

## تأثیر جریان‌های شمال غرب دریای عمان بر طبقه بندی سواحل شرق هرمزگان به روش شپارد

محمد پاخیره زن\*، مریم راهبانی

گروه علوم غیرزیستی جوی و اقیانوسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۱۶

### چکیده

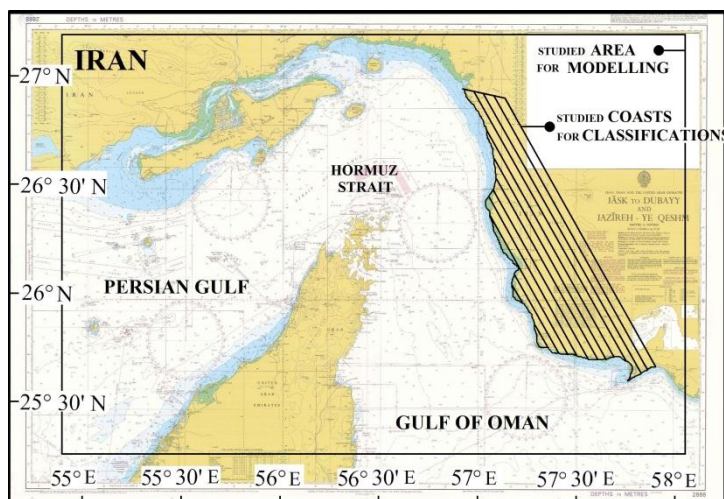
این تحقیق به منظور بررسی ارتباط هیدرودینامیکی بین فرآیندهای دو پهنه دریایی و ساحلی انجام شد. منطقه مورد مطالعه بخش شمال غرب دریای عمان تا تنگه هرمز و سواحل شرق هرمزگان است. برای مدل‌سازی جریان‌های دریایی از نرم‌افزار مایک استفاده شد. در پهنه ساحلی با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER طبقه‌بندی به روش شپارد انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنها ۰.۷٪ از سواحل منطقه سواحل ثانویه-تشکیل شده تحت اثر فرآیندهای دریایی- هستند که در دو محدوده شهرستان سیریک و سواحل جنوبی شهرستان جاسک متمرکز شده‌اند. دماغه‌ای شکل بودن ساحل و نیز جریان‌ات موازی با ساحل در محدوده بندر سیریک عمده عامل شکل‌گیری سواحل ثانویه است. در حالیکه جریان‌ات به سمت ساحل در مجاورت سواحل جاسک و نیز وجود یک چرخه پادساعت‌گرد در قسمت شرقی منطقه به دلیل گذار از آب عمیق دریای عمان به آب کم عمق تر ابتدای تنگه هرمز از عمده عوامل تاثیرگذار در شکل‌دهی سواحل ثانویه جاسک است.

**واژگان کلیدی:** مدل‌سازی عددی، MIKE21، طبقه‌بندی شپارد، سنجنده ASTER

## ۱. مقدمه

ساحلی مستعد بنماید. از دیدگاه زمین‌شناسی، استان هرمزگان به دو منطقه کلی زاگرس و مکران تقسیم می‌شود. سواحل مورد مطالعه در این تحقیق، در منطقه مکران واقع شده‌است. در این منطقه با توجه به شرایط هیدرودینامیکی و زمین‌شناسی، مناظر ژئومورفولوژیکی چون جزایر سدی، زبانه‌های ماسه‌ای، تالاب‌ها، شوره‌زارها، دشت‌های سیلابی، جنگل‌های حرا، پهنه‌های جزرومدی و محیط‌های رسوبی نظیر خورها و سواحل ماسه‌ای قرار گرفته‌اند (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۰). منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، به دو پهنه دریایی و ساحلی تقسیم بندی شده‌است که پهنه دریایی شامل قسمت‌های شمال‌غربی دریای عمان و شرق تنگه هرمز و پهنه ساحلی سواحل شرقی استان هرمزگان واقع در جنوب ایران است (شکل ۱). جهت شبیه‌سازی جریان‌های دریایی و انتشار امواج از مدل‌های هیدرودینامیکی اقیانوس‌شناسی و جهت طبقه‌بندی سواحل از داده‌های ماهواره‌ای با کمک سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است.

ایران با داشتن ۳۰۰۰ کیلومتر مرز دریایی و به تبع آن همین مقدار مرزساحلی، یکی از سرزمین‌های دارای مناطق وسیع ساحلی است؛ در این بین محدوده شمال‌غربی دریای عمان و تنگه هرمز یکی از مهمترین آبراه‌های جهان است که اهمیت آن از نظر سیاسی، اقتصادی و نظامی بر همگان آشکار است. اهمیت این تنگه از آنجا آشکار است که هر شش دقیقه یک کشتی اقیانوس‌پیما از آن عبور می‌کند (صدری‌نسب، ۱۳۸۹). گردش آب در این منطقه با توجه به کاربرد آن در کشتیرانی و هم‌چنین نوع سواحل که در محدوده آن قرار دارد، از نظر توسعه روز افزون تاسیسات ساحلی و تجارت دریایی از اهمیت زیادی برخوردار است. سواحل کمتر توسعه یافته‌ی شرق استان هرمزگان در محدوده شهرستان‌های میناب و جاسک در این تحقیق مطالعه شده است. بجز تعدادی اسکله صیادی کوچک، سازه ساحلی شاخصی در قلمرو فوق وجود ندارد؛ لذا انجام این تحقیق می‌تواند کمکی به شناساندن این منطقه



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

## ۲. مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مدل سازی جریان

و قسمت شرقی تنگه هرمز، با استفاده از مدل هیدرودینامیکی MIKE در فصل‌های مختلف سال مورد ارزیابی قرار گرفت؛ از سوی دیگر با استفاده از روش طبقه‌بندی شپارد، طبقه‌بندی سواحل مذکور نیز

مدل سازی جریان و نحوه گردش آب و چگونگی حرکت کلی آن در محدوده شمال غرب دریای عمان

با استفاده از روش احجام محدود مرکزی صورت می‌گیرد. محدوده سه‌بعدی با ریزتقسیم‌های پیوسته و بدون تداخل گسسته می‌شود و برای انتگرال‌گیری زمانی، از روش صریح استفاده می‌شود.

### ۲-۱-۲- معادلات اصلی

مدول هیدرودینامیکی در مدل مایک، یک سیستم مدل‌سازی کلی عددی برای شبیه‌سازی سطح آب و جریان در ورودی رودخانه‌ها، خلیج‌های کوچک و مناطق ساحلی است. این شبیه‌سازی جریان‌های متغیر دویبعدی در یک لایه سیال (همگن و قائم) است که در تعداد زیادی از مطالعات مورد استفاده قرار گرفته‌است. معادلات (۱) تا (۳)، معادله بقای جرم و معادله حرکت توصیف‌کننده اختلاف سطح آب و جریان است (MIKE, 2007).

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial D}{\partial t} \quad (1)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q - fvv_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (\rho_a) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_p - fvv_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial xy} (\rho_a) = 0 \quad (3)$$

در معادلات فوق روابط بین عمق آب  $h(x, y, t)$ ، تغییرات زمانی عمق آب  $d(x, y, t)$  و ارتفاع سطح آب  $\zeta(x, y, t)$  به صورت زیر می‌باشد:

$$h(x, y, t) = d(x, y, t) - \zeta(x, y, t) \quad (4)$$

مفهوم نشانه‌های استفاده شده در معادلات فوق، در جدول ۱ آمده است.

انجام پذیرفت. این طبقه‌بندی با استفاده از داده‌های سنجش از دور از منطقه مورد نظر و با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER از ماهواره TERRA انجام گرفت. تصاویر این سنجنده به علت قدرت تفکیک بالا و باندهای طیفی متعدد در زمینه طبقه‌بندی سواحل کاربرد بسیار زیادی دارد. در این تحقیق علاوه بر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نوار ساحلی منطقه مورد مطالعه به صورت میدانی بازدید و از مناطق منتخب عکس برداری شد. تصاویر ماهواره‌ای پس از دریافت، پردازش شده، در نهایت براساس اصول شپارد، طبقه‌بندی کلی سواحل شرق هرمزگان انجام شد. در نهایت چگونگی ارتباط جریان‌های دریایی محدوده مورد مطالعه با طبقه‌بندی سواحل مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

### ۲-۱-۱- مدل‌سازی عددی منطقه دریایی

استفاده از مدل‌ها و روش‌های عددی راهی مفید و کارآمد برای حل معادلات و در نتیجه شناخت وقایع و پدیده‌های دریایی شده‌است. امروزه با استانداردسازی معادلات و تشکیل معادلات شناخته شده همانند معادلات ناویراستوکس، شناخت متغیرهایی که در مدل‌سازی پروسه‌های مختلف همانند آشفتگی، امواج سطحی و یا سایر روش‌های مشابه بکار می‌روند، آسان‌تر شده‌است (عزیزجلالی، ۱۳۸۶). در این تحقیق از مدل عددی MIKE تهیه شده توسط انیستیتو هیدرولیک دانمارک<sup>۱</sup> جهت مدل‌سازی جریان در محدوده دریایی استفاده شده است. از آنجا که این مدل قابلیت دریافت اطلاعات گوناگون در محدوده وسیعی از کاربردها و ارائه خروجی‌های مناسب جهت کاربردهای تحقیقاتی و مهندسی را دارد، ابزار مناسبی جهت تحلیل پدیده رسوب‌گذاری و فرسایش در سواحل است. سیستم مدل‌سازی براساس حل عددی معادلات دویبعدی در آب کم‌عمق است؛ بنابراین مدل شامل معادلات پیوستگی، مومنتوم، دما، شوری و چگالی می‌باشد. گسسته‌سازی سه‌بعدی معادلات اولیه

<sup>۱</sup> Denmark Hydraulic Institute

داده‌های اصلی هیدرودینامیکی جهت ورود به Flow Model FM شامل داده‌های باد، موج و کشند می‌باشد. اندازه‌گیری‌های متعددی در خصوص آمار باد منطقه به ثبت رسیده است که از جمله آنها آمار باد موسسه ECMWF<sup>۲</sup> می‌باشد که در پروژه مدل‌سازی امواج دریاهای ایران ISWM<sup>۳</sup> با گام زمانی شش ساعته توسط سازمان بنادر و دریانوردی و مرکز ملی اقیانوس‌شناسی مورد استفاده قرار گرفته‌است. در شکل ۲ گلباد و گلموج سال ۲۰۰۵ در منطقه مورد مطالعه با توجه به آمار باد ISWM نشان داده شده‌است. در این تحقیق با توجه به طول بازه زمانی و دقت مناسب این آمار، از این داده‌ها بعنوان ورودی مدل استفاده شده‌است. جهت تعیین داده‌های کشندی منطقه جهت ورود به مدل از یک نرم‌افزار محاسب جزرومد استفاده شده‌است. این نرم‌افزار حاصل یک پروژه تحقیقاتی داخلی می‌باشد که قادر است با استفاده از داده‌های یک ماهه از سطح تراز آب ثبت شده در طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸، دامنه و زاویه فاز ۲۳ مؤلفه جزرومدی را محاسبه کند و همچنین عدد کشند بنادر جاسک و چابهار را در هر ماه بدست آورد. در نتیجه نوع کشند منطقه شناسایی شده و میانگین ارتفاع آب در هر ماه نیز مشخص می‌گردد (حسینی، ۱۳۸۸). در Flow Model FM و در قسمت پتانسیل جزرومد، دامنه و فازهای چهار مؤلفه اصلی M2، O1، S2 و K2 در مرز باز جنوب‌شرقی برای سال ۲۰۰۵ از نرم افزار فوق استخراج گردیده و به مدل اعمال شده‌است. در قسمت معرفی مرزهای باز نیز از فایل جزرومد مربوط به جزیره بوموسی برای مرزباز غربی و فایل جزر و مد بندر فجیره در کشور امارات جهت مرز باز جنوبی و بندر جاسک برای مرز باز شرقی استفاده شده‌است. داده‌های این فایل از فضای مجازی تهیه شده و سپس به فرمتی مناسب جهت ورودی مدل مایک تبدیل شده‌است. با توجه به اینکه یکی از پارامترهای حساس

جدول ۱. نشانه‌های استفاده شده در معادله حرکت

مفهوم	عبارت
شار چگالی در جهت $x, y$	$p, q(x, y, t)$
شتاب گرانشی	$g$
اصطکاک باد	$f(v)$
مؤلفه سرعت باد در جهت $x$	$V(x)$
مؤلفه سرعت باد در جهت $y$	$V(y)$
فشار اتمسفر	$p_a(x, y, t)$
چگالی آب	$\rho_w$
مؤلفه های تنش برشی	$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$
زمان	$t$
اثر کوریولیس	$\Omega(x, y)$

### ۲-۱-۳- Flow Model FM

هدف از انجام مدل‌سازی، تعیین شرایط هیدرودینامیکی منطقه شمال غرب دریای عمان و شرق تنگه هرمز، در مرحله اول برای نشان‌دادن جریان‌های کلی سطحی موجود در این منطقه و در مرحله دوم جهت نشان‌دادن تاثیر جریان‌های دریایی بر سواحل که در طبقه‌بندی شپارد در دسته سواحل ثانویه قرار دارند، می‌باشد. مدل جریان FM از بسته نرم‌افزاری مایک، به منظور شبیه‌سازی جریان در محدوده سواحل، خورها، خلیج‌ها و اقیانوس‌ها استفاده می‌شود. مدل جریان FM براساس روش مش‌بندی انعطاف‌پذیر<sup>۱</sup> عمل می‌کند. بیشترین کاربرد آن معمولاً در مواردی است که پدیده انتقال و جریان حائز اهمیت است؛ خاطر نشان می‌سازد این مدل با داشتن قابلیت انجام مش‌بندی نامنظم، برای بکارگیری در محیط‌های دریایی و ساحلی، مناسب‌تر می‌باشد. همچنین اثر کوریولیس در محدوده‌های وسیع، نیروی باد، مقاومت بستر و ویسکوزیته ادی می‌تواند در محاسبات استفاده شوند.

### ۲-۱-۴- داده‌های هیدرودینامیکی

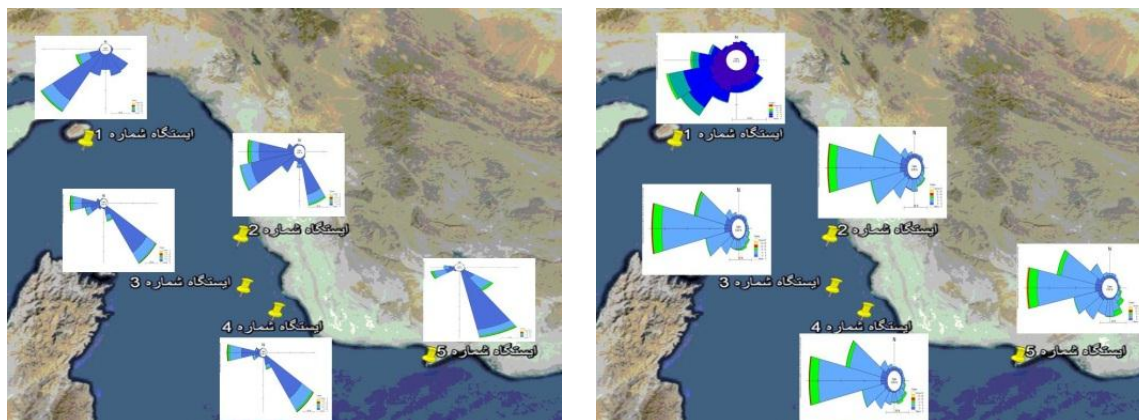
<sup>۲</sup> European Center for Medium range Weather Forecasting

<sup>۳</sup> Iranian Seas Wave Modeling

<sup>۱</sup> Flexible Mesh

جزء تنش  $S_{xx}$ ,  $S_{yy}$ ,  $S_{xy}$  به عنوان خروجی از SW در فایل اطلاعات نوع دوم ذخیره و برای ورود به Flow Model FM آماده شده است.

ورودی مدل را تشعشعات امواج تشکیل می‌دهد، با استفاده از مدول SW از بسته نرم‌افزاری مایک و ورود داده‌های باد به این مدول مربوط به سال ۲۰۰۵، سه



شکل ۲. گلباد (راست) و گلموج (چپ) منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۵

مرز دریایی اصلی در غرب و جنوب و شرق می‌باشد و همچنین دارای پنج مرز خشکی در شمال و جنوب به علاوه جزایر هرمز، لارک و قشم می‌باشد (شکل ۳). در این تحقیق شبیه‌سازی جریان برای سال ۲۰۰۵ به انجام رسیده است. محدوده زمانی به صورت چهار گروه سه ماهه انتخاب گردید و گام زمانی برای یک دوره شبیه‌سازی سه ماهه به صورت ۳۰۰ ثانیه انتخاب شده است. هم چنین تعداد گام‌های زمانی با توجه به تعداد روزهای سه ماه متوالی مشخص شده است. از آنجایی که پایداری مدل وابسته به پارامترهایی چون گام زمانی و فاصله گره‌های مش‌بندی می‌باشد، در Flow Model FM عددی جهت تعیین شرایط پایداری مدول عددی بنام CFL بر مبنای سرعت گروهی تعریف گردیده است. با توجه به پیش‌فرض مدل، گام زمانی بوسیله شرایط  $CFL < 1$  محدود می‌گردد. در این تحقیق پارامترها به گونه‌ای تعیین شدند که عدد CFL به مقدار ۰/۸ برسد. منطقه مورد مطالعه دارای سه مرز باز یا دریایی است که در غرب، جنوب و جنوب‌شرقی محدوده مورد مطالعه واقع شده‌اند (جدول ۲).

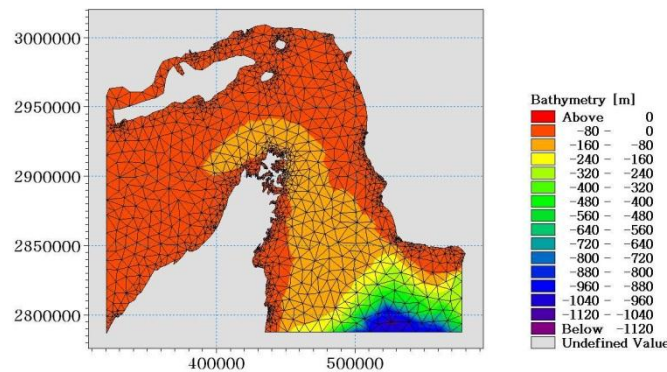
## ۲-۱-۵- اجرای مدل

منطقه مورد مطالعه در محدوده شمال غرب دریای عمان و شرق تنگه هرمز جهت تعیین الگوی جریان‌های دریایی با در نظر گرفتن باد، موج و کشند توسط Flow Model FM با استفاده از تکنیک‌های کاملاً طیفی<sup>۱</sup> و مش‌بندی نامنظم<sup>۲</sup> شبیه‌سازی گردید. همچنین تنش‌های تابشی امواج جهت ورودی از خروجی مدول SW فراخوانده شد. با استفاده از مدول هیدرودینامیک جریان‌های دریایی منطقه مورد مطالعه در فواصل سه ماهه برای سال ۲۰۰۵ شبیه‌سازی شد. به منظور دقت بیشتر، محدوده شبیه‌سازی قسمت‌هایی از خلیج فارس را هم در بر می‌گیرد. مدل مذکور برای مدت یک سال اجرا شده است تا طی آن نحوه جهت‌گیری جریان‌های سطحی به یک حالت پایدار برسد.

## ۲-۱-۶- محدوده محاسباتی

جهت ورودی دامنه شبیه‌سازی، مش‌بندی نامنظم با حداکثر مساحت  $10^7 \times 5$  مترمربع به مدل اعمال شده است که در نواحی ساحلی این مش‌بندی به حداقل مقدار خود می‌رسد. این مش‌بندی دارای سه

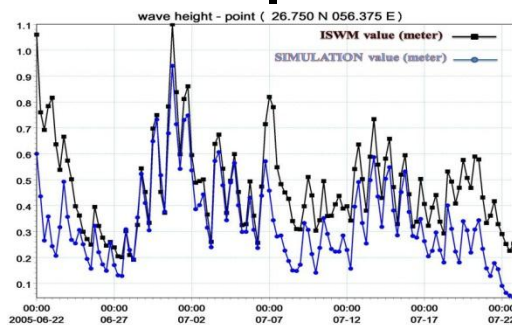
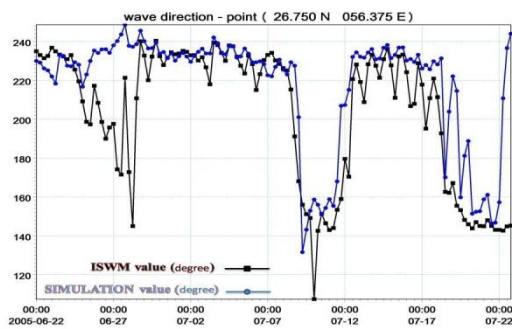
<sup>۱</sup> Formulation Fully Spectral  
<sup>۲</sup> Irregular Mesh



شکل ۳. مش بندی نامنظم جهت ورودی Flow Model FM

جدول ۲. فاکتورهای ورودی به Flow Model FM

مقدار	مولفه	مقدار	مولفه
آمار باد ISWM با گام زمانی ۶ ساعته	نیروی باد	سه ماه (۹۰ روز) × ۸۶۴۰۰ ثانیه / ۳۰۰	حوزه زمانی
با توجه به وسعت محدوده شبیه سازی به صورت متغیر در منطقه‌ای که مدل می‌شود	نیروی کوریولیس	گام زمانی ۳۰۰ ثانیه، $CFL = (1 - 0.8)$	تکنیک های حل
با توجه به فصل‌های مختلف سال متغیر است میانگین سالیانه بارش ۰/۲۳ میلی متر در روز میانگین سالیانه تبخیر ۵/۳۹ میلی‌متر در روز	بارش و تبخیر	عمق خشک شدگی ۰/۱۰۰۵ متر عمق غرق شدگی ۰/۰۵ متر	عمق خشک شدگی و غرق شدگی
استفاده از مدول SW	تشعشعات امواج	با استفاده از فرمول اسماگورینسکی، مقدار ثابت ۰/۲۸	لزجت گردابی
۴ مولفه اصلی M2 , O1 , S2 , K2	پتانسیل جزر و مد	باروتروپیک	چگالی
سه مرز دریایی - دو مرز خشکی	شرایط مرزی	با استفاده از عدد سزی مقدار ثابت ۱۰	اصطکاک بستر



شکل ۴. مقایسه جهت پیشروی موج (سمت راست) و ارتفاع

موج (سمت چپ) توسط ISWM با نتایج مدل

### ۲-۱-۷- صحت سنجی مدل<sup>۱</sup>

به منظور صحت‌سنجی مدل با استفاده از داده‌های بدست آمده از مدلسازی امواج دریاهای ایران در مختصات جغرافیایی (25.750° N , 056.375° E)، مدل SW در این نقطه با توجه به ارتفاع و جهت موج برای یک ماه ابتدای تابستان سال ۲۰۰۵ در محدوده زمانی ۲۲ ژوئن تا ۲۲ جولای (یکم تیرماه الی یکم مردادماه ۱۳۸۴) با گام زمانی شش ساعته اجرا گردید. مقایسه نتایج حاصل از این مدل‌سازی با داده های مدل‌سازی شده در پروژه ISWM نشان می‌دهد که مقدار خطای بدست آمده برای ارتفاع موج در حدود ۲۹ درصد و برای جهت موج در حدود ۹ درصد می‌باشد. مقایسه بین جهت و ارتفاع موج شبیه‌سازی

<sup>۱</sup> validation

حاصل از فرسایش امواج<sup>۶</sup>، سواحل حاصل از رسوبات دریایی<sup>۷</sup> و سواحل ایجاد شده توسط گیاهان و جانوران<sup>۸</sup> آنها را تشکیل می‌دهند (Finkle, 2004). جدای از این دو گروه اصلی، دسته سومی هم با عنوان ساحل ساخته دست انسان در طبقه‌بندی شپارد معرفی شده‌است. این نوع از سواحل شامل ساختمان‌ها و سازه‌های کوچک و بزرگ است که توسط انسان ساخته شده‌است.

### ۲-۲-۱- طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای

به منظور پردازش تصاویر ماهواره‌ای از نرم‌افزار ENVI استفاده شد. با استفاده از این نرم‌افزار دو نوع طبقه‌بندی را با عناوین نظارت‌شده و نظارت‌نشده می‌توان انجام داد. در طبقه‌بندی نظارت‌شده<sup>۹</sup> ابتدا با حضور در محل مربوطه و استفاده از دستگاه GPS مختصات جغرافیایی مکان‌های مورد نظر ثبت گردید، در ادامه این نقاط به روی تصویر انتقال یافته و با توجه به طول موج معین برای هر منطقه به تفکیک و طبقه‌بندی آن منطقه در کل تصویر ماهواره‌ای پرداخته شده‌است. در طبقه‌بندی نظارت‌نشده<sup>۱۰</sup>، با توجه به الگوریتم‌هایی که بطور پیش‌فرض در نرم‌افزار تعریف شده‌است به تفکیک و طبقه‌بندی تصویر پرداخته می‌شود (فاطمی، ۱۳۸۹). در این پژوهش از طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده شده‌است. پس از انجام طبقه‌بندی مذکور، شکل به‌دست آمده توسط نرم‌افزار ArcGIS پلیگون بندی شده و به جهت طبقه‌بندی با تصویر زمین‌شناسی منطقه مطابقت داده شده‌است (شکل ۵). شکل ۶ طبقه‌بندی سواحل شرق هرمزگان را نشان می‌دهد، همچنین در جدول ۳ واحدها و مساحت حاصل از این طبقه‌بندی ارائه شده‌است. همانطور که در شکل ۶ و جدول ۳ مشاهده می‌شود، سواحل منطقه شرق هرمزگان در ۱۲ دسته

شده در این پروژه، با نتایج حاصل از پروژه ISWM در شکل ۴ آمده‌است.

### ۲-۲-۲- طبقه بندی سواحل شرق هرمزگان به روش شپارد

شپارد در سال ۱۹۳۷ اولین طبقه‌بندی خود را ارائه نمود. این نوع طبقه بندی بر اساس تغییرات نسبی آب دریا ارائه شده است. در طبقه‌بندی سواحل به روش شپارد، فرآیندهای دریایی مهمترین عامل در تشکیل سواحل در نظر گرفته شده است. در این طبقه‌بندی سواحل به دو گروه اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند. سواحل اولیه سواحلی هستند که در نتیجه فرآیندهای شکل گرفته در خشکی ایجاد می‌شوند و سواحل ثانویه به آن دسته از سواحل اطلاق می‌شود که توسط فرآیندهای دریایی یا موجودات دریایی به وجود می‌آیند. این طبقه‌بندی را می‌توان به طور تقریبی یک طبقه‌بندی جامع در نظر گرفت، هرچند فقدان گروه سواحل از آب خارج شده از اشکالات آن محسوب می‌شود. سواحل اولیه از فرسایش خشکی‌ها یا به عبارتی فرآیندهای غیر دریایی ایجاد می‌شوند و در هنگام تغییرات سطح آب دریا هنگام جزرومد، تغییر زیادی نمی‌کنند و به پنج گروه کلی تقسیم می‌شوند. سواحل حاصل از فرسایش خشکی<sup>۱</sup> سواحل حاصل از رسوبات حمل شده از خشک<sup>۲</sup>، سواحل آتشفشان<sup>۳</sup>، سواحل حاصل از حرکات ناگهانی زمین<sup>۴</sup> و در نهایت سواحل یخی<sup>۵</sup> این پنج گروه را تشکیل می‌دهند. این درحالی‌ست که سواحل ثانویه توسط فرآیندهای دریایی یا موجوداتی که در دریا زندگی می‌کنند به وجود می‌آیند. البته این امکان وجود دارد که یک ساحل اولیه در اثر فرآیندهای دریایی در طول زمان به سواحل ثانویه تبدیل گردد. سواحل ثانویه در طبقه‌بندی شپارد در سه گروه قرار دارند که سواحل

<sup>۶</sup> Wave Erosion Coasts

<sup>۷</sup> Marine Deposition Coasts

<sup>۸</sup> Coasts built by organism

<sup>۹</sup> Supervised classification

<sup>۱۰</sup> Unsupervised Classification

<sup>۱</sup> Land Erosion Coasts

<sup>۲</sup> Subaerial Deposition Coasts

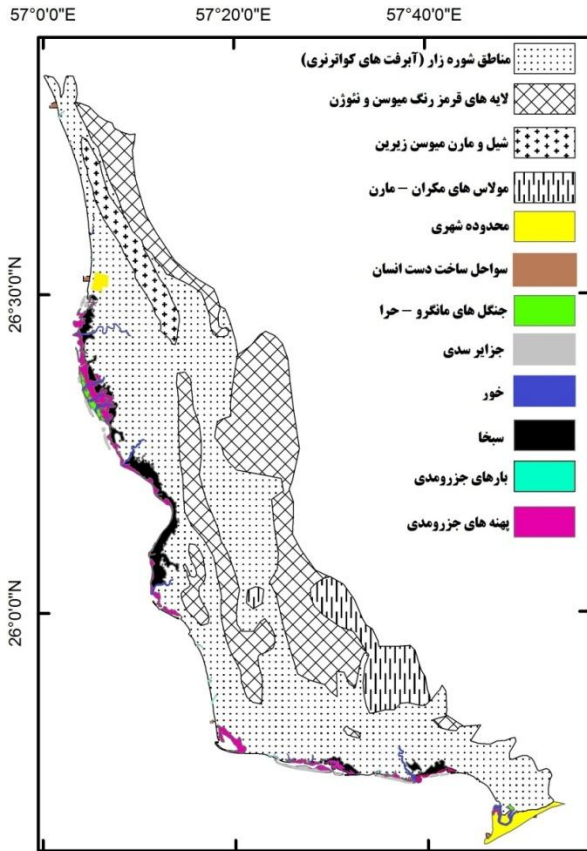
<sup>۳</sup> Volcanic coasts

<sup>۴</sup> Diastrophic Movement Wave Erosion Coasts

<sup>۵</sup> Ice coasts

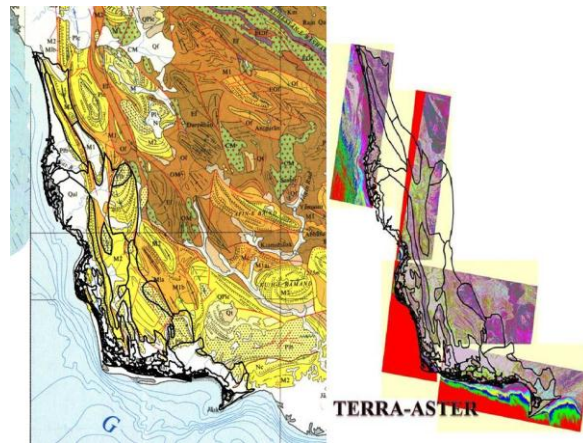
## ۳. نتایج

شکل ۸ جهت‌گیری جریان آب در محدوده مورد مطالعه برای تابستان و زمستان سال ۲۰۰۵ را نشان



شکل ۶. نقشه طبقه‌بندی سواحل شرق هرمزگان با استفاده از سنجنده ASTER

طبقه‌بندی گردیده‌اند که از این میان سواحل اولیه ۹۳ درصد و سواحل ثانویه هفت درصد آن را بر مبنای طبقه‌بندی شپارد تشکیل می‌دهند. بیشترین سهم مربوط به سواحل حاصل از فرسایش خشکی است که نام علمی آن لایه‌های قرمز رنگ میوسن و نتوزن است. ۴۲ درصد سواحل را به خود اختصاص داده است. کمترین محدوده نیز مربوط به بارهای جزرومدی است که کمتر از یک درصد سواحل را به خود اختصاص داده‌است. در این میان سواحل ناشی از اثرات دریایی یا همان سواحل ثانویه در دو بخش عمده سواحل بندر سیریک و شهرستان جاسک متمرکز شده‌اند (شکل ۷).

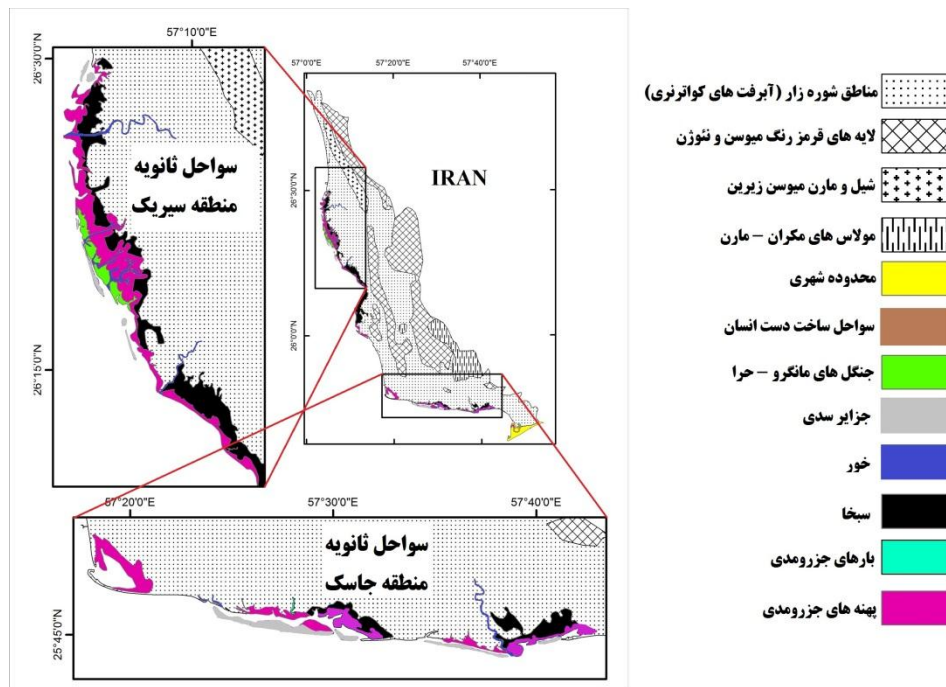


شکل ۵. پهنه بندی سواحل با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER (راست) و تطبیق پهنه بندی با نقشه زمین‌شناسی منطقه (چپ)

جدول ۳. واحد ها و مساحت نقشه طبقه‌بندی سواحل شرق هرمزگان با استفاده از سنجنده ASTER

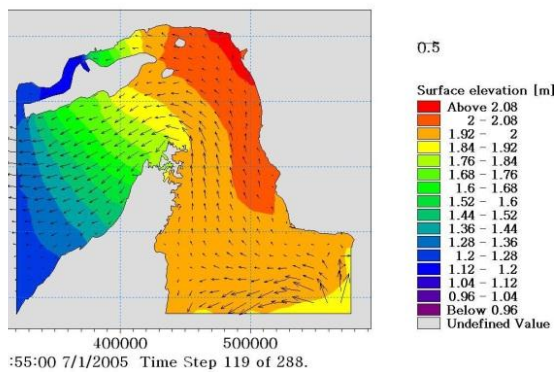
نام طبقه	مساحت (هکتار)	درصد	نوع ساحل با توجه به طبقه بندی شپارد
محدوده شهری	۳۰۸۶/۸۸۱	۱	سواحل ثانویه - سواحل ایجاد شده توسط جانداران
جزایر سدی	۷۲۸/۹۱۸	<۱	سواحل ثانویه - سواحل حاصل از رسوبات دریایی
خور	۸۷۷/۸۶۲	<۱	سواحل اولیه - سواحل حاصل از فرسایش خشکی
شیل و میوسن زیرین - مارن	۱۱۱۱۳/۵۳۱	۳	سواحل اولیه - سواحل حاصل از رسوبات حمل شده از خشکی (سواحل دلتایی)
لایه‌های قرمز رنگ میوسن و نتوزن	۱۳۶۴۸۱/۹۱۹	۴۲	سواحل اولیه - سواحل حاصل از فرسایش خشکی (دره‌های رودخانه ای مغروق)
سواحل ساخته دست بشر	۱۴۷/۲۸۴	<۱	سواحل ثانویه - سواحل ایجاد شده توسط جانداران
جنگل‌های مانگرو - حرا	۷۲۳/۶۷۰	<۱	سواحل ثانویه - سواحل ایجاد شده توسط گیاهان
مولاس‌های مکران (تپه‌های ماسه‌ای)	۲۶۸۹۱/۵۸۷	۸	سواحل اولیه
آبرفت‌های کواترنری (مناطق شورزار)	۱۲۹۴۳۲/۸۹۱	۴۰	سواحل اولیه - سواحل حاصل از رسوبات حمل شده از خشکی (سواحل دلتایی)
سیخا	۱۲۱۶۸/۶۵۶	۴	سواحل ثانویه - سواحل حاصل از رسوبات دریایی
بارهای جزرومدی	۷۳/۶۳۰	<۱	سواحل ثانویه - سواحل حاصل از رسوبات دریایی
پهنه‌های جزرومدی	۵۲۵۲/۶۳۰	۲	سواحل ثانویه - سواحل حاصل از رسوبات دریایی



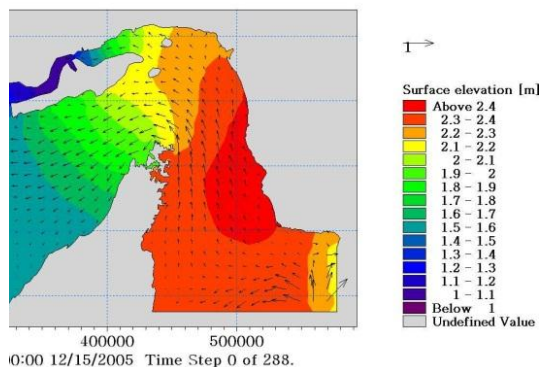


شکل ۷. سواحل ثانویه در منطقه مورد مطالعه

در آن نفوذ می کند که به تدریج و با گذشت زمان موجب فرسایش سواحل شده و نتیجه حاصل از آن



الف - جهت کلی جریان سطحی در تابستان

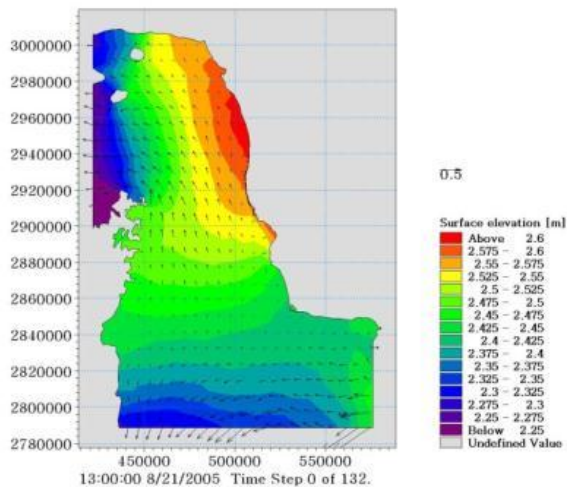


ب - جهت کلی جریان سطحی در زمستان

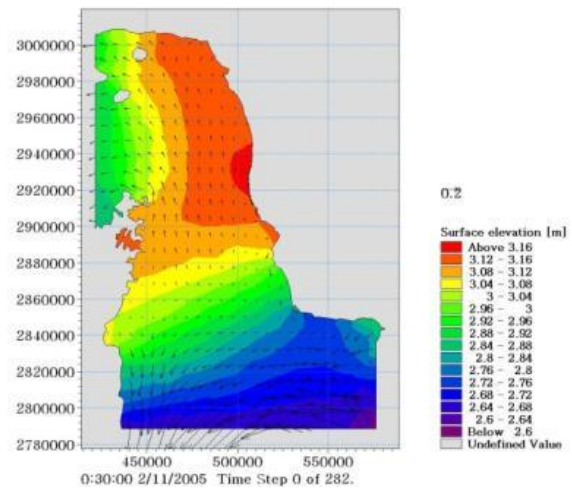
شکل ۸. رژیم گردش آبهای سطحی در سال ۲۰۰۵

می دهد. این نتایج برای بازه زمانی یک ماه در ابتدای تابستان و ابتدای زمستان سال ۲۰۰۵ می باشد. جهت گیری کلی جریان سطحی همواره از دریای عمان به سمت خلیج فارس است، هرچند که سرعت جریان سطحی در تابستان بیشتر است. میانگین سرعت جریان در تنگه هرمز بین ۰/۱ تا ۰/۲ متر بر ثانیه است.

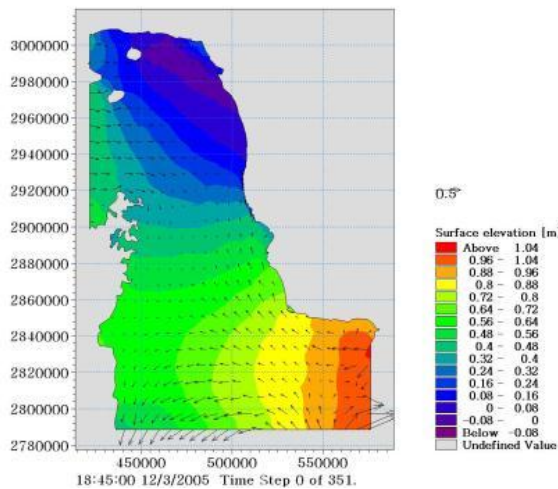
جهت گیری جریان به سمت سواحل مورد مطالعه در تمام طول سال از یک الگوی کلی که همان شرق به غرب است، پیروی می کند که مبنای تجزیه و تحلیل سطحی در مجاورت سواحل سیریک در زمان بیشترین مد در شکل ۱۰ نشان داده شده است. این سواحل به طور عمده دربرگیرنده پهنه های جزرومدی، سیخا و سواحل مانگرویی خور آذینی می باشد که مانند دماغه ای که به سمت غرب کشیده شده است، از سواحل بالادست و پایین دست خود جلوتر است. چنین به نظر می رسد با توجه به اینکه جریان موجود در منطقه همواره به موازات ساحل است، پس از برخورد به این دماغه مقداری کاهش سرعت داشته و



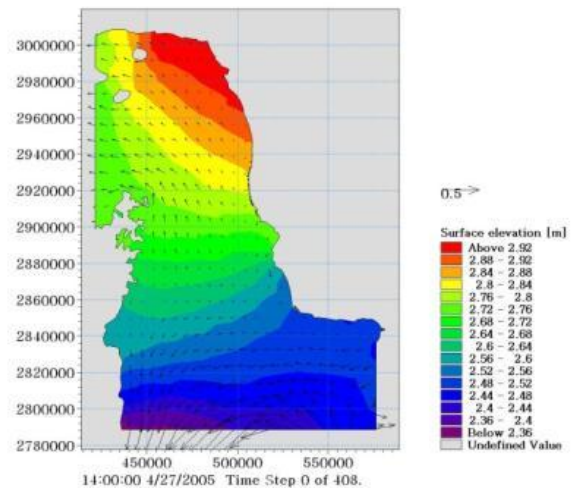
ب- جهت کلی جریان سطحی در سه ماهه دوم



الف- جهت کلی جریان سطحی در سه ماهه اول



ت- جهت کلی جریان سطحی در سه ماهه چهارم



پ- جهت کلی جریان سطحی در سه ماهه سوم

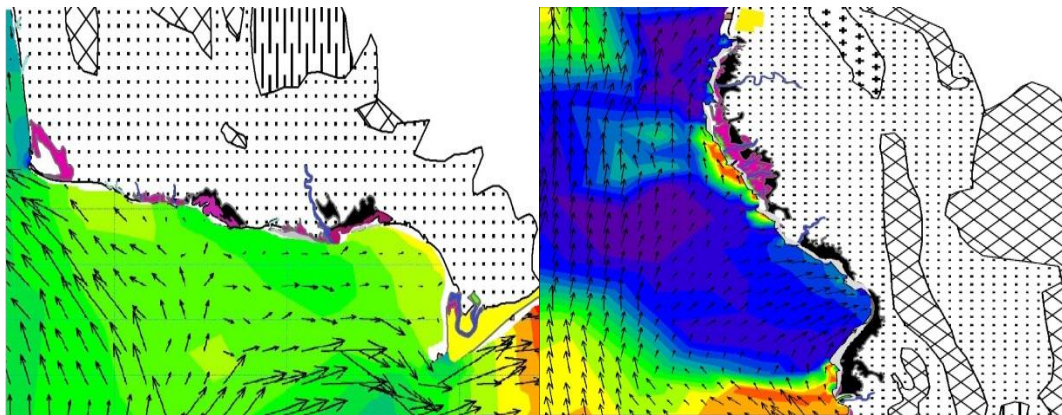
شکل ۹- الف جهت‌گیری جریان سطحی در مجاورت سواحل مورد مطالعه برای سه ماه اول (ژانویه، فوریه، مارس) و شکل ۹- ب برای سه ماه دوم (آوریل، می، ژوئن) مربوط به زمان بالاترین مد آب را برای سال ۲۰۰۵ نشان می‌دهد. شکل‌های ۹- پ و ۹- ت نشان می‌دهند که این جهت‌گیری برای سه ماه سوم (جولای، آگوست، سپتامبر) و سه ماه چهارم (اکتبر، نوامبر، دسامبر) نیز تکرار می‌شود.

نفوذ می‌کند و سبخاها را به وجود می‌آورد. لازم به ذکر است که در این قسمت چندین جزایر سدی در جلوی برآمدگی قابل مشاهده هستند که علت به وجود آمدن آنها نیز ناشی از جریان‌های موازی با ساحل است. در واقع نفوذ آب در ساحل مذکور در طی سال‌های متمادی می‌تواند باعث جدا شدن بخش جلویی این برآمدگی باشد، کما اینکه آبی که بین سواحل سدی و ساحل اصلی قرار دارد عمقی کمتر از ۰/۵ متر دارد. جهت‌گیری جریان‌های سطحی در مجاورت سواحل شهرستان جاسک در زمان مد کامل در شکل ۱۱ نشان داده شده است. این سواحل بین راس‌الکوه تا

تشکیل سبخا و پهنه جزرومدی است. باتوجه به اینکه جریان همواره در امتداد ساحل است و خور نسبتاً بزرگ آذینی در قسمت مذکور عمود بر ساحل می‌باشد، باعث ته‌نشست رسوبات حمل شده توسط خور به دریا در دهانه خور می‌شود که اهم آن تشکیل سواحل مانگرویی در این قسمت است. در پایین دست دماغه مذکور یک فرورفتگی به سمت غرب مشاهده می‌شود که سواحل تشکیل شده در آن را به‌طور عمده سبخاها تشکیل می‌دهند. جهت جریان در مجاورت این سواحل همواره عمود بر ساحل است و چنین استنباط می‌شود که در طی زمان در ساحل

توضیح است. گذار از آب عمیق ۱۰۰۰ متر دریای عمان با شیبی تند به آب ۱۰۰ متر ابتدای تنگه هرمز عامل اصلی ایجاد یک جریان پادساعتگرد سطحی در منطقه و ایجاد اغتشاش در جریان و در نتیجه تاثیرگذاری فرایندهای دریائی در مقایسه با فرایندهای زمینی در سواحل مجاور می‌شود. البته در این قسمت سواحل سدی با ارتفاع بسیار کم نیز وجود دارد که علت وجود آنها را شاید بتوان به وجود خورهای عریض در این قسمت که عمود بر جزایر سدی هستند و باعث تشکیل لاگون‌هایی در این قسمت از سواحل می‌شوند مرتبط دانست.

بندر جاسک قرار دارد و عمدتاً از سواحل سدی، پهنه های جزرومدی و سبخا تشکیل شده‌است. با بررسی دقیق‌تر جریان‌های پهنه دریایی که در مجاورت این سواحل قرار دارد مشاهده می‌شود که قسمت غرب در تمام طول سال همواره جریانی به سمت ساحل و متمایل به شمال‌غربی وجود دارد ولی در قسمت شرقی آن جهت‌گیری جریان در نزدیکی ساحل بیشتر متمایل به شرق یا شمال‌شرقی می‌باشد. دلیل اصلی آشفتگی جریان در این ناحیه این است که پهنه آبی که روبروی این سواحل قرار دارد دقیقاً در مرحله گذار از آب عمیق به آب کم عمق قرار دارد که با توجه به توپوگرافی بستر دریا در منطقه مورد مطالعه قابل



شکل ۱۱. جهت جریان در امتداد سواحل جاسک

شکل ۱۰. جهت جریان در امتداد سواحل سیریک

همین کم بودن نسبی سرعت جریان در مقایسه با سواحل است که تحت تاثیر جریان‌هایی با سرعت بالاتر قرار دارند. با نگاهی به سواحل جنوب‌شرق ایران در منطقه سیستان و بلوچستان، این مهم به خوبی آشکار است. شباهت نتایج به دست آمده از مدل‌سازی جریان با نتایج حاصل از تحقیق‌های مشابه انجام شده در منطقه، از جمله مطالعات جونز و همکاران در سال ۲۰۰۳ و صدیقی‌نسب در سال ۱۳۸۹ توسط مدل سه بعدی هیدرودینامیکی کوهرنس تایید کننده معتبر بودن نتایج مدل است. همچنین در طبقه‌بندی که بر مبنای تعریف شپارد (۱۹۳۷) و با استفاده از تصاویر ASTER در منطقه صورت گرفت مشخص گردید که از کل ۳۲۷۰۰۰ هکتار منطقه مورد مطالعه تنها

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه از مدل دوبعدی هیدرودینامیکی Flow Model FM از بسته نرم افزاری مایک جهت مدل‌سازی جریان‌های سطحی شمال‌غرب دریای عمان و شرق تنگه هرمز با استفاده از مش بندی نامنظم استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل از مدل مشاهده شد که در ابتدای تنگه هرمز آب‌های سطحی دریای عمان به سمت خلیج فارس حرکت می‌کنند. این حرکت در تمام طول سال وجود دارد ولی سرعت و شدت آن در فصل تابستان بیشتر است. متوسط سرعت جریان سطحی برای محدوده تنگه هرمز بین ۰/۱ تا ۰/۲ متر بر ثانیه است. در واقع یکی از علت‌های اصلی کم بودن سواحل ثانویه نسبت به سواحل اولیه

رنجبر. محسن، ایرانمنش. فاضل، ۱۳۹۰، مرفودینامیک ساحلی و تغییرات دوره ای شمال دریای عمان (تالاب های جزر و مدی سواحل شرقی تنگه هرمز)، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، شماره ۳۱. صفحه ۲۴۱-۲۳۵

صدری نسب. مسعود، ۱۳۸۹، مدلسازی عددی سه بعدی آب در تنگه هرمز، نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس شناسی، شماره ۱. صفحه ۲۴-۱۹.

عزیز جلالی. آ.، مظاهری. س.، ۱۳۸۶، بررسی معیارهای طبقه بندی مدل های اقیانوسی، نهمین همایش صنایع دریایی، نور-مازندران

فاطمی. ب.، ۱۳۸۹، آموزش نرم افزار Envi نسخه ۴.۸ (نرم افزار پردازش تصاویر ماهواره ای)، سازمان نقشه برداری کشور- مرکز تحقیقات نقشه برداری. ۱۲۳ صفحه.

Finkle, C.W., (2008), Coastal Classification Systematic Approches to Consider in the Development of a Comprehensive Scheme , journal of Coastal Research , 20(1) , 166213,ISSN0749-0208, Volume 20, Issue 1: pp. 166 – 213.

Johns, W. E., Yao, F., Olson, D. B., Josey, S. A., Grist, J. P. and Smeed, D. A., 2003. Observations of seasonal exchange through the Straits of Hormuz and the inferred heat and freshwater budgets of the Persian Gulf. Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012), 108(C12):pp. 3391-3412.

۲۲۸۹۰ هکتار (۰.۷٪) به سواحل ثانویه اختصاص دارد که عمدتاً محدود به سواحل بندر سیریک و بندر جاسک می شود. با مطالعه نتایج حاصل از هیدرودینامیک منطقه همزمان با نتایج به دست آمده از طبقه بندی سواحل نشان دهنده کم تراکم بودن سواحل ثانویه در منطقه مورد مطالعه است که علت اصلی آن سرعت کم جریان سطحی است. دلیل شکل گیری سواحل ثانویه در سواحل سیریک بیرون زدن دماغه ای شکل ساحل در آن مناطق تشخیص داده شد. همچنین وجود سواحل مانگرویی در این قسمت نیز به علت وجود خور آذینی و عمود بودن جهت جریان کلی آب در این منطقه نسبت به خروجی خور است. از سوئی گذار از آب عمیق حدود ۱۰۰۰ متر به آب کم عمق کمتر از ۱۰۰ متر در مجاورت سواحل جاسک موجب ایجاد جریانات اغتشاشی در منطقه می شود که عامل تاثیر گذاری غالب فرآیندهای دریائی در قیاس با فرآیندهای غیردریائی می شود که سبب تشکیل سواحل ثانویه در این منطقه است.

#### منابع

حسینی. سید فریدالدین، ۱۳۸۸، طراحی نرم افزار جهت تعیین ارتفاع وزاویه فاز جزرومد در سواحل شمالی دریای عمان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

## Northwest Current of Gulf Of Oman Effects On Coastal Classification of East of Hormozgan Province By shepard's Method

Mohammad Pakhirehzan\* , Maryam Rahbani

Department of non-biological Atmospheric and Oceanic Sciences, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas

### Abstract

This investigation, which involved the satellite images together with simulation model, focuses on the effect of the sea hydrodynamics on coastal area classification. The study area is the North-West coasts of Gulf of Oman. Mike 21 was employed to simulate the hydrodynamics of the Oman Gulf and Aster images were used to classify the coastal area applying Shepard's method. Coastal classification of the area proposed the secondary coasts cover just 7% of the area including the Sirik headland and Jask regions. Intrusion of land toward the sea for Sirik headland and existence of longshore current in the area are the main reasons. The Jask area is located in transition zone between deep water of Gulf of Oman and shallow water of Hormoz Strait and was influenced by marine affects.

Keywords: Numerical Modeling, MIKE21, Shepard's Classification, ASTER

---

\*Corresponding author, E-mail: mht\_pa@yahoo.com