

پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نوار ساحلی استان سیستان و بلوچستان براساس کانون‌های تهدیدکننده

لیدا داور^{۱*}، منا عزیزی جلیلیان^۲، رضا رفیعی^۳، افشین دانه‌کار^۴

۱. دانشجوی دکتری محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲. دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشگاه ملایر

۳. دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشگاه کوئینزلند استرالیا

۴. دانشیار گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۷/۱۰)

چکیده

موقعیت اکوتونی سواحل اگرچه موجب می‌شود این مناطق از تنوع و غنای بیولوژیک هر دو سیستم دریایی و زمینی بهره‌مند شوند، درعین حال در معرض تهدید آلودگی‌ها و عوامل مخرب هر دو سیستم نیز قرار می‌گیرند. از این‌رو، مناطق ساحلی از جمله آسیب‌پذیرترین بخش‌های اقیانوسی به شمار می‌روند. افزایش و رشد جمعیت، شهرنشینی، صنعتی شدن و گردشگری مهم‌ترین عوامل در افزایش فشار بر مناطق ساحلی و دریایی هستند. شناسایی مناطق اثرگذار و نیز مناطق آسیب‌پذیر و اعمال سیستم مدیریتی متناسب، از جمله راهکارهای مؤثر برای پیشگیری از تخریب هرچه بیشتر مناطق ساحلی است. پژوهش حاضر که با هدف پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نوار ساحلی سیستان و بلوچستان (که نیمی از کرانه‌های دریای عمان را به خود اختصاص داده است) براساس کانون‌های تهدیدکننده و با بهره‌گیری از کاربرد تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و تلفیق لایه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام شد، نشان داد جنوب شرقی خلیج چابهار تا امتداد آن به سمت شرق مهم‌ترین پهنه آسیب‌پذیر ساحلی است که به مدیریت فعالیت‌های سازگار، برنامه پایش، آموزش و طرح مشارکت برای بهسازی نیازمند است.

کلیدواژگان: پهنه‌بندی، شدت اثرپذیری، کانون‌های تهدیدکننده، مناطق حساس، منطقه ساحلی

۱. مقدمه

محیط زیست ساحلی و دریایی، اکوسیستمی متنوع و متشکل از منابع زیست محیطی کره مسکون است که فرصت‌هایی برای تأمین معاش، تجارت، تغذیه، انرژی، تفرج و توسعه کشورهای جهان فراهم آورده است. در عین حال محیط زیست‌های ساحلی در معرض تخلیه مستقیم انواع مواد آلاینده از خشکی‌ها و نیز مناطق دور از ساحل قرار دارند. به عبارت بهتر موقعیت اکوتونی سواحل اگرچه موجب می‌شود این مناطق از تنوع و غنای بیولوژیک هر دو سیستم دریایی و زمینی بهره‌مند شوند، در عین حال در معرض تهدید انواع آلودگی‌ها و عوامل مخرب هر دو سیستم نیز قرار می‌گیرند (Khaniki & Gharibreza, 2004). افزایش و رشد جمعیت، شهرنشینی، صنعتی شدن و گردشگری عوامل مهم در افزایش فشار بر مناطق ساحلی و دریایی هستند (Oveisi, 2005). همچنین تغییرات فیزیکی در زیستگاه‌های طبیعی این مناطق بر اثر فشار جمعیت، فعالیت‌های توسعه بدون طرح‌ریزی در اراضی ساحلی و نیز توسعه حمل و نقل دریایی از اهمیت زیادی برخوردار است (UNEP, 1999). مخاطرات طبیعی مانند افزایش سطح آب دریا، تغییر اقلیم، فرسایش و روانگرایی و طوفان‌ها نیز از دیگر عواملی هستند که ممکن است به همراه عوامل انسانی، اثر تخریبی مضاعفی بر مناطق ساحلی تحمیل کنند (Carter, 1988). ماهیت اکوسیستم ساحلی و حساسیت زیستگاه و منابع زنده آن تحقق اصول توسعه پایدار در این زیست‌بوم فراگیر جهانی را با همگرایی کشورهای جهان توأم کرده است و توجه به شکنندگی بوم‌شناختی این محیط، به کارگیری رویکردهای زیست‌محیطی در برنامه‌ریزی و بهره‌وری از آن را اجتناب‌ناپذیر ساخته است (Environment Protection Administration of Sistan and Baluchestan Province, 2009).

از این‌رو امروزه در نقاط مختلف دنیا، با بهره‌گیری از روش‌های گوناگونی، شناسایی مناطق حساس ساحلی که در معرض انواع استرس‌های ناشی از کاربری‌ها و رخدادهای مرتبط با مناطق ساحلی قرار دارند با هدف حفاظت مؤثر از آن‌ها انجام می‌شود. مثلاً در مطالعه‌ای

با عنوان ارزیابی حساسیت زیست‌محیطی سواحل شمالی خلیج فارس با توجه به ارزش‌های حفاظتی و کانون‌های آلوده‌ساز، طرح‌ریزی مدل نوینی به‌منظور گزینش مناطق تحت حفاظت در نوار ساحلی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و با کمک نرم‌افزار ArcGIS انجام شد. این مدل برای سنجش حساسیت ذاتی منطقه و آسیب‌پذیری بالفعل منطقه، با توجه به کانون‌های آلوده‌ساز و درنهایت ارزیابی حساسیت منطقه برای تعیین مناطق تحت حفاظت سازمان محیط زیست در سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحت برنامه ArcGIS به صورت مدل ریاضی خطی طرح‌ریزی شد (Sharifipour et al., 2008). در مطالعه‌ای دیگر، آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی ساحل پارا در برزیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ارزیابی شد. در این مطالعه آسیب‌پذیری طبیعی و اقتصادی-اجتماعی منطقه ساحلی در ترکیب با شاخص آسیب‌پذیری ساحلی در محیط نرم‌افزار ArcGIS ارزیابی و طبقه‌بندی شد. به این منظور تعداد ۱۶ متغیر طبیعی و اقتصادی-اجتماعی با یکدیگر ترکیب و درنهایت نقشه آسیب‌پذیری در پنج طبقه آسیب‌پذیری خیلی کم تا خیلی زیاد تهیه شد (Szlafsztein & Sterr, 2007).

تبیین و تشریح کاربری اراضی ساحلی و شناسایی نواحی حساس و آسیب‌پذیر به موازات کانون‌های تهدیدکننده و آلوده‌ساز می‌تواند در شناسایی مهم‌ترین مشکلات نواحی ساحلی و شیوه‌های فائق آمدن بر آن مفید واقع شود. پژوهش حاضر در راستای هدف اشاره‌شده و با انتخاب نوار ساحلی استان سیستان و بلوچستان به‌منزله منطقه مطالعه‌شده، انجام شد.

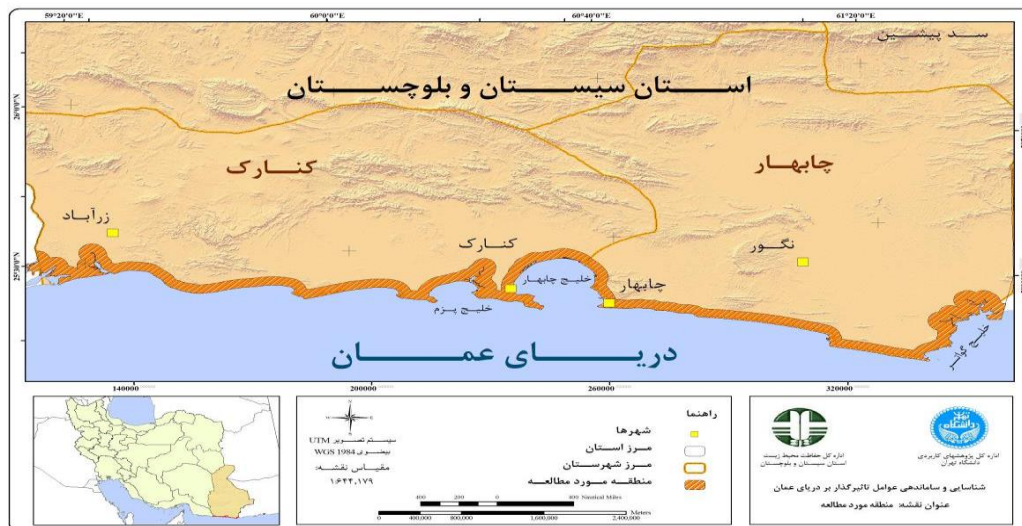
سواحل سیستان و بلوچستان به طول ۵۴۰ کیلومتر، سطح تماس دو شهرستان این استان با آب‌های دریای عمان را فراهم کرده است و نظام معیشتی ساحل‌نشینان و برخی کانون‌های اقتصادی شهرستان‌های یادشده، به سبب تنگناهای جغرافیای طبیعی، معطوف به منطقه ساحلی شده است. بنابراین، مناطق ساحلی سیستان و بلوچستان از بارگذاری بالای فعالیت‌های انسانی و واحدهای توسعه برخوردار است که می‌توانند علاوه بر تعارض با یکدیگر، با توان‌های محیطی و به‌ویژه قدرت خود ترمیمی منطقه

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مطالعه شده

در پژوهش حاضر سواحل استان سیستان و بلوچستان (که نیمی از کرانه‌های دریای عمان را به خود اختصاص داده است) محدوده مطالعه شده را تشکیل می‌دهد (شکل ۱). این محدوده مشتمل بر پهنه‌ای به عرض ۳ کیلومتر از بالاترین پیشرفتگی آب در ساحل و به طول تمام خط ساحلی استان سیستان و بلوچستان در حدود ۵۴۰ کیلومتر است (PMO, 2009).

ساحلی نیز در تضاد باشند و به تدریج زمینه‌ساز بحران‌های زیست‌محیطی در منطقه ساحلی شوند. بنابراین، شناسایی عوامل تأثیرگذار بر منطقه ساحلی استان که در تماس با آب‌های دریای عمان است و نیز مناطق آسیب‌پذیر به منظور ساماندهی کانون‌های آلوده‌ساز و اعمال سیستم مدیریتی متناسب بر پهنه‌های آسیب‌پذیر می‌تواند از جمله راهکارهای مؤثر برای پیشگیری از تخریب هرچه بیشتر مناطق ساحلی و یکی از گام‌های مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی استان با هدف بهره‌برداری پایدار از ظرفیت‌های طبیعی این خطه از کشور محسوب شود.



شکل ۱. محدوده مطالعه شده

۲.۲. روش کار

پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نوار ساحلی سیستان و بلوچستان براساس کانون‌های تهدیدکننده طی مراحل زیر انجام شد:

- تهیه نقشه پایه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای IRS^۱ از محدوده مطالعاتی.
- شناسایی عوامل تأثیرگذار بر دریای عمان که در منطقه ساحلی سیستان و بلوچستان واقع شده‌اند با استفاده از مطالعات میدانی (به منظور دستیابی به نتایج دقیق‌تر، عوامل اشاره شده در ۶ دسته؛ سکونتگاه‌های انسانی، واحدهای صنعتی،

- تأسیسات شیلاتی، بنادر و اسکله‌ها، واحدهای پشتیبانی و واحدهای گردشگری شناسایی شدند).
- تهیه فهرستی از واحدهای کاربر در محدوده مطالعه شده، با ذکر موقعیت، مختصات، نوع فعالیت (نوع تولید)، دبی پساب، نتایج آنالیز آلاینده‌ها، اطلاعات سیستم‌های تصفیه فاضلاب، میزان پسماند، تجهیزات و امکانات، تعداد شناورهای وابسته به بنادر و بودن یا نبودن برنامه‌های مدیریت زیست‌محیطی.
- جانمایی عوامل تأثیرگذار شناسایی شده بر روی نقشه و تهیه لایه‌های مکانی آن‌ها.
- تهیه لایه‌های مکانی مناطق تحت حفاظت (مناطق چهارگانه و شکار ممنوع).

1. Indian Remote Sensing

واحدهای گردشگری و زیرمعیارهای آنها (جدول ۱) و نیز نتایج شناسایی مناطق آسیب پذیر و زیرمعیارهای مربوط (جدول ۲) که داده های اصلی استفاده شده در پهنه بندی آسیب پذیری نوار ساحلی سیستان و بلوچستان را تشکیل می دهند، به شرح زیر است:

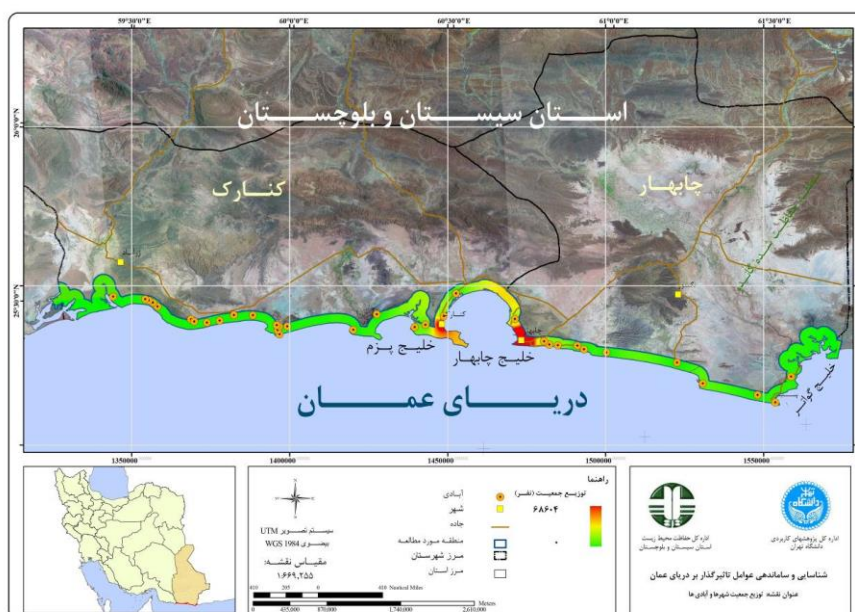
۱.۳. شناسایی عوامل تأثیرگذار بر منطقه ساحلی

الف) سکونتگاه های انسانی: مراکز جمعیتی شناسایی شده شامل دو شهر چابهار و کنارک و ۳۴ آبادی است که در دو شهرستان چابهار و کنارک توزیع شده اند. شکل ۲ چگونگی توزیع جمعیت در منطقه مطالعه شده را نشان می دهد. همان طور که در نقشه مشخص است بیشترین توزیع جمعیت که از جمله عوامل تأثیرگذار بر مناطق ساحلی است، در اطراف خلیج چابهار متمرکز است و شهرهای چابهار و کنارک مهم ترین کانون های آلودگی (پساب و پسماند) با منشأ سکونتگاه انسانی را به خود اختصاص می دهند.

- شناسایی مناطق حساس ساحلی و نقشه سازی آنها.
- تشکیل ماتریس زوجی برای عوامل تأثیرگذار و مناطق آسیب پذیر شناسایی شده و وزن دهی لایه ها به روش AHP^۱.
- تلفیق لایه های وزن دار با یکدیگر در محیط نرم افزار ArcGIS.
- پهنه بندی اثرپذیری نوار ساحلی عمان در منطقه مطالعه شده براساس کانون های آلاینده و مناطق آسیب پذیر.

۳. نتایج

نتایج حاصل از شناسایی و بررسی عوامل تأثیرگذار بر دریای عمان در محدوده مطالعاتی در شش دسته اصلی سکونتگاه های انسانی، واحدهای صنعتی، تأسیسات شیلاتی، بنادر و اسکله ها، واحدهای پشتیبانی و



شکل ۲. چگونگی توزیع جمعیت در محدوده مطالعه شده

آب های ساحلی به شمار می روند. از این رو در پژوهش حاضر طی عملیات میدانی، بررسی های دقیقی برای شناسایی واحدهای صنعتی واقع در محدوده مطالعه شده انجام شد و نیز کیفیت و چگونگی دفع پساب و پسماند این واحدها به منظور طبقه بندی صنایع از نظر میزان اثرگذاری بر آلودگی منطقه مطالعه شده، ارزیابی شد. بر

ب) واحدهای صنعتی: در نواحی ساحلی، خروجی واحدهای صنعتی با توجه به نوع فعالیت آنها در صورت نبود سیستم تصفیه مناسب، حجم بالایی از آلودگی را وارد دریا می کنند و از عمده منابع آلاینده سواحل و

1. Analytical Hierarchy Process

این اساس ۳ کارگاه کشتی‌سازی، دو معدن نمک و ۳۰ واحد صنعتی (که به طور عمده شامل نواحی و شهرک‌های صنعتی متمرکزند) به‌منزله واحدهای صنعتی تأثیرگذار بر دریا در محدوده مطالعه‌شده، شناسایی شد.

ج) تأسیسات شیلاتی: آبی‌پروری‌ها از جمله مزارع پرورش میگو (به دلیل گردش جریان آب بین دریا و حوضچه‌ها و کانال‌های آن‌ها)، از جمله عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب‌های ساحلی هستند. به همین علت، این مراکز در دسته‌بندی عوامل اصلی مؤثر در پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نواحی ساحلی، ارزیابی شد و در این ارتباط ۱ واحد پرورش میگو فعال در منطقه شناسایی شد.

د) بنادر و اسکله‌ها: بنادر تجاری و بنادر صیادی که به دلیل ماهیت فعالیت‌های آن‌ها با تولید پساب و پسماندهای آلاینده همراه هستند از جمله منابع عمده آلاینده‌های نقطه‌ای محسوب می‌شوند. تعمیر شناورهای سنتی (شامل تعمیرات جزئی و کلی)، سوخت‌گیری غیراستاندارد شناورها و ورود مواد سوختی به اکوسیستم‌های آبی، رنگ‌تراشی و رنگ‌آمیزی غیراصولی بدنه شناورها، دفع پسماندها و پساب‌های مرتبط به شناورها در دریا و توراندازی و

صید توسط قایق‌های موتوری در مناطق حساس ساحلی، از جمله دلایل عمده آلودگی مناطق ساحلی در نتیجه فعالیت بنادر و شناورها هستند. در محدوده مطالعه‌شده دو بندر تجاری شهید بهشتی و شهید رجایی، ۹ بندر صیادی و ۵ مرکز تخلیه صید کوچک وجود دارند که به‌منزله عوامل تأثیرگذار اصلی بر پهنه ساحلی ملاحظه شدند.

ه) واحدهای پشتیبانی: نیروگاه‌ها، آب شیرین‌کن‌ها، تأسیسات تصفیه فاضلاب و تأسیسات دریافت آب توازن به‌منزله واحدهای پشتیبانی مؤثر بر دریای عمان بررسی شدند. از میان واحدهای فوق، یک واحد آب شیرین‌کن چابهار-کنارک و تصفیه‌خانه شهرک صنعتی کنارک در محدوده مطالعه‌شده قرار دارد.

ی) واحدهای گردشگری: مناطق گردشگری از واحدهای مهم کابر در مناطق ساحلی است و می‌توانند در نتیجه نبود مدیریت صحیح، منشأ ورود انواع آلاینده‌ها به محیط ساحلی باشند. در منطقه ساحلی مطالعه‌شده ۴ واحد متمرکز گردشگری شناسایی شد.

نتایج شناسایی کانون‌های آلودگی و اثرگذار بر منطقه ساحلی و زیرمعیارهای هر یک در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. فهرست کانون‌های آلودگی کانون‌های آلودگی و اثرگذار بر منطقه ساحلی

ردیف	معیارهای اصلی	زیرمعیارها	مناطق شناسایی شده
۱	سکونتگاه‌های انسانی	شهرها آبادی‌ها	چابهار، کنارک ۳۴ آبادی
۲	واحدهای صنعتی	نواحی و شهرک صنعتی کشتی‌سازی معدن	۳۰ واحد صنعتی ۳ کارگاه کشتی‌سازی ۲ معدن نمک
۳	تأسیسات شیلاتی	-	۱ مجتمع پرورش میگو
۴	بنادر و اسکله‌ها	تجاری شیلاتی	۲ بندر تجاری ۹ بندر صیادی
۵	واحدهای پشتیبانی	مراکز تخلیه صید آب شیرین‌کن واحد تصفیه فاضلاب	۵ مرکز تخلیه صید ۱ واحد آب شیرین‌کن ۱ واحد تصفیه فاضلاب
۶	واحدهای گردشگری	-	۴ واحد گردشگری

در مقایسه زوجی عوامل تأثیرگذار بر منطقه ساحلی، اثرگذاری واحدهای کاربر ملاحظه شد. در این ارتباط تعداد واحدهای کاربر و اثرات بالقوه و بالفعل آنها بررسی شد. تعداد واحدهای کاربر براساس نقشه کاربری اراضی و توزیع واحدهای فوق در محدوده مطالعه شده قضاوت شد. اثرات بالقوه واحدهای کاربر براساس موقعیت زیست محیطی واحدهای یادشده در طبقه بندی زیست محیطی صنایع (مصوبه ۶۴۶۷۷/ت ۱۸۵۹۱ ه هیئت دولت) ارزیابی شد و اثرات بالفعل براساس نتایج آزمایش های انجام شده و نیز

نمونه برداری های ادواری ادارات محیط زیست شهرستان های چابهار و کنارک از پساب خروجی صنایع، قضاوت شد. شکل ۳ نتایج حاصل از ماتریس مقایسه زوجی برای زیرمعیارهای نواحی صنعتی و شکل ۴ ماتریس مقایسه زوجی عوامل اثرگذار (تهدیدکننده) منطقه ساحلی را نشان می دهد. در جدول ۲ تا ۴ نیز ضریب اهمیت محاسبه شده برای زیرمعیارهای سکونتگاه ها و مراکز صنعتی و معیارهای اصلی اثرگذار بر منطقه ساحلی، در نرم افزار EC^۱ نشان داده شده است.

نام : industrial unit

ضریب اهمیت : 0.47557732439771

ضریب سازگاری : 0.0810475069185608

ماتریس مقایسه زوجی دودویی معیارها

	Industrial Estate	Shipbuilding	mine
Industrial Estate	1	5	4
Shipbuilding	1/5	1	2
mine	1/4	1/2	1

ساختار سلسله مراتبی

- sistan-threat
 - Industrial unit
 - Industrial Estate
 - Shipbuilding
 - mine
 - port
 - Commercial Ports
 - fishery-port
 - evacuation centers
 - support unit
 - Fisheries facilities
 - settlement
 - urban
 - rural
 - tourism unit

شکل ۳. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای نواحی صنعتی

نام : sistan-threat

ضریب اهمیت : برای عنوان قابل محاسبه نمی باشد.

ضریب سازگاری : 0.0996100176242187

ماتریس مقایسه زوجی دودویی معیارها

	industrial unit	port	support unit	Fisheries facilities	settlement	tourism unit
industrial unit	1	4	5	6	7	8
port	1/4	1	2	3	4	5
support unit	1/5	1/2	1	4	5	7
Fisheries facilities	1/6	1/3	1/4	1	4	5
settlement	1/7	1/4	1/5	1/4	1	3
tourism unit	1/8	1/5	1/7	1/5	1/3	1

ساختار سلسله مراتبی

- sistan-threat
 - Industrial unit
 - Industrial Estate
 - Shipbuilding
 - mine
 - port
 - Commercial Ports
 - fishery-port
 - evacuation centers
 - support unit
 - Fisheries facilities
 - settlement
 - urban
 - rural
 - tourism unit

شکل ۴. ماتریس مقایسه زوجی عوامل اثرگذار بر منطقه ساحلی

۲.۳. شناسایی مناطق آسیب‌پذیر ساحلی

به‌منظور بررسی دقیق‌تر مناطق آسیب‌پذیر ساحلی، این مناطق در ۴ دسته اصلی مناطق ساحلی، مناطق تحت حفاظت، مناطق در معرض مخاطرات طبیعی و چشم‌اندازهای طبیعی و فرهنگی و زیرمعیارهای مربوط به هر کدام بررسی و شناسایی شدند. نتایج حاصل در جدول ۵ نشان داده شده است.

مقایسه زوجی معیارهای مناطق آسیب‌پذیر ساحلی، بر مبنای میزان حساسیت و اثرپذیری بالقوه معیارها که براساس حساسیت ساختار، فرایند و عملکردهای اکوسیستم‌های حساس، درجه حفاظتی و محتوای حفاظتی مناطق تحت حفاظت، بزرگی، اثرگذاری و احتمال وقوع مخاطرات محیطی و ویژگی‌های ساختاری نواحی ساحلی استان و همچنین درجه زیبایی، جنبه‌های بی‌همتایی جلوه‌های طبیعی و اصالت و قدمت ویژگی‌های تاریخی و فرهنگی مشخص می‌شود، صورت گرفت. نتایج حاصل در شکل‌های ۵ تا ۷ نشان داده شده است. جداول ۶ تا ۷ نیز ضریب اهمیت محاسبه شده برای زیرمعیارهای مناطق حساس ساحلی و مناطق در معرض مخاطرات طبیعی نشان می‌دهد و در جدول ۸ ضریب اهمیت محاسبه شده برای معیارهای اصلی مناطق آسیب‌پذیر نشان داده شده است.

جدول ۲. ضریب اهمیت زیرمعیارهای سکونتگاه‌ها

سکونتگاه‌ها	ضریب اهمیت
شهر	۰/۸۵
آبادی	۰/۱۴۲

جدول ۳. ضریب اهمیت زیرمعیارهای واحدهای صنعتی

واحدهای صنعتی	ضریب اهمیت
شهرک صنعتی	۰/۶۸۶
کشتی‌سازی	۰/۱۸۶
معادن	۰/۱۲۶

جدول ۴. ضریب اهمیت معیارهای اصلی اثرگذار بر منطقه ساحلی

واحدهای کاربر	ضریب اهمیت
واحدهای صنعتی	۰/۴۷۵
بنادر و اسکله‌ها	۰/۱۹۲
واحدهای پشتیبانی	۰/۱۶۹
تأسیسات شیلاتی	۰/۰۸۸
سکونتگاه‌های انسانی	۰/۰۴۵
واحدهای گردشگری	۰/۰۲۷

جدول ۵. فهرست مناطق آسیب‌پذیر ساحلی

ردیف	معیارهای اصلی	زیرمعیارها
۱	مناطق حساس	آب‌سنگ‌های مرجانی جنگل‌های مانگرو مصب‌ها و خورها خلیج‌های کوچک ساحلی زیستگاه پستانداران دریایی زیستگاه جیبر زیستگاه هوپره زیستگاه پرندگان شکاری
۲	مناطق تحت حفاظت	-
۳	مناطق در معرض مخاطرات طبیعی	نواحی در معرض سونامی نواحی در معرض طوفان‌های حاره‌ای نواحی در معرض امواج دریایی نواحی در معرض روانگرایی
۴	چشم‌اندازهای طبیعی و فرهنگی	-

نام : sensitivity area

ضرب اهمیت : 0.60683382824789

ضرب سازگاری : 0.0411126964481402

ماتریس مقایسه‌ی دودویی معیارها

	coral reef	mangrove forest	turtel	water bird	estuary, creek	bay	mammal sea	jebir habitat	hobare habitat	hunter bird
coral reef	1	2	3	8	9	9	7	5	4	6
mangrove forest	1/2	1	2	7	8	9	6	4	3	5
turtel	1/3	1/2	1	6	7	8	5	3	2	4
water bird	1/8	1/7	1/6	1	2	3	1/2	1/4	1/5	1/3
estuary, creek	1/9	1/8	1/7	1/2	1	2	1/3	1/5	1/6	1/4
bay	1/9	1/9	1/8	1/3	1/2	1	1/4	1/6	1/7	1/5
mammal sea	1/7	1/6	1/5	2	3	4	1	1/3	1/4	1/2
jebir habitat	1/5	1/4	1/3	4	5	6	3	1	1/2	2
hobare habitat	1/4	1/3	1/2	5	6	7	4	2	1	3
hunter bird	1/6	1/5	1/4	3	4	5	2	1/2	1/3	1

ساختار سلسله مراتبی

- vulnerability
 - sensitivity area
 - coral reef
 - mangrove forest
 - turtel
 - water bird
 - estuary, creek
 - bay
 - mammal sea
 - jebir habitat
 - hobare habitat
 - hunter bird
 - conservation area
 - environmental risk area
 - natural-cultural landscape

شکل ۵. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای مناطق حساس

نام : environmental risk area

ضرب اهمیت : 0.114103058574924

ضرب سازگاری : 0.0759372494167511

ماتریس مقایسه‌ی دودویی معیارها

	erosion	Tropical storms	sea waves	tsunami
erosion	1	4	5	6
Tropical storms	1/4	1	3	4
sea waves	1/5	1/3	1	3
tsunami	1/6	1/4	1/3	1

ساختار سلسله مراتبی

- vulnerability
 - sensitivity area
 - coral reef
 - mangrove forest
 - turtel
 - water bird
 - estuary, creek
 - bay
 - mammal sea
 - jebir habitat
 - hobare habitat
 - hunter bird
 - conservation area
 - environmental risk area
 - erosion
 - Tropical storms
 - sea waves
 - tsunami
 - natural-cultural landscape

شکل ۶. ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای مخاطرات طبیعی

نام : vulnerability

ضرب اهمیت : برای عنوان قابل متاسبه نمی باشد.

ضرب سازگاری : 0.0384412343945506

ماتریس مقایسه‌ی دودویی معیارها

	sensitivity area	conservation area	environmental risk	natural-cultural lan
sensitivity area	1	4	5	8
conservation area	1/4	1	2	6
environmental risk	1/5	1/2	1	2
natural-cultural lan	1/8	1/6	1/2	1

ساختار سلسله مراتبی

- vulnerability
 - sensitivity area
 - conservation area
 - environmental risk area
 - natural-cultural landscape

شکل ۷. ماتریس مقایسه زوجی معیارهای آسیب پذیری

شامل جنگل‌های مانگروی خلیج گواتر و لکه‌های مرجانی خلیج چابهار است. براساس نتایج کاربرد تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، به‌ترتیب واحدهای صنعتی، بنادر و اسکله‌ها، واحدهای پشتیبانی، تأسیسات شیلاتی، سکونتگاه‌ها و سرانجام واحدهای گردشگری از اولویت کانون‌های اثرگذار و آلوده‌ساز منطقه ساحلی در سواحل سیستان و بلوچستان است. با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده و براساس الویت‌بندی معیارها و تعیین ضرایب اهمیت هر کدام از معیارهای اصلی عوامل تهدیدکننده، مدل خطی آسیب‌پذیری منطقه به شرح زیر (فرمول ۱) تعیین شد:

$$CVM = K(0.045SE + 0.475IN + 0.192PT + 0.088FS + 0.169SV + 0.27TU) \quad (1)$$

که در آن:

CVM = مدل ریاضی آسیب‌پذیری در مناطق ساحلی استان

K: ضریب ثابت ۱۰۰۰۰

SE: سکونتگاه‌ها

IN: واحدهای صنعتی

PT: بنادر و اسکله‌ها

FS: تأسیسات شیلاتی

SV: واحدهای پشتیبانی

TU: واحدهای گردشگری

با تلفیق لایه‌های وزن‌دهی شده با استفاده از فرمول خطی کانون‌های آلوده‌ساز، شدت اثرگذاری نوار ساحلی در محدوده مطالعه‌شده، در بازه اثرگذاری بالا تا اثرگذاری کم و مناطق بدون اثر نشان داده شد (شکل ۸). هم‌پوشانی لایه‌های وزن‌دهی‌شده کانون‌های آلوده‌ساز و مناطق حساس نیز نشان داد جنوب شرقی خلیج چابهار تا امتداد آن به سمت شرق مهم‌ترین پهنه آسیب‌پذیر ساحلی است. (شکل ۹). مقایسه نتایج پژوهش حاضر با نتایج برخی مطالعات انجام‌شده در منطقه مطالعه‌شده به شرح زیر است. مطابق نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه‌ای با عنوان «شناسایی مناطق حساس ساحلی با استفاده از شاخص حساسیت محیط زیستی (ESI)»^۱، بیشترین تراکم منابع استفاده‌شده انسان در خلیج چابهار شناسایی شده است (Davar & Danehkar, 2010). این نتیجه با نتیجه

جدول ۶. ضریب اهمیت زیرمعیارهای مناطق حساس ساحلی

مناطق حساس ساحلی	ضریب اهمیت
آب‌سنگ‌های مرجانی	۰/۲۸۸
جنگل‌های مانگرو	۰/۲۱۶
زیستگاه لاک‌پشتان دریایی	۰/۱۵۵
زیستگاه پرندگان آبی	۰/۰۲۶
مصب و خور	۰/۰۱۹
خلیج کوچک ساحلی	۰/۰۱۴
زیستگاه پستانداران دریایی	۰/۰۳۷
زیستگاه جیر	۰/۰۷۷
زیستگاه هوبره	۰/۱۱
زیستگاه پرندگان شکاری	۰/۰۵۳

جدول ۷. ضریب اهمیت زیرمعیارهای مناطق در معرض مخاطرات طبیعی

مناطق در معرض مخاطرات طبیعی	ضریب اهمیت
روانگرایی	۰/۵۸۷
طوفان‌های حاره‌ای	۰/۲۳۳
امواج دریایی	۰/۱۱۸
سونامی	۰/۰۶

جدول ۸. ضریب اهمیت معیارهای اصلی مناطق آسیب‌پذیر

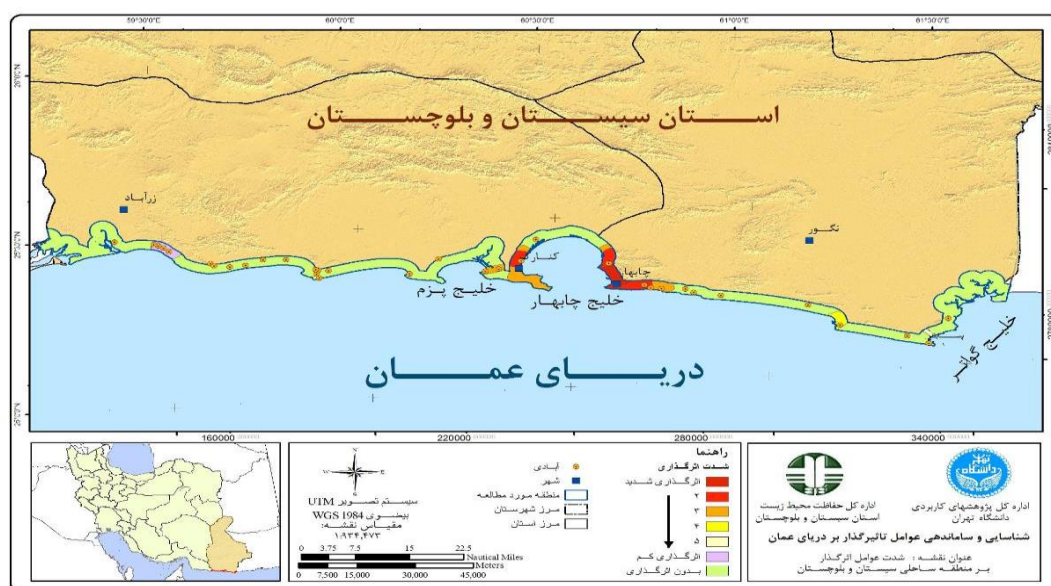
مناطق آسیب‌پذیر	ضریب اهمیت
مناطق حساس ساحلی	۰/۶۰۶
مناطق تحت حفاظت	۰/۲۲۴
مناطق در معرض مخاطرات محیطی	۰/۱۱۴
چشم‌اندازهای طبیعی فرهنگی	۰/۰۵۴

۴. بحث و نتیجه‌گیری

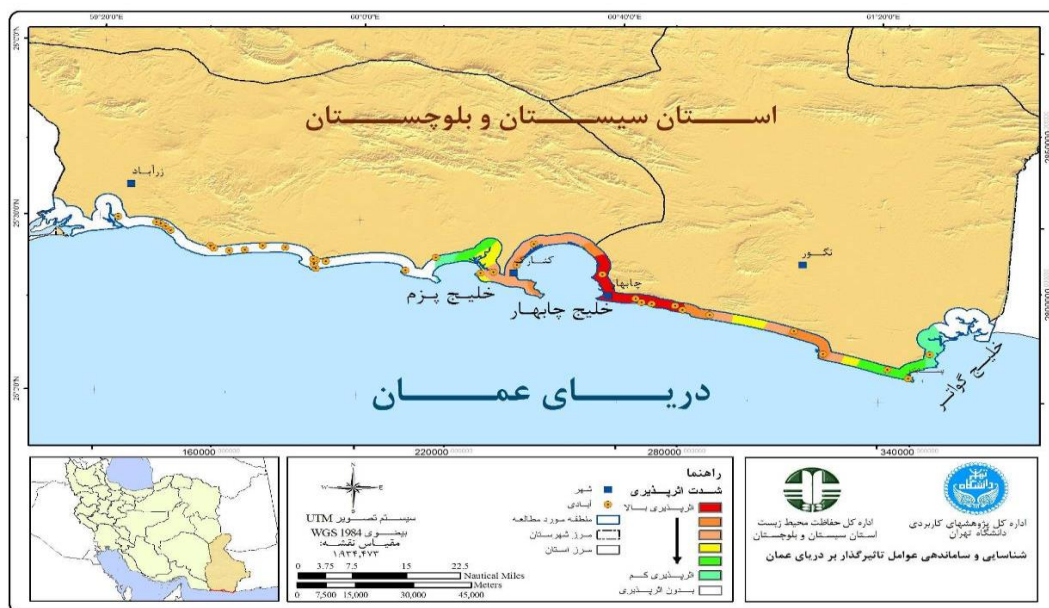
نتایج به‌دست‌آمده نشان داد شهرهای چابهار و کنارک مهم‌ترین کانون‌های آلودگی با منشأ سکونتگاه انسانی را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین واحدهای صنعتی، بیشتر پیرامون شهر چابهار توزیع شده‌اند. بالاترین میزان روانگرایی در حوالی خلیج پزم و سپس منتهی‌الیه غربی استان (حوالی خور میدانی) به سبب فعال‌بودن ماسه‌های روان وجود دارد. همچنین کرانه‌های غربی سواحل بیشترین تأثیر را از طوفان‌های حاره‌ای گرفته است. مهم‌ترین مناطق حساس شناسایی‌شده در منطقه ساحلی مطالعه‌شده،

استان سیستان و بلوچستان»، نشان می‌دهد در این مطالعه که دهستان‌های ساحلی به‌منزلهٔ محدودهٔ مطالعه شده آن با هدف تعیین مناطق حساس ساحلی برای معرفی به شبکهٔ مناطق تحت حفاظت سازمان محیط زیست، انتخاب شده‌اند، دهستان سند میرثوبان به‌منزلهٔ منطقهٔ دارای حساسیت بسیار بالا شناسایی شده است. دلایل این انتخاب، برخورداری دهستان مذکور از ارزش‌های بالای محیط زیستی از یک سو و دستخوردگی کمتر نسبت به سایر دهستان‌های مطالعه شده از سوی دیگر بوده است (Environment Protection Administration of Sistan and Balouchestan Province, 2006). پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد محدودهٔ واقع در دهستان سند میرثوبان، اگرچه حساسیت بالای محیط زیستی دارد (شکل ۱۰) ولی به دلیل اینکه عوامل تهدیدکنندهٔ کمتری در این محدوده قرار دارند، در پهنه‌بندی آسیب‌پذیری، جزء مناطق کمتر آسیب‌پذیر (شکل ۹) طبقه‌بندی شده است. مقایسهٔ دیگری بین نتایج پژوهش حاضر با مطالعه‌ای با عنوان پهنه‌بندی سواحل منطقهٔ آزاد چابهار براساس ملاحظات زیست‌محیطی (Sharifipour & Danehkar, 2007) نشان داد در مطالعهٔ مذکور نیز همانند خروجی پژوهش حاضر، خلیج چابهار از حساسیت بالای زیست‌محیطی برخوردار است.

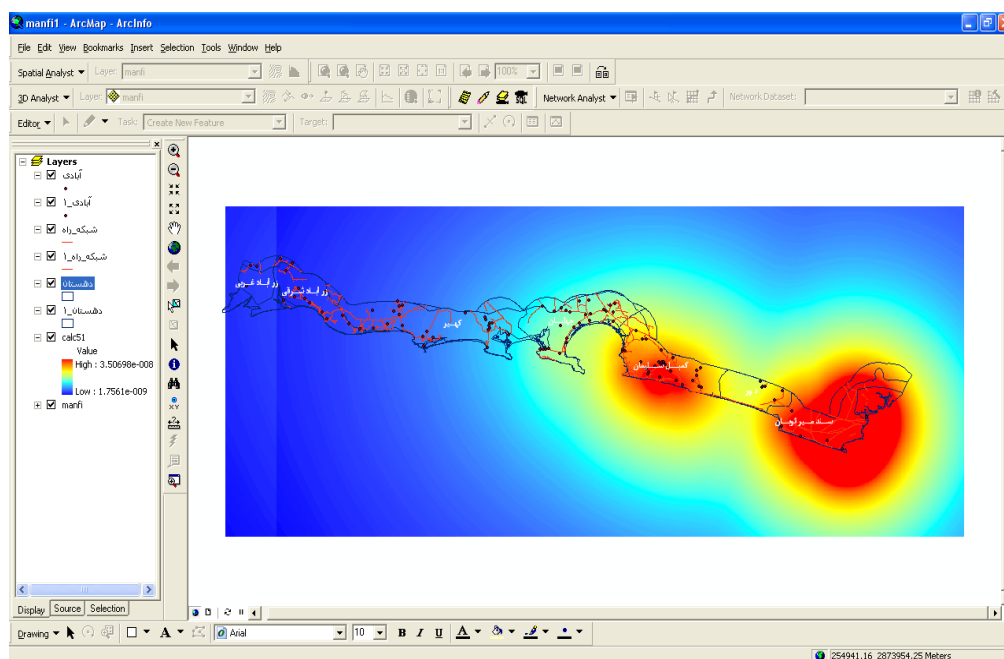
پهنه‌بندی شدت عوامل اثرگذار در پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین براساس نتایج به‌دست‌آمده در مطالعهٔ اشاره شده، منتهی‌الیه شرقی نوار ساحلی استان سیستان و بلوچستان که خلیج گواتر و بخش ساحلی منطقهٔ حفاظت‌شده گاندو را شامل می‌شود، جزء مناطق با حساسیت بالای زیست‌محیطی شناسایی شده است که درعین حال از تراکم پایینی از واحدهای کاربر (منابع استفاده شده انسان) برخوردار است. این موضوع مطابق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر در بخش پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نوار ساحلی، نشان می‌دهد این منطقه در معرض تنش کمتری قرار دارد. بنابراین، جزء مناطق با آسیب‌پذیری بالا طبقه‌بندی نمی‌شود. در مطالعهٔ انجام‌شدهٔ دیگری نیز با عنوان «شناسایی مناطق به‌ویژه حساس دریایی سواحل استان سیستان و بلوچستان به روش IMO»، خلیج چابهار تا پزم از جمله مناطق با حساسیت و شکنندگی بالای محیط زیستی معرفی شده‌اند (Davar et al., 2010). نتیجهٔ به‌دست‌آمده در مطالعهٔ مذکور هم‌پوشانی زیادی با نتایج حاصل از پژوهش حاضر دارد، به طوری که خروجی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری منطقهٔ مطالعه شده در پژوهش حاضر نیز مبین آسیب‌پذیری بیشتر محدودهٔ خلیج چابهار تا خلیج پزم است. همچنین بررسی نتایج حاصل از مطالعه‌ای با عنوان «شناسایی و پهنه‌بندی مناطق حساس ساحلی در سواحل



شکل ۸. شدت اثر کانون‌های آلوده‌ساز در منطقهٔ ساحلی سیستان و بلوچستان



شکل ۹. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نوار ساحلی براساس کانون‌های آلاینده و مناطق حساس



شکل ۱۰. مناطق واجد حساسیت بالای محیط زیستی

مناطق نیز که در حال حاضر از آسیب‌پذیری کمتری برخوردارند باید به‌طور فعال تحت برنامه‌های نظارت، پایش و حفاظتی مؤثر قرار گیرند تا از وارد آمدن فشار ناشی از عوامل تهدیدکننده بر این مناطق، که می‌تواند منجر به قرار گرفتن آن‌ها در پهنه‌های ساحلی آسیب‌پذیر شود، پیشگیری به عمل آید.

درمجموع، نتایج حاصل از پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نوار ساحلی استان و سیستان و بلوچستان نشان می‌دهد مناطق آسیب‌پذیرتر، نیازمند مدیریت فعالیت‌های سازگار، برنامه پایش، آموزش و طرح مشارکت برای بهسازی به‌منظور پیشگیری از وارد آمدن آسیب‌ها و صدمات بیشتر و گاه جبران‌ناپذیر به این مناطق‌اند. همچنین سایر

REFERENCES

1. Carter, R.G.W. (1988). Coastal Environments: An Introduction of Physical, Ecological and Cultural systems. London Academic Press, 617p.
2. Davar, L., Danehkar, A., 2010. Identification and mapping of Sensitive coastal areas using ESI in the coastal areas of Sistan and Balouchestan Province. International Symposium on environmental engineering, K.N. Toosi University of Technology, January 19-21 (in Persian)
3. Davar, L., Danehkar, A., Salman Mahini, A.R., 2010. Identification of Particularly Sensitive Sea Areas (PSSAs) in coastal areas of Sistan and Balouchestan Province using the IMO guidelines. Environment and Development Journal. No 2. 23-30 (in Persian)
4. Environment Protection Administration of Sistan and Balouchestan Province, 2006. Identification and Zoning of sensitive coastal areas of Sistan and Balouchestan Province, Office of Applied Research, University of Tehran, 259 p. (in Persian)
5. Environment Protection Administration of Sistan and Balouchestan Province, 2009. Identification and organization factors influencing Oman sea, Department of supervising and planning, University of Tehran. 130P. (in Persian)
6. Karami khaniki, A., Gharibreza, M., 2004. Coast of Iran, Soil Conservation and Watershed Research Institute. Agriculture Research and Education Organization. 409p. (in Persian)
7. Oveisi, A., 2005. Causes of pollution of the marine resources in different regions of the world and its causes from the viewpoint of environment, Sixth International Conference on Marine Science and Technology. (in Persian)
8. PMO (Port and Maritime Organization), 2009. Integrated Coastal Zone Management, resultant report, Office of Port and Coastal Engineering. MAAB consulting engineers. 215 p. (in Persian)
9. Sharifipour, R., Danehkar, A., Noori, J., 2008. Environmental sensitivity assessment of the northern coast of Persian Gulf, according to the threatening centers and conservation values. Journal of Environmental Studies. 34 (48): 89-102. (in Persian)
10. Sharifipour, R., Danehkar, A., 2006. Coastal zoning of Chabahar free zone based on environmental considerations, Port and Sea Magazine. No 7. Special section, 70-73 (in Persian)
11. Szlafsztein, C., Sterr, H., 2007. A GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazard, state of Pará, Brazil, Journal of Coastal Conservation, No 11, 53-66.
12. UNEP, (1999). Conceptual Framework and Planning Guidelines for Integrated Coastal and Ocean Management.