوبری شامل بویه ها، بیکن های مهار شده، مزارع ماهی، داک های شناور و ... می باشند. برای اجسام شناور، عدم قطعیت موقعیت برداشت شده می بایست به طور قابل توجهی کمتر از میزان حرکت و جابجایی جسم شناور باشد. نوسانات ناشی از جریان، باد و ارتفاع سطح آب باید هنگام محاسبه میانگین موقعیت این اشیاء در نظر گرفته شود.

مقدار THU مجاز برای موقعیت یابی این اشیاء در جدول 2 ارائه شده است. کمیت TVU برای این اندازه گیری ها کاربردی ندارد.

5-4- خط ساحل

نشریه IHO S-32(فرهنگ لغات هیدروگرافی) به طور کلی خط ساحلی را به عنوان خطی که در آن خشکی و آب به هم می رسند تعریف میکند. نشریه IHO S-4 (مقررات IHO برای چارتهای بین المللی (INT) و مشخصات چارت IHO) آن را به طور خاص به عنوان خط آب بالا(در آبهای تحت تاثیر جزرومد) یا خط میانگین سطح آب در جایی که جزر و مد یا تغییر قابل ملاحظه ای در سطح آب وجود ندارد توصیف میکند. خط ساحلی همچنین ممکن است به عنوان خط آب پایین نیز تعریف شود. مقدار THU مجاز برای موقعیت یابی خط ساحل در جدول 2 ارائه شده است. مقدار TVU مجاز برای این اندازه گیری ها در این استاندارد اعمال نمی شود.

5-5- عوارض با اهمیت کمتر برای ناوبری

عوارضی که برای ناوبری اهمیت کمتری دارند، عوارض غیر بارزی هستند که اطلاعات توصیفی بیشتری برای ناوبر فراهم می کنند اما ممکن است در ناوبری قابل استفاده نباشند. همانطور که در بخش 5.2 بیان شد عوارض توپوگرافی از یک نوع ممکن است هم مهم و قابل توجه برای ناوبری باشد و هم بسته به ویژگی عارضه و محیط اطراف آن میتواند غیر بارز و از اهمیت کمتری برای ناوبری برخوردار باشد. عوارض توپوگرافی با اهمیت کمتر برای ناوبری عبارتند از عوارض غیر بارزی مانند: دودکش ها، مشعل ها، تپه یا قله های کوه، دکل ها، بناهای تاریخی، برج ها، پالایشگاه ها، بناهای مذهبی، سیلوها، تک ساختمان ها، مخازن و آسیاب های بادی. مقادیر THU و TVU مجاز برای موقعیت یابی این عوارض در جدول 2 ارائه شده است.

5-6- حداقل فاصله عبور ایمن، خطوط هدایت ناوبر و ارتفاع چراغهای سکتوری

موانع بالای سر مانند پل ها و کابل ها ممکن است برای ناوبری خطر ایجاد کنند. ارتفاع دو علامت واقع در خشکی بعنوان خط هدایت ناوبر و چراغهای سکتوری ممکن است برای تعیین فاصله از ساحل استفاده شود. THU و TVU مجاز برای تعیین موقعیت حداقل فاصله عبور ایمن (شامل امکان عبور مسطحاتی مربوطه) ، ارتفاع علائم هدایت ناوبر و ارتفاع چراغ سکتوری در جدول 2 ارائه شده است.

5-7- مشاهدات زاویه ای

اندازه‌گیری‌های زاویه‌ای شامل حدود سکتورها و قوس‌های دید چراغ ها، امتداد چراغ های هدایت ناوبر و چراغهای عبور آزاد، جهتهای عبور از خطرات، امتداد مسیرهای توصیه شده و غیره. مقدار THU مجاز برای اندازه گیری این زوایا در جدول 2 ارائه شده است. TVU مجاز برای این اندازه گیری ها کاربردی ندارد.

فصل شش: فراداده

6-1- مقدمه

فراداده برای اطمینان از آن است که داده های برداشت شده به درستی درک شده و از آنها به شکل درست برای تولید چارت یا اهداف دیگر استفاده میشود. این استاندارد حداقل فراداده را که به همراه عملیات هیدروگرافی برای ایمنی ناوبری تولید می گردد ارائه میدهد. در مواردی که فراداده اضافی در دسترس است، می بایست برای افزایش ارزش داده ها و استفاده های کاربران دیگر گنجانده شود. نمونه‌هایی از فراداده شامل کیفیت کلی، عنوان مجموعه داده‌ها، منبع، عدم قطعیت موقعیت و مالکیت داده می باشد.

6-2- محتوای فراداده

فراداده را می توان در هر قالبی مانند گزارش عملیات هیدروگرافی ارائه کرده و یا بصورت یک فایل در داخل آن تعبیه کرد. فرمت انتخابی می بایست از قابلیت کشف و وضوح درک برخوردار بوده و سازگاری با نرم افزار داشته باشد. هر اداره یا سازمان هیدروگرافی ممکن است الزامات فراداده فراتر از آنچه در اینجا مشخص شده را اتخاذ کرده و بنابراین می بایست فهرست موارد اضافی مورد استفاده برای داده های برداشتی را ایجاد و مستند کند. جدول زیر می بایست به عنوان طرحی (نه مدل نهایی) از فراداده ملاحظه شود.

فراداده می بایست جامع بوده ولی بایستی حداقل شامل اطلاعاتی در خصوص موارد ذیل باشد:

دسته یا گروه	توصیف
نوع برداشت داده	مثلا ایمنی ناوبری، گذر، شناسایی یا طراحی، آزمایشی
روش عمق یابی	مثلا اکوساندر، ساید اسکن سونار، چند پرتویی، غواصی، استفاده از سیم و وزنه ، فتوگرامتری، عمق سنجی ماهواره ای، لیدار
مرتبه عملیات حاصل	در تطابق با S-44
دیتوم های مسطحاتی و ارتفاعی و مدلهای مورد استفاده	شامل اتصال به چارچوب مرجع ژئودتیک بر اساس ITRS(e.g. WGS84) و اطلاعات اپک در صورتیکه یک دیتوم محلی یا تحقق یافته (realized) استفاده شده
عدم قطعیت بدست آمده(در سطح اطمینان 95٪)	THU و TVU برای مولفه های مسطحاتی و ارتفاعی
قابلیت تشخیص عوارض	در واحد متر
جستجوی عوارض	درصد جستجو شده از منطقه عملیاتی
پوشش عمق سنجی	درصد پوشش از منطقه عملیاتی
محدوده تاریخ عملیات	تاریخ ابتدا و انتهای عملیات
انجام دهنده عملیات	نقشه بردار، شرکت، سازمان
مالکیت داده	مثلا سرمایه گذار، دولت
ویژگیهای شبکه	اگر داده بصورت شبکه ای قابل تحویل است: مثلا قدرت تفکیک، روش، تراکم داده، عدم قطعیت
تراکم داده	شرح میانگین یا محدوده تراکم داده های اصلی(مثلا تعداد نقاط پذیرفته شده در واحد سطح)
شروط استفاده	مثلا هیچ، فاقد طبقه بندی، غیر ناوبری، غیر قابل استفاده توسط غیر

فراداده ترجیحاً می بایست بخشی جدایی ناپذیر از سوابق رقومی برداشت داده بوده و مطابق با «استاندارد فراداده اکتشاف IHO S-100» باشد. البته استاندارد فوق هنوز تصویب نشدهو تا آن زمان استاندارد ISO 19115 می تواند به عنوان مدلی برای فراداده مورداستفاده قرار گیرد. در صورت عدم امکان، اطلاعات مشابه می بایست در اسناد عملیات هیدروگرافی گنجانده شود.

فصل هفتم: جداول و ماتریس مشخصات

7-1- مقدمه

مانند نسخه های قبلی، این نسخه از S-44 عناصر کلیدی هیدروگرافی برای ناوبری ایمن را در قالب جدول ارائه می دهد. این نسخه دارای دو جدول (1 و 2) و یک ماتریس مشخصات جدید برای عملیاتهای هیدروگرافی برای اهداف ایمنی ناوبری و فراتر از آن می باشد. این ماتریس جدید امکان سفارشی سازی و بهبود عملیات هیدروگرافی برای تامین ایمنی ناوبری را فراهم میکند.

7-2- استانداردهای ناوبری ایمن

حداقل استانداردهای عمق سنجی در جدول 1 تعریف شده اند. حداقل استانداردهای دیگر برای تعیین موقعیت و اندازه گیری جریان آب در جدول 2 تعریف شده اند. هر دو جدول باید همراه با متن این سند مطالعه شوند. همانطور که در بالا گفته شد، تمام استانداردهای تعریف شده در جدول 1 و جدول 2 در ماتریس مشخصات در محدوده مقادیر مشخص گنجانده شده اند که این مقادیر برای بهبود و سفارشی کردن هیدروگرافی به منظور ناوبری ایمن قابل استفاده هستند گنجانده شده اند. اگرچه ماتریس برای این منظور در دسترس است، اما استفاده از آن حداقل استانداردهای تعریف شده برای مراتب هیدروگرافی به قصد ناوبری ایمن را کاهش نمی دهد. پیوست A برای راهنمایی در مورد نحوه استفاده از ماتریس مشخصات را ببینید.

7-2-1- استانداردهای عمق سنجی

جدول 1 حداقل استانداردهای عمق سنجی را برای هیدروگرافی به قصد ناوبری ایمن تعریف می کند. این استانداردها به گونه ای در نظر گرفته شده اند که هدف خاصی را دنبال کرده و از نظر طراحی مستقل از فناوری باشند. مرتبه به دست آمده برای داده های عمق سنجی (جدول 1) ممکن است مستقل از مرتبه به دست آمده برای سایر داده های موقعیت یابی (جدول 2) ارزیابی شود. به طوری که به طور غیر ضروری لازم نیست نمایش کیفیت عمق سنجی در چارتها و محصولات دریایی تنزل یابد. جدول 1 در ادامه مطلب ارائه شده است.

7-2-2- سایر استانداردهای موقعیت یابی، جریان های دریایی و جزر و مدی

جدول 2 حداقل استانداردهای مربوط به علائم کمک ناوبری، سازه ها و تعیین موقعیت توپوگرافی برای عملیات نقشه برداری بالاتر از دیتوم ارتفاعی به قصد ایمنی ناوبری را تعریف می کند. این جدول همچنین حداقل استانداردها را برای اندازه‌گیری زاویه‌ای در ارتباط با خطوط محدوده ناوبری، سکتور های چراغ های دریایی، و علائم کمک ناوبری مشابه به

منظور استفاده در مسیر و جهت دریانوردی شامل میشود. در نهایت، الزامات به منظور مشاهدات جهت و سرعت جریان های دریایی و جزر و مدی ارائه شده است. این استانداردها فقط در مواردی اعمال می شوند که اندازه گیری های مربوطه جزو الزامات عملیات میدانی باشد. جدول 2 در زیر آمده است.

جدول 1: حداقل استانداردهای عمق سنجی برای عملیات هیدروگرافی به منظور ایمنی دریانوردی

متن استاندارد به همراه این جدول مطالعه شود، m (متر)، عدم قطعیت ها در سطح اطمینان 95٪، علامت * (رجوع به ماتریس)

مرجع	معیار	مرتبه 1	مرتبه 1b	مرتبه 1a	مرتبه ویژه	مرتبه انحصاری
فصل 1	توصیف منطقه (عمومی)	جائیکه توصیف کلی بستر دریا کافیست	جائیکه عمق زیر شناور با توجه به نوع شناورهای عبوری مسئله حادی نیست	جائیکه عمق زیر شناور یک مسئله بحرانی نیست اما عوارض احتمالی بستر دریا موجب نگرانی است.	جائیکه عمق زیر شناور یک مسئله بحرانی است.	جائیکه حداقل عمق زیر شناور و مانورپذیری شناور یک مسئله بسیار جدی است.
بخش 6-2	عمق THU بعلاوه درصد عمق	20m + 10% عمق *Ba5, Bb2	5m + 5% عمق *Ba8, Bb3	5m + 5%عمق *Ba8, Bb3	2m *Ba9	1m *Ba10
بخش های 6-2 2-3 3-2-3	عمق TVU (a) در واحد متر و (b)	A =1.0m B= 0.023 *Bc7, Bd4	A =0.5m B= 0.013 *Bc8, Bd6	A =0.5m B= 0.013 *Bc8, Bd6	A =0.25m B= 0.0075 *Bc10, Bd8	A =0.15m B= 0.0075 *bc12, Bd8
بخش 3-3	تشخیص عارضه (m) یا درصد عمق	-	-	ابعاد بیش از 2 متر تا عمق 40 متر، 10٪ عمق بیش 40 متر *Be5,Bf3>40m	ابعاد بیش از 1 متر *Be9	ابعاد بیش از 0.5 متر *Be9
بخش 4-3	جستجوی عارضه (%)	توصیه میشود ولی الزامی نیست	توصیه میشود ولی الزامی نیست	٪100 *Bg9	٪100 *Bg9	٪200 *Bg12
بخش 5-3	پوشش عمق سنجی (%)	٪5 *Bh3	٪5 *Bh3	کوچکتر یا مساوی ٪100 *<=Bh9	٪100 *Bh9	٪200 *Bh12

7-4- جدول 2: سایر حداقل استانداردها برای هیدروگرافی به هدف ایمنی ناوبری

متن استاندارد به همراه این جدول مطالعه شود. استانداردهای این جدول تنها زمانی استفاده میشود که مشاهدات مربوطه برای عملیات هیدروگرافی الزامی باشد. m (متر)، عدم قطعیت ها در سطح اطمینان 95٪، علامت * (رجوع به ماتریس)

مرجع	معیار	نوع عدم قطعیت	مرتبه 2	مرتبه 1b	مرتبه 1a	مرتبه ویژه	مرتبه انحصاری
بخش 5-2	علائم ثابت، کمک ناوبری، عوارض بالای مبنای ارتفاعی و مهم برای ناوبری	THU(m)	5m *Pa4	2m *Pa6	2m *Pa6	2m *Pa6	1m *Pa7
بخش 5-2		TVU(m)	2m *Pb2	2m *Pb2	1m *Pb3	0.5m *Pb4	0.25m *Pb5
بخش 5-3	علائم شناور و کمک ناوبری	THU(m)	20m *Pc2	10m *Pc3	10m *Pc3	10m *Pc3	5m *Pc4
بخش 5-4	خط ساحل (آب بالا، پایین، متوسط، ...)	THU(m)	10m *Pd2	10m *Pd2	10m *Pd2	10m *Pd2	5m *Pd2
بخش 5-5	عوارض بالای مبنای ارتفاعی با اهمیت کمتر برای ناوبری	THU(m)	20m *Pe2	20m *Pe2	20m *Pe2	10m *Pe3	5m *Pe4
بخش 5-5		TVU(m)	3m *Pf1	2m *Pf2	1m *Pf3	0.5m *Pf4	0.3m *Pf5
بخش 5-6	حداقل فاصله عبور ایمن، خطوط محدوده ناوبری، ارتفاع چراغهای سکتوری	THU(m)	10m *Pg1	10m *Pg1	5m *Pg2	2m *Pg3	1m *Pg4
بخش 5-6		TVU(m)	3m *Ph1	2m *Ph2	1m *Ph3	0.5m *Ph4	0.3m *Ph5
بخش 5-7	مشاهدات زاویه ای	درجه	0.5 درجه *Pi4				
بخش 4-4	جهت جریان آب	درجه	10 درجه *Wa1				
بخش 4-4	سرعت جریان آب	درجه	0.1 گره (نات) *Wb5				

7-5- توصیف ماتریس

ماتریس مشخصات طیفی از معیارهای قابل انتخاب را برای پارامترهای عمق سنجی فراهم می کند و انواع دیگر داده‌ها که به عنوان بخشی از یک عملیات هیدروگرافی جمع‌آوری، گزارش و تحویل داده میشود. این ماتریس اجازه میدهد که انعطاف پذیری و سفارشی سازی در انجام وظایف و ارزیابی پروژه های هیدروگرافی ایجاد شده و فناوری های جدید و نوظهور، و پروژه های هیدروگرافی برای اهدافی غیر از ایمنی ناوبری در برگرفته شود. با توجه به طراحی این ماتریس، قابل گسترش بوده و می تواند در نسخه های آینده S-44 تکامل یابد. ماتریس می تواند به عنوان ابزاری برای مشخص نمودن یک پروژه و همچنین به عنوان ابزاری برای طبقه بندی داده ها پس از تکمیل عملیات استفاده شود.

توجه به این نکته ضروری است که ماتریس به تنهایی هیچ استانداردی را برای هیدروگرافی تعریف نمی کند.استانداردهای هیدروگرافی برای ایمنی ناوبری (همانطور که در جدول 1 و جدول 2 تعریف شده است) به معیارهای ماتریس ارجاع داده می شود و ماتریس می تواند برای سفارشی سازی و بهبود حداقل استانداردها استفاده شود.

استانداردها برای هیدروگرافی های انجام شده برای اهدافی غیر از ایمنی ناوبری (به عنوان مثال ژئوفیزیک، نفت و گاز، لایروبی و ژئوتکنیک) در حال حاضر در این سند تعریف نشده اند. با این حال، محدوده دقت ارائه شده در ماتریس به گونه ای طراحی شده که اینگونه فعالیتها را در بر گرفته و چارچوب مشترکی برای انجام وظایف و ارزیابی عملیاتهای هیدروگرافی به طور کلی فراهم آورد.

علاوه بر این، با ظهور محصولات جدید دریایی و مشخصات و مدلهای داده مرتبط با آن(به عنوان مثال چارتهای الکترونیک دریایی (ENC) و مشخصات ENC بر پایه استاندارد S-101)، انواع بیشتری از اطلاعات در دسترس دریانوردان خواهد بود. ماتریس میتواند در تعریف و طبقه بندی تنوع فزاینده داده هایی که در این محصولات تکامل یافته مورد استفاده قرار خواهند گرفت به کار رود.

برای راهنمایی و اطلاعات بیشتر در مورد نحوه استفاده از ماتریس مشخصات، به پیوست A مراجعه کنید.

7-6- ماتریس

ماتریس عملیات هیدروگرافی، متن استاندارد به همراه این ماتریس مطالعه شود، m (متر)، عدم قطعیت ها در سطح اطمینان 95٪

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B	عمق سنجی														
a	THU عمق (m)	500	200	100	50	20	15	10	5	2	1	0.5	0.35	0.1	0.05
b	THU عمق (%عمق)	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.1						
c	TVU عمق (m) "a"	100	50	25	10	5	2	1	0.5	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05
d	TVU عمق (m) "b" (توجه 1)	0.20	0.10	0.05	0.023	0.02	0.013	0.01	0.0075	0.004	0.002				
e	تشخیص عوارض (m)	50	20	10	5	2	1	0.75	0.7	0.5	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05
f	تشخیص عوارض (% عمق)	25	20	10	5	3	2	1	0.5	0.25					
g	جستجوی عوارض (٪)	1	3	5	10	20	30	50	75	100	120	150	200	300	
h	پوشش عمق سنجی (٪)	1	3	5	10	20	30	50	75	100	120	150	200	300	

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P	سایر تعیین موقعیت ها بالای دیتوم ارتفاعی														
a	THU علائم کمکی ثابت، عوارض مهم برای ناوبری (m)	50	20	10	5	3	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.01		
b	TVU علائم کمکی ثابت، عوارض مهم برای ناوبری (m)	3	2	1	0.5	0.25	0.1	0.05	0.01						
c	THU علائم و اجسام کمکی شناور (m)	50	20	10	5	2	1	0.5							
d	THU خط ساحل (آب بالا، پایین، متوسط، ...) (m)	20	10	5	1	0.5	0.25	0.1							
e	THU عوارض با اهمیت کمتر برای ناوبری (m)	50	20	10	5	3	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.01		
f	TVU عوارض با اهمیت کمتر برای ناوبری (m)	3	2	1	0.5	0.3	0.25	0.1	0.05	0.01					
g	THU حداقل فاصله عبور ایمن، خطوط محدوده ناوبری، ارتفاع چراغهای سکتوری (m)	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.01					
h	TVU حداقل فاصله عبور ایمن ، خطوط محدوده ناوبری، ارتفاع چراغهای سکتوری (m)	3	2	1	0.5	0.3	0.1	0.05	0.01						
i	مشاهدات زاویه ای (درجه)	5	2.5	1	0.5	0.2	0.1	0.05							

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
W	جریان آب														
a	جهت جریان (درجه)	10	7.5	5.0	2.5	1.0	0.5	0.25	0.10						
b	سرعت جریان (درجه)	2	1	0.5	0.25	0.10									

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N	جگونگی بستر دریا														
a	روش شناسایی بستر (توجه 2)	PHY - VIS	PHY - LAB	PHY – VIS& LAB	INF	INF w/GT (VIS)	INF w/GT (LAB)	INF w/GT (VIS &LAB)							
b	فواصل نمونه برداری (m) (توجه 2)	As Req to GT	10000	5000	2500	1852	1000	500	250	100	75	50	25	10	5

توجه 1: برای استفاده از پارامتر "b" بصورت درصد عمق باید آن را در 100 ضرب کنید.

توجه 2: PHY(نمونه برداری فیزیکی)، VIS(آنالیز بصری)، LAB(آنالیز آزمایشگاهی)، INF(تکنیک استنتاجی)، /w(به همراه)، GT(واقعیت بستر)، As Req to GT(همانطور که برای نمایش واقعیت هر تکنیک استنتاج لازم است)، بخش 3-8 را ببینید.

پیوست A: راهنمای ماتریس مشخصات

A-1- مقدمه

این ماتریس، همانطور که در بخش 7-6 ارائه شده است، شامل طیف وسیعی از معیارهای قابل انتخاب برای پارامترهای هیدروگرافی و نوع داده ها بوده و با کلاس های داده شامل عمق یابی، موقعیت یابی، جریان آب و طبیعت بستر دریا ارائه میشود.

معیارها از طریق یک سری کدهای عددی و حروفی حاصل میشوند که به سلول های ماتریس اشاره می کنند. یک معیار به سه کاراکتر نیاز دارد تا به یک آدرس سلولی اشاره کنند:

1. اولین کاراکتر یک حرف بزرگ است که کلاس داده را بیان میکند
2. دومین کاراکتر یک حرف کوچک است که معیار مورد نظر را بصورت ردیفی ارجاع میدهد.
3. سومین کاراکتر یک عدد است که معیار مورد نظر را بصورت ستونی ارجاع میدهد.

رشته می بایست تنها شامل آن پارامترها و نوع داده های مورد نیاز برای هر دوی مشخصات و طبقه بندی برداشت داده باشد. فقدان یک مرجع سلولی نشان می دهد که هیچ نیازی برای معیار مربوطه وجود ندارد و بنابراین مقدار **"صفر"** می بایست در فرمول های مورد نیاز استفاده شود.

جدول A1 –کلاسهای ماتریس و توصیف آن

	کلاس	توصیف
B	عمق سنجی	عمق و عوارض
P	سایر تعین موقعیت ها	موقعیت عوارض بالای سطح مبنای ارتفاعی
W	جریان آب	جهت و سرعت جریان ها
N	طبیعت بستر	مشخصات بستر دریا

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	سایر تعیین موقعیت ها بالای دیتوم ارتفاعی										
a	THU علائم کمکی ثابت، عوارض مهم برای ناوبری (m)	50	20	10	5	3	2	1	0.5	0.2	0.1
b	TVU علائم کمکی ثابت، عوارض مهم برای ناوبری (m)	3	2	1	0.5	0.25	0.1	0.05	0.01		
c	THU علائم و اجسام کمکی شناور (m)	50	20	10	5	2	1	0.5			
d	THU خط ساحل	20	10	5	1	0.5	0.25	0.1			

Pb4

شکل A1 – مثال (Pb4) انحراف یا خطای علائم ثابت کمک ناوبری که برای ناوبری ایمن مهم تلقی میشود TVU=0.5m

A-2 – نمونه هایی در استفاده از ماتریس

A-2-1- نمایش ماتریس

استفاده از ماتریس میتواند به شکلهای مختلف مانند نمودار، جداول، رشته های متنی و ماتریس های رنگی انجام شود.

A-2-2- مثالهایی از جداول

جدول زیر دو نمونه از "تحقق ماتریس" شامل هیدروگرافی مرتبه 1a و یک مشخصات سفارشی ارائه میدهد. این جدول شامل مقادیر مرتبط با یک سلول ماتریس است. اگر چه ممکن است ارائه مقدار عددی آنها در مشخصات فنی یک عملیات هیدروگرافی مفید باشد، اما به منظورنمایش نیازمندیها صریحا ضروری نیست. سلول های رنگی تفاوت بین مرتبه 1a و مشخصات سفارشی مورد علاقه را نشان میدهد.

B	عمق سنجی	مقدار مرتبه 1a	اندکس ماتریس	مقدار سفارشی	اندکس ماتریس
a	THU عمق (m)	5	Ba8	5	Ba8
b	THU عمق (% عمق)	5	Bb3	5	Bb3
c	TVU عمق (m) "a"	0.5	Bc8	---	---
d	TVU عمق "b"	0.013	Bd6	0.010	Bd7
e	تشخیص عوارض (m)	2 (<=40m)	Be5 (<=40m)111	1 (<=40m)	Be6
f	تشخیص عوارض (% عمق)	10 (>40m)	Bf3 (>40m)	10	Bf3
g	جستجوی عوارض (%)	100	Bg9	100	Bg9
h	پوشش عمق سنجی	<=100	<=Bh9	100	Bh9
P	سایر تعیین موقعیتها				
a	THU علائم ثابت کمک ناوبری، عوارض مهم برای ناوبری (m)	2	Pa6	2	Pa6
b	TVU علائم ثابت کمک ناوبری، عوارض مهم برای ناوبری (m)	1	Pb3	1	Pb3
c	THU اشیاء و علائم کمک ناوبری شناور (m)	10	Pc3	10	Pc3
d	THU خط ساحل (آ بالا، پایین، متوسط و ...) (m)	10	Pd2	10	Pd2
e	THU عوارض توپوگرافی با اهمیت کمتر برای ناوبری (m)	20	Pe2	5	Pe4
F	TVU عوارض توپوگرافی با اهمیت کمتر برای ناوبری (m)	1	Pf3	1	Pf3
g	THU حداقل فاصله عبور ایمن و خطوط محدوده ناوبری و ارتفاع چراغ سکتوری (m)	5	Pg2	5	Pg2
h	TVU حداقل فاصله عبور ایمن و خطوط محدوده ناوبری و ارتفاع چراغ سکتوری (m)	1	Ph3	1	Ph3
i	مشاهدات زاویه ای (درجه)	0.5	Pi4	0.5	Pi4
W	جریان آب				
a	جهت جریان (درجه)	10	Wa1	5	Wa3
b	سرعت جریان (درجه)	0.1	Wb5	0.1	Wb5
N	طبیعت بستر				
a	روش مشخص کردن بستر	---	---	INF w/GT (VIS & LAB)	Na7
b	فواصل نمونه برداری	---	---	As Req to GT	Nb1

A-2-3- مثالهایی از رشته های عددی

رشته های متنی زیر نمونه هایی از نمایش ماتریس در هیدروگرافی مرتبه 1a و مجموعه داده به روش جمع سپاری را نمایش میدهد.

نمونه رشته متن ماتریس مرتبه 1a:

طبقه بندی بر اساس ماتریس S-44 بصورت:

Ba8, Bb3, Bc8, Bd6, Be5 (≤40m), Bf3 (>40m), Bg9, ≤Bh9, Pa6, Pb3, Pc3, Pd2, Pe1, Pf3, Pg2, Ph3, Pi4, Wa1, Wb5.

قابل تفکیک به بخش های جداگانه چرا که همه پارامترها با توجه به وسعت و ویژگیهای مورد نیاز، نیازمند برداشت در تمامی اوقات نمیباشند با توجه به ماتریس S-44، طبقه بندی به شکل زیر انجام میشود:

- عمق یابی: Ba8, Bb3, Bc8, Bd6, Be5 (≤40m), Bf3 (>40m), Bg9, ≤ Bh9
- عوارض ثابت کمک ناوبری، عوارض مهم برای ناوبری(بالای سطح رفرانس ارتفاعی): Pa6، Pb3
- عوارض و علائم کمک ناوبری شناور: Pc3
- خط ساحل: Pd2
- عوارض بالای سطح رفرانس ارتفاعی با اهمیت کمتر برای ناوبری: Pe2، Pf3
- مقدار حداقل فاصله عبور ایمن و خطوط محدوده ناوبری: Pg2، Ph3
- مشاهدات زاویه ای: Pi4
- جریان آب: Wa1، Wb5

نمونه مجموعه داده از طریق جمع سپاری:

مجموعه داده های عمق از طریق جمع سپاری از آب های عمیق که با اکوساندر تک پرتو و بدون تصحیح سرعت صوت جمع آوری شده اند را میتوان با استفاده از TVU و THU طبقه بندی نمود (در اینجا پوشش عمق سنجی مورد استفاده نیست چرا که با یک برداشت سیستماتیک مواجه نیستیم):

طبقه بندی شده بر اساس ماتریس S-44 بصورت: Ba3، Bc5، Bd3

استفاده از رشته های متنی برای طبقه بندی مجموعه داده ها می بایست با یک ارجاع دقیق و روشن به مرتبه هیدروگرافی در S-44 و یا ماتریس ضمن تاکید برتمامی دقت ها (واریانس ها) ی مرتبه هیدروگرافی انجام شود.

بعنوان مثال میتوان به موارد زیر اشاره نمود:" طبقه بندی شده با توجه به ماتریس به صورت (Ba8، Bb3، ...)" یا "طبقه بندی شده بر اساس مرتبه هیدروگرافی S-44 و ماتریس بصورت: مرتبه ویژه، Bs12" (در اینجا Ba12 بیانگر حالتی بالاتر از مرتبه ویژه است).

توجه: استفاده از رشته های متنی به تنهایی با احتمال خطا در ترجمه همراه است.

A-2-4- مثال ماتریس

مثال: مرتبه 1b با استفاده از ماتریس مشخصات (در این ماتریس m بیانگر واحد متر بوده، تمامی عدم قطعیت ها در سطح اطمینان 95 درصد می باشند و سل های رنگی مربوط به مرتبه 1b می باشند)

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B	عمق سنجی														
a	عمق THU (m)	500	200	100	50	20	15	10	5	2	1	0.5	0.35	0.1	0.05
b	عمق THU (%عمق)	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.1						
c	عمق TVU "a" (m)	100	50	25	10	5	2	1	0.5	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05
d	عمق TVU "b" (m) (توجه 1)	0.20	0.10	0.05	0.023	0.02	0.013	0.01	0.0075	0.004	0.002				
e	تشخیص عوارض (m)	50	20	10	5	2	1	0.75	0.7	0.5	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05
f	تشخیص عوارض (% عمق)	25	20	10	5	3	2	1	0.5	0.25					
g	جستجوی عوارض (٪)	1	3	5	10	20	30	50	75	100	120	150	200	300	
h	پوشش عمق سنجی (٪)	1	3	5	10	20	30	50	75	100	120	150	200	300	

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P	سایر تعیین موقعیت ها بالای دیتوم ارتفاعی														
a	THU علائم کمکی ثابت، عوارض مهم برای ناوبری (m)	50	20	10	5	3	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.01		
b	TVU علائم کمکی ثابت، عوارض مهم برای ناوبری (m)	3	2	1	0.5	0.25	0.1	0.05	0.01						
c	THU علائم و اجسام کمکی شناور (m)	50	20	10	5	2	1	0.5							
d	THU خط ساحل (آب بالا، پایین، متوسط، ...) (m)	20	10	5	1	0.5	0.25	0.1							
e	THU عوارض با اهمیت کمتر برای ناوبری (m)	50	20	10	5	3	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.01		
f	TVU عوارض با اهمیت کمتر برای ناوبری (m)	3	2	1	0.5	0.3	0.25	0.1	0.05	0.01					
g	THU **حداقل فاصله عبور ایمن**، خطوط محدوده ناوبری، ارتفاع چراغ سکتوری (m)	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.01					
h	TVU **حداقل فاصله عبور ایمن**، خطوط محدوده ناوبری، ارتفاع چراغ سکتوری (m)	3	2	1	0.5	0.3	0.1	0.05	0.01						
i	مشاهدات زاویه ای (درجه)	5	2.5	1	0.5	0.2	0.1	0.05							

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
W	جریان آب														
a	جهت جریان (درجه)	10	7.5	5.0	2.5	1.0	0.5	0.25	0.10						
b	سرعت جریان (درجه)	2	1	0.5	0.25	0.10									

	معیار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N	جگونگی بستر دریا														
a	روش شناسایی بستر (توجه 2)	PHY - VIS	PHY - LAB	PHY – VIS& LAB	INF	INF w/GT (VIS)	INF w/GT (LAB)	INF w/GT (VIS &LAB)							
b	فواصل نمونه برداری (m) (توجه 2)	As Req to GT	10000	5000	2500	1852	1000	500	250	100	75	50	25	10	5

توجه: برای استفاده از پارامترها بصورت درصدی از عمق باید آنها را در 100 ضرب نمایید.

توجه: در اینجا PHY به معنی نمونه برداری فیزیکی، VIS آنالیز بصری، LAB آنالیز آزمایشگاهی، INF تکنیک استنتاجی، W/ به معنی "با"، GT حقیقت زمین و "As Req to GT" به معنی هر تکنینک استنتاجی لازم برای حقیقت زمین می باشند.

پیوست B: راهنمای مدیریت کیفیت

توجه: این ضمیمه بخشی جدایی ناپذیر از استانداردهای S-44 نیست و زمانی که اطلاعات آن به طور کامل در نشریه C-13 (Manual Of Hydrography) گنجانیده گردد حذف خواهد شد.

کنترل کیفیت: روش ارزیابی کیفیت برای حفظ استانداردها در محصولات با مقایسه خروجی (محصولات) با مشخصات مورد نظر

B-1- کنترل کیفیت

اثبات اینکه نتایج نهایی هیدروگرافی در محدوده مورد نیاز بیان شده در S-44 است به تنهایی برای کنترل کیفیت کافی نیست. برای دستیابی به کیفیت مورد نیاز سه زمینه مهم موثر بر کیفیت وجود دارد: مواد، روش ها، و پرسنل. همه زمینه ها برای کنترل کیفی محصولات هیدروگرافی ضروری می باشند. کنترل کیفیت فقط در خصوص ارقام و محاسبات نیست؛ بلکه بررسی کامل تمام عوامل موثر بر هیدروگرافی می باشد.

B-2- تجهیزات

تجهیزات در حال استفاده باید قادر به تولید داده هایی باشد که استانداردهای مورد نیاز را برآورده می کنند. اولا، تمامی عدم قطعیت های انتشاری از تمام تجهیزات و اصلاحات مورد استفاده برای برآورد نتایج نهایی در گزارش باید ارائه شوند. تأثیر زمانی و مکانی محیطی که اندازه گیری ها در آن صورت می گیرد، باید در این محاسبه عدم قطعیت انتشار یافته کل در نظر گرفته شود. با یک محاسبه پیشین از عدم قطعیت انتشار یافته کل در یک محیط معین، می توان از کافی بودن تجهیزات به منظور دست یابی به کیفیت مورد نیاز اطمینان حاصل نمود. اگر عدم قطعیت ها را نمی توان قبل ازهیدروگرافی محاسبه کرد، یک روش جایگزین برای توصیف عدم قطعیت های به دست آمده باید ارائه گردد تا تأیید شود که استانداردهای مورد نیاز برآورده خواهد شد.

ثانیا، می بایست از نبود خطاهای سیستماتیک در تجهیزات مورد استفاده اطمینان حاصل شود. این خطاها با اعمال روشهای کالیبراسیون و صحت سنجی تجهیزات مشخص میشوند.

استفاده از تجهیزات کالیبره شده ای که بتواند کیفیت مورد نیاز را برآورده نماید اولین قدم به منظور فرآیند کنترل کیفیت است. ترجیح آن است که کل سیستم در شرایط واقعی (در محل عملیاتی) قبل از عملیات و حین عملیات (هر زمان که تردید پیش بیاید) چک شود.

B-3- روشهای کاری

استفاده از روش های استاندارد شده برای جمع آوری و پردازش داده های هیدروگرافی می تواند خطر وقوع خطاها را کاهش دهد. با توجه به تمامی روش ها، می توان کنترل و تست خطاها را در مورد خطاهایی که در مرحله اولیه فرایند رخ می دهد، به کار برد. این کار برای خطاهایی که پس از آن قابل تشخیص نیست مهم است. این روش ها می توانند شامل برنامه های کامل جریان کار باشند که برای بررسی های نظارتی و محصولات استاندارد شده مورد استفاده قرار می گیرند. در روش های کاری، کنترل های کیفی پسین باید انجام شوند.

B-4- پرسنل

تمام عملیات جمع آوری داده می باید توسط پرسنل با کیفیت و واجد شرایط انجام شود. پرسنل باید آموزش دیده و قادر به انجام کار باشند. مدارک رسمی، مانند دوره های معتبر CAT A و CAT B ترجیح داده می شود، اما تجربه کاری اثبات شده میتواند به منظور فعالیت حرفه ای پرسنل، کافی تلقی شود. اعتبارنامه های حرفه ای شخصی همچنین می بایست در نظر گرفته شوند.

پیوست C: راهنمای کنترلهای کیفی پیشین و پسین

توجه: این ضمیمه بخشی جدایی ناپذیر از استانداردهای S-44 نیست و زمانی که اطلاعات آن به طور کامل در نشریه C-13 (Manual Of Hydrography) گنجانیده گردد حذف خواهد شد.

استانداردهای S-44 به استانداردهای کیفیت برای نتایج اولیه و نهایی اشاره دارد. در این راهنمایی بطور مختصر چگونگی تعیین عدم قطعیت ها برای نتایج پیشین و پسین ارائه میشود. تعیین عدم قطعیت ها برای هر تکنیک مورد استفاده در هیدروگرافی ضروریست. البته، روشهای تعیین عدم قطعیت ممکن است برای تکنیک های مختلف متفاوت باشد.

C-1- عدم قطعیت پیشین

عدم قطعیت پیشین یا اولیه یک مقدار نظری بر اساس بهترین برآوردها از تمام عوامل مؤثر بر اندازه گیری ها است. هر ابزار مورد استفاده در اندازه گیری و تأثیرات زیست محیطی عدم قطعیت هایی را به مقدار عدم قطعیت کل اضافه مینمایند. با محاسبه عدم قطعیت کل به صورت افقی و عمودی قبل از انجام عملیات، هیدروگراف نسبت به دست یابی به استانداردهای مورد نیاز با تجهیزات منتخب و در محیط منطقه عملیاتی اطمینان حاصل مینماید. عدم حصول استانداردهای مورد نظر در این مرحله بدین معنی است که تجهیزات و یا تکنیک های دیگری برای جمع آوری داده در محیط خاص عملیاتی باید مورد استفاده قرار گیرند.

در طول عملیات هیدروگرافی، برآوردهای عدم قطعیت مشاهدات و پارامترهای محیطی می بایست تنظیم یا ارزیابی شوند. با این تنظیم مجدد، عدم قطعیت پیشین بهبود می یابد.

C-2- عدم قطعیت پسین

این عدم قطعیت بطور اساسی همان مقداریست که یک هیدروگراف به آن علاقمند است.

خارج از یک منطقه مرجع (با مشخصات معلوم) نمی توان عدم قطعیت پسین را از مجموعه داده ها تعیین کرد. مجموعه داده ها نتیجه نهایی بوده و شامل تمام خطاهای درگیر در کل فرایند است اما نمی توان یک عدم قطعیت پسین را از مجموعه داده ها محاسبه نمود. تکنیک ها و روش های زیادی برای بررسی مجموعه داده های هیدروگرافی و اطمینان از آن وجود دارند ولی با این حال هیچ ابزاری نمیتواند عدم قطعیت پسین را برای منطقه ای که به خوبی شناخته شده نیست محاسبه نماید.

یک وظیفه اولیه این است که توانایی کل سیستم بررسی شده تا اطمینان حاصل شود که می تواند حداقل مشخصات افقی و عمودی و نیاز تشخیص عوارض را با توجه به مرتبه استاندارد مورد نظر برآورده کند. مناطق مرجع کاملا شناخته شده

می بایست برای جلوگیری از هر گونه خطای آفست عمودی در مشاهدات مورد استفاده قرار گیرند. کنترل کیفی در این مناطق مرجع می بایست به صورت دوره ای انجام شود.

در طول عملیات اندازه گیری، می بایست با ارزیابی تکرار پذیری مکانی و زمانی سیستم مشاهداتی، اعتبارسنجی و تایید مدل ارتفاعی مورد توجه قرار گیرد.

پیوست D: ملاحظات عمق یابی منظم (گرید)

توجه: این ضمیمه بخشی جدایی ناپذیر از استانداردهای S-44 نیست و زمانی که اطلاعات آن به طور کامل در نشریه C-13 (Manual Of Hydrography) گنجانیده گردد حذف خواهد شد.

منابع: محتویات منابع زیر در تهیه این پیوست مورد استفاده قرار گرفته اند:

IHO S-100, The Universal Hydrographic Data Model – Edition 3.0.0

IHO S-102, Bathymetric Surface Product Specification – Edition 1.0.0

IHO B-11, IHO-IOC GEBCO Cook Book – September 2018

ISO 19107:2003 Geographic Information - Spatial Schema

ISO 19115:2003 Geographic Information – Metadata

ISO 19123:2005 Geographic Information - Schema for Coverage Geometry and Functions

Open Navigation Surface Working Group, Requirements Document – Version 1.0

Open Navigation Surface Working Group, Format Specification Document - Description of Bathymetric Attributed Grid Object (BAG) - Version 1.6.3

Open Navigation Surface Working Group, A Variable Resolution Grid Extension for BAG Files – Version 1.2

Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM User's Manual – 3rd Edition

GEBCO – Frequently Asked Questions:

https://www.gebco.net/about_us/faq/#creating_a_bathy_grid

D-1- مقدمه

با افزایش تراکم داده های بدست آمده از حسگرهای هیدروگرافی، روش های نمایش بستر دریا از محصولات برداری عمق عمق ها و منحنی میزان ها، به مدل های شبکه ای (گرید) عمق تغییر نموده اند. نتایج برداشتهای هیدروگرافی امروزه به طور معمول به صورت یک شبکه رقومی و یا مجموعه ای از شبکه ها با قدرت تفکیک متفاوت ذخیره می شود. این شبکه ها اغلب شامل مقادیر عمق و عدم قطعیت آن برای نقاط شبکه بوده و همچنین ممکن است شامل اطلاعات دیگری شامل انحراف استاندارد مشاهدات، تراکم مشاهدات، مقادیر جنس بستر درمجاورت نقاط شبکه، و حتی اطلاعاتی به منظور انتقال بین دیتوم جزر و مدی و بیضوی مرجع باشد. برای بسیاری از ادارات هیدروگرافی، گردش کار تولید در حال حاضر بر روی این مدل های شبکه ای عمق به عنوان منبع داده به جای فایل های عمق با قدرت تفکیک کامل متمرکز شده است. بهره برداری از داده های عمق شبکه ای می تواند زمانی تولید را کاهش دهد چرا که سطح مناسبی از اطلاعات با فرمت رقومی و حجم کم تولید میگردد.

مدل های شبکه ای عمق همچنین در کاربردهای مقیاس کوچک مانند طبقه بندی منطقه ای جنس بستر استفاده می شوند. در بسیاری از موارد این شبکه ها ترکیبی از داده های اندازه گیری شده، داده های برداشت شده بصورت شبکه، داده های تخمینی و داده های واسطه یابی شده هستند. این ضمیمه ملاحظات مربوط به ایجاد این نوع از شبکه را ارائه نمیدهد و اطلاعات قابل توجهی در این خصوص در کمیته مشترک IHO- IOC برای تهیه چارتهای عمومی از اقیانوسها (GEBCO) وجود دارد.

D-2- تعاریف

نمایش منطقه (Area Representation): نمایش داده بصورت شبکه ای (گرید) که در آن مقداری تمامی یک سل به میزان مقدار سل فرض میگردد و تغییر مقدار فقط در مرز سل ها اتفاق رخ میدهد.

مدل عمق (Bathymetric Model): نمایش رقومی توپوگرافی بستر دریا با استفاده از اطلاعات موقعیت و عمق

شبکه (Grid): شبکه ای متشکل از دو یا چند مجموعه از خم ها (Curve) که در آن اعضای هر مجموعه با اعضای مجموعه های دیگر به شکل سیستماتیک تلاقی میکنند. (ISO 19123)

سلول شبکه (Grid Cell): منطقه تعریف شده در داخل محدوده بین خطوط شبکه. (ISO 19123)

ثبت خطوط شبکه (Grid Line Registration): روش ثبت که در آن نقاط گرهی شبکه در محل تلاقی خطوط شبکه تعریف میشوند. (GEBCO)

نقطه گرهی شبکه (Grid Node): یک نقطه داده دارای موقعیت جغرافیایی دقیق و مرجع تعریف و ثبت شبکه. مقدار موجود در شبکه، اطلاعات انتخابی در این مکان را توصیف می کند. (ONSWG)

خلاء داده بین خطوط (Holiday): یک منطقه هیدروگرافی نشده بطورغیرعمدی در میان یک منطقه هیدروگرافی شده که در آن فاصله بین خطوط عمق یابی از حداکثر محدودیت های مجاز تجاوز کرده است. (فرهنگ لغت IHO S-32)

ثبت به مرکزیت پیکسل (Pixel Centered Registration): روش ثبت که در آن نقاط گرهی شبکه بصورت مرکز سلول های شبکه تعریف شده اند. (GEBCO)

نمایش سطح (Surface Representation): نمایش داده های شبکه ای بصورتیکه نقاط گرهی شبکه نمایش دهنده مقدار سطح در مرکز هر سلول می باشند. نواحی بین مراکز سل دارای مقادیری مابین مقادیر سل های مجاور فرض میگردد (The DEM User's Manual).

D-3- ملاحظات شبکه (گرید)

D-3-1- قدرت تفکیکی شبکه

مدل های شبکه ای عمق معمولاً با استفاده از یک قدرت تفکیک ثابت در محدوده عمق از پیش تعریف شده تولید می شوند. وقتی که یک قدرت تفکیک ثابت برای بیش از یک محدوده عمق در نظر گرفته شود می بایست یک تعدیل صورت پذیرد چرا که در نهایت قدرت تفکیک شبکه را نمی توان همزمان برای کم عمق ترین و عمیق ترین نقاط انتخاب نمود.

علاوه بر قدرت تفکیک ثابت در هر محدوده عمق، تلاش های اخیر در پردازش داده های هیدروگرافی این امکان را فراهم نموده است تا مدل های شبکه ای عمق با قدرت تفکیک متغیر تولید شوند. این مدل ها می توانند با استفاده از قدرت تفکیک ثابت در هر محدوده عمق از پیش تعریف شده (بصورت شبکه های جداگانه) و یا روش های خودکار بر اساس عمق و چگالی داده های جمع آوری شده تولید شوند.

هنگامی که هدف از هیدروگرافی، تشخیص عوارض با ابعاد مشخص بوده و قرار است نتیجه کار توسط مدل شبکه ای عمق نمایش داده شود، لازمه نمایش دقیق این عوارض در شبکه آن است که ابعاد سلول های شبکه بیشتر از ابعاد عارضه ای نباشد که قرار است توسط مدل شبکه ای عمق نمایش داده شود. اگرچه توصیه می شود که ابعاد سلول، نصف ابعاد عارضه در نظر گرفته شود.

در انتخاب قدرت تفکیک شبکه همچنین می بایست عدم قطعیت افقی داده ها و روش استفاده از عدم قطعیت در الگوریتم شبکه بندی مد نظر قرار گیرد.

قدرت تفکیک شبکه نهایتا می بایست بر اساس کاربرد آن در نظر گرفته شود و بنابراین یک عملیات هیدروگرافی ممکن است نیازمند شبکه هایی با قدرت تفکیک های مختلف برای اهداف متعدد باشد.

D-3-2- تراکم داده برداری

ادارات و یا سازمانهای هیدروگرافی مسئولیت دارند تا تراکم داده مور نیاز و قابل قبول را برای به تصویر کشیدن دقیق عوارض مهم بستر تعیین نموده و برآورد قابل اعتمادی از عمق در مجاورت نقاط گرهی شبکه بدست آورند تا هیچ خلاء داده بین خطوط بوجود نیامده و لازم نباشد با قدرت تفکیک شبکه پوشانده (ماسک) شود. این موضوع نیازمند آن است که نقشه برداران عملکرد تشخیص عوارض را در تجهیزات و حسگرها قبل از استفاده از آن بررسی نموده و پارامترهای مناسب را برای داده برداری انتخاب و مورد استفاده قرار دهند.

در صورت استفاده از روش های آماری برای شبکه بندی، تراکم های قابل قبول برای داده ها می بایست با تعریف حداقل آستانه (Threshold) برای تعداد نمونه های مورد پذیرش در هر منطقه (به عنوان نمونه بزرگتر یا مساوی پنج نمونه برای هر نقطه گرهی) مشخص شود. الزامات چگالی داده ها همچنین می بایست درصد نقاط گرهی درون شبکه را برای رسیدن چگالی مورد نیاز مشخص نماید. به عنوان مثال حداقل ۹۵٪ از تمام نقاط گرهی درون شبکه باید با حداقل تراکم مورد نیاز تامین شوند.

D-3-3- پوشش شبکه

ادارات و یا سازمانهای هیدروگرافی مسئول مشخص نمودن گپ های داده و خلاء داده بین خطوط هستند. این کار می بایست شامل توصیف منطقه ای در بستر توسط تعداد نقاط گرهی پیوسته باشد که داخل آن هیچ داده عمقی وجود ندارد.

هنگامی که مدل های شبکه ای عمق با استفاده از قدرت تفکیک ثابت در یک محدوده عمق از پیش تعریف شده تولید می شوند، همپوشانی بین شبکه های مجاور می بایست وجود داشته باشد تا اطمینان حاصل شود که هیچ خلاء اطلاعاتی در پوشش بین شبکه های مجاور ایجاد نمی شود.

D-3-4- نادیده گرفتن مقدار در نقاط شبکه توسط هیدروگراف

هنگامی که روش های آماری برای شبکه بندی به کار گرفته می شوند، این امکان وجود دارد که الگوریتم شبکه بندی یک داده عمق کم بر روی یک عارضه مورد علاقه را حذف کند. در داخل بسیاری از نرم افزارهای پردازش داده های هیدروگرافی ابزاری وجود دارد که با استفاده از آن میتوان مقدار نقطه گرهی را نادیده گرفته و بصورت دستی مدل را مجبور به استفاده از داده کم عمق مورد نظر نماییم. ادارات و سازمانهای هیدروگرافی مسئولیت تعریف آستانه ها برای چنین مواقعی (زمانی که نادیده گرفتن مناسب است) بر عهده دارند. برخی از آستانه ها مبتنی برمقدار عدم قطعیت خواهند بود، به عنوان مثال، تنها زمانی مقدار عمق نقطه گرهی نادیده گرفته میشود که تفاوت بین مقدار نقطه گرهی و نزدیکترین داده عمق بیش از عدم قطعیت عمودی کل مجاز (TVU) در نقطه گرهی باشد. آستانه های دیگر ممکن است با توجه به مقیاس محصول نهایی تعریف شوند. اطلاعات مربوط به چگونگی تشخیص عوارض و روش های نادیده گرفتن نقاط گرهی می بایست به همراه مدل شبکه ای عمق ارائه شوند تا کاربران نهایی از مناسب بودن مدل برای کاربردهای خود اطمینان حاصل نمایند.

D-4- روشهای شبکه بندی

روشهای متعددی برای شبکه بندی مجموعه داده های متراکم و غیر متراکم وجود دارد. ادارات و سازمانهای هیدروگرافی مسئولیت دارند تا روش مناسب را با توجه به کاربری خاص در نظر گرفته شده برای شبکه تعیین نمایند. در این خصوص می بایست روش یا الگوریتم شبکه بندی و همچنین روش نمایش شبکه و به تصویر کشیدن آن در نرم افزار مورد استفاده در نظر گرفته شود.

برخی از روش هایی که معمولا به منظور شبکه بندی مجموعه داده های عمق مورد استفاده قرار میگیرند عبارتند از:

روش کمترین عمق که در آن برآوردهای عمق در یک منطقه خاص بررسی شده و کمترین عمق به موقعیت نقطه گرهی اختصاص داده میشود. سطح حاصل نشان دهنده کمترین اعماق در سراسر یک منطقه خواهد بود. از این روش اغلب به هدف ایمنی ناوبری استفاده می شود.

روش بیشترین عمق که در آن برآوردهای عمق در یک منطقه خاص بررسی شده و عمیق ترین مقدار عمق به موقعیت گرهی اختصاص داده میشود. سطح حاصل نشان دهنده عمیق ترین اعماق در سراسر یک منطقه خواهد بود. از این روش در مرحله پردازش داده ها و به هدف شناسایی خطاهای فاحش در مجموعه داده ها استفاده می شود.

روش اصلی میانگین که در آن عمق متوسط برای هر نقطه شبکه با میانگین گیری از تمام داده های عمق درون سلول با وزن یکسان محاسبه میشود

روش میانه آماری که در آن عمق نقاط شبکه با مرتب سازی داده ها بصورت ترتیبی و انتخاب مقدار میانه انجام میشود.

روش میانگین وزن دار که در آن یک عمق متوسط را برای هر نقطه گرهی شبکه محاسبه می شود (معکوس فاصله از محل داده عمق تا موقعیت نقطه گرهی به عنوان وزن در متوسط گیری استفاده میشود). در این روش، داده های عمق در منطقه وزن گذاری شده و با توجه به وزن خود در محاسبه نهایی متوسط عمق برای نقاط گرهی نقش ایفا مینمایند.

روش میانگین وزن دار مبتنی بر عدم قطعیت کل منتشر شده (TPU) که در آن از ارتفاع و عدم قطعیت کل منتشر شده مربوط به داده های عمق، برای محاسبه عمق نقاط گرهی به روش میانگین وزن دار استفاده میشود.

الگوریتم ترکیبی عدم قطعیت و برآورد کننده عمق (CUBE) که در آن از ارتفاع و عدم قطعیت کل منتشر شده مربوط به داده های عمق برای محاسبه یک یا چند فرضیه برای منطقه مورد نظر استفاده میشود. فرضیه های حاصل برای تخمین عمق در موقعیت نقاط گرهی استفاده می شوند.

روش نزدیکترین همسایه که در آن مقدار عمق نزدیک ترین داده به نقطه گرهی در منطقه مورد نظر به آن نقطه گرهی اختصاص می یابد. در این روش مقادیر نقاط همسایه دیگر در نظر گرفته نمیشود.

روش درون یابی طبیعی در همسایگی که در آن زیر مجموعه ای از داده ها در منطقه مورد نظربه صورت وزن دار (تابعی از معکوس سطح کوچکترین پلیگون (Voronoi tessellation) در اطراف داده عمق) به منظور درونیابی مقدار نهایی نقاط گرهی استفاده میشود.

روش چند حمله ای که در آن از برازش یک ترند از نوع چند جمله ای یا بهترین رویه به مجموعه نقاط داده استفاده میشود. این ترند برای مناطق با داده های کم و یا بدون داده نیز میتواند استفاده شود اما در مواقعی که هیچ روند قابل تشخیصی در داخل مجموعه داده ها وجود دارد بخوبی عمل نمیکند.

روش Spline که در آن عمق های نقاط گرهی با استفاده از یک تابع ریاضی به منظور به حداقل رساندن انحنای کلی سطح تابع برآورد میشوند. سطح نرم شده نهایی دقیقاً از نقاط عمق ورودی (داده ها) عبور می کند. این الگوریتم بعنوان روشی برای شبکه بندی داده های کم تراکم محسوب می شود.

روش Kriging بعنوان روش درونیابی زمین-آماری که یک سطح برآورد شده از مجموعه ای پراکنده از داده های عمق تولید می کند.

D-5- عدم قطعیت شبکه

عدم قطعیت مرتبط با مقادیر ارتفاع در مدل های شبکه ای عمق را می توان با استفاده از روش های مختلفی شامل موارد زیر بیان نمود:

انحراف معیار خام: انحراف معیار داده های مورد استفاده در محاسبه مقدار نقطه گرهی

تخمینگر انحراف معیار: انحراف معیار داده های مورد استفاده توسط یک الگوریتم فرضیه ای (مانند عدم قطعیت خروجی در CUBE)

عدم قطعیت محصول: ترکیبی ازعدم قطعیت تخمینگر انحراف معیار و سایر موارد شامل انحراف معیار خام و عدم قطعیت ارتفاعی متوسط بدست آمده از زیر مجموعه داده های مورد استفاده در تولید فرضیه و محاسبه نقاط گرهی

انحراف معیار تاریخی: برآوردی از انحراف معیار بر اساس داده های تاریخی و آرشیوی

انواع دیگری از عدم قطعیت میتوانند تعریف شوند. روشهای برآورد عدم قطعیت می بایست در فراداده شبکه بصورت مستند ارائه شوند.

عدم قطعیت های فوق الذکر، عدم قطعیت ارتفاعی عمق نقاط گرهی را توصیف می کنند. شبکه حاصل ممکن است مقدارعدم قطعیت بالاتر از انتظاری را به نمایش گذارد اگر پروفیل عمق مناسب و متناسب با قدرت تفکیک شبکه نباشد. به عنوان مثال، مقدار عدم قطعیت یک نقطه گرهی ممکن است در امتداد یک شیب تند عمق، بالاتر از مقدار انتظار باشد.

در صورت لزوم،عدم قطعیت مسطحاتی برای نقاط گرهی شبکه میتواند با استفاده از متوسط معمولی یا وزن دار مقادیر عدم قطعیت مسطحاتی داده های مورد استفاده در آن نقطه گرهی محاسبه شود.

D-6- قابلیت کاربرد

مدل های شبکه بندی عمق یک محصول رایج از یک فعالیتهای هیدروگرافی هستند؛ با این حال، سودمندی نمایش مدل قبل از اینکه یک مجموعه داده نهایی شود بخوبی قابل ملاحظه است چرا که این داده ها همچنین می توانند برای تأیید الزامات عملیات در طول جمع آوری داده های هیدروگرافی و تایید کیفی مجموعه داده ها در طی فرآیند اعتبارسنجی مجموعه داده ها مورد استفاده قرار گیرد.

D-6-1- جمع آوری داده ها

مدل های شبکه ای عمق می توانند اطلاعات ارزشمندی را با توجه به تراکم داده و شناسایی عوارض بستر ارائه دهند. این مدل ها را می توان بعنوان اهرمی برای ارزیابی اینکه کجا جستجوی کامل عوارض تامین شده و کجا تامین نشده (وجود خلاء اطلاعاتی بین خطوط) مورد استفاده قرار داد. نظارت بر این موارد در طول عملیات میدانی برای اطمینان از کامل بودن داده های میدانی قبل از خروج از منطقه عملیاتی ضروری است.

D-6-2- اعتبارسنجی داده ها

مدل های شبکه ای عمق می توانند به عنوان یک ابزار مقایسه برای بررسی سازگاری داده های عمق در طی عملیات هیدروگرافی و حضور خطاهای تصادفی و سیستماتیک مورد استفاده قرار گیرند. این مدل ها همچنین می توانند به عنوان یک ابزار مقایسه بین داده برداری های مناطق مجاور و بین حسگرهای مختلف جمع آوری داده به خدمت گرفته شوند. مقایسه بین داده های شبکه بندی شده با قدرت تفکیک بالا و داده های قدیمی از همان منطقه می تواند به منظور ارائه آماری تفاوتها مورد استفاده قرار گیرد که کمک زیادی به اولویت بندی به روز رسانی محصول در آینده میکند. مقایسه عمق شبکه بندی شده و عدم قطعیت همراه با آن یکی دیگر از روش های رایج مورد استفاده در تعیین اینکه آیا مجموعه داده با آستانه های عدم قطعیت مورد نیاز مطابقت دارد یا خیر می باشد.

D-6-3- قابل تحویل بودن داده ها

همانطور که در سراسر این پیوست ذکر گردید، مدل های شبکه ای عمق در کنار لاگ فایل های عملیاتی، گزارش ها و فراداده های دیگر به عنوان نتیجه مجاز و قابل تحویل عملیات میدانی کفایت مینمایند. مدل های شبکه ای همچنین به عنوان ورودی مستقیم برای تولید محصولاتی در حمایت از ایمنی ناوبری و حفاظت محیط زیست دریایی قابل استفاده اند.

D-7- فراداده

برای اطمینان از مناسب بودن مدل های شبکه ای عمق برای اهدافی شامل ایمنی ناوبری و فراتر از آن، سطح مناسبی از فراداده به منظور توصیف مجموعه داده ها مورد نیاز است. استاندارد IHO S-102 (the Bathymetric Surface Product Specification) عناصر فراداده مشتق از استاندارد S-100 و ISO 19115 و ISO 19115-2 را ارائه داده است. عناصر شرح داده شده در داخل S- 102 شامل موارد اجباری، اختیاری و مشروط است. با رعایت این دستورالعمل، فراداده قطعی برای مدل های شبکه بندی شده عمق شامل اطلاعاتی خواهد بود که مجموعه داده ها، نوع تصحیح عمق، نوع عدم قطعیت، اطلاعات مرجع شبکه و سیستم مختصات و همچنین زمان، روش های ساخت شبکه، و افراد مسئول تولید کننده محصول را توصیف می کند.

رئیس تیم پروژه عملیاتهای هیدروگرافی (Christophe VRIGNAUD از موسسه Shom فرانسه)، معاون رئیس (Nikolas DE ANDRADE ROSCHER از موسسه DHN برزیل) و دبیرخانه IHO، از افراد ذیل (به ترتیب حروف الفبا) برای تلاش ها و مشارکتهای ایشان در تهیه این استاندارد قدردانی مینمایند:

Sejin AHN, Republic of Korea (KHRA)
Anderson BARBOSA DA CRUZ PEÇANHA, Brazil (DHN)
Erik BISCOTTI, Italy (IIM)
Vidar BØE, Norway (NHS)
James CHAPMAN, UK (UKHO)
Andrew COULLS, Australia (AHO)
Rodrigo DE CAMPOS CARVALHO, Brazil (DHN)
Cristina MONTEIRO, Portugal (IH)
David DODD, Expert Contributor (IIC Technologies)
Marco FILIPPONE, Expert Contributor (Fugro)
Maxim FRITS VAN NORDEN, Expert Contributor (University of Southern Mississippi)
Fabien GERMOND, Expert Contributor (iXblue)
Megan GREENAWAY, USA (NOAA)
Florian IMPERADORI, France (Shom)
Iji KIM, Republic of Korea (KHOA)
Jean LAPORTE, Expert Contributor (ARGANS)
Kwanchang Lim, Republic of Korea (KHOA)
John LOOG, Netherlands (NLHO)
Jean-Guy NISTAD, Germany (BSH)
JongYeon PARK, Republic of Korea (KHOA)
Hugh PARKER, Expert Contributor (Fugro)
David PARKER, UK (UKHO)
Stephen PARSONS, Canada (CHS)
Alistair PHILIP, UK (UKHO)
Ronan PRONOST, France (Shom)
Misty SAVELL, USA (NGA)
Thierry SCHMITT, France (Shom)
Iain SLADE, Expert Contributor (IFHS)
Diego TARTARINI, Italy (IIM)
Matthew THOMPSON, USA (NAVOCEANO)
David VINCENTELLI, Expert Contributor (iXblue and IFHS)
James WALTON, Expert Contributor (AML)
Neil WESTON, USA (NOAA)
Enrico ZANONE, Italy (IIM)
Anders ÅKERBERG, Sweden (SMA)
Hans ÖIÅS, Sweden (SMA)

همچنین از Richard POWEL از موسسه NOAA ایالات متحده آمریکا برای طراحی جلد تشکر می گردد.