پهنه‌بندی رخساره‌های جزرومدی پیش نیاز مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی استان بوشهر

محمدرضا غریب‌رضا[۱*]، محمدرضا اله‌یار[۲]، حمید خلیلی[۳]، رسول قنبری ممان[۴]

[۱] دانشیار/ رئیس گروه تحقیقات مهندسی رودخانه و سواحل، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، gharibreza@scwmri.ac.ir
[۲] عضو هیات عامل و معاون مهندسی و توسعه امور زیربنایی، سازمان بنادر و دریانوردی، allahyar@pmo.ir
[۳] مدیرکل مهندسی سواحل وبنادر، سازمان بنادر و دریانوردیhkhalili@pmo.ir
[۴] مدیر اداره مدیریت مناطق ساحلی، سازمان بنادر و دریانوردی، rghanbari@pmo.ir

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۲۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۱۸

کلمات کلیدی:
استان بوشهر
رخساره جزرومدی
منطقه ساحلی
پهنه‌بندی
مخاطره آبگرفتگی

چکیده

شـــناســـائی و پهنه‌بندی مناطق و رخســـاره‌های جزرو مدی که نقش تعیین کننده‌ای در مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی دارد، هدف این پژوهش بوده است. روش پژوهش بر اساس تفسیر کارشناسی گستره مکانی مهکشند نجومی(HAT)، بیشینه مهکشند و کهکشند بر تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2A سال ۲۰۱۸ با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر به ترتیب برای تعیین مرز مخاطره آبگرفتگی بلند مدت، مناطق فوق جزرومدی و زیر جزرومدی و به تعبیری عرصه مخاطره کوتاه مدت بوده است. در منطقه ساحلی استان بوشـــهر، عرصـــه‌ای به مســـاحت ۸۱ هزار هکتار در معرض آبگرفتگی بلند مدت، ۱۵ هزار هکتار در معرض آبگرفتگی ماهلنه و ۵۳/۵ هزار هکتار در معرض آبگرفتی روزلنه هســـتند. نتایج نشـــان داد که بالغ بر ۶۲ درصد سواحل استان بوشهر جزرومدغالب است. پیاده سازی کاربری مطلوب اراضی در منطقه ساحلی اســـتان بوشـــهر بدون توجه به این مخاطره میســـر نبوده و در مقابل باید از این اراضـــی برای آبزی‌پروری، شورورزی و جنگل‌کاری حرا استفاده شود.

Zoning of tidal facies a prerequisite of the integrated coastal zone management of Bushehr Province (Iran)

ARTICLE INFO

Article History:
Received….
Accepted: 10 Oct 2022

Keywords:
Bushehr Province
Coastal flooding risk
Coastal zone
Tidal facies
Zoning

ABSTRACT

The research objective was to identify and map the tidal zones that play a decisive role in integrated coastal zone management. Methodology designed based on the expert interpretation of the spatial boarders of the High Astronomical Tide (HAT), the spring and neap tides on the Sentinel-2A satellite images of 2018 with a spatial resolution of 10 meters to determine the risk of long-term flooding, supratidal and subtidal zones, respectively. In the coastal region of Bushehr province, an area of 81,000 hectares is subject to long-term flooding, 15,000 hectares are subject to monthly flooding, and 53.5 thousand hectares are subject to daily flooding. The results showed that up to 62% of the coasts of Bushehr province are tide-dominated coasts. Implementation of sustainable land use in the coastal region of Bushehr province is not possible without considering this risk. However, these lands are suitable for developing aquaculture, salinity, and mangrove forestry.

۱ - مقدمه

مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی مستلزم تدقیق در اطلاعات و ملاحظات محیطی است که به موجب آن رویکردهای حفاظت، توسعه و هماهنگی و یکپارچگی در مدیریت این مناطق به محو مطلوب انجام شود. شناخت وضعیت هیدرودینامیک امواج و جزرومد و پهنه‌بندی تحت تأثیر آنها از گامهای بسیار ضروری مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی به‌شمار می‌رود. لذا، این پژوهش در راستای دستیابی به این مهم در طول ۹۶۷ [۱]کیلومتر سواحل استان بوشهر انجام شده است.

جزر و مد پدیده‌ای است که در اغلب اقیانوس‌ها، دریاها، خلیج‌ها، مصب‌ها و رودخانه‌های منتهی به دریا مشاهده می‌شود. این پدیده حرکات قائم و افقی آب است که به صورت دوره‌ای رخ می‌دهد. جزر و مد (کشند) درواقع موج بلندی است که پریود آن در بیشتر مکان‌ها بیش از ۱۲ ساعت و در بعضی نقاط حدود ۲۴ ساعت است [۲]. ستیغ و ناو چنین موج بلندی (با طول موج صدها کیلومتر) به ترتیب مد و جزر خوانده می‌شوند (شکل۱). ارتفاع موج کشندی محدوده یا دامنهٔ جزر و مد نامیده می‌شود. جاذبه زمین، درصورت عدم چرخش زمین و عدم وجود سایر اجرام سماوی عمل جذب را به صورت یکنواخت به همهٔ اجسام و به سمت مرکز زمین انجام می‌دهد. از اینرو درچنین حالتی آب اقیانوس‌ها را به‌طور دائم و یکسان در سطح زمین نگه داشته می‌شود. ولی در واقعیت، نیروهای جاذبه ماه و خورشید و نیروی گریز از مرکز حاصل از چرخش زمین، سیستم خورشید- زمین- ماه به صورت خارجی بر روی آب اقیانوس‌های زمین اثر می‌گذارد. این نیروهای خارجی به عنوان نیروهای مولد کشند، بیان می‌شوند. اثر این نیروها برنیروی جاذبه زمین اضافه شده و باعث کشیده شدن آب اقیانوسها به نقاط مختلف روی سطح زمین می‌شود. در دو سمت کرهٔ زمین دو مد ایجاد می‌شود؛ یک مد توسط حرکت توده‌ای از آب اقیانوس‌ها به‌وجود می‌آید و از جریان افقی آب به سمت ناحیه‌ای که بیشترین کشش را از ترکیب نیروهای جاذبه ماه و خورشید به دست می‌آورد، ناشی می‌شود. یک مد دیگر در مکانی در طرف دیگر زمین جایی که نیروی گریز از مرکز بر نیروی جاذبه حاصل از ماه و خورشید غلبه می‌کند به‌وجود می‌آید. جزرها به‌وسیله بازپس‌گیری آب از مناطق اطراف، که نیمه زمین مابین این دو برآمدگی کشندی است، به‌وجود می‌یند یعنی درست در مقابل مناطقی که در آن زمان مد رخ داده است. تناوب کشندهای بالا (مدها) و کشندهای پایین (جزرها) با چرخش روزانه جسم صلب زمین نسبت به این دو برآمدگی و تورفتگی کشندی، به‌وجود می‌آید. بالا آمدن و پایین آمدن یک کشند با سرعت یکنواختی اتفاق نمی‌افتد. پس از جزر، کشند به طور آهسته شروع به بالا آمدن می‌کند و سپس سرعت بالا آمدن آب تا حدود ۳ ساعت بعد به طور مداوم افزایش پیدا کرده و سرعت بالا آمدن آب به حداکثر مقدارش می‌رسد. سپس سرعت بالا آمدن آب پس از ۳ ساعت اول به طور مداوم کاهش یافته و این کاهش سرعت تا مد ادامه پیدا می‌کند. پایین آمدن کشند نیز از یک الگوی مشابه که ابتدا افزایش و سپس کاهش سرعت است، پیروی می‌کند. وقتی که بالا آمدن و پایین آمدن کشند به صورت گرافیکی نشان داده شود، تقریباً به فرم منحنی سینوسی در خواهد آمد. در هر مکانی بالا آمدن و پایین آمدن کشند و به دنبال آن شکل منحنی به اشکال گوناگون مشخص و ترسیم می‌شود. این اشکال از مکانی به مکان دیگر به‌طور قابل ملاحظه‌ای متغیر خواهد بود. سه موضوع در این شکل‌ها ممکن است به‌عنوان ویژگی‌های اصلی کشند مورد توجه قرار گیرد. این سه مورد شامل زمان کشند، دامنه کشند و نوع کشند هستند.

به‌نظر می‌رسد که ماه به طور ثابت نصف النهار یک ناظر را در هر مکان معین فقط یکبار در روز قطع می‌کند ولی به دلیل اینکه ماه در جهتی مشابه دوران زمین به دور خودش، حول زمین می‌چرخد، هر نقطه روی زمین در حقیقت باید ۱۲/۵ درجه اضافه‌تر در هر روز بچرخد تا با ماه هماهنگ شود. این ۱۲/۵ درجه زمانی در حدود ۵۰ دقیقه وقت لازم دارد، در نتیجه یک روز کشندی ۲۴ ساعت و ۵۰ دقیقه است. زمان کشند به زمان وقوع مد یا جزر نسبت به گذر ماه از نصف النهار یک ناظر، مربوط می‌شود. این ویژگی کشند در یک مکان مشخص به‌وسیله فواصل زمانی عبور ماه از یک نقطه و ایجاد مد و جزر بیان می‌شود [۳].

اختلاف ارتفاع بین کشندهای پایین و بالای متوالی که در یک مکان مشخص رخ داده است به عنوان دامنه کشند شناخته می‌شود. در اقیانوس‌های آزاد ارتفاع واقعی تاج موج کشندی نسبتاً کوچک و یکنواخت است (معمولاً ۱ متر و کمتر از آن). دامنه کشند در یک مکان خاص ثابت نیست و از روزی به روز دیگر تغییر می‌کند. قسمتی از این تغییرات را باد و آب و هوا موجب می‌شوند. اما بیشتر این تغییرات به پدیده‌های تکرار شونده‌ای که به موقعیت خورشید و ماه نسبت به زمین مربوط می‌شود برمی‌گردد. در این تغییرات روزانه، کشند به سه نوع تغییر و دگرگونی که قبلا در باره آن بحث شد واکنش نشان می‌دهد.

به منظور تعیین تراز متوسط دریا یک رقم قابل اعتماد متوسط ۲۵ ساعته مشاهدات است ولی متوسط ۳۹ ساعته از آن بهتر است. متوسط ساعتی ارقام جزر و مد در طی ۲۹ روز و بعد از آن متوسط ارقام ساعتی در طی ۱۸/۶ سال شمسی (پریود حرکت گره‌های ماه) به ترتیب دقیق‌ترین ارقام متوسط سطح آب را به‌دست می‌دهد. قابلیت اعتماد به مقادیر بدست آمده برای MSL بستگی به طول مدت زمان مشاهدات سطح آب دریا دارد. بهترین و قابل اطمینان ترین مقدار برای نتایج گرفته شده ازمشاهدات درطول ۱۸/۶۱ سال می باشد [۴].

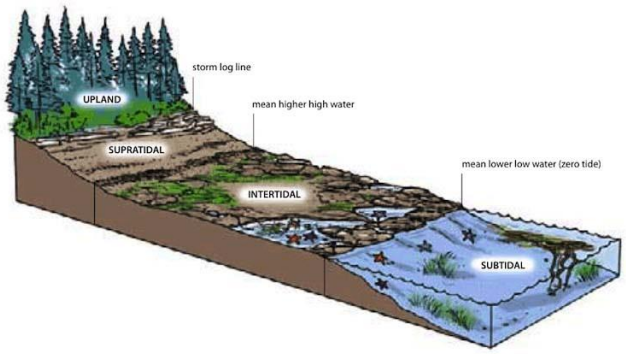
تراز متوسط مدهای مهکشند ، میانگینی از ارتفاعات دو مد پیاپی در سراسر سال در طول دوره ۲۴ ساعته‌ای است که محدوده کشند در آن بزرگترین است، زمانی که ماکزیمم زاویه میل ماه ۲۳/۵ درجه است. تراز متوسط جزرهای مهکشند ، میانگینی از ارتفاعات دو جزر پیاپی در طول همان پریود است. مقادیر MHWS و MLWS از سالی به سال دیگر در یک چرخه ۱۸/۶ ساله (چرخه گره‌های ماه) تغییر کوچکی می‌یابد. همچنین با تغییر تراز متوسط آب دریا تغییر می‌کنند.

- تراز متوسط مدهای کهکشند ، میانگینی است از ارتفاعات دو مد پیاپی در این دوره مطابق آنچه در قسمت قبل تعریف شد زمانیکه محدوده کشند حداقل است. تراز متوسط جزرهای کهکشند ، میانگینی از ترازهای به‌دست آمده از دو جزر متوالی در طول همان دوره است. مقادیر هر دو از سالی به سال دیگر در یک چرخه ۱۸/۶ ساله و همچنین با تغییرات تراز متوسط آب دریا اندکی تغییر خواهد کرد.

- متوسط بلندترین مدها ، متوسط بلندترین مدها، میانگین دو مد بلندتر در یک روز در طول یک دوره است. زمانیکه تنها یک مد در روز اتفاق می‌افتد، همین به عنوان متوسط بلندترین مدها در نظر گرفته می‌شود. متوسط کوتاهترین جزرها ، میانگین کوتاهترین دو جزری است که در یک روز در طول یک دوره به وقوع می‌پیوندد. این مقادیر در پیش‌بینی‌های غیر هارمونیک جزر و مد و با استفاده از جداول جزر و مد جایی که کشند عمدتاً روزانه است، مورد استفاده قرار می‌گیرند. بلندترین مد نجومی ، بالاترین ترازی که می‌تولند تحت شرایط جوی نرمال و تحت هر ترکیبی از شرایط نجومی پیش‌بینی شود بلندترین مد نجومی است. کوتاه‌ترین جزر نجومی ، کوتاه‌ترین ترازی است که می‌تولند تحت شرایط جوی نرمال و تحت هر ترکیبی از شرایط نجومی پیش‌بینی شود. این ترازها در طول بازه زمانی اندازه‌گیری حدود ۱۸ سال تغییرات تراز آب دریا به‌دست می‌آید [۴].

چارت دیتوم (سطح مبنای چارت) سطحی است که به پائین ترین سطح نجومی جزر نزدیک است، به‌طوری که عمق‌های درج شده در نقشه‌های عمق یابی و دریانوردی به آن ارجاع می‌شوند. این سطح، مبنای رقوم ذکر شده برای ترازهای جزر و مدی است و در واقع صفر تمام عمق‌های ذکر شده در نقشه‌های دریایی یا صفر هیدروگرافی است. تمام پیش بینی‌ها و سطوح کشندی درکتابهای مربوط به کشند نسبت به CD ارائه می‌شوند [۴].

تعریف‌های مشابه و اغلب یکسانی از منطقه جزرومدی یا عرصه‌های آبگرفتگی کوتاه مدت نوار ساحلی در منابع مختلف ارائه شده است. بطور کلی می‌توان گفت، محیط جزرومدی قسمتی از منطقه ساحلی است که در هنگام مد از آب پوشیده شده و در هنگام جزر از آب خارج می‌شود. در زمینه اجزای این محیط نیز شباهت‌های بسیاری در منابع مختلف وجود دارد بطوری که عموماً محیط جزرومدی به ۳ قسمت اصلی پهنه‌های بالای جزرومدی و منطقه بین جزرومدی و زیر جزرومدی تقسیم می‌شوند.



شکل ۱- مناطق مختلف جزرومدی در یک منطقه ساحلی

بر اساس طبقه‌بندی Reading [۵] محیط‌های جزرومدی را از نظر دوری و نزدیکی به خشکی به چهار بخش تقسیم می‌شوند. اول- پهنه‌های سبخایی و شور که بخشهای بالای پهنه‌های بالای مدی را تشکیل داده و معمولاً از رسوبات ریزدانه با لایه‌هایی از رسوبات تبخیری پوشیده شده‌اند. در این نواحی علفزار شور ساحلی می‌رویند. دوم- قسمت‌های پایین منطقه بالای مدی که بیشتر تحت تاثیر جزرومد قرار می‌گیرند. این قسمت‌ها معمولاً طی وقوع بیشینه مد به زیر آب می‌روند. علفزار شور ساحلی در این بخش گسترش بیشتری داشته و بافت رسوبات ریزدانه است. سوم- منطقه بالای پهنه بین جزرومدی که در آن کانال‌های کوچکی در اثر جریان‌های جزرومدی ایجاد می‌شود و ساخت‌های رسوبی فلاسر، موجی و عدسی در آن فراوان است. در این بخش گیاهان بسیار نادر شده و جانوران دریایی و حفار بیشتر مشاهده می‌شوند. چهارم- قسمت پایین پهنه جزرومدی و کانال‌های جزرومدی بوده که بیشتر تحت اثر آب هستند. کانال‌های حفر شده در اثر جریان‌های جزرومد در این بخش بزرگتر شده و در نهایت به کانال‌های جزرومدی ختم شده و تا منطقه زیر جزر ادامه می‌یابند. آثار و بقایای جانوران دریایی و طبقه‌بندی مورب در این منطقه بطور قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود.

محیط جزرومدی را از طرف خشکی به دریا توسط Klein [۶] به چهار بخش اصلی علفزا و آبگیر شور ساحلی، قسمت بالای پهنه جزرومدی ، قسمت پایین پهنه‌های جزرومدی و کانال‌های جزرومدی تقسیم شده است. وی کانال‌های جزرومدی را نیز بخشی از اجزای منطقه جزرومدی دانسته در حالی که بیشتر محققین این اجزا را مربوط به محیط زیر جزر می‌دانند. به‌طور کلی می‌توان گفت که تفاوتی در تعریف محدوده منطقه جزرومدی در بین منابع مختلف وجود نداشته و تنها در تعریف و پهنه‌بندی اجزای آن تفاوت‌هایی وجود دارد. به‌طور مثال، Davis [۷] وReading [۵] نواحی بین جزرومدی در سواحل خورها و خلیجهای کوچک را

تحت عنوان پهنه های جزرومدی نامیده‌اند در حالی که Leeder [۸] این مناطق را تحت عنوان لاگون نامگذاری کرده، لیکن در معرفی محدوده این دو عنوان هیچ تفاوتی مشاهده نمی‌شود.

این پژوهش، تطبیقی از روش‌های موجود شناسائی و پهنه‌بندی رخساره‌های جزرومدی با تأکید بر مخاطره آبگرفتگی جزرومدی به ویژه در خورها و پیرامون آنها در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی در خصوص رویکردهای حفاظت و توسعه ICZM استان بوشهر می‌باشد.

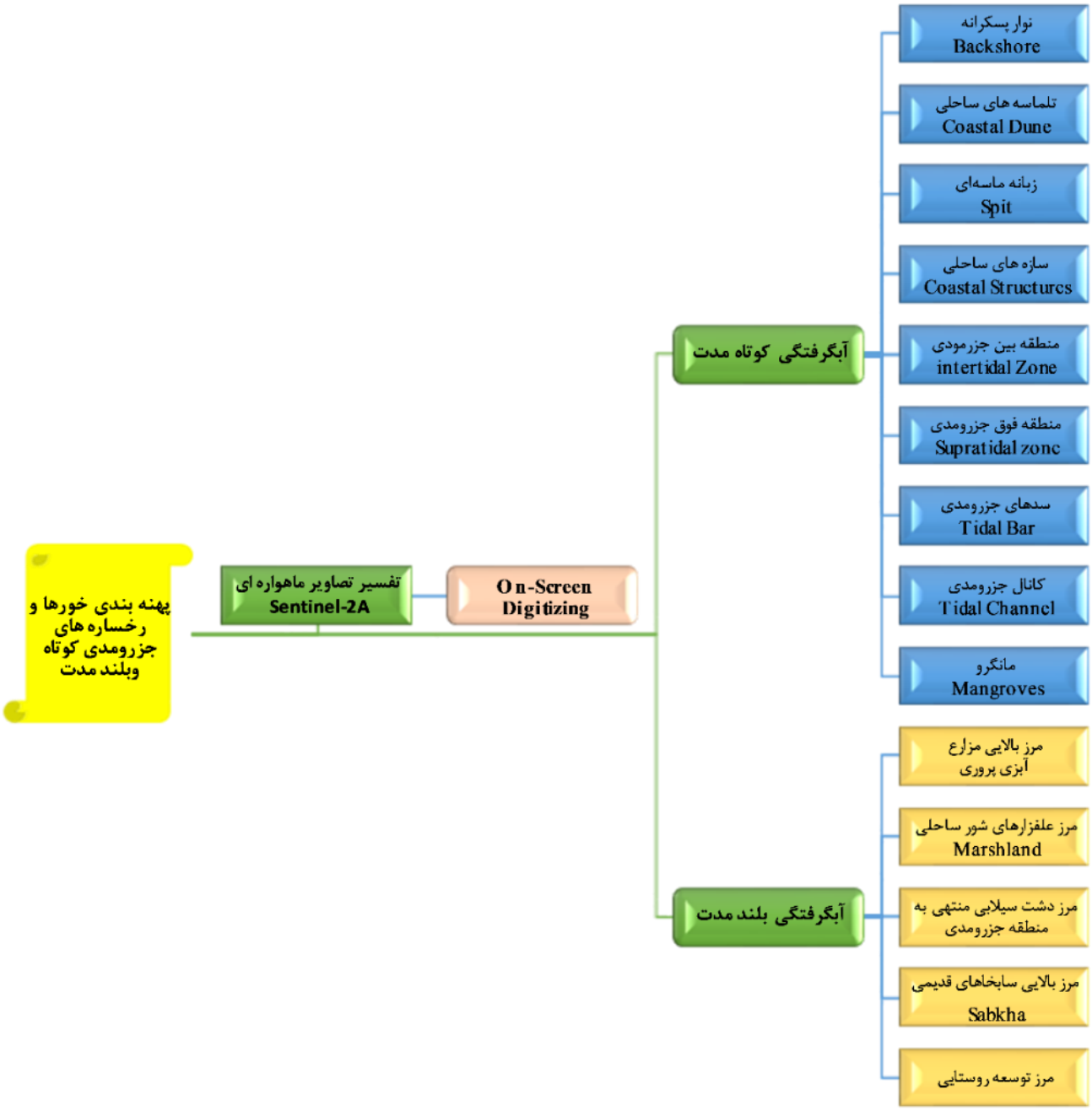
۲- مواد و روش‌ها

پهنه‌بندی مناطق جزرومدی و اجزای آن و به تعبیری سیلابی شدن کوتاه مدت مناطق ساحلی ایران برای اولین بار در مقیاس ملی در قالب مطالعات مدیریت نوار ساحلی(SMP)، مطالعات مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور [۲] و بر اساس تعاریف Reading (۱۹۶۹) انجام شده است. تجارب یاد شده نشان داد که از بین تعاریف و روش‌های موجود، روش Reading [۵] و اجزاء معرفی شده در آن با اجزاء منطقه جزرومدی کشور هماهنگی بیشتری دارد. براین اساس، چارچوب روش شناسی این پژوهش در شکل ۲ ارائه شده است.

۲-۱- شاخص‌ها و محدوده‌های پهنه‌بندی

- مطابق با روش Reading [۵]، مرز بالایی منطقه زیر جزرومدی[1] به تعبیری برابر تراز CD است که در زیر آن دائماً پوشیده از آب بوده و قابل پهنه‌بندی نخواهد بود. در درون خورها و خلیج‌ها تراز MLLW هم تراز کلنال‌های جزرومدی برای پهنه‌بندی استفاده شده است که در شرایط بیشینه کهکشند نیز دارای آب بوده و قابلیت ناوبری و تردد قایق‌ها است.
- در مقابل بالاترین حد آبگرفتگی کوتاه مدت در مناطق ساحلی، تراز متوسط مدهای مهکشند است که در شرایط مد بیشینه در اوائل و میانه ماه قمری اتفاق می‌افتد و در پهنه‌بندی از آن به عنوان مرز بالای جزرومدی استفاده شده است. منطقه بالای جزرومدی عملاً آخرین رخساره محیط دریایی به شمار رفته و با دیگر رخساره‌های محیط خشکی همچون دشت‌های سیلابی رودخانه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای در ارتباط است. این منطقه از پائین به تراز متوسط مدهای کهکشند ختم می‌شود. مشخصه این عرصه توسعه علفزارهای شور ساحلی و برخی مناطق شکل‌گیری کفه های تبخیری و سابخا می‌باشد. رخنمون شدن این منطقه برای چندین روز فی مابین مد بیشینه در معرض تبخیر باعث ایجاد پهنه‌ای کاملاً قابل شناسایی در تصاویر ماهواره‌ای می‌شود.
- منطقه بین جزرومدی مهم‌ترین عرصه آبگرفتگی ساحلی محسوب می‌شود که بین ترازهای متوسط مدهای کهکشند (MHWN) و بیشینه تراز کهکشند (MLLW) یا مرز بالایی منطقه زیر جزرومدی واقع شده است. این منطقه در شرایط توپوگرافی مختلف نوار ساحلی از چند متر تا دهها کیلومتر نیز پهنا دارد.
- آبگرفتگی نوار ساحلی یا منطقه نوسان آب دریا در عرض پروفیل ساحل که در این پهنه‌بندی به آن منطقه بین جزرومدی اطلاق شده است. در پاره‌ای از مناطق درختان مانگرو در این عرصه‌ها توسعه یافته‌اند؛
- برونزدهای خشکی درون این منطقه عمدتاً متشکل از رسوبات ریزدانه چسبنده که در مهکشندهای عادی و بلند دچار آبگرفتگی جزئی و کلی می‌شوند، که در این پهنه‌بندی به آن سد جزرومدی اطلاق شده است.
- برونزد خشکی پسکرانه[2] عموماً در سواحل ماسه‌ای که پروفیل ساحل به طور کامل شکل گرفته است در این پهنه‌بندی ترسیم شده است. پسکرانه از قله سکو[3] شروع و عموماً به تلماسه قدامی[4] یا دیگر لندفرم‌های ساحلی ختم می‌شود. بر اساس تعاریف پذیرفته شده [۹] خط ساحل و به تعبیری MSL مطابق قله سکو می‌باشد و به طور فصلی در سواحل موج غلب که دامنه بیشینه مهکشند کمتر از ۲ متر است شکل می‌گیرند.
- برونزدهای دائمی خشکی متشکل از رسوبات غیر چسبنده ماسه‌ای و خرده صدفی کم عرض که به تندرت دچار آبگرفتگی جزرومدی می‌شوند لیکن در طی طوفان‌های دریایی دچار آبگرفتگی می‌شوند، که در این پهنه‌بندی به آنها زبانه ماسه‌ای[5] نامیده می‌شود؛
- برونزدهای خشکی دائمی متشکل از رسوبات ماسه‌ای نسبتاً درشت دانه و خرده صدفی که از یک سو به خشکی متصل است و در عرض از چند زبانه ماسه‌ای ترکیب یافته‌اند، معمولاً در مهکشندهای بلند به طور جزئی دچار آبگرفتگی می‌شوند، که در این پهنه‌بندی به آنها تلماسه ساحلی[6] اطلاق شده است.

[1] Subtidal zone
[2] Backshore
[3] Berm crest
[4] Fore Dune
[5] Sand spit
[6] Coastal dune



شکل ۲- روش پهنه‌بندی خورها و رخساره‌های جزرومدی کوتاه و بلند مدت منطقه ساحلی استان بوشهر

- اراضی درحال توسعه[7] از عرصه‌هایی به‌شمار می‌روند که در سال‌های اخیر از مساحت مناطق جزرومدی و سیلابی دریایی استان بوشهر استحصال شده و در حال تغییر کاربری هستند. در برخی مناطق کم شیب، این عرصه‌ها هنوز در معرض سیلابی شدن هستند.
- اراضی توسعه یافته[8] از عرصه‌هایی به‌شمار می‌روند که در سال‌های اخیر از مساحت مناطق جزرومدی و سیلابی دریایی استان بوشهر استحصال شده و تغییر کاربری آنها به اتمام رسیده است. به دلیل اتمام عملیات استحصال زمین از دریا، این عرصه‌ها پایدار بوده و بسیار کم در معرض سیلابی شدن دریا هستند.
- سازه‌های ساحلی از جمله سازه‌هایی هستند که در مناطق سیلابی شدن دریایی ساخته شده‌اند. در این پهنه‌بندی به کلیه ابنیه‌های ساحلی اعم از موج شکن‌ها و دیوارهای ساحلی، سازه‌های ساحلی شناخته شده است.

۲-۱- پهنه‌بندی رخساره‌های جزرومدی

پهنه‌بندی خورها و رخساره‌های جزرومدی منطقه ساحلی شمال استان بوشهر در شهرستان‌های دیلم، گناوه و بوشهر انجام شده است. برای دستیابی به این هدف از تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2A سال ۲۰۱۸ استفاده شده است. در تصاویر Sentinel-2A

[7] Developing lands

[8] Developed lands

بلندهای مادون قرمز با طول موج کوتاه (SWIR) عملکرد بهتری در تشخیص رخساره ها نسبت به باندهای مادون قرمز(NIR) دارند. باندهایSWIR در این تصاویر باندهای شماره ۱۱ و ۱۲ هستند. برای تشخیص و پهنه‌بندی رخساره‌های جزرومدی در مناطق کم عمق ساحلی، نیاز به تصاویری می‌باشد که دارای انعکاس خوبی از بستر باشند. برای انجام این امر، ترکیب باندی infrared color False و ترکیبی از باندهای ۸-۴-۳ وضوح خوبی از وضعیت کف دریا به دست می‌دهد. با این حال همچنان ترکیب باندی رنگ طبیعی این تصاویر، در برخی نقاط بهتر از ترکیب مذکور عمل می‌کند.

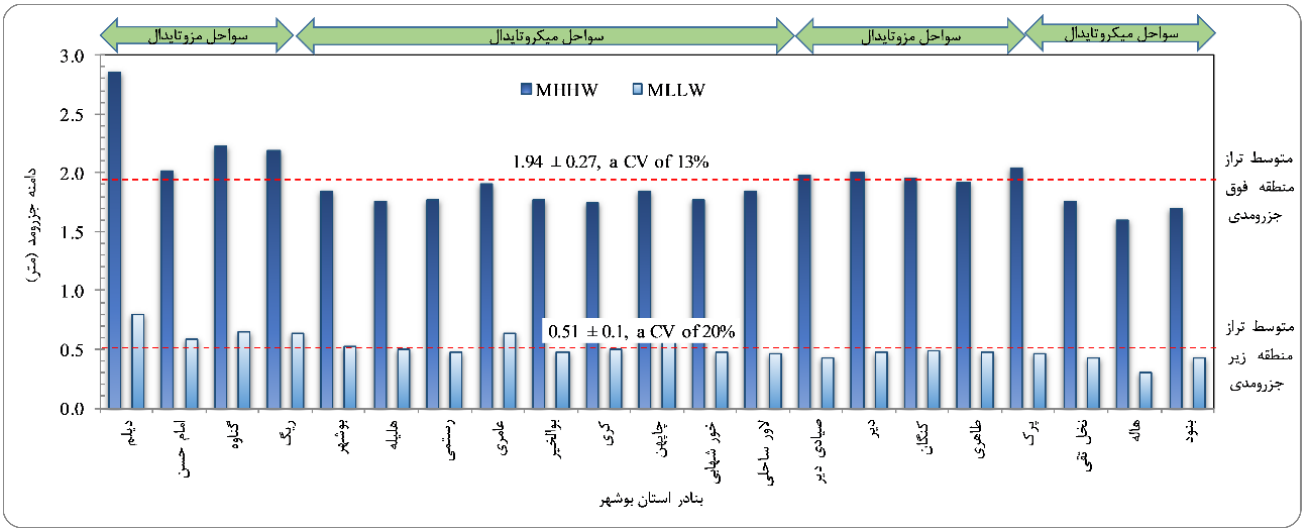
در این پژوهش، بر اساس نتیجه‌گیری حاصل شده، بین ترکیب باندهای توصیه شده تصاویرSentinel-2A برای آشکارسازی عوارض مختلف زمین شناختی، ترکیب باند ۲-۳-۴ که نشان دهنده رنگ طبیعی عوارض است، مناسب‌ترین ترکیب برای شناسائی و پهنه‌بندی خورها و رخساره‌های جزرومدی در طول سواحل استان بوشهر برگزیده شد. ترکیب باندهای با قدرت تفکیک ۱۰ متری آن، شواهد بلند مدت نفوذ آب شور دریا (HAT) در عمق خشکی مورد تدقیق قرار گرفته و مرز آن ترسیم گردد. این مهم حاصل تفسیر کارشناسی و به روش On-Screen Digitizing انجام شده است.

۳- نتایج

۳-۱- رده بندی سواحل استان بوشهر

گام نخست در شناسائی وضعیت ترازهای جزرومدی در طول سواحل استان بوشهر در تعیین رده سواحل استان بوشهر بر اساس دامنه آن برداشته شد. بر این اساس، رده سواحل و خورهای استان بوشهر مطابق طبقه‌بندی Anthony [۱۰] مشخص شد (شکل ۳). نتایج نشان داد که سواحل شمالی استان بوشهر از مرز شمالی استان تا خلیج یا خور عباسک در شمال شبه جزیره بوشهر شامل خورهای بزرگ عرش، ریگ و دلتاهای رودخانه‌های دره‌آبدان، دره‌گپ و حله در رده مزوتایدال که دامنه جزرومد بین ۲-۴ متر است، قرار دارند. به علاوه رده سواحل مزوتایدال در شرایط مرزی دامنه ۲ متری در سواحل شهرستانهای دیر و کنگان و به طول تقریبی ۳۰۷ کیلومتر شناسائی شدند. این سواحل جمعاً بالغ بر ۶۰۰ کیلومتر طول داشته و حدود ۶۲ درصد سواحل استان بوشهر را به خود اختصاص می دهند. نتایج بار دیگر بر ضرورت و اهمیت پهنه‌بندی رخساره های جزرومدی استان بوشهر به منظور تدقیق مخاطره آبگرفتگی و مدیریت استقرار کاربریها را در منطقه ساحلی تأکید دارند.

سواحل سنگی دماغه سنگی شبه جزیره بوشهر و سواحل نسبتاً پرشیب شهرستان تنگستان و نیز سواحل سنگی بخش جنوبی استان از دماغه خلیج نایبند تا انتهای مرز استان دارای رژیم هیدرودینامیکی موج غلبب و رده جزرومدی میکروتایدال (کمتر از ۲ متر) هستند. در سواحل شمالی (دیلم و گناوه و شمال بوشهر) و سواحل شهرستان دشتی و دیر به دلیل وجود رودخانه‌های دائمی به ویژه حله و موند، رژیم رسوبی انباشتی و مازاد رسوب وجود دارد و سالانه شیب عمومی ساحل و بخش نزدیک به خشکی کمتر می‌شود. این شرایط، باعث انباشت رسوب درون خورها و کاهش هرچه بیشتر توان تردد قایقها و ناوبری می‌شود که مشکلات ناشی از آن در خورهای عرش و ریگ شهرستان گناوه به شدت بروز کرده است. در مقابل سواحل موج غالب که قابلیت استقرار بنادر و سازه های ساحلی را داشته‌اند، به دلیل قطع انتقال رسوب و رانه ساحلی شدیداً دچار فرسایش شده و رژیم فرسایشی برقرار شده است.



شکل ۳- دامنه متوسط بیشینه مهکشندها (MHHW) و کهکشندها (MLLW) در طول سواحل استان بوشهر

۳-۲- پهنه‌بندی رخساره‌های جزرومدی

پس از شناخت وضعیت و رژیم جزرومدی و رسوبی در طول سواحل استان بوشهر، پهنه‌بندی خورها و رخساره های جزرومدی انجام شد. حاصل این مهم تفکیک دقیق رخساره‌ها و عرصه آبگرفتگی، لندفرم‌های ساحلی و کاربری‌هایی که بین آنها محاط شده بودند، بوده است (جدول ۱). در ادامه ضمن تشریح مهمترین رخساره های جزرومدی، در طی اشکال ۵ تا ۸ بخشی از نقشه های پهنه‌بندی انجام شده ارائه شده است.

جدول ۱ – کدهای تلفیق تناسب حفاظت و توسعه نوار ساحلی شهرستان بوشهر

ردیف	عرصه آبگرفتگی یا لندفرم ساحلی	معادل انگلیسی	فراوانی (تعداد)	مساحت (هکتار)
۱	منطقه بالای جزرومدی	Supratidal zone	۸۵	۱۹۴۵۶/۲
۲	منطقه بین جزرومدی	Intertidal zone	۱۱۳	۱۴۹۰۷/۷۳
۳	سد جزرومدی	Tidal bar	۱۷۱	۱۰۶۴۳
۴	کانال جزرومدی یا منطقه زیر جزرومدی	Tidal channel	۱۸۷	۱۱۰۱۳/۷۵
۵	پهنه جزرومدی	Tidal flat	۲۳۱	۳۸۶۲۳
۶	عرصه آب گرفتگی بلند مدت	Medium term inundation	۱۳۴	۸۱۲۲۱
۷	آبزی‌پروری واقع در منطقه جزرومدی	Aquaculture	۱۱	۱۱۳۵۹
۸	نوار پسکرانه	Backshore	۹۷	۳۷۸/۶
۹	تلماسه ساحلی	Coastal dune	۲۶۴	۶۲۰۹/۷
۱۰	سازه‌های ساحلی محاط در منطقه جزرومدی	Coastal structure	۹۹	۳۶۳
۱۱	مانگرو	Mangrove	۵۳	۲۲۰
۱۲	زبانه ماسه‌ای واقع در منطقه جزرومدی	Spit	۹۱	۴۰۸/۶

۳-۳- منطقه بین جزرومدی

منطقه بین جزرومدی به مساحت ۱۴۹۰۷ هکتار به تعداد ۱۱۳ عرصه قابل شناسایی در طول نوار ساحلی استان بوشهر تفکیک شده است. همانطور که در تعریف این مناطق عنوان شد، منطقه بین جزرومدی عموماً در شیب پروفیل ساحل قرارداشته از بالا به منطقه فوق جزرومدی و از پایین به پهنه جزرومدی یا کانال جزرومدی و در بسیاری از مناطق به سد جزرومدی، زبانه ماسه‌ای و تلماسه ساحلی در ارتباط هستند. بیشتر گسترش مناطق بین جزرومدی عمدتاً در خورها و خلیج‌ها و از بندر دیلم تا خلیج بوشهر و از مصب رودخانه رودخانه موند تا خور بردخون و خلیج نایبند قرار دارند.

۳-۴- منطقه فوق جزرومدی

این منطقه که به صورت دوره‌ای و عموماً در شرایط بیشینه مهکشند دچار آبگرفتگی می‌شوند، در ۸۵ عرصه در نوار ساحلی به مساحت ۱۹۵۸۶ هکتار شناسایی و پهنه‌بندی شده‌اند. این پهنه ها مشخصه مناطق کم شیب و بیشتر در شمال و غرب استان بوشهر و در خورها و خلیج‌ها گسترش دارند. مناطق فوق جزرومدی از بالا به مرز آبگرفتگی میان مدت و از زیر عموماً به منطقه بین جزرومدی و دیگر لندفرم‌های ساحلی در تماس می‌باشند. به دلیل شرایط اقلیمی مناطق ساحلی استان بوشهر، بیشتر این عرصه‌ها دارای پوششی از نهشته‌های تبخیری و به دلیل در تماس بودن با دشت‌های سیلابی آبراهه‌های دائمی و فصلی دارای رسوباتی ریزدانه با بافت رسی هستند. علفزارهای شور ساحلی پوشش گیاهی شاخص آنها به شمار می رود.

۳-۵- سدهای جزرومدی

سدهای جزرومدی از جمله مناطق سیلابی جزرومدی به شمار می‌روند که در شرایط مختلف دامنه جزرومد دچار آبگرفتگی کامل یا جزئی می‌شوند. مشاهده دو دوره تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۱۸ نشان داد که گستره سدهای جزرومدی به دلیل انباشت رسوبات ریز دانه به ویژه در مصب رودخانه های اصلی حله و موند افزایش پیدا کرده است. سدهای جزرومدی در ۱۷۱ عرصه به مساحت ۱۰۶۴۳ هکتار در طول نوار ساحلی استان بوشهر و عمدتاً در بخش دریایی خورها و دلتاها شناسایی و پهنه‌بندی شده‌اند. سدهای جزرومدی در واقع نشاندهنده کم‌ژرفاشدگی در نواحی ساحلی استان بوده و عملاً شرایط را برای تردد و ناوبری محدود می‌کنند.

۳-۶- کانال‌های جزرومدی

کانال‌های جزرومدی منطبق بر عرصه‌هایی است که در بیشینه کهکشند (MLLW) نیز از آب پوشیده بوده و دارای شرایط تردد با قایق و ناوبری هستند. به تعبیری مرز این کانال‌ها منطبق بر تراز CD درون خشکی است. کانال‌های جزرومدی در ۱۸۷ عرصه و به مساحت ۱۱۰۱۳ هکتار به ویژه در خورها و خلیج‌های بزرگ مانند خورعباسک، پیازی، عرش، ریگ، عسلویه و بساتین و مصب رودخانه‌های موند، حله و دره گپ شناسایی و تفکیک شده‌اند. محل‌های گسترش این عرصه‌ها راهنمای مناسبی برای بهره‌برداران و تصمیم‌سازان برای حفاظت و توسعه کانال‌های قابل تردد در خورهای استان خواهند بود.

۳-۷- پهنه‌های جزرومدی

وسیع‌ترین عرصه آبگرفتگی کوتاه‌مدت در سواحل استان بوشهر به پهنه‌های جزرومدی تعلق دارد که در ۲۳۱ عرصه به مساحت ۳۸۶۲۳ هکتار شناسایی و پهنه‌بندی شده‌اند. این پهنه‌ها از نظر رسوب‌شناسی قابل مقایسه با پهنه‌های گلی هستند که بیشتر در

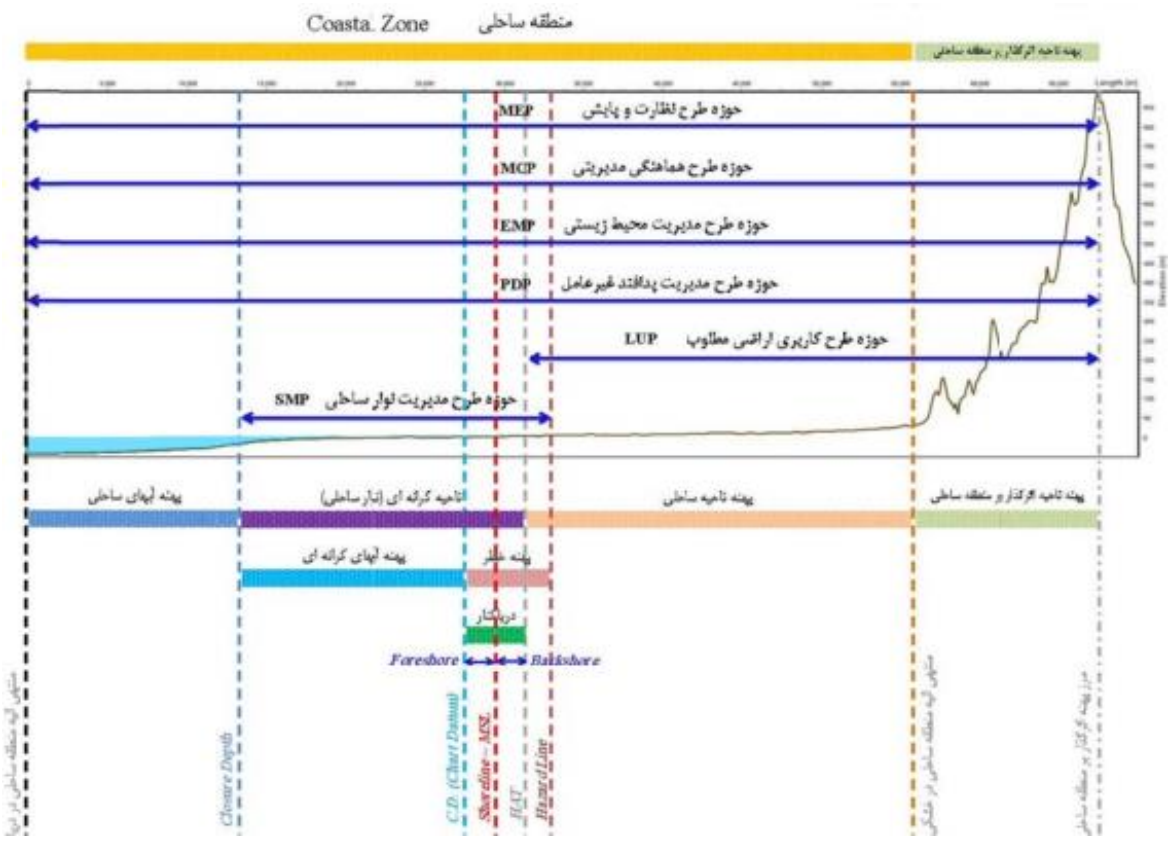
کم شیب‌ترین عرصه خورها و خلیج‌ها و سواحل کم شیب استان بوشهر قابل مشاهده هستند. در واقع پهنه‌های جزرومدی در کهکشند کمینه نیز دچار آبگرفتگی شده و از پایین به منطقه زیر جزرومدی ختم می‌شوند. در بیشتر مناطق ساحلی استان بوشهربه ویژه مناطق شمالی استان، پهنه‌های ساحلی هم ارز عرصه‌های کم ژرفا شدگی بوده و نشان‌دهنده فعال بودن رژیم انباشتی در سواحل هستند. پهنه جزرومدی، در واقع نشان‌دهنده مناطق با محدودیت ناوبری و تردد هستند و به تصمیم سازان کمک می‌کنند که سیاست‌های مناسبی با شرایط حاکم بر این مناطق اتخاذ کنند. خورهای ارش، پیازی و مصب رودخانه‌های حله و موند و خلیج‌های بوشهر و نایبند مهم‌ترین عرصه‌های گسترش پهنه‌های جزرومدی هستند.

۳-۸- آبگرفتگی میان مدت سواحل استان بوشهر

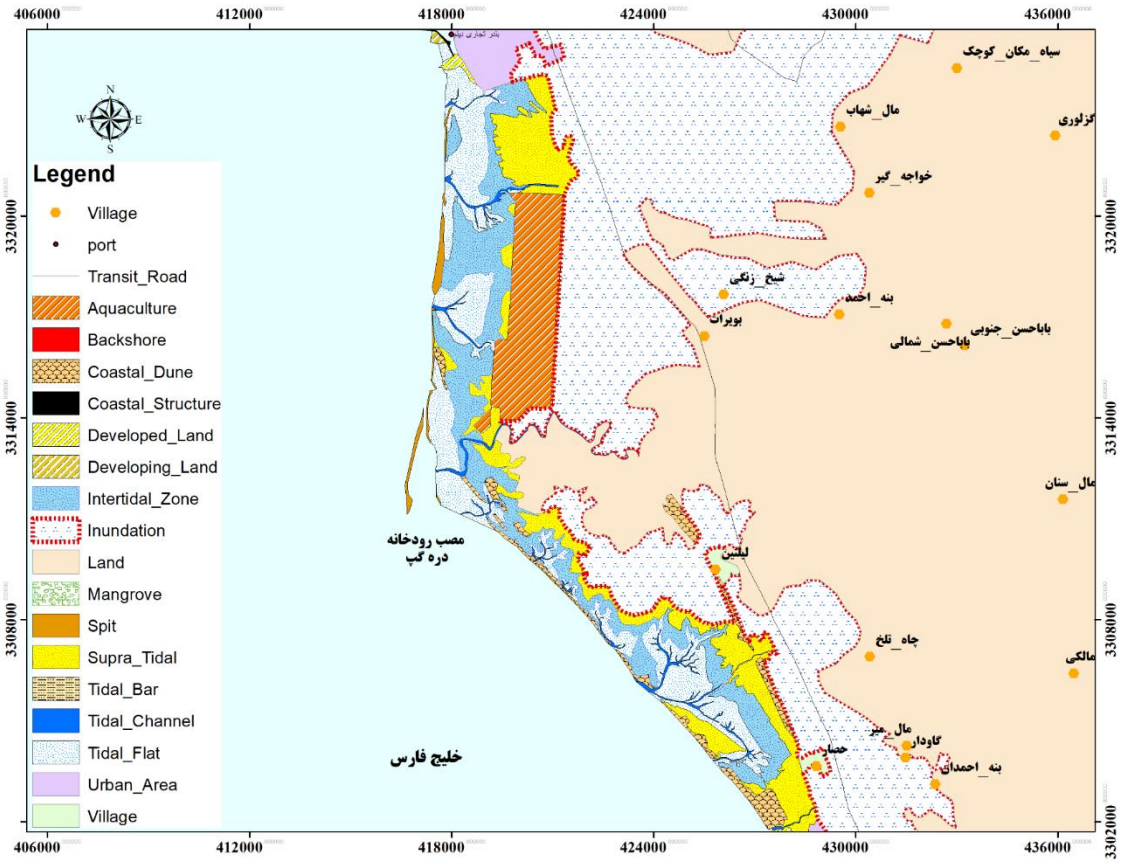
پهنه‌بندی آبگرفتگی میان مدت سواحل یکی از دستاوردهای مهم این پژوهش به شمار رفته که بیشینه سیلابی شدن این مناطق، حاصل تأثیر مجموعه عوامل و رویدادهای طبیعی را نشان می‌دهند. پهنه‌های آبگرفتگی میان مدت در ۱۳۴ عرصه به مساحت ۸۱۲۲۱ هکتار شناسایی و ترسیم شده‌اند. برای دستیابی به این پهنه از ترکیب باندهای مختلف با قدرت تفکیک ۱۰ متر تصویر ماهواره‌ای Sentinel-2A سال ۲۰۱۸ و ارتباط بین رخساره‌های محیط جزرومدی و محیط رودخانه‌ای از یک سو و لندفرم‌هایی مانند زبانه‌های ماسه‌ای به جای مانده در عمق خشکی و خورهای متروک در پشت آنها که نشان‌دهنده سیستم ورودی‌های جزرومدی در گذشته‌ای نه چندان دور است، استفاده شده است. مشاهده تصویر ماهواره‌ای نشان داد که غالب اراضی زراعی روستاهای مناطق ساحلی بر اساس توان اکولوژیک و حاصلخیزی خاک و به تعبیری محدودیت کاشت در اراضی نسبتاً شور تا شور ساحلی، دقیقاً تا مرز آبگرفتگی میان مدت ختم شده‌اند. این مهم نشان از عدم آبشویی مناسب این اراضی بوده و عملاً پوشش گیاهی شور پسند هالوفیت‌ها در این اراضی توسعه یافته‌اند. از طرفی مزارع آبزی‌پروری به عنوان شاهد در این پهنه‌بندی‌ها منظور شده‌اند، به‌طوریکه پهنه‌های آبگرفتگی میان مدت، تا اندازه‌ای بالاتر از تراز این مزارع گسترش دارند.

در بخش‌های میانی و جنوبی سواحل استان بوشهر به ترتیب در مناطق ساحلی شهرستان‌های تنگستان و کنگان و بخش‌هایی از شمال استان در حد فاصل بندر امام حسن تا بندر دیلم که منطقه ساحلی از مخروط افکنه‌های پرشیب تشکیل شده‌اند از یک سو و اراضی استحصال شده در مناطق توسعه یافته و در حال توسعه بخش جنوبی استان در منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی که در طراحی سازه‌ها آبگرفتگی میان مدت لحاظ شده است، عرصه آبگرفتگی کوتاه و میان مدت بسیار کم عرض بوده و با موقعیت نوار ساحلی بسیار نزدیک است. در این مناطق، آبگرفتگی کوتاه و میان مدت عمدتاً در راستای آبراهه‌های فصلی و خورهای کوچک در دره‌های عمیق شناسائی و پهنه‌بندی شده است. در مقابل بیشینه عرصه آبگرفتگی میان مدت در خورهای ارش، ریگ، پیازی، بردخون و خلیج بوشهر و مصب‌های رودخانه‌های حله و موند که ساحل بسیار کم شیب است، پهنه‌بندی شده‌اند. از نظر اثربخشی عوامل سیلابی شدن دریا در سواحل، مرز آبگرفتگی میان مدت در مناطق مختلف سواحل استان بوشهر می‌تواند ناشی از هم افزایی جزئی یا کلی مجموعه عوامل هیدرودینامیکی جزرومد و امواج و عوامل اقلیمی باشد و هم می‌تواند ناشی از هم‌زمانی و هم‌مکانی رویدادهای دریایی و رودخانه‌ای در ارتقاء هرچه بیشتر آبگرفتگی دریایی و نیز می‌تواند به سبب وجود فروچاله‌های توپوگرافیکی منطبق بر خورهای متروک باشد.

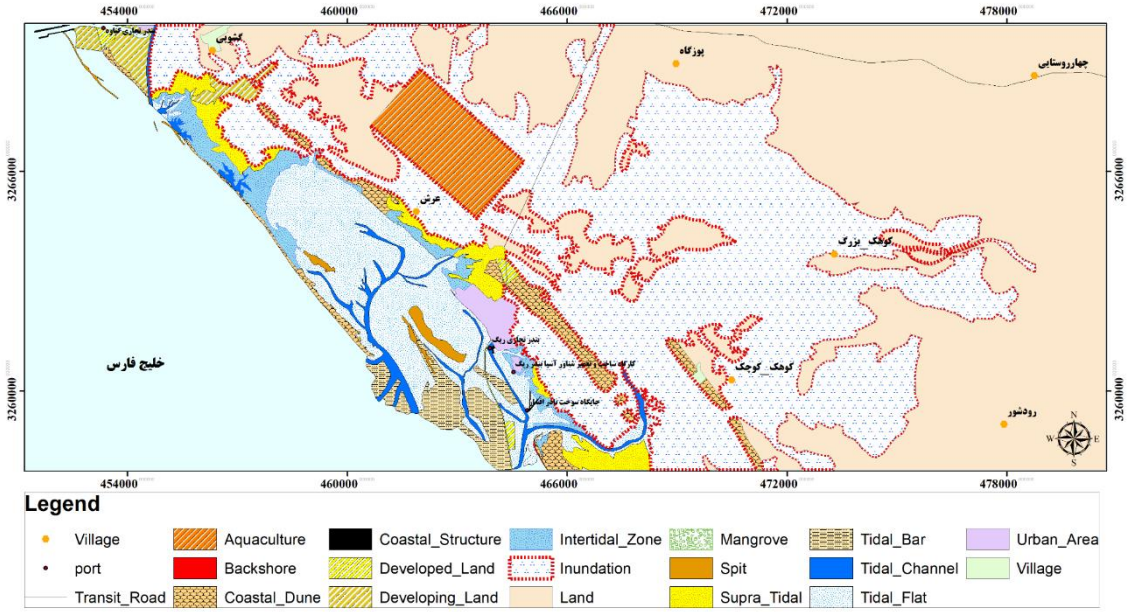
در واقع، مرز بالایی آبگرفتگی میان مدت بدست آمده، به عنوان مرزبالایی واحد مدیریتی نوار ساحلی استان بوشهر (SMP) یا خط خطر یا پهنه احتیاط [۱] معرفی شده است (شکل ۴). به این ترتیب، پهنه‌های ارائه شده در نقشه های پهنه‌بندی آبگرفتگی میان مدت راهنمای بسیار کاربردی برای بهره‌برداران و تصمیم سازان برای برنامه‌های بازیافت اراضی و توسعه کاربری‌های دریا محور می‌باشند.



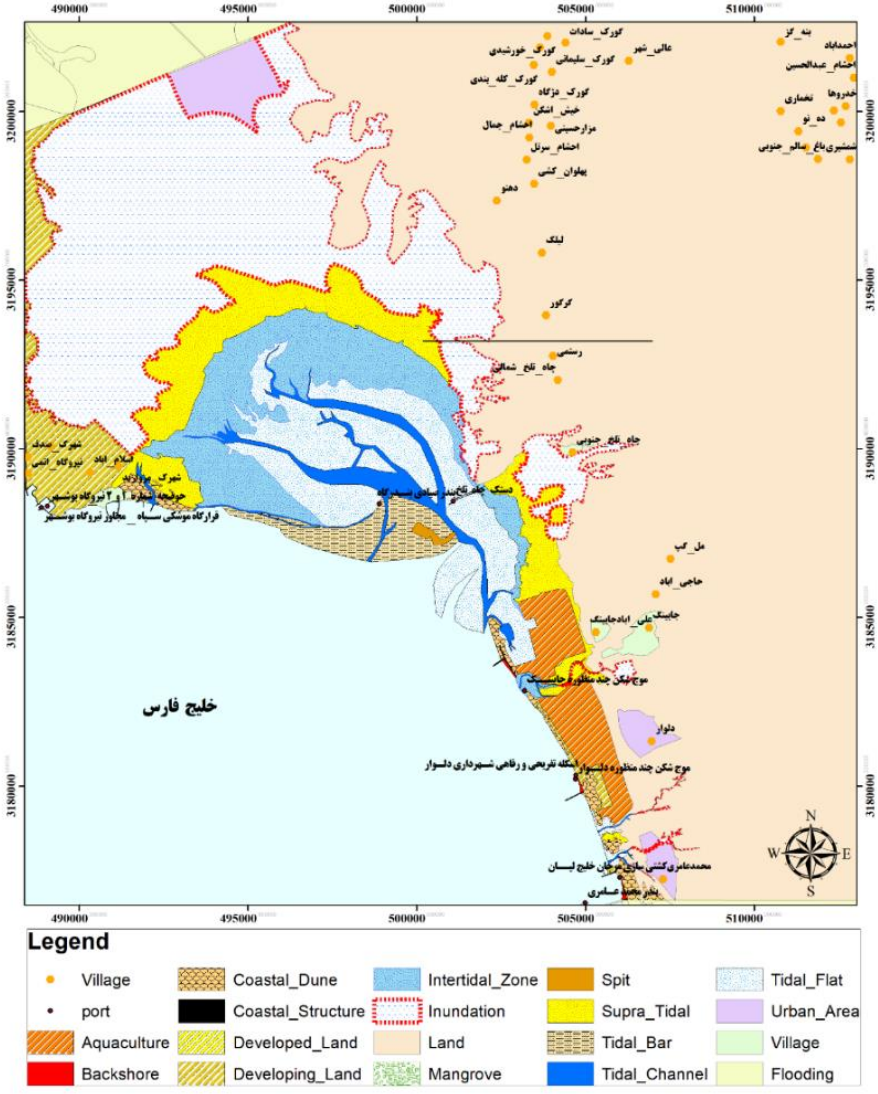
شکل ۴- مرزهای اعمال مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی، مدیریت نوار ساحلی، پهنه خطر[11]



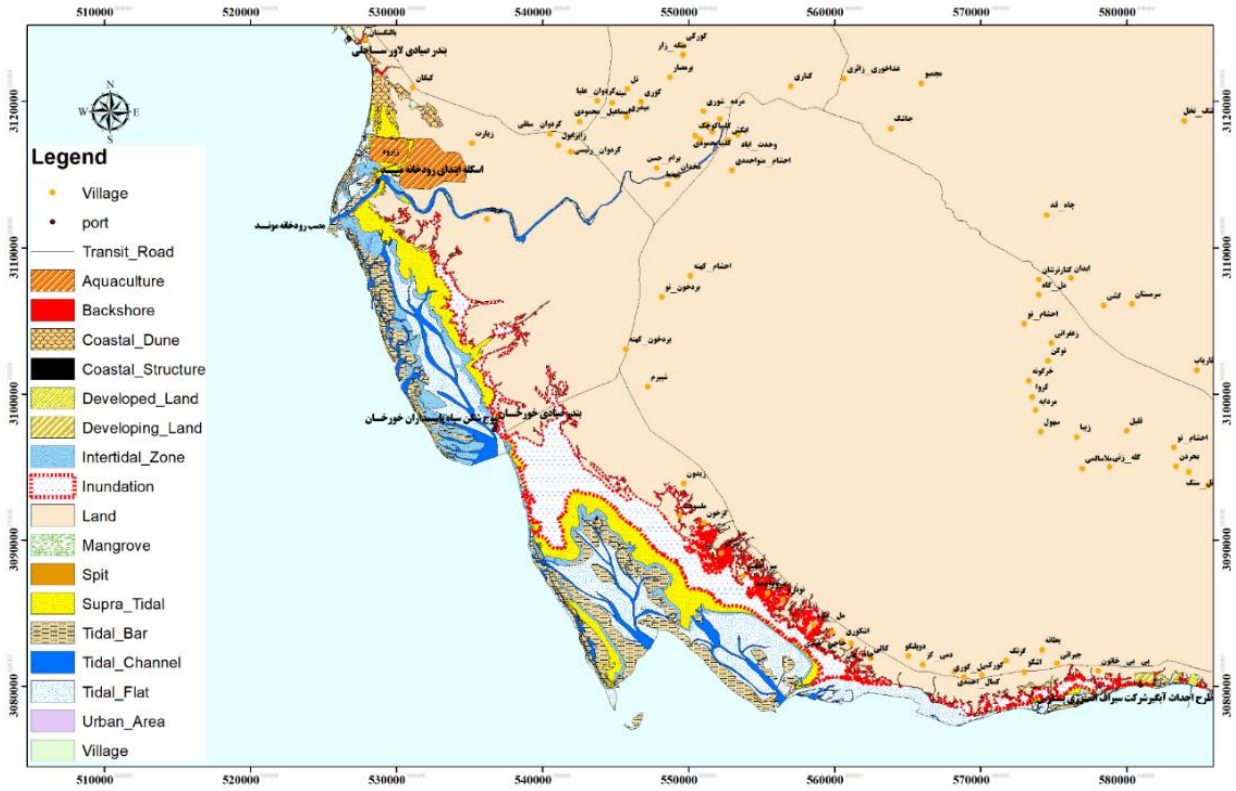
شکل ۵- نمونه پهنه‌بندی عرصه خورها و رخساره‌های جزرومدی و سایر عرصه‌های در ارتباط با آنها، جنوب شهرستان دیلم [۱۲]



شکل ۶- نمونه پهنه‌بندی عرصه خورها و رخساره‌های جزرومدی و سایر عرصه‌های در ارتباط با آنها، بخش ریگ گناوه [۱۳]



شکل ۷-پهنه‌بندی عرصه خورها و رخساره‌های جزرومدی و سایر عرصه‌های در ارتباط با آنها، جنوب شهرستان بوشهر [۱]



شکل ۸- پهنه‌بندی عرصه خورها و رخساره‌های جزرومدی و سایر عرصه‌های در ارتباط با آنها، منطقه حفاظت شده موند و پارک ملی دیر [۱۴]

۴ – نتیجه‌گیری

دستاوردهای این پژوهش از منظر رخساره‌های جزرومدی که در آنها فرایندهای رسوبی خاصی تحت تأثیر فرایندهای جزرومدی انتقال و نهشته می‌شوند با دستاوردهای انجام شده معدودی در سواحل جنوبی کشور مانند Khodabakhsh و همکاران [۱۵]و Gharibreza [۱۶] قابل مقایسه هستند که به ترتیب در سواحل استان خوزستان و سواحل خور ریگ و عرش استان بوشهر انجام شده است.

همچنین، این پژوهش از منظر پهنه‌بندی عرصه‌های جزرومدی و مفاهیم پایه با پژوهش Mohammad-pour و Tourkqashqaeinejad [۱۷] قابل مقایسه است. در عین حال، این پژوهش از منظر گستره و تنوع رخساره های مورد بررسی از طبقه بندی سواحل ایران بر اساس جزرومد [۲] که در مطالعات مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور (ICZM) الهام گرفته است. از طرفی، از دهه ۹۰ تا کنون در سطح کشور پژوهشی جامع مانند این پژوهش از منظر وسعت و توجه به پهنه‌بندی رخساره‌های جزرومدی از منظر مخاطره آبگرفتگی کوتاه و مدت مدت انجام نشده است.

این پژوهش دستاوردهای مدیریتی ارزشمندی در اختیار تصمیم سازان استان بوشهر و مدیریت منطقه ساحلی قرار داده است، به‌طوریکه مخاطره آبگرفتگی در ۸۱/۲ هزار هکتار اراضی ساحلی حداقل هر ۱۸ سال یکبار طی وقوع HAT و نیز ۱۹/۴ هزار هکتار منطقه فوق جزرومدی در بیشینه مهکشند حداقل ماهانه برقرار است. این مخاطره، سرمایه‌گذاری و توسعه اراضی ساحلی را تهدید می‌کنند. در مقابل، این اراضی در استان بوشهر استعداد عملیات شورورزی و توسعه علفزارهای شورساحلی برای تعلیف دام دارند. همچنین، ۱۵ هزار منطقه بین جزرومدی استان بوشهر عمدتاً استعداد توسعه جنگلهای حرا و توسعه گردشگری گسترده را دارند.

۶ - مراجع

۱. Gharibreza, M., *Integrated coastal zone mnagement of boushehr province (Synthesis report of Bushehr)*, in *Integrated Coastal Zone Management of Bushehr Province*, F. Vafaei, Editor. 2021, Nanodishan Fan & Trade Engineering & Trading Company: Tehran. p. 4-۰۳.

۲. Gharibreza, M. and H. Masoumi, *Coastal classification of costs of iran based on tide facies*, in *Integrated Costal Zone Mangement of Iran*. 2008, Consulting Engineers Company of Jihad Research of Water and Energy: Tehran. p. 213.

۳. NOAA, *Tides and currents*, t.U.S.D.o. Commerce, Editor. 2019, Geodetic Survey and Environmental Science Services Administration: Maryland. p. 250.

٤. DHI, *Gobal tide model for heights*, in *DTU10 Ocean Tide model*. 2017, Danish Hyraulic Institute: Hørsholm, Denmark.

٥. Reading, H.G., *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 1996, Cambridge: Wiley-Blackwell. 705.

٦. Klein GS, J.E., *Comparison of sediments from bay of fundy and dutch wadden sea tidal flats.* Journal of Sedimentary Petrology, 1964. **34**: p. 18-۲٤.

۷. Davis, R.A., *Coastal sedimentary environments*. 1985, New York: Springer-Verlag. 707.

۸. Leeder, M.R., *Sedimentology and Sedimentary Basins: From Turbulence to Tectonics*, ed. n. Edition. 2011, Oxford: Wiley-Blackwell Science. 1056.

۹. Mangor, K., Doronen, N. K., Kaergaard, K, H., Kristensen, S. E., *Shoreline Management Guideline*, in *COADAPT*, B. Edill, Madsen, L. S., Editor. 2017, Danish Hydrualic Institute, DHI,: Horsholm, Denmark. p. 449.

۱۰. Anthony, E.J., *Wave and tide-dominated coasts*, in *Encyclopedia of coastal science*, M.L. Schwartz, Editor. 2005, Springer Netherlands: Dordrecht. p. 1046-1049.

۱۱. Gharibreza, M., *Conceptual models and methods*, in *Integrated coastal zone management of boushehr province, phase 1*, F. Vafaei, Editor. 2018, Nanodishan Fan & Trade Engineering & Trading Company: Tehran. p. 187.

۱۲. Gharibreza, M., *Integrated coastal zone mnagement of boushehr province (Synthesis report of Deilam)*, in *Integrated Coastal Zone Management of Bushehr Province*, F. Vafaei, Editor. 2021, Nanodishan Fan & Trade Engineering & Trading Company: Tehran. p. 356.

۱۳. Gharibreza, M., *Integrated coastal zone mnagement of boushehr province (Synthesis report of Genaveh)*, in *Integrated Coastal Zone Management of Bushehr Province*, F. Vafaei, Editor. Nanodishan Fan & Trade ,2021 Engineering & Trading Company: Tehran. p. 403.

۱٤. Gharibreza, M., *Integrated coastal zone mnagement of boushehr province (Synthesis report of Dayer)*, in *Integrated Coastal Zone Management of Bushehr Province*, F. Vafaei, Editor. 2 ,۰۲۱ Nanodishan Fan & Trade Engineering & Trading Company: Tehran. p. 403.

۱٥. Khodabakhsh, S., M. Gharibreza, and R. Asghari, *Differentiation of coastal sedimentary environments using supervised and un-supervised method (case study: The khuzestan province coasts).* Iranian Journal of Geology, 2008. **6**: p. 3-9.

۱٦. Gharibreza, M., *Sedimentary facies and origin of carbonate deposits of the reeg estuary (northern of the persian gulf).* Scientific Semiannual Journal Sedimentary Facies, 2015. **8**: p. 216-235.

۱۷. Mohammad-pour, A. and S. Tourkqashqaeinejad, *Zoning tide risk in mahshahr estuary using GIS.* Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR) 2020. **28**: p. 137-150.