جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای اندازه‌گیری مشخصه‌های زمین‌شناسی دریایی

ضابطه شماره ۷۹۳

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی — سازمان بنادر و دریانوردی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران — اداره کل مهندسی سواحل و بنادر

nezamfanni.ir — http://www.pmo.ir/

۱۳۹۸

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۹۸/۶۳۸۳۵۶
	تاریخ:	۱۳۹۸/۱۱/۰۵

موضوع: راهنمای اندازه‌گیری مشخصه‌های زمین شناسی دریایی

در چارچوب ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور موضوع نظام فنی و اجرایی یکپارچه، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، به پیوست ضابطه شماره ۷۹۳ امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران با عنوان «**راهنمای اندازه‌گیری مشخصه‌های زمین شناسی دریایی**از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۹/۰۱/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

امور پیمان
omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایراد و اشکال نیست.

از این‌رو، از ***شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه –

مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email:info@nezamfanni.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ه، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرار داده است و این امور براساس نظام فنی اجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران، تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی طرح‌های توسعه‌ای کشور را به عهده دارد.

اقیانوس‌ها، قاره‌ها و جو، سطح کره‌ی زمین را تعریف، آب‌وهوا را کنترل و حیات را شکل می‌دهند. اقیانوس‌ها و دریاها در این میان نقش محیطی پهناور را برای انتقال مقادیر عظیم انرژی، ایفا می‌کنند.

با توجه به مطالب فوق سازمان بنادر و دریانوردی کشور در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی مدیریت سواحل، تهیه ضابطه حاضر را در قالب مجموعه اندازه‌گیری مشخصه‌های دریایی از شماره ۷۹۲ تا ۷۹۶ با هماهنگی امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور در دستور کار قرار داد.

ضابطه حاضر به شماره ۷۹۳ با عنوان «راهنمای اندازه‌گیری مشخصه‌های زمین شناسی دریایی» در قالب برنامه کارگروه تخصصی ضوابط و معیارهای فنی و اجرایی سازه های ساحلی و دریایی کشور تهیه شده است.

با همه تلاش‌های انجام شده قطعا هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که امید است، کاربرد عملی و در سطح وسیع این ضابطه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم آورد. پیشنهادهای دریافت شده بررسی شده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند شد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. ازاین‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

.

حمیدرضا عدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۳۹۸

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل «راهنمای اندازه‌گیری مشخصه‌های زمین‌شناسی دریایی» [ضابطه شماره ۷۹۳]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

حمید رضایی مارنانی	شرکت مهندسین مشاور دریانگارپارس	دکترای اقیانوس‌شناسی زیستی
مهسا مسجدی	شرکت مهندسین مشاور دریانگارپارس	کارشناسی ارشد مهندسی زمین‌شناسی
سیاوش واعظی	شرکت مهندسین مشاور دریانگارپارس	کارشناسی مهندسی صنایع
سیده مریم طباطبائی صمیمی	شرکت مهندسین مشاور دریانگارپارس	کارشناسی ارشد فیزیک دریا

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان بنادر و دریانوردی):

محمدرضا اله‌یار	معاون مهندسی و توسعه امور زیربنایی
حمید خلیلی	مدیر کل مهندسی سواحل و بنادر
محمدحسین نعمتی	رئیس اداره مهندسی سواحل
عباس عینعلی	کارشناس اداره مهندسی سواحل

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
فرزانه آقارمضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
حمیدرضا خاشعی	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
محمدامیر طباخها	کارشناس امور راه و ترابری و مدیریت عمران شهری و روستایی

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول - کلیات	**۳**
۱-۱- مقدمه	۵
۱-۲- عملیات صحرایی	۵
۱-۳- مطالعات آزمایشگاهی و دفتری	۵
۱-۳-۱- بررسی‌های آزمایشگاهی	۵
۱-۳-۲- مطالعات دفتری	۵
۱-۴- سامانه اطلاعات جغرافیایی	۶
۱-۵- ضرورت انجام برداشت‌های زمین‌شناسی	۶
۱-۶- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های گوناگون دریایی	۷
۱-۶-۱- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای طراحی و بهره‌برداری بنادر و زیرساخت‌های معمول ساحلی	۷
۱-۶-۲- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای طراحی سازه‌های فراساحلی و خطوط لوله دریایی	۱۰
۱-۶-۳- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای طراحی آبگیرهای دریایی	۱۲
۱-۶-۴- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های لایروبی و استحصال زمین‌ساحلی	۱۲
۱-۶-۵- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های شیلاتی و آبزی‌پروری	۱۲
۱-۶-۶- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی	۱۳
فصل دوم - تجهیزات نمونه‌برداری	**۱۵**
۲-۱- مقدمه	۱۷
۲-۲- تجهیزات نمونه‌برداری مستقیم	۱۷
۲-۲-۱- تله رسوبی	۱۷
۲-۲-۲- تله رسوبی چندتایی	۱۸
۲-۲-۳- مغزه‌گیرها	۱۸
فصل سوم - طبقه‌بندی و کانی‌شناسی رسوبات	**۳۳**
۳-۱- مقدمه	۳۵
۳-۲- آزمایش الک	۳۵
۳-۲-۱- تجهیزات	۳۵
۳-۲-۲- مراحل انجام آزمایش	۳۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۲-۳- نکات کاربردی	۳۷
۳-۲-۴- خطاها	۳۷
۳-۳- آزمایش هیدرومتری	۴۰
۳-۳-۱- تجهیزات موردنیاز	۴۰
۳-۳-۲- نحوه انجام آزمایش	۴۱
۳-۳-۳- محاسبات و تصحیح مقدماتی	۴۴
۳-۳-۴- محاسبه فاصله زمانی برای ذرات با قطر (X)	۴۵
۳-۳-۵- اشتباهات رایج در آزمایش هیدرومتری	۴۶
۳-۴- دستگاه انکسار	۴۷
۳-۴-۱- نحوه انجام آزمایش	۴۹
۳-۴-۲- تجهیزات	۵۰
۳-۴-۳- آماده‌سازی نمونه برای تمام رسوبات	۵۱
۳-۴-۴- عملکرد دستگاه XRD	۵۲
۳-۴-۵- اجزای دستگاه	۵۳
۳-۴-۶- نکات کاربردی	۵۴
۳-۵- عکس‌برداری سرعت ذرات معلق	۵۶
۳-۵-۱- تجهیزات	۵۶
۳-۵-۲- کالیبراسیون	۵۷
۳-۶- تجزیه و تحلیل رسوبات معلق در آب	۵۹
۳-۶-۱- تجهیزات	۵۹
۳-۶-۲- نمونه آب	۶۰
۳-۶-۳- فیلتر نمودن نمونه آب	۶۱
۳-۶-۴- وزن کردن شیشه مجهز به فیلتر میکروفیبر به همراه رسوب	۶۳
۳-۶-۵- محاسبات	۶۳
۳-۶-۶- طریقه نگه‌داری نمونه	۶۳
۳-۶-۷- گزارش‌نویسی	۶۴
۳-۷- تعیین سن رسوبات	۶۴

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۷-۱- دستورالعمل استاندارد اندازه‌گیری C^{14}	۶۴
۳-۷-۲- روش کار	۶۵
۳-۷-۳- نحوه عملکرد دستگاه AMS	۶۵
۳-۷-۴- نکات ضروری	۶۷
۳-۷-۵- تجهیزات	۶۷
۳-۷-۶- قوانین ایمنی	۶۷
۳-۷-۷- مراحل پاکسازی	۶۸
فصل چهارم - تصویربرداری بستر دریا	**۷۱**
۴-۱- مقدمه	۷۳
۴-۲- روش کار	۷۳
۴-۳- نیمرخ بردار بستر دریا	۷۴
۴-۳-۱- ابزار کار	۷۴
۴-۳-۲- روش کار	۷۵
۴-۳-۳- نکات کاربردی	۷۷
۴-۴- تصویربردار نواری بستر	۷۸
۴-۴-۱- حداقل تجهیزات	۷۸
۴-۴-۲- تجهیزات اولیه برای انجام پرتوسنجی در بسترشناسی	۷۹
۴-۴-۳- کالیبراسیون	۸۰
۴-۴-۴- انجام تنظیمات وابسته به اپراتور سیستم	۸۰
۴-۵- ربات‌های بدون سرنشین قابل‌کنترل در زیرآب	۸۳
۴-۵-۱- ربات‌های کنترلی زیرآب بدون سرنشین	۸۴
۴-۶- ربات زیردریایی خودکار	۹۰
۴-۶-۱- راهنمای کار با دستگاه	۹۲
۴-۶-۲- سطح مخاطرات	۹۶
۴-۶-۳- نکات کاربردی	۹۶
۴-۶-۴- تاییدیه‌ها	۹۶
۴-۶-۵- پایش‌های محیطی	۹۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۷- داده‌های غیرقابل‌قبول	۹۷
پیوست ۱- فهرست واژگان	**۹۹**
منابع ومراجع	**۱۰۳**

فهرست شکل‌ها و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱- تله رسوبی	۱۸
شکل ۲-۲- شماتیکی از مغزه‌گیر وزنی (McClennen, Sea Education Association)	۱۹
شکل ۲-۳- نمونه‌ای از مغزه‌گیر چندتایی	۲۱
شکل ۲-۴- مخزن نمونه‌گیر چندتایی	۲۲
شکل ۲-۵- نمونه‌ای از مغزه‌گیر بزرگ	۲۲
شکل ۲-۶- مغزه‌گیر Haja	۲۳
شکل ۲-۷- مغزه‌گیر چنگکی	۲۴
شکل ۲-۸- ارسال مغزه‌گیر به بستر دریا	۲۶
شکل ۲-۹- شماتیکی از عملکرد مغزه‌گیر پیستونی	۲۶
شکل ۲-۱۰- انتقال مغزه‌گیر به عرشه کشتی	۲۷
شکل ۲-۱۱- جداسازی مغزه‌گیر از وینچ	۲۷
شکل ۲-۱۲- جدا نمودن نمونه از مغزه‌گیر	۲۸
شکل ۲-۱۳- مشخص نمودن بخش بالایی و پایینی رسوب در لوله	۲۸
شکل ۲-۱۴- برش بخش اضافی لوله پی‌وی‌سی	۲۹
شکل ۲-۱۵- انتهای مغزه	۲۹
شکل ۲-۱۶- بستن انتهای نمونه	۳۰
شکل ۲-۱۷- شماره‌گذاری نمونه	۳۰
شکل ۲-۱۸- چیدمان نمونه‌ها در کشتی	۳۱
شکل ۲-۱۹- نمونه مغزه‌ها در آزمایشگاه	۳۱
شکل ۳-۱- تجهیزات آزمایش الک	۳۷

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۳-۲- نمونه‌ای از نمودار همبستگی اندازه ذرات بر اساس آزمایش هیدرومتری و الک	۴۰
شکل ۳-۳- استوانه مدرج	۴۳
شکل ۳-۴- هیدرومتر ASTM no. 152 H	۴۳
شکل ۳-۵- قرائت هیدرومتر در استوانه مدرج	۴۴
نمودار ۳-۱- نمودار آنالیز کانی‌های کوارتز دار (مخلوطی از کانی‌های کوارتز، فلدسپات و پلاژیوکلاز)	۴۸
شکل ۳-۶- شماتیکی از زوایای ایجادشده در رابطه پراگ	۴۸
شکل ۳-۷- قرص‌های ذوبی عناصر اصلی	۵۰
شکل ۳-۸- قرص‌های پودری عناصر فرعی	۵۰
شکل ۳-۹- هاون و خردکن شیشه‌ای و آگات	۵۱
شکل ۳-۱۰- صاف نمودن سطح نمونه	۵۲
شکل ۳-۱۱- شماتیکی از نحوه انتقال اشعه ایکس در دستگاه X_Ray	۵۴
شکل ۳-۱۲- نمودار ترسیم‌شده توسط آنالیز نمونه	۵۵
شکل ۳-۱۳- نمونه‌ای از دستگاه X_Ray	۵۵
شکل ۳-۱۴- سامانه تصویربرداری	۵۷
شکل ۳-۱۵- تصویر دوربین شماره ۱	۵۸
شکل ۳-۱۶- تصویر دوربین شماره ۲	۵۸
شکل ۳-۱۷- تصویر اصلاح‌شده برون‌یابی شده از تصاویر دوربین‌های شماره ۱ و ۲	۵۸
شکل۳-۱۸- قیف بوخنر	۶۲
شکل ۳-۱۹- فلاسک ارلن	۶۲
شکل ۳-۲۰- بشر	۶۲
شکل ۳-۲۱- مونتاژ تجهیزات	۶۳
شکل ۳-۲۲- نمونه مغزه تقسیم شده به وسیله طیقه فولادی	۶۶
شکل ۴-۱- به‌آب‌اندازی نیمرخ‌بردار بستر دریا	۷۶
شکل ۴-۲- کشیدن دستگاه به‌وسیله کشتی	۷۶
شکل ۴-۳- بازیابی دستگاه از آب	۷۷
شکل ۴-۴- تصویر حاصله از داده‌های ثبت‌شده نیمرخ‌بردار بستر دریا	۷۷

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۵- پایش بستر دریا	۷۷
شکل ۴-۶- نمایی ازعملکرد تصویربردار نواری	۷۹
شکل ۴-۷- نمونه‌ای از برداشت دستگاه‌های Swath	۸۱
شکل ۴-۸- قرارگیری Swath در کنار کشتی	۸۲
شکل ۴-۹- قرارگیری تصویربردار نواری در زیر آب	۸۲
شکل ۴-۱۰- نمونه‌ای از نقشه‌های تهیه شده توسط تصویربردار نواری	۸۳
شکل ۴-۱۱- نمایی از دستگاه ربات‌های بدون سرنشین	۸۵
شکل ۴-۱۲- بررسی اتصالات و سامانه نگه‌دارنده TMS	۸۷
شکل ۴-۱۳- انتقال دستگاه از عرشه کشتی به آب	۸۸
شکل ۴-۱۴- به‌آب‌اندازی ربات	۸۸
شکل ۴-۱۵- اتاق کنترل (تصاویر ارسال‌شده از ربات)	۸۸
شکل ۴-۱۶- شماتیکی از عملکرد کلی ربات	۸۹
شکل ۴-۱۷- محل قرارگیری تجهیزات ربات	۸۹
شکل ۴-۱۸- تجهیزات ربات	۹۰
شکل ۴-۱۹- نمونه‌ای از ربات زیردریایی خودکار	۹۱
شکل ۴-۲۰- مجموعه‌ای از قطعات ربات زیردریایی خودکار	۹۱
شکل ۴-۲۱- به‌آب‌اندازی AUV (Bluefin)	۹۳
شکل ۴-۲۲- نحوه تصویربرداری ربات‌های خودکار	۹۴
شکل ۴-۲۳- ارتباط ایریدیوم با کشتی پشتیبان در حین انتقال به سطح و تبادل اطلاعات	۹۵
شکل ۴-۲۴- بازیابی ربات و انتقال به عرشه	۹۵
شکل ۴-۲۵- نمونه‌ای از تصویربرداری توسط ربات خودکار زیردریایی	۹۷
شکل ۴-۲۶- نتایج عمق سنجی	۹۸

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱- الک‌های استاندارد آمریکایی و انگلیسی ۳۸

جدول ۳-۲- نمودار همبستگی ارتباط بین اندازه ذرات برحسب میلی‌متر و فی برای رده‌بندی اندازه ذرات که بر اساس قطر دانه‌ها سرعت آستانه کشش از سطح را بر اساس سانتی‌متر بر ثانیه نشان می‌دهد. ۳۹

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

از دیرباز سواحل به دلیل غنای زیست محیطی یکی از مهم‌ترین سکونت‌گاه‌های انسان بوده است به طوری که تا پایان سال ۲۰۰۰ میلادی حدود دو سوم مردم جهان در حاشیه دریاها می‌زیستند، همچنین امروزه به دلیل طبیعت زیبا و منحصر به فرد، این مناطق به قطب گردشگری جهان تبدیل شده‌است. درواقع اهمیت دریاها و اقیانوس‌ها به نحوی است که امروزه آن‌را به عنوان یک سیّاره در نظر گرفته‌اند و بررسی‌های اقیانوس‌شناسی از جمله زمین‌شناسی دریایی ابعاد گسترده جهانی یافته است. بنابراین مطالعات هیدرودینامیکی، ژئوفیزیکی، لرزه‌نگاری، حفاری‌های زیردریایی و انجام آزمایشات و بررسی‌های منطقه‌ای به منظور شناخت صحیح از ساختمان پوسته اقیانوسی و مطالعه ذخائر معدنی حائز اهمیت است. در این راستا خصوصیات زمین‌شناسی دریایی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های پایه در کلیه مطالعات مهندسی سواحل و مدیریت مناطق ساحلی برای حفظ و توسعه‌پایدار به شمار می‌رود، زیرا شرایط جغرافیایی، زیست محیطی و مورفولوژیک در محیط‌های دریایی در اختلاط با آشفتگی‌های تحمیلی به دست انسان، موجب تغییر در شکل بستر، کیفیت رسوبات و تغییر در اکوسیستم منطقه شده که نهایتاً شناخت صحیح از این مناطق را با پیچیدگی همراه ساخته است.

بر اساس موارد ذکر شده تغییرات و آسیب‌هایی در تقابل دریا و ساحل ایجاد می‌شود و رسوبات بستر دریا در بازه زمانی بلند مدت تحت تأثیر این موارد قرار خواهد گرفت، به عنوان مثال عناصر فلزی طی چرخه فرسایش و حمل و نقل توسط طبیعت وارد دریاها و اقیانوس‌ها می‌شود که با بررسی ته‌نشست‌های رسوبی امکان تخمین حجم ورودی این عناصر به محیط‌های دریایی امکان‌پذیر است. به همین منظور جمع‌آوری اطلاعات پایه معتبر و قابل استناد برای بررسی و تحلیل تغییرات ایجاد شده در محیط و پیش‌بینی شرایط و تغییرات محتمل همچون تمرکز پاره‌ای از عناصر سنگین در رسوبات در آینده الزامی است.

هر چند برداشت نمونه از گام‌های اولیه شناخت بستر دریاها محسوب می‌شود اما، بدیهی است که وجود یک راهنمای صحیح و منطبق با استانداردهای جهانی به منظور استفاده کاربران تجهیزات آزمایشگاهی و دریایی کمک شایانی به راهبرد صحیح و ارتقاء کیفیت برداشت نمونه‌ها می‌نماید و نهایتا مطالعات زمین‌شناختی، ژئومورفولوژیک و پیش‌بینی تغییرات برای مدیریت سواحل را در آینده هموار می‌سازد.

راهنمای حاضر، در تکمیل اهداف آموزشی و یکپارچه نمودن فعالیت‌های میدانی در سواحل برای آشنایی با تجهیزات مورد نیاز هر آزمایش، قطعات تشکیل دهنده دستگاه‌ها و ربات‌ها، خطاهای رایج و نحوه عملکرد آن‌ها تنظیم و تالیف شده است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۱

کلیات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱- مقدمه

زمین‌شناسی دریایی علم شناخت بستر آب‌های کره زمین است. یک زمین‌شناس به بررسی ساخت‌ها، توپوگرافی و فرآیندهای زمین‌شناسی بستر دریا پرداخته و توسط اطلاعات حاصله به چگونگی تشکیل بستر درگذشته و فرآیند تغییرات آن در طول سال‌ها (تا به امروز) می‌پردازد و نهایتا با استفاده از نمونه‌های دست‌خورده، دست‌نخورده و تحلیل داده‌ها تغییرات آینده را پیش‌بینی می‌نماید.

۱-۲- عملیات صحرایی

این مرحله، به‌منظور برداشت عوارض زمین‌شناسی منطقه انجام می‌شود. در آغاز عملیات صحرایی لازم است زمین‌شناسی کلی منطقه در بخش ساحلی، ساختار و موقعیت جغرافیایی منطقه ارزیابی شود. مطالعه دقیق پدیده‌ها و نمونه‌برداری در پیمایش‌های عرضی (راستای موازی با ساحل) و طولی (داخل آب) بخش اصلی عملیات صحرایی را تشکیل می‌دهد که باید بر مبنای نقشه‌های پایه (نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰، ۱:۲۰۰۰۰)، نقشه‌های توپوگرافی و یا عکس‌های ماهواره‌ای انجام پذیرد. تمام برداشت‌های زمین‌شناسی، پدیده‌های طبیعی و نمونه‌برداری‌ها با توجه به موقعیت جغرافیایی بر روی نقشه‌ها ثبت و شماره‌گذاری شده و با پیشرفت کار، نقشه زمین‌شناسی رقومی تهیه می‌گردد. نهایتا با اتمام عملیات صحرایی، نقشه زمین‌شناسی و نقشه توزیع نمونه‌برداری مناطق مختلف آماده خواهد شد.

۱-۳- مطالعات آزمایشگاهی و دفتری

پس از اتمام نمونه‌برداری‌ها و عملیات صحرایی، نمونه‌ها و نقشه‌ها در اسرع وقت به آزمایشگاه فرستاده می‌شود تا مطالعات آزمایشگاهی و دفتری به صورت همزمان و موازی به شرح ذیل صورت پذیرد. شایان‌ذکر است که تمام آزمایش‌ها بر اساس استانداردهای جهانی، با دقت بالا و حداقل خطا انجام می‌شود.

۱-۳-۱- بررسی‌های آزمایشگاهی

نمونه‌ها پس از برداشت در اولین فرصت به آزمایشگاه‌ها منتقل و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. نتایج آزمایش‌ها باید به صورت دقیق در برگه‌های مخصوص هر آزمایش ثبت شود.

۱-۳-۲- مطالعات دفتری

پس از حصول نتایج آزمایشگاهی با بهره‌گیری از برداشت‌های صحرایی و نقشه‌های رقومی کارشناس آزمایشگاه گزارش هر آزمایش را تهیه و تکمیل کرده و به نتایج پیوست می‌نماید.

omoorepeyman.ir

۱-۴- سامانه اطلاعات جغرافیایی

با استفاده از داده‌های سطحی و زیرسطحی حاصله در محیط نرم‌افزار Arc GIS مقطع عرضی در مسیرهای عمود بر روند ساختاری منطقه تهیه می‌شود، هدف اصلی تهیه این مقاطع تعیین پهنه‌بندی‌ها و کلاسه‌بندی نقشه است. این روش یکی از کاربردی‌ترین روش‌های رقومی سازی اطلاعات نقشه است که در اکثر کشورهای جهان مورداستفاده قرار می‌گیرد.

کلیه کاربران باید این مهم را در نظر داشته باشند که کلیه اطلاعات جغرافیایی دارای نوعی خطا هستند و در تمامی مراحل، از جمع‌آوری داده‌ها تا کاربرد آن‌ها و حتی بهره‌گیری از نتایج یک آنالیز روی آن‌ها، خطاهای مخصوص به خود را دارا می‌باشند. نکته مهم این است که هدف از بررسی خطاها، حذف آن‌ها نبوده بلکه چگونگی کنترل خطاها مدنظر است، زیرا در مواردی به دست آوردن پایین‌ترین سطح خطا، باصرفه‌ترین راه نیست بلکه سطح خطاهای موجود در یک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) باید طوری هدایت شود که اطلاعات حاصل از سامانه را از اعتبار ساقط نکند.

در ادامه به چند مورد از مزیت‌های این روش:

- کیفیت بالای تحلیل داده‌ها و امکان تجزیه‌وتحلیل آن‌ها با روش‌های پیشرفته
- مدیریت و ساماندهی داده‌ها
- انطباق لایه‌های مختلف
- کاهش زمان و هزینه
- ارتباط با علوم مختلف
- ارائه نقشه و گزارش به صورت رقومی و چاپی

۱-۵- ضرورت انجام برداشت‌های زمین‌شناسی

بستر دریا ممکن است از صخره‌ای تا گل نرم متغیر باشد و شناسایی این تغییرات از لحاظ معرفی منطقه مناسب به منظور احداث یک سازه دریایی، گسترش صنعت (پرورش ماهی در قفس) و حفاظت از سواحل حائز اهمیت است. به عنوان مثال بستر دریا عامل تعیین کننده نوع قفس (شناور یا ثابت) در صنعت پرورش ماهی است.

همچنین شناسایی بستر، عارضه‌های بستر، پروفیل زیر بستر دریاها و چگونگی فرآیند انتقال رسوب یکی از عوامل مهم در ساخت سازه‌های دریایی و تعیین مسیر خطوط لوله در زیر آب است به گونه‌ای که عدم شناخت صحیح از این پارامترها موجب ناکام ماندن پروژه‌ها و پر شدن حوضچه اسکله‌ها و یا شکسته شدن خطوط لوله با توجه به ظرفیت تحمل بار (بررسی اثر متقابل خاک و لوله در بستر دریا در جهت افقی و عمودی) و نشر نفت به آب و نهایتا آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود.

در ادامه اندازه‌گیری های مورد نیاز برای انجام مطالعات و احداث زیرساخت‌های گوناگون دریایی به تفکیک ارائه شده‌است.

omoorepeyman.ir

۱-۶- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های گوناگون دریایی

در این بخش اندازه‌گیری‌های مورد نیاز پیشنهادی برای فعالیت‌های گوناگون دریایی به تفکیک ارائه شده است. شایان ذکر است برخی از این اندازه‌گیری‌ها ضروری و برخی در شرایط خاص مورد نیاز است.

۱-۶-۱- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای طراحی و بهره‌برداری بنادر و زیرساخت‌های معمول ساحلی

۱-۶-۱-۱- بندر

بندر به مکانی گفته می‌شود که محیطی حفاظت شده در برابر امواج بلند و جریان‌های قوی ایجاد می‌کند و به‌اندازه‌ای عمیق است که کشتی‌ها بتوانند در آن پهلو بگیرند. قبل از شروع به ساخت چنین سازه‌ای چندین مشخصه فیزیکی باید سنجیده شود:

الف- بازدید میدانی و غواصی

این مرحله برای شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه الزامی است.

ب- جریان

محیطی که بندر در آن ساخته می‌شود دارای زیست‌بومی حساس است که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم تحت تاثیر تخلیه پسماندهای صنعتی و خانگی است. همچنین رنگ کردن، تمیز کردن و برطرف نمودن رسوبات زیستی از کشتی‌ها و هرز آب‌های حاصل از آن‌ها از منابع مهم آلودگی در بندرها هستند. به‌منظور برآورد محصولات حاصل از تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی که تحت فرآیندهای فرارفت و پخش، تمامی محیط بندر را تحت تاثیر قرار می‌دهند، اطلاعات دقیق از الگوی هیدرودینامیکی گردش جریان در منطقه ضروری است. همچنین یکی از عوامل تاثیرگذار بر الگوی جریان، طریقه‌ی طراحی بنادر و موج‌شکن‌ها است که باید مدنظر قرار گیرد. مطالعه‌ی الگوی گردش آب در بندر به‌واسطه‌ی اندازه‌گیری کمیت‌های زیر است:

- نیمرخ سرعت
- اندازه‌گیری باد
- نیمرخ دما و شوری در عمق

علاوه بر موارد ذکرشده، به‌منظور شبیه‌سازی جریان، دست‌یابی به نتیجه بررسی‌های زیر الزامی است:

omoorepeyman.ir

- ژرفاسنجی[1]
- سنجش تراز آب (جزرومد)

ج- موج

طراحی دهانه‌ی بندر مستلزم شناخت دقیق جهت موج غالب است. همچنین امواج، تعیین‌کننده طراحی میزان مقاومت و شکل موج‌شکن‌ها هستند.

د- جنس و نرخ انتقال رسوب در منطقه

با توجه به این‌که ساخت هرگونه سازه ساحلی به‌خصوص موج‌شکن بندر به علت تغییرات هیدرولوژیکی که به منطقه اعمال می‌کند، ممکن است باعث فرسایش یا رسوب‌گذاری شود، مطالعه‌ی نوع و نرخ انتقال رسوب در منطقه از اقدامات ضروری است.

هـ- عمق‌سنجی

با افزایش تقاضا و نیاز به توسعه و افزایش کارآیی هر چه بیش‌تر بنادر، کشتی‌ها روزبه‌روز بزرگ‌تر و ظرفیت آن‌ها بیش‌تر می‌شود. درنتیجه هیدروگرافی بنادر برای تعیین مسیر امن ناوبری کشتی‌ها در درجه‌ی اول اهمیت قرار دارد. ابزار موردنیاز در این مورد، شامل طیف وسیعی از عمق‌سنج‌هایی است که تراز آب را در هر موقعیت جغرافیایی مشخص و ثبت می‌نمایند. ثبت رکوردهای عمق‌سنجی در زمان‌های مختلف برای تخمین میزان انتقال رسوبات ساحلی و ارزیابی تغییرات مورفودینامیک مورد نیاز است.

و- کدورت

مشخصه‌ای که در تعیین میزان رسوبات معلق حائز اهمیت است.

ز- دورسنجی

برای تخمین نرخ انتقال رسوب و نیز تخمین غیر مستقیم الگوهای جریان می‌تواند موثر باشد.

1- Bathymetry

omoorepeyman.ir

۱-۶-۱-۲- موج‌شکن

با ساخت موج‌شکن، حوضچه‌ای در دل آن ایجاد می‌شود که از موج در امان است و درنتیجه قایق‌ها می‌توانند در آن پهلو بگیرند. رانه‌گیرها[1] نیز سازه‌هایی هستند که از لحاظ ساختاری به موج‌شکن‌ها شباهت داشته اما عملکرد متفاوتی دارند. ازجمله تمهیدات مربوط به اندازه‌گیری برای این سازه‌ها عبارتند از:

الف- بازدیدمیدانی و غواصی

شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه الزامی است.

ب- تهیه هیدروگرافی دقیق از منطقه

بررسی هیدروگرافی منطقه به‌منظور استفاده در شبیه‌سازی‌ها و محاسبه احجام لایروبی و مصالح موردنیاز برای ساخت، لازم است.

ج- بررسی ژئوتکنیکی بستر دریا

به‌منظور مشخص کردن نوع بنیان سازه و میزان گستردگی آن، به بررسی ژئوتکنیکی بستر دریا نیاز است. نتیجه این بررسی، ارتباط مستقیم با میزان پایداری نوع موادی دارد که برای ساخت موج‌شکن استفاده می‌شود.

د- اندازه‌گیری امواج و پیش‌یابی و تعیین ارتفاع موج طرح

ارتفاع موجی که به موج‌شکن برخورد می‌کند، تعیین‌کننده اندازه و عملکرد موج‌شکن است؛ بنابراین به دست آوردن مقادیر واقعی موج مورد انتظار در منطقه از اهمّ اقدامات است. اندازه‌گیری امواج برای صحت‌سنجی و واسنجی مدل‌ها مورد نیاز است.

ه- نمونه‌برداری از رسوب بستر و انجام آزمایش‌های مرتبط با دانه‌بندی

تعیین مشخصات دانه‌بندی رسوبات در حوالی محل احداث بندر یا موج‌شکن مورد نیاز است.

و- اندازه‌گیری تراز آب

اندازه‌گیری تراز آب برای تعیین ترازهای طراحی مورد نیاز است.

1- Jetty

omoorepeyman.ir

ز- دورسنجی

برای تخمین نرخ انتقال رسوب و نیز تخمین غیر مستقیم الگوهای جریان می‌تواند موثر باشد.

۱-۶-۲- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای طراحی سازه‌های فراساحلی و خطوط لوله دریایی

۱-۶-۲-۱- خطوط لوله زیردریایی

شاخص‌هایی همچون خصوصیات موج، جریان، هواشناسی، هیدروگرافی[۱] و چگونگی شکل و جنس بستر در تعیین مسیر خط لوله حائز اهمیت است به‌طوری‌که شرایط دریا بر روش نصب خط لوله، انتخاب شناور لوله‌گذار و زمان مناسب برای نصب تاثیرگذار است. به‌منظور شناسایی مکان‌های مناسب برای عبور خطوط لوله ثبت مشخصه‌های زیر الزامی است:

الف- بازدید میدانی و غواصی

برای شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه لازم است.

ب- موج و جریان

تحلیل پایداری در کف برای اطمینان از پایداری خط لوله، زمانی که در معرض امواج، نیروهای جریان و دیگر بارهای داخلی و خارجی (مثل بارهای خمش در قسمت‌های خمیده خط لوله)، قرار می‌گیرد، انجام می‌شود. بار جریان معمولا در بسیاری از مناطق تعیین کننده شرایط طراحی می‌باشد و در نواحی نزدیک ساحل امواج نیز اهمیت می‌یابند.

ج- باد و پارامترهای هواشناسی

اطلاعات مربوط به باد به علت ارتباط نزدیک بین باد و جریان اغلب مورد نیاز است. برخی پارامترهای هواشناسی از جمله دما، رطوبت و بارش برای طراحی لوله در مناطق نزدیک ساحل کاربردی است.

د- دما و شوری

به‌منظور تعیین تغییر شکل‌های ناشی از تغییرات دما، تغییرات شار حرارتی انتقالی به/ از خط لوله و نیز واداشت‌های جریان ناشی از این دو کمیت اندازه‌گیری دما و شوری ممکن است مورد نیاز باشد.

۱- برای اطلاعات بیش‌تر از نحوه هیدروگرافی به دستورالعمل همسان نقشه‌برداری نشریه ۷-۱۹۹ مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

هـ- تراز آب و نقشه کف دریا

تراز سطح آب به همراه داده‌های عمق‌سنجی، برای بسیاری از فعالیت‌های طراحی مانند محاسبه موج و جریان سیال در محل استقرار خط لوله لازم است. جاگذاری لوله‌ها تحت تاثیر ویژگی‌های خاک و پدیده‌هایی مثل آب شستگی، جابه‌جایی رسوب و دیگر ناپایداری‌های کف دریا می‌باشد. در بعضی بخش‌ها داده‌های عمق‌سنجی برای شناخت ناهمواری بستر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

و- جنس و نرخ انتقال رسوب

ز- مقاومت خاک

ح- هدایت الکتریکی

خوردگی خارجی خط لوله در آب دریا یک فرآیند الکتروشیمیایی است. زمانی که یک جریان الکتریکی میان یک ناحیه آندی و یک ناحیه کاتدی جریان می‌یابد (که در آن آب دریا به‌عنوان یک الکترولیت عمل می‌کند) یک عنصر گالوالنیک ساخته می‌شود؛ بنابراین هدایت الکتریکی آب یکی از عوامل موثر در پیش‌بینی میزان خوردگی لوله خواهد بود.

ط- دورسنجی

برای تخمین غیر مستقیم الگوهای جریان و تعیین تغییرات دمای سطح آب می‌تواند موثر باشد.

۱-۶-۲-۲- سکوهای نفت و گاز

- بازدیدمیدانی و غواصی برای شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه
- دمای متوسط سالیانه و دمای فصول مختلف
- موج
- نیم‌رخ جریان
- باد و پارامترهای هواشناسی
- عمق‌سنجی
- مقاومت خاک
- جنس رسوبات
- نیم‌رخ‌های عمقی دما و شوری
- دورسنجی برای تخمین غیر مستقیم الگوهای جریان و تعیین تغییرات دمای سطح آب می‌تواند موثر باشد.

omoorepeyman.ir

۱-۶-۳- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای طراحی آبگیرهای دریایی

- بازدیدمیدانی و غواصی برای شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه
- موج
- نیم‌رخ جریان
- باد و پارامترهای هواشناسی
- عمق‌سنجی
- مقاومت خاک
- جنس رسوبات بستر
- نیم‌رخ‌های عمقی دما و شوری بر روی پلیگون برای مطالعه پخش شوری و دما
- دورسنجی برای تخمین نرخ انتقال رسوب، تخمین غیر مستقیم الگوهای جریان و تعیین تغییرات دمای سطح آب می‌تواند موثر باشد.

۱-۶-۴- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های لایروبی و استحصال زمین‌ساحلی

- بازدیدمیدانی و غواصی برای شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه
- موج
- نیم‌رخ جریان
- باد
- عمق سنجی (پیش و پس از لایروبی)
- جنس رسوبات بستر
- میزان رسوبات معلق (در حین لایروبی)
- آلاینده های رسوب
- دورسنجی برای تخمین غیر مستقیم الگوهای جریان و بررسی اولیه حوزه تاثیر پلوم‌های رسوبی در آب می‌تواند موثر باشد.

۱-۶-۵- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های شیلاتی و آبزی‌پروری

در زمینه شیلات (برای نمونه پرورش ماهی در قفس)، اندازه‌گیری مشخصه‌های فیزیکی از قبیل دما، شوری و جریان الزامی است. با توجه به این مشخصه‌ها امکان معرفی گونه‌های مناسب پرورش در محیط آبی فراهم می‌شود. همچنین اندازه‌گیری شاخص‌های هواشناسی، عمق، موج و بستر از عواملی هستند که با موقعیت قرارگیری یک قفس در منطقه ارتباط دارد که در ذیل به شرح آن‌ها پرداخته شده است:

omoorepeyman.ir

- بازدیدمیدانی و غواصی برای شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه
- عمق سنجی
- جریان آب
- امواج

امواج از دو منظر طراحی سازه و بهره‌برداری از مزارع دریایی مد نظر قرار دارند.

- دما و شوری

اندازه‌گیری دما در حوضچه‌های پرورش ماهی به‌منظور نگه‌داشتن دما در شرایط مطلوب انجام می‌پذیرد. نوسانات بیش‌ازحد دمای آب باعث تاثیر نامطلوب بر بدنه حوضچه، وارد شدن تنش به میگو و از بین رفتن جلبک‌ها می‌شود.

ماهی و دیگر ارگانیسم‌های آبزی، وسیله‌ای برای کنترل دمای بدن ندارند و دمای بدن آن‌ها با دمای محیط تغییر می‌کند. افزایش دما موجب افزایش سرعت سوخت‌وساز و مصرف مداوم اکسیژن می‌شود که به دنبال آن تولید آمونیاک و دی‌اکسید کربن در محیط افزایش می‌یابد. شوری نیز مقیاسی از مقدار مواد جامد محلول در آب است که معمولا با واحد قسمت در هزار بیان می‌شود. اصولا ارتباط شوری با آبزی‌پروری در مساله کنترل فشار اسمزی است زیرا شوری می‌تواند روی تعادل یونی جانداران آبزی اثرگذار باشد.

- باد و پارامترهای هواشناسی
- پارامترهای کیفی آب قبل از احداث و حین بهره‌برداری
- پارامترهای شیمیایی آب قبل از احداث و حین بهره‌برداری
- شناخت وضعیت موجودات کف زی قبل از احداث و حین بهره‌برداری
- اندازه‌گیری‌های فیزیکی، شیمیایی رسوبات
- دورسنجی برای تخمین غیر مستقیم الگوهای جریان، تعیین تغییرات دمای سطح آب و میزان کلروفیل می‌تواند موثر باشد. همچنین برای هشدار پدیده کشند قرمز می‌توان از دورسنجی بهره برد.

۱-۶-۶- اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

- بازدیدمیدانی و غواصی برای شناخت عمومی منطقه مورد مطالعه
- جریان آب
- امواج
- باد و پارامترهای هواشناسی
- پارامترهای کیفی آب
- پارامترهای شیمیایی آب
- شناخت وضعیت موجودات کف‌زی

شناخت زیست‌بوم‌های منطقه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۲

تجهیزات نمونه‌برداری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- مقدمه

چرخه فرسایشی خشکی‌ها و حمل رسوبات به دریا و فرآیند رسوب‌گذاری ازجمله پدیده‌های مهم زمین‌شناسی است که به‌طور مستمر در زمین صورت می‌گیرد. ذرات رسوبی که از سطح خشکی‌ها وارد محیط رسوبی می‌شود دارای تنوع بسیار است ولی در آن میان ترکیبات سیلیکاته مانند ذرات تخریبی سیلیسی و رس‌ها اهمیت زیادی داشته و همراه با کانی‌های سنگین و عناصر فلزی و مواد ناشی از فعالیت‌های صنعتی در محیط رسوبی انباشته می‌شود. تجزیه و تخریب شیمیایی این رسوبات موجب آزادی پاره‌ای از عناصر شیمیایی در محیط رسوبی است؛ تجمع بیش‌ازحد پاره‌ای از این عناصر می‌تواند موجب آلودگی سواحل و بستر دریا و تاثیر مستقیم بر بوم زیست دریا و خشکی شود بنابراین مطالعات زمین‌شناسی مهندسی، بررسی ساختارهای تکتونیکی سواحل و مناطق دریایی، تعیین نقش فرسایش سواحل و تغییرات سطح دریاها به‌عنوان عوامل مطالعاتی زیر بنائی مهم محسوب می‌شود. هرگونه تغییر در وضعیت طبیعی سواحل و بندرها نیز بازتاب مهمی بر اکوسیستم‌های مناطق دریایی هستند بنابراین انجام هرگونه پروژه صنعتی منوط به بررسی این مطالعات زیر بنائی است.

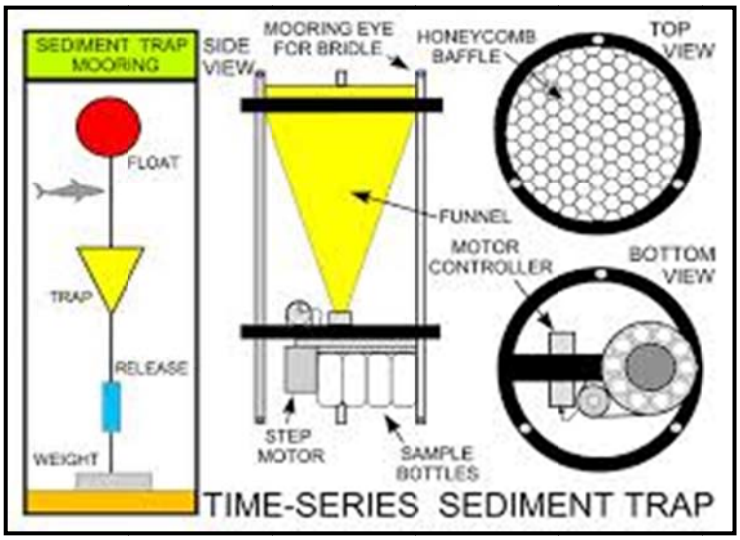
رسوبات بستر دریا اطلاعات ارزشمندی از تغییرات محیطی گذشته را در خود ثبت نموده‌اند که با مطالعه آن‌ها به وضعیت دریاها و آب و هوای دیرینه می‌توان پی برد؛ به‌علاوه، رسوبات بستر دریا برای سایر مطالعات نظیر مطالعات مهندسی، تعیین نرخ رسوب‌گذاری، مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی، مطالعه میزان آلودگی، بررسی‌های ژئوشیمیایی، فسیل‌شناسی و نیز مدل‌سازی حوضه‌ها به کار می‌رود. زمین‌شناسی دریا، ارتباط تنگاتنگی با بررسی‌های فیزیکی، هیدرودینامیکی و نیز مطالعات ژئوفیزیکی دریا دارد و تلفیق این دانش‌ها اطلاعات ارزشمندی را در ارتباط با محیط دریا در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد. درواقع مطالعه خط ساحلی و رسوبات بستر عمیق دریا و میزان انحلال کربنات کلسیم در محیط‌های مختلف دریایی کاربرد مهمی در مطالعه تغییر اقلیم جهانی دارد.

۲-۲- تجهیزات نمونه‌برداری مستقیم

۲-۲-۱- تله رسوبی

تله رسوبی دستگاهی است که در اندازه‌گیری‌های کمی ذرات آلی و غیر آلی ته‌نشست شده در بستر آب مورداستفاده قرار می‌گیرد. تله‌های رسوبی اغلب به شکل لنگری در عمقی مشخص در ستون ویژه‌ای از آب (معمولا زیر ناحیه آشفتگی) قرار دارد و شامل یک قیف که رسوبات را به سمت داخل هدایت و حفظ می‌نماید، است. عموما، تله رسوبی در یک بازه زمانی چند هفته‌ای یا ماهانه نصب و نمونه‌ها را در شیشه‌های لوله‌ای شکلی که در یک حلقه قرار دارد جمع‌آوری می‌نماید (برای یک‌فصل)، حفاظت از نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در یک محفظه ازاین‌رو بااهمیت است که در طولانی‌مدت توسط زئوپلانکتون‌ها مصرف و یا تجزیه نشود «شکل (۲-۱) نشان‌دهنده یک تله رسوبی است».

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۱- تله رسوبی

۲-۲-۲- تله رسوبی چندتایی[1]

دستگاهی که برای تعیین نرخ رسوب‌گذاری در مدت‌زمان معین تنظیم می‌شود و با استفاده از یک کامپیوتر نصب‌شده بر روی آن (باسیم یا بی‌سیم) در عمق‌های مختلف دریا قابل‌استفاده است؛ این دستگاه قابلیت اندازه‌گیری مقادیر رسوب را دارد. از ویژگی‌های این دستگاه انتقال اطلاعات آن به آزمایشگاه برای بررسی‌های گوناگون است.

۲-۲-۳- مغزه‌گیرها[2]

مغزه‌گیری یکی از سریع‌ترین و ساده‌ترین روش‌های شناسایی رسوبات بستر دریا است و به‌وسیله یک لوله فلزی متصل به یک کابل چندمنظوره (آزاد آویزان) انجام می‌شود؛ عملیات مغزه‌گیری اطلاعات ارزشمندی از تغییرات آب‌وهوایی هر منطقه را ارائه می‌دهد.

در این روش لوله‌ای توخالی با نیروی فشار به داخل رسوبات کف فرستاده و نمونه‌های موردنیاز کاوشگران را در اندازه‌های موردنیاز (طول) جمع‌آوری می‌نماید. بر اساس تجهیزات ملی دریایی ۸ نوع مختلف از مغزه‌گیرها وجود دارد که شامل ۲ گروه مغزه‌گیرهای جعبه‌ای و لوله‌ای است.

1- Multi Sediment Trap
2- Corer

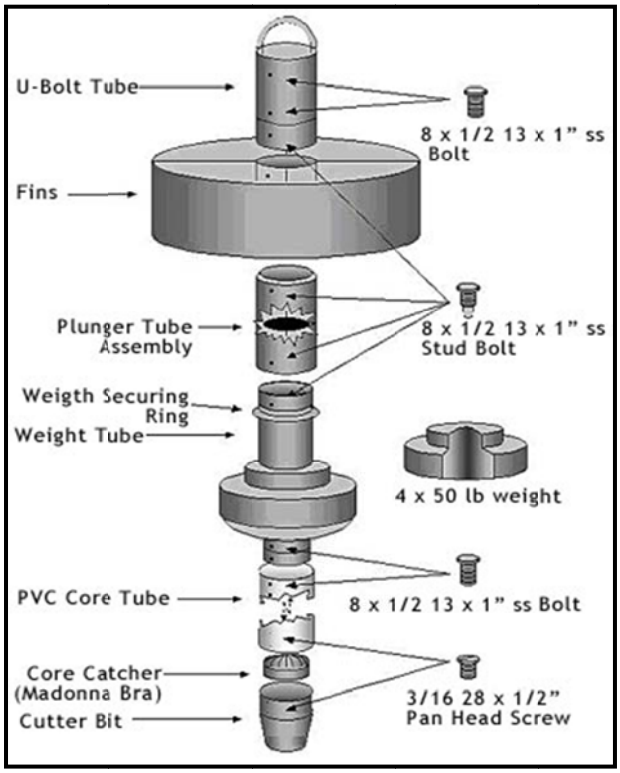
omoorepeyman.ir

۲-۲-۳-۱- مغزه‌گیرهای لوله‌ای

الف- مغزه‌گیر وزنی[1]

مغزه‌گیر وزنی یک نمونه‌گیر رسوب از کف دریا متشکل از یک وزنه با پوشش استیل با وزن ۱۰۰ الی ۱۰۰۰ کیلوگرم است. طول لوله نمونه‌گیر که نمونه رسوب در آن جای می‌گیرد غالبا بین ۱ الی ۴ متر است؛ مقطع رسوبی به‌وسیله یک برش مخروطی که توسط لوله‌ای از جنس پلی کربنات به قطر ۶۳/۵ میلی‌متر است، جدا می‌شود. برای نمونه‌گیری، مغزه‌گیر را به سمت کف آب وارد نموده و با یک فاصله مشخص که قابل تنظیم است نگاه داشته سپس با رهاسازی (سقوط آزاد) مغزه‌گیر به داخل رسوب نفوذ و ستونی از رسوب را جدا و در لوله پلی کربنات قرار می‌دهد.

این نوع از مغزه‌گیرها به شناسایی لایه‌های زیرین بستر دریاها با توجه به وجود و عدم وجود فسیل‌ها در گل‌ولای و ترسیم آب‌وهوای گذشته (وجود عصر یخبندان) کمک شایانی می‌نماید، به‌طوری‌که با توجه به اطلاعات حاصله از نمونه‌ها محققان قادر خواهند بود سامانه آب‌وهوایی آینده را پیش‌بینی نمایند «شکل (۲-۲) نشان‌دهنده یک مغزه‌گیر وزنی است».



شکل ۲-۲- شماتیکی از مغزه‌گیر وزنی (McClennen, Sea Education Association)

1- Gravity Corer

omoorepeyman.ir

به‌منظور کاربردی بودن دستگاه، کاربر نیازمند یک سری اطلاعات و تجهیزات اولیه می‌باشد که در ذیل به صورت موردی به آن‌ها اشاره‌شده است:

- تجهیزات موردنیاز
  - قایق
  - وینچ (تحمل وزن بالا)
  - ریسمان ابریشمی (با توجه به عمق آب)
- مزایای دستگاه
  - کاربری ساده
  - قابل‌اطمینان
  - اقتصادی
  - تحلیل سریع (دانه‌بندی، زاویه ته‌نشست و زیست‌دریایی)
- معایب دستگاه
  - سنگین بودن مغزه‌ها
  - مغزه‌ها باید به صورت افقی خارج شوند و در صورت بلند بودن طول مغزه خارج کردن آن از مغزه‌گیر کار دشواری است.
  - تحت تاثیر جریان‌های دریایی رسوبات ته‌نشست شده دارای زاویه خاصی می‌باشند و تعیین این زاویه در مغزه‌ها نیازمند دقت و تجربه است.
- نحوه کاربرد

هنگام نفوذ دستگاه به داخل رسوب در بستر دریا عملیات حفر و مغزه‌گیری بسیار به آهستگی انجام می‌پذیرد تا از اختلال آب و رسوب در نمونه جلوگیری شود، نرخ نفوذ مغزه‌گیر به داخل رسوب توسط یک پیستون که از آب پر می‌شود، کنترل می‌گردد. این قابلیت از تاثیر امواج به روی نمونه گرفته‌شده از بستر جلوگیری می‌نماید (مغزه‌گیرهای هیدرولیکی میرا).

omoorepeyman.ir

ب- مغزه‌گیر جعبه‌ای[1]

این نوع از مغزه‌گیرها همانند مغزه‌گیرهای وزنی عمل می‌نمایند، با این تفاوت که محفظه آن‌ها متشکل از یک جعبه با اندازه ۱۵۰×۲۵۰ میلی‌متر است و در آن‌ها از نمونه‌برداری‌های خطی استفاده نمی‌شود. برش نمونه در این نوع از مغزه‌گیر به‌وسیله ۲ زبانه که به عمق ۱۵ الی ۶۰ سانتی‌متر وارد می‌شود انجام می‌گیرد. این نوع از نمونه‌گیرها اطلاعاتی در ارتباط با زندگی جانوری و رسوبات دریایی در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

ج- مغزه‌گیرهای چندتایی[2]

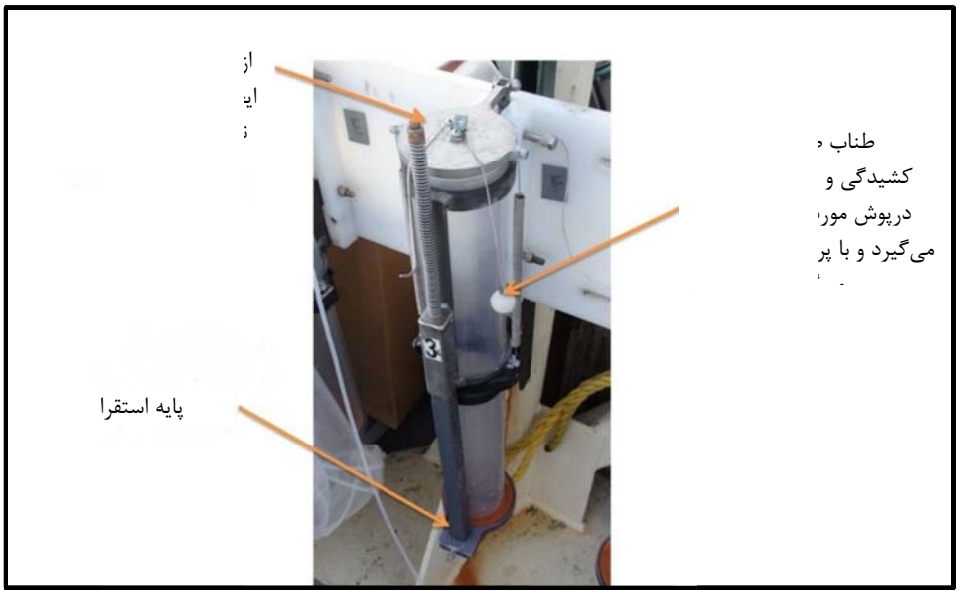
مغزه‌گیرهایی که امکان تهیه ۲۰ نمونه دست‌نخورده در یک محفظه پلاستیکی با اندازه ۵۶×۶۰۰ میلی‌متر را فراهم می‌کند. این مغزه‌گیر شامل یک فرم لوله‌ای با یک تعدیل‌کننده[3] نیروی هیدرولیکی در بخش بالایی است، به‌عبارت‌دیگر، لوله مغزه‌گیر در بخش بالایی به محل بارگذاری نیروها و در بخش پایینی به لوله نگه‌دارنده نمونه که برای جلوگیری از ایجاد آشفتگی در نمونه است متصل می‌باشد «شکل (۲-۳) نشان‌دهنده نمونه‌ای از مغزه‌گیر چندتایی است».

با برخورد وزنه به بستر دریا کابل‌ها شل می‌شود، در این نقطه لوله مغزه‌گیر در داخل رسوب به‌وسیله نیروی ثقلی وارد می‌گردد، مقدار این نیرو با توجه به نرخ پایین رفتن به‌وسیله یک تعدیل‌کننده نیروی هیدرولیکی و وزن وارده بر بخش بالایی قابل‌کنترل است و امکان جداسازی نمونه را فراهم می‌سازد سپس مغزه‌گیر به سمت پایین هدایت می‌شود «شکل (۲-۴) نمونه‌ای از مخزن مغزه‌گیر چندتایی و تجهیزات آن را نشان می‌دهد».

شکل ۲-۳- نمونه‌ای از مغزه‌گیر چندتایی

1- Kasten Coring
2- Multi Corer
3- Damper

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۴- مخزن نمونه‌گیر چندتایی

د- مغزه‌گیر بزرگ[1]

مغزه‌گیر مگا به‌طور عمده عملکردی همچون مغزه‌گیر چندتایی دارد و قابلیت تهیه ۱۲ نمونه دست‌نخورده در یک محفظه پلاستیکی به‌اندازه ۱۰۰×۶۰۰ میلی‌متری را دارا است «شکل (۲-۵) نشان‌دهنده یک دستگاه مغزه‌گیر بزرگ است».

شکل ۲-۵- نمونه‌ای از مغزه‌گیر بزرگ

1- Mega Corer

omoorepeyman.ir

۲-۲-۳-۲- مغزه‌گیرهای جعبه‌ای

الف- مغزه‌گیر جعبه‌ای SMBA

نمونه‌گیر جعبه‌ای به شکل یک مربع ۶۰۰ میلی‌متری برای تهیه نمونه رسوب دست‌نخورده تا حداکثر عمق ۴۵۰ میلی‌متر طراحی‌شده است. این مغزه‌گیر شامل یک جعبه نگه‌دارنده نمونه و مجموعه ادوات حفاری می‌باشد. مغزه‌گیر جعبه‌ای SMBA به‌وسیله کابل‌های کنترل‌کننده به بستر دریا فرستاده می‌شود تا زمانی که مجموعه در بستر جاگذاری شود؛ در ادامه محفظه نمونه‌گیر به‌وسیله نیروی وزن مغزه‌گیر به داخل رسوب هدایت و نمونه حجیمی از رسوب را برداشت می‌نماید. نهایتا، بر اساس مکانیسم دستگاه زبانه نمونه‌گیر آزاد و جعبه نمونه‌گیر آب‌بندی می‌شود تا از تاثیر جریان‌های دریایی و به‌هم‌ریختگی رسوب در هنگان خارج شدن جلوگیری نماید. نمونه‌های حاصله از این روش ارتباط مستقیمی با نوع رسوب، جهت جریان و وضعیت دریا دارد.

در طراحی SMBA از دو برداشت کننده بیل مانند که در دو طرف جعبه نمونه‌گیر قرار دارد استفاده‌شده است، دلیل این نوع از طراحی برای ایجاد توازن در خارج کردن مغزه از داخل رسوب می‌باشد که موجب افزایش میزان دست‌خوردگی در نمونه رسوب است.

ب- NIOZ (Haja) Corer

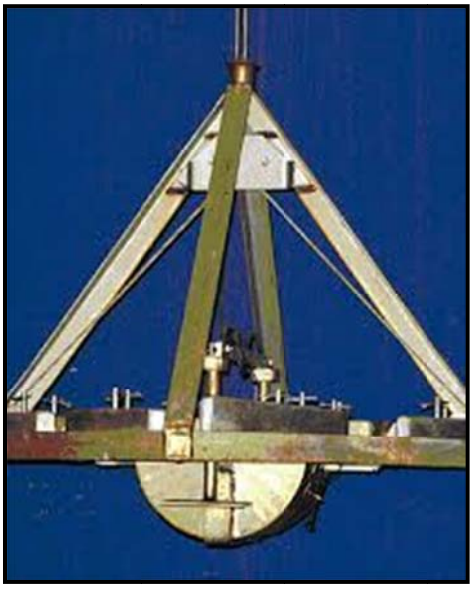
مغزه‌گیر NIOZ عملکردی همچون مغزه‌گیر جعبه‌ای SMBA دارد با این تفاوت که این نوع از مغزه‌گیر قادر به تهیه مغزه‌های دست‌نخورده با قطر ۵۰۰ میلی‌متر (۵۰۰ میلی‌متر مربع تا عمق ۵۰۰ میلی‌متر) با وزن ۱۳۵۰ کیلوگرم است. «شکل (۲-۶) نشان‌دهنده مغزه‌گیر Haja می‌باشد».

شکل ۲-۶- مغزه‌گیر Haja

omoorepeyman.ir

ج- چنگک[1]

نوعی از مغزه‌گیرهای کوچک که از ۲ فک ۱/۴ دایره‌ای (یک نیم‌دایره) تشکیل‌شده و وزن واردشده بر قاب با توجه به نوع رسوب قابل تنظیم است. مغزه‌گیر با استفاده از کابل‌ها با فک‌های باز که قفل‌شده به بستر دریا فرستاده می‌شود و پس از برخورد با بستر دریا فک‌ها از حالت قفل خارج می‌شود؛ سپس با کشیدن کابل‌ها فک‌ها چرخیده و برای گرفتن نمونه رسوب بسته می‌شوند «شکل (۲-۷) نشان‌دهنده نمونه‌ای از مغزه‌گیر Day Grab است».



شکل ۲-۷- مغزه‌گیر چنگکی

چ- مغزه‌گیر پیستونی[2]

مغزه‌گیر پیستونی برای نمونه‌های رسوبات گلی (رسوبات نرم مانند رس) و نمونه‌برداری‌هایی که نیازمند نمونه‌های بلندتر از نمونه مغزه‌گیر وزنی می‌باشد، مورداستفاده است. این نوع مغزه‌گیر دارای یک محفظه فولادی به‌اندازه ۹۰×۱۱۰ میلی‌متر و یک لوله از جنس پی‌وی‌سی (PVC) (پلی کربنات) در مرکز بخش وزنی که به تجهیزات رابط متصل است، می‌باشد. پیستون (به همراه سیم‌های رابط) در داخل لوله پی‌وی‌سی قرار می‌گیرد و نمونه‌گیر را به سمت پایین هدایت می‌نماید تا با بستر دریا تماس یابد.

هنگامی‌که مغزه‌گیر به سمت بستر دریا هدایت می‌شود، با تماس پیستون با سطح رسوب پیستون مغزه‌گیر توسط نیروی استاتیکی رهاشده و به سطح رسوب در نقطه مورد نظر نیرو وارد می‌نماید، با ورود مغزه‌گیر به داخل رسوب و حرکت مغزه‌گیر در قسمت بالایی پیستون خلا ایجاد می‌شود که برای حذف اصطکاک بین پوشش مغزه‌گیر و رسوب

1- Day Grab
2- Piston Corer

omoorepeyman.ir

است. برای سهولت در عملیات، محفظه مغزه‌گیر از پوشش پی‌وی‌سی جدا و تنها لوله پی‌وی‌سی و نمونه برش خرده به طول مورد نظر باقی‌می‌ماند. طول نمونه بر اساس تئوری تا ۲۵ متر می‌تواند باشد اما این مقدار وابسته به جنس رسوب متغیر است. باید به این نکته توجه داشت که دسترسی به این طول در عمل عموما غیرممکن است.

- مراحل مغزه‌گیری پیستونی

۱- مغزه‌گیر از سطح کشتی به داخل آب فرستاده شود (شکل ۲-۸).

۲- وزنه تعادل ۱۰۰ کیلوگرمی به سطح رسوب برخورد نموده.

۳- با برخورد وزنه به بستر دستک متصل به کابل پیستون آزاد و پیستون از ارتفاع ۱ الی ۳ متری سقوط می‌کند «شکل (۲-۸) مرحله ۱». این فرایند از ایجاد به‌هم‌ریختگی در رسوب نرم جلوگیری می‌کند.

۴- پیستون با سرعت (G-Speed) به سمت سطح بستر رها می‌شود «شکل (۲-۹) مرحله ۲».

۵- با برخورد کلاهک پیستون با سطح رسوب، پیستون به صورت عمودی در محل اتصال آب و رسوب به‌وسیله کابل پیستون نگاه داشته می‌شود و مغزه‌گیر را به صورت کشویی با یک نیروی وزنی به سمت پایین (بدون اعمال هیچ مکشی در رسوب) فشار می‌دهد «شکل (۲-۹) مرحله ۳ و ۴».

۶- خروج مغزه‌گیر با کشیدن کابل اصلی انجام می‌پذیرد (رهاسازی از وزن وارد بر پیستون).

۷- در این مرحله ستون رسوبی حاصله در داخل یک پوشش پلاستیکی قرارگرفته (قفل می‌شود) تا از تاثیر تغذیه‌کنندگان و تغییرات حاصل از جریان‌های دریایی حفظ شود.

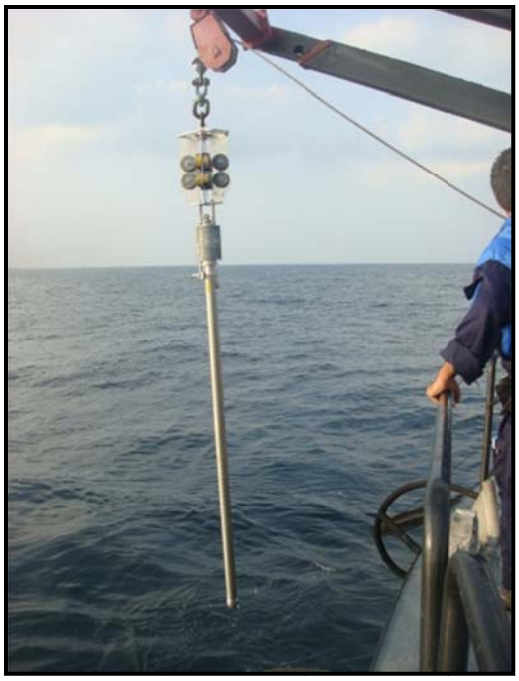
۸- در این مرحله عملیات مغزه‌گیری به پایان رسیده، مغزه از بستر دریا جدا و به سمت عرشه کشتی هدایت می‌شود «شکل (۲-۹) مرحله ۵».

۹- پس از انتقال مغزه به عرشه کشتی (شکل ۲-۱۰) و جدا نمودن آن از وینچ (شکل ۲-۱۱)، لوله پی‌وی‌سی حاوی نمونه از مغزه‌گیر خارج (شکل ۲-۱۲) و جهت ابتدا و انتهای نمونه بر روی محافظ بیرونی علامت‌گذاری می‌شود «شکل (۲-۱۳) نشانه‌گذاری ابتدا و انتهای مغزه را نشان می‌دهد»، سپس لوله پی‌وی‌سی را به‌اندازه نمونه رسوب برداشت‌شده برش داده «شکل (۲-۱۴) نمایش برش لوله پی‌وی‌سی» و انتهای مغزه «شکل (۲-۱۵) نشان‌دهنده بخش انتهایی مغزه است» به کمک کیسه‌های نایلونی و چسب سلفون با دقت بسته‌بندی می‌شود «شکل (۲-۱۶) نشان‌دهنده بسته‌بندی انتهای مغزه است»، در انتها اطلاعات نمونه شامل: شماره سایت، مکان برداشت، عمق، زمان برداشت، طول نمونه و شماره نمونه بر روی لوله پی‌وی‌سی درج شود «شکل (۲-۱۷) نمونه‌ای از اطلاعات درج‌شده بر روی مغزه است».

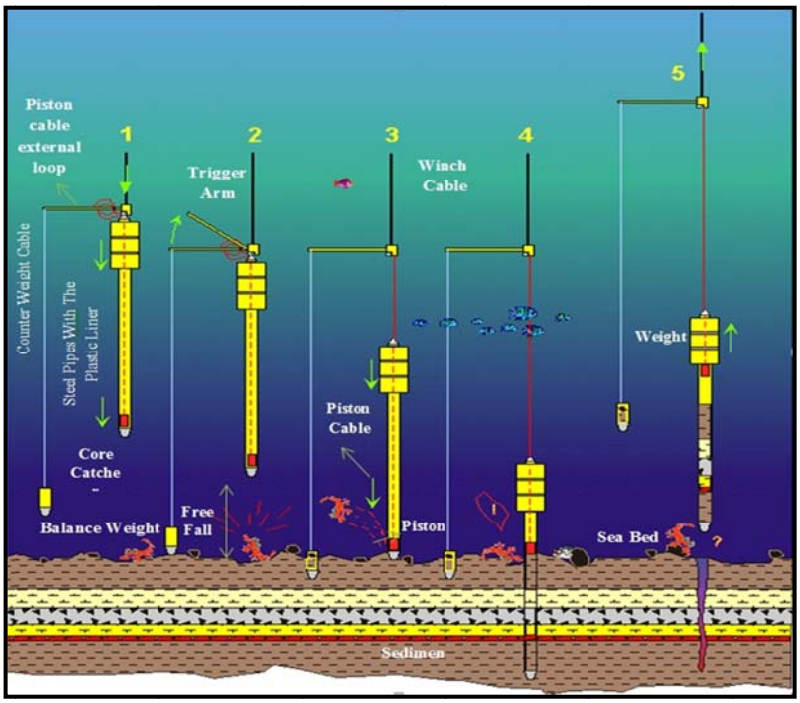
۱۰- نمونه‌ها حتما باید به صورت ایستاده و در جهت درست بالا به پایین (به‌نحوی‌که جهت فلش TOP به سمت بالا باشد) در مکانی از کشتی که کم‌ترین حرکت و لرزش را متحمل شود، قرار گیرد «شکل (۲-۱۸) نشان‌دهنده چگونگی قرارگیری نمونه‌ها در کشتی است».

omoorepeyman.ir

۱۱- نمونه‌ها برای آنالیزهای بعدی به آزمایشگاه فرستاده می‌شود «شکل (۲-۱۹) نمونه‌ای از مغزه‌های منتقل‌شده به آزمایشگاه که عموما به قطعات ۱/۵ متری تقسیم می‌شود را نشان داده است».



شکل ۲-۸- ارسال مغزه‌گیر به بستر دریا



شکل ۲-۹- شماتیکی از عملکرد مغزه‌گیر پیستونی

omoorepeyman.ir

شکل ۲-۱۰- انتقال مغزه‌گیر به عرشه کشتی

شکل ۲-۱۱- جداسازی مغزه‌گیر از وینچ

omoorepeyman.ir

شکل ۲-۱۲- جدا نمودن نمونه از مغزه‌گیر

شکل ۲-۱۳- مشخص نمودن بخش بالایی و پایینی رسوب در لوله

omoorepeyman.ir

شکل ۲-۱۴- برش بخش اضافی لوله پی‌وی‌سی

شکل ۲-۱۵- انتهای مغزه

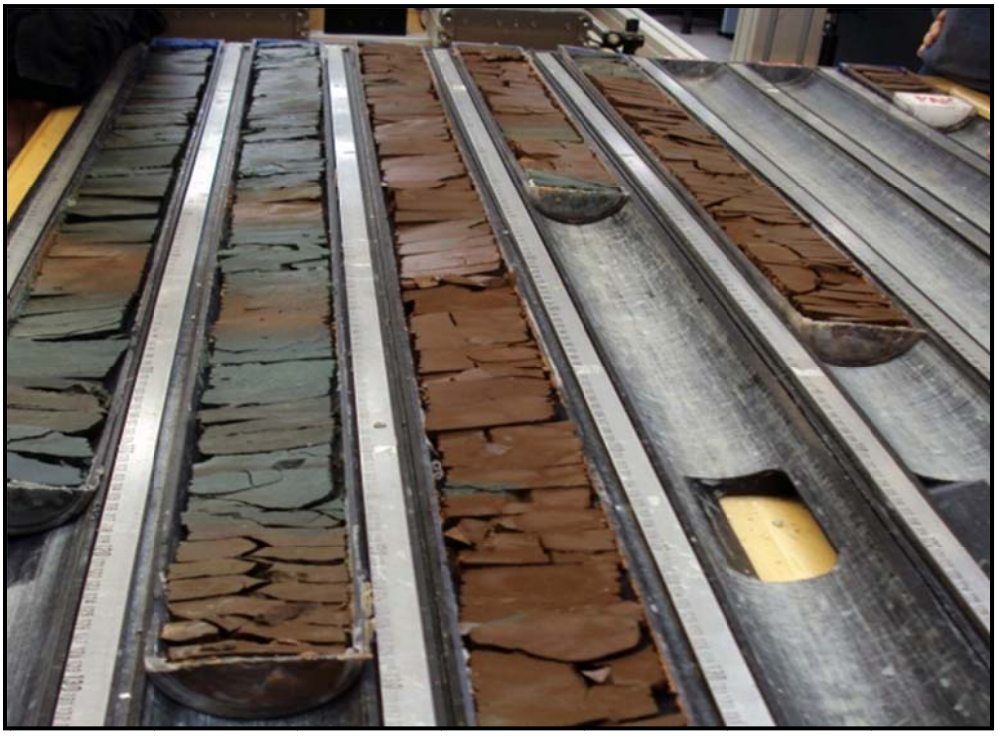
omoorepeyman.ir

شکل ۲-۱۶- بستن انتهای نمونه

شکل ۲-۱۷- شماره‌گذاری نمونه

omoorepeyman.ir

شکل ۲-۱۸- چیدمان نمونه‌ها در کشتی



شکل ۲-۱۹- نمونه مغزه‌ها در آزمایشگاه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۳

طبقه‌بندی و کانی‌شناسی رسوبات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- مقدمه

دانه‌بندی یکی از اساسی‌ترین و مهم‌ترین روش‌های شناسایی ویژگی ذرات رسوبی است که در انتقال و فرسایش موثر است. درواقع تحلیل اندازه دانه به‌منظور شناسایی منشا رسوب، تاریخچه انتقال و شرایط فرسایش در محیط دریایی کاربرد دارد. دانه‌های رسوبی بر اساس قطرشان به رس‌ها، لای‌ها، ماسه‌ها، دانه‌ریزها، ریگ‌ها و قلوه‌سنگ‌ها تقسیم‌می‌شوند که برای تعیین دانه‌بندی آن‌ها از روش‌هایی همچون الک‌کردن، هیدرومتری، آنالیزهای لیزری در آزمایشگاه (Granolometry و X-ray) استفاده می‌شود.

۳-۲- آزمایش الک

آزمایش دانه‌بندی باهدف دست یافتن به توزیع اندازه دانه‌ها در خاک مورد اهمیت است. الک‌های آزمایش دانه‌بندی غالبا از جنس استیل ضد خش و ضدزنگ ساخته‌شده‌اند و فریم آن‌ها (جنس استیل یا برنج) به‌گونه‌ای طراحی‌شده است که به ترتیب اندازه به صورت سری بر روی یکدیگر قرار می‌گیرد. اطلاعات حاصل از این آزمایش را می‌توان برای روابط تخلخل و تراکم مورداستفاده قرارداد.

۳-۲-۱- تجهیزات

- سری الک‌های استاندارد به همراه کفه[1] انتهایی
- لرزاننده[2]
- ترازو
- نمونه رسوب
- دستکش
- بیلچه
- میز کار
- کیسه نمونه
- هاون و دسته‌هاون
- درپوش
- هود

1- Pan
2- Shaker

omoorepeyman.ir

۳-۲-۲- مراحل انجام آزمایش

۱- نمونه یخزده باید به مدت یک شب بیرون از سردکن در دمای معمولی اتاق قرار داده شود.

۲- پیش از شروع انجام آزمایش کاربر باید لباس و دستکش آزمایشگاه را پوشیده و از درآوردن آن خودداری کند.

۳- در اولین مرحله نمونه از بسته نمونه‌گیر خارج و در گرم‌کن با درجه حرارت ۱۰۳ الی ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ الی ۲۴ ساعت قرار داده می‌شود.

۴- در مدت زمانی که نمونه‌ها در خشک‌کن قرار دارد نمونه‌ها باید به‌وسیله یک بیلچه به هم زده شود تا نسوزد، این عمل فرآیند جدایش رسوبات چسبیده به یکدیگر را تسهیل می‌نماید.

۵- به‌منظور جلوگیری از استنشاق گردوغبار حاصله در این آزمایش ادامه فعالیت‌ها در زیر هود انجام الزامی است.

۶- مقدار یک کیلوگرم از نمونه رسوب به هم چسبیده به‌وسیله هاون از یکدیگر جدا شود.

۷- الک‌ها بر اساس اندازه نمونه رسوب انتخاب و به صورت سری روی یکدیگر چیده می‌شود در انتها باید کفه انتهایی در زیر آخرین الک قرار داده شود (تعداد الک‌ها بیش‌تر دقت آزمایش بالاتر). «در جدول (۳-۱) اندازه الک‌های استاندارد آمریکایی و انگلیسی به ترتیب آورده شده است».

۸- نمونه در بالاترین الک قرار داده می‌شود و سپس درپوش به‌منظور جلوگیری از پخش شدن نمونه به اطراف بر روی آن قرار گیرد.

۹- لرزاننده به‌گونه‌ای تنظیم شود که به مدت ۱۰ دقیقه روشن بماند تا فرآیند الک کردن به‌خوبی انجام پذیرد بهتر است الک کردن در دو مرحله انجام شود «شکل (۳-۱) چگونگی ترتیب قرار گرفتن الک‌ها، درپوش و کفه انتهایی را نشان می‌دهد».

۱۰- مقدار باقی‌مانده بر روی هر الک به ظرف‌های نمونه انتقال داده و وزن می‌شود (ظروف از قبل باید وزن شده باشد و وزن ظرف هر نمونه باید در انتهای توزین‌ها کسر شود تا وزن واقعی رسوب حاصل گردد).

۱۱- در انتهای هر آزمایش تجهیزات آزمایشگاه با آب و صابون تمیز و هود خاموش شود.

۱۲- بر اساس وزن حاصله و رابطه ۳-۱ و رابطه ۳-۲ اطلاعاتی شامل درصد عبوری، درصد مانده روی الک و جرم نمونه باقی‌مانده بر روی الک محاسبه و در برگه آزمایشگاه یادداشت شود.

۱۳- با توجه به نتایج حاصله و شکل (۳-۲) امکان تعیین نوع رسوبات امکان‌پذیر است.

$$\text{درصد باقی‌مانده روی الک} = \frac{\text{WSieve}}{\text{WTotal}} \qquad (۳-۱)$$

WSieve: وزن باقی‌مانده روی الک

WTotal: وزن کل دانه‌ها

$$\text{وزن تجمعی عبوری (٪)} = \text{وزن تجمعی باقی‌مانده (٪)} - ۱۰۰(٪) \qquad (۳-۲)$$

۱۴- بعد از محاسبات نمودار لگاریتمی رسم شود که محور Y آن درصد تجمعی عبوری و محور X اندازه الک‌ها است.

omoorepeyman.ir

۱۵- تعیین مقدار اندازه موثر بر اساس نمودار (D_{10}، D_{30}، D_{60}).

۱۶- حصول ضریب یکنواختی (C_u) و ضریب منحنی (C_C) از رابطه ۳-۳ و رابطه ۳-۴ امکان‌پذیر است.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \qquad (۱-۳)$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \qquad (۲-۳)$$

شکل ۳-۱- تجهیزات آزمایش الک

۳-۲-۳- نکات کاربردی

- مرز بین ماسه و شن مطابق اتحادیه دسته‌بندی خاک با الک ۴ (۴ سوراخ در اینچ معادل ۴/۷۵ میلی‌متر) و مطابق استاندارد انگلیسی، ۲ میلی‌متر است.
- اگر بیش از ۵۰٪ خاک از الک شماره ۴ عبور نماید خاک ریزدانه و اگر کمتر از ۵۰٪ خاک از الک ۴ عبور نماید خاک درشت‌دانه محسوب می‌شود.
- مرز فی‌مابین ریزدانه و درشت‌دانه (ماسه از لای و رس) الک شماره ۲۰۰ با اندازه ۰/۰۷۵ میلی‌متر است و بر اساس استاندارد انگلیسی ۰/۰۶۳ میلی‌متر مرز ماسه و لای در نظر گرفته می‌شود.
- نمودار نهایی ترسیم‌شده در این آزمایش لگاریتمی است.
- نمونه‌های باقی‌مانده بر روی کفه انتهایی در آزمایش هیدرومتری موردبررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۲-۴- خطاها

- توزین نمونه که تا خطای ۳٪ قابل‌قبول است.

omoorepeyman.ir

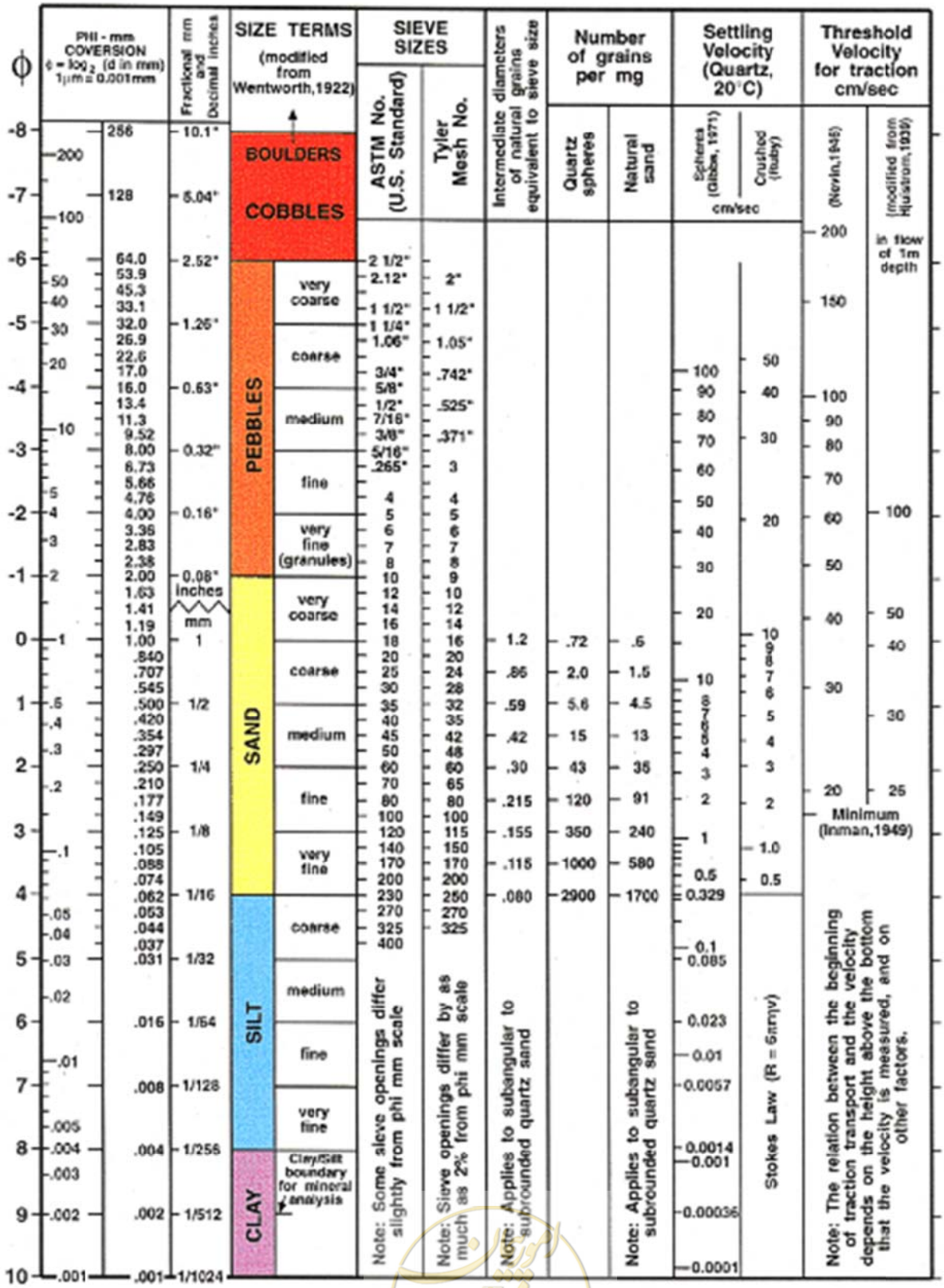
- تخلیه الک‌ها که موجب هدر مقداری از رسوب است.
- کم شدن میزان نمونه براثر تاثیر لرزاننده

جدول۳-۱- الک‌های استاندارد آمریکایی و انگلیسی

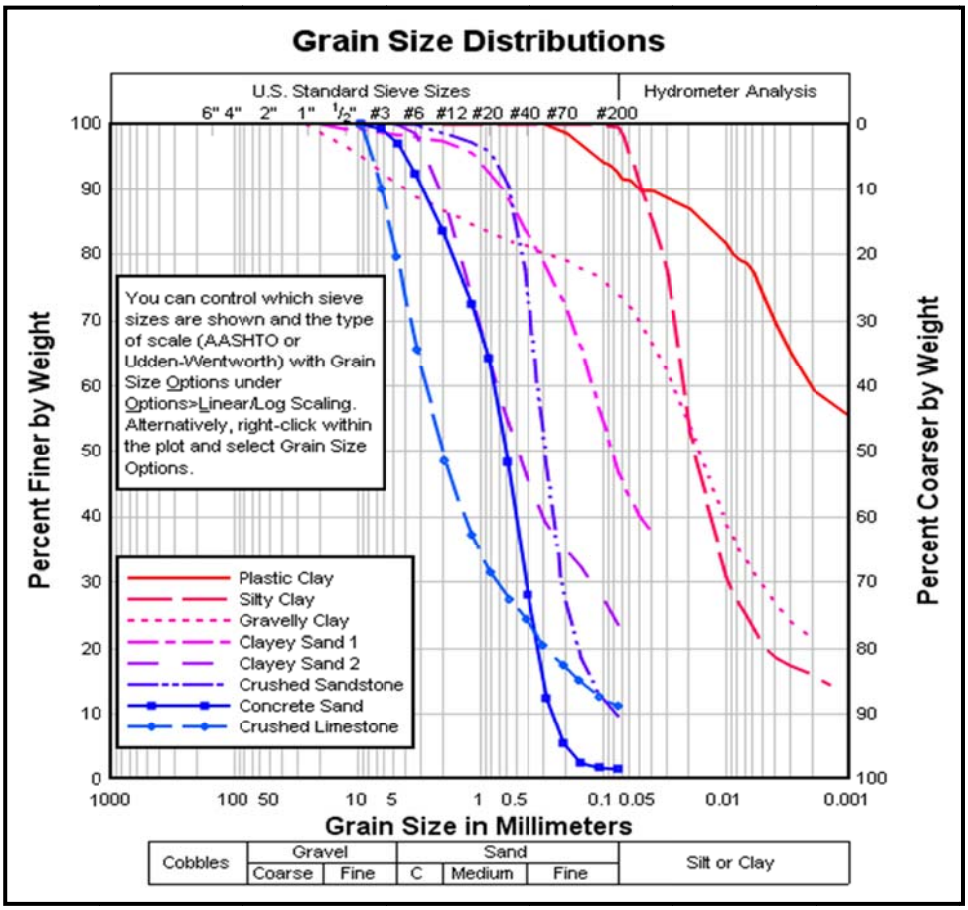
الک‌های استاندارد آمریکایی		الک‌های استاندارد انگلیسی	
شماره الک	اندازه شکاف‌ها (میلی‌متر)	شماره الک	اندازه شکاف‌ها (میلی‌متر)
۴	۴/۷۵	۵	۳/۳۵۲
۶	۳/۳۵	۶	۲/۸۱۲
۸	۲/۳۶	۷	۲/۴۱۱
۱۰	۲	۸	۲/۰۵۷
۱۶	۱/۱۸	۱۰	۱/۶۷۶
۲۰	۰/۸۵	۱۲	۱/۴۰۵
۳۰	۰/۶	۱۴	۱/۲۰۴
۴۰	۰/۴۲۵	۱۶	۱/۰۰۳
۵۰	۰/۳	۱۸	۰/۸۵۳
۶۰	۰/۲۵	۲۲	۰/۶۹۹
۸۰	۰/۱۸	۲۵	۰/۵۹۹
۱۰۰	۰/۱۵	۳۰	۰/۵۰۰
۱۴۰	۰/۱۰۶		
۱۷۰	۰/۰۸۸		
۲۰۰	۰/۰۷۵		
۲۷۰	۰/۰۵۳		
pan	برای آزمایش هیدرومتری کاربرد دارد		

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۲- نمودار همبستگی ارتباط بین اندازه ذرات برحسب میلی‌متر و فی برای رده‌بندی اندازه ذرات که بر اساس قطر دانه‌ها سرعت آستانه کشش از سطح را بر اساس سانتی‌متر بر ثانیه نشان می‌دهد.



omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲- نمونه‌ای از نمودار همبستگی اندازه ذرات بر اساس آزمایش هیدرومتری و الک

۳-۳- آزمایش هیدرومتری

دانه‌بندی خاک‌های ریزدانه که در کفه انتهایی الک‌ها باقی‌مانده است با استفاده از روش ته‌نشینی بررسی می‌شود. این روش مبتنی بر قانون استوکس است و از سرعت سقوط ذرات کروی شکل معلق در مایعات (ذرات بزرگ‌تر سرعت سقوط بیش‌تر، ذرات کوچک‌تر سرعت سقوط کمتر) پیروی می‌کند. آزمایش هیدرومتری درواقع برای خاک‌های ریزدانه در حد رس، لای و ماسه کاربرد دارد و بر اساس استانداردهای ASHTO T88-70 و ASTM D422-63 انجام می‌شود.

۳-۳-۱- تجهیزات موردنیاز

- هیدرومتر استاندارد ASTM no. 152 H
- همزن
- پودر هگزامتافسفات سدیم (۵۰ گرم لیتر)
- آب مقطر
- پنتانول

omoorepeyman.ir

- استوانه مدرج
- ترازو دیجیتال
- دماسنج
- درپوش پلاستیکی برای استوانه ۱۰۰۰ میلی‌لیتری
- استوانه مدرج ۱۰۰۰ میلی‌لیتر
- بشر آزمایشگاه
- الک ۲ میلی‌متر
- گرم‌کن برقی
- ترازو
- زمان‌سنج
- بطری با حجم ۲ لیتر و ۱۰۰ میلی‌لیتر
- هاون و دسته‌هاون
- پوشش آزمایشگاهی (عینک محافظ، دستکش، ماسک)
- برگه یادداشت

۳-۳-۲- نحوه انجام آزمایش

۳-۳-۲-۱- آماده‌سازی نمونه

۱- به‌منظور انجام آزمایش درمجموع به ۵۰۰ گرم نمونه نیاز است که باید بلافاصله بعد از برداشت در کیسه‌های نمونه یا ظروف نمونه‌گیر قرار داده شود.

۲- ۱۵۰ گرم از نمونه مورد نظر جدا و در گرم‌کن برقی با دمای 105° درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شود.

۳- نمونه خشک‌شده به شکل تکه‌های رسوب سفت و چسبیده کنار یکدیگر است که به‌وسیله هاون و دسته‌هاون باید از هم جدا شود.

۴- نمونه برای جداسازی قطعات گراول با استفاده از الک ۲ میلی‌متری الک شده و میزان رسوبات کوچک‌تر و بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر توزین و در برگه یادداشت شود.

۵- ۱۰ الی ۱۰۰ گرم از رسوبات کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر برای انجام آزمایش کافی است.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۲-۲- آماده‌سازی محلول

۱- ۱۰۰ گرم از هگزا فسفات سدیم را وزن و به داخل بشر حجمی انتقال داده شود.

۲- آب مقطر با حجم ۲۰۰۰ میلی‌لیتر به بشر حجمی اضافه شود.

۳- همزن روشن و فرآیند اختلال محلول تا زمانی که پودر هگزا فسفات سدیم در داخل آن حل و کاملا یکنواخت شود ادامه یابد.

۳-۳-۲-۳- پراکندگی خاک

۱- نمونه خشک‌شده از گرم‌کن خارج و پس از وزن در یک بشر ۶۰۰ میلی‌لیتری ریخته شود سپس ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر با ۱۰۰ میلی هگزامتافسفات سدیم مخلوط شود، به محلول به مدت یک‌شب وقت داده شود تا به‌اصطلاح خیس بخورد.

۲- بافت خاک، میزان خاک موردنیاز برای آزمایش را بر اساس اندازه نمونه تعیین می‌کند (۱۰ الی ۲۰ گرم نمونه برای رس‌ها و ۶۰ الی ۱۰۰ گرم برای ماسه‌های درشت‌دانه لازم است).

۳- در این مرحله خاک و محلول هگزا فسفات سدیم با یکدیگر مخلوط و به مدت ۵ دقیقه به‌وسیله همزن برقی مخلوط می‌شود، نهایتا محلول حاصله به داخل استوانه مدرج ۱۰۰۰ میلی‌لیتری انتقال و به آن آب مقطر اضافه می‌شود تا به حجم یک لیتر برسد «شکل (۳-۳) نشان‌دهنده استوانه مدرج و محلول آزمایش هیدرومتری است».

۳-۳-۲-۴- کالیبراسیون (نمونه شاهد)

۱- در استوانه مدرج، ۱۰۰ میلی‌لیتر (HMP) به ۹۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای اتاق اضافه می‌شود، محلول باید به حجم ۱ لیتر رسانیده و مخلوط با همزن به هم زده و دمای آن اندازه‌گیری و یادداشت شود.

۲- هیدرومتر را باید به‌آرامی به داخل استوانه مدرج قرارداد و درجه بالای هیدرومتر که محلول در تماس با آن است را قرائت نمود. دلیل استفاده از نمونه شاهد ازاین‌رو بااهمیت است که اصلاحات ویسکوزیته محلول و غلظت خاک برای انجام تجزیه‌وتحلیل‌های بعدی به‌وسیله داده‌های حاصل از این نمونه انجام می‌پذیرد «شکل (۳-۴) نشان‌دهنده یک هیدرومتر استاندارد ASTM no. 152 H است».

۳-۳-۲-۵- اندازه‌گیری‌های هیدرومتری

۱- برای انجام آزمایش باید دمای نمونه به دمای محیط نزدیک و سپس ثبت شود. نکته قابل‌توجه برای انجام اندازه‌گیری‌ها قرارگیری هیدرومتر در وسط استوانه و قرائت خط بالایی تماس آب با هیدرومتر است «شکل (۳-۵) چگونگی قرائت صحیح هیدرومتر را نشان می‌دهد».

۲- درپوش استوانه مدرج بسته و به مدت یک دقیق استوانه تکان داده تا محلول به‌خوبی مخلوط شود.

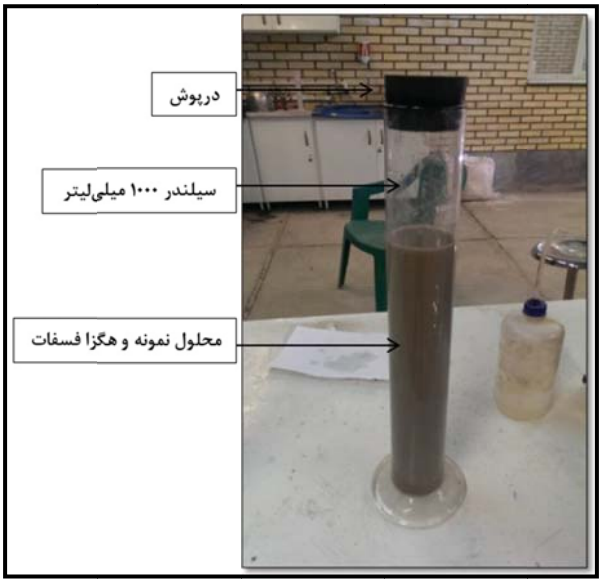
۳- درصورتی‌که محلول کف‌آلود باشد باید یک قطره پنتانول به آن افزود.

omoorepeyman.ir

۴- بعد از مخلوط شدن کامل، هیدرومتر را به‌آرامی در داخل محلول قرا داده و اولین قرائت مربوط به ۳۰ ثانیه اول ثبت شود، پس از قرائت، هیدرومتر به‌آرامی از استوانه خارج شود و مجددا در ۶۰ ثانیه قرائت انجام پذیرد. هیدرومتر پس از هر قرائت باید شسته و خشک شود.

۵- هیدرومتر ۱۰ ثانیه قبل از هر قرائت در داخل استوانه قرار داده شود تا از نوسان زیاد در هنگام قرائت جلوگیری شود، قرائت‌ها بر اساس جداول مخصوص در زمان‌های مشخص تا ۹۰ دقیقه و مجددا تا ۱۴۴۰ دقیقه تکرار شود.

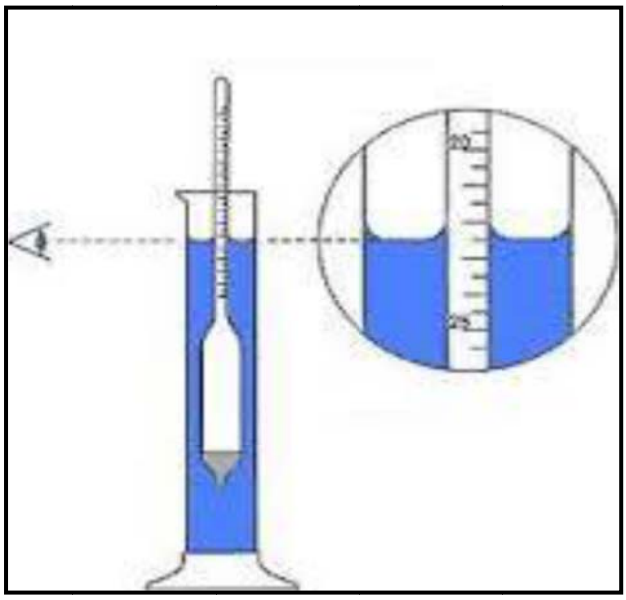
۶- در حین انجام آزمایش دمای نمونه و استوانه کالیبراسیون را نیز باید یادداشت نمود که داده‌های حاصله از نمونه اصلی در ستون R و داده‌های حاصله از استوانه کالیبراسیون را در ستون RL در برگه یادداشت با دقت ثبت شود.



شکل ۳-۳- استوانه مدرج

شکل ۳-۴- هیدرومتر ASTM no. 152 H

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۵- قرائت هیدرومتر در استوانه مدرج

توجه داشته باشید که در هنگام انجام آزمایش از تجهیزات ایمنی همچون دستکش، عینک و ماسک استفاده و در صورت تماس خاک و یا هگزا فسفات سدیم با چشم به مدت ۱۵ دقیقه با آب تمیز شست‌وشو شود.

۳-۳-۳- محاسبات و تصحیح مقدماتی

پارامتر B برای تمام فواصل زمانی در صورت ثابت بودن دما و برای تصحیح تغییرات چگالی و گرانروی قابل‌استفاده است (رابطه ۳-۳ الی رابطه ۳-۵).

$$B = 30\eta / [g(\rho_s - \rho_1)] \qquad (۳-۳)$$

η = مایع ویسکوزیته $g\ cm^{-1}s^{-1}$ HMP

g= ثابت گرانش cm/s^2

ρ_s = چگالی ذرات خاک g/cm^3 - استاندارد 2.65 g/cm^3

ρ_1 = چگالی محلول g/cm^3 HMP

$$\rho_1 = \rho^\circ(1 + 0.630C_S) \qquad (۴-۳)$$

ρ° = چگالی آب در دمای t، دما برابر ۲۰ درجه سانتی‌گراد ρ° برابر $0.998\ g/cm^3$ و درصورتی‌که دما برابر ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد ρ° برابر $0.997\ g/cm^3$ است.

C_S = مقدار HMP $0.05-$ g/cm^3 محاسبه‌شده بر اساس آماده‌سازی محلول در مرحله سوم

$$\eta = \eta^\circ(1 + 4.25\,C_S) \qquad (۵-۳)$$

omoorepeyman.ir

η° = ویسکوزیته آب در دمای t، دما برابر ۲۰ درجه سانتی‌گراد η° برابر $0.01\ g\ cm^{-1}s^{-1}$ و درصورتی‌که دما برابر ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد η° برابر $0.0089\ g\ cm^{-1}s^{-1}$ است.

C_S = مقدار HMP – 0.05 g/cm^3

۳-۳-۴- محاسبه فاصله زمانی برای ذرات با قطر (X)

$$X = \theta(t)^{-1.2} \quad (۶-۳)$$

X= اندازه ذرات معلق µm در واحد زمان

t= زمان‌بر اساس دقیقه

θ = پارامتر رسوب $\mu m\ min^{1.2}$

$$\theta = 1000(Bh')^{1.2} \quad (۷-۳)$$

h' = عمق تاثیر هیدرومتر cm

B= محاسبه بر اساس رابطه ۳-۳

$$h' = -0.164\,R + 16.3 \quad (۸-۳)$$

R= قرائت تصحیح‌نشده هیدرومتر g/L

۳-۳-۴-۱- درصد تجمعی (P) برای هر بازه زمانی

$$P = C/C_0 \times 100 \quad (۹-۳)$$

P= درصد تجمعی برای بازه زمانی

C_0 = میزان نمونه خاک برای آزمایش (بخش ۳)

$$C = R - R_L \quad (۱۰-۳)$$

C= تمرکز رسوب معلق g/ L

R= قرائت هیدرومتر تصحیح‌نشده g/ L

R_L = قرائت محلول شاهد

۳-۳-۴-۲- رس

- استفاده از قرائت هیدرومتری تصحیح‌نشده و محلول شاهد در بازه یک ساعت و نیم و ۲۴ ساعت
- استفاده از روابط بخش (خ) و بخش (د) برای تعیین تاثیر اندازه ذرات (X) و درصد تجمعی (P) برای بازه زمانی ۹۰ دقیقه و ۲۴ ساعت.
- درصد رس به‌وسیله رابطه ۳-۱۱ قابل‌محاسبه است.

omoorepeyman.ir

$$P_{2\mu m} = m\ln(2/X_{24}) + P_{24} \quad (۱۱-۳)$$

X_{24} = اندازه ذرات معلق در ۲۴ ساعت که بر اساس رابطه ۳-۶ قابل‌محاسبه است.

P_{24} = درصد تجمعی در ۲۴ ساعت که بر اساس رابطه ۳-۹ محاسبه می‌شود.

m= شیب منحنی درصد تجمعی بین $X_{1.5}$ و X_{24} در بازه زمان $m = (P_{1.5} - P_{24}) / \ln(X_{1.5} / X_{24})$

$X_{1.5}$ = اندازه ذرات معلق در بازه ۱/۵ ساعت که بر اساس رابطه ۳-۶ قابل‌محاسبه است.

$P_{1.5}$ = درصد تجمعی در بازه ۱/۵ ساعت که بر اساس رابطه ۳-۹ محاسبه می‌شود.

$$C = R - R_L \quad (۱۲-۳)$$

C= تمرکز رسوب معلق g/ L

R= قرائت هیدرومتر تصحیح‌نشده g/ L

R_L = قرائت محلول شاهد

۳-۳-۴-۳- شن و ماسه

- استفاده از قرائت هیدرومتری تصحیح‌نشده و محلول شاهد در بازه ۳۰ ثانیه الی ۶۰ ثانیه
- استفاده از روابط بخش (خ) و (د) برای محاسبه درصد تجمعی ۳۰ ثانیه و ۱ دقیقه.
- $P50\ \mu m$ به‌وسیله رابطه ۳-۱۳ قابل‌محاسبه است.

$$P_{50}\mu m = m\ln(50/X_{60}) + P_{60} \quad (۱۳-۳)$$

X_{60} = اندازه ذرات معلق در ۶۰ ثانیه «رابطه ۳-۶ برای محاسبه اندازه ذرات معلق است».

P_{60} = درصد تجمعی در ۶۰ ثانیه «رابطه ۳-۹ برای محاسبه درصد تجمعی قابل‌استفاده است».

m= شیب منحنی درصد تجمعی بین X_{30} و X_{60} در بازه زمان $m = (P_{30} - P_{60}) / \ln(X_{30} / X_{60})$

X_{30} = اندازه ذرات معلق در بازه ۳۰ ثانیه «رابطه ۳-۶ برای محاسبه اندازه ذرات معلق است».

$P_{1.5}$ = درصد تجمعی در بازه ۳۰ ثانیه «رابطه ۳-۹ برای محاسبه درصد تجمعی کاربرد دارد».

۳-۳-۴-۴- سیلت

$$\%silt = 100 - (\%sand + clay) \quad (۱۴-۳)$$

۳-۳-۵- اشتباهات رایج در آزمایش هیدرومتری

اشتباهات رایج آزمایشگاهی بر اساس (Rollings, 1996) شامل موارد ذیل است:

- به‌کارگیری مقدار یا نوع نامناسب ماده پراکنده ساز منجر به انعقاد ذرات خاک می‌شود.
- جدا نشدن کامل ذرات خاک
- تکان ندادن کافی استوانه در ابتدای آزمایش

omoorepeyman.ir

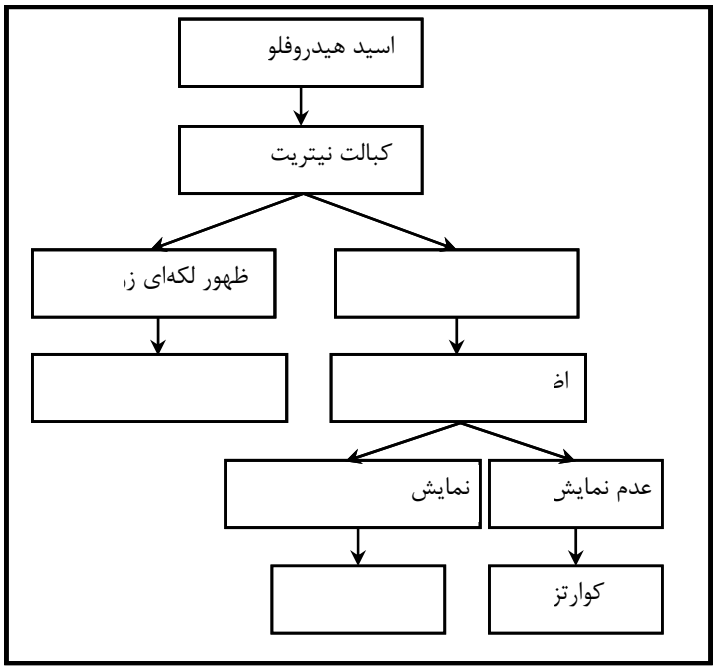
- مقدار زیاد خاک درون مخلوط
- به‌هم‌خوردگی مخلوط حین داخل و یا خارج نمودن چگالی سنج
- تمیز نکردن چگالی سنج
- ثبت نکردن تغییرات دمای نمونه و هیدرومتر شاهد در حین آزمایش
- به دلیل اینکه این آزمایش بر اساس قانون استوکس استوار است میزان رس به‌طور طبیعی بیش از مقدار واقعی برآورد می‌شود زیرا که در این قانون ذرات خاک کروی در نظر گرفته می‌شود. درصورتی‌که ذرات خاک ریزتر از ۰/۰۰۵ میلی‌متر عموما ورقه‌ای شکل بوده و می‌توانند طول یا عرضی از ۵ الی صدها برابر ضخامتشان داشته باشند. سقوط یک‌ذره ورقه‌ای شکل خاک در میان آب را می‌توان به‌نوعی به سقوط یک برگ از درخت تشبیه نمود (Lambe, 1951).

۳-۴- دستگاه انکسار[1]

دستگاهی کاربردی به‌منظور شناسایی کانی‌ها بر اساس عملکرد پراش اشعه X است، در این روش کانی‌های مختلف موجود در یک عنصر شناسایی می‌شود. درواقع پراش اشعه X برای آنالیزهای نیمه کمی قابل‌استفاده است و ازاین‌رو بااهمیت می‌باشد که روشی مستقیم برای تعیین نوع فازها و ساختار بلورین مواد است «در نمودار ۳-۱ چگونگی آنالیز کانی‌های کوارتز دار قابل‌مشاهده است».

1- X-RAY

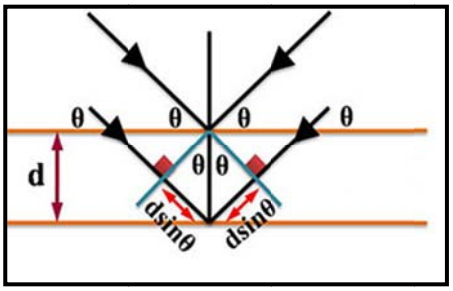
omoorepeyman.ir



نمودار ۳-۱- نمودار آنالیز کانی‌های کوارتز دار (مخلوطی از کانی‌های کوارتز، فلدسپات و پلاژیوکلاز)

شناسایی کانی‌ها با استفاده از روش انکسار اشعه X بر پایه تعیین فضاهای بین قطبی و شبکه‌ای (d) که بر اساس قرارگیری فاصله بین اتم‌های بافت کانی می‌باشد، است و این فاصله شبکه‌ای بیانگر نقشه اتمی کانی است. پرتوهای ایکس در این آنالیز عموما از طول‌موجی در حدود ۵ الی ۵/۲ آنگستروم برخوردار می‌باشد.

با توجه به اینکه هسته اتم‌ها در یک شبکه بلوره‌ای[1] به فاصله کمی (در حدود چند آنگستروم) از یکدیگر قرارگرفته‌اند، بازتابش پرتو ایکس از این صفحات متوالی منجر به تداخل سازنده یا ویرانگر امواج می‌شود، درصورتی‌که اشعه‌ی ایکس متفرق شده هم‌فاز باشد، رابطه پراگ «رابطه ۳-۱۵ توصیف‌کننده زاویه‌ای که در آن پرتو ایکس با طول‌موج مشخص از سطح بلوره پراش می‌یابد» در مورد آن‌ها صادق خواهد بود به‌طوری‌که با استفاده از فرمول پراگ می‌توان فاصله صفحات بلوره‌ای و درنتیجه اندازه و نوع سلول واحد را به دست آورد «شکل (۳-۶) بیانگر شماتیکی از زوایای ایجاد شده در رابطه پراگ است».



شکل ۳-۶- شماتیکی از زوایای ایجادشده در رابطه پراگ

1- Crystal

omoorepeyman.ir

$$n\lambda = 2D\sin\theta \qquad (۱۵-۳)$$

λ = طول‌موج اشعه

D= فاصله بین قطبی[1] (صفحات اتمی هم‌ارز)

θ = فاصله شبکه‌ای X نیم زاویه بین اشعه متفرق شده و امتداد اشعه تابش

n= سطح تفرق

۳-۴-۱- نحوه انجام آزمایش

۱- اشعه تک‌فام $(K_\alpha)X$ به‌موازات نمونه تابیده شود؛ میزان انکسار پرتوها بر اساس میزان واگرایی نمونه کنترل می‌شود.

۲- نمونه به صورت شیب‌دار بر روی نگه‌دارنده نمونه قرار گیرد.

۳- اشعه با شیبی معادل زاویه θ بر نمونه تابیده شود.

۴- بر اساس نور تابیده‌شده توسط تجهیزات موازی‌ساز و جنس نمونه بازتاب صورت می‌پذیرد.

۵- نهایتا با توجه به میزان انکسار زاویه امواج تابیده‌شده نوع عنصر شناسایی می‌شود.

۶- امواج تابیده‌شده با توجه به نوع عناصر تشکیل‌دهنده نمونه پراکنده‌شده و سپس به امتدادیاب پرتو[2] رسیده و وارد شمارنده می‌گردد. شمارنده حداکثر واکنش را نسبت به K_α مورداستفاده نشان داده و با استفاده از تجهیزات، میزان زاویه 2θ مشخص می‌گردد.

از مزایای استفاده از انکسار امواج، تحلیل سریع، هزینه پایین، سرعت‌بالا در ثبت نتایج، عدم استفاده از مواد شیمیایی و جلوگیری از ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی است. متاسفانه در این روش عناصر قبل از سدیم در جدول قابل آنالیز نیست.

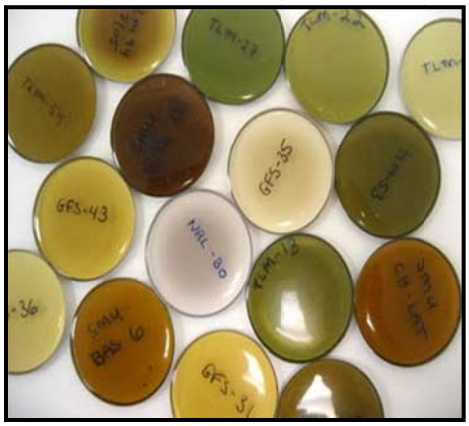
نمونه‌های استفاده‌شده در این آنالیز به صورت قرص آماده‌سازی می‌شود (پودر باید به‌اندازه‌ای باشد که یک سطح ۱/۵×۱/۵ سانتی‌متر را پوشش دهد). این قرص‌ها به دو شکل قابل تهیه است، نوع آن‌ها به ترکیب عنصر مورد آنالیز بستگی دارد.

- قرص‌های ذوبی: به‌وسیله کمک‌ذوب‌ها که اکثرا از ترکیبات عنصر بور (به‌ویژه بورات لیتیم) است، تهیه می‌شود و برای عناصر اصلی مورداستفاده قرار می‌گیرد «شکل (۳-۷) نمونه‌ای از قرص‌های ذوبی را نشان می‌دهد».

1- Lattice Spacing
2- Collimator

omoorepeyman.ir

- قرص‌های تحت‌فشار: این نوع از قرص‌ها بانام قرص‌های پودری نیز شناخته می‌شود. نمونه در این قرص‌ها با یک ماده چسبنده بی‌اثر مخلوط شده و تحت‌فشار تبدیل به قرص‌های قابل‌استفاده در دستگاه می‌شود. در صحت‌سنجی این نمونه‌ها نمایش مقدار ۷/۶ الی ۵/۶٪ مقدار مناسبی است «شکل (۳-۸) نمونه‌ای از قرص‌های تحت‌فشار را نشان می‌دهد».



شکل ۳-۷- قرص‌های ذوبی عناصر اصلی

شکل ۳-۸- قرص‌های پودری عناصر فرعی

شایان‌ذکر است که در این آنالیز از نمونه‌های مایع نیز می‌توان استفاده نمود، نمونه مایع باید روی یک لام ۱×۱ سانتی‌متر در چندین مرحله چکانده شود به صورتی که زیر لایه کاملا پوشانده شود (در این حالت یکنواختی مایع مهم است).

۳-۴-۲- تجهیزات

۳-۴-۲-۱- تجهیزات آزمایشگاه

- مخلوط‌کن
- گرم‌کن
- ترازو

omoorepeyman.ir

- آسیاب
- نرم‌افزار

۳-۴-۲-۲- وسایل موردنیاز

- تیغه تیز
- هاون و دسته‌هاون
- مواد استاندارد کوارتز و آگات
- مواد الک 250 µm
- قاشق نمونه‌بردار

۳-۴-۲-۳- مواد شیمیایی

- هگزان ۹۹٪
- اتانول ۹۹٪
- آب مقطر

۳-۴-۳- آماده‌سازی نمونه برای تمام رسوبات

۱- نمونه به‌وسیله هاون در بازه زمانی چند ثانیه تا چند دقیقه آسیاب شود، عنصر آگات برای نمونه‌های سخت و شیشه برای نمونه‌های نرم است. تعیین دقیق زمان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد زیرا سایش بیش‌ازاندازه موجب از دست رفتن بلورهای کانی می‌شود. ذرات باید به‌اندازه میکرون تبدیل شوند تا برای تحلیل‌های کمی مناسب باشند. ذرات با اندازه کوچک‌تر از 50µm(10 µm) برای این آزمایش مناسب است زیرا خروجی دستگاه برای نمونه‌هایی با اندازه ریز نمودارهای طیفی با قله‌هایی پهن و نمونه‌های درشت‌تر قله‌هایی برجسته است «شکل (۳-۹) نمونه‌ای از هاون و خردکن از جنس شیشه و آگات می‌باشد».

شکل ۳-۹- هاون و خردکن شیشه‌ای و آگات

omoorepeyman.ir

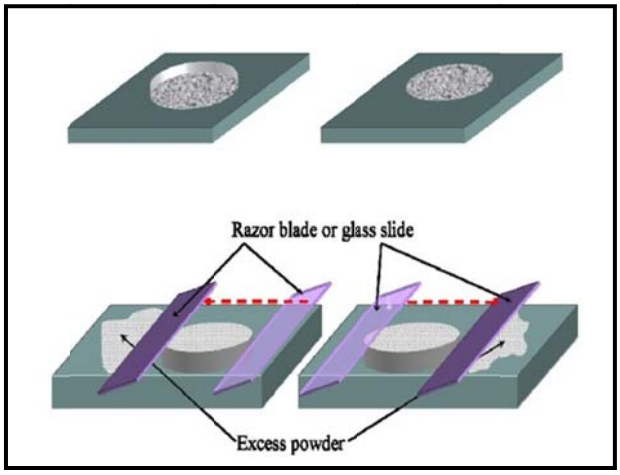
۲- استفاده از یک مایع بی‌اثر مانند اتانول و یا استون برای جلوگیری از چسبندگی ذرات نرم.

۳- تقسیم نمونه به چند بخش با وزن ۵ گرم.

۴- نمونه باید به‌وسیله مخلوط‌کن تا یکنواختی و همگن شدن کامل مخلوط شود.

۵- پودر حاصله در یک محفظه از جنس آلومینیوم، پلاستیک و یا شیشه که سطح آن در مقابل خروجی منبع اشعه ایکس قرار دارد، قرار داده می‌شود.

۶- از یک تیغ تیز برای صاف نمودن سطح نمونه در تمام جهات استفاده شود به‌طوری‌که مقدار اضافه نمونه از گوشه‌ای خارج شود. «شکل (۳-۹) چگونگی قرار گرفتن نمونه در جایگاه را نمایش می‌دهد».



شکل ۳-۱۰- صاف نمودن سطح نمونه

۷- سطح نمونه باید کاملا صاف و صیقلی باشد، برجستگی‌ها باعث عدم دریافت پرتو توسط بعضی از قسمت‌های نمونه شده و آنالیز را غیرممکن می‌سازد.

۳-۴-۴- عملکرد دستگاه XRD

۱- در ابتدا ۳۰ دقیقه قبل از شروع کار، دستگاه روشن تا کاملا گرم شود.

۲- دسته‌های نگه‌دارنده نمونه باید در حالت باز قرار گیرد.

۳- نمونه در جایگاه نمونه قرارگرفته و دستک‌ها به محل خود باز گردانیده و درِ جایگاه بسته و با اعمال فشار در جای خود محکم شود (صدای تق بیانگر بسته شدن در جایگاه است).

۴- ولتاژ دستگاه باید در حد بالای خود باشد.

۵- پارامترها بر اساس نیاز پژوهشگران تنظیم می‌شود.

۶- در انتها با فشردن دکمه شروع آنالیز به‌وسیله دستگاه انجام می‌پذیرد.

omoorepeyman.ir

۳-۴-۵- اجزای دستگاه

- لامپ اشعه ایکس
- منبع تولید انرژی با ولتاژ بالا
- نگه‌دارنده نمونه
- توازن دهنده طیف‌های تابشی حاصل از نمونه
- شمارنده تابش اشعه ایکس
- بلور آنالیز کننده
- آشکارساز
- امتدادیاب پرتو

۳-۴-۵-۱- مراحل انجام آنالیز

۱- قبل از شروع آزمایش، دستگاه توسط نمونه‌های استاندار کالیبره شود، این نمونه‌های استاندارد متشکل از عناصری با درصد مشخص است. به‌عنوان‌مثال؛ آنالیز نمونه‌هایی با ترکیب آهن و تیتانیوم از نمونه‌های استاندار سنتزی که از TiO_2 و Fe_2O_3 ساخته و به نسبت ۱:۱ از این عناصر مخلوط شده‌اند، استفاده می‌شود. انحراف میانگین مقادیر استاندارد برای Fe_2O_3 در ایلمنیت برابر ٪ ۱/۲ و برای مگنتیت ٪ ۰/۶ و برای TiO_2 در ایلمنیت برابر ٪ ۱/۸ و برای مگنتیت ٪۳/۲ است. شایان‌ذکر است در کالیبراسیون باید از نمونه‌های استاندارد نزدیک به عناصر مورد آنالیز استفاده شود. عناصر دیگر (Si ,Ca ,Mn ,Mg) با آنالیزورهای طبیعی کالیبره شده و باید دارای محدوده صحت‌سنجی ٪۱/۷ الی ٪۱۲/۳ باشند.

۲- لوله هدایت‌کننده اشعه ایکس پرتوی به سمت نمونه هدایت می‌نماید، شدت تابش پرتو موجب برانگیختگی اتم‌های نمونه مجهول است.

۳- با برخورد اشعه ایکس به اتم‌ها، الکترون‌ها از ترازهای مختلف خارج‌شده و اتم برانگیخته می‌شود. این برانگیختگی موجب انتقال الکترون‌ها از تراز بالاتر به تراز پایین می‌شود.

۴- پرتوایکس خروجی که مازاد انرژی الکترون‌های منتقل‌شده از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر است (امواج فلورسانس) ساطع می‌گردد، این امواج نماینده عنصرهای سازنده نمونه است و نهایتا به سمت بخش امتدادیاب پرتو[1] هدایت می‌شود (Collimator متشکل از چند ورقه موازی است که برای جمع‌آوری و موازی نمودن پرتو اشعه ایکس قابل استفاده است).

1- Collimator

omoorepeyman.ir

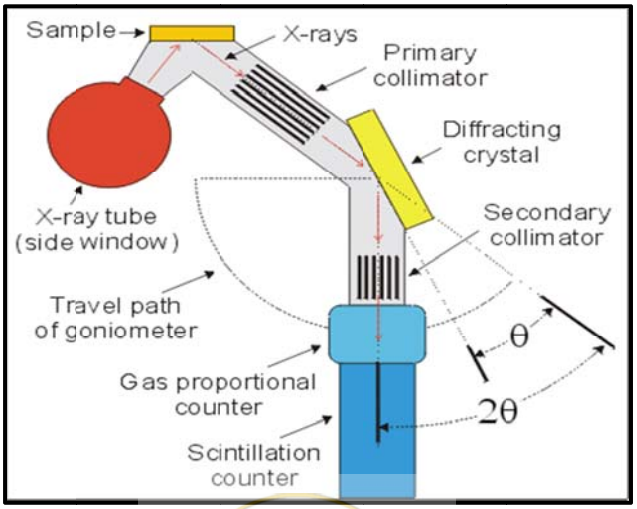
۵- پرتو برخوردی که حال تبدیل به گستره‌ای از طول‌موج‌ها شده است توسط بلور آنالیز تفکیک می‌شود (برای شناسایی عناصر بین پتاسیم تا اورانیوم از بلور آنالیز کننده فلورید سدیم (NaF) و برای شناسایی عناصر فسفر تا کلر و ترکیبات پلیمری و سبک از بلور ژرمانیم استفاده می‌گردد). بلورهای آنالیز کننده بر روی یک منشور چندوجهی قرار دارد تا در هنگام جابه‌جایی از آسیب‌های ممکنه مانند ضربه خوردن جلوگیری شود و یا با چرخاندن صفحه امکان تغییر آنالیز کننده‌ها برای قرارگیری در برابر پرتوایکس فراهم گردد. بلور آنالیز کننده بر اساس رابطه پراگ باعث پراش طول‌موج‌ها در زاویه‌ای مشخص می‌شود.

۶- پرتوها مجددا از یک امتداد یاب ثانویه عبور کرده و به آشکارساز می‌رسد «شکل (۳-۱۱) شماتیکی از چگونگی انتقال پرتوایکس در دستگاه X_Ray را نمایش می‌دهد» (به‌منظور آشکارسازی از گاز و یا آشکار کننده‌های تهیجی استفاده می‌شود).

۷- آشکارساز بر روی یک صفحه دایره‌ای متمرکز است که وظیفه تعیین شدت پرتو ثانویه ورودی و ارسال آن به بخش ثبت‌کننده را دارد. «شکل (۳-۱۲) نمونه‌ای از نمودار ترسیم‌شده توسط دستگاه را نمایش می‌دهد».

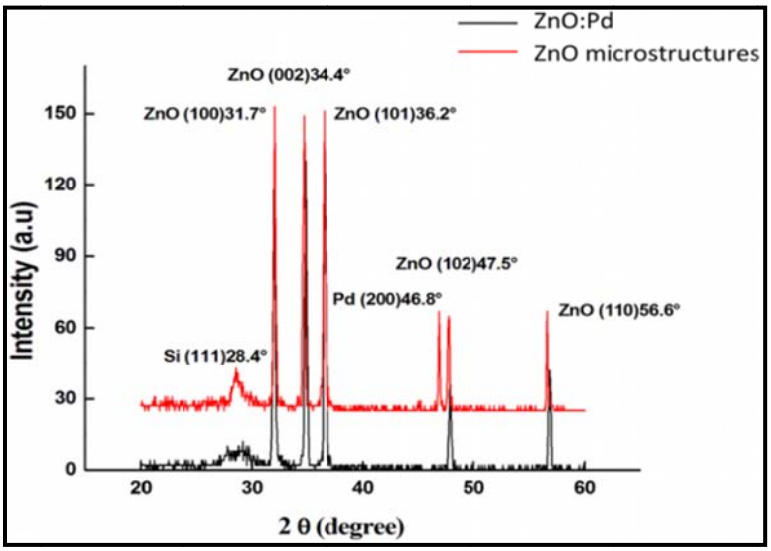
۳-۴-۶- نکات کاربردی

- نمونه‌ها با ترکیبات معدنی به صورت قرص آماده و سپس در مقابل پرتو قرار داده می‌شود. بر اساس زاویه پرتو طیفی، امواج ثبت می‌شود. هر پیک ترسیم‌شده در نمودار بیانگر عنصر مشخصی است.
- K_α و K_β برای عناصر معمول و L_α برای عناصر سنگین کاربرد دارد.
- از نرم‌افزار IGPET می‌توان برای تشخیص نام کانی‌ها استفاده نمود و یا بر اساس طول‌موج عناصر طبق جداول از پیش تعیین‌شده می‌توان عناصر موجود در نمونه را شناسایی و با استفاده از شدت پرتو و مقایسه آن با یک نمونه استاندارد و رسم منحنی کالیبراسیون درصد عناصر تشکیل‌دهنده را تعیین نمود.



شکل ۳-۱۱- شماتیکی از نحوه انتقال اشعه ایکس در دستگاه X_Ray

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱- نمودار ترسیم‌شده توسط آنالیز نمونه

شایان‌ذکر است تهیه نمونه مورد آنالیز با توجه به ترکیبات نمونه متفاوت است و برای ساخت نمونه به‌منظور آنالیز X-Ray باید به روش‌ها توجه شود. «شکل (۳-۱۳) نمونه‌ای از دستگاه X_Ray قابل‌مشاهده است».

شکل ۳-۱۳- نمونه‌ای از دستگاه X_Ray

omoorepeyman.ir

۳-۵- عکس‌برداری سرعت ذرات معلق[1]

تصویربرداری سرعت ذرات (PIV) یکی از مهم‌ترین فن‌آوری‌های اندازه‌گیری سرعت با توجه به جریان است. برنامه حرکت جریان (سرعت جریان) و بازتاب ذرات کوچک به صورت دیجیتالی عکس‌برداری می‌شود به‌طوری‌که در بازه‌های عکس‌برداری جایگاه قرارگیری ذرات ثبت و با توجه به‌سرعت جریان محاسبه‌شده بردار جریان قابل ترسیم است.

برای محاسبه بردار جریان، کل عکس به پنجره‌های کوچکی به‌منظور تفسیر و تحلیل تقسیم می‌شود. حرکت متوسط ذرات در هر پنجره تفسیر و به صورت دوبه‌دو در کنار یکدیگر قابل‌بررسی است. تعیین سرعت بر اساس تقسیم فاصله جابه‌جایی ذرات در بازه زمان محاسبه می‌شود. تصویربرداری در این روش به صورت دوبعدی به‌وسیله یک دوربین انجام می‌پذیرد اما با استفاده از تصویربرداری استریو این روش به ۳ بعد می‌تواند ارتقاء یابد.

مزیت اصلی روش تصویربرداری سرعت ذرات نسبت به روش‌های دیگر تعیین سرعت سیال در تمامی مناطق سطح به‌طور همزمان به‌جای اندازه‌گیری مجزا در نقاط متفاوت است که یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها برای آنالیز جریان‌های ناپایدار می‌باشد.

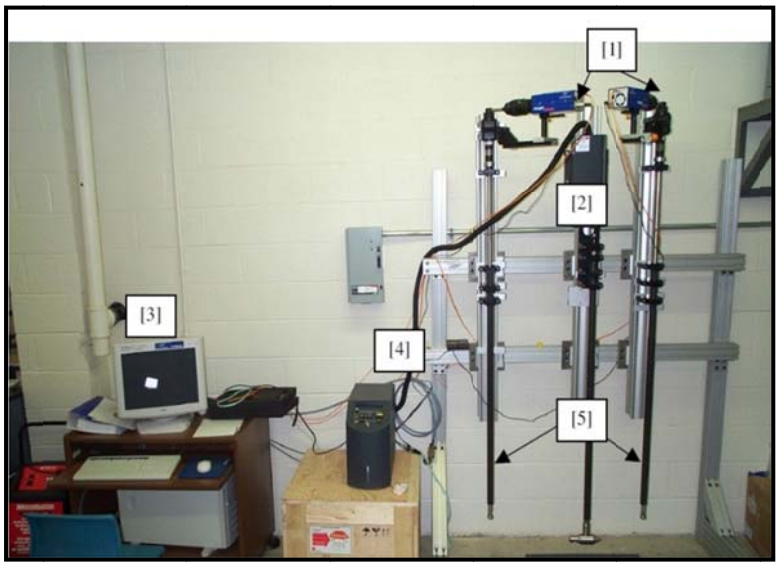
۳-۵-۱- تجهیزات

- دو عدد دوربین
- یک دستگاه لیزر YAG به همراه کنترل‌کننده
- رایانه برای سنجش زمان و جمع‌آوری داده‌ها
- پراکّننده ذرات در جریان
- حوضچه آزمایش ۸۰×۱۲×۳ طول×عرض× عمق
- یدک‌کش

این آزمایش نیازمند یک مخزن با سطح آزاد آب و یک سامانه کامل عکس‌برداری که به‌طور کامل در بیرون از آب مونتاژ می‌شود، است «شکل (۳-۱۴) نشان‌دهنده یک سامانه عکس‌برداری مونتاژ شده است».

1- Particle Image Velocimetry

omoorepeyman.ir



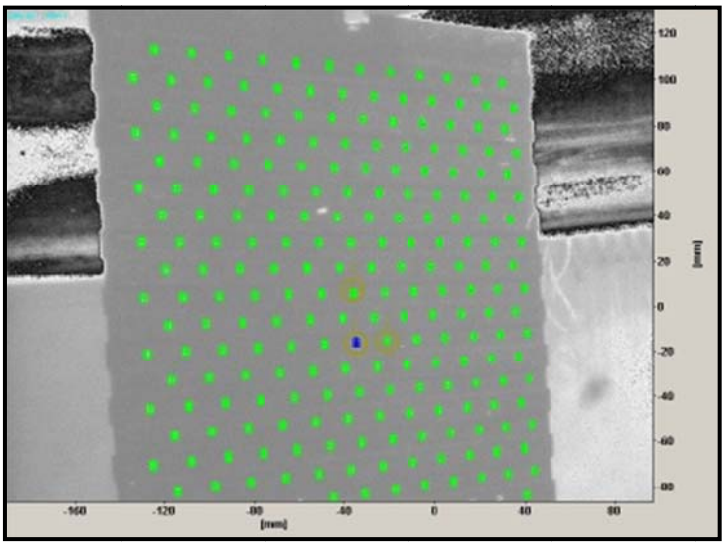
شکل ۳-۱۴- سامانه تصویربرداری- [۱] دوربین، [۲] سر لیزر، [۳] کامپیوتر، [۴] کنترل‌کننده لیزر، [۵] روزنه بررسی داخل سامانه

مزیت استفاده از این دستگاه وجود دو روزنه بررسی است که برای بازدیدهای زیر سطح آب استفاده می‌شود، این نوع از طراحی دارای دو مزیت اصلی است، یکی در ارتباط با در دسترس بودن دوربین‌های حساس و بالا نگه‌داشتن آن‌ها در بالای سطح آب و دومی در ارتباط با سامانه اندازه‌گیری زیرآب که بسیار کوچک است (در مقایسه با تجهیزات دیگر که بزرگ‌مقیاس هستند).

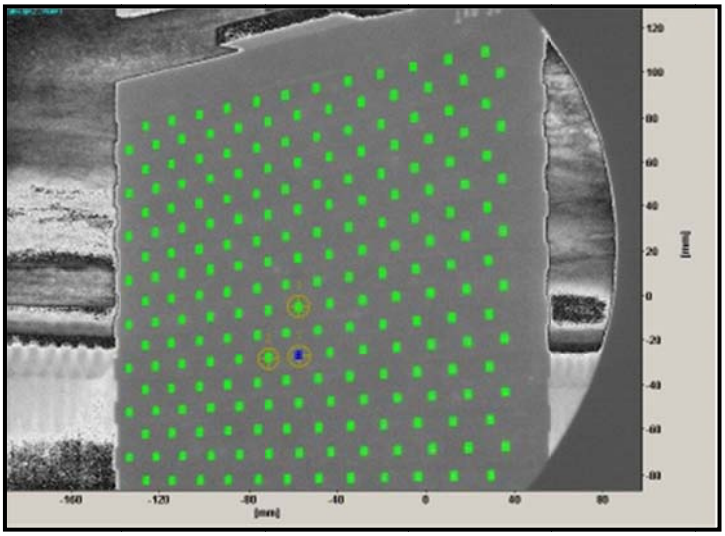
۳-۵-۲- کالیبراسیون

برای کالیبراسیون از یک مربع ۳۰۰ × ۳۰۰ استفاده می‌شود، در طول کالیبراسیون در یک صفحه فرضی ذرات معلق در معرض تابش لیزر قرارگرفته و تصاویر دوربین‌ها به‌طور جداگانه در محیط مورد برداشت بررسی می‌شود این بررسی ازاین‌رو بااهمیت است که تصاویر باید به‌طور کامل همسان باشد زیرا که تصاویر گرفته‌شده از دوربین شماره یک و دو بر اساس معادلاتی که در نرم‌افزار کامپیوتری است محاسبه‌شده و تصویر نهایی را ارائه می‌دهد «شکل (۳-۱۵) و شکل (۳-۱۶) و شکل (۳-۱۷) تصاویر حاصله از دوربین‌ها و عکس نهایی حاصل از تلفیق عکس‌برداری را نشان می‌دهد».

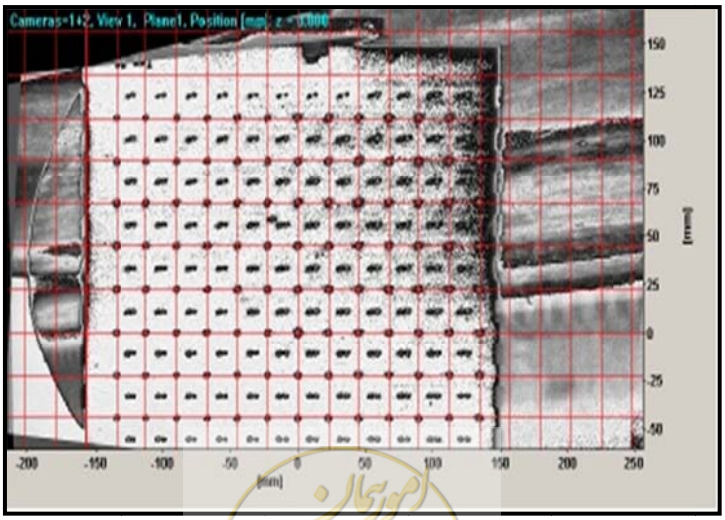
omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۵- تصویر دوربین شماره ۱



شکل ۳-۱۶- تصویر دوربین شماره ۲



شکل ۳-۱۷- تصویر اصلاح‌شده برون‌یابی شده از تصاویر دوربین‌های شماره ۱ و ۲

omoorepeyman.ir

شایان‌ذکر است با پیشرفت فنّاوری دوربین‌هایی طراحی‌شده است که قابلیت کار در زیرآب را دارا است اما بازهم بررسی‌ها نیازمند حوضچه‌های آرام و خالی از قایق می‌باشد. توجه داشته باشید که این دوربین‌ها به‌منظور جلوگیری از آسیب‌های وارده در محفظه‌ای ضد آب قرار می‌گیرند، این محفظه قبل از شروع عملیات با استفاده از کاغذی که نسبت به آب حساس است در بیرون از حوضچه مورد آزمایش قرار می‌گیرد به‌طوری‌که کاغذ را در محفظه قرار داده سپس در مخزن آب غوطه‌ور می‌شود تا از ضد آب بودن محفظه قبل از انجام آزمایش اطمینان حاصل شود.

۳-۶- تجزیه و تحلیل رسوبات معلق در آب

هدف از جمع‌آوری این راهنمای استاندارد اندازه‌گیری مقدار رسوبات معلق در آب است. در واقع مجموعه رسوب معلق در آب با نام غلظت رسوب شناخته می‌شود (SSC[1]) غلظت رسوب بر اساس تمام ذرات کوچک‌تر از ۱۰۰۰ میکرون در حجم نمونه یک لیتر آب اندازه‌گیری می‌شود. بقایای مواد آلی و باقی‌مانده ذرات بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ میکرون (۱میلی‌متر) که شامل جلبک‌های رشته‌ای، سنگریزه‌ها و بقایای گیاهی می‌باشد در اندازه‌گیری ذرات معلق رسوب در نظر گرفته نمی‌شود (در آنالیزها حذف می‌گردد، GUO2006). روش اندازه‌گیری غلظت رسوب بسیار کاربردی‌تر از روش اندازه‌گیری تمام رسوبات معلق جامد (TSS[2]) در آب‌های طبیعی است به ویژه زمانی که مواد با اندازه ماسه درصد قابل توجهی از نمونه رسوبی را تشکیل داده باشد (Gray et al. 2000, Guo 2006).

۳-۶-۱- تجهیزات

- پمپ خلا
- قیف فیلتردار بوخنر[3] (شکل ۳-۱۸)
- فلاکس ۱۰۰۰ میلی‌لیتر (شکل ۳-۱۹)
- ظرف بشر ۵۰ میلی‌لیتر (شکل ۳-۲۰)
- شیشه مجهز به فیلتر میکروفیبر ۰/۷ میکرون (Whatman GF/F 1825-090, 0.7 micron)
- شیشه شستشو
- آب دیونیزه
- دستکش
- گرمکن با دمای ۱۰۳ الی ۱۰۵ درجه سلسیوس

1- Suspended Sediment Concentration
2- Total Suspended Solid
3- Buchner

omoorepeyman.ir

- گیره
- عینک
- خشک کن[1]
- ماده خشک کن[2]
- وزنه با دقت ۰/۰۰۱ گرم

۳-۶-۲- نمونه آب

- نمونه آب با حجم یک لیتر که از منطقه مورد نظر تهیه شده است در سریع‌ترین زمان ممکن باید در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار داده شود.
- کاربر می‌بایست پیش از شروع کار در آزمایشگاه البسه کامل شامل دستکش، عینک و لباس را بپوشد.
- داخل گرمکن می‌بایست با یک دستمال و یا اسفنج تمیز پاک شود (در صورتی که گرمکن مجهز به سینی باشد پوشش آلومینیومی را نیز باید تعویض نمود) گرمکن بر روی دمای ۱۰۳ یا ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم و روشن شود.
- محیطی که قرار است در آن آزمایش انجام پذیرد باید به خوبی تمیز و پاک نمود و از پوشش کاغذی آزمایشگاه استفاده و سطح جذب کننده آن را به سمت بالا قرار داد.
- فیلتر بوخنر بر روی ارلن (Erlenmeyer flasks) گذارده و پمپ خلا به آن‌ها متصل شود (شکل ۳-۱۸).
- بررسی مخزن پمپ خلا، این مخزن حاوی روغن است که پیش از شروع عملیات باید از پر و تمیز بودن آن اطمینان حاصل شود.
- با استفاده از گیره فیلتر، میکروفیبر در قیف بوخنر قرار داده شود.
- آب دیونیزه به وسیله بطری شستشو بر روی فیلتر ریخته شود به طوری که کاملا مرطوب و فیلتر به قیف بچسبد.
- در این مرحله از مکنده پمپ خلا برای پلمپ سیستم استفاده می‌شود.
- مجددا قیف بوخنر را به وسیله آب دیونیزه شده باید سه مرتبه آبکشی کرد، به طور متوسط از ۲۵ میلی‌لیتر آب در این مرحله استفاده شود (خلا ایجاد شده تمام آثار آب را از بین خواهد برد).
- پمپ خلا با استفاده از دسته آن آزاد و به وسیله گیره، فیلتر جدا و در داخل گرمکن قرار داده شود (در دقایق اول بهتر است فیلتر چرخانده شود تا از چسبیدن آن به فر جلوگیری گردد).

1- Desiccator
2- Desiccant

omoorepeyman.ir

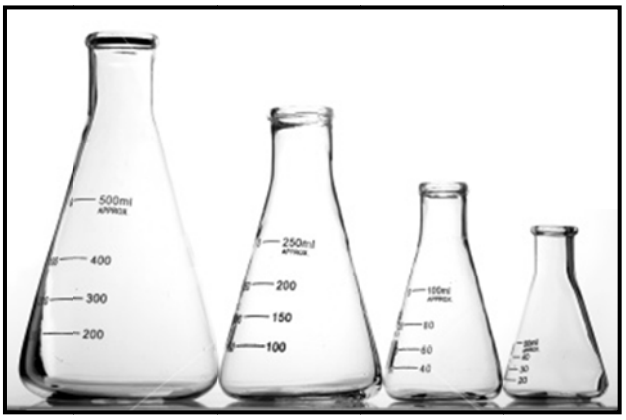
- نمونه باید به مدت یک شبانه روز در گرمکن با دمای ۱۰۳ الی ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شود.

۳-۶-۳- فیلتر نمودن نمونه آب

- فیلتر از گرمکن خارج و در داخل خشک کن به همراه یک ماده خشک کننده قرار داده شود ماده خشک کننده به منظور جلوگیری از جذب هرگونه رطوبت استفاده می‌شود.
- فیلتر به وسیله گیره جابه‌جا و وزن شود.
- با استفاده از گیره یک فیلتر میکروفیبر بر روی قیف بوخنر قرار داده و با حجم کمی از آب دیونیزه شیشه شستشو شود.
- شیشه نمونه را به قدری تکان دهید تا به خوبی رسوبات معلق شود.
- نمونه می‌بایست در استوانه مدرج تا حجم یک لیتر پر و حجم ثبت شود.
- در این مرحله می‌بایست شیر پمپ خلا را باز نمود تا فیلتر به طور کامل پلمپ شود.
- به آرامی آب حاوی نمونه به داخل قیف بوخنر منتقل و به وسیله گیره، ذرات گیاهی و یا بزرگ‌تر از ۱ میلی‌متر جدا شود.
- به وسیله بطری شستشو، فیلتر قیف بوخنر به وسیله آب دیونیزه آبکشی و آثار آب باقی‌مانده به وسیله مکنده حذف شود.
- پمپ خلا به وسیله دسته آن آزاد و با استفاده از گیره، فیلتر از قیف بوخنر جدا و در داخل گرمکن قرار داده شود (در دقایق اول بهتر است، فیلتر چرخانده شود تا از چسبیدن آن به فر جلوگیری گردد).
- این مراحل برای کل نمونه می‌بایست انجام و نهایتا تمام فیلترها در گرمکن با دمای ۱۰۳ الی ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شود «شکل ۳-۲۱ مونتاژ نهایی دستگاه را نشان می‌دهد».

omoorepeyman.ir

شکل۳-۱۸- قیف بوخنر



شکل ۳-۱۹- فلاسک ارلن

شکل ۳-۲۰- بشر

omoorepeyman.ir

شکل ۳-۲۱- مونتاژ تجهیزات

۳-۶-۴- وزن کردن شیشه مجهز به فیلتر میکروفیبر به همراه رسوب

- گرمکن خاموش شود.
- به وسیله گیره فیلتر از گرمکن خارج و داخل خشک کن قرار داده شود.
- پس از سرد شدن نمونه فیلتر وزن شود. قبل از وزن نمودن فیلتر از تمییز بودن کفه ترازو و درست قرار گرفتن نمونه در کف ترازو اطمینان حاصل شود.
- بعد از وزن نمودن نمونه، فیلترها می‌بایست تا زمانی که داده‌ها به وسیله مدیر پروژه تأیید شود حفظ و نگه‌داری شود.

۳-۶-۵- محاسبات

وزن ذرات معلق رسوب بر اساس $\frac{mg}{l}$ بیان می‌شود که به وسیله رابطه ۳-۱۶ قابل محاسبه است:

$$SSC = \frac{(A-B)\times 1000}{c} \qquad (۱۶-۳)$$

A= وزن فیلتر به همراه وزن رسوب (میلی‌گرم- mg)

B= وزن فیلتر (میلی‌گرم- mg)

C= حجم نمونه فیلتر شده (میلی‌لیتر- ml)

۳-۶-۶- طریقه نگه‌داری نمونه

- بعد از هر آزمایش لازم است گرمکن با دستمال تمیز و پوشش آلومینیومی آن تعویض شود.

omoorepeyman.ir

- دستگاه پمپ خلأ از فیلتر بوخنر جدا شود.
- شیشه‌ها همگی شسته شود (beakers, Buchner filter funnels, Erlenmeyer flasks).
- روغن داخل پمپ خلأ بررسی و در صورت کم شدن و یا آلودگی بر اساس دستورالعمل واحد سازنده تعویض شود.

شایان ذکر است در حین انجام آزمایش اپراتور باید نکات ایمنی را در هنگام کار با گرمکن و شیشه‌ها رعایت نماید و در طول انجام آزمایش دستکش و البسه کامل را به تن داشته باشد تا از وارد شدن هرگونه آسیب پیشگیری شود.

۳-۶-۷- گزارش‌نویسی

گزارش مربوط به آنالیز باید شامل ثبت داده‌ها، شماره نمونه مورد آزمایش، تاریخ برداشت داده‌ها، زمان فیلترکردن آب، وزن نمونه قبل از فیلتر، وزن نمونه بعد از فیلترکردن باشد که در یک فایل Excel با درج تاریخ آنالیز، ثبت می‌شود.

۳-۷- تعیین سن رسوبات

بررسی رسوبات کمک شایانی به ثبت رویدادها و خصوصیات محیط در طول زمان می‌نماید. یکی از روش های ارزشمند در شناسایی محیط تعیین سن با توجه به نرخ رسوبگذاری می‌باشد و نقش به سزایی در تعیین زمان آلودگی و میزان آلودگی آلاینده‌ها ایفا می‌نماید. به طور کلی بعضی از روش‌ها به تعیین دقیق سن عمقی بر اساس رادیواکتیو موجود در توالی رسوبی می‌پردازد.

۳-۷-۱- دستورالعمل استاندارد اندازه‌گیری C^{14}

استفاده از C^{14} یکی از روش‌های کاربردی است که به منظور تعیین سن با توجه به مواد تشکیل دهنده کربن چند ساله در رسوب انجام می‌پذیرد. عملکرد این روش براساس اندازه‌گیری نمونه‌های کربن آلی[1]، عناصر کربن[2]، کربنات کربن[3] و کل کربن[4] در ذرات جمع آوری شده در فیلتر کوارتز فیبری با مقایسه با نمونه‌های جدید انجام می‌شود.

C^{14} یک رادیونوکلوئید[5] با نیمه عمر ۵۷۳۰ سال است، ذرات بتای این عنصر با انرژی حداکثر ۰/۱۵۶ میلیون الکترون ولت و با انرژی متوسط ۰/۰۴۹ میلیون الکترو ولت ساطع می‌شود، همچنین انتقال ذرات بتای C^{14} بیست و دو سانتی‌متر است.

1- Organic Carbon
2- Elemental Carbon
3- Carbonate Carbon
4- Total Carbon

۵- اتمی با انرژی هسته‌ای بالا شامل ۲ پروتون و ۲ نوترون که بسیار ناپایدار است.

omoorepeyman.ir

۳-۷-۲- روش کار

دست یابی به اطلاعات رسوبی و تعیین سن در محیط‌های غیر آشفته آبی بسیار ساده‌تر و گویاتر نسبت به محیط‌های آشفته است. برای نمونه به‌منظور تعیین خصوصیات رسوبی در دریاچه تالاب‌ها می‌توان از ۴ نمونه کرگیری شده که دارای قطعات بدن نرم‌تنان و صدف جانداران که در رسوبات حفظ شده‌اند استفاده شود، برای انجام این پروسه می‌توان از روش شتاب‌دهنده طیف‌سنجی جرمی C^{14}[1] استفاده کرد که روشی برای تعیین سن ایزوتوپیک است و می‌توان به‌منظور کالیبره کردن مقادیر سن محاسبه شده از نرم‌افزار OX Cal V4 استفاده نمود که از رابطه بین سن و عمق رسوبی که برای شتاب‌دهنده طیف‌سنجی جرمی C^{14} استفاده شده است در تعیین سن رسوب در تالاب‌ها استفاده می‌شود.

۳-۷-۳- نحوه عملکرد دستگاه AMS

- در ادامه مغزهگیری و مشخص بودن سمت بالا و پایین نمونه دو انتهای نمونه مغزه‌گیری شده را به مدت یک روز می‌بایست باز گذاشت.
- نمونه رسوب به وسیله تیغه‌ای از جنس فولاد از وسط برش داده و به دو قسمت مساوی تقسیم شود (شکل ۳-۲۲).
- از مشخصات ارتفاع و محل نمونه‌برداری برای تعیین درجه XRD و اشعه ایکس استفاده شود.
- نمونه گرافیت و یا کربن‌دی‌اکسید در مخزن یونی قرار داده و سپس تحت بمباران یون سزیم یونیزه شود.
- بعد از آنالیز نمونه رسوب پوسته باقی مانده از نمونه (درشکل به طول ۸۰ سانتی‌متر) برای تعیین سن به آزمایشگاه lighTENER منتقل شود.
- نهایتا با استفاده از C^{14} به روش شتاب دهنده طیف‌سنجی جرمی سن پوسته باقیمانده تعیین می‌شود.
- سن سنجی نمونه در مخزن با تبدیل اتم به پرتوهای یون همزمان با حرکت سریع (اتم‌های باردار) انجام می‌پذیرد.
- این توده از یون‌ها به وسیله میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی اندازه‌گیری می‌شود.
- اندازه‌گیری رادیوکربن به وسیله طیف‌سنجی جرمی بسیار دشوار است، زیرا غلظت رادیو کربن کمتر از ۱.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰ در یک اتم است بنابراین از یک شتاب دهنده برای حذف یون‌هایی که ممکن است با رادیو کربن به اشتباه مختلط شوند استفاده می‌شود (یون N_{14}).
- میدان مغناطیسی اولیه به عنوان یک طیف‌سنج جرمی برای جداسازی یون‌های C^{14} مورد استفاده قرار می‌گیرد، این بخش شامل تعداد زیادی از یون‌های CH-13 -12 -CH2 و C-14 است.

1- Accelerator Mass Spectrometry

omoorepeyman.ir

- سپس یون‌ها وارد شتاب دهنده با انرژی 2MV شده، با مولکول‌های گازی برخورد نموده و نهایتا وارد کانال مرکزی[1] دستگاه می‌شوند.
- در این مرحله تمام مولکول‌های یونی $(CH212-CH_{13})$ شکسته شده و اکثر یون‌های کربن با ۴ یون حذف و یون‌های C^{3+} تشکیل می‌شود.
- در مرحله دوم شتاب دهنده به انرژی برابر ۸ مگا الکترون ولت خواهد رسید، در واقع میدان مغناطیسی دوم با شتاب مشخص برای جداسازی یون C^{14} با توجه به یک فیلتر سرعت یون‌ها را انتخاب می‌نماید.
- یون‌های C^{14} فیلتر شده که وارد شتاب دهنده شده‌اند بر اساس سرعت و انرژیشان کنترل شده و شمرده می‌شوند.
- در نهایت تمامی اتم‌های رادیو کربن به منبع یون رسیده و توسط آشکارساز ایزوتوپ‌های پایدار $C^{13}-C^{14}$ به‌منظور اندازه‌گیری بررسی می‌شود و نسبت C^{14}/C^{13} محاسبه و مقایسه شده و با توجه به نسبت‌های استاندارد شناسایی می‌شود.

شکل ۳-۲۲- نمونه مغزه تقسیم شده به وسیله طیقه فولادی

1- Stripper Canal

omoorepeyman.ir

۳-۷-۴- نکات ضروری

- در استفاده از C^{14} نمی‌توان به راحتی بر تمام مراحل انجام آنالیز تسلط داشت بنـایراین مـی‌بایسـت اقـدامات احتیاطی به منظور پاک نگه داشتن محیط انجام پذیرد.
- بهترین راه حل برای اطمینان از پاک بودن محیط از هر گونـه آلـودگی اسـتفاده از دسـتمال‌هـای مخصـوص آزمودن آلودگی رادیواکتیو است.
- آلودگی سطحی پوست به C^{14} موجب از بین رفتن سلولهای سطح لایه پوست می‌شود که در نهایت منجر بـه جذب توسط بدن می‌گردد.
- حداکثر مقدار قابل قبول برای جذب کربن تنها 0.4 mCi[1] است.
- استفاده از شیشه و پلاستیک بهترین راه حفاظت در مقابل مواد رادیواکتیو است.
- کوچکترین مقدار آلودگی رادیواکتیوی به وسیله دستمال‌های مخصوص به همراه یک مایع شمارنده تشعشعات رادیواکتیو امکان پذیر است.

۳-۷-۵- تجهیزات

- مایع شمارنده تشعشعات رادیو اکتیو
- دستکش پلاستیکی و یا دستکش یکبار مصرف
- روپوش بلند آزمایشگاهی
- سطل مخصوص زباله‌های رادیواکتیو
- کاشی‌های مخصوص انجام آزرمایش‌های رادیواکتیو C^{14}
- پاکسازی کننده‌های رادیواکتیو
- پیپت مخصوص مواد رادیواکتیو

۳-۷-۶- قوانین ایمنی

با توجه به اینکه مواد رادیواکتیو مواد خطرناکی هستند توجه به نکات ایمنی در انجام آزمایشات بسیار حـائز اهمیـت است تا کاربران در معرض حداقل تشعشعات رادیواکتیو باشند.

- تعیین یک منطقه خاص جدا از بقیه منطقه آزمایشگاه برای انجام آزمایشات C^{14}

1- Millicurie

omoorepeyman.ir

- استفاده از رپوش بلند برای تمتم کاربران آزمایشگاه که در تقابل با C^{14} هستند.
- استفاده از دو دستکش به منظور جلوگیری از آلوده شدن به هرگونه لکه نفتی
- استفاده از پیپت مخصوص مواد رادیواکتیو (در آزمایشات رادیواکتیو از پیپت‌های دهانی استفاده نشود).
- هر کاربر از پیپت مخصوص خود استفاده نماید و به هیچ عنوان پیپت‌های دیگر کاربران استفاده نشود..
- اگر کاربری متوجه آلودگی هرچند بسیار کوچک در البسه یا دستکش‌ها شد آن‌ها را سریعا و بدون اتلاف وقت به سطل مخصوص زباله‌های رادیواکتیو انتقال دهد.

۳-۷-۷- مراحل پاکسازی

در صورتی که کاربران با مواد رادیواکتیو در تماس باشد پاکسازی افراد و محل در الویت قرار داده شود. به منظور پاکسازی انجام مراحل ذیل الزامی است.

- پاک کردن تمام مناطق در تماس با دستمال مخصوص و قرار دادن آن در مایع شمارشگر تشعشع[1]
- بررسی کلیه دستگاه‌ها و سانتریفیوژ و استفاده از حمام آب برای شستشوی آلودگی‌های احتمالی، در صورتی که آلودگی ملاحظه شود استفاده از حذف کننده‌های رادیو اکتیو تجاری الزامی است. تمام تجهیزات می‌بایست با دستمال پاک شود.
- دستمال‌های پاک کننده می‌بایست در نهایت به سطل مخصوص زباله‌های رادیواکتیو منتقل شود
- در صورتی که حذف آلودگی از منطقه امکان‌پذیر نباشد باید برچسب آلودگی به همراه مقدار آن بر مبنای‌میزان کربن بر حسب mCi یافت شده و زمان اندازه‌گیری میزان آلودگی به سطح تجهیزات آلوده اطلاق شود.
- کلیه سطوح و مناطق کاری باید بررسی شود.
- در صورت وجود هر گونه آلودگی که پاکسازی نشده است باید تمام کارکنان را آگاه نمود.
- نهایتا به منظور پاکسازی سطوحی که کاربر قادر به پاکسازی آن‌ها نبوده است باید با سازمان RSO[2] تماس حاصل شود.
- بررسی سطل زباله‌های عادی به منظور اطمینان از عدم هرگونه زباله‌های رادیواکتیو در داخل آن‌ها
- ذخیره زباله‌های رادیواکتیو در ظروف مخصوص با برچسب زباله در داخا آن‌ها تخلیه نشود، این برچسب‌ها تا زمانی که زباله‌ها به سازمان RSO منتقل شود باید بر روی ظروف باقی بماند.

1- Liquid Scintillation
2- Range Safety Officer

omoorepeyman.ir

- گزارش کامل بررسی‌های آلودگی‌های به سازمان ارسال شود.
- در صورت وجود هر گونه سوال می‌توان از سازمان ایمنی و پر کردن برگه‌های مخصوص استفاده نمود.
- شستشوی کامل و با دقت دست‌ها پس از هر فعالیتی الزامی است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۴

تصویربرداری بستر دریا

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴-۱- مقدمه

جمع‌آوری اطلاعات از عوارض بستر دریا به‌منظور به دست آوردن اطلاعاتی همچون ارزیابی تغییرات عمقی، محل قرارگیری تأسیسات زیردریایی و شناخت رسوبات بستر و نهایتا ترسیم نقشه‌های هیدرو گرافی از اهمیت بالایی برخوردار است، بنابراین بررسی بستر دریا به‌وسیله امواج صوتی امروزه بسیار کاربردی می‌باشد.

بر همین اساس، طیف وسیعی از دستگاه‌های ژئوفیزیکی مدرن برای فعالیت‌های نقشه‌برداری و مهندسی قابل استفاده است. این فناوری به‌وسیله حسگرهای پیشرفته به بررسی بستر دریا می‌پردازد و شامل انواع ذیل است:

- دستگاه‌های انعکاسی با وضوح بالا
- بررسی بستر دریا به‌وسیله عمق‌سنج‌های صوتی[1] و مولتی بیم‌های صوتی
- حسگرهای تصویربردار، سایداسکن سونار، فناوری لیزر و سیستم اسکن صوتی
- تصویربرداری بستر دریا به‌وسیله پینگرها و بومرها

با استفاده از این فناوری امکان شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی بستر دریا با توجه به بازتاب امواج امکان پذیر است. این سیستم قادر به تفکیک مرزهای بین تشکل‌های زمین بوده و اطلاعات کیفی بیش‌تری نسبت به اطلاعات کمی از بستر دریا ارائه می‌دهد. توجه گردد که در کنار بررسی‌های ژئوفیزیکی، استفاده از نمونه‌های رسوبی و حفر چاه‌های مشاهده‌ای در شناخت زمین حائز اهمیت است.

حسگرهای ذیل از کاربردی‌ترین تجهیزات مهندسی می‌باشد:

- عمق‌سنج‌های صوتی برای اندازه‌گیری عمق آب در زیر کشتی‌ها
- (سیستم‌های نواری) برای بررسی عرضی دریا به‌وسیله کشتی‌ها[2]
- ایجاد تصویرهایی از مورفولوژی و ویژگی‌های بستر دریا[3]
- طبقه‌بندی و تعیین جنس رسوب بستر دریا[4]

۴-۲- روش کار

این روش بر مبنای استفاده از امواج صوتی و انتشار آن به داخل آب عمل می‌نماید که ویژگی اصلی این روش نیز محسوب می‌شود (انتشار موج صوتی در آب). با انتشار امواج به داخل آب و بازگشت موج صوتی که با تعامل با رسوبات

1- Echosounder
2- Swath Bathymetry
3- Side Scan Sonar
4- Sub-Bottom Profiler

omoorepeyman.ir

بستر بوده است، داده‌ها ثبت و سپس مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد به‌طوری‌که با شناسایی رفتار فیزیکی امواج صوتی در برخورد با انواع رسوبات، می‌توان بدون تماس مستقیم با بستر، نوع رسوبات و ساختار آن‌ها را تشخیص داد.

برای آنالیز داده‌ها به این روش پژوهشگر باید به مفاهیم موج تسلط کافی داشته باشد، زیرا که چگونگی بازتاب امواج بیانگر نوع و چینش رسوبات است. به‌عنوان‌مثال بعضی از رسوبات موجب ایجاد تفرق در امواج صوتی می‌شود.

پخش انرژی صوتی که مستقیما به خود منبع بازگردد در اصطلاح Backscatter نامیده می‌شود. جنس رسوبات بر روی‌داده‌های BS تاثیرگذار است که نهایتا از آنالیز داده‌های آن پارامتر شدت موج صوتی بازگشتی بستر که وابسته به زاویه ورودی، فرکانس و جنس بستر است حاصل می‌شود (شدت موج صوتی بازگشتی (BS.S) بر اساس رابطه ۴-۱ حاصل می‌شود).

$$s = 10\log 10\frac{I_s}{I_i} \qquad (۱-۴)$$

S= شدت موج صوتی بازگشتی

I_s = شدت موج صوت بازگشتی به منبع

I_i = شدت موج صوت ورودی

بر اساس رابطه فوق به‌طورکلی سیگنال‌های بازگشتی قوی بیانگر بستر سخت (صخره‌ای و سنگی) و سیگنال‌های ضعیف نشان‌دهنده بستر نرم (گل‌ولای) است.

۴-۳- نیمرخ‌بردار بستر دریا[1]

دستگاه‌های نیمرخ‌بردار بستر دریا برای تشخیص لایه‌های رسوبی یا صخره‌ای در بستر کاربرد دارد. این فن‌آوری برای تشخیص سازه‌های مغروق (کشتی‌ها) در بستر دریا، بررسی‌های هیدروگرافی و تهیه نقشه‌های فسیلی به کار می‌رود.

۴-۳-۱- ابزار کار

- نیمرخ‌بردار بستر دریا
- کابل استیل
- وینچ
- ژنراتور برق
- فضای کافی عرشه، به‌اندازه کافی بزرگ باشد تا نیمرخ‌بردار در آن جای گیرد.
- جعبه‌ابزار

1- Sub-bottom Profiler

omoorepeyman.ir

۴-۳-۲- روش کار

۱- قبل از شروع عملیات دستگاه پایش بستر دریا در محل برداشت برای ثبت صحیح موقعیت جغرافیایی ایستگاه و اندازه‌گیری ارتفاع قرار داده می‌شود.

۲- ایستگاه‌های برداشت باید توسط پرچم‌ها نشانه‌گذاری شود، معمول‌ترین راه انجام یک بررسی صوتی[1] در یک سری خطوط مستقیم است. این خطوط می‌توانند به‌موازات یا عمود بر هم باشد. داده‌های دریافتی بر اساس زمان واقعی ثبت می‌شود (دقت برداشت ماهواره‌ای ۲± سانتی‌متر است).

۳- بررسی‌های اولیه بسترشناسی بر روی ثبت زمان و بررسی‌های راداری بستر تمرکز دارد و برش‌های عرضی با استفاده از مبدل‌های ۲-۱۶ و ۴-۲۴ کیلوهرتز انجام می‌پذیرد. بعدازاین فرآیند با استفاده از رادارهای بسترشناسی با کارایی ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ مگاهرتز ادامه بررسی‌های اولیه انجام می‌پذیرد. همچنین تمام کابل‌ها، اتصال‌دهنده‌ها، بدنه دستگاه و تامین‌کننده انرژی بررسی شود.

۴- قبل از اینکه دستگاه از روی عرشه به آب منتقل شود، باید تمام تجهیزات و سامانه مسیریاب بررسی و از صحت کارکرد آن‌ها اطمینان حاصل گردد.

۵- مختصات جغرافیایی به همراه نمونه‌های رسوبی، عمق پایش، ثبت مسیر و تجزیه‌وتحلیل‌های مغزه‌گیرهای قبلی اطلاعاتی از نوع رسوب را ارائه می‌دهد.

۶- تنظیمات دستگاه به‌گونه‌ای است که فرکانس‌ها از بالاترین وضوح برخوردار هستند.

۷- عمق‌سنجی در هر عرض جغرافیایی به صورت مجزا انجام می‌پذیرد.

۸- در حین بررسی‌ها به صورت دوره‌ای پارامترهای رسوبی باید به صورت بصری و داده‌های مربوط به دانه‌بندی رسوب بستر بررسی شود.

۹- در انتهای برداشت هر برش عرضی داده‌ها ثبت، مسیر و کالیبراسیون تجهیزات بررسی شود.

۱۰- مجددا دستگاه برای مسیریابی و برداشت عرض بعدی آماده شود.

۱۱- تمام عملکرد ذکرشده در بالا از زمان به‌آب‌اندازی دستگاه (مرحله چهارم) مجددا تکرار می‌شود تا تمام‌مسیر مورد پایش قرار گیرد.

۱۲- در تمام‌مسیر برداشت باید داده‌ها و اطلاعات مربوط به سایت به صورت بصری نیز یادداشت شود. در پایان روز داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار بررسی و یک نسخه پشتیبان از داده‌ها تهیه شود.

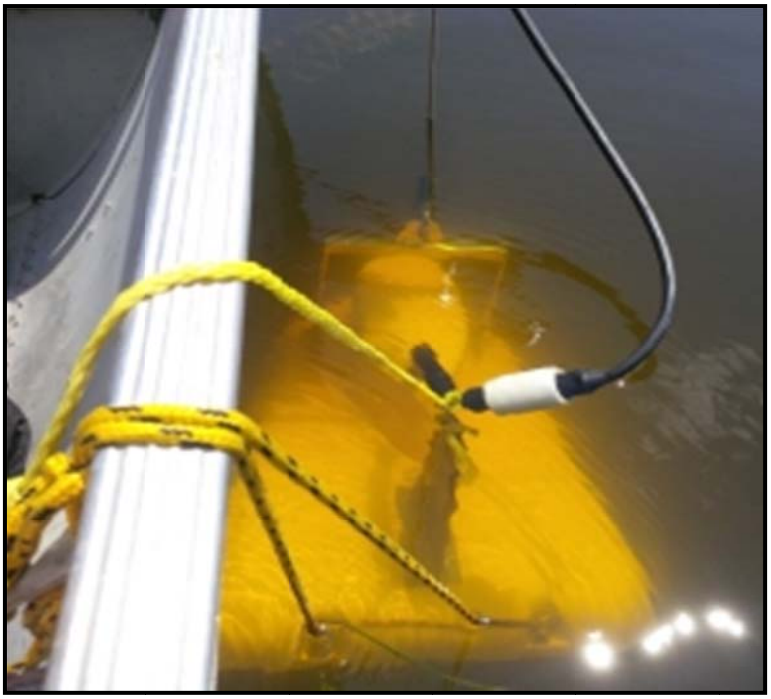
1- Acoustic

omoorepeyman.ir

۱۳- نهایتا دستگاه بازیابی، دکمه خاموش فشرده و دستگاه نیمرخ‌بردار با آب شیرین شسته می‌شود تا شوری آب از مبدل‌ها رانده شود.

شکل (۴-۱) الی شکل (۴-۵) تصاویری از چگونگی به‌آب‌اندازی، حرکت در آب، بازیابی دستگاه و چگونگی برداشت و ترسیم بستر را نشان می‌دهد.

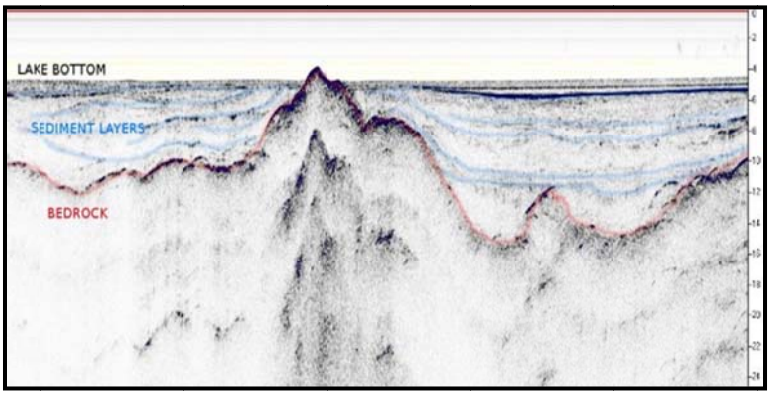
شکل ۴-۱- به‌آب‌اندازی نیمرخ‌بردار بستر دریا



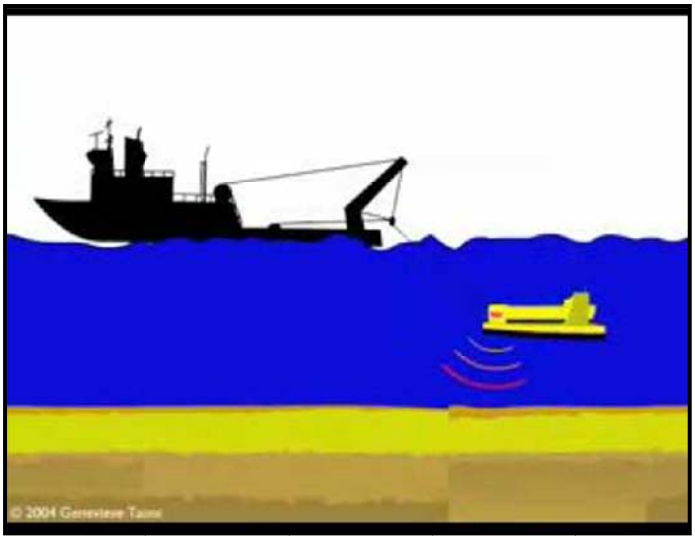
شکل ۴-۲- کشیدن دستگاه به‌وسیله کشتی

omoorepeyman.ir

شکل ۴-۳- بازیابی دستگاه از آب



شکل ۴-۴- تصویر حاصله از داده‌های ثبت‌شده نیمرخ‌بردار بستر دریا



شکل ۴-۵- پایش بستر دریا

۴-۳-۳- نکات کاربردی

۱- سرعت پیش‌فرض برای پایش‌های هیدروگرافی ۴ الی ۶ گره (معادل ۹ کیلومتر بر ساعت) در نظر گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

۲- سرعت پایش افقی بر اساس سرعت کشتی و سرعت پایش عمودی بر اساس سرعت موج در زمان در داخل آب و رسوبات تعیین می‌گردد.

۳- این دستگاه‌ها بر اساس شرکت سازنده و نوع رسوبات قادر به بررسی اعماق زیر بستر دریا هستند. به‌عنوان نمونه در بعضی از دستگاه‌ها امکان بررسی لایه‌های شنی و ماسه‌ای درشت‌دانه تا عمق ۶ متر و لایه‌های رس تا عمق ۸۰ متر مقدور است. شایان‌ذکر است که عمق پایش نیز در انواع مختلف دستگاه‌ها متغیر بوده و در بعضی از دستگاه‌ها تا عمق ۳۰۰ متر نیز این امکان فراهم است.

۴- داده‌های غیرقابل‌قبول در شرایط نامساعد دریا توسط ارتفاع موج توصیف می‌شود که به‌منظور عدم ثبت این داده‌ها پایش متوقف و دستگاه در کنار کشتی با طناب متصل می‌شود. برای مثال، درصورتی‌که ارتفاع موج بیش از محدوده ۲-۱ متر باشد، به دلیل اینکه خطر مفقود شدن نیمرخ بردار بالا است عملیات متوقف می‌شود.

۵- زمان شروع و پایان، تاریخ و موقعیت جغرافیایی خطوط کشیده شده باید در یک دفترچه یا دیسک ثبت شود.

۶- تمامی تغییرات ایجادشده در پارامترهای موردبررسی (مثل مسافت طی شده، نرخ پینگ، فرکانس سیگنال‌های خارج‌شده و انحراف) ثبت شود. همچنین تغییرات در کیفیت داده‌ها، شرایط جوی و دریایی (دست‌کم یک‌دفعه در هرروز) ثبت شود.

شایان‌ذکر است که دستگاه‌های تصویربردار از بستر دریا با توجه به شرکت سازنده دارای اشکال و ویژگی‌های متفاوتی می‌باشند که باید به دستورالعمل آن‌ها دقت شود؛ نمونه‌ای دیگر از این دستگاه‌ها آورده شده است.

۴-۴- تصویربردار نواری بستر

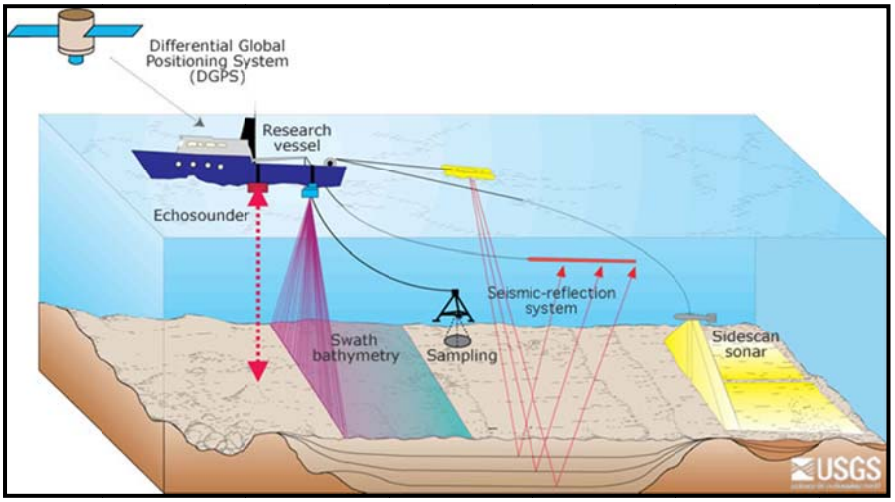
این دستگاه با اتصال به بدنه صلب کشتی با توجه به عمق و شرایط محیطی داده‌های بستر را برداشت می‌کند. داده‌های حاصله با توجه به برداشت عمودی، برداشت در ۳ جهت (MRU)، وضوح بالا و ثبت رنگی از دقت و کیفیت بالایی برخوردار است و برای پایش‌های دریایی بسیار مناسب است. همچنین این دستگاه قادر به تنظیم داده‌ها براساس زاویه شکست و ثبت و بررسی تصاویر از داده‌های پراکنده می‌باشد (شکل ۴-۶).

۴-۴-۱- حداقل تجهیزات

- سرعت برداشت: بیش از ۱۰ گره
- فرکانس: در عمق ۱ الی ۱۰۰ متر >۹۰ کیلوهرتز
- پهنای پرتو: عمق ۰-۵۰ متر، ۲×۲ درجه یا کم‌تر
- فاصله پرتوها: با توجه به تجهیزات و عمق متغیر است
- تعداد پرتوها در هر پرتو (Ping): حداقل ۱۲۰
- پوشانندگی در هر بخش: ۹۰ الی ۱۵۰ درجه

omoorepeyman.ir

- وضوح در عمق: ۰/۲٪ از عمق آب



شکل ۴-۶- نمایی ازعملکرد تصویربردار نواری

بر اساس برداشت‌ها در ۳ محور اصلی باید تصحیحاتی در داده‌های برداشت‌شده اعمال شود که شامل:

- تصحیح میزان جابه‌جایی قائم[1] با دقت ۵٪
- تصحیح میزان غلتش[2] با دقت ۰/۰۵ درجه
- تصحیح میزان حرکت پیچش[3] با دقت ۰/۰۵ درجه

توجه شود که نرخ تثبیت باید در بازه MRU به شرح ذیل باشد:

- در بازه ۳ دقیقه، سر کشتی ۱۸۰ درجه تغییر در جهت داشته باشد.
- در بازه ۲۰ ثانیه، تغییر در سر کشتی ۳۰ درجه باشد.

۴-۴-۲- تجهیزات اولیه برای انجام پرتوسنجی در بسترشناسی

- یک دستگاه موقعیت‌یاب سطحی جهانی[4] یا یک دستگاه موقعیت‌یاب زیردریایی[5]
- قطب‌نما ژیروسکوپ
- حسگرهای عمق‌سنج با دقت بالا

1- Heave
2- Roll
3- Pitch
4- GPS
5- USBL

omoorepeyman.ir

۴-۴-۳- کالیبراسیون

- دستگاه به‌وسیله اپراتور متخصص سازنده انجام می‌شود.
- کالیبره نمودن سرعت پرتو صوتی
- کالیبره نمودن خطاهای مبدل
- عمق‌یابی به‌وسیله عمق‌سنج‌های صوتی باید قبل و بعد از بررسی‌ها با میزان خطای کم‌تر از ۰/۱ متر انجام شود.
- کالیبره نمودن میزان (انحراف) چرخش، عموما کالیبراسیون میزان چرخش براساس بستر مسطح دریا انجام می‌شود. این میزان انحراف با توجه به دو خط عمودی محاسبه می‌گردد. در ارتباط با پرتو مرکزی خط پایش، ثبت داده‌ها باید دقیقا بر روی یک خط به صورت رفت‌وبرگشت انجام و مقایسه شود تا بر اساس داده‌های ثبت‌شده تصحیحات اعمال شود.
- کالیبره نمودن حرکت دستگاه، برداشت اول در امتداد شیب در دو جهت مخالف انجام می‌شود، برداشت دوم برای تهیه انواع نقشه‌ها و نهایتا برداشت سوم ضریب تصحیح براساس داده‌های برداشت‌شده را اعمال می‌نماید.
- کالیبره نمودن ژیروسکوپ و ترازسنجی، کالیبره نمودن ژیروسکوپ باید بر اساس بستر مسطح دریا انجام شود، این کالیبراسیون باید در هر دو مسیر انجام گیرد. در نقشه تهیه‌شده در هر دو مسیر باید شئی در بستر قابل‌رؤیت باشد و خطاهای فضایی ایجادشده توسط انحرافات ثبت‌شده ژیروسکوپ تصحیح شود.
- کالیبره نمودن مجدد عمق‌سنج‌های صوتی ، در هر دو سیستم فرکانس عمق‌سنج‌های صوتی و تصویربردار نواری داده‌ها باید به صورت هم‌زمان در هر مسیر ثبت شود. که بخشی از این برداشت‌ها در کالیبره نمودن برای انحرافات چرخشی مورداستفاده قرار می‌گیرد. میزان عمق توسط هر دو سیستم در اعماق دریا و مکان‌های کم‌عمق محاسبه و ثبت می‌شود.

۴-۴-۴- انجام تنظیمات وابسته به اپراتور سیستم

۷- تمام تنظیمات و کالیبراسیون دستگاه باید توسط اپراتور برداشت کننده قبل از شروع عملیات انجام شود. این بررسی‌ها و تنظیمات بر اساس قرارداد بین‌المللی ECA انجام می‌شود.

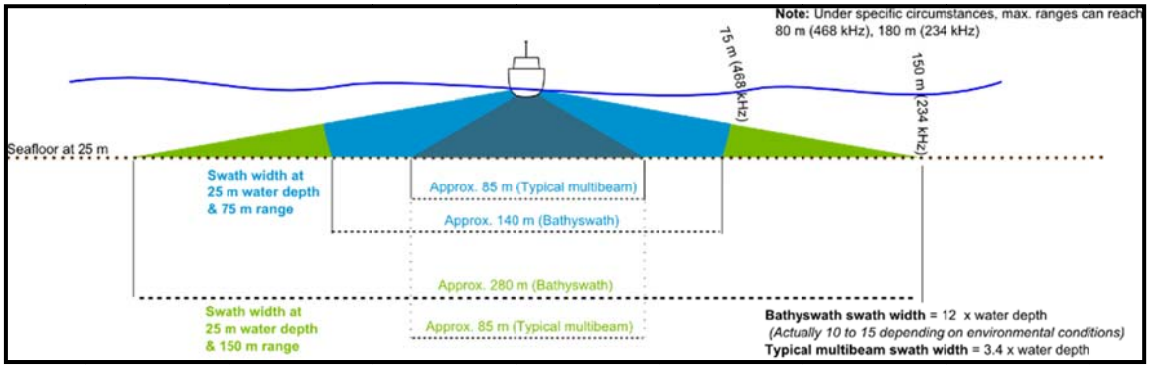
۸- حداقل دستورالعمل ECA که در بررسی‌های دریایی توسط اپراتور دستگاه باید انجام پذیرد به شرح ذیل است.

- بررسی سرعت آب هر ۱۲ ساعت
- بررسی عمق‌سنج هر ۱۲ ساعت

۹- در بررسی‌های انجام‌شده اپراتور باید از پوشش کامل مناطق مورد پایش و کالیبره بودن دستگاه‌ها اطمینان کامل را حاصل نماید. میزان داده‌های برداشت‌شده در این سیستم کاملا تحت تاثیر عمق و زاویه پوشش پرتوها است، بنابراین باید برداشت داده‌ها و مشخصات مناطق با دقت کامل انجام پذیرد. برداشت داده‌ها براساس مقدار حجم داده‌های موردنیاز، کیفیت داده‌ها، شبکه‌بندی و ویرایش مشخص‌شده توسط قرارداد بین‌المللی ECA تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

۱۰- میزان سرعت حرکت کشتی برای جمع‌آوری داده‌ها براساس میزان حجم داده‌های موردنیاز، عمق آب، پارامترهای خاص (حداکثر نرخ پرتوها) و سیگنال داده‌ها تعیین می‌شود. سرعت کشتی تاثیری بر نرخ داده‌های برداشت شده ندارد بلکه نرخ داده‌ها بیش‌تر وابسته به میزان پوشش منطقه است که براساس قوانین ECA مشخص‌شده است تا مقدار داده‌های برداشت‌شده قابلیت پوشش موردنیاز (عدم تکرار زیاد در پوشش‌ها) را فراهم نماید. میزان این همپوشانی عموما بین ۲۵ الی ۱۰۰٪ می‌باشد که تعیین آن بستگی به موقعیت سطح دریا، کدورت آب و عملکرد MRU متفاوت است. شایان ذکر است که راهنمای سازنده در تعیین مقدار همپوشانی‌ها نیز حائز اهمیت می‌باشد (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷- نمونه‌ای از برداشت دستگاه‌های Swath

متاسفانه براساس دستورالعمل ECA در شرایط نامطلوب، همچون شرایط آب و هوایی نامناسب که بر کیفیت برداشت داده‌ها تاثیرات نامطلوب گذاشته می‌شود برداشت انجام نمی‌گیرد.

۱۱- برداشت داده‌ها در منطقه مورد پایش باید در زمان حداقل جزر و مد نجومی انجام شود.

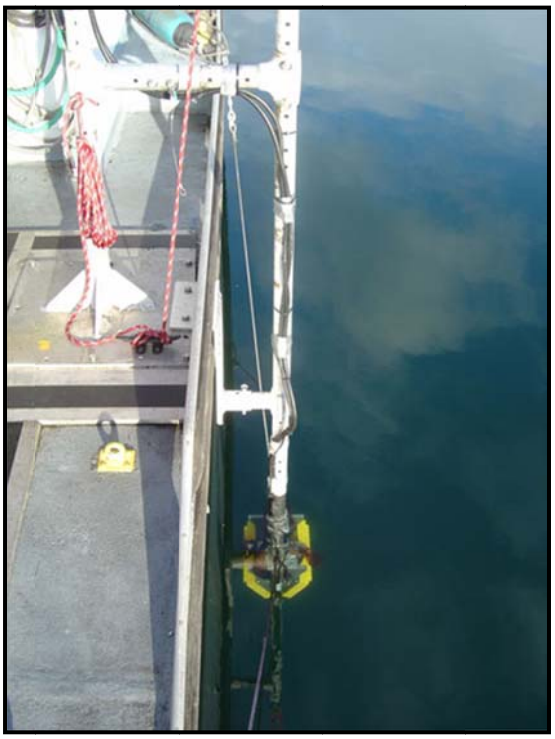
۱۲- در طول هیدروگرافی، عمق‌سنج می‌بایست عمق آب را ثبت نماید تا پس از ثبت پروفیل بستر و در هنگام بررسی‌ها برای صحت‌سنجی داده‌ها استفاده شود (داده‌های برداشت‌شده در این دو سیستم نباید تفاوت چندانی با یکدیگر داشته باشد).

۱۳- داده‌های برداشت‌شده در حافظه دستگاه تا انتهای عملیات‌های میدانی ذخیره و نهایتا به مرکز پردازش انتقال داده می‌شود.

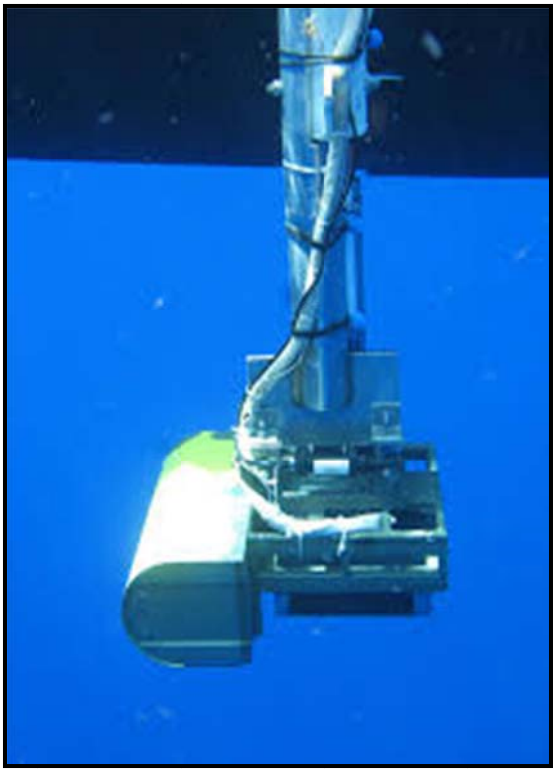
۱۴- ارتفاع جزر و مد باید براساس جزر و مد محاسبه شود یا براساس برداشت‌های جزرومد نگارها که در مناطق قابل‌قبول نصب‌شده و موردقبول نظام ECA است، اعمال شود.

در شکل (۴-۸) الی شکل (۴-۱۰) چگونگی اتصال تصویربردار نواری به کناره کشتی نشان داده شده است:

omoorepeyman.ir

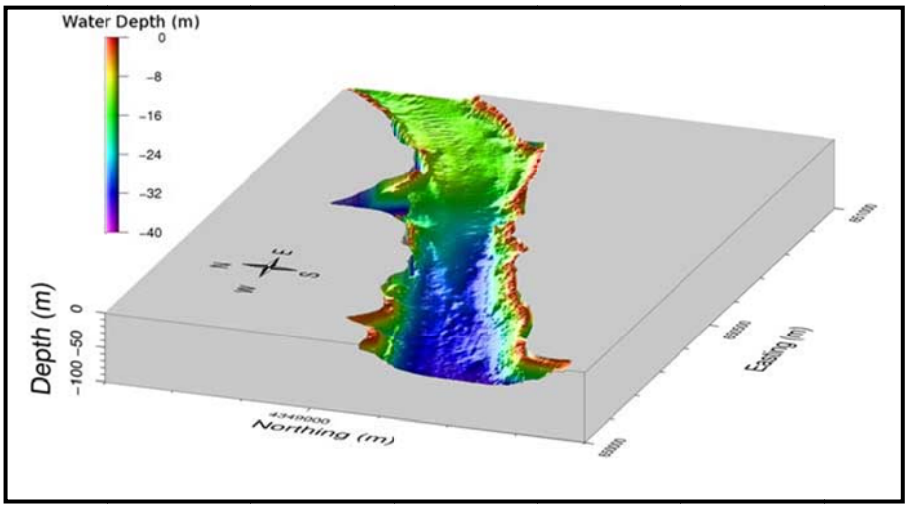


شکل ۴-۸- قرارگیری Swath در کنار کشتی



شکل۴-۹- قرارگیری تصویربردار نواری در زیر آب

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۰- نمونه‌ای از نقشه‌های تهیه شده توسط تصویربردار نواری

۴-۵- ربات‌های بدون سرنشین قابل‌کنترل در زیرآب

یک ربات زیردریایی است که به کاوشگران اجازه پایش‌های زیردریا را می‌دهد این ربات دارای انواع و طرح‌های متعددی است، عملکرد همه آن‌ها به یک روش اما با کاربردهای متفاوت می‌باشد. این دستگاه‌ها به‌وسیله کابل‌هایی که به مرکز بدنه آن‌ها متصل است با مرکز (اتاق کنترل) ارتباط برقرار می‌کنند و مبادلات انرژی و اطلاعاتی را انجام می‌دهند. چند نمونه از این ربات‌ها در ذیل به صورت موردی آورده شده است.

- ربات مشاهده‌گر

دستگاه قابل حرکت کوچکی که دارای دوربین، چراغ و یک عمق‌سنج است و به‌منظور تصویربرداری و فیلم‌برداری از بستر مورداستفاده قرار می‌گیرد.

- ربات مشاهده‌گر همراه با تجهیزات اضافی

دستگاهی مجهز به دو دوربین مجزا و عمق‌سنج است که امکان اضافه نمودن حسگرهای اضافی را دارد.

- ربات حرفه‌ای

ربات حرفه‌ای دارای اندازه بزرگ‌تر، قدرت بالاتر و توانایی پایش اعماق بیش‌تر نسبت به همنوعان خود است و همین افزایش در اندازه امکان اضافه نمودن حسگرها و تجهیزات بیش‌تر بدون نیاز به‌اضافه نمودن کابل‌های ارتباطی را فراهم نموده است.

omoorepeyman.ir

- تریلرهای پایش بستر[1]

این وسیله نسبت به همنوعان خود سنگین‌تر، بزرگ‌تر و برای بالا آمدن نیازمند تجهیزات و یا وینچ است. این وسیله برای حرکت در بستر از چرخ یا زنجیرهای شیاردار استفاده می‌نماید و امکان شناور شدن و حرکت نمودن در مسافت‌های کوتاه را داراست. این دستگاه عموما به‌منظور یک فعالیت خاص همچون بررسی خط جریان کاربرد دارد.

- ربات‌های زیرسطحی خودکار[2]

ربات‌های زیرسطحی خودکار که بانام اختصاری AUV شناخته می‌شود بر اساس نیازهای پیمایشی کاربردهای مختلف دارد. این ربات به صورت خودکار در منطقه مورد نظر به ثبت داده‌ها می‌پردازند.

۴-۵-۱- ربات‌های کنترلی زیرآب بدون سرنشین[3]

نمونه‌هایی از این ربات‌ها توسط دانشمندان غرب استرالیا، با توانایی پایش تا عمق ۲۰۰۰ متر (۱/۲۴ مایل) و وزن ۱۱۰۰ کیلوگرم (۲۴۲۵ پوند) بدون فریم و ۲/۵ تن (۵۵۱۲ پوند) همراه بافریم ساخته‌شده است. فریم به‌عنوان پوششی در اطراف دستگاه برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به بدنه و تجهیزات ربات در هنگام جایگذاری در آب و یا انتقال به عرشه کشتی است. همچنین این ربات دارای یک چنگک نمونه‌گیر و دو بازو می‌باشد «شکل (۴-۱۱) نمایی از دستگاه ربات بدون سرنشین را نشان می‌دهد».

این ربات قابلیت باقی ماندن در زیرآب به مدت ۲ الی ۳ هفته را دارا است اما به دلیل فضای محدودی که برای نمونه‌های جمع‌آوری‌شده دارد غالبا بعد از ۸ ساعت پایش در بستر به سطح بازگردانده می‌شود. این ربات توسط ۳ اپراتور کنترل می‌شود و از اطلاعات حاصله، گروه پژوهشی برای شناسایی خصوصیات بستر و جانداران استفاده می‌نماید (به‌منظور جلوگیری از تاثیر فشار حاصله از جریان بر دستگاه، پنل‌های خارجی در این نمونه طراحی نشده است).

1- Towed and Bottom-crawling Vehicles
2- Autonomous Underwater Vehicles
3- ROV

omoorepeyman.ir

شکل ۴-۱۱- نمایی از دستگاه ربات‌های بدون سرنشین

۴-۵-۱-۱- روش کار

۱- اتصالات و تجهیزات ربات باید توسط کاربر متبحر ۲۴ ساعت قبل از شروع عملیات موردبررسی قرار گیرد و از صحت کارکرد تجهیزات اطمینان حاصل شود (کابل‌ها، قطعات الکترونیکی، آزمون حرکتی بازوها، پمپ‌های هیدرولیک و تجهیزات ربات بدون سرنشین) همچنین خنک‌کننده واحد قدرت هیدرولیکی ربات کنترلی نیز باید به‌منظور عملکرد صحیح بررسی شود.

۲- کنترل مخزن‌های شناوری

۳- بررسی اختلال امواج ایجادشده و اتصالات اکلیریک و پی‌وی‌سی

۴- بررسی اتصالات دوربین

- کنترل یکپارچگی تفلون
- بررسی پایداری دوربین
- اطمینان از ضد آب بودن اتصالات

۵- بررسی تصویر دوربین پس از کنترل اتصالات (وارونه یا زاویه‌دار بودن)

۶- پس از اطمینان از عدم نشت آب به دوربین امکان شروع عملیات فراهم است.

۷- اگر نشتی وجود داشته باشد باید مراحل ذیل را انجام داد:

- پیدا نمودن منبع نشت
- تعیین میزان نشت
- پاک‌سازی دوربین برای جلوگیری از خوردگی
- بازنمودن دوربین از روی ربات و انجام تعمیرات لازم

۸- بررسی جعبه کنترل

omoorepeyman.ir

- ضد آب بودن
- بررسی مجدد اتصالات ارتباطی
- اطمینان از عدم وجود هرگونه قطعی ارتباط بین محیط دریایی و محیط بیرون از آب
- کنترل فیوزهای کنترل

۹- بازدید از کلیه قطعات ربات

۱۰- اطمینان از برقراری ارتباط در همه بخش‌ها

۱۱- قبل از شروع عملیات باید عواملی همچون آب‌وهوا (سرعت باد، جهت باد و اثر متقابل جریان‌های سطحی، شفافیت) وضعیت تلاطم دریا (ارتفاع موج (Hs) بر اساس متر، پریود موج (Tp) بر اساس ثانیه) بررسی شود.

۱۲- انتقال ربات به‌وسیله یک جراثقال از عرشه به داخل آب (TMS[1]) انجام می‌پذیرد (شکل ۴-۱۲) که این جراثقال ربات را به همراه فریم از عرشه کشتی بلند و به سطح آب انتقال می‌دهد (شکل ۴-۱۳).

۱۳- محل قرارگیری جراثقال انتقال فریم‌ها در کشتی باید به‌گونه‌ای باشد که اپراتور، تجهیزات و قایق‌های نجات از هرگونه آسیبی در امان باشد.

۱۴- انتخاب محل فریم بسیار مهم است زیرا باید به توان در هنگام بازیابی به‌راحتی آن را بر روی عرشه کشتی قرارداد.

۱۵- مسیر حرکت ربات در هنگام به‌آب‌اندازی، بالا آمدن و بازیابی باید عاری از هر مانعی باشد (شکل ۴-۱۴).

۱۶- ربات به‌وسیله تسمه‌ها و ریل راهنما به آب وارد می‌شود (قبل از انتقال به آب باید به موقعیت بخش جلویی کشتی توجه نمود. برداشت داده‌ها در این دستگاه وابسته به کاربر، محل انجام عملیات، نوع و اندازه کشتی است).

۱۷- باید توجه داشت که در حین انتقال (با توجه به حرکت‌های کشتی) آسیبی به کابل‌ها و ربات وارد نگردد. این مرحله از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین از وارد نمودن هرگونه نیروی اضافه به ربات باید جلوگیری شود.

۱۸- بعد از انتقال، برای مکان‌یابی، ربات از محفظه و تسمه‌های انتقال جدا می‌شود (باید توجه داشت، برای ایمنی، کارکنان نزدیک محفظه و قرقره‌ها نباشند).

۱۹- حس‌گرهای مکان‌یابی از زمانی که ربات در سطح آب قرار می‌گیرد فعال می‌شود.

۲۰- بعد از انتقال ربات به آب، از طریق اتاق کنترل که بر روی عرشه کشتی قرار دارد ربات هدایت می‌شود (شکل ۴-۱۵). اتاق کنترل مجهز به تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی بسیاری برای کنترل ربات است.

۲۱- نصب یک سامانه تهویه مناسب برای خنک نمودن دستگاه‌ها و متعادل نمودن فشار در بالای دستگاه‌ها در اتاق کنترل الزامی است.

1- Tether Management System

omoorepeyman.ir

۲۲- وجود اتاق تجهیزات نیز برای ذخیره قطعات الکترونیکی و الکتریکی ربات الزامی است (اندازه و محل اتاق تجهیزات و اتاق کنترل و عرشه کشتی باید بر اساس استاندارد بین‌المللی با توجه به‌اندازه، کارایی و نوع ربات تعبیه شود به‌عنوان‌مثال برای ربات نوع ۳، فضایی برابر ۱۳۰ مترمکعب لازم است).

۲۳- بعد از ورود ربات به داخل آب می‌توان محیط زیرآب را به‌وسیله دوربین‌های متصله در تلویزیون‌های اتاق کنترل مشاهده کرد.

۲۴- این پایش به‌وسیله یک نفر که وظیفه هدایت ربات و ۲ پژوهشگر که به بررسی بستر می‌پردازند انجام می‌شود.

۲۵- کنترل‌کننده اتاق سرور باید به‌وسیله ارتباط رادیویی با اتاق کنترل و هدایت‌کننده ربات در ارتباط باشد.

۲۶- در اتاق کنترل یک دکمه به‌منظور متوقف کردن عملیات در مواقع اضطراری وجود دارد که کاربر از مکان آن باید مطلع باشد.

۲۷- ثبت و ارسال اطلاعات محیط پایش با استفاده از دوربین‌های مداربسته[1] و کابل‌های انتقال امکان‌پذیر است.

۲۸- در صورت نیاز به نمونه از چنگک‌ها برای نمونه‌برداری استفاده می‌شود.

۲۹- در پایان عملیات پایش، دستگاه به‌وسیله کابل اتصال به سمت فریم هدایت می‌گردد.

۳۰- ربات در فریم قرارگرفته، اتصالات استحکامی قفل می‌شود.

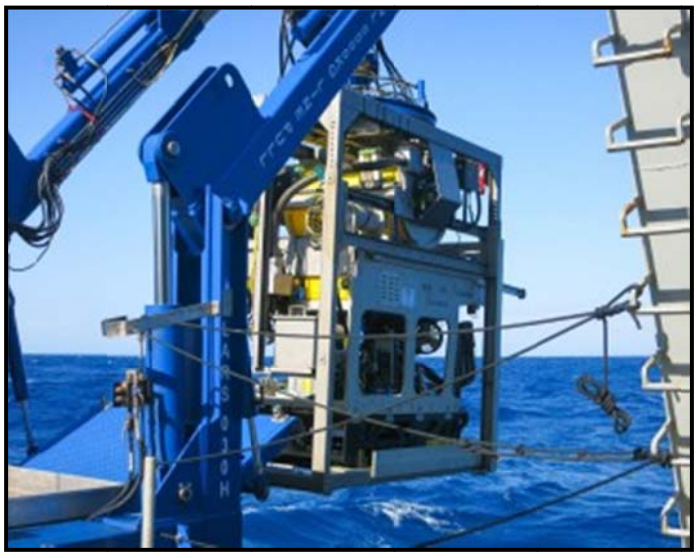
۳۱- دستگاه به کمک جراثقال به سمت سطح آب هدایت می‌شود.

۳۲- دستگاه بعد از انجام هر پایش و خروج از آب باید توسط آب تمییز شستشو و از آب‌شور پاک شود.

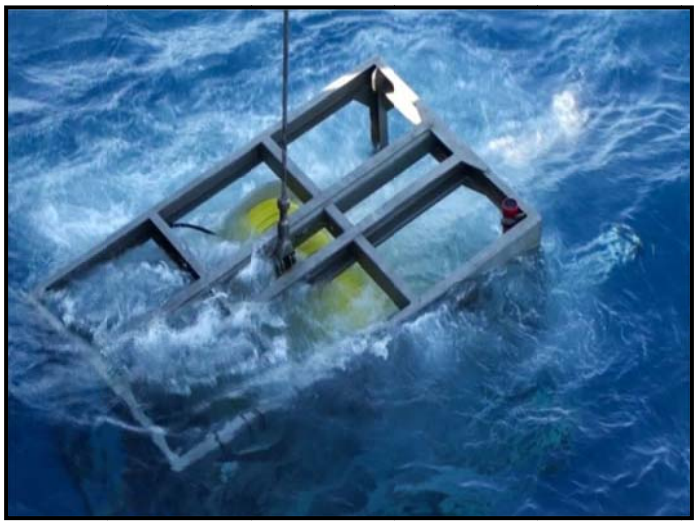
شکل ۴-۱۲- بررسی اتصالات و سامانه نگه‌دارنده TMS

1- Closed-Circuit Television (CCTV)

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۳- انتقال دستگاه از عرشه کشتی به آب

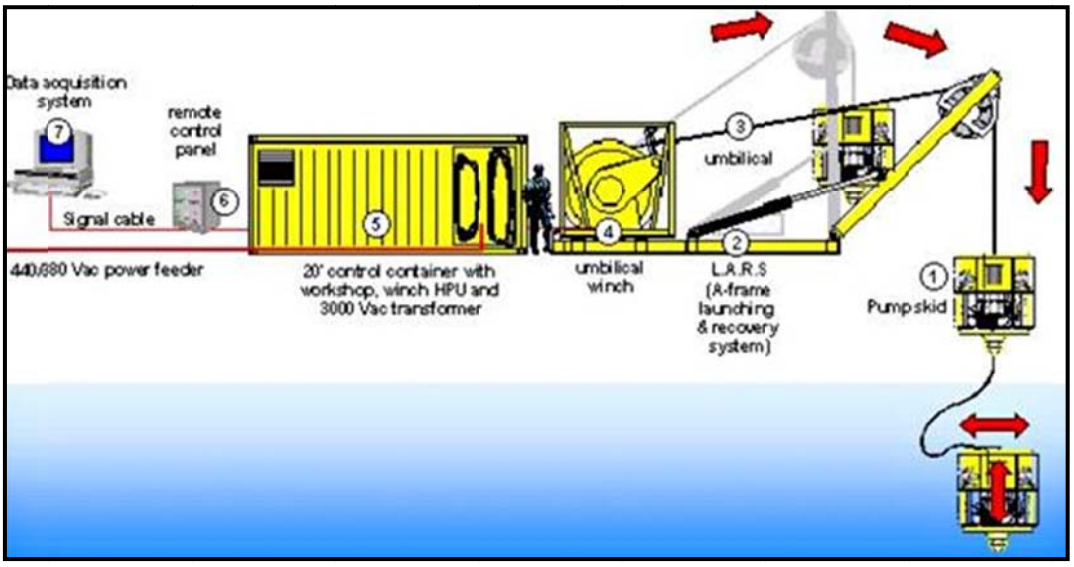


شکل ۴-۱۴- به‌آب‌اندازی ربات

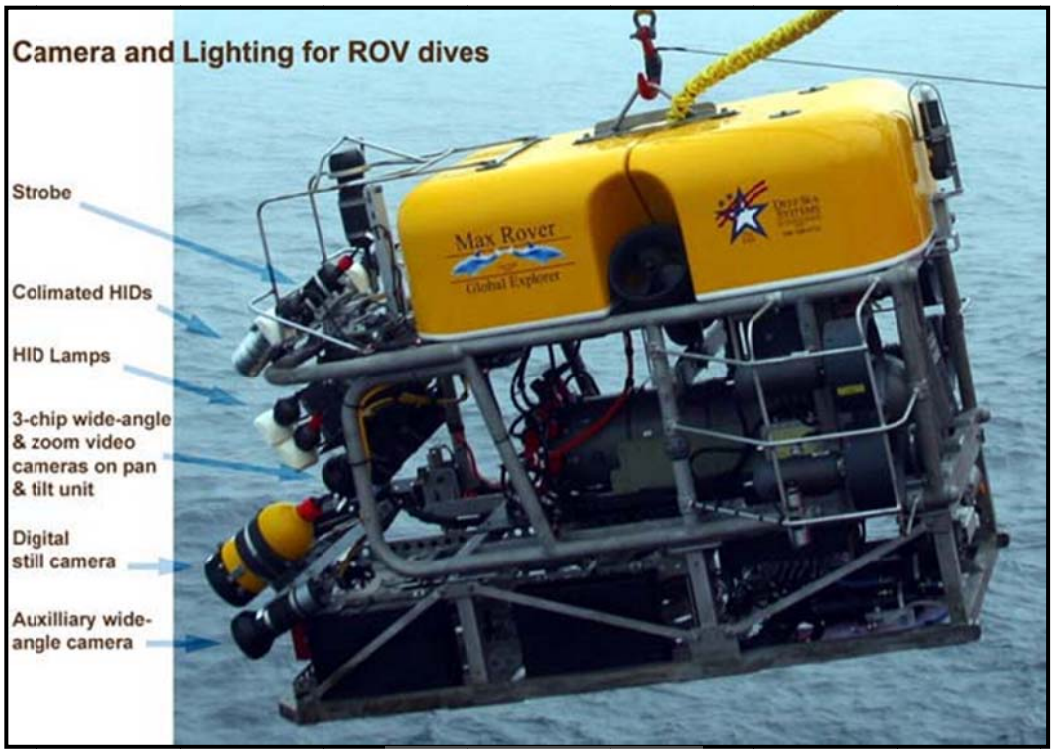
شکل ۴-۱۵- اتاق کنترل (تصاویر ارسال‌شده از ربات)

omoorepeyman.ir

شکل (۴-۱۶) الی شکل (۴-۱۸) شماتیکی از چگونگی عملکرد جراثقال، تجهیزات دستگاه و چگونگی اتصال به کشتی را نشان می‌دهد.

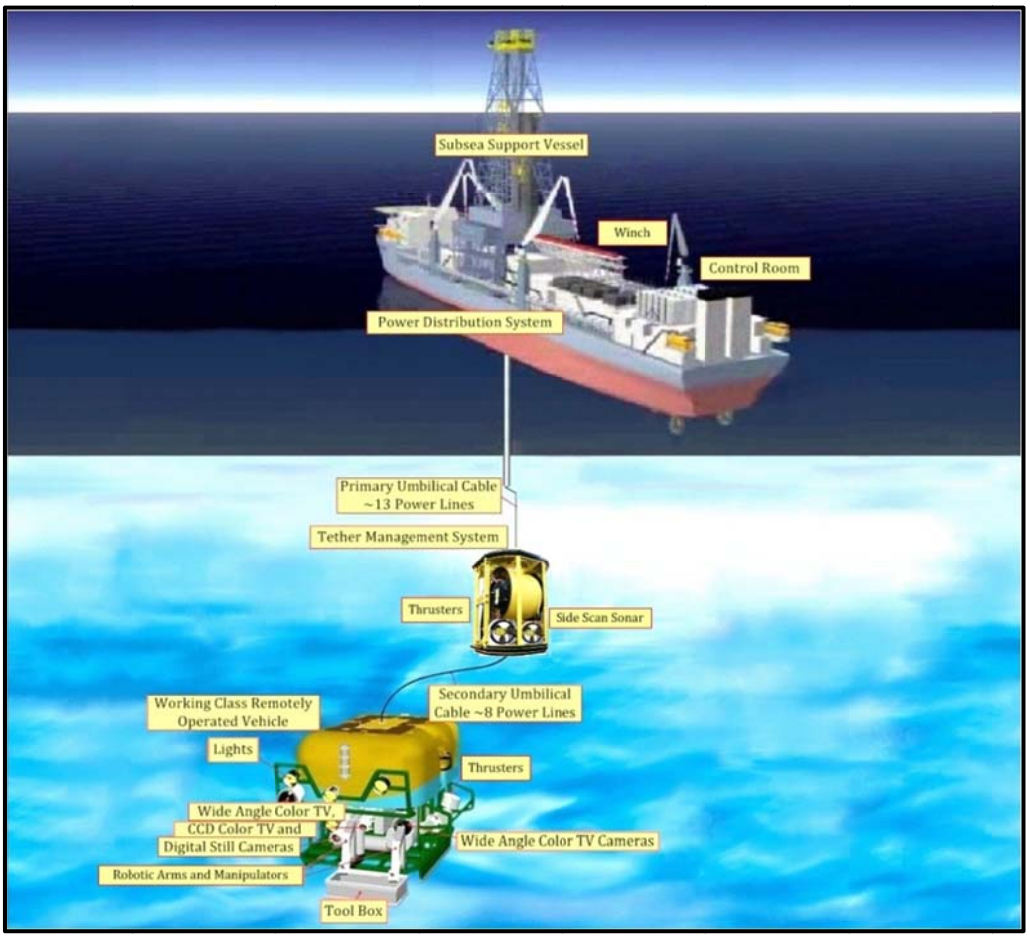


شکل ۴-۱۶- شماتیکی از عملکرد کلی ربات



شکل ۴-۱۷- محل قرارگیری تجهیزات ربات

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۸- تجهیزات ربات

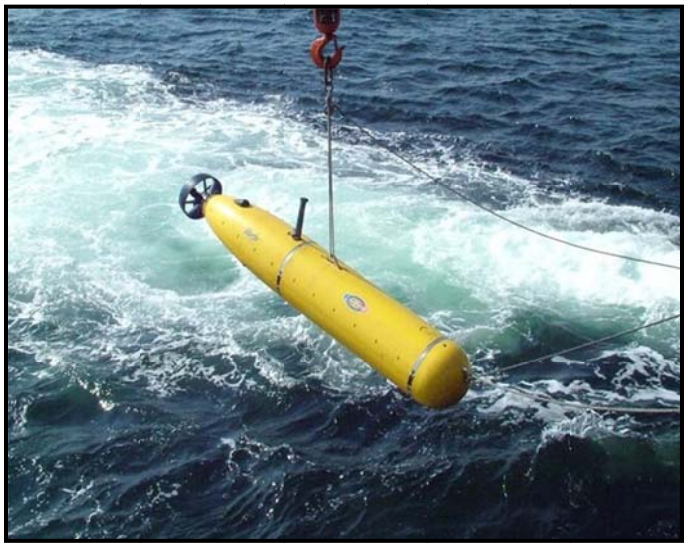
۴-۶- ربات زیردریایی خودکار[1]

ربات زیردریایی خودکار به‌گونه‌ای طراحی و برنامه‌ریزی‌شده است که امکان پایش زیر سطح آب را فراهم می‌نماید (شکل ۴-۱۹) این نوع از ربات‌ها به صورت خودکار عمل نموده و نیازمند اپراتور نمی‌باشند. انتقال داده‌ای در این نوع از دستگاه‌های پایش بستر دریا به صورت موقتی و یا دائمی از طریق سیگنال‌های ماهواره‌ای یا فرستنده‌های رادیویی به صورت مخابره از زیردریا به اتاق کنترل انجام می‌پذیرد «در شکل (۴-۲۰) مجموعه قطعات و تجهیزات این ربات آورده شده است».

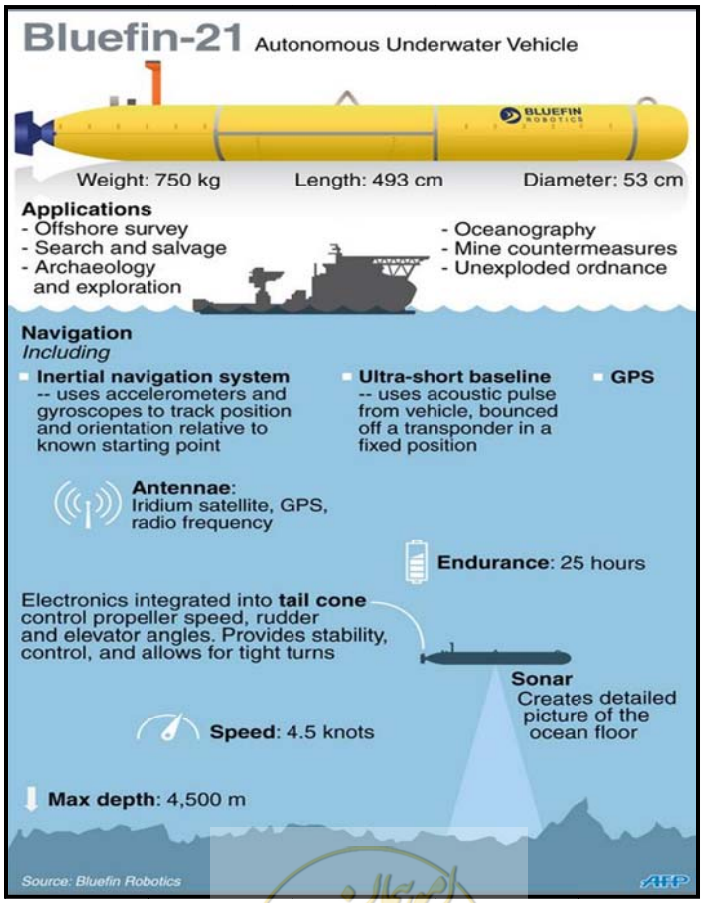
1- Autonomous Underwater Vehicles

omoorepeyman.ir

ربات‌های خودکار دارای قابلیت تغییر در برنامه‌های پایش با توجه به داده‌های زیست‌محیطی جمع‌آوری‌شده هستند. این ربات برای بررسی‌های زیرسطحی در سال ۱۹۵۷ ساخته و در سال ۱۹۷۰ بر اساس تحقیقات دانشگاه ماساچوست به‌عنوان وسیله‌ای جدید در فن‌آوری دریایی مطرح شد.



شکل ۴-۱۹- نمونه‌ای از ربات زیردریایی خودکار



شکل ۴-۲۰- مجموعه‌ای از قطعات ربات زیردریایی خودکار

omoorepeyman.ir

۴-۶-۱- راهنمای کار با دستگاه

۴-۶-۱-۱- راهنمای‌های زیست‌محیطی

الف- عمق

- حداقل عمق قابل‌قبول برای ثبت داده‌ها و تصویربرداری از بستر برابر ۳ متر است.
- حداکثر عمق تصویربرداری از بستر نباید بیش‌تر از ۷۵٪ از عمق مشخص‌شده توسط سازنده باشد. درصورتی‌که از عمق بیش از ۷۵٪ عمق تعیین‌شده استفاده شود عوامل ایجادکننده خطر افزایش می‌یابد.

ب- وضعیت دریا

- میزان تغییرات سطح آب با توجه به‌سرعت حرکت باد (مقیاس بوفورت) تعیین می‌شود، سرعت باد ۱۶ گره، ارتفاع موج ۴ فوت (۱/۲۱۹ متر).

ج- جریان‌های دریایی

- نباید از حداکثر جریان برنامه‌ریزی‌شده که ۷۵٪ سرعت در نظر گرفته‌شده است تخطی کرد زیرا با افزایش سرعت امکان آسیب به ربات افزایش می‌یابد.

د- میدان دید

- عملیات پایش باید در طول روز انجام پذیرد و میزان دید عملیاتی باید حداقل برابر ۱ کیلومتر باشد.
- حداکثر مخاطرات، مربوط به برداشت‌های شبانه با میدان دید کم است.

ه- تجهیزات

- محوطه فضای عرشه ۱۰×۱۵ فوت (۳/۰۴۸× ۴/۵۷۲ متر)، حداقل فضای عرشه تابع ملزومات و اندازه ربات است.
- تعبیه فضایی مناسب برای کار با لپ‌تاپ بر روی عرشه
- تامین انرژی ۱۱۰ ولت برای لپ‌تاپ، شارژ کامل ربات برای انتقال داده‌ها
- در صورت کمبود جا، گروه عملیاتی و اپراتور ربات می‌توانند از فضای کار موردنیاز صرف‌نظر نمایند، هرچند عواملی همچون وضعیت دریا و آب‌وهوا نیز می‌تواند محدودیت‌هایی در فعالیت اپراتور ایجاد نماید.
- امکان ادامه کار ربات بدون تامین‌کننده انرژی نیز امکان‌پذیر است، اگرچه نبود تامین‌کننده انرژی محدودیت‌هایی را در ارسال داده‌ها و تصویربرداری‌ها ایجاد می‌نماید.

omoorepeyman.ir

و- کشتی‌ها

- کشتی باید مجهز به جراثقال‌ها و بالابرها برای به‌آب‌اندازی و بازیابی ربات باشد.
- اپراتورها و کارکنان عرشه باید تمامی قوانین و نکات ایمنی مربوط به عرشه را در هنگام جاگذاری و بازیابی ربات رعایت نمایند.
- انرژی موردنیاز بر روی عرشه می‌تواند توسط ژنراتورهای قابل‌حمل و یا ژنراتورهای آبی تامین شود.

۴-۶-۱-۲- عملیات به‌آب‌اندازی دستگاه

- عملیات به‌آب‌اندازی و بازیابی ربات نیازمند دسترسی به تجهیزات ساحلی (اسکله) و یک قایق حمایتی است زیرا ردیاب‌های ربات‌ها دارای برد بالایی نیستند (شکل ۴-۲۱) چگونگی به‌آب‌اندازی یک فروند از این ربات‌ها را نشان می‌دهد).
- محدوده عملیاتی دستگاه باید عاری از هرگونه خیزاب باشد.
- گروه ساحلی به‌منظور کنترل ربات نیازمند قایق و یا چکمه‌های ضد آب هستند.

شکل ۴-۲۱- به‌آب‌اندازی AUV (Bluefin)

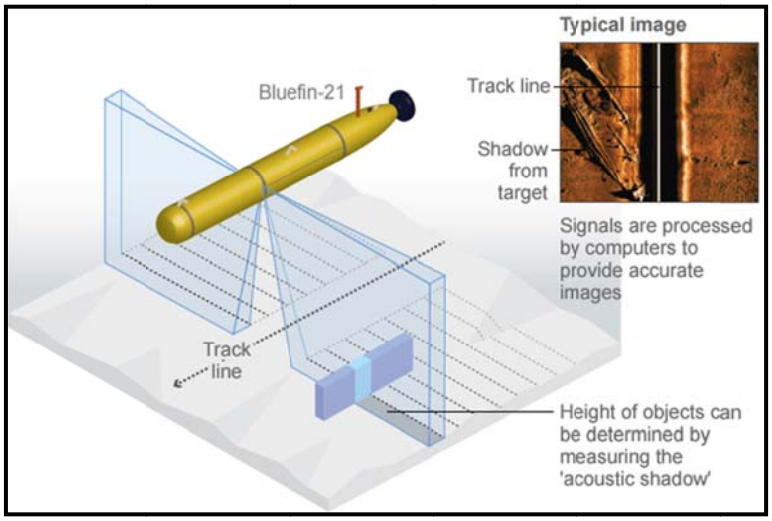
در حین تصویربرداری، قایق پشتیبان باید بافاصله‌ای مناسب که تاثیری بر برداشت‌ها نداشته باشد، ربات را تعقیب نماید. این قایق برای بازیابی دستگاه در انتهای عملیات یا در مواقع نامساعد شدن شرایط و آب‌وهوا برداشت کاربرد دارد. شایان‌ذکر است که گروه عملیات باید در تمام طول برداشت با گروه ساحلی در ارتباط باشد.

omoorepeyman.ir

۴-۶-۱-۳- فعالیت‌های میدانی

الف- فعالیت‌های اولیه گروه عملیاتی

- فعالیت‌های اولیه گروه عملیاتی با توجه به انواع ربات‌ها متفاوت است که این فعالیت‌ها بر اساس کارخانه سازنده و تنظیمات ربات مشخص می‌شود، بنابراین باید به دستورالعمل‌های اولیه شامل عمق پایش، برد امواج رادیویی و میزان یاتری دستگاه توجه نمود.
- تعیین موقعیت جغرافیایی شروع، پایان و ایستگاه‌های بین راه باید توسط نشانه مشخص شود.
- جهت‌یابی دستگاه هر ۳۰ دقیقه یک‌بار با به سطح آمدن انجام می‌شود، بنابراین باید در انتخاب مسیر دقت لازم را اعمال نمود تا مسیر عاری از هرگونه مانع باشد.
- استفاده از فناوری صوتی سونار در شناسایی و پوشش محیط مورد پایش بسیار کاربردی است و کمک شایانی به شناسایی منطقه توسط پژوهشگران می‌نماید (شکل ۴-۲۲).

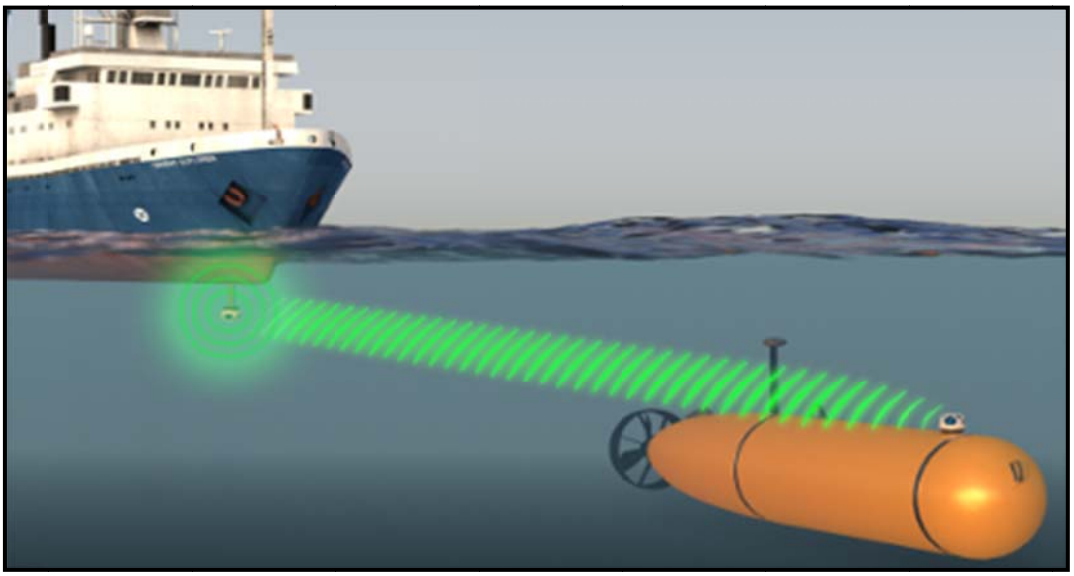


شکل ۴-۲۲- نحوه تصویربرداری ربات‌های خودکار

- کنترل عمق با برنامه‌ریزی سونار برای عمق‌یابی
- ربات‌های خودکار باید به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شود تا زمانی که دستگاه برای به‌روزرسانی موقعیت جغرافیایی محل[1] به سطح آب می‌آید به‌وسیله ایریدیوم[2] با مرکز کنترل ارتباط برقرار نماید (شکل ۴-۲۳).

1- GPS
2- Iridium Communications

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۲۳- ارتباط ایریدیوم با کشتی پشتیبان در حین انتقال به سطح و تبادل اطلاعات

- برنامه‌ریزی ربات‌ها خودکار برای ارسال تصاویر از سونار باید به‌گونه‌ای باشد که امواج رادیویی با امواج ارتباطی دیگر در تداخل نباشد.
- با پایان عملیات پایش دستگاه در سطح شناور شده و توسط کشتی پشتیبان که با فاصله درحرکت است قابل بازیابی است (شکل ۴-۲۴).

شکل ۴-۲۴- بازیابی ربات و انتقال به عرشه

- برگه‌های مربوط به برنامه‌های مأموریت شامل برگه‌های تجهیزات، برگه‌های مربوط به گروه عملیات و بررسی محیط‌زیست باید تکمیل و تأیید شود تا در صورت نیاز بتوان از آن‌ها استفاده نمود. ثبت این داده‌ها از این لحاظ حائز اهمیت است که در صورت بروز مشکل در داده‌های دستگاه می‌توان برای بررسی خطاها و یا

omoorepeyman.ir

بازیابی اطلاعات ازدست‌رفته از آن‌ها استفاده نمود، بنابراین باید قبل و بعد از عملیات دقت لازم در تکمیل نمودن این برگه‌ها اعمال شود.

- فرم ارزیابی دستگاه، توسط کارخانه سازنده و مسئول فنی آن تکمیل می‌شود. در این فرم باید تمام توانایی‌های ارزیابی‌شده دستگاه نام‌برده شود تا در عملیات دریایی میزان مخاطرات به حداقل خود کاهش یابد. پر نمودن برگه‌های گزارش به‌غیراز به حداقل رساندن مخاطرات پیشرو این امکان را برای اپراتورهای دستگاه فراهم می‌آورد که در صورت ناآشنایی با عوامل محیطی و نبود نیروهای محلی متخصص بتوانند اطلاعات لازم از محیط پایش را به دست آورند.

۴-۶-۲- سطح مخاطرات

- احتمال پایش منطقه توسط دستگاه‌های دیگر بسیار کم است، اما گاهی اوقات تداخل در برداشت‌ها ایجاد می‌شود، درواقع باید فاصله ایمنی حفظ و ارتباط دستگاه با کشتی به صورت دوره‌ای بررسی شود.
- احتمال قطع شدن ارتباط دستگاه با کشتی و تجهیزات وابسته
- عدم استفاده از تکنسین آشنا به محیط موجب بالا رفتن سطح مخاطرات و گم‌شدن دستگاه می‌شود.

۴-۶-۳- نکات کاربردی

- قبل از راه‌اندازی ربات خودکار باید برای گروه عملیاتی و اپراتور سامانه جلسه‌ای به‌منظور آشنایی با پروژه برپا نمود.
- آشنایی با تجهیزات، موقعیت جغرافیایی و مدت‌زمان عملیات
- ارزیابی نرخ ریسک و تعیین خطرات بالقوه
- راه‌اندازی ربات، بررسی مجدد روش عملیاتی، مشخص نمودن تجهیزات و مسئولیت کارکنان
- برنامه بازیابی دستگاه و کنترل روش عملیاتی، تجهیزات و مسئولیت کارکنان در هنگام بازیابی
- برنامه‌های مربوط به از دست دادن تجهیزات و دستگاه در حین عملیات، شناسایی منابع مخاطرات و بحث و بررسی درباره مراحل به دست آوردن اطلاعات و امکانات لازم به‌منظور رفع آسیب‌های واردشده به دستگاه.

۴-۶-۴- تاییدیه‌ها

- تاییدیه برنامه‌های عملیاتی
- تاییدیه حسگرهای موردنیاز برای مسیریابی

۴-۶-۵- پایش‌های محیطی

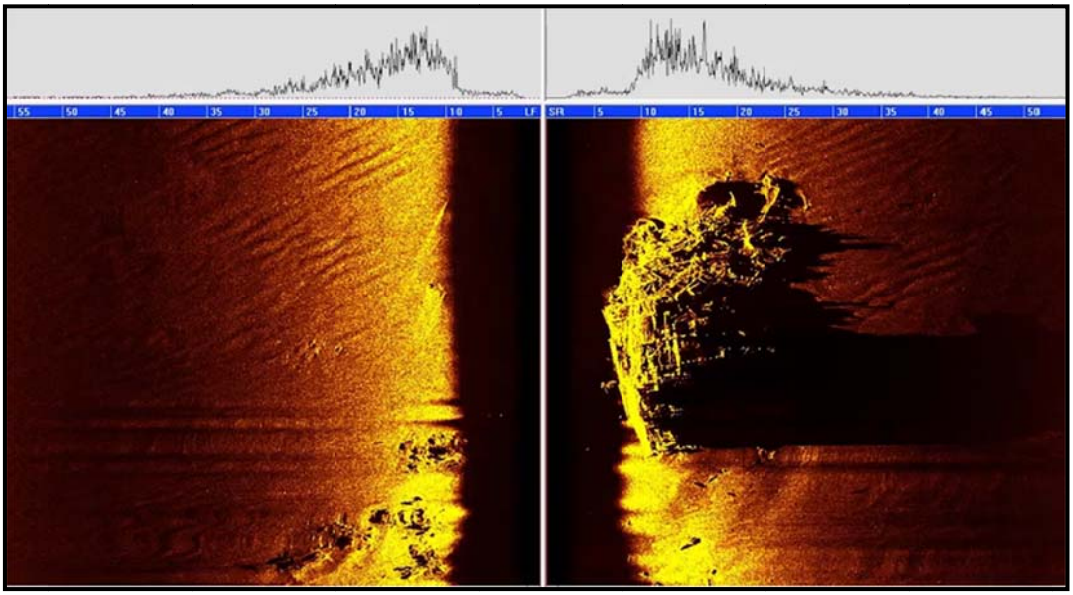
- برنامه‌ریزی کانال ارتباطی ایریدیوم برای دریافت پیام‌ها

omoorepeyman.ir

- اگر برقراری ارتباط توسط سامانه‌های ارتباطی امکان‌پذیر نباشد باید از یک مودم صوتی استفاده نمود.
- در صورت برقراری ارتباط با مودم صوتی باید در نظر داشت که ربات خودکار در محدوده امواج صوتی قرار داشته باشد.

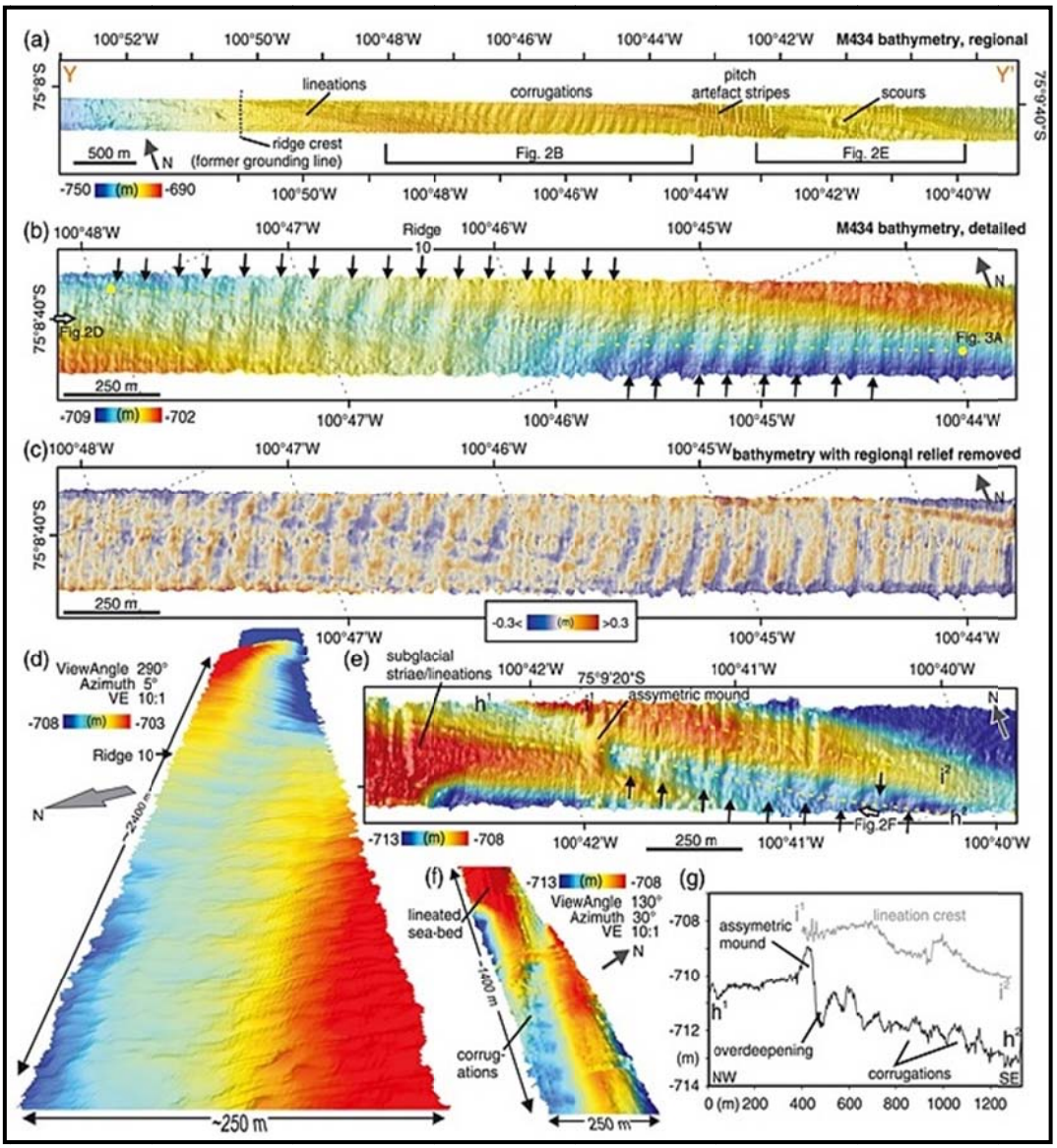
۴-۷- داده‌های غیرقابل‌قبول

- اگر ربات خودکار بعد از ۳۰ دقیقه برای به‌روزرسانی موقعیت جغرافیایی خود به سطح آب منتقل نشود داده‌ها ازدست‌رفته محسوب می‌گردد.
- درصورتی‌که دستگاه به‌وسیله امواج رادیویی مودم و یا ایریدیوم قادر به برقراری ارتباط نباشد داده‌ها ازدست‌رفته است.
- با تغییر وضعیت آب‌وهوا از حالت تعادل امکان قطع ارتباط سامانه و از دست دادن اطلاعات محتمل است، بنابراین بازیابی دستگاه برای حفظ اطلاعات ثبت‌شده قبل از نابسامانی وضعیت آب‌وهوا الزامی است.
- با میزان افزایش کشتی‌ها در محیط عملیاتی، امکان برخورد دستگاه با کشتی‌ها افزایش می‌یابد (ترافیک‌های دریایی) بنابراین بهتر است عملیات زودتر از زمان تعیین‌شده متوقف و به زمان دیگری منتقل شود تا زمانی که منطقه عملیاتی ایمن و خلوت شود. شایان‌ذکر است برای شروع مجدد عملیات باید تاییدیه‌ها کنترل و بررسی گردد. در شکل (۴-۲۵) و شکل (۴-۲۶) نمونه‌ای از تصاویر ثبت‌شده ربات‌های خودکار آورده شده است.



شکل ۴-۲۵- نمونه‌ای از تصویربرداری توسط ربات خودکار زیردریایی

omoorepeyman.ir



شکل۴-۱- نتایج عمق سنجی a) برداشت نوار عرضی، b) مشخصات بستر بر اساس شیارها (فلش‌ها)، c) بستر شناسی بر اساس حذف پستی و بلندی‌ها، d) نمایش بستر ۳ بعدی بر اساس شیارها (بر اساس فلش سفیدرنگ در تصویر b، f و e) مشخصات بسترشناسی بر اساس شاخص‌ها، g) توپوگرافی بستر بر اساس مناطق مسطح

omoorepeyman.ir

پیوست ۱

فهرست واژگان

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

A

Autonomous Underwater Vehicles (AUV) وسیله خودکار زیر آب (ماشین‌های بدون سرنشین)

B

Backscatter بازتاب کننده (انعکاس امواج به همان سمتی که از آن منشا گرفته‌اند)

C

Collimator قراول رفتن (دستگاهی برای یافتن امتدادنور)

Closed-circuit television (CCTV) دوربین مدار بسته (انتقال تصاویر برای پایش یک منطقه)

D

Damper وسیله کنترل کننده جریان (قرار گیری در مسیر جریان برای بستن مسیر یا کم و زیاد کردن جریان)

G

GIS سامانه موقعیت‌یاب جهانی (سامانه اطلاعات مکانی)

P

Particle image velocimetry (PIV) تصویربرداری سرعت ذرات

R

Remotely operated underwater vehicle (ROV) وسیله قابل کنترل از راه دور (وسیله متحرک در زیر آب)

S

Sediment توده رسوبی (رسوبات حمل شده از بالادست به آب‌های آزاد)

Y

Yttrium aluminium garnet (YAG) تجهیزات لیزر (کریستالی که برای فناوری لیزر اجسام جامد مورد استفاده قرار می‌گیرد)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

1- Bui, EN. Mazullo, J. Wilding, LP. Using quartz grain size and shape analysis to distinguish between Aeolian and fluvial deposits in the Dallol Bosso of Niger (West Africa), Earth Surface Processes and Landforms.1990.
2- California Department of Pesticide Regulation Environmental Monitoring Branch, SOP (2009), Meth008.00, (No.1.APR.14).
3- Colombia University Medical Center, STANDARD OPERATING PROCEDURES: CARBON-14
4- CR Alexander, RG Smith, et al., Estuaries, 1993, 16,627.
5- CB Ramsey, Quaternary Science Review, 2008, 27 ,1–2, 42.
6- Friedman, GM. "Differences in size distributions of populations of particles among sands of various origins", Sediment logy. 26, 3-32, 1979.
7- Folk, RL. Ward, WC. Brazos River bar.1957 a study in the significance of grain size parameters, Journal of Sedimentary Petrology. 27, 3-26,
8- Geophisical Standard Operation Procedure HUDSON River Design Support Sediment Sampling and Analysis Program. 2002. Sub-Bottom Profiling Surveys. NO.2.
9- Guidelines for Installing ROV Systems, International Marine Contractors Association, (2013).
10- Hudson, B. et al., (2014, July) MODIS observed increase in duration and spatial extent of sediment plumes in Greenland fjords. The Cryosphere, 8 (4), 1161. Accessed September 30, 2014.
11- Kagesten, G. (2008). "Geological seafloor mapping with backscatter data from a multibeam echo
12- Lourey .M.J. 1999. " Field and analytical techniques for the collection of marine sediments"
13- Molyneux, D. Xu, J. Bose, N. 2007. "Commissioning a stereoscopic particle image velocimetry system for application in a towing tank".
14- M Andree, H Oeschger, et al., Radiocarbon, 2006, 28,2A, 411.
15- NASA, Earth abservatory (Modis-brochure),"Moderate-resolution Imaging Spectradiometer":Nasa.
16- National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Coast Survey. (2012).
17- Ocean Surveys, Inc.GE Hudson River Geophysical SOP (2002), A (No.4. OCT1).
18- Quality Assurance Project Plan Hudson River Design Support Sediment Sampling and Analysis Program, 2002, Particle Size Analysis of soils Section A, Rev.2, SOP No. LM-SL-D422.
19- Sathishkumar, R. Prasad Gupta, T.V.S. Ajay Babu, M. (2013), "Echo Sounder for Seafloor Object Detection and Classification" Journal of Engineering. Computers & Applied Sciences (JEC&AS). Volume. 2, No. 1, PP. 2319-5606.
20- Sounder" Department of Earth Sciences, Gothenburg University, Box 460, SE- 405 30, Gothenburg, Sweden.
21- TC Rick, R L Vellanoweth. and Jm Erlandson, Journal of archeological science, 2005, 32, 11,1641.
22- www.modis.gsfc.nasa.gov/about/
23- www.noc.ac.uk/research-at-sea/nmfss/nmep/corers.
24- www.ospo.noaa.gov/Products/ocean/sst/contour/

۲۵- امیری، ه. رضاعلی، و. (۱۳۹۴). «بررسی روش سنجش از دور آکوستیکی به‌منظور طبقه‌بندی رسوبات بستر دریا». دوره ششم، شماره ۳، نشریه علمی- ترویجی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Abstract

The purpose of this publication is to promote a standatrd approach for marine sampling techniques and sediment of seabed. In this project, standard operation procedures (SOP) of different aspects (if not all) of marine gelogy are explained step-wise. This provides information on how to collect and study the sediment and historical background of a particular seabed. According to Philip Kuenen (1958) "no geology without marine geology" because most of the sedimentary rocks exposed on land were deposited in marine enviroments. Moreover, the information includes how sediment samples are gathered properly and consistently maintained in field, stored and to the laboratory. Also, what are the basic methods applied in the laboratory, including new developed apparatus for fast and accurate gathering of sediment sample in deep water. Moreover, some scientific devices that detect the substrate with sound reflectance process are mentioned in detail. Lastly, pictures of geoological oceanographic instruments and laboratory are included in the text.

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Standard Operating Procedures for Geological Oceanography

No .793

Deputy of Technical, Infrastructure and Production Affairs

Department of Technical and Executive Affairs, Consultants and Contractors

nezamfanni.ir

Ports & Maritime Organization

Directorate General for Coastal and Port Engineering

http://www.pmo.ir

2019

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این ضابطه

با عنوان «راهنمای اندازه‌گیری مشخصه‌های زمین‌شناسی دریایی» به بررسی و ارزیابی‌های مرتبط با بستر دریا از جمله نمونه‌برداری میدانی برای جمع‌آوری نمونه‌های دریایی استاندارد، روش‌های مورد تایید شناسایی جنس و اندازه دانه‌های رسوب در آزمایشگاه و شناسایی لایه‌های زیر بستر جهت بررسی منشا رسوبات و چگونگی چیدمان لایه‌های زیر بستر دریا پرداخته است.

omoorepeyman.ir