

تعیین اولویت‌ها و تولید نقشه خطرپذیری مناطق ساحلی به ریزش‌های نفتی با مقایسه روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه‌ای – مطالعه موردی سواحل استان بوشهر

حامد خدادوست^{۱*}, فریدون وفایی^۲, وحید هادی‌پور^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های 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

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 مولفه‌های 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 بهره‌گیری از نرم‌افزار Expert choice برای فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی 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.

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 شبکه‌ای،

دلفی

سواحل استان بوشهر

GIS

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 Vafai², Vahid Hadipour³

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.

۱ - مقدمه

و زیرمعیارهای مساله و در نتیجه به مقایسه پاسخ‌های این دو روش پرداخته می‌شود.

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 می‌پردازد. در بخش اول تعیین معیارها و زیرمعیارهایی که خطرپذیری خطوط ساحلی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، انجام می‌گیرد. 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 تصمیم‌گیری 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 می‌گیرد. درنهایت در بخش پایانی به تحلیل نتایج حاصل از تکنیک‌های ارزیابی چند معیاره پرداخته که طی آن مقایسه نتایج حاصل شده و تفاوت‌های موجود در راه حل‌ها پرداخته می‌شود.

۳- تعیین معیارها و زیرمعیارهای موثر

۳-۱-۱- گزارشات راهنمای شاخص حساسیت محیط زیستی
شاخص حساسیت محیط زیستی^۲ به صورت نقشه‌هایی که جز یکپارچه ای از برنامه ریزی و واکنش در ارتباط با ریزش‌های نفتی از سال ۱۹۷۹ میلادی، در روزهایی که اولین نقشه‌هایی حساسیت محیط زیستی همزمان با مواجهه با لکه نفتی حاصل از حادثه فوران چاه نفتی در خلیج مکریک تهیه گردید. از آن زمان اطلس نقشه‌های 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 اولویت‌های حفاظت استفاده می‌شود.^[۴]

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

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 پشتونه بسیار مهمی برای فعالیت‌هایی می‌یافشند، شیلات و صنایع حمل و نقل 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 بی‌رویه از منابع آب و خشکی را به طور چشمگیری تشید خواهد کرد و از آن جا که ناجیه‌های ساحلی آخرین پذیرنده آلاینده‌های خشکی و دریابی است تجمع آلاینده‌ها، این مناطق را در معرض تهدید دائمی قرار می‌دهد.^[۱] بدون شک در راستای توسعه پایدار، شناخت جنبه‌های گوناگون حاکم بر این گونه مناطق کمک شایانی در تصمیم‌گیری 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 می‌کند و مفهومی دیگر همواره به این مطلب اشاره دارد که نگرانی‌های ناشی از تخریب محیط زیست نمی‌توانند منجر به عدم اجرای طرح‌های توسعه در محیط زیست گرددند.^[۲]

شاخص‌های خطرپذیری انسانی، اجتماعی و طبیعی برای آلودگی‌های نفتی در مناطق مختلف جهان انجام می‌گیرد. در منطقه دریابی آمازون، بنا به تنوع وسیع فعالیت‌های انسانی و خدمات و میزان قابل توجه آلودگی نفتی ناشی از فرآیندهای حمل و نقل و انتباشت 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 جمع آوری شاخص‌های موثر بر خطرپذیری مناطق ساحلی با بهره‌گیری 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. درنهایت با به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای به تشکیل ضرایب اهمیت و اولویت معیارها

جدول ۱ - معیارها و زیرمعیارهای خطرپذیری مناطق ساحلی

زیرمعیارها	معیارها	هدف
هیدرودینامیک	فیزیک ساحل (مشخصات ساحلی)	بنیادی بنیادی بنیادی
جنس ساحل		
شیب ساحل		
باد		
ازرندگی	منابع بیولوژیک	
بی همتایی		
یکپارچگی		
منابع اجتماعی-اقتصادی	جمعیت انسانی	
منابع ساحلی		
سطح دسترسی		
گردشگری		
حجم آلودگی	وضعیت آلودگی	
فاصله آلودگی		

۱-۲-۲ 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 مورفوژی 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 عموماً 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 معمولاً 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 بر حسب 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 نظر اثر 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 ژئومورفوژیک ساحل نفوذپذیری کمتری داشته باشد، ماندگاری نفت کاهش می یابد. پاکسازی نفت در مناطق نفوذپذیر ساحلی بسیار مشکل است.

می شود. در بخش مشخصات ساحلی، شاخص های اساسی ساحلی که مولفه های فیزیکی ساحل، شامل هیدرودینامیک امواج، شیب ساحل، جنس و مورفوژی ساحل منظور گردیده اند. در بخش منابع بیولوژیک بر مبنای اهمیت تمرکز جمعیتی گونه ها در منطقه، شرایط حیاتی برخی گونه های در فصول خاص در نقاط ساحلی، تولید مثل، مناطق حیاتی با اهمیت مهاجرت برخی گونه ها، 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 گردد. [۵]

۲-۱-۲ روش دلفی

روش دلفی یک فرآیند مبتنی بر ساختار ارتباط گروهی است که طی آن با بررسی نگرش ها، 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 و ج 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 اثرباری 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، شاخص های نهایی در مساله خطرپذیری خطوط ساحلی تنظیم گردید.

۲-۲ تعیین نهایی معیارها و زیر معیارهای موثر

طبق این بررسی ها 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 ریزش های نفتی است، توجه به وضعیت عامل خطر تحت عنوان شاخص چهارم به مفهوم ملاحظه شرایط منع آلودگی نفتی به واسطه نحوه گسترش آلودگی نیز مورد ملاحظه قرار گرفت.

درنهایت بر مبنای تصمیم گیری 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.

۲-۲-۴ وضعیت آلودگی

این معیار به بررسی منبع خطر می‌پردازد. 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 می‌گردند. 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 می‌کنند.^[۱۲]

۳- روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

در مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره اهمیت شاخص‌ها ارزیابی می‌شوند و گزینه‌های احتمالی از طریق تعیین سطح مورد نظر برای معیارهای یا از طریق مقایسه‌های زوجی معیارهای گزینه‌ها صورت می‌گیرد. 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 ضرب اهمیت شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی^۳ و تحلیل شبکه‌ای^۴ انجام می‌گیرد.^[۱۳]

۱-۳ روش تحلیل سلسله مراتبی

از جمله روش‌های پرکاربرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که در سال ۱۹۸۰ توسط محققی به نام توماس ساعتی استاد دانشگاه پیتسburgh ارائه شد. این روش که منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است، تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد که تعامل بین معیارهای مختلف را در موقعیت‌های پیچیده و غیرساختاری، ارائه دهد. این تکنیک، تصمیم‌گیری را از طریق سازماندهی احساسات، ادراک، برآوردها و قضاؤت‌ها تسهیل می‌کند و نیروهای اثرگذار بر تصمیم را شناسایی می‌کند.^[۱۴]

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.

باد به جز عملکرد مشخص در فرآیند انتشار آلودگی، به شکل عامل دفع آلودگی از خطوط ساحلی و بازگردان به سمت دریا نیز رفتار می‌کند. 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 زیستگاه‌های حیاتی مناطق ساحلی، بررسی شرایط بیولوژیکی منطقه ساحلی با رویکرد حساسیت سنجی به آلودگی نفتی ضروری است. براین اساس با توجه به نگاه مت مرکز حفاظتی، بر اساس دو اصل ارزش زیست محیطی و یکپارچگی اکوسیستم معیارها تنظیم گردید.^[۸] با این ملاحظه سه معیار عمومی کلیدی برای تبیین نمای بیولوژیک منطقه مشخص شد که شامل ارزندگی، بی‌همتایی و یکپارچگی است. ارزندگی به مفهوم فراوانی و تنوع زیستی زیاد نشانگر عدم اثر مخاطره در تاریخ این تنوع و گستره زیستی به حضور گونه‌های نادر و تحت محدوده بوده است. بی‌همتایی به حضور گونه‌های ارزندگی خطر انقراض اشاره دارد. حساسیت این گونه مناطق عمدها حفاظت شده، بالاست و از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکپارچگی برای تشخیص میزان تغییرات عامل مخاطره در گستره محیط زیستی بیان می‌گردد.^[۹]

۳-۲-۲ منابع اجتماعی- اقتصادی

منابع اجتماعی اقتصادی مجموعه معیارهای است که تحت اثر آلودگی نفتی امکان خطرپذیری سلامت انسان‌ها، فعالیت‌های ایشان و تاسیسات مرتبط با آن‌ها می‌رود. از این روی شناخت و اولویت‌بندی مراکز جمعیتی انسانی، فعالیت‌های اقتصادی مهم، سطح دسترسی و ارزش‌های گردشگری در گستره خطوط ساحلی بسیار اهمیت دارد. براین اساس ۴ معیار این بخش شامل جمعیت انسانی، منابع ساحلی، سطح دسترسی و گردشگری بررسی گردید. جمعیت انسانی از نظر اهمیت خطیر سلامت جامعه انسانی ساکن در مناطق ساحلی موضوعیت دارد.

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

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 مقایسه‌ی زوجی استفاده می شود. ماتریس مقایسه‌ی زوجی است که سلسله مراتبی ورودی روش درایه‌های آن بیان‌کننده‌ی میزان اهمیت نسبی معیارها می باشد. پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی، نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه تعیین و در صورت قابل قبول بودن قضایت‌ها، وزن هر کدام از معیارها به دست می آید. برای محاسبه‌ی وزن، ابتدا ماتریس مقایسه تشکیل و پارامترها به صورت دوتایی با هم مقایسه و اهمیت نسبی آن‌ها سنجیده می شود. رابطه (۱) محاسبه وزن به ازای روش بردار ویژه را نشان می دهد.

$$W \cdot w = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda \cdot w \quad (1)$$

در رابطه (۲)، λ یک مقدار ویژه، W ماتریس مقایسه زوجی و w یک بردار ویژه متناظر با مقدار ویژه λ که یک ماتریس $n \times n$ است. شاخص ناسازگاری (۱)، براساس رابطه (۲) زیر تعریف نمود.

$$\Pi = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

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

$$(W - \lambda_{\max} I) \times w = 0 \quad (3)$$

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

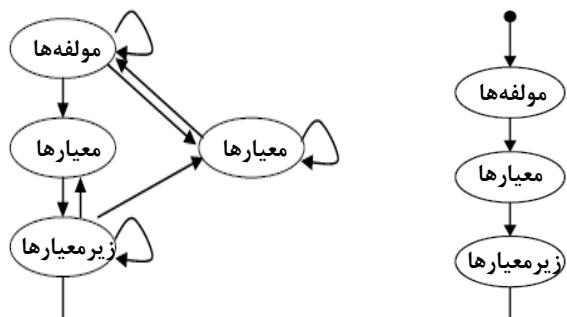
$$w = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{W^n \cdot e}{e^T \cdot W^n \cdot e} \quad (4)$$

در نتیجه ماتریس وزن دار بر اساس مقایسات زوجی تشکیل می شود. این مقایسات بر مبنای قضایت‌های زوجی در هر دو روش سلسله مراتبی و روش شبکه‌ای با توجه به ساختار برای مقایسات زوجی تشکیل می شود. در نتیجه سوپر ماتریس کلی وزن دار بر اساس مقایسه مولفه‌ها در هرسطح با توجه به رابطه مولفه‌ها با به دست آمدن بردارهای ویژه در هر جز محاسبه می گردد. شکل ۲ تشکیل سوپر ماتریس وزن دار مولفه‌ها را نشان می دهد. [۶]

۲-۳ روش تحلیل شبکه‌ای

فرایند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای از تکنیک‌های 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، خوش‌ها، عناصر، روابط بین بخش‌ها، عناصر و خوش‌ها 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 مقایسه‌های زوجی مؤلفه‌ها 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 شبکه‌ای در شکل ۱، ارتباط بین خوش‌ها را که تعیین کننده جهات تاثیرات آن‌هاست، تعیین می کند در صورتی که در بسیاری از تصمیم گیری‌ها نمی‌توان عناصر تصمیم را به صورت سلسله مراتبی مدلسازی کرد. روش تحلیل شبکه‌ای موضوع تصمیم گیری را با بکارگیری دیدگاه سیستمی همزمان با بازخورد، مدلسازی می کند. [۱۳] و [۱۴]

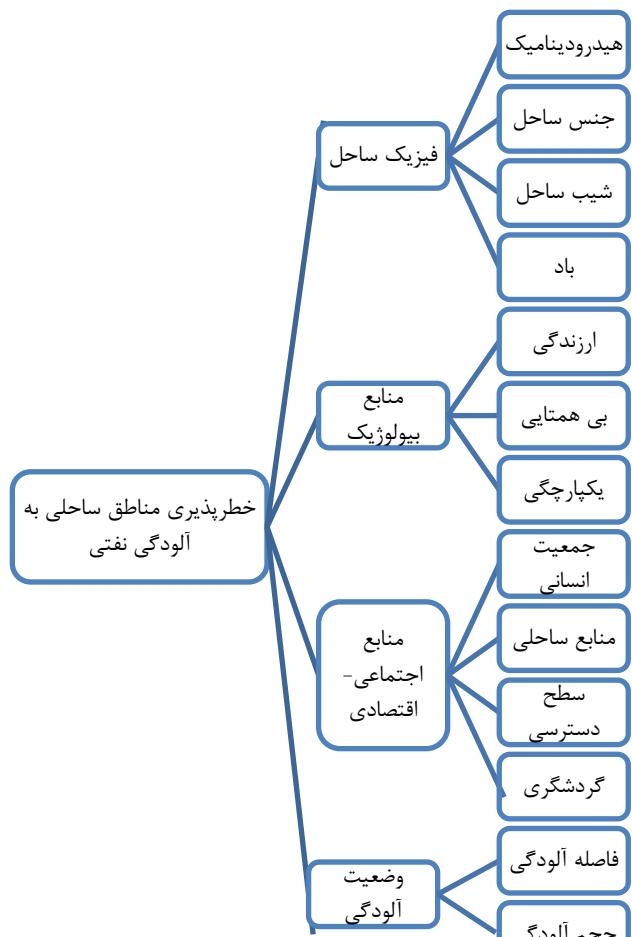
همچون روش سلسله مراتبی و با توجه به ساختار شبکه کارشناسان به بررسی تاثیرگذاری معیارها به صورت زوجی با ملاحظه هدف و عامل کنترلی می پردازند. براین اساس نمراتی بین ۹ تا ۱ شامل اهمیت برابر (متناسب با ۱) تا اهمیت بسیار زیاد (متناسب با ۹) به معیارها داده می شود. در نتیجه اهمیت‌های نسبی بر اساس روابط بین مؤلفه‌ها،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



شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی (۱-الف) و ساختار شبکه‌ای (۱-ب)

۳ روش وزن دهنده معیارها

یکی از مهمترین و مشکل ترین مراحل تصمیم گیری، مرحله‌ی وزنده‌ی به معیارهای است 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. روش‌های وزنده‌ی مختلفی برای ارزیابی اهمیت معیارها برای تصمیم گیران وجود دارد که تفاوت این روش‌ها در اصول تنوری، دقیق، سهولت کاربرد و قابل فهم بودن آن‌ها برای تصمیم گیران



شکا ۴-ساختا، سلسله مراتب، مساله:



شکل ۵- ساختار شبکه‌ای مساله:

هدف	هدف	متغیرهای اصلی	زیرمتغیرها
هدف	0	0	0
متغیرهای اصلی	W_{21}	W_{22}	0
زیرمتغیرها	0	W_{32}	W_{33}

شکل ۲- ساختار سوپر ماتریس وزن دار مولفه ها

عناصر هر سطح نسبت به هریک از عناظر 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 شکل ۳، 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.

Comparisons for Super Decisions Main Window: ANP - oil spills hazard .sdmod																					
2. Node comparisons with respect to خطبیری خطوط ساحلی																					
	Graphical			Verbal			Matrix			Questionnaire			Direct								
Comparisons wrt "خطبیری خطوط ساحلی به اولوگی نفتی" node in "criteria" cluster																					
مانع اقتصادی-چشم انداز																					
1. فروزیک ساحلی	>=0.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.95	No comp.	مانع اقتصادی-...
2. فروزیک ساحلی	>=0.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.95	No comp.	مانع اقتصادی...
3. فروزیک ساحلی	>=0.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.95	No comp.	وضمانت اولوگی
4. مانع اقتصادی-...	>=0.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.95	No comp.	مانع اقتصادی...
5. مانع اقتصادی-...	>=0.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.95	No comp.	وضمانت اولوگی
6. مانع بولوار زیستی	>=0.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=0.95	No comp.	وضمانت اولوگی

شکل ۳: نمونه مقایسات زوجی معیارها در Super Decisions 2.2

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 می باشد ساختار سلسله ای مساله در شکل ۴ تنظیم گردد. روابط در سه سطح هدف، معیارها و زیرمعیارها به صورت سلسله ای طراحی شده و سپس با استفاده از نرم افزار Expert Choice 11 محاسبه ضرایب اهمیت مولفه ها انجام گرفت. برای اجرای مدل تحت روش تحلیل شبکه ای در ابتدا ساختار شبکه ای در شکل ۵ شامل روابط سلسله ای، روابط عرضی و روابط درونی مولفه ها تشکیل شد. سپس با بهره گیری از نرم افزار Super Decisions 2.2 محاسبه ضرایب اهمیت مولفه ها صورت پذیرفت.

صنعتی در معیار اجتماعی اقتصادی تاثیر متقابلی بر ضرایب بیولوژیک منطقه می‌گارد.

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.

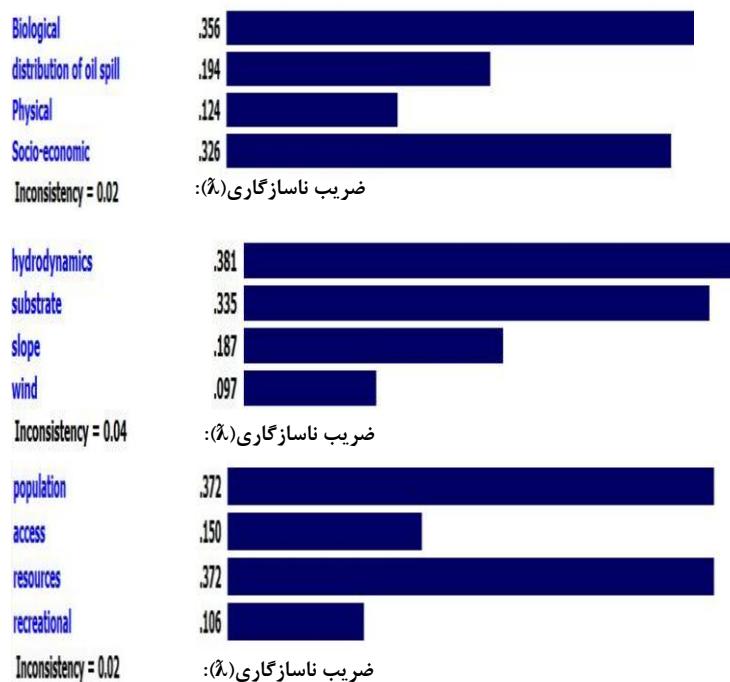


شکل ۷- اولویت بندی و ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در فرآیند تحلیل شبکه‌ای در محیط Super Decisions2.2

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

این جدول پس از نرمالایز کردن ضرایب اهمیت هر دو روش در دسته‌های معیارها و زیرمعیارها، اولویت بندی مولفه‌ها در ارتباط با خطرپذیری خطوط ساحلی به آلودگی نفتی شکل می‌دهد.

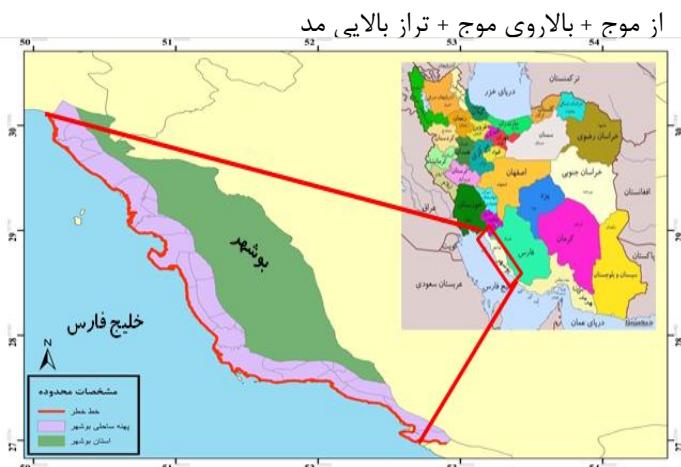
محاسبه ضرایب اهمیت و در نتیجه اولویت‌های مناطق ساحلی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی بر اساس طراحی ساختار سلسله‌ای شاخص‌ها به کمک نرم افزار Expert Choice11 انجام گرفت.(شکل ۶) همچنین این ضرایب و اولویت‌های مربوط به آن بر مبنای شبکه ترسیم شد و شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions2.2 محاسبه گردید.(شکل ۷) براین اساس با توجه به ساختار متفاوت دو روش که در حالت فرآیند تحلیل شبکه‌ای روابط بین معیارها علاوه بر شکل سلسله مراتبی، دارای روابط عرضی و درونی نیز است. این مهم با توجه به معیار کنترلی 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.



شکل ۶: اولویت بندی و ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در فرآیند سلسله مراتبی در محیط Expert Choice11

نکته بعدی بررسی استقلال شاخص‌های است. 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 بروی شرایط اقتصادی منطقه از جمله صنایع شیلات و همچنین سلامت جمعیت انسانی تاثیر خواهد داشت. همچنین گسترش فعالیت‌های

تراز خط خطر در جنوب کشور(خليج فارس و دریای عمان):
خیزآب ناشی از تغییرات فشار+خیزآب ناشی از باد + خیزآب ناشی



۲-۴- فیزیک ساحل

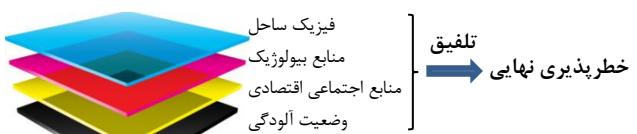
زیرمعیارهای مربوط به فیزیک ساحل در بررسی خطرپذیری سواحل استان بوشهر شامل انرژی هیدرودینامیکی امواج، لندفورم و جنس ساحل، شیب ساحل و باد هستند. با توجه ESI در مورد انرژی امواج بر اساس میانگین ارتفاع مشخصه امواج در طول دوره بیش از یک سال مدد نظر قرار می‌گیرد. بر این مبنای اطلاعات ارتفاع امواج در ۲۰۰ منطقه نزدیک ساحل (فاصله حداقل ۱۵ کیلومتری) به ازی میانگین ارتفاع مشخصه امواج ۵ ساله، ۲۰ ساله و ۵۰ ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. در نتیجه اثر انرژی امواج که به ازای میزان ارتفاع مشخصه محاسبه می‌شود، در ناحیه‌های ساحلی به صورت ارتفاع مشخصه محاسبه می‌شود، در ناحیه‌های ساحلی به صورت لندفورم و جنس ساحلی و جنس ساحل از نظر مفهوم نفوذپذیری آلدگی 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 صخره‌ای، سواحل گلی و جزر و مدی دیده می‌شود. 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 آلدگی در مناطق ساحلی نیز موثر است

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

بخش‌ها	مولفه‌ها	AHP	ANP
فیزیک ساحل		۰/۱۲۴	۰/۱۰۶
بیولوژیک		۰/۳۵۶	۰/۳۹۳
اجتماعی-اقتصادی		۰/۳۲۶	۰/۳۶۶
وضعیت آلدگی		۰/۱۹۴	۰/۱۳۵
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، کلاسه‌بندی 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 خط خطر ریزش نفتی شکل^۶، در محیط Arc GIS 10.2.2 و با ملاحظه وزن‌های روش‌ها ارائه می‌گردد^[۷].



شکل ۸- روندnamای 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(شکل ۹). لذا برای تعیین کد ارتفاعی خط خطر، بالآمدگی آب در اثر هر یک از عوامل فوق محاسبه شده و کد ارتفاعی آن برای بیش از ۲۵۰ نقطه (با ز ۱۳ کیلومتری) نسبت به تراز متوسط آب دریا تعیین شده است.

آوری اطلاعات مهم معادن پهنهای ساحلی پرداخته شد. معادن کل استان بوشهر به تعداد ۱۴۷ معدن 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 زیر ۳ معدن در محدوده داشته باشد، خطرپذیری کم، بین ۲ تا ۴ 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 آبزی پروری، سایت پرورش ماهی و مراکز تخلیه صید مورد مطالعه قرار گرفت. کلاسه‌بندی شیلات براساس گزارشات آماری در صورت 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 طرفیت ماهیگیری از تحلیل سلسله مراتبی وزن هریک از این میان با بهره‌گیری از تحلیل سلسله مراتبی وزن هریک از بخش‌های زیرمعیار منابع ساحلی محاسبه گردید [۱۴ و ۱۵].

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 دریابی، راه‌های زمینی و امکانات راهبری هستند. امکان بهره‌گیری از این موارد که به عنوان موارد دسترسی مطرح می‌گردد، به واسطه اقدامات عملیاتی و کاهش آسیب‌ها، خطرپذیری به ریزش‌های نفتی را در پهنهای 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 دارد 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 [۱۵ و ۱۶].

۴-۵- وضعیت آلودگی

این لایه بر مبنای اطلاعات نقشه احتمالاتی توزیع شکل که در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۵ انجام گرفته [۱۷] و با ملاحظه اطلاعات حاصله از سنجش ماهواره‌ای تهیه می‌شود. بر این اساس احتمال ریزش در نقاط مختلف مشخص 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 (شکل ۱۰).

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

۴-۶- 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 می‌شود [۱۵]. در سواحل استان بوشهر بر اساس مطالعات انجام شده در طرح مدیریت محیط زیستی، اطلاعات منابع بیولوژیک در خط خطر تولید شده است.

۴-۷- منابع اجتماعی-اقتصادی

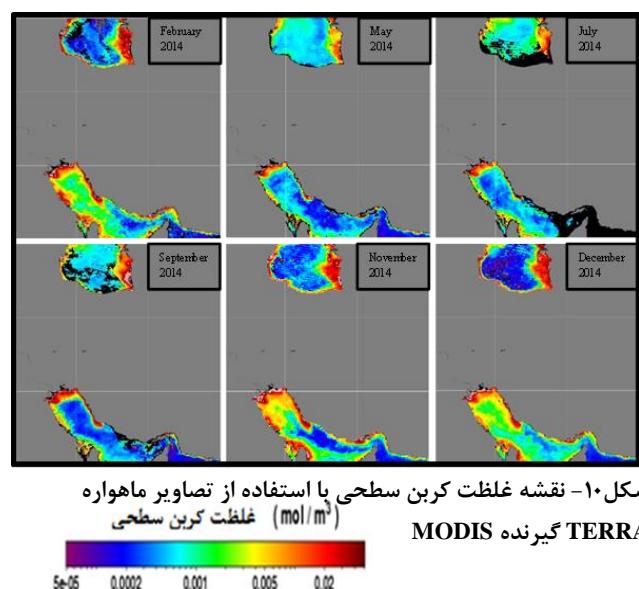
در مناطق ساحلی استان بوشهر، زیرمعیارهای جمعیت انسانی به مفهوم اهمیت ارزش‌های بهداشتی و سلامت انسان‌ها، منابع و صنایع ساحلی به مفهوم مناطقی که اهمیت اقتصادی و صنعتی دارند، سطح دسترسی به معنی وجود زیرساخت‌های ترابری و امکانات موجود جهت اقدامات پاکسازی و گردشگری به معنی ارزش‌های تاریخی و فرهنگی که با گسترش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

جمعیت کل استان بوشهر طبق آمار سال ۹۰، به میزان ۱۰۳۲۹۴۹ نفر است. در مناطق ساحلی استان بوشهر تمرکز جمعیتی به ترتیب در شهرهای بوشهر، بندرگنگان، بندرگناوه، بندردیلم و نخل تقی است و شهرهای دیگر ساحلی زیر ۱۰۰۰۰ نفر 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، ۲ تا ۴ منطقه صنعتی برابر خطرپذیری متوسط و کمتر از ۲ خطرپذیری کم را نشان می‌دهد. بنادر استان که کاربری‌های متنوعی همچون تجارتی، تفریحی، نظامی و... داشتند، در طول خط ساحلی برداشت شد. در پهنه‌ها با توجه به وجود بندر به شکل زیاد، متوسط و کم طبقه بندی می‌شوند. در بخش معادن، به جمع

۶-۴ تلفیق و توپلید نهایی نقشه خطرپذیری

نقشه‌ی خطرپذیری ابتدا به ازای مولفه‌های نفتی با برآورد شده بر مبنای طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور [۱۴]، در کلاس‌های خطرپذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم توپلید 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 برآورد نفتی مدل AHP در شکل ۱۱ و نقشه نهایی خطرپذیری به برآورد نفتی مدل ANP در شکل ۱۲ در سواحل استان بوشهر نشان داده شده است [۷].



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، پاسخ‌ها یکسان می‌باشد، 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 تفاوت‌هایی در میزان وزن و اهمیت هر مولفه موجود است. این تفاوت‌ها، حاصل کنش‌های درونی مولفه‌ها است، همچنان که اشاره شد. در نهایت با ملاحظه ضرایب و ترتیب اولویت‌ها در جدول مقایسه‌ای (جدول ۲) که به صورت نرمال شده نمایش داده شده است، تفاوت‌های ساختاری دو روش در مواجه با مدل خطرپذیری مناطق ساحلی به آلوگی نفتی مشاهده می‌شود که با ملاحظه این بازخورها و ارتباطات افزون‌تر، به ازای روش تحلیل شبکه‌ای، با توجه به ساختار مساله، و همچنین ارزیابی‌های 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 عکس‌العمل‌های لازم در مواجهه با ریزش نفتی بنا بر بررسی مطالعه فوق امری قابل ملاحظه است.

با بررسی نتایج حاصل از دو مدل میزان خطرپذیری خط ساحلی مدل در استان بوشهر با توجه به طول خط ساحلی، کلاس خطرپذیری و نسبت‌ها مطابق جدول ۳ 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.

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 Sciences, 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)

- 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)
- 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