



دانشگاه هرمزگان
دانشکده علوم پایه

بان برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد در رشته‌ی فیزیک دریا

عنوان:

بررسی فصلی جریان‌ات ترموها لایینی در تنگه هرمز

استاد راهنما:

دکتر اسماعیل حسن‌زاده

اساتید مشاور:

دکتر مهدی محمد مهدیزاده
علی رضایی لطیفی

نگارش:

مجید فیروزی مهر

اردیبهشت

اسم



دانشگاه هرمزگان
دانشکده علوم پایه
گروه فیزیک

بان برای دریافت درجهی کارشناسی ارشد در رشتهی فیزیک دریا

عنوان:

بررسی فصلی جریانات ترموها لاینی در تنگه هرمز

استاد راهنما:

دکتر اسماعیل حسن زاده

اسات مشاور:

دکتر مهدی محمد مهدی زاده

علی رضایی لطیفی

نگارش:

مجید فیروزی مهر

اردیبهشت

چکیده

هدف از انجام این پایان‌نامه بررسی بخشی از جریان‌های دریایی در تنگه هرمز می‌باشد که ناشی از اختلاف چگالی بوده و به‌عنوان جریان‌های ترموهالاینی شناخته می‌شوند. جریان‌های ورودی به خلیج فارس با عبور از قسمت شمالی تنگه هرمز تحت تاثیر شرایط محیطی و تبخیر بالای این منطقه قرار می‌گیرند و به آب‌های چگال و شورتر تبدیل می‌شوند و طی گردشی در نیمه شرقی خلیج فارس به سمت جنوب تغییر مسیر داده و با عبور از قسمت جنوبی تنگه هرمز از خلیج فارس خارج می‌شوند. در این بررسی از داده‌های مربوط به گشت دریایی هرمز و همچنین گشت دریایی RRS Discovery, DI210، که با نام پروژه JGOFS در محدوده‌ی تنگه هرمز انجام شده است، برای تحلیل ساختار فیزیکی و بررسی جریان ترموهالاین در تنگه هرمز در تمام فصول سال استفاده شده است. چگال‌ترین ایزوپیکنال‌ها در زمستان در جنوب تنگه مشاهده شدند. با استفاده از داده‌های مشاهده شده و اعمال روابط دینامیکی مربوطه، بیشینه‌ی شار جریان ورودی را در فصل بهار 0.312 Sv و کمینه‌ی آن را در پاییز 0.152 Sv به دست آوردیم. بیشینه‌ی شار جریان‌های خروجی در فصل بهار 0.182 Sv و کمینه‌ی آن در پاییز 0.142 Sv به دست آمد. جریان خروجی با شدت بیشتر از عمق‌های ۵۰ تا ۶۵ متری با سرعتی حدود 0.2 m/s مشاهده شد. این جریان ناشی از اختلاف فشارهای باروکلینیکی بین حوضه شرقی خلیج فارس و خلیج عمان بوده است. اختلاف فشار باروکلینیکی در نتیجه‌ی اختلاف چگالی می‌باشد. عامل غالب در ایجاد جریان در تنگه هرمز در بازه‌های زمانی بلند مدت اختلاف فشارهای باروکلینیکی ناشی از اختلاف چگالی بین آب‌های قسمت شرقی خلیج فارس و خلیج عمان می‌باشد. با کمک خروجی‌های شبیه‌سازی شده سهم ترموهالاینی جریان به دست آمده و میانگین سالیانه شار ورودی مربوط به ترموهالاین 0.118 Sv و شار خروجی ترموهالاینی 0.104 Sv به دست آمد. بیشینه شار ترموهالاین خروجی در بهار 0.13 Sv بود.

کلمات کلیدی:

ترموهالاین، تنگه هرمز، باروکلینیک، ایزوپیکنال، ترموکلاين، پیکنوکلاين، خلیج فارس

تقدیم به
پدر و مادر مهربانم
به نشانه‌ی سپاسگزاری

فهرست مطالب

صفحه		عنوان
	تعاریف و کلیات	فصل اول
۱.....	مقدمه	۱-۱
۲.....	اقیانوس شناسی فیزیکی	۲-۱
۴.....	معرفی منطقه مورد مطالعه	۳-۱
۴.....	۱-۳-۱ تنگه هرمز	
۴.....	۲-۳-۱ محدوده‌ی تنگه هرمز	
۵.....	۳-۳-۱ طول و عرض تنگه هرمز	
۵.....	۴-۳-۱ عمق تنگه هرمز	
۶.....	۵-۳-۱ ژئواستراتژیک تنگه هرمز	
۷.....	۶-۳-۱ خلیج فارس	
۹.....	مشخصه‌های فیزیکی آب دریا	۴-۱
۹.....	۱-۴-۱ دما	
۱۰.....	۲-۴-۱ شوری و رسانندگی	
۱۱.....	۳-۴-۱ چگالی	
۱۲.....	۱-۳-۴-۱ اثرات دما و شوری بر چگالی	
۱۳.....	۲-۳-۴-۱ اثر فشار بر چگالی و دما	
۱۴.....	۴-۴-۱ مشخصه‌های دیگر	
۱۴.....	جریان‌های اقیانوسی	۵-۱
۱۴.....	۱-۵-۱ جریان‌های مشتق شده از باد	
۱۶.....	۲-۵-۱ عدد راسبی	
۱۷.....	۳-۵-۱ جریان‌های زمینگرد	
۱۷.....	۱-۳-۵-۱ توازن هیدروستاتیک و تقریب زمینگرد	
۱۹.....	۲-۳-۵-۱ معادلات زمینگرد	
۱۹.....	۴-۵-۱ جریان‌های جزر و مدی	
۲۱.....	۵-۵-۱ جریان‌های ترموهالاینی	
۲۳.....	۶-۵-۱ معادلات حاکم بر جریان‌های ترموهالاینی	
۲۵.....	۱-۶-۵-۱ معادله‌ی حالت	
۲۵.....	۲-۶-۵-۱ معادله دما	
۲۶.....	۳-۶-۵-۱ معادله شوری	
۲۶.....	پیشینه‌ی تحقیق	۶-۱
۳۴.....	روش تحقیق و اجرا	فصل دوم

۳۵.....	مقدمه	۱-۲	
۳۵.....	کاربرد مدل‌های هیدرودینامیکی	۲-۲	
۳۵.....	۱-۲-۲ معرفی مدل کوهرنس	۱-۲-۲	
۳۶.....	۲-۲-۲ ویژگی‌های عمومی	۲-۲-۲	
۳۷.....	۳-۲-۲ ویژگی‌های فیزیکی	۳-۲-۲	
۳۷.....	۴-۲-۲ معادلات اصلی هیدرودینامیکی	۴-۲-۲	
۳۸.....	۵-۲-۲ معادلات در سیستم مختصات سیگما	۵-۲-۲	
۴۰.....	۶-۲-۲ قدرت تفکیک عددی	۶-۲-۲	
۴۱.....	۷-۲-۲ داده‌های ورودی	۷-۲-۲	
۴۱.....	۸-۲-۲ شرایط مرزی و اولیه	۸-۲-۲	
۴۳.....	معرفی نرم افزار فررت	۳-۲	
۴۶.....	تحلیل و بررسی داده‌های اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده		فصل سوم
۴۷.....	مقدمه	۱-۳	
۴۷.....	منابع داده‌ها	۲-۳	
۴۸.....	تحلیل داده‌ها	۳-۳	
۴۹.....	۱-۳-۳ سری‌های زمانی مربوط به داده‌های گشت دریایی هرمز	۱-۳-۳	
۵۳.....	۲-۳-۳ تغییرات میانگین دما، شوری و چگالی در تنگه هرمز در طول سال	۲-۳-۳	
۵۵.....	۳-۳-۳ بیشینه و کمینه‌ی دما، شوری و چگالی و اختلاف آن‌ها	۳-۳-۳	
۵۶.....	۴-۳-۳ بررسی داده‌های گشت دریایی RRS, Discovery, DI210	۴-۳-۳	
۶۰.....	۵-۳-۳ توزیع مکانی دما، شوری و چگالی در سراسر تنگه هرمز	۵-۳-۳	
۶۸.....	تحلیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی عددی و خروجی‌های مدل کوهرنس	۵-۳	
۷۶.....	محاسبه سرعت جریان ترموهالاینی در تنگه هرمز	۶-۳	
۷۶.....	بررسی سری زمانی مشخصه‌های ترموهالاینی در سراسر تنگه هرمز	۷-۳	
۸۴.....	تغییرات سرعت جریان‌های سطحی و عمیق در سراسر تنگه هرمز	۸-۳	
۸۷.....	جمع‌بندی و بحث		فصل چهارم
۸۸.....	بحث	۱-۴	
۹۰.....	شکل‌گیری گردش ترموهالاینی در نیمه شرقی خلیج فارس	۲-۴	
۹۱.....	بحث نظری برای محاسبه تبادل آب و جریان ترموهالاین در تنگه هرمز	۳-۴	
۹۱.....	۱-۳-۴ عبارت مربوط به فشار	۱-۳-۴	
۹۱.....	۲-۳-۴ توازن آب	۲-۳-۴	
۹۲.....	تبادل ترموهالاینی در تنگه هرمز	۴-۴	
۹۴.....	محاسبه شار جریان ورودی و خروجی از تنگه هرمز	۵-۴	
۹۷.....	تفسیر نتایج	۶-۴	
۹۹.....	منابع و ماخذ		

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
فصل اول	
جدول (۱-۱)، تغییر $\sigma_r(\Delta\sigma_r)$ با تغییرات دما و شوری به شورت توابعی از دما و شوری	۱۳
فصل سوم	
جدول (۱-۳)، بیشینه و کمینه مقادیر ثبت شده در پارامترهای ترموهالاینی در دو لایه سطحی و کف در جنوب تنگه هرمز	۵۵
جدول (۲-۳)، مقادیر اختلاف بین بیشینه و کمینه پارامترها در دو لایه سطحی و کف	۵۶
جدول (۳-۳)، مقادیر دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در ایستگاه شماره ۱ (۲۴/۹ N، ۵۵/۲ E) در مرز غربی تنگه هرمز	۵۷
جدول (۴-۳)، مقادیر دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در ایستگاه شماره ۲ (۲۶/۳ N، ۵۶/۱ E) در جنوب تنگه هرمز	۵۸
جدول (۵-۳)، مقادیر دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در ایستگاه شماره ۳ (۲۵/۵ N، ۵۷ E) در محدوده دریای عمان	۵۹
جدول (۶-۳)، مقادیر دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در ایستگاه شماره ۴ (۲۴/۹ N، ۵۷/۲ E) در جنوب شرقی تنگه هرمز	۶۰
جدول (۷-۳)، سهم سرعت جریان ترموهالاینی در جنوب تنگه هرمز	۷۶
فصل چهارم	
جدول (۱-۴)، عمق جریان ورودی و خروجی در تنگه هرمز	۹۵
جدول (۲-۴)، محاسبه شار جریان ورودی و خروجی از تنگ هرمز	۹۶
جدول (۳-۴)، شار جریان ترموهالاین ورودی و خروجی از تنگه هرمز	۹۶

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

فصل اول

- شکل (۱-۱)، نقشه جغرافیایی تنگه هرمز ۶
- شکل (۲-۱)، طرح کلی گردش در خلیج فارس ۸
- شکل (۳-۱)، نقشه عمق سنجی خلیج فارس ۹
- شکل (۴-۱)، مقادیر $\Delta_{S,T}$ ، σ_t ، دمای بیشترین چگالی در نقطه انجماد (در فشار جو) برای آب دریا به صورت توابعی از دما و شوری ۱۲
- شکل (۵-۱)، ماریپیچ اکمن ۱۵
- شکل (۶-۱)، حرکات جزر و مدی مربوط به سیارات ۲۰
- شکل (۷-۱)، دوره‌های زمانی در یک گستره ۲۴ ساعته ۲۰
- شکل (۸-۱)، طرح کلی از گردش ترموهاالاینی در سراسر اقیانوس‌ها ۲۲
- شکل (۹-۱)، میانگین نمایه‌های قائم سرعت در طول تنگه ($055^\circ T$) برای چهار فاصله زمانی دو ماهه و برای میانگین طولی ثبت شده با استفاده از ADCP و جریان سنج مهار شده ۲۸
- شکل (۱۰-۱)، میانگین شوری شبیه سازی شده ۳۰
- شکل (۱۱-۱)، میدان شوری افقی شبیه سازی شده در سطح ۳۱
- شکل (۱۲-۱)، شوری شبیه سازی شده عرض جغرافیایی ۳۲
- شکل (۱۳-۱)، شوری شبیه سازی شده منطقه‌ای در مقطع عرضی امتداد $52^\circ E$ ۳۳

فصل دوم

- شکل (۱-۲)، مختصات سیگما در مقابل مختصات دکارتی ۳۹

فصل سوم

- شکل (۱-۳)، موقعیت ایستگاه اندازه‌گیری شده در گشت دریایی هرمز (جنوب تنگه هرمز) ۴۹
- شکل (۲-۳)، سری‌های زمانی توزیع دما، شوری و چگالی در فصل زمستان در جنوب تنگه هرمز ۵۰
- شکل (۳-۳)، سری‌های زمانی توزیع دما، شوری و چگالی در فصل بهار در جنوب تنگه هرمز ۵۱
- شکل (۴-۳)، سری‌های زمانی توزیع دما، شوری و چگالی در فصل تابستان در جنوب تنگه هرمز ۵۲
- شکل (۵-۳)، سری‌های زمانی توزیع دما، شوری و چگالی در فصل پاییز در جنوب تنگه هرمز ۵۳
- شکل (۶-۳)، میانگین‌های دما، شوری و چگالی در جنوب تنگه هرمز ۵۴
- شکل (۷-۳)، موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده در گشت دریایی RRS, Discovery DI210 ۵۷
- شکل (۸-۳)، توزیع دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در لایه کف در سراسر تنگه هرمز در فصل زمستان ۶۲
- شکل (۹-۳)، توزیع دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در لایه کف در سراسر تنگه هرمز در فصل بهار ۶۴
- شکل (۱۰-۳)، توزیع دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در لایه کف در سراسر تنگه هرمز در فصل تابستان ۶۶
- شکل (۱۱-۳)، توزیع دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در لایه کف در سراسر تنگه هرمز در فصل پاییز ۶۸
- شکل (۱۲-۳)، نتایج حاصل از شبیه سازی عددی مدل کوهرنس در فصل زمستان ۷۰
- شکل (۱۳-۳)، نتایج حاصل از شبیه سازی عددی مدل کوهرنس در فصل بهار ۷۲

- شکل (۳-۱۴)، نتایج حاصل از شبیه سازی عددی مدل کوهرنس در فصل تابستان ۷۳
- شکل (۳-۱۵)، نتایج حاصل از شبیه سازی عددی مدل کوهرنس در فصل پاییز ۷۵
- شکل (۳-۱۶)، محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده در سه ناحیه مرز غربی، مرز شرقی و جنوب تنگه هرمز ۷۷
- شکل (۳-۱۷)، سری‌های زمانی میانگین دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در غرب تنگه هرمز ۷۹
- شکل (۳-۱۸)، سری‌های زمانی میانگین دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در جنوب تنگه هرمز ۸۱
- شکل (۳-۱۹)، سری‌های زمانی میانگین دما، شوری، چگالی و سرعت جریان در شرق تنگه هرمز ۸۳
- شکل (۳-۲۰)، تغییرات سرعت جریان‌های سطحی و عمیق در سراسر تنگه هرمز ۸۶

فصل چهارم

- شکل (۴-۱)، تغییرات تراز دریا در چند ایستگاه ۸۹
- شکل (۴-۲)، اختلاف تراز دریا بین ایستگاه بندر عباس و بوشهر ۹۰
- شکل (۴-۳)، نمایه قائم تغییرات سرعت جریان در جنوب تنگه هرمز ۹۵

فصل اول

تعاریف و کلیات

۱-۱ مقدمه

گردش‌های اقیانوسی معمولاً به دو بخش عمده تقسیم می‌شوند. گردش مشتق شده از باد^۱ که معمولاً در چند صد متر بالایی غالب است و گردش ناشی از اختلاف چگالی که در لایه‌های زیرین رخ می‌دهد و به‌عنوان گردش ترموهالاینی شناخته می‌شود. گردش ترموهالاینی نقش بسیار مهمی در تعیین آب و هوای زمین دارد. تقریباً 10^{15} W از گرمای مناطق گرمسیری و استوایی با این گردش اقیانوسی به عرض‌های جغرافیایی بالاتر و مناطق قطبی انتقال می‌یابد. فرایند فراچاهی^۲ در گردش‌های ترموهالاینی برای زندگی گیاهان و جانوران یک ناحیه مهم است برای اینکه آب‌های عمیق غنی از مواد مغذی را به سطح اقیانوس می‌آورد (Toggweiler, 1991).

عبارت گردش ترموهالاینی به حرکتی از آب نسبت داده می‌شود که با تغییر چگالی آب جابجا می‌گردد که این تغییر چگالی ناشی از تغییر دما یا شوری در حجم مناسبی از آب می‌باشد. با وجود این که هنوز هم جزئیات گردش ترموهالاینی در اقیانوس عمیق کاملاً شناخته شده نیست، اما اهمیت این گردش دقیقاً مشابه با گردش لایه‌ی بالایی اقیانوس است که بررسی آن راحت‌تر است و تلاش‌های بیشتری در جهت آن اختصاص داده شده است. یک مدل کلی پذیرفته شده از استومل (۱۹۵۸) نشان داد که سازوکارهای اصلی در گردش بزرگ مقیاس ترموهالاینی و حفظ ترموکلاین^۳، سازوکارهایی هستند که مخصوصاً در نواحی شمالی و جنوبی اقیانوس اطلس باعث فرو رفتن آب‌ها می‌شوند و سپس آب عمیق به درون حوضه سه اقیانوس دیگر جریان می‌یابد و به تدریج تحت فرایند فراچاهی به سطح می‌آید. بنابراین دو سازوکار شناخته شده که باعث فرو رفتن آب می‌شوند، فرو رفتن نزدیک کرانه ای^۴ و فرو رفتن اقیانوس آزاد^۵ می‌باشند (Pickard and Emery, 1990).

اهمیت بسیار زیادی که جریان‌های ترموهالاینی و انتقال‌های دریایی در سیستم آب و هوای منطقه خلیج فارس و تبادل آب با دریای عمان و اقیانوس هند دارند و کمبود اطلاعات لازم در زمینه جریان‌های دریایی در منطقه خلیج فارس و تنگه هرمز، همچنین فقدان گشت‌های مستقیم داده‌برداری در این منطقه، از دلایلی است که لازم دانستیم تلاشی در جهت بررسی جریان‌های ترموهالاینی در این منطقه انجام شود. با توجه به اینکه بیشتر آلودگی‌ها در این منطقه از نوع آلودگی نفتی می‌باشند لذا داشتن اطلاعات کافی در زمینه‌ی نحوه انتقال جریان‌های ناشی از اختلاف دما، شوری و چگالی آب در این منطقه بسیار لازم می‌باشد.

۱-۲ اقیانوس شناسی فیزیکی

این شاخه از علوم دریایی به مطالعه در مورد چهار بخش اصلی می‌پردازد:

¹ Wind-driven circulation

² Upwelling

³ Thermocline

⁴ Near-boundary sinking

⁵ Open-ocean sinking

۱. مشخصه‌های فیزیکی آب دریا، به‌ویژه آن پارامترهایی که بر چگالی آب دریا تأثیر می‌گذارند، مانند دما و شوری.

۲. مشخصه‌های مخصوص آب دریا مانند نور، صوت و فشار.

۳. انتقال انرژی بین اقیانوس و جو.

۴. جابجایی‌های آب در اقیانوس (مانند امواج، جزر و مدها و جریان‌ها) و مکانیزم نیروهایی که این جریان‌ها را ایجاد می‌کنند. مشخصه‌های فیزیکی آب دریا و گردش اقیانوس‌ها با شرایط جوی همبستگی بسیار نزدیکی دارند.

یکی از اهداف اصلی فیزیک دریا شناخت حرکت متوسط اقیانوس‌ها در سراسر جهان است. همچنین علاوه بر شناخت متوسط جریان، دانستن اینکه جریان در طی یک روز، یک سال، ده سال و حتی بیشتر چه تغییری می‌کند، بسیار مفید خواهد بود (Weisberg and Parish, 1974).

به‌طور کلی جریان‌های اقیانوسی از قسمتی از اقیانوس به قسمت دیگر منتقل می‌شوند. همچنین این جریان‌ها پلانکتون‌ها، ماهی‌ها، گرما، اندازه حرکت و مشخصه‌های شیمیایی مانند نمک، اکسیژن و دی‌اکسید کربن را جابجا می‌کنند.

جریان‌های دریایی بخش مهمی از چرخه‌های سراسری بیوژئوشیمیایی و هیدرولوژیکی می‌باشند. همچنین داشتن آگاهی در مورد نحوه‌ی انتقال جریان برای فعالیت‌های دریایی که با دریانوردی، جستجو و نجات افراد در دریا و پخش آلودگی‌ها در دریا سروکار دارند، بسیار مهم می‌باشد.

با استفاده از مشاهدات مستقیم از جریان‌های اقیانوسی کاملاً واضح است که باد عامل حرکت آب بوده و یکی از نیروهای اصلی در ایجاد جریان‌های اقیانوسی است.

روش‌های اقیانوس‌شناسی جدید به کارهای افراد بسیار زیادی نسبت داده می‌شود اما تحقیقاتی که امروزه به‌وسیله دانشمندان انجام شده است حاصل جمع آوری بلند مدتی از داده‌ها می‌باشد. توسعه روش‌های گسترده داده‌برداری و ثبت آن‌ها از زمان‌های گذشته تا امروزه، حاصل حس طبیعی کنجکاو بشر در مورد سیاره زمین می‌باشد (Weisberg and Parish, 1974).

در اوایل قرن بیستم یک دانشمند نروژی فریدجف نانسن^۱ مشاهده کرد که توده‌های یخی در شمال اقیانوس اطلس به سمت راست جهت باد جابجا می‌شوند. یکی از دانشجویان او، والفرید اکمن^۲، نشان داد که عامل این پدیده چرخش زمین و به‌ویژه نیروی کوریولیس^۳ می‌باشد و در نیمکره جنوبی باعث می‌شود که آب به سمت چپ باد حرکت کند. یکی از نتایج اولیه دینامیک اکمن این است که جابجایی خالص آب، تحت تأثیر نیروهای باد در بزرگ مقیاس، به سمت راست (یا چپ) جهت باد در نیمکره شمالی (یا جنوبی) می‌باشد. (Pickard and Emery, 1990)

فرایندهای عملگر بر فصل مشترک هوا- دریا مانند گرمایش خورشیدی، تبخیر و بارش، مشخصه‌های دما و شوری آب‌های اقیانوسی را تنظیم می‌کنند. گرادیان‌های فشار جوی و تنش‌های به‌وجود آمده از

¹ Fridjof Nansen

² Walfrid Ekman

³ Coriolis force

اثر باد باعث ایجاد امواج و جریان‌های باد رانده می‌شوند که بر چند صد متر بالایی ستونی از آب تاثیر می‌گذارند (Stewart, 2008).

الگوهای کلی باد باعث ایجاد سیستم‌های اصلی جریان در کل اقیانوس‌ها می‌شوند. پدیده‌های شناخته شده مانند ال‌نینو نتایج فاجعه انگیزی از برهم کنش‌های بالقوه‌ای از اقیانوس و جو را نشان می‌دهند. تبادل گرما بین جو و اقیانوس‌ها فرایندهای انتقال گرما از استوا به سمت قطب‌ها را انجام داده و در نتیجه باعث انتقال ذخیره کلی گرمایی زمین می‌شود (Duxbury, 1999).

۱-۳ معرفی منطقه مورد مطالعه

۱-۳-۱ تنگه هرمز

تنگه استراتژیک هرمز از مهم‌ترین تنگه‌های بین‌المللی محسوب می‌شود که در ردیف حیاتی‌ترین تنگه‌های عبور و مرور جهان شناخته شده است. بیش از یکصد تنگه میان اقیانوس و آبراه در جهان وجود دارد که عرض آنها کمتر از ۴۰ کیلومتر (۲۵ مایل) می‌باشد.

چنانچه امکان رتبه بندی این آبراه‌ها بر اساس تعداد کشتی، قطب اقتصادی، آسیب پذیری جغرافیایی و استفاده نظامی وجود داشته باشد، با در نظر گرفتن اهمیت پنج تنگه‌ای که مانند دروازه‌های خاورمیانه و شمال آفریقا عمل می‌کنند، می‌توان به این تنگه‌ها اشاره نمود:

تنگه هرمز در جنوب ایران، تنگه جبل الطارق (بین دریای مدیترانه و اقیانوس اطلس)، تنگه بسفر و داردانل در ترکیه (بین دریای سیاه و مدیترانه) و تنگه باب‌المنندب (بین دریای سرخ و اقیانوس هند). تنگه هرمز باریکه دریایی خمیده شکلی است که فلات ایران را از شبه جزیره عربستان جدا می‌کند و آب‌های خلیج فارس را به دریای مکران (عمان) و اقیانوس هند پیوند می‌دهد. این تنگه یک فرورفتگی از دوره سوم زمین‌شناسی است که ادامه رشته کوه‌های جنوبی ایران به شبه جزیره مسندم را قطع می‌کند. در ساحل شمالی تنگه کشور ایران و در جنوب آن کشور امارات متحده عربی و عمان قرار دارند.

۱-۳-۲ محدوده‌ی تنگه هرمز

در تعریف محدوده‌ی تنگه هرمز آمده است؛ تنگه عبارت است از فضایی میان دو خط فرضی که اولی دو نقطه‌ی "راس‌الدبه" در کشور عمان و "راس‌الکوه" در ایران و خط فرضی دوم "راس‌الشام" در نزدیک امارات متحده عربی تا جزیره هنگام در مدخل شمالی خلیج فارس را به یکدیگر پیوند می‌دهد. به دلیل این‌که جنبه‌های نظامی و استراتژیک در فضایی یاد شده همراه با فضایی که جزایری مانند قشم، لارک، ابوموسی و تنب‌ها را در بر گرفته است در مجموع یک واحد را تشکیل می‌دهند در تعریف جدید حد غربی تنگه، خطی فرضی است که شرق بندر دبی در کشور امارات را به بندر بستانه در غرب بندر لنگه متصل می‌کند. این ناحیه تنگه هرمز نامیده می‌شود.

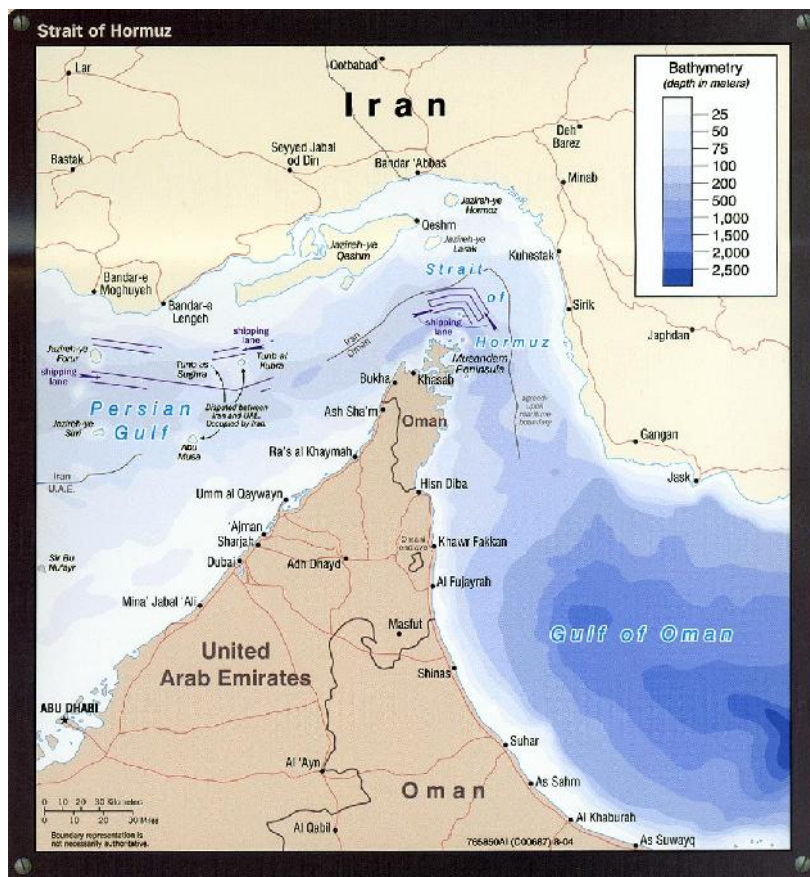
۱-۳-۳ طول و عرض تنگه هرمز

طولانی‌ترین فاصله عرضی تنگه هرمز (از کرانه‌های بندرعباس در شمال تا شمالی‌ترین نقطه کرانه‌های مسندم در جنوب) ۸۴ کیلومتر و کوتاه‌ترین فاصله عرضی آن (میان جزیره ایرانی لارک در شمال و جزیره عمانی السلامه- که نام دیگر آن قوئین بزرگ است- در جنوب) ۳۸ کیلومتر برآورد شده است. طول تنگه در ساحل ایران بر اساس محدوده‌ی تعریف شده ۳۱۰ کیلومتر است ولی عرض تنگه در نقاط مختلف متفاوت است. حد شرقی عرض تنگه از راس الدبه تا راس الکوه ۹۶ کیلومتر و حد غربی عرض تنگه از بندر بستانه تا بندر دبی ۱۵۰ کیلومتر است.

۱-۳-۴ عمق تنگه هرمز

در سراسر تنگه هرمز عمق یکنواختی وجود ندارد و به‌طور کلی می‌توان دو ویژگی برای شیب تنگه هرمز در نظر گرفت:

- ۱. در حرکت از شمال تنگه به سمت جنوب، تنگه عمیق‌تر می‌شود. این شیب ملایم است و در نتیجه عمیق‌ترین نقاط در مجاورت سواحل جنوبی تنگه قرار گرفته است. این مسأله باعث شده است مسیر تردد نفت‌کش‌های سنگین و اقیانوس‌پیمای‌های عظیم در مجاورت ساحل جنوبی تنگه قرار بگیرد. به‌گونه‌ای که عمق آب در نزدیکی جزیره لارک ۳۶ متر و در نزدیکی جزیره مسندم ۱۴۴ متر می‌باشد.
- ۲. در حرکت از غرب به شرق عمق آب زیاد می‌شود بدین ترتیب شیب کف از سمت خلیج فارس به طرف تنگه و دریای عمان افزایش زیادی پیدا می‌کند به‌گونه‌ای که عمق آب در بخش غربی تنگه و در محدوده‌ی خلیج فارس حدود ۲۵ متر است و در قسمت‌های عمیق‌تر به‌ندرت از ۷۳ متر تجاوز می‌کند ولی در قسمت شرقی تنگه در یک افزایش ناگهانی عمق به بالای ۱۰۰ متر می‌رسد و در دریای عمان اعماق بالای ۱۰۰۰ متر هم مشاهده می‌شود.



شکل (۱-۱) نقشه جغرافیایی تنگه هرمز. (www.wikipedia.com)

۱-۳-۵ ژئواستراتژیک تنگه هرمز

این تنگه تنها آبراه موجود برای انتقال مخازن عظیم نفت موجود در خلیج فارس به آبهای آزاد و سراسر جهان می‌باشد. مطابق با آمار اداره ثبت اطلاعات انرژی در ایالات متحده، به‌طور متوسط در هر روز حدود ۱۵ نفت‌کش به حمل و جابجایی ۱۶/۵ تا ۱۷ میلیون بشکه نفت خام از طریق تنگه هرمز می‌پردازند که این نکته اهمیت این تنگه را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آبراه‌های استراتژیکی جهان نشان می‌دهد. ۴۰٪ از محموله‌های نفتی دریایی جهان و ۲۰٪ از کل محموله‌های جهانی از طریق این تنگه جابجا می‌شوند.

در سال ۲۰۰۶ کشورهای حاشیه خلیج فارس یعنی ایران، عربستان، عراق، کویت، قطر و امارات متحده عربی در کل ۱۸ میلیون و ۲۰۰ هزار بشکه نفت در روز صادر نمودند که از این میزان ۱۷ میلیون بشکه از طریق تنگه هرمز به بازارهای جهانی ارسال گشت. این میزان یک پنجم مصرف نفت دنیا را تشکیل می‌دهد. کشورهای مذکور با ۷۲۸ میلیارد بشکه ذخیره نفت، ۵۵ درصد کل نفت دنیا را در خود جای داده‌اند. همچنین بیش از ۵/۳ میلیارد فوت مکعب گاز طبیعی توسط تانکرهای حمل گاز مایع از این تنگه به مقصد آسیا، اروپا و آمریکای شمالی ارسال می‌گردد.

کشور ایران با توجه به وجود جزایر ایرانی در میانه تنگه هرمز و محاسبه خط کرانه‌های همه‌ی جزایر ایرانی و عمانی، طبق قرارداد مرزی ایران و عمان در مورخه ۲۰ ژوئیه ۱۹۷۴ که از تاریخ ۲۸ می ۱۹۷۵ به اجرا درآمده است، دارای مالکیت سیاسی و جغرافیایی در قسمت اعظم این تنگه است. مسئولان کشور امارات در حال بررسی طرح ساخت کانالی با هزینه دویست میلیارد دلار برای انتقال نفت در مسیری انحرافی از تنگه هرمز هستند. این کانال که ۱۱۲ مایل (تقریباً ۱۸۰ کیلومتر) طول خواهد داشت، تانکرهای نفتی را قادر خواهد ساخت که تنگه هرمز را دور بزنند و از مسیری فرعی وارد اقیانوس هند شوند. آبراه جدید قرار است بندر فوجیره را با عبور از کوه‌های حجر به اقیانوس هند متصل کند.

اجرای این پروژه آن‌گونه که در ابتدا به‌نظر می‌رسد آسان نیست چرا که باید به‌گونه‌ای طراحی شود که تانکرهای نفتی با وزن بیش از ۳۰۰ هزار تن بتوانند از این کانال که در مناطق کوهستانی دبی احداث می‌شود عبور کنند و وارد اقیانوس هند شوند.

۱-۳-۶ خلیج فارس

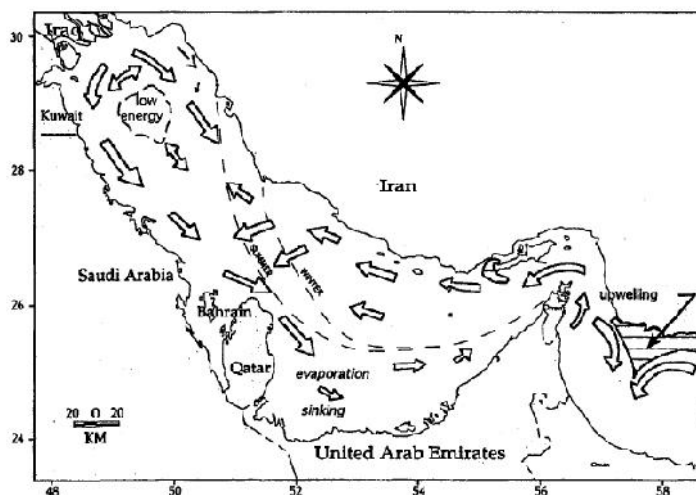
خلیج فارس دریای نیمه بسته‌ای است که یک منطقه وسیع کم عمق در قسمت شمال غربی اقیانوس هند بین سواحل ایران و عربستان را اشغال می‌کند. محدوده‌ی آن از ۲۴ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی گسترده شده است و از طریق تنگه هرمز با خلیج عمان ارتباط دارد. طول خلیج فارس در حدود ۹۹۰ کیلومتر است. بیشترین پهنای آن تقریباً برابر با ۳۳۸ کیلومتر و کمترین آن (نزدیک تنگه‌ی هرمز) ۶۵ کیلومتر می‌باشد. مساحت خلیج و حجم آب داخل آن به ترتیب تقریباً برابر با ۲۳۹۰۰۰ km^2 و ۸۶۳۰ km^3 هستند. متوسط عمق خلیج در حدود ۳۶ متر است و فقط چند منطقه در آن هستند که عمق بیش از ۱۰۰ متر دارند (Ahmad and Sultan, 1990).

آب و هوای محلی گرم است و تقریباً در بیشتر زمان سال آسمان صاف است. نتیجه‌ی این آب و هوا به‌صورت دمای هوای خیلی بالا و تبخیر شدید، خواهد بود. در منطقه خلیج مقدار بارش بسیار کم است. بیشتر بارش‌ها در فصل زمستان روی می‌دهند (معمولاً فصل بارندگی در ماه‌های اکتبر- نوامبر شروع شده و در ماه‌های آوریل- می پایان می‌یابد). با وجود این واقعیت، باز هم مقدار بارش کم است. رطوبت هوا به‌خاطر تبخیر شدید بالاست (Mubarak and Kubryakov, 2000).

تبخیر در خلیج از هر دو مورد سرریزان رودخانه‌ای و بارش، خیلی بیشتر است و ائتلاف خالص آب یک گردش مشابه مدیترانه‌ای، جریان وارونه و مصب رودخانه‌ای را ایجاد می‌کند. گردش آب در این حوضه آبرگیر اولاً ناشی از تنش باد و سپس تحت تاثیر نیروی ترموهالاین می‌باشد. باد غالب در خلیج فارس از جهت شمال غربی است و باد شمال نامیده می‌شود. متوسط مقدار عددی سرعت باد در مرکز خلیج معمولاً از ۱۴ تا ۲۲ متر بر ثانیه می‌باشد. مناطق احاطه کننده خلیج فارس خشک هستند بنابراین تبخیر خیلی بالایی در خلیج حاکم است (Reynolds, 1993).

آهنگ بالایی تبخیر سبب می‌شود که خلیج به صورت یک مصب رودخانه‌ای معکوس عمل کند که یک جریان درونی نسبتاً کم شور و جریان خروجی زیر سطحی شورتری دارد. توافق کلی بر این نکته استوار است که گردش در خلیج یک حرکت گردابی در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت را دنبال می‌کند (Pous et al., 2004).

شکل (۲-۱) طرح کلی گردش آب در خلیج فارس را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱) طرح کلی گردش در خلیج فارس (از نتایج رینولدز، ۱۹۹۳). خطوط تیره در قسمت مرکزی خلیج محل تقریبی فصلی جبهه توده آب را بین آب‌های کم شور ورودی از خلیج عمان و آب‌های شورتر خلیج، نشان می‌دهد.

گردش چرخه‌ای درون خلیج آب‌های نسبتاً کم شور ورودی از خلیج عمان را به سمت شمال غربی و مناطق کم عمق جنوب شرقی جابجا می‌کند که در این نواحی به صورت آب‌های شورتر و چگال‌تر تبدیل شده‌اند که در امتداد محور خلیج به پایین‌ترین نقطه آن فرو می‌روند و از طریق عمیق‌ترین قسمت در تنگه هرمز، دور از سواحل عمان از خلیج خارج می‌شوند (Reynolds, 1993).

شکل (۳-۱) نقشه عمق سنجی خلیج فارس را به خوبی نشان داده است.