

## تهیه نقشه لندفرم و جزر و مد ساحل شهرستان بوشهر با استفاده از GPS، GIS، RS در محدوده قانونمند ساحلی (CRZ)

پرویز ضیائیان فیروزآبادی<sup>۱\*</sup>، احمد رضا ولیخانی<sup>۲</sup>، عزت الله فنواتی<sup>۳</sup>

۱- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران

۳- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران

دریافت: ۸۵/۹/۴

پذیرش: ۸۸/۷/۱۲

### چکیده

منطقه مطالعه شده شهرستان بوشهر با موقعیت بندری در ساحل آب‌های گرم خلیج فارس در استان بوشهر قرار گرفته و جزء مناطق ساحلی است و در محل تلاقی دو محیط خشکی و دریا می‌باشد. چنین موقعیت ویژه‌ای موجب شکل‌گیری شکل‌ها و لندفرم‌های خاصی در منطقه، به ویژه در محدوده قانونمند ساحلی<sup>۱</sup> CRZ شده است.

در این پژوهش ابتدا به بررسی منطقه از نظر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، اقلیمی و هیدرولوژیکی پرداخته شده و در مرحله بعد به بیان ویژگی نواحی ساحلی، تعریف CRZ، طبقه‌بندی لندفرم‌های ساحلی و تعریف دقیق آنها، تهیه آمار جزر و مد اقدام شد. با استفاده از دانش سنجش از دور (RS) ابتدا عملیات پیش‌پردازش و پردازش بر روی داده‌های ماهواره‌ای اعمال و با روش تفسیر رقومی و چشمی فرم‌های غالب در منطقه شناسایی شد. همچنین با استفاده از خطوط جزر و مد و خط ساحلی استخراج شده از داده ماهواره‌ای، منطقه CRZ مشخص و پس از مقایسه نتایج به دست آمده با برداشت‌های زمینی، نقشه لندفرم در محدوده قانونمند ساحل در محیط GIS تهیه شد. این نقشه نشان داد که ساحل شهرستان بوشهر از نوع ساحل پلاژیک بوده و در شکل‌دهی آن عوامل فرسایش خشکی نقش بیشتری را نسبت به عوامل فرسایش دریا داشته‌اند و همچنین در این منطقه قوانین مربوط مناطق ساحلی در محدوده CRZ رعایت نشده است که این امر باید به جد مورد توجه قرار گیرد.

E-mail: Rsgis1000@yahoo.com

\* نویسنده مسؤل مقاله:

1. Coastal regulation zone

**کلیدواژه‌ها:** لندفرم، محدوده قانونمند ساحلی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور، سیستم موقعیت یاب جهانی.

## ۱- مقدمه

ژئومورفولوژی، یکی از زیرشاخه‌های جغرافیای طبیعی است که چگونگی ظهور و تحول ناهمواری‌های کره زمین در قلمروهای خشکی، ساحل و بستر دریا را مورد بحث و گفتگو قرار می‌دهد. بدیهی است که در تفسیر و تشریح لندفرم‌های موجود، وضعیت گذشته، حال و آینده پوسته زمین و تحولات و تغییرات آن را بر اساس نگرش سیستمی مورد توجه قرار می‌دهد و به همین نحو به جنبه‌های کاربردی آن به‌ویژه در آمایش سرزمین و مدیریت محیطی، اهمیت خاصی داده می‌شود [۱]. بخشی از ژئومورفولوژی که فرایندها و اشکال زمین در حد فاصل خشکی و ناهمواری‌های کم عمق کرانه‌ای را مورد مطالعه قرار می‌دهد، ژئومورفولوژی ساحلی عنوان می‌شود. نوار ساحلی محیط منحصر به فردی است که در آن چهار بوم هیدروسفر، اتمسفر، لیتوسفر و بیوسفر با هم ارتباط پیدا کرده و سبب شکل‌گیری چشم‌اندازهای ویژه‌ای در این ناحیه می‌شوند. این شرایط عامل اصلی توجه انسان به ساحل از نظر صنعتی، تجاری، توریستی، تفریحی و گردشگری شده به همین منظور جغرافی‌دانان، ژئومورفولوژیست‌ها و برنامه‌ریزان محیطی اهمیت ویژه‌ای برای مناطق ساحلی در نظر می‌گیرند.

در حال حاضر مطالعات برای برنامه‌ریزی روی لندفرم‌ها، چشم اندازه‌ها و کاربری اراضی در کلیه سطوح ملی، منطقه‌ای، ناحیه‌ای و محلی یکی از اهرم‌های توسعه پایدار محسوب می‌شود. با توجه به این ملاحظات لندفرم و اشکال سطح زمین و تهیه نقشه آن را می‌توان به‌عنوان زیربنای مطالعات برنامه‌ریزی سرزمین محسوب کرد.

مطالعات در زمینه لندفرم‌ها در ایران اندک و انگشت شمار است. این امر به‌ویژه در نواحی ساحلی شدیدتر می‌باشد و این در شرایطی است که در برنامه‌ریزی‌ها و اجرای پروژه‌های عمرانی نیاز به بررسی‌های محیطی از این دست، به‌خوبی احساس می‌شود. کمبود مطالعات در زمینه اشکال سطحی زمین و لندفرم‌ها در بسیاری از مناطق باعث شده است تا اجرای پروژه‌های عمرانی با موفقیت کامل صورت نگیرد. چنین کمبودی در منطقه CRZ (منطقه قانونمند ساحلی) با توجه به اینکه ناحیه مذکور منطقه تلاقی دو محیط خشکی و دریا بوده و اشکال و لندفرم‌های خاصی در این

ناحیه شکل می‌گیرد و روند شکل‌گیری و تغییر و تحول آنها تحت تأثیر محیط آبی و خشکی است، دارای حساسیت بیشتری می‌باشد. چنین ناحیه حساسی باید مورد توجه بیشتری بوده و تلاش بیشتری برای شناخت آن صورت گیرد تا بتوان با آگاهی از وضعیت نواحی ساحلی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتری از نظر صنعتی، تجاری، مسکونی، زیست‌محیطی، جهان‌گردی، توریستی و غیره انجام داد و مشکلات و مسائل محیطی موجود در منطقه ترمیم و برطرف شود و از بروز مشکلات زیست محیطی در آینده که ممکن است در نتیجه شکل‌گیری و تغییر فرم‌های جدید به وجود آیند، جلوگیری شود و یا در صورت امکان این قبیل مسائل کاهش داده شود. به همین دلیل در راستای چنین اهدافی است که پژوهشگرانی چون ک.دهارانی‌راجان در سال ۲۰۰۶، ضیائی‌ان در سال ۱۹۹۷، خسروی در سال ۱۳۸۲ و سازمان بنادر و کشتیرانی در سالهای اخیر اقدام به بررسی و شناخت نواحی ساحلی کردند تا از طریق این شناخت و آگاهی بتوان از طریق برنامه‌ریزی، طراحی و ایجاد فضاهای موازنه اکولوژیکی و نیز استفاده از تجهیزات فنی، مناطق ساحلی را تحت کنترل قرار داده و مدیریت بهینه‌ای انجام داد.

ک.دهارانی‌راجان<sup>۱</sup> در رساله دکتری خود در سال ۲۰۰۶ (با عنوان مدیریت نواحی ساحلی قسمت جنوبی جزیره آندامن با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی) به مطالعه فرم‌های موجود و عوامل مؤثر در شکل‌گیری آنها در جزیره آندامن پرداخته و نقشه لندفرم منطقه مورد مطالعه را تهیه کرده است. او در این رساله عوامل آلوده‌کننده زیست ساحلی را عنوان و راهکارهای پیش‌گیرانه آن را بیان کرده است.

سازمان بنادر و کشتیرانی ایران برای مدیریت یکپارچه‌سازی سواحل کشور (ICZM) از چند سال گذشته کار خود را آغاز کرده است. در همین راستا برای سواحل کشور اقدام به تهیه نقشه لندفرم و کاربری اراضی کرده است. همچنین این سازمان برای نوار ساحلی جنوب ایران و از جمله برای ساحل بوشهر نقشه‌های کاربری اراضی و لندفرم نیز تهیه کرده است.

ضیائی‌ان در رساله دکتری خود سال ۱۹۹۷ اقدام به آشکارسازی تغییرات نوار ساحلی شهر مدرس هندوستان طی یک دوره زمانی بیست ساله کرد.

خسروی در سال ۱۳۸۲ اقدام به آشکارسازی تغییرات ژئومورفولوژیکی محیط‌های ساحلی شمال غرب خلیج فارس (هندیجان) با استفاده از روش منطق فازی و تکنیک‌های RS

1. K. Dehranirajan

و GIS کرد.

با بررسی و مطالعه پژوهش‌های صورت گرفته در مناطق ساحلی به نظر می‌رسد رسیدن به نوعی تفکر یکپارچه در مدیریت نواحی ساحلی هدف بیشتر این مطالعات بوده است و در حال حاضر نیز مطالعات مختلفی در راستای چنین هدفی از طرف نهاد ها و سازمان‌های مختلف در حال انجام می باشد.

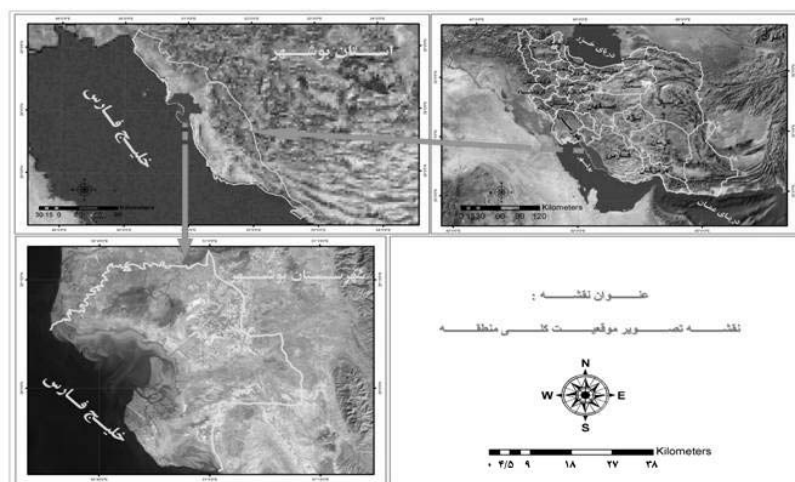
ما نیز در این پژوهش برآن شدیم تا با توجه به در نظر گرفتن عوامل شکل‌زایی لندفرم‌ها نقشه لندفورم منطقه مطالعه شده، تهیه شود.

هدف کلی ما نیز در این پژوهش دست پیدا کردن به نوعی تفکر یکپارچه در مدیریت نواحی ساحلی (ICZM)<sup>۱</sup>، برای برنامه‌ریزی سامان‌مند می‌باشد. این شرایط در نوار ساحلی جنوبی ایران با توجه به موقعیت استراتژیکی و مکان‌گزینی از نظر صنعت نفت و گاز و پتروشیمی اهمیت فوق‌العاده ای را دارا می‌باشد. بنابراین هرگونه برنامه‌ریزی در این ناحیه نیازمند آگاهی کامل و همه جانبه از محیط ساحلی می‌باشد، از نظر ژئومورفولوژی، آگاهی از فرم‌هایی که در این ناحیه وجود دارند و همچنین عوامل مؤثر در شکل‌گیری و تغییردهنده آنها به‌خصوص در محدوده قانون‌مند ساحلی (CRZ) می‌تواند پایه و اساس برنامه‌ریزی‌های محیطی باشد. در همین راستا با توجه به موقعیت بندری شهرستان بوشهر و اهمیت ویژه این شهرستان از نظر صنعتی، تجاری و استراتژیکی شناسایی فرم‌های ساحلی موجود در آن لازم و ضروری می‌باشد. برای دست‌پیدا کردن به چنین هدفی سعی شده است از تکنیک‌های نوین RS<sup>۲</sup>، GIS<sup>۳</sup> و GPS<sup>۴</sup> استفاده شود.

## ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مطالعه شده از طرف شمال به کوه‌های زاگرس و از سمت جنوب به خلیج فارس و در مغرب به رود حله و در مشرق به شهرستان تنگستان منتهی می شود. محدوده مطالعه شده در استان بوشهر قرار دارد.

1. CZM: Integrated Coastal Zone Management
2. Remote Sensing
3. Geographical Information System
4. Global Position System



شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعه شده

این منطقه در ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت منطقه مطالعه شده (که در سواحل شمالی خلیج فارس واقع شده) حدود ۱۴۷۰۰۹/۶ هکتار محاسبه شده است. این منطقه که از رسوبات کواترنری و عصر حاضر پوشیده شده است، شیب ملایم با تغییر تدریجی به سمت دریا دارد. کمترین شیب منطقه حدود ۰ درجه بیشتر اراضی ساحلی و دشت‌های هموار را پوشش داده و بیشترین شیب منطقه حدود ۲۵ درجه است که اراضی ناهموار را شامل می‌شود. از نظر ارتفاعی منطقه مطالعه شده چندان مرتفع نبوده و بیشتر آن را نواحی پست و هموار شکل داده است؛ به طوری که بیشترین مساحت منطقه مطالعه شده را طبقات ارتفاعی ۰ تا ۵ متر به خود اختصاص داده است. بلندترین نقطه منطقه ارتفاعی در حدود ۱۴۰ متر و پست‌ترین منطقه ارتفاعی در حدود ۰ متر دارد. شبکه زهکشی که در این منطقه وجود دارد، بیشتر از نوع فصلی بوده و دارای تراکم زهکشی کمی بوده و رودهای دائمی که وجود دارد از نواحی کوهستانی خارج از محدوده مطالعاتی سرچشمه گرفته‌اند که مهمترین رودخانه دائمی جاری در منطقه رود حله می‌باشد.

### ۳- تعریف CRZ<sup>۱</sup>

به خاطر حفظ نواحی ساحلی و به دلیل رواج بی‌رویه فعالیت‌های ساخت و ساز در طول نواحی ساحلی وزارت محیط و جنگل‌های کشورهند براساس پیشنهادات و ایراداتی که در نواحی ساحلی از طرف استان‌ها و ایالت شده بود در فوریه ۱۹۹۱ بیانیه‌ای با عنوان CRZ یا منطقه قانون‌مند ساحلی را منتشر کرد.

در این بیانیه، CRZ اراضی ۵۰۰ متری از بالاترین خط مد<sup>۲</sup> به طرف خشکی و اراضی بین پایین‌ترین خط جزر<sup>۳</sup> تا بالاترین خط مد<sup>۴</sup> را شامل می‌شد [۲]. در محدوده CRZ اراضی که وجود دارند، عبارت‌اند از خلیج‌ها، سواحل شنی، خلیج دهانه‌ای رودها، خورها، مانداب‌ها، رودها که تحت تأثیر نوسانات جریان‌های جزر و مدی می‌باشند. این بیانیه یا اظهاریه به منظور مدیریت و تنظیم فعالیت‌ها در منطقه ساحلی مدون شد که براساس آن برخی فعالیت‌ها در نواحی ساحلی منع شد و شکل‌گیری برخی فعالیت‌ها مجاز شناخته شد.

برخی اقدامات که در نواحی ساحلی منع شد می‌توان به ایجاد صنایع جدید و یا توسعه صنایع موجود و کارخانجات و هرگونه فعالیت در زمینه خرید و فروش و انبارکردن به‌ویژه خرید و فروش و انبارکردن مواد خطرناک (به جز تولیدات نفتی در نواحی بندری)، احداث واحدهای پرورش ماهی، دفع فاضلاب‌ها و مواد زاید، عملیات معدنی و استخراج مواد معدنی چون ماسه و سنگ و کانی‌ها و مواد کمیاب اشاره کرد. از جمله فعالیت‌هایی که در نواحی ساحلی مجاز شناخته شد، می‌توان به احداث موج‌شکن، اسکله، ساخت و سازهای مربوط به بنادر و لنگرگاه و هتل اشاره کرد [۳].

### ۴- لندفرم چیست؟

لندفرم به کلیه شکل‌ها و فرم‌های هم‌جنسی گفته می‌شود که به طور ژنیتیکی و منحصر به فرد تحت تأثیر فرایندهای تراکمی و یا فرسایشی عوامل جغرافیایی ایجاد می‌شوند [۳]. به کلیه شکل‌ها سطحی زمین که بر اثر دخالت ساختمان‌ناهمواریها، عوامل اقلیمی، عوامل انسانی، گیاهی و جانوری در رژیم‌های گوناگون به وجود می‌آیند گفته می‌شود.

1. Coastal Regulation Zone
2. Hight tide line
3. Low tide line
4. Hight tide line

جدول ۱ طبقه‌بندی لندفرمهای ساحلی [۲]

طبقه بندی لندفرمهای ساحلی	
۱- خلیج دهانه‌ای <sup>۱</sup>	اراضی مرطوب ساحلی (Wetland)
۲- خور <sup>۲</sup>	
۳- کولاب <sup>۳</sup>	
۴- خلیج کوچک <sup>۴</sup>	
۵- سطوح گلی <sup>۵</sup>	
۶- دلتا <sup>۶</sup>	
۷- سواحل شنی <sup>۷</sup>	
۸- کرانه های سنگی <sup>۸</sup>	
۹- پرتگاه سنگی (فالز) <sup>۹</sup>	
۱۰- تپه های ماسه‌ای <sup>۱۰</sup>	
۱۱- رودها <sup>۱۱</sup>	
۱- سکونتگاه‌ها <sup>۱۲</sup>	۲- لندفرمهای مصنوعی (Built up land)
۲- سیستم‌های حمل و نقل <sup>۱۳</sup>	
۳- لنگرگاه - بندر <sup>۱۴</sup>	
۴- برکه‌های پرورش ماهی <sup>۱۵</sup>	
۵- دیوار ساحلی	
۱- دشت‌های سیلابی <sup>۱۶</sup>	۳- سایر اراضی
۲- اراضی تراکمی	
۳- بدلنها	

1. Estuary
2. Creek
3. Lagoon
4. Bay
5. Mudflat
6. Deltaic
7. Beach
8. Shored rocky
9. Cliffs rocky
10. Sand dunes
11. Rivers
12. Habitation
13. Transportation systems
14. Harbour
15. Aquaculture Ponds
16. Flood plain

## ۵- مواد و روشها

الگوی کلی روش تحقیق این پژوهش ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای، آزمایشگاهی و میدانی می‌باشد و برای نیل به هدف از داده‌های ذیل استفاده شده است:

- ۱- نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور؛
- ۲- نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استان بوشهر شرکت ملی نفت ایران؛
- ۳- نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استان بوشهر از مؤسسه تحقیقات آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی؛
- ۴- داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای (IRS (PAN, LISSIII) تاریخ ۲۰ جوئن سال ۲۰۰۵ از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ارتش و تصویر ماهواره‌ای ASTER تاریخ ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۳ از سازمان بنادر و کشتیرانی کشور؛
- ۵- داده‌های رقومی ارتفاعی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور؛
- ۶- آمار جزر و مد ساحل بوشهر از سازمان بنادر و کشتیرانی کشور و سازمان نقشه‌برداری کشور؛
- ۷- مطالعات میدانی و عملیات صحرائی به صورت تهیه نقاط کنترل زمینی به وسیله GPS و تهیه عکس از لندفرم‌های موجود در منطقه.

### ۵-۱- تعیین کلاس لندفرم‌های موجود در منطقه

برای شناسایی و تهیه نقشه لندفرم، در مرحله اول اقدام به طبقه‌بندی و کلاس‌بندی فرم‌های موجود در منطقه مطالعاتی شده و در مرحله بعدی با تعریف تک تک لندفرم‌ها، ویژگی هر فرم نیز بیان شد تا با توجه به وضعیت توپوگرافی، خصوصیات اقلیمی، وضعیت کشاورزی، کاربری‌ها و نوع استفاده‌هایی که از زمین در مناطق مختلف می‌شود و همچنین با توجه به دیگر عوامل مؤثر در شکل‌دهی رسوبات و پدیده‌های سطح زمین، بتوان اقدام به تعبیر و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای کرد.

### ۵-۲- استخراج لندفرم‌ها از داده‌های ماهواره‌ای (رقومی)

برای تهیه نقشه لندفرم سواحل بوشهر از داده‌های ماهواره‌ای (IRS (PAN, LISSIII) سال



۲۰۰۵ با قدرت تفکیک ۲۳/۵ متر تصویر LISSIII و ۵/۵ متر تصویر PAN که تصویر تک‌باندی است استفاده شده است.

### ۳-۵- روشهای استخراج کلاسه‌های لندفرم مشخص‌شده از روی داده‌های ماهواره‌ای عبارتند از:

۱- به روش تفسیر چشمی

۲- روش رقومی و نقطه برداری زمینی

#### ۳-۵-۱- روش تفسیر چشمی

در روش تعبیر و تفسیر چشمی تصاویر برای شناسایی و استخراج لندفرمها دانش و تجربه کارشناس در تفسیر این داده‌ها و توانایی وی در شناخت عوارض و همچنین توانایی او در استفاده از فن سنجش از دور و داده‌های ماهواره‌ای و مقدار وضوح تصویر داده‌های ماهواره‌ای بسیار مهم می‌باشد. به این ترتیب مفسر در این مرحله با استفاده از اصول تفسیر که عبارت‌اند از:

۱- تن غالب یا رنگ؛

۲- بافت تصویر شامل زبری و درشتی؛

۳- الگو شامل زهکشی، سکونتگاه و شبکه‌ها اقدام به استخراج و رقومی‌کردن لندفرم‌های بارز کرده و آنها را به صورت نقشه ذخیره می‌کند [۴].

محقق در مرحله نخست برای استخراج فرم‌های بارز به روش تفسیر چشمی با به‌کار بردن دانش و تجارب خود و همچنین فن سنجش از دور، در مرحله نخست برای بالا بردن قدرت دید و تشخیص بهتر عوارض در روی داده‌های ماهواره‌ای اقدام به فیوژن<sup>۱</sup> و یا ترکیب تصویر سیاه و سفید PAN و تصویررنگی LISSIII کرد که باعث بالارفتن کیفیت تصویر رنگی LISSIII و همچنین تشخیص و تفکیک بهتر عوارض بر روی تصویر شد. و در مرحله دوم با استفاده از کلیدهای تفسیر از قبیل تن و رنگ، بافت تصویر و الگو و شکل عوارض اقدام به شناسایی فرم‌های شاخص در تصویر نموده و نقشه فرم‌های شناسایی شده تهیه گردید. در مرحله نخست برای استخراج فرم‌های بارز به روش تفسیر چشمی محقق با بکار بردن

1. Fusion

دانش و تجارب خود و همچنین فن سنجش از دور، در مرحله نخست برای بالا بردن قدرت دید و تشخیص بهتر عوارض در روی داده های ماهواره‌ای اقدام به فیوژن (Fusion) و یا ترکیب تصویر سیاه و سفید PAN و تصویررنگی LISSIII نموده که باعث بالارفتن کیفیت تصویر رنگی LISSIII و همچنین تشخیص و تفکیک بهتر عوارض روی تصویر شد. و در مرحله دوم نیز با استفاده از کلیدهای تفسیر از قبیل تن و رنگ، بافت تصویر و الگو و شکل عوارض اقدام به شناسایی فرم‌های شاخص در تصویر نموده و نقشه فرم‌های شناسایی شده تهیه شد.

#### ۵-۳-۲- روش رقومی و نقطه برداری زمینی

روش طبقه‌بندی رقومی داده‌های ماهواره‌ای برپایه اختلاف‌های طیفی پدیده‌های گوناگون بر روی باندهای مختلف استوار است و بازتاب‌های ثبت‌شده در هر پیکسل را به طور مستقل از دیگر پیکسل‌ها در نظر می‌گیرد. این روش تجزیه و تحلیل در شرایطی که بازتاب طیفی پدیده‌ها کاملاً از هم متمایز باشند، نتایج رضایت بخش‌تری خواهد داد [۵]. در این روش پیکسل‌های مختلف یک تصویر که پدیده‌های سطح زمین را نمایش می‌دهند براساس تشابه و نزدیکی خصوصیات طیفی شان طبقه بندی می‌گردند که در نهایت هر طبقه معرف یک پدیده بر روی تصویر خواهد بود [۴].

#### ۵-۳-۱- طبقه بندی به روش نظارت شده

در این پژوهش برای تهیه نقشه لندفرم علاوه بر روش تفسیر چشمی از روش رقومی نظارت شده نیز استفاده شد. در روش نظارت شده یکی از فاکتورهای مهمی که باید به آن توجه شود، تعیین پیکسل‌های نمونه برای طبقه‌بندی می‌باشد تا با توجه به پیکسل‌های منتخب و نمونه در تصویر پیکسل‌هایی که بازتاب طیفی مشابه با نمونه انتخاب شده دارند، از بقیه ارزش‌ها جدا شده و در یک طبقه قرار گیرند. به همین منظور برای تهیه نقاط نمونه اقدام به بازدید میدانی و برداشت زمینی از فرم‌های موجود با استفاده از GPS صورت گرفت. به این صورت که در قدم نخست بعد از کلاس‌بندی و تعریف و شناخت دقیق فرم‌های موجود در منطقه، بازدید میدانی و برداشت زمینی بوسیله GPS صورت گرفت. در بازدیدی که از فرم‌های مختلف صورت گرفت، همزمان با تهیه نقاط برداشت زمینی، تهیه عکس نیز از فرم‌های مختلف برای معرفی بهتر فرم‌های موجود در

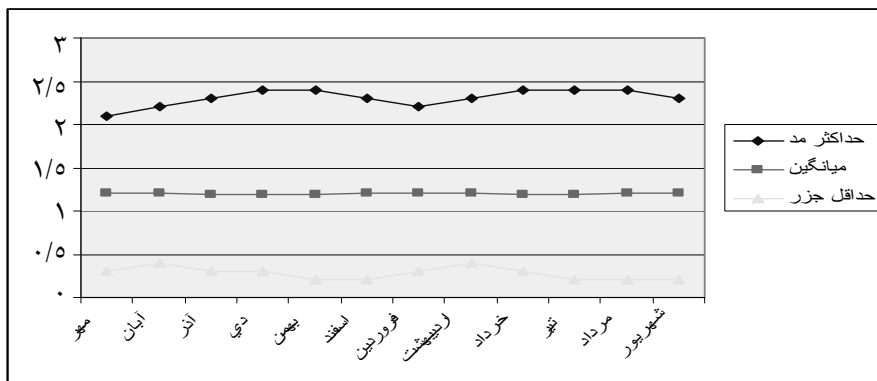
منطقه انجام شد بعد از انجام بازدید منطقه‌ای و برداشت نقاط GPS در نهایت با اعمال روش طبقه‌بندی نظارت شده در نرم افزار PCI Geomatica لندفرم‌های مورد نظر مشخص شد.

### ۶- تهیه نمودار جزر و مد بوشهر

برای تهیه نمودار جزر و مد ساحل بوشهر از داده‌های آماری ایستگاه بوشهر که به‌وسیله سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شده بود، استفاده شد. در این مرحله برای تهیه نمودار مربوط به آن از آمار جزر و مد سال ۱۳۸۴ که برای ۱۲ ماه تهیه شده بود، استفاده شد. برای تهیه این نمودار ابتدا آمار تهیه شده از سازمان نقشه‌برداری در جدول‌های آماری به‌وسیله نرم افزار اکسل وارد گردیده و نوسان جزر و مد کلیه ماه‌ها با هم مورد مقایسه قرار گرفت و آمار بالاترین مدها، پایین‌ترین جزرها و میانگین نوسان سطح آب برای هر ماه محاسبه شد. بعد از انجام این محاسبات جدول و نمودار ماهانه پارامترهای فوق ترسیم گردید. در نمودار تهیه‌شده برای ماه‌های مختلف سال بالاترین مد رخ داده در منطقه حدود ۲/۴ متر و پایین‌ترین جزر رخ داده حدود ۰/۲ متر بوده است. میانگین نوسانات سطح آب در سال مطالعه شده حدود ۱/۱۹ متر برآورد شده است (جدول ۲).

جدول ۲ پارامترهای آمار ماهانه جزر و مد ایستگاه بوشهر سال ۱۳۸۴

	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
حداکثر مد	۲/۱	۲/۲	۲/۳	۲/۴	۲/۴	۲/۳	۲/۲	۲/۳	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۳	۲/۴
میانگین	۱/۲	۱/۲	۱/۱۹	۱/۱۹	۱/۱۹	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۱۹	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
حداقل جزر	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲



شکل ۲ نمودار پارامترهای آمار ماهانه جزر و مد ایستگاه بوشهر سال ۱۳۸۴

## ۷- تهیه خطوط جزر و مد از روی تصویر ماهواره‌ای

برای تهیه بالاترین خط مد و پایین‌ترین خط جزر از تصویر ماهواره‌ای LISSIII استفاده شده است. برای تهیه پایین‌ترین خط جزر لازم بود که مرز خشکی از مرز دریایی مشخص شود. به همین منظور برای تعیین این مرز از رابطه زیر استفاده شد:

$$\frac{NIR}{GREEN} \text{ LWL} = \frac{BAND3}{BAND1}$$

برای به دست آوردن LWL از سه بخش، مدلینگ (Easi Modelling)، Filter و Line Algorithm نرم افزار PciGeomatica استفاده شده است که در سه مرحله اعمال شد:

### مرحله اول :

در این مرحله ابتدا از Easi Modelling استفاده شده است. Easi Modelling پنجره‌ای است که می‌توان انواع مدل‌های ریاضی و آماری را بر روی داده ماهواره‌ای اعمال کرد و نتایج را به صورت فایل سلولی<sup>۱</sup> ذخیره نمود. در این بخش برای به دست آوردن LWL ابتدا

1. Low water line
2. Raster

رابطه Nir/Green در بخش مدلینگ به صورت زیر اعمال شود:

$$۲ / \% ۱ = \%۳\%$$

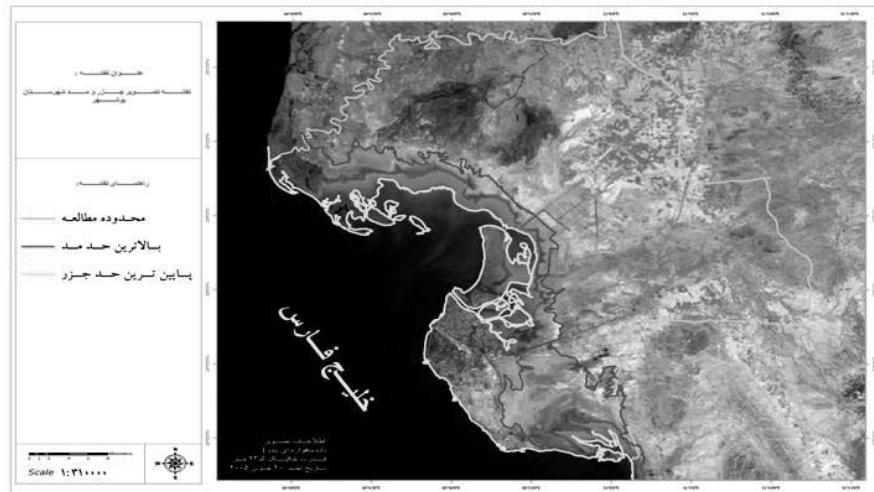
در این عبارت ۱٪ بیان کننده باند Nir و ۲٪ بیان کننده باند Green تصویر LissIII می باشد و ۳٪ جواب عبارت بوده که به صورت یک فایل رستری با فرمت Pix ذخیره شد.

#### مرحله دوم:

به دلیل اینکه خط ساحلی یک عارضه خطی است، برای استخراج آن از روی داده ماهواره‌ای باید از الگوریتم فیلتر استفاده می‌شد. بنابراین بهترین نوع فیلتر برای استخراج خط ساحلی فیلتر بالا گذر لبه<sup>۱</sup> بود که بر روی تصویر به دست آمده در مرحله قبل اعمال شد. نتیجه اعمال فیلتر لبه، داده سلولی رستر باینری بود که عوارض خطی در آن مشخص شد.

#### مرحله سوم:

در نهایت برای استخراج خط ساحلی به صورت یک فایل وکتوری از الگوریتم Linear Extracted استفاده شد. به این صورت که الگوریتم مورد نظر بر داده سلولی رستری به دست آمده در مرحله دوم اعمال شد و LWL (خط ساحلی) تهیه گردید. برای تهیه بالاترین خط مد از روش تفسیر چشمی استفاده شد. به این صورت که ابتدا اراضی گلی که تحت جریان‌های جزر و مدی به وجود آمده بودند، از روی تصویر ماهواره‌ای استخراج شد. در مرحله نهایی مرز انتهای این اراضی به سمت خشکی به عنوان بالاترین خط مد در نظر گرفته و خط مد به این روش تهیه شد. هدف از تهیه خطوط جزر و مد مشخص کردن محدود CRZ یا منطقه قانون مند ساحلی بوده است.



شکل ۳ خطوط بالاترین حد مد و پایین‌ترین حد جزر

## ۸- تعیین حریم CRZ

با توجه به تعریفی که از CRZ در بخش مربوطه ارائه شد، CRZ یا منطقه تنظیم ساحلی بیانیه‌ای بود که اراضی مابین خط جزر و تا اراضی ۵۰۰ متری از بالاترین خط مد<sup>۱</sup> به طرف خشکی را شامل می‌شد که به منظور مدیریت و تنظیم فعالیت‌ها در منطقه ساحلی مدون شد که براساس آن برخی فعالیتها در نواحی ساحلی منع شد و شکل‌گیری برخی فعالیتها مجاز شناخته شد.

با مطالعاتی که صورت گرفت، مشخص شد که در ایران حریمی با عنوان محدوده CRZ برای نواحی ساحلی تهیه نشده است و همچنین قانونی که بیان‌کننده فاصله دقیق برای تعیین محدوده CRZ باشد، وجود ندارد. به همین دلیل حریم ۵۰۰ متری از بالاترین حد مد که در کشور هند برای تعیین محدوده CRZ استفاده شده ما نیز این فاصله را برای تعیین محدوده قانون‌مند ساحلی (CRZ) در منطقه مورد مطالعه استفاده کرده ایم.

برای تعیین محدوده CRZ منطقه ابتدا منحنی پایین‌ترین حد جزر و بالاترین حد مد منطقه از روی داده ماهواره‌ای LISSIII منطقه تهیه شد. بعد از تهیه این منحنی‌ها لازم بود تا حریم ۵۰۰ متری از خط بالاترین حد مد نیز مشخص شود. حریم ۵۰۰ متر از بالاترین حد مد در

1. Hight tide line

نرم افزار ArcGIS با استفاده از الگوریتم بافر<sup>۱</sup> تهیه گردید در نهایت مرز بین پایین ترین خط جزر و خط حریم ۵۰۰ متری از منحنی بالاترین حد مد به عنوان منطقه CRZ مشخص شد.



شکل ۴ منطقه قانون مند ساحلی (CRZ) بوشهر

## ۹- یافته های تحقیق

یافته های تحقیق مورد نظر لندفرم هایی است که به دو روش تفسیر چشمی و رقومی داده های ماهواره ای LissIII حاصل شده است که این یافته در دو بخش زیر تشریح خواهد شد:

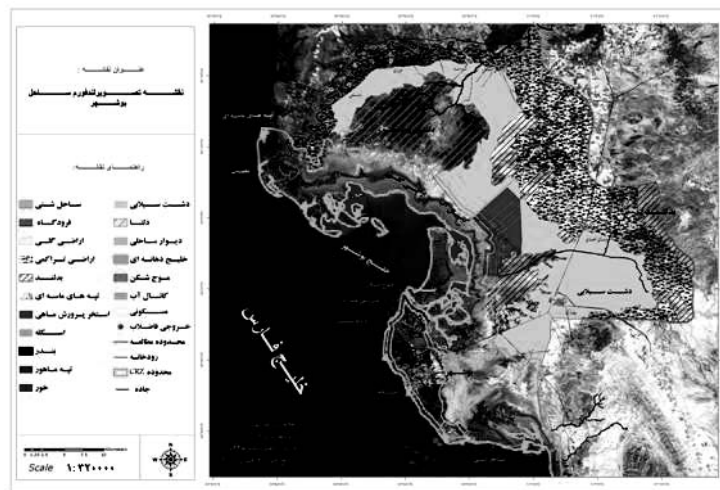
### ۱- لندفرم های طبیعی

#### الف- خلیج دهانه ای رودخانه حله<sup>۲</sup>

بنابه تعریف، خلیج دهانه ای به محل اتصال یک رودخانه به دریای دارای جزر و مد اطلاق می شود و محل خلیج دهانه ای بر پایه گرادیان شوری در محل تماس دو محیط آبی (رودخانه

1. Buffer  
2. Estuary

و دریا) تعیین می‌شود [۳]. خلیج دهانه ای رودخانه حله جزء عوارض مورفولوژیکی است که در منطقه مطالعه شده با روش تفسیر چشمی شناسایی شده است.



شکل ۵ لندفرم های منطقه مطالعه شده

#### ب- خورها<sup>۱</sup>

خورها به شبکه‌های پیچیده‌ای از شاخه‌ها و راهروهای باریک آبی دخول کننده به نواحی تحت تأثیر جزر و مد در سواحل اطلاق می‌شود که معمولاً بر اثر جزر و مد ایجاد شده‌اند [۳] این عوارض در روی تصاویر ماهواره‌ای دارای رنگ آبی، شکل پرپیچ و خم<sup>۲</sup> و بافت همواری می‌باشند [۳]. از مهم ترین خوری که در محدوده مطالعه وجود دارد می‌توان به خور بندر بوشهر اشاره کرد. این خور بین ساحل شهر بوشهر و جزیره شیف قرار گرفته است و نقش مهمی در هدایت کشتی‌ها و قایقهای باری و مسافری به بندر بوشهر دارد.

1. Creeks  
2. Meandering





شکل ۶ نمایی از خور در ساحل بوشهر

#### ج- سواحل شنی<sup>۱</sup>

این عارضه از انتقال رسوبات شن و ماسه به وسیله امواج و حمل و رسوبگذاری این رسوبات به وسیله باد در خط ساحل شکل گرفته اند [۶]. و از جمله فورم‌های قابل توجهی است که در ساحل بوشهر و به طور عمده در بخش شرقی شهرستان (در شرق نیروگاه اتمی) ایجاد شده است.

#### د- دلتا<sup>۲</sup>

از جمله عوارضی است که در محل اتصال سیستم‌های دریایی و رودخانه‌ای به یکدیگر شکل گرفته و رسوبات فراوانی در این منطقه به شکل مثلثی شکل متراکم می‌شوند. دلتای رودخانه حله از جمله اشکال بارز ژئومورفولوژیکی است در منطقه مورد مطالعه، در جایی که رود حله به اراضی پست ساحلی می‌رسد به وجود آمده است.

#### ه- سطوح گلی<sup>۳</sup>

این عارضه جزء زمین‌های کاملاً همواری است که از تراکم رسوبات ریزدانه کمتر از ۱/ میلیمتر رسی، سیلتی و لای و مواد عالی تحت تأثیر مستقیم فرایند جزر و مد به وجود آمده‌اند. از نظر وسعت اراضی گلی با داشتن ۲۳/۷۳ درصد از مساحت کل منطقه بالاترین درصد را بین سایر لندفورم‌ها دارند و در تصاویر ماهواره‌ای دارای تن خاکستری رنگ و شکل نامنظم و بافت همواری باشند [۷].

1. Beach
2. Deltaic area
3. Mudflat



شکل ۷. نمایی از اراضی گلی ساحل بوشهر

#### و- دشت‌های سیلابی<sup>۱</sup>

دشتهای سیلابی عبارت‌اند از سطوحی آبرفتی با شیب ملایم (شیب کمتر از ۳ درصد) به طرف مرکز چاله و یا اراضی ساحلی است که با آبراهها و جریانات سیلابی در نواحی بیابانی و گرم و خشک پوشیده شده‌اند و غالباً تحت تأثیر فرایندهای فرسایشی جریانات سطحی و سیلابی منطقه می‌باشند.

#### ز- اراضی تراکمی

در دامنه کوهستان‌های مسلط به دشتها، رسوبات تخریبی به‌وسیله آبراهه‌های پراکنده و هرزآبها به‌ویژه هنگامی که به صورت سفره‌های سطحی جریان داشته باشند، به سمت دشت‌ها کشانده شده و بر سطح آنها متراکم می‌شوند. چون همیشه از پای‌کوه به سمت داخل دشت شیب ملایمی وجود دارد، بنابراین پدیده خزش نیز در این جابه‌جایی شرکت می‌کند. به‌این ترتیب در طول زمان، اراضی تراکمی حاصل از جریانات سیلابی، بادی و خزش بر روی دشتهای سیلابی شکل‌گرفته‌اند که شامل رسوب‌گذاری آبرفتی رودخانه‌ای در دره‌ها، رسوبات پیاکوهی چون مخروطه افکنه‌ها و رسوبات متراکم بادی را شامل می‌شوند [۸].

#### ح- اراضی بدلندی<sup>۲</sup>

اراضی بدلندی یا هزار دره موجود در منطقه پس از بین رفتن پوشش سنگ آهک و رخنمون شدن طبقات مارنی در سطح پدید آمده‌اند. اراضی بدلندی با توجه به بررسی منطقه در سه

1. Flood Plain  
2. Bad Land

ناحیه از محدوده مطالعه شده شناسایی شده است. ناحیه اول در قسمت شمال شرقی محدوده در نزدیکی روستاهای چاه کوتاه و کنار آبادی در روی نهشته‌های پلیوسن (Pib) که به طور عمده از کنگلومرای ماسیف و کنگلومرای ماسه‌ای است، قرار دارد شکل‌های (۴-۸). ناحیه دوم و سوم بیشتر در سمت شرق دلتای حله و همچنین در شرق استخرهای پرورش میگو قرار گرفته‌اند. از نظر پوشش گیاهی بیشتر این اراضی یا زمین‌های بایر بوده و یا دارای پوشش گیاهی مرتعی می‌باشند.



شکل ۸. نمایی از اراضی بدلدنی بوشهر

ط- دره های آبراه‌ای:

در منطقه مطالعه شده شبکه آبراهه دائمی و فصلی عمده‌ای وجود دارند که باعث شکل‌گیری عوارض دره‌ای شده‌اند. از جمله دره‌های عمده در منطقه دره، رودخانه حله است که از به هم پیوستن رودهای دالکی و شاهپور شکل گرفته است.

۲- عوارض انسان ساز:

الف- تأسیسات بندری (اسکله، موج شکن، دیوار ساحلی و لنگرگاه)

ب- استخر پرورش ماهی و کانال‌های انتقال آب<sup>۱</sup>

ج- سیستم حمل و نقل<sup>۲</sup> (جاده، باند فرودگاه)

د- مراکز مسکونی<sup>۳</sup>

1. Aquaculture ponds
2. Transportation systems
3. Habitation

## ۱۰- نتیجه‌گیری

در حال حاضر مطالعات برای برنامه‌ریزی روی لندفرم‌ها، چشم‌اندازها و کاربری اراضی در کلیه سطوح ملی، منطقه‌ای، ناحیه‌ای و محلی یکی از اهرم‌های توسعه پایدار محسوب می‌شود. با توجه به این ملاحظات لندفرم و اشکال سطح زمین و تهیه نقشه آن را می‌توان به‌عنوان زیربنای مطالعات برنامه‌ریزی سرزمین محسوب کرد.

مطالعات در زمینه لندفرمها در ایران اندک و انگشت شمار است. این امر بویژه در نواحی ساحلی شدیدتر می‌باشد و این در شرایطی است که در برنامه‌ریزی‌ها و اجرای پروژه‌های عمرانی نیاز به بررسی‌های محیطی از این دست، به خوبی احساس می‌شود. کمبود مطالعات در زمینه اشکال سطحی زمین و لندفرمها در بسیاری از مناطق باعث شده، اجرای پروژه‌های عمرانی با موفقیت کامل صورت نگیرد. چنین کمبودی در منطقه قانونمند ساحلی با توجه به اینکه ناحیه مذکور منطقه تالاقی دو محیط خشکی و دریا بوده و اشکال و لندفرم‌های خاصی در این ناحیه شکل می‌گیرد و روند شکل‌گیری و تغییر و تحول آنها تحت تأثیر محیط آبی و خشکی است دارای حساسیت بیشتری می‌باشد. چنین ناحیه حساسی باید مورد توجه بیشتری بوده و تلاش بیشتری برای شناخت آن صورت گیرد تا بتوان با آگاهی از وضعیت نواحی ساحلی، برنامه‌ریزی و مدیریت بهتری از نظر صنعتی، تجاری، مسکونی، زیست محیطی، جهانگردی، توریستی و غیره انجام داد و مشکلات و مسائل محیطی موجود در منطقه ترمیم و برطرف شود و از بروز مشکلات زیست محیطی در آینده که ممکن است در نتیجه شکل‌گیری و تغییر فرم‌های جدید بوجود آیند، جلوگیری شود و یا در صورت امکان این قبیل مسائل کاهش داده شود تا بتوان از طریق برنامه‌ریزی، طراحی و ایجاد فضاهای موازنه اکولوژیکی و نیز استفاده از تجهیزات فنی، این منطقه را تحت کنترل درآورد.

منطقه CRZ طبق تعریفی که در اینجا ارائه شد، بیانیه و اخطاریه‌ای است که به منظور مدیریت و تنظیم فعالیت‌های متنوع در منطقه ساحلی مدون شده است. بر اساس آن برخی فعالیت‌ها در نواحی ساحلی منع شده و شکل‌گیری برخی فعالیتها مجاز شناخته شده است. برخی از اقداماتی که انجام آنها در نواحی ساحلی منع شده است می‌توان به ایجاد صنایع جدید و یا توسعه صنایع موجود، کارخانجات و هرگونه فعالیت در زمینه خرید و فروش و انبارکردن به‌ویژه خرید و فروش و انبارکردن مواد خطرناک (به جز تولیدات نفتی در نواحی

بندری)، احداث واحدهای پرورش ماهی، دفع فاضلابها و مواد زاید، عملیات معدنی و استخراج مواد معدنی چون ماسه و سنگ و کانیها و مواد کمیاب اشاره کرد. از جمله فعالیت‌هایی که در نواحی ساحلی مجاز شناخته شده می‌توان به احداث موج شکن، اسکله، ساخت و سازهای مربوط به بنادر و لنگرگاه و هتل اشاره کرد [۳]. بنابراین با توجه به مطالعات صورت گرفته در منطقه، مشخص گردید که بیانیه CRZ به دلیل احداث تأسیسات راکتور اتمی بوشهر، باند فرودگاه و احداث استخر پرورش ماهی، دفع فاضلاب شهری به اراضی ساحلی رعایت نشده است. همچنین از طرفی دیگر به دلیل هدایت فاضلاب‌های این شهر به داخل آبهای ساحلی در محدوده شهر بخش قابل توجهی از ساحل دچار آلودگی زیستی شده که این امر تأثیر به‌سزایی هم از نظر توریستی و هم از نظر زیست جانوری در منطقه گذاشته است. از طرفی دیگر ساحل بوشهر دارای سواحل شنی بسیار زیبایی است که به دلیل استفاده نادرست ساکنان محل و همچنین نظارت نداشتن شهرداری، این قسمت با زباله‌های شهری پر شده است که با رعایت حفظ محیط زیست و پاکسازی ساحل می‌توان برای جذب توریسم اقدام کرد. بنابراین به دلیل نبود وجود چنین قوانینی در نواحی ساحلی ایران، لزوم تدوین قوانین حریم امنیت ساحلی برای کشور لازم و ضروری به نظر می‌رسد تا بتوان با تکیه بر این قوانین قدم‌های مهمی در جهت حفظ چشم انداز ساحلی جهت جذب توریسم داخلی و خارجی، سلامت محیط زیست ساحلی، تأمین امنیت سرمایه‌گذاری تجاری و صنعتی، جلوگیری از پیامدهای فرسایش خط ساحلی و امنیت مسکونی برداشت.

## ۱۱- منابع

- [۸] زمردیان م.ج؛ ژئومورفولوژی ایران، فرایندهای ساختمانی و دینامیک‌های درونی، ج ۱، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، ۱۳۸۳.
- [2] Ramachandran S.; "June marine remote sensing Applications"; INDI, 2000.
- [3] Swaminathan, M.S.; "Report of the committee to review the coastal regulation zone notification 1991"; ministry of Environment and Foreste NEW DELHI, 2005.

[۴] درویش صفت، ع، ا و دیگران؛ ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)؛ انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۳.

[۵] علوی‌پناه، س. ک؛ کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۲.

[۶] دانه‌کار ا؛ مناطق حساس دریایی ایران؛ فصلنامه علمی محیط زیست، ۱۳۷۷، ۲۴.

[7] Dharanirajan.K, coastal zone management of southern part of south Andaman Island using remote sensing and gis, INDI, 2006.

[۸] پوروخشوری س.ز؛ راهکارهای توسعه معقول زیست محیطی در توریسم ساحلی؛ ترجمه، تهران، ۱۳۷۸.