تعیین اولویت‌ها و تولید نقشه خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش های نفتی با مقایسه روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه ای – مطالعه موردی سواحل استان بوشهر

حامد خدادوست[۱*]، فریدون وفایی[۲]، وحید هادی‌پور[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه های دریایی دانشکده عمران و محیط زیست – دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی تهران
[۲] دانشیارگروه محیط زیست دانشکده عمران و محیط زیست – دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی تهران
[۳] دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست دانشکده عمران و محیط زیست – دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی تهران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۰۳
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۲۲

کلمات کلیدی:
ریزش نفتی
خطرپذیری خطوط ساحلی،
تحلیل سلسله مراتبی،
تحلیل شبکه ای،
دلفی
سواحل استان بوشهر
GIS

چکیده

با توجه به گسترش ایجاد آلودگی‌های نفتی به واسطه توسعه صنایع نفت و زیرساخت‌های مرتبط با آن در قرن اخیر، تعیین اولویت‌های تصمیم‌گیری در مناطق حساس ساحلی به ریزش‌های نفتی بسیار اهمیت دارد. در این مطالعه با بهره‌گیری از گزارشات انجام شده در زمینه شاخص‌های حساسیت محیط زیستی در مناطق ساحلی و به کاربردن روش دلفی در تعیین معیارها و زیرمعیارهای موثر، در راستای تنظیم مولفه-های خطرپذیری خطوط ساحلی به آلودگی نفتی گام برداشته شد. در نهایت با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل شبکه‌ای به تعیین اولویت‌های شاخص‌ها در ارزیابی خطرپذیری خطوط ساحلی به ریزش‌های نفتی در استان بوشهر پرداخته شد. این مطالعه مقایسه اولویت‌ها را با بهره گیری از نرم‌افزار Expert choice برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و نرم‌افزار Super Decisions برای فرآیند تحلیل شبکه‌ای در چارچوب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام می‌دهد. بر این اساس منابع بیولوژیک، منابع اجتماعی-اقتصادی، وضعیت آلودگی و مشخصات فیزیکی ساحل و زیرمعیارهای مرتبط اولویت‌بندی شدند. در نهایت با جمع آوری اطلاعات مولفه‌ها و با توجه به ضرایب وزن محاسبه شده از دو مدل با تلفیق همپوشانی شاخص، نقشه خطرپذیری نهایی سواحل استان بوشهر تولید گردید.

Determining Priorities and Mapping Oil Spill Hazards Index in Shorelines by Comparison AHP Method and ANP Method (Case Study: Shoreline of Bushehr Province)

Hamed Khodadoust[1*], Freidoun Vafai[2], Vahid Hadipour[3]

[1] Msc student of coastal Eng. of Khaje nasir university-civil faculty, Tehran; hkhodadoust@mail.kntu.ac.ir
[2] Assist prof. of Environment, Dept. Khaje nasir university-civil faculty, Tehran; fvafai@gmail.com
[3] PhD student of Environmental Eng. of Khaje nasir university-civil faculty, Tehran; vahidhadipour85@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 23 Jan. 2016
Accepted: 11 Jun. 2016

Keywords:
Oil spill
shoreline's hazard
ANP
AHP
Delphi
Shoreline of Bushehr Province
GIS

ABSTRACT

With the increase in the pollution caused by oil industry developments and related infrastructures in the last century, setting priorities for decisions in sensitive coastal areas to oil spills is important. This study uses the reports in the field of environmental sensitivity index in shorelines and applies the Delphi method to determine the criteria and sub-criteria allowed for adjusting the effective hazard components of the shoreline to pollution. Finally, using hierarchical analysis and network analysis methods helped in determining the priorities of the indexes in the evaluation of the shoreline hazards to oil spills. This study compares priorities by utilizing Expert Choice software for hierarchical analysis and Super Decisions software for network analysis process within the framework of multi-criteria decision-making methods. Based on this, biological resources, socio-economic resources of pollution, the physical characteristics of the shorelines, and the related sub-criteria were prioritized. Accordingly the final ANP/AHP maps are produced by using Index Overlay method.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

۱ - مقدمه

مناطق ساحلی اراضی حساسی هستند که از دو سوی تحت تأثیر اکولوژی دریا و خشکی قرار دارند .این مناطق دارای زیستگاه‌ها و آبزیان حساس، منابع معدنی و تفرجگاهی قابل ملاحظه‌ای بوده و پشتوانه بسیار مهمی برای فعالیت‌های معیشتی، شیلات و صنایع حمل ونقل به شمار می‌آیند . امروزه از هر سه نفر یک‌نفر در یک-صد کیلومتری از دریا زندگی می‌کند، ۴۴ درصد از جمعیت جهان در ۱۵۰ کیلومتری آن سکنی دارند و دو سوم از شهرها با بیش از ۲/۵ میلیون سکنه در مناطق ساحلی قرار گرفته‌اند. مهاجرت از اراضی داخلی به سمت مناطق ساحلی به طور روز افزونی همچنان ادامه دارد .چنین رشدی تعارضات موجود بین استفاده‌های بی رویه از منابع آب و خشکی را به طور چشمگیری تشدید خواهد کرد و از آن جا که ناحیه ساحلی آخرین پذیرنده آلاینده‌های خشکی و دریایی است تجمع آلاینده ها، این مناطق را در معرض تهدید دائمی قرار می‌دهد.[۱] بدون شک در راستای توسعه پایدار، شناخت جنبه های گوناگون حاکم بر این گونه مناطق کمک شایانی در تصمیم گیری و برنامه‌ریزی خواهد داشت. در راستای دستیابی به توسعه پایدار دو مفهوم کلیدی وجود دارد. یک مفهوم توجه به نیازهای عدالت محور و تاکید بر حفاظت قابلیت زیست محیطی را خاطر نشان می کند و مفهومی دیگر همواره به این مطلب اشاره دارد که نگرانی های ناشی از تخریب محیط زیست نمی توانند منجر به عدم اجرای طرح های توسعه در محیط زیست گردند. [۲]

شاخص‌های خطرپذیری انسانی، اجتماعی و طبیعی برای آلودگی های نفتی در مناطق مختلف جهان انجام می‌گیرد. درمنطقه دریایی آمازون، بنا به تنوع وسیع فعالیت‌های انسانی و خدمات و میزان قابل توجه آلودگی نفتی ناشی از فرآیندهای حمل و نقل و انباشت و پاکسازی مخازن به تولید شاخص خطرپذیری به عنوان اولین قدم در بحث مدیریت یکپارچه سواحل (ICZM) پرداخته شد. تحلیل گسترده منطقه شامل معیارهایی چون، واحدهای ژئومورفولوژیکی، فعالیت‌های اقتصادی، درآمد و تحصیلات جمعیت انسانی منطقه بود. برای تولید نقشه شاخص خطرپذیری، پس از اولویت‌بندی عوامل، بر مبنای معیارها تعیین شده از سیستم GIS استفاده شد.[۳]

در این مطالعه با جمع‌آوری شاخص‌های موثر بر خطرپذیری مناطق ساحلی با بهره گیری از راهنمای شاخص حساسیت محیط زیستی[۱] و تثبیت نهایی این شاخص‌ها با استفاده از روش دلفی، به تعیین اولویت‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرداخته می‌شود. در نهایت با به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای به تشکیل ضرایب اهمیت و اولویت معیارها و زیرمعیارهای مساله و در نتیجه به مقایسه‌ی پاسخ‌های این دو روش پرداخته می شود.

براین اساس بحث و بررسی در مورد اختلاف نتایج حاصل از دو روش انجام می‌گیرد. نتایج این مطالعه در راستای پیشگیری، سنجش ظرفیت پاکسازی طبیعی، ایجاد زیرساخت‌ها جهت پاکسازی و اقدامات مقتضی در مواجهه با شرایط آلودگی نفتی از منظر برنامه ریزی و اجرا برای مدیران و تصمیم‌گیران مناطق ساحلی ضروری است.

۲-ساختار مطالعه

این مطالعه با بررسی شاخص‌های موثر بر خطرپذیری به مفهوم ظرفیت تحت اثر بودن منطقه نسبت به خطر به اولویت بندی معیارها می پردازد. در بخش اول تعیین معیارها و زیرمعیارهایی که خطرپذیری خطوط ساحلی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، انجام می-گیرد. این بخش با جمع آوری شاخص‌های راهنمای حساسیت محیط زیستی و بهره‌گیری از روش دلفی در تثبیت نهایی عوامل صورت می‌پذیرد. در بخش دوم روش مطالعه به معنی بررسی فرآیندهای روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه ای در چارچوب تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره انجام می‌گیرد. در بخش سوم اجرای مدل به مفهوم تعیین اولویت‌ها در ارزیابی خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی با استفاده از دو روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه ای شکل می گیرد. درنهایت در بخش پایانی به تحلیل نتایج حاصل از تکنیک های ارزیابی چند معیاره پرداخته که طی آن مقایسه نتایج حاصل شده و تفاوت‌های موجود در راه‌حل‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۱ تعیین معیارها و زیر معیارهای موثر

۲-۱-۱ گزارشات راهنمای شاخص حساسیت محیط زیستی

شاخص حساسیت محیط زیستی[۲] به صورت نقشه هایی که جز یکپارچه ای از برنامه ریزی و واکنش در ارتباط با ریزش‌های نفتی از سال ۱۹۷۹میلادی، در روزهایی که اولین نقشه های حساسیت محیط زیستی همزمان با مواجهه با لکه نفتی حاصل از حادثه فوران چاه نفتی در خلیج مکزیک تهیه گردید. از آن زمان اطلس نقشه های حساسیت برای بیشتر مناطق ساحلی ایالات متحده تنظیم گردید. درنهایت الزامات برنامه ریزی‌های احتمالی نشت آلودگی نفتی از سال ۱۹۹۰ تدوین شد و قوانین مشابهی توسط بسیاری از کشورها با محوریت دستیابی به اطلاعات موثر در محل منابع حساس محیط زیستی ساحلی تصویب گردید که به عنوان زیربنایی برای تعیین اولویت های حفاظت استفاده می شود. [۴]

شاخص‌های اصلی این راهنما به منظور تدوین اطلاعات پر اهمیت شامل سه بخش مشخصات ساحلی، منابع بیولوژیک و منابع انسانی

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

می شود. در بخش مشخصات ساحلی، شاخص‌های اساسی ساحلی که مولفه‌های فیزیکی ساحل، شامل هیدرودینامیک امواج، شیب ساحل، جنس و مورفولوژی ساحل منظور گردیده اند. در بخش منابع بیولوژیک بر مبنای اهمیت تمرکز جمعیتی گونه‌ها در منطقه، شرایط حیاتی برخی گونه های در فصول خاص در نقاط ساحلی، تولید مثل، مناطق حیاتی با اهمیت مهاجرت برخی گونه‌ها، گونه های نادر و در معرض خطر و پیوستگی زیستگاهی در مواجهه با آلودگی نفتی به صورت جدول گونه های پر اهمیت تدوین شده است. در بخش منابع انسانی اطلاعات بر مبنای مکان های با اهمیت سطح دسترسی و تفریحی، منابع ارزشمند اقتصادی ساحلی، مناطق با اهمیت تاریخی و باستانی تنظیم می گردند. [۵]

۲-۱-۲ روش دلفی

روش دلفی یک فرآیند مبتنی بر ساختار ارتباط گروهی است که طی آن با بررسی نگرش‌ها، عوامل و قضاوت های افراد و گروه های متخصص و نیز ایجاد هماهنگی بین دیدگاه ها، به نظرسنجی از افراد کارشناس در حوزه مورد مطالعه می پردازد. طبق نظر وچ اسلر یک روش دلفی استاندارد، روشی است که توسط یک گروه ناظر اداره می شود و هدف آن رسیدن به اجماع نظر در رابطه با یک موضوع است. [۶] در بحث ارزیابی خطرپذیری خطوط ساحلی به ریزش های نفتی با توجه اثرگذاری آلودگی بر هر یک از عوامل موجود در ساحل، معیار های اساسی طبق نظر کارشناسان تنظیم گردید. بر این اساس کارشناسان با توجه به راهنمای شاخص حساسیت محیط زیستی به عنوان مرجع استاندارد تنظیم اطلاعات اساسی ساحلی در مواجهه با آلودگی نفتی و با ملاحظه نظرات گروهی، شاخص‌های نهایی در مساله خطرپذیری خطوط ساحلی تنظیم گردید.

۲-۲ تعیین نهایی معیارها و زیر معیارهای موثر

طبق این بررسی‌ها علاوه بر سه شاخص اصلی راهنمای حساسیت محیط زیستی که مبنای اصلی تنظیم و دسته بندی معیارها و زیرمعیارها در بحث خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی است، توجه به وضعیت عامل خطر تحت عنوان شاخص چهارم به مفهوم ملاحظه شرایط منبع آلودگی نفتی به واسطه نحوه گسترش آلودگی نیز مورد ملاحظه قرار گرفت.

درنهایت بر مبنای تصمیم‌گیری گروهی ساختار روش دلفی با توجه به نظرات کارشناسان و تایید نهایی ایشان بر مبنای راهنمای حساسیت محیط زیستی مورد مطالعه و نظرات فنی، معیارها و زیرمعیار های موثر بر ارزیابی خطرپذیری خطوط ساحلی به ریزش های نفتی طبق جدول ۱ تنظیم شدند.

جدول ۱ – معیارها و زیرمعیارهای خطرپذیری مناطق ساحلی

هدف	معیارها	زیرمعیارها
خطر پذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی	فیزیک ساحل (مشخصات ساحلی)	هیدرودینامیک
		جنس ساحل
		شیب ساحل
		باد
	منابع بیولوژیک	ارزندگی
		بی همتایی
		یکپارچگی
	منابع اجتماعی-اقتصادی	جمعیت انسانی
		منابع ساحلی
		سطح دسترسی
		گردشگری
	وضعیت آلودگی	حجم آلودگی
		فاصله آلودگی

۲-۲-۱ مشخصات خط ساحلی(فیزیک ساحل)

مشخصت خط ساحلی که ویژگی های فیزیکی ساحل را با ملاحظه ماندگاری طبیعی نفت و سهولت پاکسازی تبیین می کند، شامل عوامل هیدرودینامیک، شیب ساحل، جنس و مورفولوژی ساحل و باد است. [۷]

هیدرودینامیک ساحل به عملکرد توامان انرژی امواج و انرژی جزرومدی در دورکردن آلودگی نفتی از ساحل بواسطه جریان های مستقیم دریایی منعکس شده از سطوح سخت و همچنین تشکیل جریان های انتقال رسوب آلوده از ساحل که عموما درشت دانه اند، اطلاق می گردد. براین اساس ساحل به سه دسته، سواحل با انرژی بالا، سواحل با انرژی متوسط و سواحل با انرژی پایین طبقه بندی می گردد. سواحل با انرژی بالا دارای امواجی بلند و قوی است که معمولا در بخش های مرزی خطوط ساحلی به شکلی که بواسطه بادهای مسلط منطقه به صورت مستقیم یا به صورت امواج انکساری به سمت ساحل حرکت می کنند.

سواحل با انرژی متوسط به صورت الگوهای فصلی برحسب بسامد موج و اندازه آن تعریف می شوند.سواحل با انرژی کم نیز به حالت معمول و آرام وضعیت دریا در طی یک دوره اطلاق می گردد.

شیب ساحل از نقطه نظراثر انعکاسی و شکست در امواج اهمیت دارد. بدین سبب افزایش شیب در ساحل موجب افزایش ظرفیت پاکسازی طبیعی می گردد.

جنس ساحل بر اساس عملکرد نفوذ و دفن شدگی آلودگی در محدوده ساحلی ضرورت دارد. هرچه جنس ساحل و ژئومورفولوژیک ساحل نفوذپذیری کمتری داشته باشد، ماندگاری نفت کاهش می یابد. پاکسازی نفت در مناطق نفوذپذیر ساحلی بسیار مشکل است.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

باد به جز عملکرد مشخص در فرآیند انتشار آلودگی، به شکل عامل دفع آلودگی از خطوط ساحلی و بازگردان به سمت دریا نیز رفتار می کند. در نتیجه بررسی گل باد های منطقه در جهت سنجش ظرفیت پاکسازی طبیعی اهمیت دارد.

۲-۲-۲ منابع بیولوژیک

با توجه به اهمیت اکولوژیکی زیستگاه های حیاتی مناطق ساحلی ، بررسی شرایط بیولوژیکی منطقه ساحلی با رویکرد حساسیت سنجی به آلودگی نفتی ضروری است. براین اساس با توجه به نگاه متمرکز حفاظتی، بر اساس دو اصل ارزش زیست محیطی و یکپارچگی اکوسیستم معیارها تنظیم گردید.[۸] با این ملاحظه سه معیارعمومی کلیدی برای تبیین نمای بیولوژیک منطقه مشخص شد که شامل ارزندگی، بی همتایی و یکپارچگی است. ارزندگی به مفهوم فراوانی و تنوع زیستی در منطقه است که طی آن مناطقی با تنوع و گستره زیستی زیاد نشانگر عدم اثر مخاطره درتاریخ این محدوده بوده است. بی همتایی به حضور گونه های نادر و تحت خطر انقراض اشاره دارد.حساسیت این گونه مناطق عمدتا حفاظت شده، بالاست و از اهمیت ویژه ای برخورداراست. یکپارچگی برای تشخیص میزان تغییرات عامل مخاطره در گستره محیط زیستی بیان می گردد. [۹]

۲-۲-۳ منابع اجتماعی- اقتصادی

منابع اجتماعی اقتصادی مجموعه معیارهای است که تحت اثرآلودگی نفتی امکان خطرپذیری سلامت انسان ها، فعالیت‌های ایشان و تاسیسات مرتبط با آن ها می رود. از این روی شناخت و اولویت بندی مراکز جمعیتی انسانی، فعالیت‌های اقتصادی مهم، سطح دسترسی و ارزش های گردشگری در گستره خطوط ساحلی بسیار اهمیت دارد. براین اساس ۴ معیاراین بخش شامل جمعیت انسانی، منابع ساحلی، سطح دسترسی و گردشگری بررسی گردید.

جمعیت انسانی ازنظر اهمیت خطیر سلامت جامعه انسانی ساکن در مناطق ساحلی موضوعیت دارد.

منابع ساحلی به مجموعه فعالیت های اقتصادی، بنادر تجاری، معادن وصنایع ساحلی اطلاق می‌گردد که توجه به حفظ شرایط اقتصادی منطقه ضروری است.گردشگری به فعالیت‌های مرتبط با اهمیت توریسم، ظرفیت های تفریحی و ارزش‌های تاریخی منطقه اشاره دارد. سطح دسترسی به ظرفیت تاسیسات حاضر در محدوده خط ساحلی از جمله بنادر، خطوط مواصلاتی، فرودگاه‌ها، ترمینال ها، پارکینگ ها در راستای امکان اجرای اقدامات پاکسازی اطلاق می گردد که براین اساس محدوده های دارای سطح دسترسی امکان کاهش آسیب پذیری بیشتری نسبت به سایر محدوده‌ها را دارا هستند. [۱۰]

۲-۲-۴ وضعیت آلودگی

این معیار به بررسی منبع خطر می پردازد. ارزیابی نحوه گسترش آلودگی و تعیین توزیع آن در گستره خط خطر ضرورت دارد. بر این اساس مناطقی که سهم کمتری از توزیع منبع آلودگی در خط ساحلی را دارا هستند، به طور طبیعی خطرپذیری کمتری دارند و در عین حال مناطق ساحلی با بیشترین برخورد با آلودگی، دچار آسیب پذیری بیشتری می گردند. میزان حجم نفت خام و پالایشی که بواسطه حمل و نقل دریایی در بنادر حضور دارند، میتواند جهت محاسبه شاخص خطر آلودگی نفتی به صورت نقشه اطلاعاتی برای مقاطع مختلف پهنه ساحلی محاسبه شود.[۱۱] زیرمعیارهای تبیین وضعیت آلودگی شامل فاصله و حجم آلودگی هستند که با ملاحظه شرایط دریایی، شدت رسیدن آلودگی به نقاط ساحلی را مشخص می کنند. [۱۲]

۳- روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

در مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره اهمیت شاخص‌ها ارزیابی می-شوند و گزینه‌های احتمالی از طریق تعیین سطح مورد نظر برای معیارها و یا از طریق مقایسه‌های زوجی معیارها و گزینه‌ها صورت می گیرد. در این روش‌ها شاخص‌های کیفی به اعداد کمی تبدیل می‌شود و با مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر، اهمیت و ارجحیت هر یک تعیین می‌گردد. در این مطالعه محاسبه ضریب اهمیت شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی[۳] و تحلیل شبکه‌ای[۴] انجام می‌گیرد. [۱۳]

۳-۱ روش تحلیل سلسله مراتبی

از جمله روش های پرکاربرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که در سال ۱۹۸۰ توسط محققی به نام توماس ساعتی استاد دانشگاه پیتسبورگ ارائه شد. این روش که منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است، تصمیم گیرنده را قادر می سازد که تعامل بین معیارهای مختلف را در موقعیت‌های پیچیده و غیرساختاری، ارائه دهد. این تکنیک، تصمیم‌گیری را از طریق سازماندهی احساسات، ادراک، برآوردها و قضاوت‌ها تسهیل می کند و نیروهای اثرگذار بر تصمیم را شناسایی می کند. [۱۳]و[۶]

در این روش،مساله تصمیم‌گیری به سطوح مختلف هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها تقسیم می‌شود تا تصمیم‌گیرنده بتواند به راحتی در کوچکترین تصمیم‌گیری دقت کند. برای ساختن مدل تصمیم‌گیری، در بالاترین سطح، هدف و در سطح یا سطوح میانی، معیارها و در سطح پایین، گزینه‌های ممکن در صورت وجود گذاشته می‌شود. ساختار سلسله مراتبی در شکل ۱ نشان داده شده است.

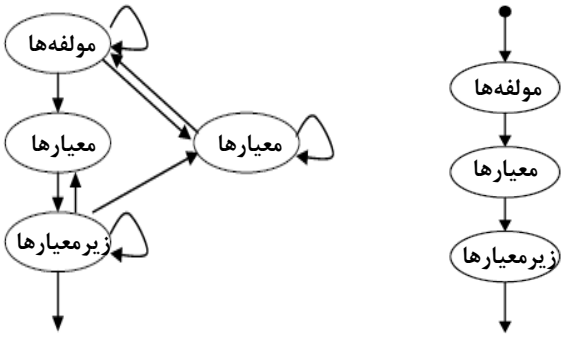
[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

۳-۲روش تحلیل شبکه‌ای

فرایند تجزیه و تحلیل شبکه ای از تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره است که به عنوان جایگزینی مناسب برای فرایند تحلیل سلسله مراتبی در سال ۱۹۹۶ به وسیله ساعتی پیشنهاد شده است. این مدل از سلسله مراتب کنترل، خوشه ها، عناصر، روابط بین بخش ها، عناصر و خوشه ها تشکیل شده است. تعیین وزن نسبی در تجزیه و تحلیل شبکه مشابه روش تحلیل سلسله مراتبی استاندارد، بر مقایسه زوجی مبتنی است. در این روش مقایسه های زوجی مؤلفه ها در هر سطر با در نظر گرفتن اهمیت نسبی معیارهای کنترل و برمبنای اصول تجزیه و تحلیل شبکه انجام می گیرد و سپس مدل تحلیل شبکه به وسیله ساختار شبکه ای در شکل ۱ ، ارتباط بین خوشه ها را که تعیین کننده جهات تاثیرات آن‌هاست، تعیین می کند در صورتی که در بسیاری از تصمیم گیری ها نمی توان عناصر تصمیم را به صورت سلسله مراتبی مدلسازی کرد. روش تحلیل شبکه ای موضوع تصمیم گیری را با بکارگری دیدگاه سیستمی همزمان با بازخورد، مدلسازی می کند. [۱۳]و[۶]

همچون روش سلسله مراتبی و با توجه به ساختار شبکه کارشناسان به بررسی تاثیرگذاری معیارها به صورت زوجی با ملاحظه هدف و عامل کنترلی می پردازند. براین اساس نمراتی بین ۱تا۹ شامل اهمیت برابر (متناسب با ۱) تا اهمیت بسیار زیاد (متناسب با ۹) به معیارها داده می شود. در نتیجه اهمیت های نسبی بر اساس روابط بین مولفه ها، معیارها و زیرمعیارها مشخص می گردد.



شکل۱-ساختار سلسله مراتبی (۱-الف) و ساختار شبکه ای (۱-ب)

۳-۳ روش وزن دهی معیارها

یکی از مهمترین و مشکل ترین مراحل تصمیم گیری، مرحله ی وزندهی به معیارهاست که میتواند عدم قطعیت قابل توجهی در فرآیند تصمیم گیری ایجاد نماید . وزن داده شده به صورت یک عدد در ارزیابی دخالت داده می شود، که این عدد بیانگر اهمیت نسبی آن معیار نسبت به سایر معیارها در شرایط خاص است.

روش های وزندهی مختلفی برای ارزیابی اهمیت معیارها برای تصمیم گیران وجود دارد که تفاوت این روش‌ها در اصول تئوری، دقت، سهولت کاربرد و قابل فهم بودن آن ها برای تصمیم گیران است . از مهم ترین روش های وزندهی می توان به روش حداقل مربعات، روش لگاریتمی و روش بردار ویژه اشاره کرد. .در این روش‌ها برای محاسبه‌ی وزن معیارها از روش مقایسه ی زوجی استفاده می شود. ماتریس مقایسه ی زوجی است که سلسله مراتبی ورودی روش درایه‌های آن بیان‌کننده ی میزان اهمیت نسبی معیارها می‌باشد . پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی، نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه تعیین و در صورت قابل قبول بودن قضاوت‌ها، وزن هر کدام از معیارها به دست می آید. برای محاسبه-ی وزن، ابتدا ماتریس مقایسه تشکیل و پارامترها به صورت دوتایی با هم مقایسه و اهمیت نسبی آن ها سنجیده می شود. رابطه (۱) محاسبه وزن به ازای روش بردار ویژه را نشان می‌دهد.

$$W.w=\begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda.w \qquad (۱)$$

در رابطه(۲)، λ یک مقدار ویژه، W ماتریس مقایسه زوجی و w یک برداروِیژه متناظر با مقدار ویژه λ که یک ماتریس n*1 است. شاخص ناسازگاری ($\prod$)، براساس رابطه (۲) زیر تعریف نمود.

$$\prod = \frac{\lambda max - n}{n-1} \qquad (۲)$$

حال به ازای w یک بردار ویژه ماتریس مقایسه زوجی W است. در حالتی که ابعاد ماتریس بزرگتر باشد، محاسبه این مقادیر بسیار وقت گیر است. لذا برای محاسبه λ مقدار دترمینان ماتریس W- λI مساوی با صفر قرار داده شده است.رابطه (۳) با قرار دادن بزرگترین مقدار λI بدست آمده زیر مقادیر w محاسبه می شود.

$$(W-\lambda_{max}I)\times w=0 \qquad (۳)$$

همچنین به ازای ماتریس مقایسه زوجی بردار ویژه را می توان از رابطه (۴) زیر محاسبه کرد:

$$w=\lim_{n\to\infty}\frac{W^n.e}{e^T.W^n.e} \qquad (۴)$$

در نتیجه ماتریس وزن دار بر اساس مقایسات زوجی تشکیل می شود. این مقایسات بر مبنای قضاوت های زوجی در هر دو روش سلسله مراتبی و روش شبکه ای با توجه به ساختار برای مقایسات زوجی تشکیل می شود. در نتیجه سوپر ماتریس کلی وزن دار بر اساس مقایسه مولفه ها در هرسطح با توجه به رابطه مولفه ها با به دست آمدن بردارهای ویژه در هر جز محاسبه می گردد. شکل۲ تشکیل سوپر ماتریس وزن دار مولفه ها را نشان می دهد. [۶]

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

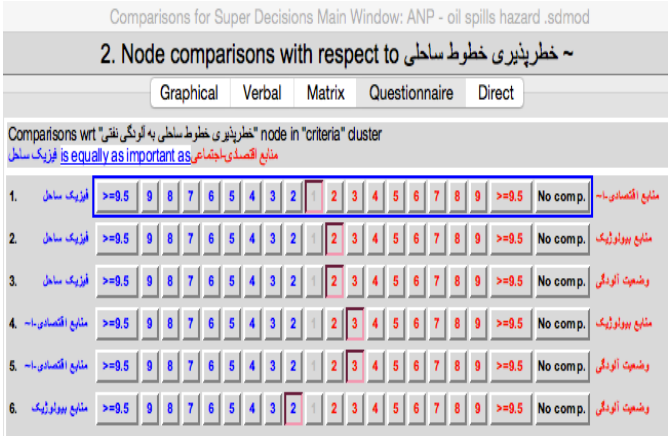


شکل۲-ساختار سوپر ماتریس وزن دار مولفه‌ها

عناصر هر سطح نسبت به هریک از عناصر سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می شود. این وزن ها را وزن نسبی می گویند. سپس با تلفیق وزن های نسبی، وزن نهایی هر مولفه مشخص می گردد.وزن مولفه ها، منعکس کننده اهمیت آن ها در تعیین هدف است[۱۳].

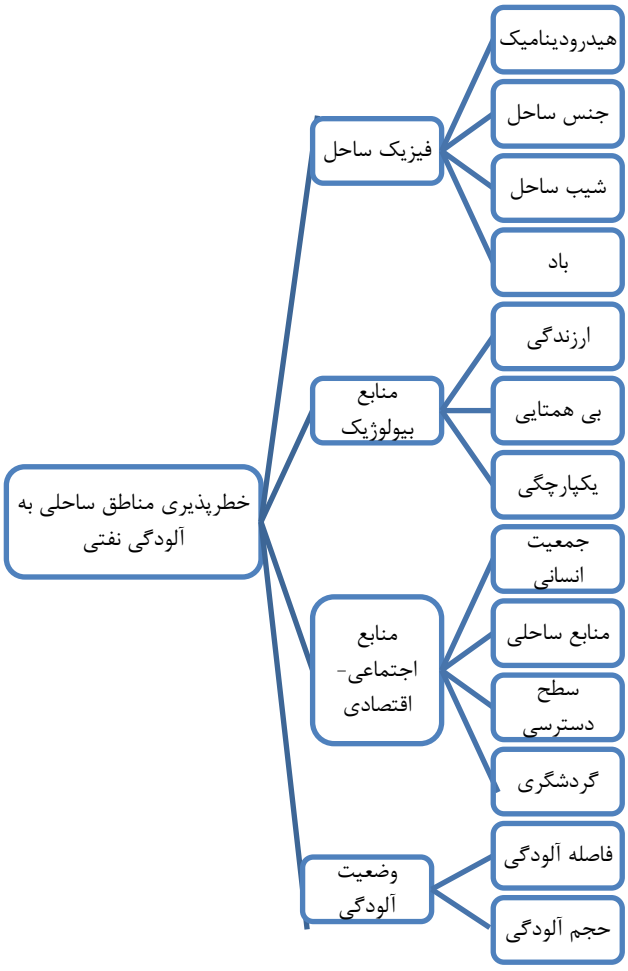
۴- اولویت‌بندی و محاسبه اوزان مولفه‌های خطرپذیری

در این راستا با اخذ نظرات مقایسه ای کارشناسان به‌ازای هر دو روش، آنالیز مقایسات زوجی در شکل۳، محاسبه نرخ ناسازگاری به‌ازای مقایسات و محاسبه ماتریس موزون و ماتریس حدی مولفه‌ها انجام گرفت و در نهایت اولویت‌بندی نسبی مولفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها براساس ارزش نرمال‌شده و به‌صورت حدی به ازای کل مولفه‌ها تعیین گردید.

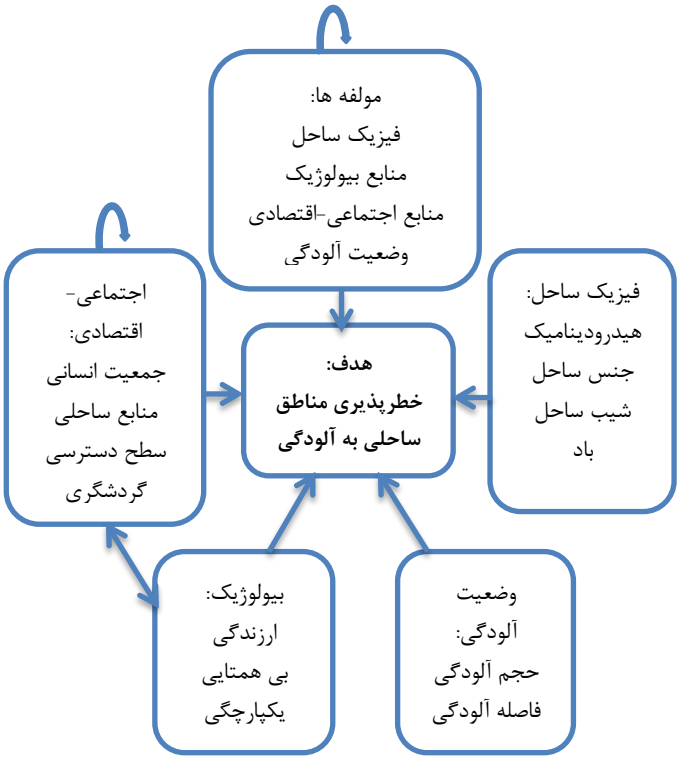


شکل۳ : نمونه مقایسات زوجی معیارها در Super Decisions2.2

هدف مساله تعیین اولویت های عوامل موثر بر خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش ها نفتی است. بر این اساس برای اجرای مدل تحت روش تحلیل سلسله مراتبی می‌بایست ساختار سلسله ای مساله در شکل۴ تنظیم گردد. روابط در سه سطح هدف، معیارها و زیرمعیارها به صورت سلسله‌ای طراحی شده و سپس با استفاده از نرم افزار Expert Choice11 محاسبه‌ی ضرایب اهمیت مولفه‌ها انجام گرفت. برای اجرای مدل تحت روش تحلیل شبکه‌ای در ابتدا ساختار شبکه ای در شکل۵ شامل روابط سلسله ای، روابط عرضی و روابط درونی مولفه‌ها تشکیل شد. سپس با بهره‌گیری از نرم-افزارSuper Decisions2.2 محاسبه ضرایب اهمیت مولفه ها صورت پذیرفت.



شکل۴-ساختار سلسله مراتبی مساله:



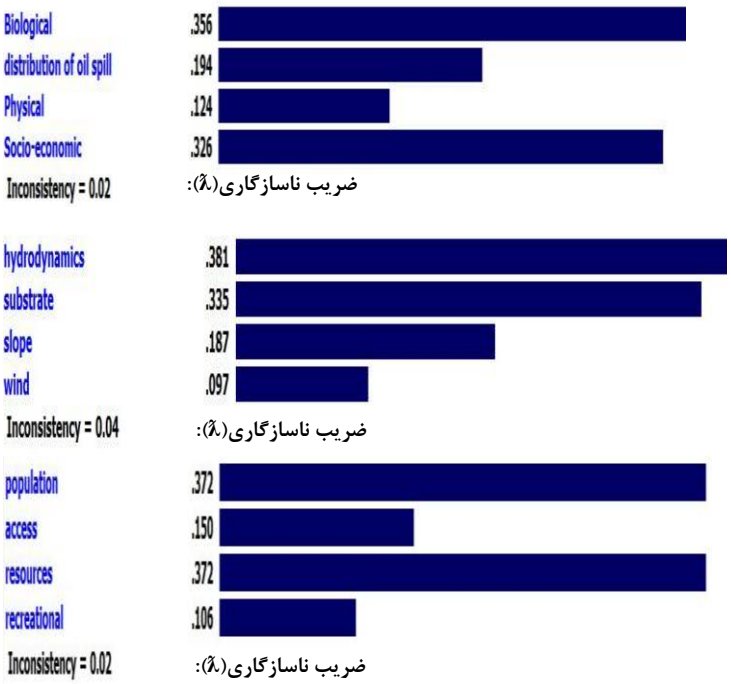
شکل۵-ساختار شبکه‌ای مساله:

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

محاسبه ضرایب اهمیت و در نتیجه اولویت‌های مناطق ساحلی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی بر اساس طراحی ساختار سلسله‌ای شاخص‌ها به کمک نرم افزارExpert Choice11 انجام گرفت.(شکل۶) همچنین این ضرایب و اولویت های مربوط به آن بر مبنای شبکه ترسیم شد و شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions2.2 محاسبه گردید.(شکل۷)

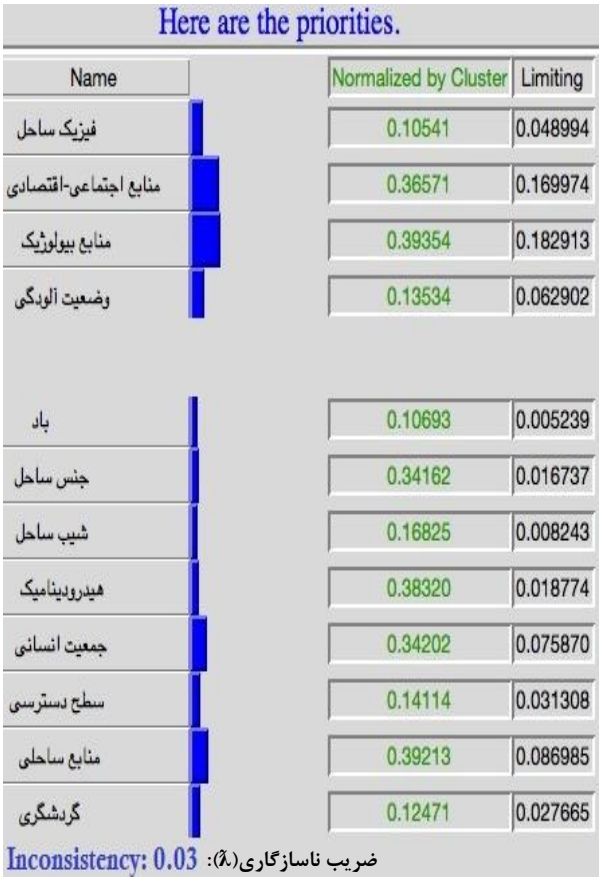
براین اساس با توجه به ساختار متفاوت دو روش که در حالت فرآیند تحلیل‌شبکه‌ای روابط بین معیارها علاوه بر شکل سلسله مراتبی، دارای روابط عرضی و درونی نیز است. این مهم با توجه به معیارکنترلی که تشکیل ساختار درونی را در تحلیل شبکه‌ای ممکن می‌سازد، موجب ایجاد تمرکز در تفکر و مقایسه در تعیین اولویت‌ها با توجه به هدف مساله می‌شود.



شکل۶: اولویت بندی و ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در فرآیند سلسه مراتبی در محیط Expert Choice11

نکته بعدی بررسی استقلال شاخص‌هاست. در مساله ارزیابی خطرپذیری خطوط ساحلی با توجه به تاثیر متقابل برخی شاخص‌ها و عدم استقلال قطعی آن‌ها در ارتباط با هدف اصلی مساله، به نظر می‌رسد استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای که ملاحظه عدم استقلال مولفه‌ها را در نظر می‌گیرد، دقت بیشتری دارد. به طور مثال، با توجه به ساختار شبکه‌ای، معیار اجتماعی-اقتصادی ارتباط دوطرفه‌ای با منابع بیولوژیک دارد. به این مفهوم که تغییر شرایط بیولوژیکی در مواجهه با ریزش‌های نفتی در منطقه ساحلی برروی شرایط اقتصادی منطقه از جمله صنایع‌شیلات و همچنین سلامت جمعیت انسانی تاثیر خواهد داشت. همچنین گسترش فعالیت‌های صنعتی در معیار اجتماعی اقتصادی تاثیر متقابلی بر شرایط بیولوژیک منطقه می‌گذارد.

در نتیجه بررسی روابطی بیش از ساختار سلسله‌ای در این مساله ضروری است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند به صورت روشی مقدماتی در ارزیابی اولویت‌های خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی لحاظ شود ولی برای ملاحظه ارتباط پیچیده‌تر بین معیارها و زیرمعیارها، نیاز به طراحی شبکه‌ای ارتباطات و در نتیجه استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای است. در نهایت تفاوت نتایج حاصل شده در ضرایب اهمیت و اولویت مولفه‌ها به سبب وجود ارتباطات پیچیده تر و مقایسات دقیق‌تر در قالب شبکه مولفه‌ها و معیارها کنترلی در ساختار شبکه ایجاد می‌گردد.



شکل ۷– اولویت بندی و ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در فرآیند تحلیل شبکه‌ای در محیط Super Decisions2.2

پس از توضیح دلایل تفاوت‌ها در نتایج این دو روش، مقایسه ضرایب اهمیت و نتایج اولویت‌بندی حاصل‌شده از دو روش براساس جدول ۲ مشخص می‌گردد.

این جدول پس از نرمالایز کردن ضرایب اهمیت هر دو روش در دسته های معیارها و زیرمعیارها، اولویت بندی مولفه ها در ارتباط با خطرپذیری خطوط‌ساحلی به آلودگی نفتی شکل می‌دهد.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

جدول ۲- مقایسه نتایج حاصل از روش سلسله مراتبی (AHP) و روش شبکه‌ای (ANP)

بخش‌ها	مولفه‌ها	AHP	ANP
معیارها	فیزیک ساحل	۰/۱۲۴	۰/۱۰۶
	بیولوژیک	۰/۳۵۶	۰/۳۹۳
	اجتماعی-اقتصادی	۰/۳۲۶	۰/۳۶۶
	وضعیت آلودگی	۰/۱۹۴	۰/۱۳۵
زیرمعیارها	هیدرودینامیک	۰/۳۸۱	۰/۳۸۳
	جنس و لندفورم ساحل	۰/۳۳۵	۰/۳۴۲
	شیب ساحل	۰/۱۸۷	۰/۱۶۸
	باد	۰/۰۹۷	۰/۱۰۷
	جمعیت انسانی	۰/۳۷۲	۰/۳۴۲
	منابع ساحلی	۰/۳۷۲	۰/۳۹۲
	گردشگری	۰/۱۰۶	۰/۱۲۵
	سطح دسترسی	۰/۱۵۰	۰/۱۴۱

۴- تولید نقشه خطرپذیری

مدل تعیین خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی در استان بوشهر تشریح گردید. در این راستا مولفه‌های موثر، کلاسه-بندی خطرپذیری و وزن هر کدام از مولفه‌ها بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره صورت پذیرفت. در این بخش تولید نقشه خطرپذیری در محدوده خط ساحلی استان بوشهر در سیستم جغرافیایی استاندارد[۵] که شامل آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی،وزن دهی و تلفیق لایه‌های کلاسه‌بندی شده به ازای روش هم پوشانی شاخص در خطخطر ریزش نفتی شکل۸، در محیط Arc GIS10.2.2 و با ملاحظه‌ی وزن‌های روش‌ها ارائه می‌گردد[۷].

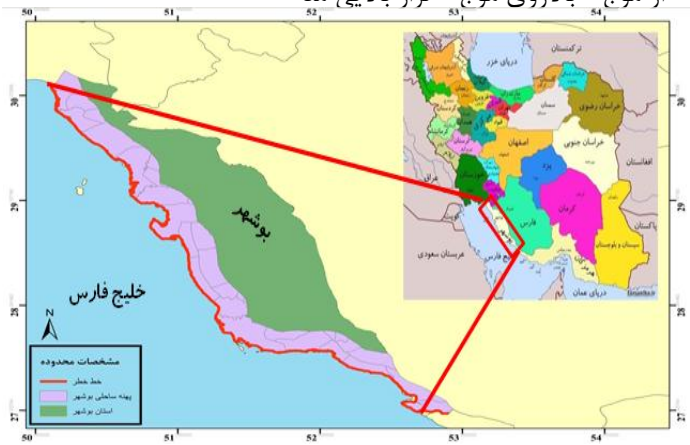


شکل۸- روندنمای تلفیق معیارهای اصلی و تولید شاخص خطرپذیری

۴-۱- تعیین خط خطر

یکی از مرزها در منطقه خشکی خط خطر[۶] است. این مرز خطی بر روی خشکی است که آب دریا در اثر شرایط طوفانی یعنی خیزآب ناشی از باد ، خیزآب ناشی از موج ، خیزآب ناشی از تغییرات فشار و بالاروی موج نسبت به تراز بالایی مد در سواحل جنوب کشور در نظر گرفته می‌شود(شکل۹). لذا برای تعیین کد ارتفاعی خط خطر، بالاآمدگی آب در اثر هر یک از عوامل فوق محاسبه شده و کد ارتفاعی آن برای بیش از۲۵۰نقطه (بازه ۱۳ کیلومتری) نسبت به تراز متوسط آب دریا تعیین شده است.

تراز خط خطر در جنوب کشور(خلیج فارس و دریای عمان): خیزآب ناشی از تغییرات فشار+خیزآب ناشی از باد + خیزآب ناشی از موج + بالاروی موج + تراز بالایی مد



شکل۹- نقشه‌ی محدوده خط خطر در سواحل استان بوشهر

۴-۲- فیزیک ساحل

زیرمعیارهای مربوط به فیزیک ساحل در بررسی خطرپذیری سواحل استان بوشهر شامل انرژی هیدرودینامیکی امواج، لندفورم و جنس ساحل، شیب ساحل و باد هستند. با توجه ESI در مورد انرژی امواج بر اساس میانگین ارتفاع مشخصه امواج در طول دوره بیش از یک سال مد نظر قرار می‌گیرد. بر این مبنا اطلاعات ارتفاع امواج در ۲۰منطقه نزدیک ساحل(فاصله حداکثر۱۵کیلومتری) به ازای میانگین ارتفاع مشخصه امواج ۵ساله، ۲۰ساله و ۵۰ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. در نتیجه اثر انرژی امواج که به ازای میزان ارتفاع مشخصه محاسبه می‌شود، در ناحیه های ساحلی به صورت انرژی ساحل در مطالعه خطرپذیری تعیین گردید. لندفورم محیط-های ساحلی و جنس ساحل از نظر مفهوم نفوذپذیری آلودگی نفتی در محیط مورد مطالعه اهمیت دارد. بر این اساس هرچه میزان نفوذپذیری در پهنه‌ی مشخص بیشتر باشد، در نتیجه ماندگاری نفت در آن پهنه بیشتر می‌شود که در نهایت امکان سهولت پاکسازی را کاهش می‌دهد. هرچه منطقه‌ای به لحاظ ساختار لندفورم و جنس تشکیل‌دهنده آن دارای نفوذپذیری بیشتری باشد، منطقه خطرپذیری بیشتری دارد. در سواحل بوشهر، سواحل شنی و ماسه‌ای، کرانه‌های صخره ای، سواحل گلی و جزر و مدی دیده می-شود. میزان شیب ساحل در محدوده جزر و مدی ساحلی در میان بیشینه و کمینه تراز جزر و مدی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. هر چه شیب ساحل بیشتر باشد به این معنی است که در مواجهه با امواج امکان پاکسازی طبیعی بیشتری را به واسطه رفتار انعکاسی و شکست امواج ایجاد خواهد کرد. در نتیجه خطرپذیری مناطقی که شیب کمتر است. مولفه باد به عنوان معیاری در ایجاد فرآیند پاکسازی به صورت انرژی امواج نقش ایفا می‌کند با این حال در ارتباط با پاکسازی سطحی آلودگی در مناطق ساحلی نیز موثر است

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

هرچند این اثر در مجموع عوامل مورد ارزیابی ناچیز است. بر این اساس در مناطق ساحلی استان بوشهر با بهره گیری از اطلاعات باد به شکل گلباد در ۴ نقطه مشرف به ساحل استان اثر باد بررسی گردید[۱۴].

۴-۳- منابع بیولوژیک

محدوده مورد مطالعه در ارزیابی خطرپذیری سواحل استان بوشهر شامل کرانه ساحلی استان از آب‌های هم عمق ۲۰ متر تا بیشترین میزان پیشروی آب در خشکی با تاثیر بالادست که مرز دهستان-های ساحلی است تعریف شده است. ناحیه‌های ساحلی مختلفی(۱۵ پاره ساحل) بر اساس مرز دهستان‌های ساحلی انتخاب گردیده است و طی ارزیابی بیولوژیک با توصیف شرایط زیستگاهی به تحلیل مشخصات هر ناحیه از منظر معیارهای بیولوژیکی بر مبنای طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور پرداخته می-شود[۱۵]. در سواحل استان بوشهر بر اساس مطالعات انجام شده در طرح مدیریت محیط زیستی، اطلاعات منابع بیولوژیک در خط خطر تولید شده است.

۴-۴- منابع اجتماعی-اقتصادی

در مناطق ساحلی استان بوشهر، زیرمعیارهای جمعیت انسانی به مفهوم اهمیت ارزش‌های بهداشتی و سلامت انسان‌ها، منابع و صنایع ساحلی به مفهوم مناطقی که اهمیت اقتصادی و صنعتی دارند، سطح دسترسی به معنی وجود زیرساخت‌های ترابری و امکانات موجود جهت اقدامات پاکسازی و گردشگری به معنی ارزش‌های تاریخی و فرهنگی که با گسترش صنعت گردشگری وجه قابل توجهی در توسعه کشور دارند در چارچوب معیار اجتماعی-اقتصادی بررسی می‌شوند[۱۴].

جمعیت کل استان بوشهر طبق آمار سال۹۰، به میزان ۱۰۳۲۹۴۹نفر است. در مناطق ساحلی استان بوشهر تمرکز جمعیتی به ترتیب در شهرهای بوشهر، بندرکنگان، بندرگناوه، بندردیلم و نخل تقی است و شهرهای دیگر ساحلی زیر ۱۰۰۰۰نفر جمعیت ساکن دارند.

با ارزیابی اطلاعات مکان‌های صنعتی شامل کارخانجات، شرکت‌ها و شهرک‌های صنعتی که موقعیت مکانی آن‌ها حداکثر تا ۲۰ کیلومتری خط ساحلی واقع شده اند، زیرمعیار منابع ساحلی تعیین گردید.در هر ناحیه وجود بیش از ۳ منطقه صنعتی برابر خطرپذیری زیاد،۲تا۳ منطقه صنعتی برابر خطرپذیری متوسط و کمتر از ۲ خطرپذیری کم را نشان می‌دهد. بنادر استان که کاربری-های متنوعی همچون تجاری، تفریحی، نظامی و... داشتند، در طول خط ساحلی برداشت شد. درپهنه‌ها باتوجه به وجود بندر به شکل زیاد، متوسط و کم طبقه بندی می‌شوند. در بخش معادن، به جمع آوری اطلاعات مهم معادن پهنای ساحلی پرداخته شد. معادن کل استان بوشهر به تعداد۱۴۷معدن موجود شامل سنگ لاشه، سنگ گچ، سنگ نمک، معدن مارن، سنگ آهک، وریزه کوهی و مرمر است. با توجه به گستره معادن منطقه، پهنه ای که زیر۲معدن در محدوده داشته باشد، خطرپذیری کم، بین۲تا۴ متناسب با خطرپذیری متوسط و بالای ۵ معدن در پهنه موجود باشد، خطرپذیری زیاد در نظر گرفته می‌شود. همچنین صیدگاه‌ها شامل حوزه‌های صید ماهی، مناطق آبزی‌پروری، سایت پرورش ماهی و مراکز تخلیه صید مورد مطالعه قرارگرفت. کلاسه‌بندی شیلات براساس گزارشات آماری درصورت بهره‌برداری از حداقل ۳ مورد از زیرساخت‌ها برابر با خطرپذیری خیلی زیاد،۲ مورد متناسب با خطرپذیری زیاد، گزارش ۱ مورد خطرپذیری متوسط و عدم وجود ظرفیت ماهیگیری قابل توجه خطرپذیری کم لحاظ می‌گردد. در این میان با بهره‌گیری از تحلیل سلسله مراتبی وزن هریک از بخش‌های زیرمعیار منابع ساحلی محاسبه گردید[۱۴و۱۶].

زیرساخت‌های دسترسی که به موجب آن امکان اقدامات پاکسازی در صورت وقوع ریزش‌های نفتی فراهم می‌گردد در مناطق ساحلی استان بوشهر شامل فرودگاه‌ها، بنادر و مسیرهای دریایی، راه‌های زمینی و امکانات راهبری هستند. امکان بهره‌گیری از این موارد که به عنوان موارد دسترسی مطرح می‌گردند، به واسطه اقدامات عملیاتی و کاهش آسیب‌ها، خطرپذیری به ریزش‌های نفتی را در پهنای مورد نظر کم‌تر می‌نماید. گردشگری از نقطه نظر ارزشمندی منطقه ساحلی از لحاظ وجود مکان‌های تاریخی و فرهنگی که اهمیت زیادی در توسعه صنعت گردشگری دارند و همچنین امکانات تفریحی ساحلی در منطقه بررسی می‌شوند. بر این اساس وجود این دست ظرفیت‌های گردشگری در پهنه‌هایی از سواحل استان بوشهر موجب افزایش خطرپذیری می‌شوند[۱۵و۱۶].

۴-۵- وضعیت آلودگی

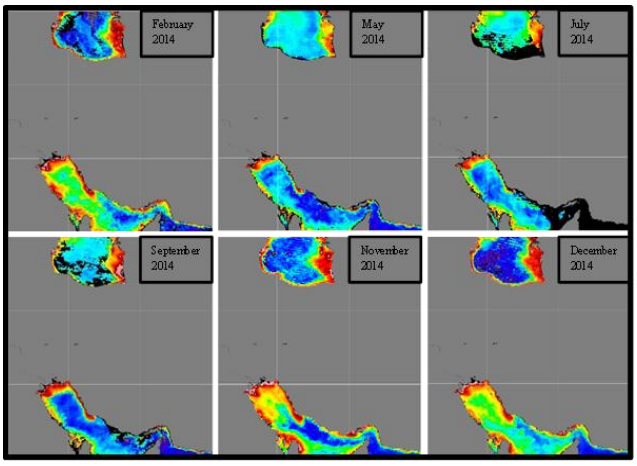
این لایه بر مبنای اطلاعات نقشه احتمالاتی توزیع شکل که در مطالعه‌ای در سال۲۰۱۵ انجام گرفته[۱۷].و با ملاحظه اطلاعات حاصله از سنجش ماهواره‌ای تهیه می‌شود. بر این اساس احتمال ریزش در نقاط مختلف مشرف به ساحل استان بوشهر که در ۴ رده تقسیم بندی شده است و همچنین ملاحظه غلظت سطحی کربن بر مبنای اطلاعات ماهواره‌ای، خط ساحلی به پاره‌های تخصیص یافته از این اطلاعات در محیط GIS منجر می‌شود(شکل۱۰).

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

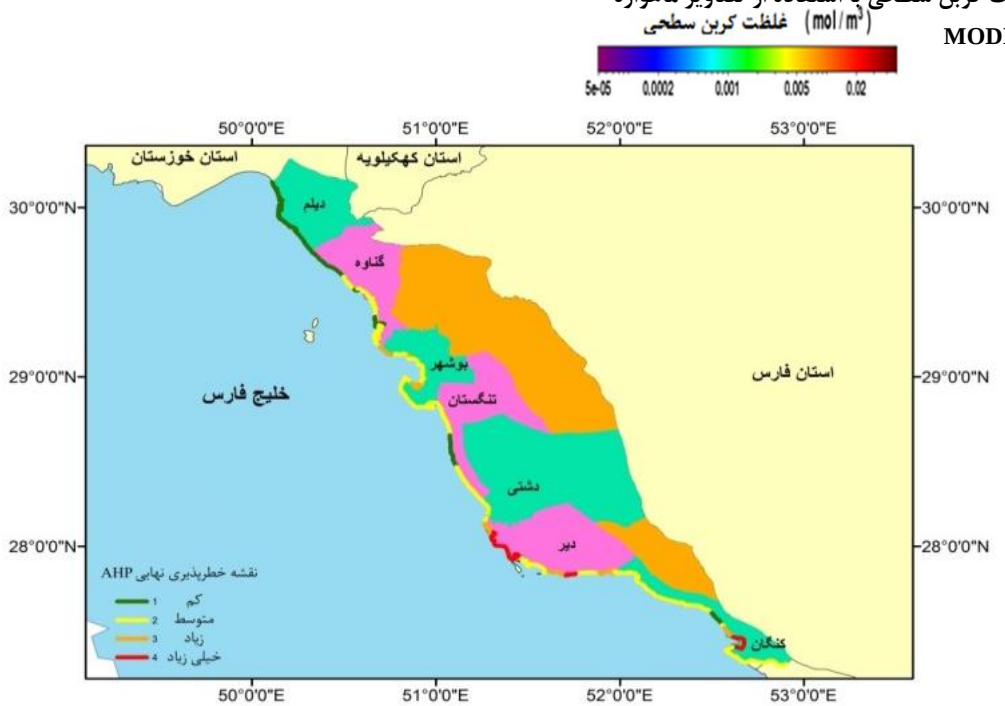
[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

۶-۴ تلفیق و تولید نهایی نقشه خطرپذیری

نقشه‌ی خطرپذیری ابتدا به ازای مولفه‌های بیان شده بر مبنای طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور[۱۴]، در کلاس های-خطرپذیری خیلی‌زیاد، زیاد، متوسط و کم تولید شده و پس از انجام فرآیند وزن‌دهی لایه‌ها در دو مدل AHP و ANP در محدوده سواحل استان بوشهر به ازای تلفیق روش هم‌پوشانی شاخص درفضای Arc GIS انجام می‌گیرد. نقشه نهایی خطرپذیری به ریزش‌های نفتی مدل AHP در شکل۱۱ و نقشه نهایی خطرپذیری به ریزش‌های نفتی مدل ANP در شکل۱۲ در سواحل استان بوشهر نشان داده شده است[۷].



شکل۱۰- نقشه غلظت کربن سطحی با استفاده از تصاویر ماهواره TERRA گیرنده MODIS



شکل۱۱- نقشه‌ی خطرپذیری نهایی مدل AHP در سواحل استان بوشهر



شکل۱۲- نقشه‌ی خطرپذیری نهایی مدل ANP در سواحل استان بوشهر

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

۵- بحث و بررسی

بر این اساس در میان معیارهای اصلی با توجه به تفاوت ساختار دو روش که توضیح داده شد، ضرایب اهمیت نرمال متفاوت است، هرچند در تبیین اولویت‌ها، پاسخ ها یکسان می باشد، که بنابراین به ترتیب بر اساس اولویت معیارهای بیولوژیک، اجتماعی اقتصادی، وضعیت آلودگی و فیزیک ساحل در مناطق ساحلی اهمیت دارد.

همچنین در سطح زیرمعیارها بی‌همتایی، جمعیت انسانی،منابع ساحلی، ارزندگی زیستگاه و سایر مولفه‌ها بر اساس ضرایب اهمیت نسبی در دسته‌ها به ترتیب در اولویت هستند. هرچند اولویت‌ها تا حد زیادی در هر دو روش یکسان است، ولی تقاوت هایی در میزان وزن و اهمیت هر مولفه موجود است. این تقاوت ها، حاصل کنش های درونی مولفه‌ها است، همچنان که اشاره شد. در نهایت با ملاحظه ضرایب و ترتیب اولویت‌ها در جدول مقایسه ای (جدول۲) که به صورت نرمال شده نمایش داده شده است، تفاوت‌های ساختاری دو روش در مواجه با مدل خطرپذیری مناطق ساحلی به آلودگی نفتی مشاهده می‌شود که با ملاحظه این بازخورها و ارتباطات افزون‌تر، به ازای روش تحلیل شبکه ای، با توجه به ساختار مساله، و همچنین ارزیابی های مشابه در منطقه در بحث حساسیت نوار ساحلی استان بوشهر[۱۸] نتایج مطابق با واقعیت مطالعات است. در نهایت بهره‌گیری مدیران و تصمیم‌گیران دریایی با ملاحظه اولویت‌بندی عوامل موثر در خطرپذیری مناطق ساحلی در جهت برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات پیشگیرانه و همچنین عکس‌العمل های لازم در مواجهه با ریزش نفتی بنا بر بررسی مطالعه فوق امری قابل ملاحظه است.

با یررسی نتایج حاصل از دو مدل میزان خطرپذیری خط ساحلی مدل در استان بوشهر با توجه به طول خط ساحلی، کلاس خطرپذیری و نسبت‌ها مطابق جدول۳ بیان می‌گردد.

بخشی از جنوبی‌ترین دهستان ساحلی، دهستان نایبند و بخش کوچکی از عسلویه (مرز پارک ملی – دریایی نایبند) و از سویی دیگر دهستان بردخون و منطقه حفاظت شده‌ی مند از جمله مناطقی با خطرپذیری خیلی زیاد محسوب می‌شوند. قابل ذکر است، بخش‌های شمالی دهستان عسلویه ، دهستان طاهری و حومه کنگان، حومه‌ی جنوبی بردخون و بخش شمالی بوشهر و همچنین دهستان انگالی از شهرستان بوشهر دارای خطرپذیری زیاد است.

جدول۳- خطرپذیری نهایی به ریزش‌های نفتی در سواحل استان بوشهر با ملاحظه میزان و نسبت پاره‌های ساحلی

کلاس خطرپذیری نهایی	میزان طول خط ساحلی(Km)		نسبت طول خط ساحلی(به درصد)	
	AHP	ANP	AHP	ANP
خیلی زیاد	۵۲/۲	۵۵/۶	٪۹/۲	٪۹/۸
زیاد	۹۴/۶	۱۵۸/۹	٪۱۶/۵	٪۲۷/۶
متوسط	۲۹۸/۹	۲۴۷/۸	٪۵۲/۱	٪۴۳
کم	۱۲۷/۷	۱۱۰/۷	٪۲۲/۲	٪۱۹/۶

با توجه به تحلیل بکارگیری این دو مدل در تعیین خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی، با عنایت به پوشش گسترده‌تر روابط در تحلیل فرآیند شبکه‌ای و در عین حال افزایش نه چندان قابل توجه زمان حل مساله، لزوم بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه-ای درارزیابی خطر پذیری سواحل دیده می‌شود.

مطالعه‌ی فوق، می تواند به عنوان طرح ارزیابی جامع خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی در چارچوب مطالعات مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی[۷] ، به صورت دستورالعمل برای مدیران و تصمیم‌گیران کشور مورد استفاده قرارگیرد.

کلید واژگان

۱-NOAA
۲-ESI
۳-AHP method
۴-ANP method
۵-GIS
۶-Hazard Line
۷-ICZM

۵- منابع:

1-Danehkar, A., (1999), Coastal Area Management and Environmental Assessment Coastal regions sensitivity, Journal of Environment, Vol.24

2-Sharifipour, R.,Danehkar, A.,(2004), Determination of Ecological Susceptibility of the Boushehr Province Shoreline in the Northern Persian Gulf, Journal of Environmental Scienes, Iran, Vol.2, No.7, Spring, pp. 45-52

3-De Andrade, M., Szlafsztein, S.(2010), socioeconomic and natural vulnerability index for oil spills in an Amazonianharbour: A case study using GIS and remote sensing, Journal of Env. Management, Vol.91, p78-86

4- NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration (2002)

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]

5-Hadipour, V., Vafai, F., (2015) ,Presentation a Fuzzy Model to Determine Shoreline Sensitivity due to Oil Spill, Journal of Eng. Ferdowsi, Vol.26
6-Atai M, (1389), Multi-Criteria Decision Making, Ch. 2,8,9
7-Vafai F, Hadipour V, (October 2012),
Determination of shoreline sensitivity to oil spills by use of GIS and Fuzzy model, ocean and coastal Management, Vol.94, p.123-130
8-IMO/MEPC. (2007). Identification and Protection of Special Areas and Particularly Sensitive Sea Areas. International Maritime Organization.
9-Mendoza-Cantú A, Cervantes, Orozco O, (February2011),Identification of environmentally vulnerable areas with priority for prevention and management of pipeline crude oil spills, Journal of Environmental Management,Vol.92, p.1706-1713
10-Olita A , Cucco A,(2012), Oil spill hazard and risk assessment for the shorelines of a Mediterranean coastal archipelago, Ocean & Coastal Management, Vol.57, p.44-52
11-Garcia D, Bruschi D, Cumo F, Gugliermetti F, (April2013), The Oil Spill Hazard Index (OSHI) elaboration. An oil spill hazard assessment concerning Italian hydrocarbons maritime traffic, Italy, Ocean & Coastal Management, Vol.80, p.1-11
12-Burgherr P, (2007), In-depth analysis of accidental oil spills from tankers in the context of global spill trends from all sources, Journal of Hazardous Materials, Vol.140, p.245-256
13-Azizi, M., Modarres Yazdi, M., (2013), Decision Making by Analytical Network Process, p.52-78. (In Persian)
14-PMO, JWERC, (2006), Integrated Coastal Zone Management, (In Persian)
15-PMO, JWERC, (2008), Integrated Coastal Zone Management-Environmental Management Plan, p.130-141. (In Persian)
16-Bushehr Administration, (2014), Socio-Economic Report of Bushehr Province, p.30-45. (In Persian)
17-Mokhtari S, Hosseini M, Danehkar A, Torabi M., (2015), Inferring spatial distribution of oil spill risks from proxies: Case study in the north of the Persian Gulf, Iran, Ocean & Coastal Management, Vol.116 , p.504-511
18-Sharifipour, R., (2014), physical sensitivity assessment of Bushehr Shoreline based on ESI, Journal of oceanology, Vol.23, (In Persian)

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1395.12.23.11.6]