



Original Research Paper

Ranking of coastal strip of Gilan Province in terms of sensitivity to oil spills

*Sadigheh Jahangiri*¹, *Mahnaz Mirza Ebrahim Tehrani*^{*1}, *Masoud Torabi Azad*², *Seyed Ali Jozi*¹

¹Department of Environment, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

²Department of Physical Oceanography, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Key Words

Oil spills
Gilan
Environmental Sensitivity
Index
WLC

Abstract

Introduction: Oil pollution is an important environmental issue that can destroy marine and coastal ecosystems. The purpose of this study was to rank the coastal strip of Gilan province in terms of sensitivity to oil spills. First, the main criteria affecting oil spills on the coast were identified.

Materials & Methods: Required data through field studies and surveillance by GPS device, topographic maps of 1:25000, maps of protected areas, satellite images, data of Industry, Mining and Trade Organization and etc. were collected. After mapping for each criterion, they were standardized by fuzzy method and combined using WLC method.

Result: The results showed that for low, medium and high degrees of sensitivity, 14, 36 and 50% of the coastline are involved, respectively. The high sensitivity is mostly related to the eastern part of the coast, which is located along the rivers. Low sensitivity is also located on the seafront on granular to medium sandy beaches. In order to validate the WLC method, the longitudinal profile of the shore was prepared based on the sensitivity to oil spills. The position of the peaks of the longitudinal profile of the coast in terms of sensitivity to oil spills was extracted and with field studies, the criteria affecting the sensitivity of the coast at each point were investigated.

Conclusion: The results showed that the error of the WLC method is less than 5% and in other words, this method can be trusted with 95% confidence.

* Corresponding Author's email: Tehrani_mah@iau-tnb.ac.ir

Received: 7 July 2020; Reviewed: 17 September 2020; Revised: 19 October 2020; Accepted: 20 November 2020

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.254370.2389

رتبه‌بندی نوار ساحلی استان گیلان از نظر حساسیت به ریزش‌های نفتی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی

صدیقه جهانگیری^۱، مهناز میرزا ابراهیم‌طهرانی^{۱*}، مسعود ترابی‌آزاد^۲، سیدعلی جوزی^۱

^۱ گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
^۲ گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

ریزش‌های نفتی

گیلان

حساسیت محیط زیستی

WLC

مقدمه: آلودگی نفتی یک مسئله مهم محیط زیستی است که می‌تواند اکوسیستم‌های دریایی و ساحلی را تخریب کند. هدف از این پژوهش رتبه‌بندی نوار ساحلی استان گیلان از نظر حساسیت به ریزش‌های نفتی بود.

مواد و روش‌ها: داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات میدانی و برداشت توسط دستگاه GPS، نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های مناطق حفاظت شده سازمان حفاظت محیط زیست، تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های سازمان صنعت، معدن و تجارت استان گیلان و غیره جمع‌آوری گردید. بعد از نقشه‌سازی برای هر معیار، اقدام به استاندارد کردن آن‌ها با روش فازی گردید و با بهره‌گیری از روش WLC تلفیق شدند.

نتایج: نتایج نشان داد برای درجات کم، متوسط و زیاد حساسیت به ترتیب ۱۴، ۳۶ و ۵۰ درصد از نوار ساحلی درگیر است. درجه حساسیت بالا بیش‌تر مربوط به بخش شرقی ساحل می‌باشد که در حاشیه نواحی مصبی رودخانه‌های جاری قرار گرفته‌اند. درجه حساسیت کم نیز در حاشیه دریا بر روی سواحل شنی دانه‌ریز تا متوسط قرار دارند. به‌منظور صحت‌سنجی روش WLC پروفیل طولی ساحل بر اساس میزان حساسیت به ریزش‌های نفتی تهیه شد. موقعیت نقاط اوج پروفیل طولی ساحل از نظر میزان حساسیت به ریزش‌های نفتی استخراج گردید و با مطالعات میدانی، معیارهای موثر بر حساسیت ساحل در هر نقطه مورد بررسی قرار گرفت.

نتیجه‌گیری و بحث: نتایج نشان داد خطای روش WLC کم‌تر از ۵ درصد می‌باشد و به‌عبارتی با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان به این روش اعتماد نمود.

مقدمه

ساحل Chennai هند به انجام رساندند. ایشان برای ارزیابی خطر نشت نفت از مدل سازی در محیط GIS بهره گرفتند. Rustandi و همکاران (۲۰۲۰) در سواحل جنوبی استان Sumatera اندونزی به تهیه نقشه حساسیت محیط زیستی به عنوان استراتژی پیشگیری در برابر آلودگی نشت نفت پرداختند. ایشان با استفاده از شاخص حساسیت محیط زیستی (ESI: Environmental Sensitivity Index) و تحلیل فضایی در محیط نرم افزار GIS به نقشه نهایی حساسیت دست یافتند. Abou Samra و همکاران (۲۰۲۰) شاخص حساسیت محیط زیستی (ESI) را برای ارزیابی خط ساحل نیل در برابر نشت احتمالی نفت به کارگیری نمودند. زیرا دلتای نیل به کانال سوئز بسیار نزدیک است و یکی از مسیرهای اصلی حمل و نقل نفت در جهان است. Hernawan و Risdianto (۲۰۲۰) برای مدیریت نشت احتمالی نفت در بلوک تولید نفت و گاز استان مرکزی Kalimantan اندونزی از شاخص ESI استفاده نمودند. داده های تحقیق از طریق پیمایش میدانی و تصاویر ماهواره ای به دست آمد و در محیط GIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در سال های اخیر منابع خبری مختلف گزارش هایی مبنی بر وجود آلودگی نفتی در نوار ساحلی استان گیلان را ارائه نموده اند (سپهر و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به جهت ساعتگرد جریان های سطحی در خزر جنوبی و در عین حال حرکت عمومی آب از شمال غربی به سواحل جنوب و از جنوب شرقی به سمت شمال (علیزاده، ۱۳۸۳)، بنابراین بدیهی است که آلودگی میدان های نفتی کشور آذربایجان تحت تأثیر جهت جریان آب به سمت سواحل گیلان نفوذ نماید. از این روی این پژوهش درصدد است رتبه بندی نوار ساحلی استان گیلان از نظر حساسیت به ریزش های نفتی را با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره مکانی به انجام برساند.

مواد و روش ها

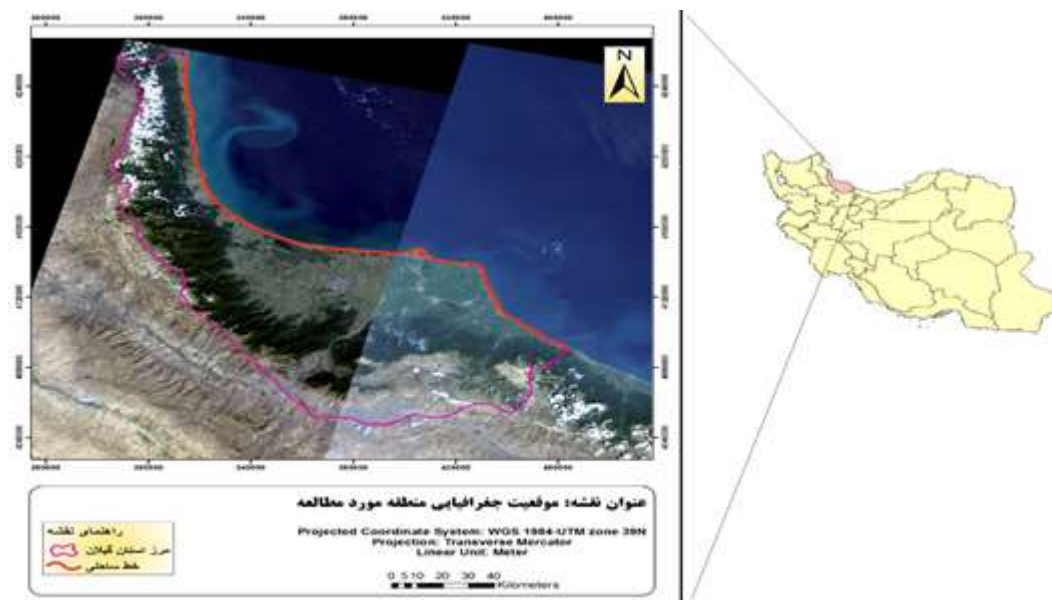
منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه نوار ساحلی استان گیلان در جنوب دریای خزر به طول ۲۷۱ کیلومتر از آستارا تا چابکسر می باشد که در بین طول شرقی ۳۱۴۱۷۳ تا ۴۶۴۷۳۱ و عرض شمالی ۴۰۹۰۷۱۲ تا ۴۲۵۶۹۰۵ بر حسب سیستم UTM (Universal Transverse Mercator) قرار گرفته است (شکل ۱).

روش تحقیق: در ابتدا با مطالعه منابع علمی معیارهای اصلی موثر بر ریزش های نفتی در ساحل شناسایی شدند. عوامل مورد استفاده عبارتند از: جنس مواد خط ساحلی، جهت شیب خط ساحلی، شیب خط ساحلی، اکوسیستم، سکونتگاه و مشخصه های اقتصادی. برای تعیین درجات حساسیت ساحل به ریزش های نفتی برای هر معیار، از جدول ۱ بهره گیری شد. به منظور نقشه سازی برای این

منطقه ساحلی محل تلاقی دو زیست بوم خشکی و دریا با مختصات فیزیکی و زیستی مستقل است که یک ناحیه انتقالی جغرافیایی مشخص را می سازد (فاطمی و همکاران، ۱۳۹۱). مناطق ساحلی نواحی پویایی از عملکرد متقابل زمین با آب و اتمسفر هستند که در عین حال تحت تأثیر تغییرات دائم طبیعی و دستکاری انسانی قرار دارند (Fattal و همکاران، ۲۰۱۰). این مناطق دارای زیستگاه ها و آبزیان حساس، منابع معدنی و تفرجگاهی قابل ملاحظه بوده و پشتوانه بسیار مهمی برای فعالیتهای معیشتی شیلات و صنایع حمل و نقل به شمار می آیند (صائب و کرمی راد، ۱۳۹۷). امروزه به دلیل بهره برداری بالا از منابع دریایی و در مقابل افزایش ورود مواد آلاینده به محیط زیست دریا از میزان توان خودپالایی اکوسیستم های دریایی کاسته شده است. آلودگی محیط زیست دریایی علاوه بر اتلاف منابع ملی سبب نابودی گونه هایی از آبزیان گشته که جبران آن امکان پذیر نیست (ستاری و همکاران، ۱۳۹۹). از عوامل مهم و آلوده کننده اکوسیستم های دریایی که تأثیرات منفی زیادی برجای می گذارد، نشت نفت ناشی از نفت کش های غول پیکر در طی حمل و نقل در اقیانوس ها و دریاها، شکستگی لوله های نفتی کف دریاها و سکوه های نفتی مستقر در دریاها می باشد (Vethamony و همکاران، ۲۰۰۷). آلودگی نفتی یک مسئله مهم محیط زیستی است که می تواند اکوسیستم های دریایی و ساحلی را تخریب کند. این یک واقعیت علمی اثبات شده است که نشت نفت می تواند تأثیرات عمیقی بر صخره های مرجانی، پستانداران دریایی، ماهیان، پرندگان، گیاهان دریایی و خطوط ساحلی بگذارد (Fox و همکاران، ۲۰۱۶؛ Stienen، ۲۰۱۷). اولین نشت نفت دریایی قابل توجه در سال ۱۹۰۷ هنگام غرق شدن تانکر TW Lowson رخ داد که ۷۴۰۰ تن نفت خام را در سواحل انگلستان آزاد کرد (Mapelli و همکاران، ۲۰۱۷). به منظور پاسخگویی منظم و سریع به چنین وقایعی انسان باید دانش محیط های ساحلی و ابزارهای مدیریت و پیشگیری را به دست آورد (Smith و همکاران، ۲۰۱۱). ارزیابی حساسیت سواحل به رخدادهای نشت نفت در دهه ۱۹۷۰ در ایلات متحده آمریکا آغاز شد (Gundlach و Hayes، ۱۹۷۸) و به دلیل توسعه سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information Systems: GIS)، تحلیل های چندمتغیره و تکنیک سنجش از دور (RS: Remote sensing) به سرعت در دهه های گذشته نمود پیدا کرد (Lorenzo و همکاران، ۲۰۰۷؛ Azevedoet و همکاران، ۲۰۰۹). محققین بسیاری به این ضرورت عملی پی برده اند و ارزیابی و رتبه بندی حساسیت سواحل به نشت نفت را به انجام رسانده اند. Kankara و همکاران (۲۰۱۶) نقشه سازی حساسیت محیط زیستی و ارزیابی خطر نشت نفت را در امتداد

شامل ArcGIS، ENVI و Google Earth تهیه و به محیط پایگاه داده زمینی وارد شدند.

معیارها، لایه‌های مورد نیاز با رعایت استانداردهای هندسی و توصیفی و تطبیق با فرمت‌های قابل قبول در محیط نرم‌افزارهای مکان‌مبنا



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱: طبقات مختلف متغیرهای مورد استفاده در ارزیابی ESI

متغیر	کم	متوسط	زیاد
جنس مواد خط ساحلی	صخره‌ای	رسوبات خوب	شنی، سازه‌های انسان ساخت
جهت شیب خط ساحلی	NE-SW	W-E	SE-NW
شیب خط ساحلی (درصد)	> ۱۰	۵-۱۰	< ۵
اکوسیستم	سواحل بایر	باتلاقی‌های نمک	تالاب‌ها، مناطق حفاظت شده
سکونتگاه	خالی	روستاها	شهرها، استراحتگاه‌ها، مناطق باستانی
مشخصه‌های اقتصادی	بدون استفاده اقتصادی	مناطق بالقوه برای فعالیت اقتصادی	بنادر، مناطق صید ماهی، مناطق صنعتی، مزرعه

و با در نظر گرفتن ضریب ناسازگاری، میانگین هندسی پرسشنامه‌های تکمیل شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۲: توابع فازی مورد استفاده برای معیارها

معیار	نوع لایه	نوع تابع فازی	نام تابع
جنس مواد خط ساحلی	کیفی	باینری	Linear
جهت شیب خط ساحلی	کیفی	باینری	Linear
شیب خط ساحلی (درصد)	کمی	کاهشی	Small
اکوسیستم	کیفی	باینری	Linear
سکونتگاه	کیفی	باینری	Linear
مشخصه‌های اقتصادی	کیفی	باینری	Linear

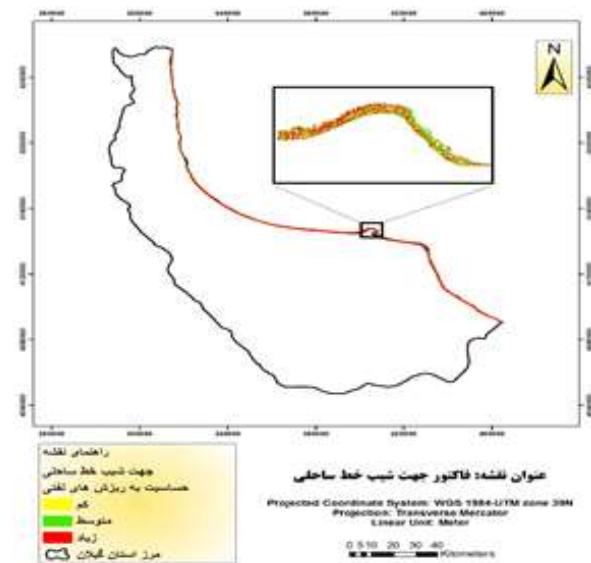
سپس تلفیق لایه‌ها به روش ترکیب خطی وزنی (WLC):
 Weighted Linear Combination) انجام شد. این روش از رایج‌ترین روش‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی است. به این تکنیک روش ساده وزن‌دهی جمع‌پذیر (Simple Additive Weighting: SAW)

جهت استاندارد کردن معیارها از روش فازی در محیط نرم‌افزار TerrSet بهره‌گیری گردید. جدول ۲ توابع مورد استفاده را نشان می‌دهد. در بسیاری از مدل‌سازی‌ها و اهدافی که به منظور تعیین سطوح حساس و پهنه‌بندی در سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام می‌گیرد عملیات انطباق یا قرار دادن لایه‌ها بر روی یکدیگر به‌عنوان یکی از مراحل اصلی در مکان‌گزینی مناطق مورد نظر صورت می‌پذیرد. با توجه به نوع هدف در هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی لازم است که به‌میزان و ضریب اهمیت هر لایه نسبت به سایر لایه‌ها توجه شود تا در هنگام جمع نمودن لایه‌ها ضریب اهمیت هر لایه مشخص و ترتیب اثر داده شود. برای تعیین وزن معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy process: AHP) بهره‌گیری گردید (باقری و همکاران، ۱۳۹۴). بدین منظور تعدادی پرسشنامه بین متخصصین محیط زیست در حوزه آلودگی توزیع شد

شیب و جهت شیب خط ساحلی را به ریزش‌های نفتی نشان می‌دهند. به منظور استاندارد کردن معیارها از روش فازی در محیط نرم‌افزار TerrSet استفاده شد. شکل‌های ۸ الی ۱۳ نقشه‌های فازی معیارها را نشان می‌دهند. بعد از اعمال وزن‌های به‌دست آمده برای هر معیار (جدول ۳)، تعیین قابلیت نهایی گزینه‌ها (پیکسل‌های نقشه) به انجام رسید. شکل ۱۴ نقشه میزان قابلیت گزینه‌ها را نشان می‌دهد. سپس با طبقه‌بندی مقدار، نقشه نهایی رتبه‌بندی نوار ساحلی از نظر حساسیت به ریزش‌های نفتی به‌دست آمد (شکل ۱۵).



شکل ۲: نقشه میزان حساسیت جنس مواد خط ساحلی به ریزش‌های نفتی



شکل ۳: نقشه میزان حساسیت جهت شیب خط ساحلی به ریزش‌های نفتی

و روش امتیازدهی (Scoring) نیز گفته می‌شود. این روش براساس مفهوم میانگین وزنی استوار است (عرفانی و همکاران، ۱۳۹۰). تصمیم گیرنده مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی هر معیار، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. مقدار قابلیت نهایی (Final Suitability) برای هر گزینه از طریق رابطه ۱ به‌دست آمد (Eastman, ۱۹۹۵):

$$S = \sum w_i x_i \prod c_j \quad \text{رابطه ۱}$$

S = میزان قابلیت، w_i = وزن هر معیار، x_i = ارزش استاندارد شده هر معیار، $\prod c_j$ = نشان‌دهنده علامت ضرب است، c_j = ارزش استاندارد شده هر محدودیت است.

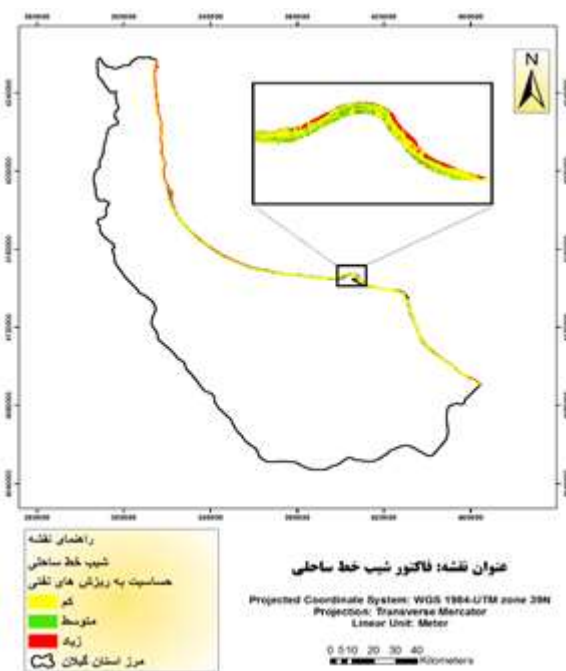
حاصل استفاده از تابع WLC نقشه‌ای است که در مرحله بعد با طبقه‌بندی مقدار، نقشه نهایی رتبه‌بندی نوار ساحلی از نظر حساسیت به ریزش‌های نفتی به‌دست می‌آید. برای تهیه نقشه حساسیت اکوسیستم به ریزش‌های نفتی از نقشه‌های مناطق حفاظت شده سازمان حفاظت محیط زیست، برداشت‌های میدانی توسط دستگاه GPS و تصاویر ماهواره‌ی لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۲۰ استفاده شد. به منظور تهیه نقشه حساسیت سکونتگاه‌ها به ریزش‌های نفتی در ابتدا براساس نقشه‌های مرز سیاسی مناطق که توسط دفتر تقسیمات سیاسی وزارت کشور تهیه شده است، اقدام به تعیین نقاط سکونتگاهی و کدگذاری آن گردید. سپس مناطق تفرجی و استراحتگاهی نیز از روی تصاویر ماهواره و تکمیل توسط مطالعات میدانی مشخص شد و در نهایت نقشه فاکتور حساسیت سکونتگاه‌ها به ریزش‌های نفتی به‌دست آمد. برای دستیابی به نقشه میزان حساسیت فاکتور فعالیت‌های اقتصادی از داده‌های سازمان صنعت، معدن و تجارت استان گیلان، اداره کل شیلات، اداره کل بنادر و دریانوردی و داده‌های مربوط به تصاویر ماهواره لندست ۸ بهره‌گیری گردید.

نتایج

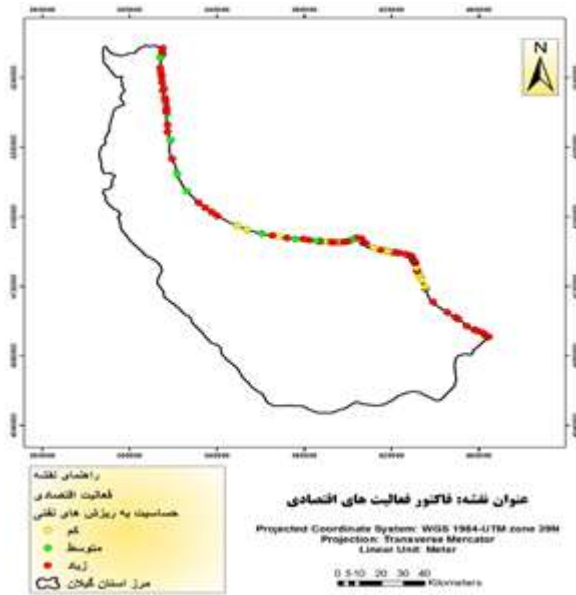
برای تهیه نقشه طبقات مختلف جنس مواد خط ساحلی از نظر ریزش‌های نفتی از مطالعات میدانی و برداشت توسط دستگاه GPS بهره‌گیری شد. بعد از اتمام برداشت‌ها و کددهی به نقاط طبق جدول ۱، فراخوان نقاط در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام شد و نقشه اولیه حساسیت جنس مواد خط ساحلی به ریزش‌های نفتی تهیه گردید (شکل ۲). برای تهیه نقشه‌های شیب و جهت شیب خط ساحلی از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور استفاده شد. در ابتدا از نقشه‌های مذکور مدل رقومی ارتفاع ساخته شد و سپس نقشه‌های شیب و جهت شیب از آن استخراج گردید. در مرحله بعد طبق جدول ۱ کلاسه‌بندی انجام شد و به طبقات مورد نظر عدد حساسیت تعلق گرفت. شکل‌های ۳ الی ۷ به ترتیب نقشه‌های حساسیت



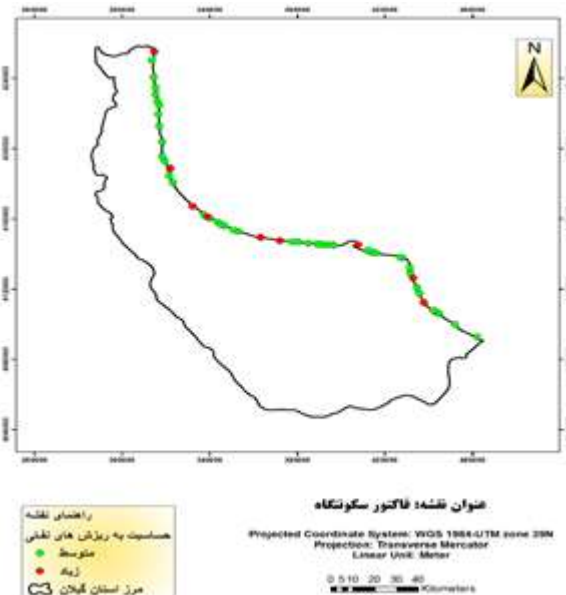
شکل ۵: نقشه میزان حساسیت اکوسیستم به ریزش‌های نفتی



شکل ۴: نقشه میزان حساسیت شیب خط ساحلی به ریزش‌های نفتی



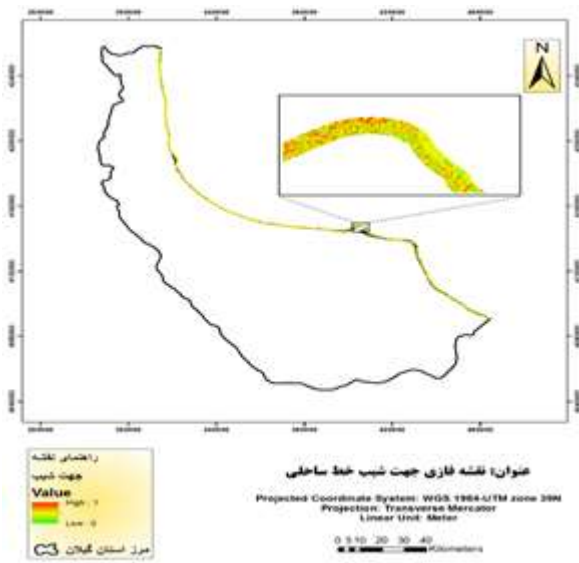
شکل ۷: نقشه میزان حساسیت فعالیت‌های اقتصادی به ریزش‌های نفتی



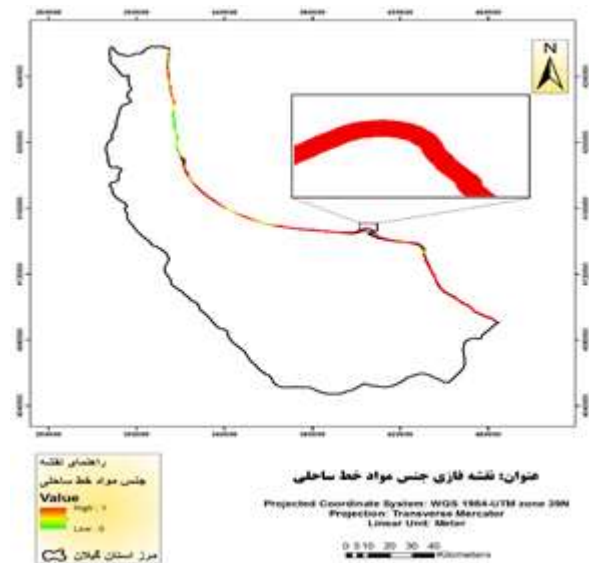
شکل ۶: نقشه میزان حساسیت سکونتگاه به ریزش‌های نفتی

جدول ۳: نتایج مربوط به وزن دهی معیارهای موثر بر ریزش‌های نفتی

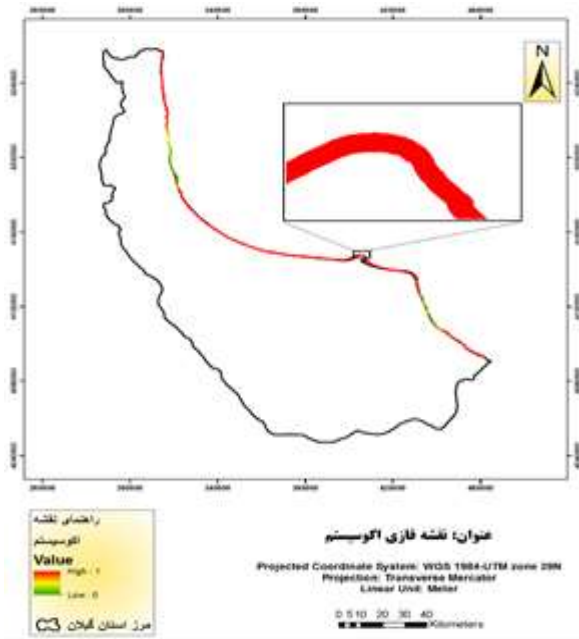
ردیف	معیار	وزن
۱	جنس مواد خط ساحلی	۰/۲۲۷
۲	جهت شیب خط ساحلی	۰/۱۰۷
۳	شیب خط ساحلی	۰/۱۱۴
۴	اکوسیستم	۰/۱۸۴
۵	سکونتگاه	۰/۲۱۷
۶	مشخصه‌های اقتصادی	۰/۱۵۱
ضریب نا سازگاری: ۰/۰۹		



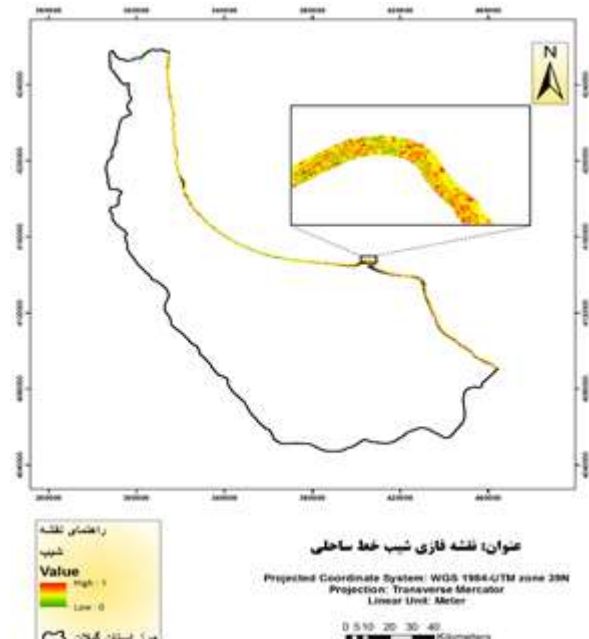
شکل ۹: نقشه فازی میزان حساسیت جهت شیب خط ساحلی به ریزش‌های نفتی



شکل ۸: نقشه فازی میزان حساسیت جنس مواد خط ساحلی به ریزش‌های نفتی



شکل ۱۱: نقشه فازی میزان حساسیت اکوسیستم به ریزش‌های نفتی

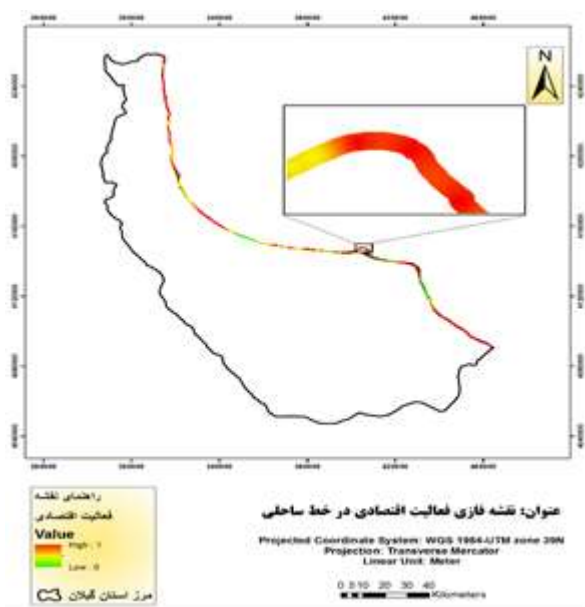


شکل ۱۰: نقشه فازی میزان حساسیت شیب خط ساحلی به ریزش‌های نفتی

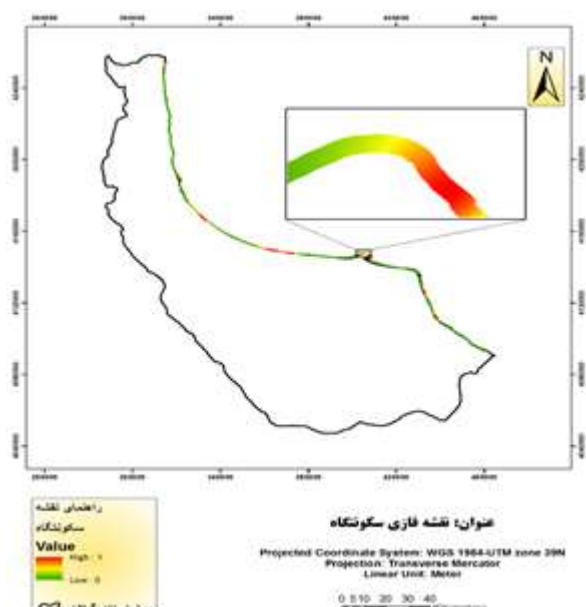
جدول ۴: درصد طبقات حساسیت نوار ساحلی استان گیلان به ریزش‌های نفتی

طول معادل (کیلومتر)	درصد	درجه حساسیت
۳۷/۹۴	۱۴	کم
۹۷/۵۶	۳۶	متوسط
۱۳۵/۵	۵۰	زیاد

درصد سهم نقاط مختلف نوار ساحلی گیلان از طبقات مختلف حساسیت به ریزش‌های نفتی در جدول ۴ منعکس شده است. شکل ۱۶ پروفیل طولی ساحل استان گیلان را بر اساس میزان حساسیت به ریزش‌های نفتی نشان می‌دهد.



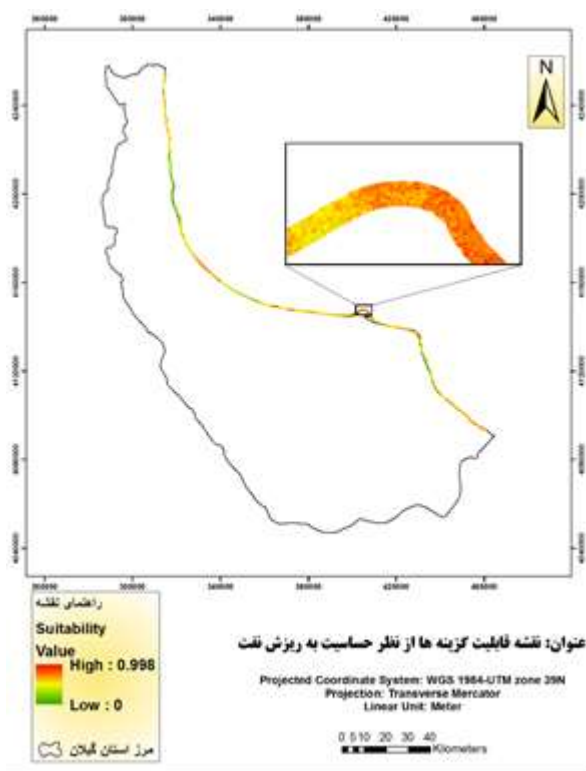
شکل ۱۳: نقشه فازی میزان حساسیت فعالیت‌های اقتصادی به ریزش‌های نفتی



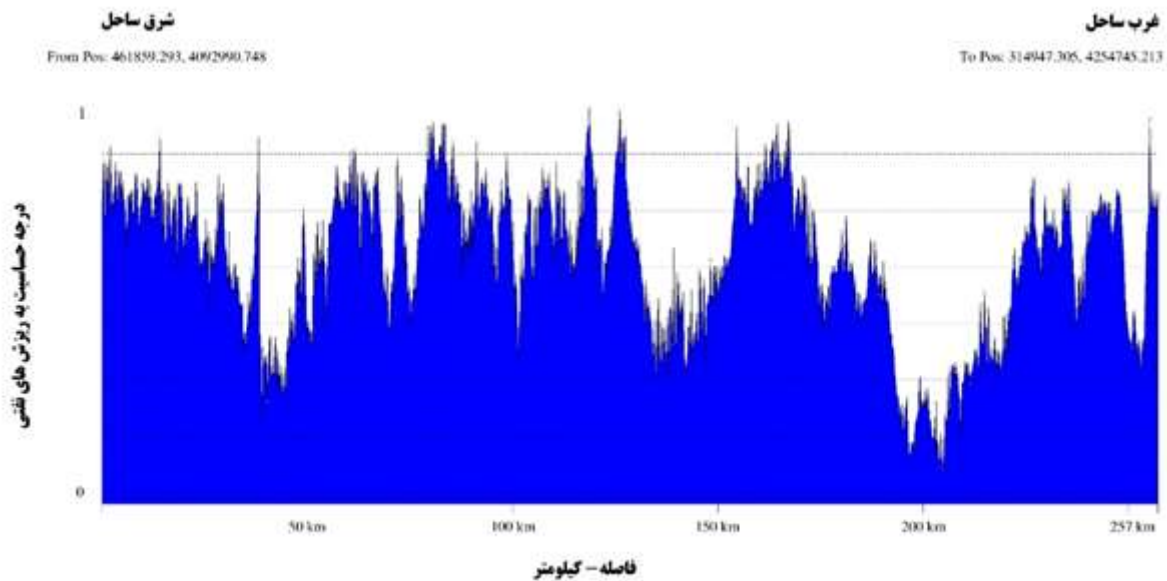
شکل ۱۲: نقشه فازی میزان حساسیت سکونتگاه به ریزش‌های نفتی



شکل ۱۵: نقشه رتبه بندی نوار ساحلی از نظر حساسیت به ریزش‌های نفتی



شکل ۱۴: نقشه میزان قابلیت گزینه‌ها از نظر حساسیت به ریزش‌های نفتی



شکل ۱۶: پروفیل طولی ساحل بر اساس میزان حساسیت به ریزش های نفتی

بحث

به دست آوردند که نشان می دهد ساحل رودخانه مجاور بلوک نفت و گاز استان کالیمانتان اندونزی همانند نوار ساحلی گیلان درصد بیش تری را به طبقه حساسیت بالا نسبت به طبقات کم و متوسط اختصاص می دهد. نوروزی و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهش تعیین حساسیت محیط زیستی نوار ساحلی شهرستان بابل بر اساس شاخص محیط زیستی نشان دادند که ۴۴ درصد سواحل دارای حساسیت پایین، ۳۱ درصد سواحل با حساسیت متوسط و ۲۵ درصد سواحل دارای حساسیت بالایی باشند. هم چنین در پژوهش خواجوی احمدی و همکاران (۱۳۹۳) که حساسیت فیزیکی نوار ساحلی شهرستان محمودآباد را بر اساس شاخص حساسیت محیط زیستی بررسی نمودند، سواحل با حساسیت متوسط با ۶۸ درصد، بیش ترین درصد کرانه ساحلی را از لحاظ طول به خود اختصاص دادند و در رده های بعدی سواحل با حساسیت کم با ۲۹ درصد و سواحل با حساسیت زیاد با ۳ درصد قرار گرفتند. در پژوهش حاضر نقاط با حساسیت کم و متوسط در حاشیه دریا و نقاط با حساسیت زیاد در حاشیه نواحی مصبی رودخانه های جاری شناسایی شده اند، با توجه به این که نواحی مصبی رودخانه های جاری به علت این که از لحاظ فیزیکی و جنس بستر توانایی نگهداری و ماندگاری آلودگی نفتی را در مدت زمان بیش تری دارد و سرعت پاک سازی و بازسازی آن پایین تر است، در صورت بروز آلودگی های نفتی و نشت نفت و سرایت آن به این نواحی دچار بالاترین آسیب می شوند. قابل ذکر است نقاط با حساسیت کم در حاشیه دریا بر روی سواحل شنی دانه ریز تا متوسط قرار گرفتند.

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، در پروفیل طولی نقاط اوج نمودار در حاشیه نواحی مصبی رودخانه های جاری قرار دارند. به منظور صحت سنجی روش WLC در به دست آوردن نقشه میزان قابلیت گزینه ها از نظر حساسیت به ریزش های نفتی، توسط نرم افزار Global Mapper موقعیت نقاط اوج پروفیل طولی ساحل از نظر میزان حساسیت به ریزش های نفتی استخراج گردید و با مطالعات میدانی، معیارهای موثر بر حساسیت ساحل در هر نقطه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد خطای روش WLC کم تر از ۵ درصد می باشد و به عبارتی با اطمینان ۹۵ درصد می توان به این روش اعتماد نمود. هم چنین نتایج نهایی داد که ۵۰ درصد از نوار ساحلی استان گیلان دارای حساسیت زیاد نسبت به ریزش های نفتی می باشد. سپهر و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی بر روی نوار ساحلی شرقی استان گیلان به عدد ۱۹ درصد برای طبقه حساسیت بالا رسیدند. در مورد این اختلاف باید گفت ایشان از روش NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) برای محاسبه شاخص ESI بهره گیری نمودند که از این نظر با پژوهش حاضر اختلاف دارد. ضمن این که پژوهش ایشان مربوط به سال ۱۳۹۳ بوده است، لذا در این مدت مواردی مثل موقعیت مکانی و یا نوع فعالیت های اقتصادی در نوار ساحل تغییراتی داشته است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق Hernawan و همکاران (۲۰۲۰) هم سو است. ایشان برای مناطق غیر حساس، حساسیت کم، متوسط و زیاد به ترتیب اعداد ۱۲/۸، ۳۱/۹، ۱۴/۶ و ۴۰/۷ درصد را

- این نوع ساحل نسبت به نشت نفت با توجه به اندازه ذرات آن نفوذناپذیر است و بنابراین دارای حساسیت پایین نسبت به نشت نفت می باشد و در صورت بروز آلودگی نفتی این ساحل آسیب کمتری می بیند. این بخش از نتایج با نتایج پژوهش سپهر و همکاران (۱۳۹۶) همسو است. ایشان نیز عنوان کردند در بخش شرقی سواحل گیلان، مناطق با حساسیت پایین مربوط به سواحل شنی دانه ریز می باشد. فاطمی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در پژوهش تعیین حساسیت محیط زیستی نوار ساحلی شهرستان تنکابن بر اثر ریزش احتمالی نفت نشان دادند که رتبه های با حساسیت بالا منحصراً نواحی مصبی را شامل می شوند و در مقابل سواحل شنی دانه ریز تا متوسط کمترین حساسیت را دارا هستند، به این معنی که در صورت بروز حوادث نشت نفت، این مناطق به دلیل وجود طوفان های فصلی متناوب و از طرفی سرعت جابجایی کم رسوبات و نفوذپذیری پایین جنس ساحل از حساسیت محیط زیستی کمتر و قابلیت پاک سازی طبیعی و با سرعت بیشتر برخوردار می باشند که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.
- از آنجا که در پژوهش حاضر ۵۰ درصد از کرانه ساحل در طبقه حساسیت زیاد به ریزش های نفتی قرار دارد و این عدد نسبت به نتایج محققینی مثل حبیبی و همکاران (۱۳۹۲) (۲۸ درصد در طبقه حساسیت بالا) و صائب و کرمی راد (۱۳۹۷) (۱۰ درصد در طبقه حساسیت بالا) بسیار بالا و قابل توجه است و شکنندگی و حساسیت بالای ساحل گیلان نسبت به ریزش های نفتی ضرورت توجه ویژه را در سیاست گذاری ها و برنامه ریزی ها و طرح های توسعه ای نشان می دهد. به دلیل پتانسیل آسیب پذیری این مناطق در هنگام بروز خطرات انتشار نفت، اهتمام بیشتری در جهت تدوین راهکارهای لازم در مدیریت بحران مورد نیاز است، تا در صورت بروز هرگونه سانحه، کمترین میزان آسیب در این نقاط ساحلی حساس وارد شود.
- منابع**
۱. باقری، س.؛ قربانی، ر.؛ فضل، ح.؛ سلمان ماهینی، ع. و حسینی، س.ع.، ۱۳۹۴. کاربرد مدل تصمیم گیری چندمعیاره در رتبه بندی کیفی رودخانه ها در زمان رهاسازی بچه ماهی سفید *Rutilus Frissi kutum* (مطالعه موردی سواحل ایرانی دریای خزر). فصلنامه محیط زیست جانوری. شماره ۷، دوره ۲، صفحات ۱۴۰ تا ۱۳۱.
 ۲. حبیبی، س.؛ شریفی پور، ر. و دانه کار، ا.، ۱۳۹۲. بررسی حساسیت فیزیکی کرانه ساحلی استان هرمزگان براساس شاخص حساسیت زیست محیطی (ESI). اقیانوس شناسی. سال ۱۶، شماره ۴، صفحات ۹۵ تا ۱۰۰.
 ۳. خواجوی احمدی، ا.؛ راهنورد، آ. و صائب، ک.، ۱۳۹۳. تعیین حساسیت فیزیکی نوار ساحلی شهرستان محمودآباد بر اساس شاخص حساسیت محیط زیستی ESI، هفتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران. دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
 ۴. سپهر، م.؛ جمالزده فلاح، ف.؛ جمالزاده، ح.ر.؛ فهیمی، ف.غ. و شعبانی کسبخی، ر.، ۱۳۹۶. کاربرد شاخص حساسیت زیست محیطی (ESI) در ساحل جنوبی دریای خزر در ناحیه شرقی استان گیلان، مجله زیست شناسی دریا. سال ۳۶، شماره ۹، صفحات ۶۳ تا ۷۸.
 ۵. ستاری، م.؛ ایمانپورنمین، ح.؛ بی باک، م.؛ فروهر واجارگاه.؛ م. و مزارعی، م.ح.، ۱۳۹۹. سنجش ارتباط غلظت عناصر کمیاب با پارامترهای رشد (طول و سن) در شگ ماهی دریایی (*Alosa braschnikowi*) در سواحل استان گیلان. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۲، شماره ۳، صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۲.
 ۶. صائب، ک. و کرمی راد، ش.، ۱۳۹۷. ارزیابی زیست محیطی نوار ساحلی شهرستان عباس آباد نسبت به نشت نفت براساس شاخص حساسیت زیست محیطی (ESI). فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. سال ۳۸، شماره ۱۰، صفحات ۹۷ تا ۱۱۱.
 ۷. عرفانی، م.؛ اردکانی، ط.؛ صادقی، آ. و پهلوانروی، ا.، ۱۳۹۰. مکان یابی برای تفرج متمرکز در منطقه چاه نیمه (شهرستان زابل) با استفاده از سیستم تصمیم گیری چندمتغیره. پژوهش های محیط زیست. سال ۴، شماره ۲، صفحات ۴۱ تا ۵۰.
 ۸. علیزاده، ح.، ۱۳۸۳. مقدمه ای بر ویژگی های دریای خزر. چاپ اول، انتشارات نوربخش. ۹۵ صفحه.
 ۹. فاطمی، س.م.ر.؛ جمالزاده، ح.ر.؛ فهیمی، ف.غ. و سپهر، م.، ۱۳۹۱. تعیین حساسیت زیست محیطی نوار ساحلی شهرستان تنکابن براساس شاخص حساسیت زیست محیطی (ESI). مجله زیست شناسی دریا. سال ۱۳، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۴.
 ۱۰. نوروزی، م.؛ باقری توانی، م. و خاک نژاد، م.، ۱۳۹۴. تعیین حساسیت زیست محیطی نوار ساحلی شهرستان بابل بر اساس شاخص زیست محیطی (ESI). دومین همایش بین المللی و پنجمین همایش ملی پژوهش های محیط زیست و کشاورزی ایران. همدان. دبیرخانه دائمی همایش، دانشکده شهید مفتح.
 11. Abou Samra, R.M.; Eissa, R. and El-Gammal, M., 2020. Applying the environmental sensitivity index for the assessment of the prospective oil spills along the Nile Delta Coast, Egypt. Geocarto International. Vol. 35, No. 6, pp: 589-601.
 12. Azevedo, A.; Oliveira, A.; Fortunato, A.B. and Bertin, X., 2009. Application of a Eulerian-Lagrangian oil spill modeling system to the Prestige accident: trajectory analysis. Journal of Coastal Research. pp: 777-781.

13. **Eastman, R.J., 1995.** IDRISI for Windows: User's guide (Ver 1.0). Clark University.
14. **Fattal, P.; Maanan, M.; Tillier, I.; Rollo, N.; Robin, M. and Pottier, P., 2010.** Coastal vulnerability to oil spill pollution: the case of Noirmoutier Island (France). *Journal of Coastal Research*. Vol. 26, No. 5, pp: 879-887.
15. **Fox, C.H.; O'hara, P.D.; Bertazzon, S.; Morgan, K.; Underwood, F.E. and Paquet, P.C., 2016.** A preliminary spatial assessment of risk: Marine birds and chronic oil pollution on Canada's Pacific coast. *Science of the Total Environment*. Vol. 573, pp: 799-809.
16. **Gundlach, E.R. and Hayes, M.O., 1978.** Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. *Marine technology society Journal*. Vol. 12, No. 4, pp: 18-27.
17. **Hernawan, U. and Risdianto, R.K., 2020.** Oil spill contingency plan (OSCP) by environmental sensitivity index (ESI) analysis at East Barito District, South Barito District and Kapuas District (Tamiang Layang, Buntok and surrounding area), Central Kalimantan Province. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 500, No. 1, pp: 1-14.
18. **Kankara, R.S.; Arockiaraj, S. and Prabhu, K., 2016.** Environmental sensitivity mapping and risk assessment for oil spill along the Chennai Coast in India. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 106, No. 1-2, pp: 95-103.
19. **Lorenzo, H.; Rial, F.I.; Arias, P. and Armesto, J., 2009.** Fighting against coastal oil spill pollution by means of ground-based radar. *Journal of Coastal Research*. Vol. 56, pp: 846-850.
20. **Mapelli, F.; Scoma, A.; Michoud, G.; Aulenta, F.; Boon, N.; Borin, S. and Daffonchio, D., 2017.** Biotechnologies for marine oil spill cleanup: indissoluble ties with microorganisms. *Trends in biotechnology*. Vol. 35, No. 9, pp: 860-870.
21. **NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2002.** Environmental Sensitivity Index Guidelines, version 3.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11.
22. **Rustandi, Y.; Damar, A.; Rakasiwi, G.; Afandy, A.; Hamdani, A. and Mulyana, D., 2020.** Environmental sensitivity index mapping as a prevention strategy against oil spill pollution: A case study on the coastal area of South Sumatera Province in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 414, No. 1, pp: 1-9.
23. **Smith, A.B.; Cerasuolo, G.; Perales, J.A. and Anfuso, G., 2011.** Environmental Sensitivity Maps: the northern coast of Gibraltar Strait example. *Journal of Coastal Research*. pp: 875-879.
24. **Stienen, E.W.; Courtens, W.; Vanermen, N. and Verstraete, H., 2017.** Long-term monitoring study of beached seabirds shows that chronic oil pollution in the southern North Sea has almost halted. *Marine pollution bulletin*. Vol. 115, No. 1-2, pp: 194-200.
25. **Vethamony, P.; Sudheesh, K.; Babu, M.T.; Jayakumar, S.; Manimurali, R.; Saran, A.K. and Srivastava, M., 2007.** Trajectory of an oil spill off Goa, eastern Arabian Sea: Field observations and simulations. *Environmental pollution*. Vol. 148, No. 2, pp: 438-444.