

نقش زمین شناسی دریا در گسترش علم اقیانوس شناسی

محمی الدین احراری رودی^{۱*}، محمد دربازی^۲

۱- دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، m.ahrari@cmu.ac.ir

۲- دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دبیر انجمن علمی اقیانوس شناسی

چکیده

اقیانوس شناسی یکی از رشته های تخصصی علوم پایه دریایی است که مطالعه آبها و اقیانوس ها را از جنبه های زمین شناسی دریا، زیست شناسی دریا، فیزیک و شیمی دریا بر عهده دارد. یکی از شاخه های مهم دانش اقیانوس شناسی علم کاربردی زمین شناسی دریاست که به بررسی ماهیت ویژگی های غیرزیستی حوضه های آبی و ماهیت بستر اقیانوس ها می پردازد. زمین شناسی دریایی با توسعه تجهیزات و ابزارهای پیشرفته مطالعات دریایی مانند اختراع وسیله های خیزان بر روی بستر دریا با توان فیلمبرداری از کف روز به روز گسترش یافته است. این پیشرفتهای باعث بالا رفتن سطح اطلاعات جهت بهره برداری از منابع غیر زنده دریاها، ارزیابی کف اقیانوس ها به منظور احداث سکوهای نفتی دریایی، شناخت مورفولوژی بستر، شناسایی و ارزیابی مخاطرات دریایی، شناخت راهکارهای مناسب جهت جلوگیری یا کاهش صدمات این مخاطرات می شود. در این تحقیق سعی شده است تا با معرفی تعدادی از تجهیزات و ابزار مطالعاتی، روش های جمع آوری داده های زمین شناسی دریایی و ارتباط آنها با شاخه های سه گانه دیگر، نقش زمین شناسی دریا را در گسترش و توسعه مطالعات اقیانوس شناسی تشریح گردد.

کلید واژه: اقیانوس شناسی، زمین شناسی دریا، تجهیزات زمین شناسی دریا

* Corresponding author

E-mail address: m.ahrari@cmu.ac.ir

۱- مقدمه

نخستین برخوردهای انسان با دریا با بررسی سواحل دریا و ناحیه جزر و مدی و مشاهده ی امواج دریا توأم بوده است. بررسی قسمت های میانه دریا مقارن با ساخت نخستین شناورها و کشتی های کوچک آغاز گردید. این زمان را می توان نقطه آغازین اقیانوس شناسی دانست که به تدریج رشد و توسعه یافت. اقیانوس شناسی با دریانوردی ماژلان در اقیانوس آرام (۱۵۲۰) آغاز گردید و بعدها نخستین گشت اکتشافی اقیانوس شناسی توسط کاپیتان جیمز کوک (۱۷۶۸) صورت گرفت که درجه حرارت و بررسی اعماق اقیانوس ها انجام شد [۱]. نخستین کنفرانس اقیانوس شناسی دنیا نیز در سال ۱۸۵۳ در بروکسل بلژیک برگزار شد و در پی اکتشافات فراگیر در سال ۱۸۷۲ کشتی چلنجر توسط کاپیتان نیرس و دانشمندان معروف حرکت خود را در جهت کشفیات نوین آغاز نمود که در این گشت، اطلاعاتی نظیر نقشه برداری اعماق، اندازه گیری درجه حرارت آب و نمونه برداری از همه ی دریاها و بستر صورت گرفت که همه ی این اطلاعات در گزارش معروف به چلنجر در خدمت علوم دریایی قرار گرفت و پایه های علم اقیانوس شناسی را بنیان نهاد [۱۰]. بنا به تعریفی که در دائرة المعارف بریتانیکا از علم اقیانوس شناسی می شود برآورد می شود که "اقیانوس شناسی عبارت است از مطالعه ی اقیانوس ها از کلیه جهات و نظرهای مختلف. با آنکه می توان این علم را دانشی مستقل به حساب آورد، با وجود این، اقیانوس شناسی قلمرو برخورد چهار علم مختلف است که عبارتند از: مطالعه ی اختصاصات فیزیکی آب و حرکات آن، مطالعه زمین شناختی شکل حوضه ی اقیانوس ها و رسوبات کف آن ها، مطالعه ی خواص شیمیایی آب و مواد محلول در آن و مطالعه ی زیست شناختی گیاهان و جانوران دریایی" و یک اقیانوس شناس در مطالعات خود به نوعی با همه ی علوم دریایی و امکانات موجود سروکار دارد [۴]. گرچه اقیانوس شناسی ابتدایی با اکتشافات دریاها و اقیانوس ها همراه گردید ولی بدلیل عدم وجود تجهیزات لازم این کشفیات فقط به گردآوری اطلاعات و تهیه نقشه از سواحل دریاها و اقیانوس ها محدود می شد. در نتیجه نوعی وابستگی بین پیشرفت در اقیانوس شناسی و توسعه علمی و تکنولوژیک در وسایل و تجهیزات لازم بر روی کشتی و در آزمایشگاه های شیمی، زیست شناسی و بخصوص زمین شناسی، برای کسب اطلاعات بیشتر از اقیانوس ها وجود داشته است [۹]. با گذشت زمان و افزایش اختراعات ابزارهای پیشرفته در راستای توسعه ی علم اقیانوس شناسی، این علم گام های بزرگی را

در توسعه جوامع علمی و گسترش صنعت و رقابت های علمی جوامع بشری برداشت تا جایی که علم نوین اقیانوس شناسی (*Oceanography*) ده ها سال پیش در کشورهای حاشیه اقیانوسی به اوج خود رسید و در سال اخیر این رشته در کشور ایران در دانشگاه های دریانوردی و علوم دریایی چابهار و هرمزگان نهادینه شد. در کشورهای نظیر ایتالیا، آمریکا، استرالیا و غیره، دستگاه ها و ادواتی که حاصل توجه فراوان آنان به این بخش از علم است، در اختیار دانشمندان و اقیانوس شناسان قرار دارد که با راحتی و اهتمام فراوان در صدد کشفیات جدید و مطالعه اقیانوس ها می باشند و با دستاوردهای وسیعی که در راستای زمین شناسی دریا ارائه نمودند و منابع جدیدی از کف اقیانوس ها را در اختیار بشر گذاشتند، به نوعی تمام جوامع را از اهمیت این علم نوین و گسترده آگاه ساختند.

۲- زمین شناسی اقیانوس ها

زمین شناسی اقیانوس ها به بررسی ماهیت زمین در اعماق اقیانوسها می پردازد. برای مثال اینکه چگونه حوزه های اقیانوسی ایجاد شده و از بین می روند و یا تبادل مواد در اعماق این آبها چگونه صورت می گیرد [۱۶]. رخداد چنین فرایندهایی که بوسیله مشاهدات مستقیم و مدل سازی کامپیوتری مورد مطالعه قرار می گیرد ممکن است چند سال یا میلیون ها سال طول بکشد. زمین شناسان دریایی به جمع آوری اطلاعات در مورد توپوگرافی و نیز شکل کف اقیانوسها، توزیع رسوبات و انواع آن ها اعماق، ترکیب و ساختار زیرین اقیانوسها و فرایندهای زمین شناسی (تئوری تکتونیک صفحه ای) می پردازد. با کمک این داده های اطلاعاتی، آنها منابع معدنی موجود در کف اقیانوسها را ارزیابی و احتمال رویداد خطرات را پیش بینی می کنند [۱۴،۶]. همین طور به مطالعه فرایندهای زمین شناسی می پردازند و درک علمی بشر را از زمین بالا می برند، که این پژوهش ها علاوه بر اینکه با کشف منابع معدنی زیر دریا به رشد اقتصادی کشور می انجامد، باعث گسترده شدن این علوم بخصوص علم اقیانوس شناسی در جوامع می گردد [۶].

۳- تاریخچه گسترش زمین شناسی دریا در ایران

لزوم فعالیت های زمین شناسی دریایی در سازمان زمین شناسی کشور از دیرباز احساس می شد. قبل از تأسیس مدیریت زمین شناسی دریایی، گروه رسوب شناسی سازمان زمین شناسی کشور برای دست یابی به شناخت رسوبات دریا، با ابزار ابتدایی و تنها برای ارائه توانمندی های علمی خود، مناطق محدودی از پهنه های آبی سواحل شمال کشور را در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ بصورت نقشه های دریایی بزرگ

مقیاس در محدوده بندر انزلی و کیاشهر شرقی (در استان گیلان) ارائه نمودند. این حرکت تنها برای ارائه توانمندی های علمی سازمان در این بخش از علوم زمین بود. در سال ۱۳۷۰ مسئولیت منابع غیر زنده و معدنی شورای عالی اقیانوس شناسی کشور به سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور محول گردید و در این خصوص کمیته ای متشکل از کارشناسانی با تخصص های مختلف در این سازمان ایجاد شد که پایه ای برای تشکیل مدیریت زمین شناسی دریایی گردید [۵،۷]. لذا با توجه به استانداردهای جهانی و انجام پروژه ها در سطح قابل قبول در دنیا و در همه زمینه های رشته زمین شناسی دریایی، مدیریت زمین شناسی دریایی در سال ۱۳۷۹ در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تأسیس گردید. دلایل انتخاب زمین شناسی دریایی بجای علوم دریایی یا اقیانوس شناسی برای این مدیریت بر مبنای زیر تقسیمات شورای عالی اقیانوس شناسی کشور و احاله مسئولیت کمیته منابع غیر زنده و معدنی به سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور بود [۲،۷]. لذا یادآور می شویم که در سال ۱۳۵۴ مبنای اقیانوس شناسی برای دوره های کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی و رشته ی "شناخت محیط زیست" در دانشکده ی علوم زمین، تدریس می شد ولی بعدها به گسترش این علم نوپا توجهی نشد و فقط درس زمین شناسی دریا بصورت دو واحد اختیاری در برنامه ی دوره ی کارشناسی زمین شناسی گنجانیده شد و همچنین با وجود سازمان های اقیانوس شناسی، خلأ کمبود این علوم دریایی وجود داشت و به تدریج دانشگاه های دریایی جهت گسترش این علوم تأسیس گردیدند و در سال اخیر رشته ی اقیانوس شناسی که ریشه ای جز زمین شناسی دریا نداشت پا به عرصه ی علمی کشور نهاد و اکنون در دو دانشگاه علوم دریایی چابهار و هرمزگان تدریس می شوند [۱۰].

۴- ارتباط زمین شناسی دریا با دیگر علوم دریایی

با توجه به مطالب ذکر شده ی فوق، اقیانوس شناسی علمی بسیار وسیع و چند جانبه است که بسیاری از علوم دریا از جمله زمین شناسی دریا، زیست شناسی دریا، فیزیک دریا و شیمی دریا را شامل می شود. لذا یک اقیانوس شناس باید حداقل نه در حد یک تخصص بلکه در حالت کلی اطلاعاتی از همه ی این علوم داشته باشد؛ چرا که در هر رشته ی تخصصی اقیانوس شناسی وارد شود به کمک سایر علوم آن نیز نیاز دارد. همان طور که الکساندر ایوانف (سال ۱۹۷۲ م)، اقیانوس شناس مشهور فرانسوی در کتاب خود "خواص فیزیکی و شیمیایی دریاها" در این مورد می نویسد: "تمام تعاریفی که از رشته های مختلف اقیانوس شناسی مطرح می شوند برآنند که اقیانوس شناسی علمی چند جانبه است و همه ی جنبه های آن ارتباط تنگاتنگی با هم دارند و در جمع آوری اطلاعات به سایر شعب آن هم نیازمندیم" [۴]. به این صورت که برای اثبات نظریه ها و فرضیه های خود از مجموع این علوم می توان استفاده کرد و در زمین شناسی دریا

بخصوص در رسوب شناسی و چینه شناسی و حتی کشف منابع معدنی این رابطه بیشتر به چشم می خورد. اقیانوس شناسی فیزیکی در مورد خصوصیات آب اقیانوس ها و حرکت آنها بحث می کند و این خصوصیات در اکوسیستم های موجودات آبی مؤثر بوده و این نیز به نوبه ی خود بر رسوبات حیاتی کف اقیانوس ها تأثیر دارد. در مواردی در اقیانوس شناسی فیزیکی جریانات بسیار بزرگ و مخربی مثل سونامی و غیره بحث می شود که اغلب نشئت گرفته از عوامل زمین ساختی و حرکات تکتونیک صفحه ای هستند و برای تحلیل این رویدادها اهمیت زمین شناسی دریا آشکار می گردد و همچنین می توان گفت که زمین شناسی و فیزیک اقیانوس تداخل بیشتری با هم دارند چون امواج مستقیما با سواحل و بستر و رسوب گذاری نقش دارند و به این دلیل علمی از این تداخل مثل ژئوفیزیک حاصل می شود. داده های مربوط به ساختار و دینامیک پوسته زمین که از مطالعات ژئوفیزیکی و زمین شناسی به دست می آیند از عوامل اساسی در مطالعات ژئومورفولوژی به شمار می روند [۳، ۱۳]. در بررسی ستون های چینه شناسی و تکتونیک صفحه ای نیز از اقیانوس شناسی زیستی کمک گرفته می شود. خصوصیات شیمیایی آب اقیانوس ها بر روی رسوبات و سنگ ها و حتی کانی های تشکیل دهنده ی آنها تأثیر می گذارد. بنابراین با تأثیرات عوامل دریایی بر روی هم، مطالعات علوم اقیانوسی نیز در بررسی ها به همدیگر نیاز پیدا می کنند [۱۹].

۵- تجهیزات مورد استفاده در مطالعات زمین شناسی دریا و کاربرد آن ها

ابزارها و روش های تجربی علوم اقیانوسی با گذشت زمان و احساس نیاز به پیشرفت گسترده، تغییرات قابل ملاحظه ای را شاهد بوده است. بشر از قرن ها پیش از دریا به عنوان منبعی برای استفاده و مطالعات خود بهره می برده است و به همین دلیل، اکثرا علم زمین شناسی دریا را به عنوان علمی نوین نمی دانند در حالی که واقعیت این است که اکنون این همه ابزارهایی که دانشمندان برای مطالعه ی کف اقیانوس بکار می گیرند در عصر مدرن اختراع شده اند [۶]. با گسترش علوم اقیانوسی و به همراه آن پیشرفت صنعت و الکترونیک، تجهیزات اقیانوس شناسی متحول شده اند و این تحولات در زندگی صنعتی تأثیر بسزایی داشته که برای نمونه کشف منابع معدنی، نفت و خاک دیاتومه و غیره را می توان نام برد. در زمین شناسی روش های تجربی و جمع آوری اطلاعات از طریق مشاهده مهم ترین ابزار یک زمین شناس است و برای بهره برداری از داده ها و اطلاعات خود نیازمند ابزارهای پیشرفته است، بدین منظور برای بررسی بستر اقیانوس ها از تکنولوژی مدرن استفاده می شود و اغلب روش ها و استفاده های ابزاری بر روی کشتی های تحقیقاتی در این زمینه ارائه می گردند [۶].

امروزه سنجش از دور (*Remote Secing*) به علت مزایایی چون اطلاعات کامل و دقت بالا، کاربرد فراوانی دارد. در این روش که شامل یک سنجنده بر اساس زمینه فعالیت و یک سکو برای نگهداری سنجنده است،

در مدارهای ماهواره ای به دور زمین، سنسورهای مختلفی نصب گردیده و اطلاعات لازم را جمع آوری می کرده و به مرکز کنترل می فرستد. زمین شناسی از علومی است که بیشترین بهره را از این سیستم ها در زمینه مطالعه یخچال ها، فعالیت های آتشفشانی، تهیه نقشه های زمین شناسی با دقت بالا، مطالعه فعالیت های تکتونیکی، شناسایی و اکتشاف معادن زیرآبی می برد [۱۴، ۱۷].

نمونه برداری از کف اقیانوس یکی از مهم ترین بخش های تحقیقاتی زمین شناسی دریا است که در این بخش رایج ترین روش، مغزه گیری رسوب (شکل ۱) است که در آن از یک لوله ی فلزی طولی که به یک کابل محکم وصل است و در طرف تعادل کشتی قرار دارد، استفاده می شود [۸]. لوله ی فلزی آزاد شده و با برخورد به بستر نمونه هایی را از آن جمع آوری می کند. این روش باعث می شود تا زمین شناسان دریایی درک بهتری از تاریخ و فرایندهای زمین شناسی در اقیانوس را داشته باشند، چرا که فرایندهای بستر اقیانوس همانند زمین می باشد مثل وقوع آتشفشان و رانش زمین و فعالیت هایی که ممکن است در آینده صورت گیرد و حتی می توانند در مورد منابع طبیعی قابل دسترس در کف اقیانوس مطالعه کنند یا اینکه برای اختراع وسیله هایی برای ثبت این وقایع که بر روی بستر حرکت و خیزش داشته باشند برای مطالعات بیشتر دست به کار شوند.



شکل ۱) نمونه گیری از آب و رسوب

گاهی اوقات این دستگاه های خیزان مجهز به دوربین هایی هستند که وضعیت بستر دریا را به دید دانشمندان برسانند. حتی برخی از آنها قادر به حمل خدمه هستند که دانشمندان برای اولین بار کف اقیانوس را تجربه کنند که اکنون اغلب قادرند به عمقی حدود ۶۰۰۰ پا دسترسی داشته باشند. چنین دستگاهی که بر روی کشتی های تحقیقاتی USGS (United States Geological Survey) بکار می رود، دستگاه عملیاتی خیزان روی بستر (ROV) است (شکل ۲). این وسیله از بالای سطح، کنترل و حرکت می کند و شامل دوربین ها، سنسورها و نمونه بردار است [۲۰].



شکل ۲) سنجنده های دریایی و سیمپلاتوری در کشتی های تحقیقاتی

از گرب ها (شکل ۳) نیز برای مغزه گیری رسوبات و نمونه برداری از کف استفاده می شود که ممکن است به کشف ندول ها و گره های منگیزی بینجامد. گرب ها در اندازه و انواع مختلف هستند و هنگام فرستادن به اعماق با برخورد به بستر بسته شده و نمونه بالا آورده می شود.



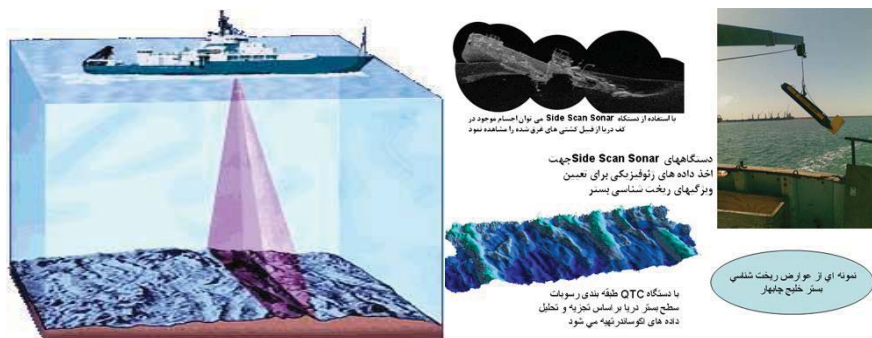
شکل ۳) دستگاه نمونه گیری چنگکی

تکنیک ها و روش های متنوعی در زمین شناسی دریا بکار می روند مثل استفاده از گراوی متر که زمین شناسان از آن برای اندازه گیری چگالی سنگ ها و صخره ها بهره می گیرند و از مغناطیس سنج (شکل ۴) برای بررسی وضعیت مغناطیسی انواع سنگ ها و صخره ها برای بررسی آنومالی مغناطیسی زمین استفاده می کنند[۱۱].



شکل (۴) مغناطیس سنج

سیستم های پهنه برداری آکوستیک تحولی در مطالعات زمین شناسی دریا و اقیانوس شناسی را بوجود آورده اند. این سیستم ها شامل اکوساندر و سونار (شکل ۵) می باشند که امواج صوتی ساطع شده از آن ها، پس از برخورد به بستر دریا به دستگاه ثبت کننده ارسال و توسط نرم افزارهای تخصصی به تصاویر حقیقی از کف دریا تبدیل می شوند. تفاوت اکوساندر و سونار این است که اکوساندر امواج را عمودی می فرستد و با اتصال به کشتی ثابت است، ولی سونار متحرک بوده و با اسکن جانبی، سطح وسیعی را پوشش می دهد. از اطلاعات این سیستم ها جهت اندازه گیری عمق اقیانوس، ثبت ساختار بستر، برای بررسی ویژگی های ریخت شناسی بستر، تهیه و تولید عکس ها و نقشه های زمین شناسی دقیق از کف دریا و در طبقه بندی رسوبات سطح بستر اقیانوس ها استفاده می شود [۱۸۳].



شکل (۵) اکوساندر و سونار در اسکن کف به همراه چند نمونه پردازش شده

در مطالعات اقیانوسی از انواع شناورهای هیدروگرافی و اقیانوس شناسی (شکل ۶) که مجهز به آزمایشگاه های مخصوص می باشند، استفاده می شود. شناورهای هیدروگرافی، شناورهایی هستند که از آنها برای برداشت های هیدروگرافی، مطالعه ی بستر دریا و خصوصیات زمین شناختی زیر آن استفاده می شود [۲۰]. توسط اطلاعات و داده های این شناورها، منابع زیردریایی مثل نفت و گاز کشف می شود [۱۵].

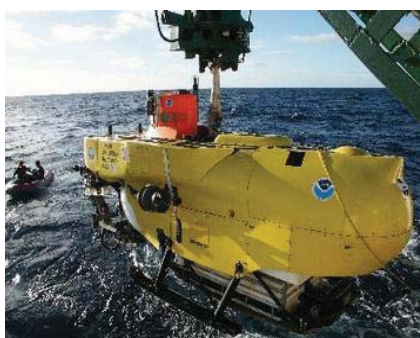


شکل ۶) نمونه ای از شناورهای تحقیقاتی

پروژه هارپ نیز به نوعی می تواند در مطالعه منابع معدنی در اقیانوس ها بکار رود. طبق اظهارات برنارد استلوند، مخترع این پروژه، با استفاده از امواج فرکانس بالا ($ELF/ULF/VLF$) و انعکاس آنها از لایه ی یونوسفر به سمت مقصد مورد نظر که کیلومترها در زمین نفوذ می کنند، می توان شبیه روش رادیوترموگرافی، منابع زیرزمینی را پیدا کرد.

از ابزارهای دیگر بالابر است که برای لایروبی و مغزه گیری رسوبات کف دریا به منظور مطالعه ی آنها مورد نیاز است و این بالابر به یک شناور هیدروگرافی وصل می شود که به علت سنگین بودن چنین عملیاتی، از بالابرهایی با طول کابل ۱۵۰۰۰ متر و قطر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر و موتوری با قدرت ۷۵ تا ۱۵۰ کیلووات استفاده می شود [۲۱].

زیردریایی های تحقیقاتی (شکل ۷) نیز چون امکان استقرار بر روی بستر دریا را تا مدت طولانی دارند در ارتباط با شناورها اطلاعاتی را جمع آوری می کنند [۱۲].



شکل ۷) نمونه ای از زیردریایی های تحقیقاتی

استفاده از جریان سنج ها برای اندازه گیری جهت و سرعت جریان ها رواج دارد که داده های حاصله از آنها برای بررسی رسوبات ته نشین شده ی دریا مورد نیاز است و حتی جزر و مد سنج ها (شکل ۸) نیز داده های مفیدتری در اختیار زمین شناسان دریا می گذارند، بدین صورت که با این ابزارها تغییرات سطح تراز آب دریا در دراز مدت بررسی می شود که در چینه شناسی و شناسایی لایه های رسوبی و مطالعه ی ناپیوستگی ها بکار می روند [۲۱].



شکل ۸) جزر و مد سنج

برای تهیه ی مقطع عرضی و نیمرخ از سواحل و مناطق شستشو شده توسط امواج از سه پایه استفاده می شود و بسیاری از تجهیزات دیگر هستند که زمین شناسان از آنها مدد می جویند مثل رادارهای زیر سطحی (GPR)، الکترونیک و بطری های نمونه بردار آب و حتی ابزارهایی که در آینده طراحی خواهند شد [۲].

۶- نتیجه گیری:

همان طور که ذکر شد، اقیانوس شناسی شامل شاخه های زیست شناسی دریا، فیزیک دریا، شیمی دریا و زمین شناسی دریا است و یک اقیانوس شناس باید درگیر در همه ی این علوم باشد و در موارد مختلف از اطلاعات و ابزارهای متنوع این علوم در مطالعات خود بهره می گیرد. اکنون که صنعت به این گستردگی شده است، ابزارهای بسیار متنوع و پیشرفته ای را در زمینه مطالعات دریا شاهد هستیم و تحقیقات با دقت و آسانی بسیار انجام می گیرند. کشور ایران چون بر روی کمربند زلزله خیز قرار دارد و تحت تأثیر حرکات صفحات پوسته زمین از جمله صفحات اقیانوسی قرار دارد و مهم تر اینکه دارای ذخایر معدنی و نفتی در سطح خاورمیانه است، به خودکفایی در بخش تجهیزات دریایی، بخصوص زمین شناسی دریا نیاز دارد. در حال حاضر اکثر ابزارهای مورد استفاده در زمین شناسی دریا و سایر علوم که در سازمان های اقیانوس شناسی کشور بکار می روند، از کشورهای دیگر وارد می شوند. لذا ملاحظه می شود که اکثر

اطلاعات ما از اقیانوس ها نیز، از یافته های کشورهای حاشیه اقیانوسی نشأت می گیرند. البته نباید از سکوه های نفتی در خلیج فارس و دستیابی به منابع باارزش دریایی دیگر و همچنین زیر دریایی های طراحی شده ی کشور ایران، غافل بود. با این حال برای رسیدن به سطوح بالاتر و ادعای پیشرفت در بخش علوم اقیانوسی، باید دانشمندان و نوآموزان و دانشگاه های دریایی خود را مجهز به تجهیزات پیشرفته کرده و از استعدادها و اطلاعات آنان، هم در اختراعات ابزارها و هم در کشفیات جدید از اقیانوس ها، استفاده کند. بدین صورت است که سطح علوم دریایی و علاقمندی به آن فزونی یافته و کشور در جهت خود کفایی در تجهیزات دریایی و استفاده مفید از پهنه های آبی خود، گامی مفید خواهد برداشت.

۷- منابع

- ۱- ارشقی، عادل، "اقیانوس ها"، کتابهای سپیده وابسته به انتشارات اطلاعات، ۱۳۶۶.
- ۲- موسوی حرمی، سیدرضا، "رسوب شناسی"، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۶ صفحه، ۱۳۸۹.
- ۳- تیری، ژوتو- رنه موری، "زمین شناسی پوسته ی اقیانوسی" (پتروولوژی و دینامیک درونی)، ترجمه ی علی درویش زاده، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.
- ۴- چگینی، وحید؛ نگارستان، حسین؛ و سایر همکاران: "اقیانوس شناسی و اهداف آن" (ترجمه وتدوین) دایرةالمعارف جامع بندری و دریایی، جلد چهارم، سازمان بنادر و دریانوردی، ۱۳۸۸.
- ۵- شفیع، سیروس- مدنی، حسن، "زمین شناسی عمومی"، انتشارات پلی تکنیک تهران.
- ۶- شاپن، ژان، ۱۹۷۸ "کارهای دریایی"، جلد ۱، ترجمه ی بهنیا، انتشارات دانشگاه تهران، اردیبهشت ۱۳۶۴.
- ۷- داداشی آرانی، حسن، "زمین شناسی دریایی"، انتشارات دانشگاه پیام نور، مهر ۱۳۹۱.
- ۸- موسوی روحبخش، سیدمحمد، "زمین شناسی دریای خزر"، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشورمرداد ۱۳۸۰.
- ۹- مدنی، سید ضیاء الدین، "حقوق بین الملل دریاها و تحقیقات علمی دریایی"، انتشارات پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، ۱۳۹۲.
- ۱۰- مومنی، ایرج، "مبانی اقیانوس شناسی"، جلد ۱، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۵.
11. B. Novak, B. Housen, Y. Kitamura, T. Kanamatsu, K. Kawamura, "Magnetic fabric analyses as a method for determining sediment transport and deposition in deep sea sediments, December 2013.
12. Dr Gilbert Doukan, "UNDERWATER HUNTING", publishing France, 1948.
13. Erickson, John, "Marine Geology: Undersea Landforms and Life Forms", 1996.
14. Graeme Gourlay, "Explore the Wonders of the World Beneath the Sea ", publishing UK, 2001.
15. Helmond, "Towed vehicles, Encyclopedia of ocean sciences", vol academic press, 2001.

16. James P. Kennett, "Marine Geology", Edition by illustrated, Publisher Prentice-Hall, 1982.
17. Keith A.Sverdrup, Alyn C.Duxbury and Alison B.Duxbury, "Fundamentals of Oceanography", McGraw-Hill Publishing Company, 2006.
18. Seibold, E. and W.H. Berger, "The Sea Floor: An Introduction to Marine Geology", Publisher Springer, 1996.
19. Garrison. "Oceanography: An Invitation to Marine Science" 5th edition. Thomson, 2005. Page
20. Thurman,H,V, "Intrordutory oceanography" , Charles E.Merill publishing company. USA, pp380, 1975.
21. Tolmazin.D, "Elements of dynamic oceanography", sydeny, pp181, 1985.