

تحلیل آسیب‌های ناشی از آلودگی‌های نفتی در خلیج فارس و تهیه نقشه ریسک انتشار نفت

حسین منتظرالقائم^۱، محمد علی بدرا^۲، احمد صداقت^۲

^۱کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، h.montazerolghaem@me.iut.ac.ir
^۲استادیار مهندسی مکانیک، پژوهشکده علوم و تکنولوژی زیر دریا، دانشگاه صنعتی اصفهان، malbdr@cc.iut.ac.ir
^۳استادیار مهندسی مکانیک، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، sedaghat@cc.iut.ac.ir

نفتی معمولاً در اختیار نیست، ارزیابی احتمال وقوع و پیامد این آسیب‌ها معمولاً به صورت کیفی صورت می‌گیرد. در این پژوهش به عنوان یک روش تصمیم‌گیری از برنامه‌ریزی سلسله مراتبی^۱ به عنوان ابزاری برای تجزیه و تحلیل خطر نشت نفت^۲ به منظور تهیه نقشه ریسک در خلیج فارس استفاده شده است. این فرآیند می‌تواند به ابزاری اولویت‌بندی آسیب‌های ناشی از انتشار نفت با توجه به احتمال وقوع و پیامد آن‌ها در سناریوهای مختلف نشت نفت تبدیل شود. بدین منظور برای تجزیه و تحلیل خطر پذیری هر یک از آسیب‌ها، ابتدا به شناسایی آسیب‌ها^۳ پرداخته شده و سپس احتمال وقوع^۴ هر یک از این آسیب‌ها به کمک فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی تعیین شده است. در نهایت شناسایی احتمال وقوع هر یک از این آسیب‌ها منجر به تهیه نقشه ریسک می‌شود که می‌توان مناطق با خطرپذیری زیاد، متوسط و کم در خلیج فارس را شناسایی کرد. این نتایج به بهبود فرآیندهای پاسخ به انتشار نفت در محیط‌های دریایی منجر خواهد شد که این بهینه‌سازی در فرآیندهای پاسخ کاهش آسیب‌های اقتصادی و زیست محیطی در خلیج فارس را به دنبال خواهد داشت. از جمله این اقدامات می‌توان به بهینه‌سازی مکان قرارگیری وسایل پاکسازی نفت با توجه به شناخت مناطق پرخطر اشاره کرد.

از مطالعات صورت گرفته در این زمینه می‌توان به مدل ارائه شده در سال ۲۰۰۴ برای تعیین نشت نفت در همین سال برای یک منطقه خاص خطرهای ناشی از نشت نفت در همین سال برای این منطقه اشاره کرد^[۱]. اما در تنها مطالعه انجام شده براساس فرآیند AHP در سال ۲۰۰۸ خطرپذیری انتشار نفت برای یک منطقه ساحلی فرضی صورت گرفت و مناطق با خطرپذیری بالا شناسایی شد^[۲]. لازم به ذکر است که تاکنون چنین مطالعه‌ای در مورد خلیج فارس انجام نشده و مطالعه حاضر اولین پژوهش در این زمینه است.

شناسایی آسیب‌ها

اولین گام در تجزیه و تحلیل آسیب‌های ناشی از نشت نفت شناسایی این آسیب‌ها می‌باشد. در این پژوهش، شناسایی آسیب‌های ناشی از

چکیده

هدف از مطالعه حاضر تهیه نقشه ریسک انتشار نفت در منطقه خلیج فارس می‌باشد. تجزیه و تحلیل آسیب‌های ناشی از نشت نفت به بهینه‌سازی فرآیند پاسخ و واکنش سریع به خطرهای ناشی از نشت نفت منجر خواهد شد. بدین منظور توسعه و معرفی ابزاری به منظور ارزیابی احتمال وقوع هر یک از آسیب‌های ناشی از نشت نفت و آسیب‌های اولویت‌بندی آسیب‌ها امری ضروری است. در این پژوهش به عنوان یک روش تصمیم‌گیری و بهمنظور تهیه نقشه ریسک انتشار نفت، از برنامه‌ریزی سلسله مراتبی به عنوان ابزاری برای تجزیه و تحلیل خطر نشت نفت استفاده شده است. این فرآیند به عنوان ابزاری برای اولویت‌بندی آسیب‌ها با توجه به احتمال وقوع و پیامد آن‌ها در سناریوهای مختلف نشت نفت مورد توجه واقع شده است. بدین منظور ابتدا به شناسایی آسیب‌های ناشی از نشت نفت پرداخته شده، سپس به کمک فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی به ارزیابی احتمال وقوع و الویت‌بندی آسیب‌ها پرداخته شده است. در نهایت با بدست آوردن نقشه ریسک، مناطق پرخطر، کم خطر و مناطق با خطر پذیری متوسط در خلیج فارس شناسایی شده‌اند. این نتایج در نهایت به بهبود فرآیند پاسخ به خطرات طبیعی کمک شایانی نموده و به کاهش آسیب‌های ناشی از نشت نفت منجر خواهد شد.

واژه‌های کلیدی

انتشار نفت، فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی، نقشه ریسک، خلیج فارس

مقدمه

به دلیل زیان بار بودن انتشار نفت به محیط‌های دریایی و وارد آوردن صدمات زیست محیطی و اقتصادی زیاد به این محیط‌ها، تجزیه و تحلیل آسیب‌های ناشی از نشت نفت امری بسیار ضروری است. هدف اصلی از چنین تلاش‌های تحقیقاتی، تجزیه و تحلیل آسیب‌های ناشی از نشت نفت و تعیین میزان خطرپذیری هر یک از این آسیب‌ها می‌باشد. تجزیه و تحلیل این آسیب‌ها به بهینه‌سازی فرآیند پاسخ و واکنش سریع به خطرهای بوجود آمده پس از نشت نفت منجر خواهد شد. بدین منظور ارزیابی احتمال وقوع هر یک از این آسیب‌ها و ارزیابی پیامدهای حاصل از وقوع آن‌ها در شناخت خطر پذیری هر یک از مناطق امری ضروری است^[۱]. از آن‌جا که سوابق حوادث

1. Analytic Hierarchy Process (AHP)
2. Oil Spill Risk Analysis (OSRA)
3. Risk identification
4. Probability assessment



شکل ۱: نمودار درختی آسیب‌های شناسایی شده پس از انتشار نفت

شده‌اند. مطلوب یا نامطلوب بودن جهت وزش باد به ترتیب به کاهش یا افزایش احتمال وقوع یک آسیب معین بستگی دارد.

فرآیند اولویت بندی سناریوهای مختلف نشت نفت
در پژوهش حاضر به منظور تعیین احتمال وقوع هر یک از آسیب‌های مستقیم ناشی از نشت نفت و تهیه نقشه ریسک در خلیج فارس از فرآیند برنامه‌ریزی سلسه مراتبی استفاده شده است.

جدول ۱: مقادیر مختلف پارامترهای تاثیرگذار بر احتمال وقوع آسیب‌های ناشی از نشت نفت

P_1 (حجم نفت انتشار یافته) (m^3)	P_2 (سرعت وزش باد - m/s)	P_3 (محل وقوع آلودگی نفتی)
$S_1:$ $\leq V < 500$	$W_1:$ مطلوب - ۰ - ۵	$L_1:$ بسیار دور از ساحل
$S_2:$ $500 \leq V < 1000$	$W_2:$ مطلوب - ۵ - ۱۰	$L_2:$ دور از ساحل
$S_3:$ $1000 \leq V < 2000$	$W_3:$ مطلوب - ۱۰ - ۱۵	$L_3:$ نزدیک به سواحل
$S_4:$ $2000 \leq V$	$W_4:$ مطلوب - > ۱۵	$L_4:$ نزدیک به منطقه گردشگری
	$W_5:$ نامطلوب - ۰ - ۵	$L_5:$ نزدیک به محل ماهیگیری
	$W_6:$ نامطلوب - ۵ - ۱۰	$L_6:$ نزدیک به بنادر
	$W_7:$ نامطلوب - ۱۰ - ۱۵	$L_7:$ نزدیک به اسکله تجاری
	$W_8:$ نامطلوب - > ۱۵	$L_8:$ نزدیک به اسکله مسافربری

برنامه‌ریزی سلسه مراتبی یک چارچوب منطقی برای ساختاربندی و حل چند معیاری مسائل تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد. نتیجه کاربرد آن اولویت‌بندی انتخاب‌های مختلف با استفاده از شرایط موجود و سهولت تصمیم‌گیری می‌باشد [۴]. با توجه به روش استفاده شده، این فرآیند از یک روش تصمیم‌گیری به ابزاری برای اولویت‌بندی آسیب‌های شناخته شده در خلیج فارس تبدیل گردیده است. در نهایت این چارچوب برای اولویت‌بندی سناریوهای مختلف نشت نفت بر اساس تجزیه و تحلیل خطر و ارزیابی آسیب‌های ناشی از نشت نفت به کار برده شده است. در این حالت فرآیند اولویت‌بندی به تعداد تمامی آسیب‌های مستقیم انجام پذیرفته است. مراحل

نشت نفت با بهره‌گیری از روش نمودار درختی صورت پذیرفته است (شکل ۱). آسیب‌های شناسایی شده براساس موقعیت قرارگیری در نمودار درختی در سه دسته آسیب‌های مستقیم، غیرمستقیم و دوگانه طبقه‌بندی شده‌اند. آسیب‌های مستقیم نتیجه مستقیم فرآیند انتشار نفت می‌باشند. این در حالی است که آسیب‌های غیرمستقیم نتیجه حاصل از یکی از آسیب‌های به وقوع پیوسته می‌باشند. آسیب‌های دوگانه در نتیجه هر دو رویداد انتشار نفت و یا یکی از آسیب‌های دوگانه می‌توانند در هر یک از مجموعه آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم قرار گیرند [۲]. در مطالعه حاضر میزان خطرپذیری هر یک از مناطق و تهیه نقشه ریسک در خلیج فارس براساس آسیب‌های مستقیم صورت گرفته است.

ارزیابی احتمال وقوع آسیب‌های ناشی از نشت نفت

احتمال وقوع آسیب‌های شناخته شده معمولاً به صورت کیفی ارزیابی می‌شود. علت تجزیه و تحلیل کیفی بر اساس این واقعیت است که سوابق پیگیری آسیب‌های ناشی از نشت نفت معمولاً در دسترس نیست. به همین دلیل تجزیه و تحلیل کمی میسر نمی‌باشد. نتیجه این فرآیند مقادیر احتمال کیفی است که برای هریک از آسیب‌ها مشخص می‌شود [۳].

احتمال وقوع هریک از آسیب‌ها تحت شرایط مختلف متفاوت است. این احتمال برای آسیب‌های مستقیم به ماهیت انتشار نفت و برای آسیب‌های غیرمستقیم به احتمال تمامی آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم مقدم بستگی دارد. پارامترهای اساسی که بر احتمال وقوع آسیب‌های مستقیم تأثیر می‌گذارد عبارتند از: P_1 (حجم نفت انتشار یافته)، P_2 (شرایط آب و هوایی) و P_3 (محل وقوع آلودگی نفتی). این پارامترها ارزش‌های گوناگونی دارند و ترکیبی از مقادیر معین آن‌ها سناریوهای مختلف نشت نفت را رقم می‌زنند. مقادیر مختلف پارامترهای تاثیرگذار بر احتمال وقوع آسیب‌های ناشی از نشت نفت در جدول ۱ ارائه شده است. لازم به ذکر است که شرایط آب و هوایی توسط ترکیبی از سرعت و جهت وزش باد مشخص

شده برای مقادیر مختلف پارامترهای P_2 و P_3 بدست می‌آید که به دلیل روند کاملاً مشابه، از نمایش آن‌ها صرف نظر شده است. گام چهارم محاسبه بردار ویژه اصلی نرمالایز شده ماتریس‌های مراحل دوم و سوم می‌باشد. این بردار ویژه میزان تأثیر هر یک از پارامترها و مقادیر مختلف آن‌ها بر احتمال وقوع آسیب مورد بررسی را مشخص می‌کند. از این بردار ویژه اصلی نرمالایز شده به عنوان بردار الیوت‌بندی بهره‌گیری شده است [۶].

جدول ۴: ماتریس مقایسه بین مقادیر مختلف پارامتر P_1

	S_1	S_2	S_3	S_4
S_1	۱	۱/۴	۱/۷	۱/۹
S_2	۴	۱	۱/۵	۱/۷
S_3	۷	۵	۱	۱/۵
S_4	۹	۷	۵	۱

گام پنجم و آخر، اولویت‌بندی سناریوهای مختلف نفت نفت بر اساس میزان تأثیر پارامترها و مقادیر مختلف آن‌ها می‌باشد [۶]. بدین صورت که در این رتبه‌بندی سناریو با بهترین رتبه کمترین احتمال وقوع آسیب مورد بررسی و سناریو با پایین‌ترین رتبه بیشترین احتمال وقوع یک آسیب را تحمیل می‌کند. لازم به ذکر است که فرآیند اولویت‌بندی و برآورد احتمال وقوع آسیب‌ها به تعداد تمامی آسیب‌های مستقیم معرفی شده انجام می‌پذیرد. ارزیابی پیامد حاصل از آسیب‌های ناشی از نشت نفت روشنی مشابه با ارزیابی احتمال وقوع آسیب‌ها دارا می‌باشد. در این مرحله نیز اولویت‌بندی سناریوها بر اساس پیامدهای حاصل از آسیب‌های ناشی از نشت نفت و تعیین احتمال پیامد هر یک از این آسیب‌ها بر اساس برنامه‌ریزی سلسله مراتبی و به صورت کاملاً مشابه با مراحل قبل انجام می‌پذیرد.

پایگاه داده خلیج فارس در تهیه نقشه ریسک

پس از ارزیابی احتمال وقوع هر یک از آسیب‌ها و پیامدهای آن‌ها به تهیه نقشه ریسک مبادرت شده است. یک روش معرفی شده در برخی از منابع برای ایجاد ارتباط بین احتمال وقوع و پیامد یک آسیب به منظور تهیه نقشه ریسک استفاده از سه کلاس ریسک پایین، متوسط و بالا می‌باشد که این خود باعث ایجاد عدم قطعیت می‌شود [۳]. به همین جهت در مطالعه حاضر، مستقیماً با در نظر گرفتن احتمال وقوع هر یک از آسیب‌ها و پیامدهای آن‌ها برای هر منطقه در خلیج فارس به تهیه نقشه ریسک اقدام شده است. همانطور که بیان شد سه پارامتر اندازه نشت نفت، جهت و سرعت وزش باد و محل آلودگی بر احتمال وقوع آسیب‌های ناشی از نشت نفت و پیامدهای آن موثر است. در این مطالعه، تقسیم بندي حجم نفت انتشار یافته در چهار گروه آلودگی با حجم کم، متوسط، وسیع و بسیار وسیع صورت پذیرفته است. همچنین داده‌های باد مربوط به خلیج فارس برخی از نقاط حساس شامل سرعت و جهت وزش باد در جدول ۵ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که به دلیل

مختلف فرآیند برنامه ریزی سلسله مراتبی به منظور تعیین احتمال وقوع آسیب‌های ناشی از نشت نفت در ادامه بیان می‌گردد. گام اول در این فرآیند، شناخت پارامترهای تأثیرگذار در مساله و مقادیر مختلف آن‌ها است. در مساله حاضر پارامترهای تأثیرگذار، سه پارامتر P_1 , P_2 و P_3 به ترتیب با مقادیر $S_1 \dots S_4$, $S_1 \dots S_8$, $W_1 \dots W_8$ و $L_1 \dots L_8$ می‌باشند [۴,۵].

گام دوم مقایسه دوبهدو پارامترهای درگیر در مساله با توجه به میزان تأثیری است که بر روی آسیب‌های مورد بررسی می‌گذارند. این مقایسه بر اساس یک سری مفروضات مربوط به اهمیت پارامترها و ارزش آن‌ها بنا نهاده شده است. بر طبق فرآیند AHP، این مقایسه بر اساس قیاس بین اهمیت پارامتر i و j در احتمال وقوع آسیب‌های ناشی از نشت نفت استوار است. این مقایس در جدول ۲ ارائه شده است. در این حالت با مشخص شدن اهمیت پارامتر i نسبت به j ، اهمیت پارامتر j نسبت به i عکس آن می‌باشد [۶].

جدول ۲: مقایس ارزیابی شدت اهمیت دو پارامتر [۶]

کلاس	شرح	تعريف
۱	تأثیر دو پارامتر در مساله مورد بررسی یکسان است.	اهمیت یکسان
۳	تأثیر یکی از پارامترها اندکی بیشترها نسبت به دیگری است.	اهمیت ناچیز یکی از پارامترها نسبت به دیگری
۵	ایکی از پارامترها تأثیر بیشتری نسبت به دیگری دارد.	اهمیت بیشتر یکی از پارامترها نسبت به دیگری
۷	ایکی از پارامترها سلطه بیشتری بر مساله دارد.	اهمیت بسیار زیاد یکی از پارامترها نسبت به دیگری
۹	تأثیر یکی از پارامترها نسبت به دیگری غالب است.	اهمیت مطلق یکی از پارامترها نسبت به دیگری
۲,۴	کلاس میانی بین دو کلاس‌های موجود مشکل باشد.	زمانی که تضمیم‌گیری بین کلاس میانی بین دو کلاس مجاور
۶,۸		

جدول ۳ مقایسه بین پارامترهای تأثیرگذار در مساله با توجه به میزان تأثیرشان بر احتمال وقوع هر یک از آسیب‌های ناشی از انتشار نفت بر اساس مقایس معرفی شده در جدول ۲ را نشان می‌دهد.

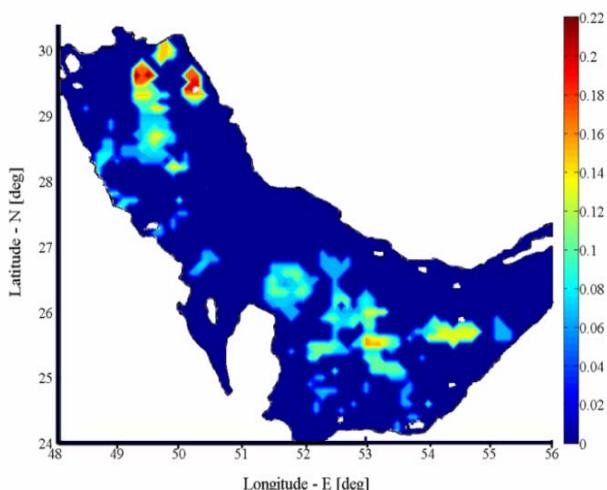
جدول ۳: ماتریس مقایسه بین پارامترهای تأثیرگذار در احتمال وقوع آسیب‌ها

	P_1	P_2	P_3
P_1	۱	۱/۳	۱/۳
P_2	۳	۱	۱
P_3	۳	۱	۱

گام سوم مقایسه بین مقادیر مختلف هر یک از پارامترهای تأثیرگذار در مساله با توجه به میزان تأثیر بر احتمال وقوع آسیب‌ها پس از نشت نفت می‌باشد. این مرحله در عمل روندی مشابه با گام قبل دارد. ماتریس مقایسه بین مقادیر مختلف پارامتر P_1 در جدول ۴ نشان داده شده است. ماتریس‌های مشابهی بر اساس روند بیان

نتایج نقشه ریسک در خلیج فارس

شکل ۳ تجزیه و تحلیل زیان‌های زیست محیطی ناشی از نشت نفت را نشان می‌دهد. بدینکه است هرگونه نشت نفت باعث ایجاد زیان‌های زیست محیطی می‌گردد، ولی نزدیکی آلودگی به مناطق با تنوع زیستی بیشتر بر این آسیب می‌افزاید. به عنوان نمونه همان‌گونه که مشاهده می‌شود میزان زیان‌های ناشی از نشت نفت در منطقه شمال غربی خلیج فارس در طول جغرافیایی ۴۹ تا ۵۱ درجه و عرض جغرافیایی ۲۹ تا ۳۰ درجه به دلیل مجاورت با منطقه طبیعی و ملی خارگو بیشتر است. همچنین در عرض تقریبی ۲۸ درجه و طول جغرافیایی ۵۰ درجه به دلیل وجود جزیره فارسی که جزء مناطق متنوع زیستی محسوب می‌شود، میزان آسیب‌های احتمالی ناشی از نشت نفت افزایش یافته است. از طرف دیگر در حوزه شرق خلیج فارس در طول جغرافیایی ۵۲ تا ۵۵ درجه و عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۲۶ درجه به دلیل تعدد میادین نفتی میزان آسیب‌های احتمالی زیست محیطی ناشی از نشت نفت نسبت به مناطق دیگر در حد بالاتری قرار دارد.



شکل ۳: نقشه ریسک براساس زیان‌های زیست محیطی (R_1)

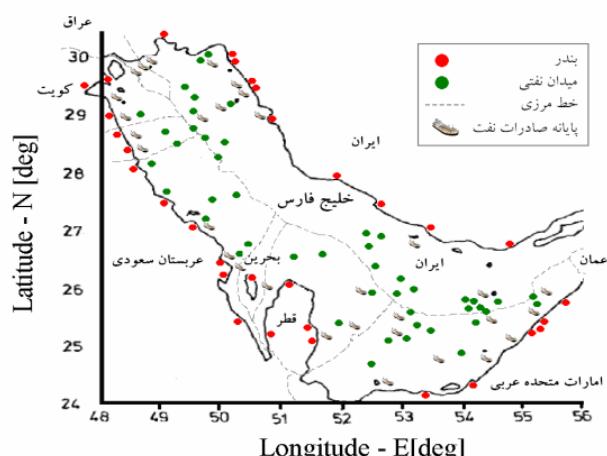
همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود تأثیر نشت نفت بر انسداد بنادر ورودی در ناحیه غربی خلیج فارس بیشتر است. زیرا در منطقه غربی خلیج فارس حوزه های نفتی در فاصله نه چندان زیادی از بنادر قرار دارند. به همین دلیل مناطقی در مجاورت بنادر دیلم، بهرگان و گناوه در ایران در محدوده طول جغرافیایی ۴۹ تا ۵۱ درجه و عرض جغرافیایی ۲۹ تا ۳۰ درجه و مناطق جنوب غربی خلیج فارس در مجاورت آبهای ساحلی عربستان سعودی در محدوده طول جغرافیایی $^{\circ} ۴۸\text{--}۴۹$ و عرض جغرافیایی $^{\circ} ۲۶\text{--}۳۰$ از مناطق پرخطر در انسداد بنادر محسوب می‌شوند.

تفاوت در جهت و سرعت وزش باد در فصول مختلف سال، می‌توان پارامتر چهارمی به عنوان فصل در تهیه نقشه ریسک معرفی کرد، ولی به دلیل اینکه این تفاوت در فصول مختلف چندان زیاد نیست از این پارامتر صرف نظر شده و میانگین داده‌های باد در ماههای مختلف سال برای یک بازه طولانی مدت در نظر گرفته شده است. هم چنین به دلیل در اختیار نبودن اطلاعات باد در جنوب خلیج فارس، برای این مناطق از میانیابی استفاده شده است.

جدول ۵: سرعت و جهت وزش باد در مناطق حساس خلیج فارس [۷]

منطقه	سرعت وزش باد (نات)	جهت وزش باد (درجه)
بوشهر	۸/۹	۳۱۵
بوشهر (دریایی)	۱۳/۹	۳۱۵
دیر	۱۴/۶	۳۱۵
دیلم	۱۰/۲	۲۷۰
هندیجان	۱۰/۷	۳۱۵
بندرعباس	۹/۱	۱۸۰
قسم	۱۱/۱	۲۲۵
بندر لنگه	۹/۹	۲۲۵
ابوموسی	۹/۹	۲۷۰
کیش	۱۱/۲	۲۷۰
سیبری	۱۰/۸	۲۷۰
کنگان جم	۱۰/۷	۳۱۵

همچنین داده‌های مربوط به مناطق گردشگری، ماهیگیری، زیست محیطی و ... در خلیج فارس نیز در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال در مورد مناطق حفاظت شده در خلیج فارس می‌توان از جزیره خارگو، شتور و فارسی نام برد. از طرفی مناطقی مانند لاوان، ابوموسی و دیلم از مناطق عمده صید ماهی، میگو و صدف می‌باشند. موقعیت میادین نفتی، بنادر و پایانه‌های صادرات نفت در خلیج فارس در شکل ۲ نمایش داده شده است.

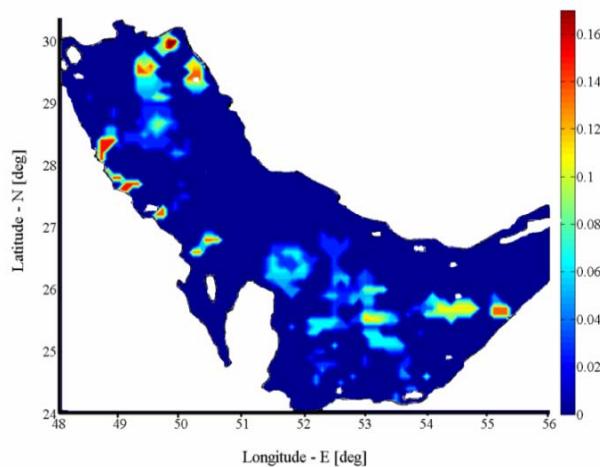


شکل ۲: موقعیت بنادر، میادین و پایانه‌های نفتی در خلیج فارس [۸]

تحلیلی سلسله مراتبی به تعیین احتمال وقوع هر یک از آسیب‌ها پس از نشت نفت و پیامدهای آن‌ها اقدام گردیده است. ارزیابی احتمال وقوع و پیامد هر یک از این آسیب‌ها در نهایت منجر به ارائه نقشه ریسک انتشار نفت برای خلیج فارس گردیده است. این نقشه مناطق پر خطر، کم خطر و مناطق با خطر پذیری متوسط در خلیج فارس از لحاظ هر یک از آسیب‌های پس از نشت نفت را مشخص می‌نماید. این نقشه نشان می‌دهد مناطق شمال غرب خلیج فارس در محدوده طول جغرافیایی تقریبی 49° تا 51° درجه و عرض جغرافیایی 29° تا 30° درجه و مناطق شرقی در محدوده طول جغرافیایی 53° تا 55° درجه و عرض جغرافیایی 25° تا 26° درجه جزء مناطق پر خطر محسوب می‌شوند. مناطق جنوب غرب خلیج فارس در مجاورت سواحل عربستان سعودی نیز جزء مناطق با خطر پذیری متوسط محسوب می‌شوند. شناخت این مناطق پر خطر خود به بهبود فرآیند پاسخ به آلودگی‌های احتمالی نشت نفت در خلیج فارس منجر خواهد شد. به عنوان نمونه با توجه به وجود مناطق پر خطر یاد شده در محدوده جزایر خارگ، سیری و لاوان و بنادر دیلم و بهرگان در ایران، این مناطق جزء بهترین مکان‌ها برای مدیریت بحران‌های ناشی از نشت نفت می‌باشند و قرارگیری وسایل پاکسازی نفت در مکان‌های یاد شده به بهبود فرآیند پاسخ به آلودگی‌های نفتی و کاهش زیان‌های زیست محیطی و اقتصادی منجر خواهد شد.

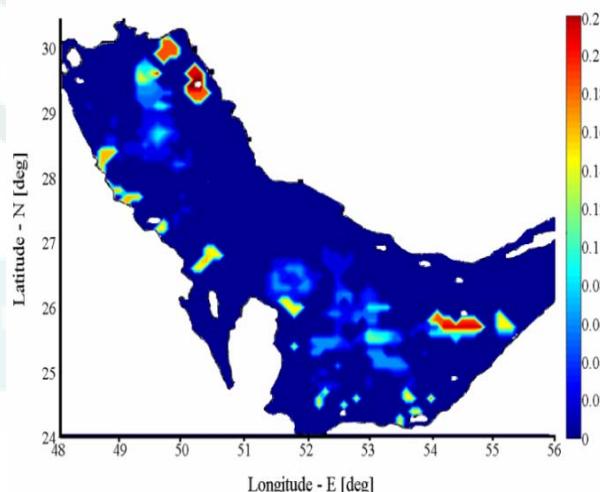
مراجع

- [1] Price, J. M., Johnson, W. R., Ji, Z. G., Marshall, C. F., Rainey, G. B., 2004. "Sensitivity testing for improved efficiency of a statistical oil-spill risk analysis model", *Environmental Modeling & Software*, 19, pp. 671–679.
- [2] Kassomenos, P. A., 2004. "Risk analysis for environmental hazards: the case of oils spills in Crete", *Global Nest: Int. J.*, 6, No 1, pp. 39–51.
- [3] Tsimopoulou, V., 2008. "Development and prototype application of an oil spill risk analysis in a coastal zone", Master thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.
- [4] Vaidya, O. S., Kumar, S., 2006. "Analytic hierarchy process: An overview of applications", *European Journal of Operational Research*, 169, pp. 1–29.
- [5] Ho, W., 2008. "Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review", *European Journal of Operational Research*, 186, pp. 211–228.
- [6] Saaty, T. L., Katz, J. M., 1990. "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 48, pp. 9–26.
- [7] <http://irimo.ir/>, 2012. Iran Meteorological Organization, June.
- [8] <http://iooc.co.ir/>, 2012. Official website of Iranian Offshore Oil Company, February.



شکل ۴: نقشه ریسک براساس انسداد بنادر ورودی (R_4)

شکل ۵ تاثیر نشت نفت بر اکوسیستم ساحلی را نشان می‌دهد. نزدیکی میدان نفتی درود به ساحل جزیره خارگ (در محدوده طول جغرافیایی 49° تا 50° و عرض جغرافیایی 30° تا 31°) و نزدیکی میدان هندیجان و بهرگانسر به ساحل بنادر دیلم و بهرگان (در محدوده طول جغرافیایی 49° تا 50° و عرض جغرافیایی 30° و همچنین نزدیکی میدان نفتی الوند، اسفند، دنا و سیوند به جزیره سیری (در محدوده طول جغرافیایی 54° تا 55° و عرض جغرافیایی 30° تا 25°), این سه منطقه را جزء آسیب پذیرترین مناطق از لحاظ تخریب اکوسیستم ساحلی در خلیج فارس قرار داده است. مناطق جنوب غرب خلیج فارس در مجاورت آب‌های عربستان سعودی نیز از مناطق با ریسک متوسط در تخریب اکوسیستم ساحلی محسوب می‌شوند.



شکل ۵: نقشه ریسک براساس آسیب به اکوسیستم ساحلی (R_6)

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر به تجزیه و تحلیل آسیب‌های ناشی از نشت نفت در خلیج فارس مبادرت گردیده است. بدین منظور در ابتدا آسیب‌های ناشی از نشت نفت شناسایی شده است. سپس با استفاده از فرآیند