«مقالهٔ اصیل»

کاربرد تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره Entropy و Simple-Additive-Weighting Method در ارزیابی ریسک زیست محیطی لایروبی اسکله‌های بندر امام خمینی (ره)

نعمت‌اله جعفر زاده حقیقی فرد[1]، سید محمد لاری بقال[2*]، زینب قائد رحمت[3]

۱- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکدهٔ بهداشت، مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست‌محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی-شاپور اهواز، اهواز، ایران.
تلفن و پست الکترونیک: ۰۹۱۶۳۱۸۴۵۰۱
n_Jaafarzadeh@yahoo.com

۲- گروه علوم محیط زیست، کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات اهواز، اهواز ایران.
تلفن و پست الکترونیک: ۰۹۱۶۳۱۳۵۰۱۰
mlariinfo@yahoo.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکدهٔ بهداشت، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.
تلفن و پست الکترونیک: ۰۹۱۶۳۱۸۴۵۰۱
z.ghed@gmail.com

* نویسندهٔ مسؤول:
سید محمد لاری بقال؛ ایران، اهواز، کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین.
تلفن و پست الکترونیک: ۰۹۱۶۳۱۳۵۰۱۰
mlariinfo@yahoo.com

چکیده

زمینه: حمل و نقل دریایی از ابتدای تاریخ بشر، نقشی اساسی در شکل‌دهی جوامع انسانی و توسعهٔ اقتصادی آنها ایفا نموده است. در عصر حاضر، نیز شریان‌های ارتباطی، زیربنای اقتصاد هر کشوری را تشکیل می‌دهد. با توجه به توسعهٔ بنادر و ضرورت‌های موجود، فعالیت‌های لایروبی سواحل در ایران در طول دو دههٔ گذشته روند رو به رشدی داشته است؛ با این‌حال به مدیریت مواد لایروبی‌شده خصوصاً از دیدگاه زیست‌محیطی کمتر توجه شده است. در این مقاله، ریسک‌های زیست‌محیطی ناشی از انجام عملیات لایروبی در بندر امام خمینی، شناسایی و رتبه‌بندی شده است.

روش: در این مقاله، از پرسش‌نامه‌های دلفی، به‌منظور شناسایی عوامل ایجادکننده ریسک‌های حایز اهمیت ناشی از انجام عملیات لایروبی و از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره انتروپی به‌منظور محاسبهٔ وزن شاخص‌های احتمال وقوع، شدت و احتمال کشف هر ریسک استفاده شده است و با استفاده از مدل، ریسک‌های شناسایی‌شده اولویت‌بندی شدند.

نتایج: نتایج نشان می‌دهد که اهمیت و اندازهٔ ریسک تخریب زیستگاه‌ها افزایش غلظت هیدروکربن‌های نفتی و فلزات سنگین در بافت آبزیان و ایجاد تنش برای آنها در رتبهٔ اول و دوم می‌باشند و ایجاد بی‌نظمی در بستر با توجه به ماهیت فعالیت لایروبی در رتبهٔ سوم قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری: عملیات لایروبی عمدتاً باعث بروز ریسک‌های زیست‌محیطی خواهد شد که در نهایت به برهم خوردن تعادل اکولوژیکی محل‌های مورد لایروبی منجر می‌شود.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک، جنبه‌های زیست‌محیطی، Entropy- Saw

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۴**

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ارزیابی ریسک فرآیندی است که نتایج آنالیز ریسک را با رتبه‌بندی و یا مقایسهٔ آنها با مقادیر هدف (اهداف عملکردی با الزامات قانونی) برای تصمیم‌گیری به‌کار می‌برد (۱). ارزیابی ریسک زیست‌محیطی گامی فراتر از ارزیابی بوده و در آن علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیط زیست منطقهٔ تحت اثر، میزان حساسیت محیط زیست متأثر و همچنین ارزش‌های خاص زیست‌محیطی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه درنظر گرفته می‌شود (۲).

ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، یک ابزار مهم در مدیریت محیط زیست به‌منظور کاهش مخاطرات پروژه‌ها و دستیابی به توسعهٔ پایدار به شمار می‌رود که امروزه در برنامه‌ریزی‌ها و سیاستگذاری‌های اکثر کشورهای جهان مورد توجه قرار می‌گیرد(۳). ارزیابی ریسک زیست-محیطی، فرآیند تحلیل کمی و کیفی پتانسیل‌های خطر و ضریب به فعل در آمدن ریسک‌های احتمالی موجود در پروژه و همچنین حساسیت یا آسیب پذیری محیط پیرامونی می‌باشد (۴).

تاکنون بیشتر مطالعات انجام شده در ایران و سایر کشورهای جهان، به جنبه‌های ایمنی پروژه‌ها توجه داشته-اند و کمتر به جنبه‌های زیست‌محیطی آنها پرداخته شده است. به این منظور با بهره‌گیری از تکنیک انتروپی و مجموع ساده وزین به بررسی ریسک‌های زیست‌محیط عملیاتی لایروبی در بندر امام خمینی (ره) پرداخته شده است. بندر امام خمینی در انتهای شمال غربی خلیج فارس، در ۹۲ کیلومتری دهانهٔ خور موسی و در بیست کیلومتری جنوب غربی بندر ماهشهر قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا ۵ متر، وسعت آن ۱۵۰۰ هکتار و فاصلهٔ آن تا اهواز از طریق بندر ماهشهر و رامشیر ۱۷۵ کیلومتر است و از طریق راههای اصلی به نزدیکترین شهرهای مجاور (بندر ماهشهر و شادگان) می‌پیوندد. لذا با توجه به واقع شدن بندر امام خمینی در ناحیهٔ جزر و مدی خورموسی و همچنین لزوم شناسایی مخاطرات زیست محیطی ناشی از عملیات لایروبی، انجام مطالعات ارزیابی ریسک زیست‌محیطی امری ضروری و غیر قابل اجتناب می‌باشد.

با بررسی سابقهٔ استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مشخص گردید که این روش‌ها به تنهایی و توأم با روش‌های دیگر کاربرد فراوانی برای انجام مطالعات ارزیابی ریسک در محدودهٔ بنادر و سایر بخش‌ها دارند (۵). تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM) مانند تمام روش‌های ارزیابی ریسک، قابلیت شناسایی و محاسبهٔ عددی ریسک را دارد. در میان این روش‌ها، تکنیک‌های Entropy و SAW دارای کاربردهای بسیاری می‌باشد (۶).

دحیماوی و همکاران(۱۳۸۵) نیز از روش‌شناسی تصمیم‌گیری چندمعیاره در اولویت‌بندی پروژه‌های آبیاری و زهکشی بهره جسته‌اند و به این منظور از دو روش SAW و WPM از بین روش‌های چهارده‌گانهٔ علمی تصمیم‌گیری به‌منظور رتبه‌بندی طرح‌ها استفاده نمودند (۷). افرازه و ناصریان (۱۳۸۴) به‌منظور تشخیص دادن اینکه کدام‌یک از پروژه‌های توسعهٔ راه آهن از دیدگاه ملی دارای اولویت بیشتری برای احداث برخوردار است، از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS با کاربرد شیوهٔ وزن‌دهی معیارها استفاده کردند (۸). شهبازی و اردکانی (۱۳۸۳) به‌منظور مکان‌یابی بندر جدید در سواحل جنوب کشور از تکنیک Entropy استفاده نموده‌اند. در این مطالعه، میزان اهمیت هر یک از عوامل بر اساس نظرات کارشناسی تعیین شده و با استفاده از روش‌های تصمیم-گیری چندمعیاره (MCDM) مکان‌های مناسب جهت ساخت بندر جدید شناسایی و معرفی شده است (۹). اصغری‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود جهت تعیین شاخص‌های مؤثر در افزایش کیفیت صنایع لاستیک سازی به‌منظور وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها از تکنیک‌های AHP و Entropy بهره گرفته‌اند (۱۰).

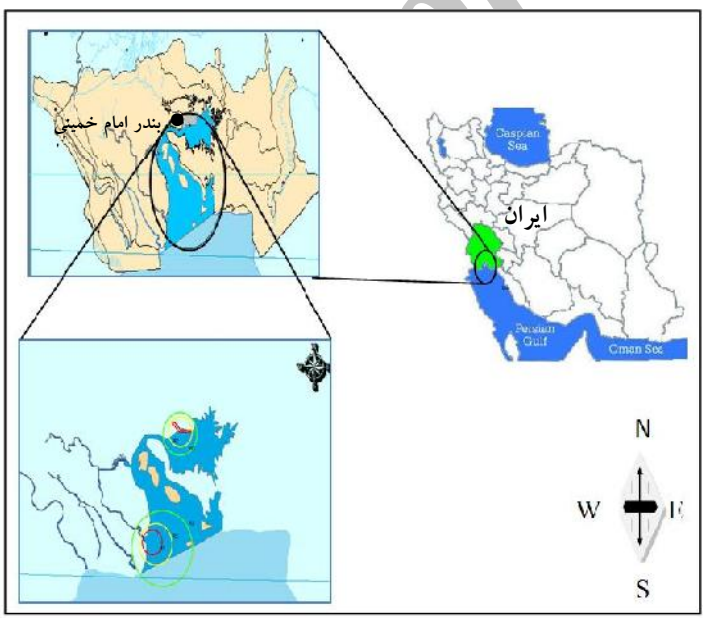
Archive of SID
www.SID.ir

دیوید و همکارانش (۱۹۹۸) در مطالعهٔ خود از مدل توسعه‌یافتهٔ شبکهٔ غذایی فرانک به‌منظور شناسایی ریسک-های ناشی از عملیات لایروبی بهره گرفته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داده است که افزایش غلظت فلزات سنگین، ایجاد مسمومیت و افزایش بار آلودگی از مهم‌ترین پیامدهای منفی عملیات لایروبی شناخته شده است (۱۱). کریستین ادنت و همکارش (۲۰۰۹) در بررسی ریسک-های بارز ناشی از عملیات لایروبی، از بین بردن گونه‌های کف‌زی را به‌عنوان بارزترین ریسک زیست‌محیطی این فعالیت معرفی نموده است (۱۲). رابرت و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعهٔ خود از روش تجزیه و تحلیل ریسک در سیستم‌های چندرسانه‌ای محیط زیست بهره گرفته اند، در نتایج این مطالعه به تخریب زیستگاه‌های بستر و از بین بردن گونه‌های کف‌زی به‌عنوان بارزترین ریسک‌های زیست‌محیطی عملیات لایروبی اشاره شده است (۱۳).

روش

محدودهٔ مطالعاتی

بندر امام خمینی به وسیله آب‌راههٔ خورموسی، به خلیج فارس متصل می‌شود و با داشتن ۳۷ بار انداز، بزرگترین بندر ایران به‌شمار می‌رود و از دو قسمت سر بندر و بندر امام خمینی تشکیل شده است. با توجه به ماهیت عملیات لایروبی (برداشت و تخلیهٔ رسوب) بر اساس بررسی‌های انجام شده، محدوده‌های مطالعاتی مطابق نقشهٔ شماره (۱) مشخص گردید.



شکل ۱: موقعیت محدودهٔ مورد مطالعه

www.SID.ir

شناسایی و انتخاب ریسک‌ها

به‌منظور تعیین ریسک‌های حایز اهمیت ناشی از فعالیت لایروبی در بندر امام خمینی (ره) از روش تصمیم‌گیری گروهی استفاده شد. دلفی یکی از روش‌های موفق و باسابقه در اتخاذ تصمیم به‌صورت گروهی می‌باشد. در این روش، مجموعهٔ گروهی از کارشناسان به بررسی مسأله پرداخته و در مواردی که می‌تواند شامل وزن‌دهی نیز باشد، تصمیم‌گیری می‌نمایند (۱۴). هر مطالعهٔ دلفی شامل چندین دور می‌باشد و آمال (Amal) تعداد مناسب دورها را از ۲ تا ۱۰ دور پیشنهاد می‌دهد (۱۵) که در هر دور پرسش‌نامه‌هایی جهت جمع‌آوری نظرات در میان کارشناسان توزیع می‌شود.

یک مرحلهٔ کلیدی در فرآیند دلفی، طراحی پرسش‌نامه است (۱۶). پرسش‌نامه‌ها برای دورهای بعدی، بر اساس پاسخ‌ها به دور قبل طراحی می‌شوند (۱۵). در این مطالعه با انجام بازدید میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای و درنظر گرفتن پژوهش‌های مرتبط، فعالیت هایی که منجر به بروز ریسک در عملیات لایروبی شده ، مشخص و ۵۷ ریسک شناسایی شده در قالب پرسش‌نامهٔ دلفی تدوین گردید (جدول ۱). به‌منظور استخراج ریسک‌های حایز اهمیت، پرسش‌نامه‌ها بین گروه تصمیم‌گیری متشکل از ۲۰ نفر از متخصصان محیط زیست، توزیع گردید در نهایت روایی و پایایی آنها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون پیرسون مورد سنجش قرار گرفته است. ریسک‌های منتخب در این مقاله با حرف A و اعداد ۱ تا ۱۰ نمادگذاری شده‌اند.

انتخاب روش مناسب در اولویت‌بندی اثرات

برای دستیابی به یک هدف، لازم است که تصمیم‌گیرنده، چندین معیار را توأم با هم مورد ارزیابی قرار دهد و گزینه‌های تصمیم را بر طبق معیارها بسنجد. چنین فرایندی تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) نامیده می‌شود (۱۷). به‌طور کلی، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به دو دستهٔ چندهدفه (MODM) و چندشاخصه (MADM) تقسیم می‌شوند (۱۸). در این پژوهش با توجه به شاخص‌های درنظر گرفته شده برای اولویت‌بندی ریسک‌ها ی ناشی از عملیات لایروبی، تکنیک‌های Entropy و Saw از تکنیک‌های تصمیم-گیری چندمعیاره به‌منظور تعیین وزن شاخص‌ها (احتمال وقوع، شدت و احتمال کشف) و اولویت‌بندی ریسک‌ها بهره گرفته شده است. با توجه به منفی بودن ماهیت ریسک‌ها، نمره‌دهی به شاخص‌ها براساس بازهٔ زیر انجام شده است.

جدول ۱: نمونهٔ پرسش‌نامهٔ دلفی شناسایی ریسک‌ها

ریسک	درجهٔ اهمیت					مخالفم
	۱ خیلی زیاد	۲ زیاد	۳ متوسط	۴ کم	۵ خیلی کم	
ایجاد بی‌نظمی در بستر						
تخریب زیستگاه‌های بستر						
تغییر ریخت‌شناسی بستر						
از بین بردن گونه‌ها کفزی						
ایجاد اختلال در زنجیره‌های غذایی						

۰	۱	۳	۵	۷	۹	۱۰
	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	

Archive of SID
www.SID.ir

تکنیک آنتروپی

این تکنیک یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات می‌باشد و نشان‌دهندهٔ میزان عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار از یک پیام است (۱۹). در این مقاله به‌منظور انتخاب شاخص‌های مناسب، شاخص‌های موجود در ارزیابی ریسک محیط‌زیستی و میزان تکرار آنها در مراجع ملی و بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفتند. پس از بررسی انواع و میزان تکرار شاخص‌ها و همچنین مطابقت با روش‌های ارزیابی ریسک از سه شاخص، احتمال وقوع، شدت، احتمال کشف برای رتبه‌بندی ریسک‌ها استفاده شد و با استفاده از تکنیک آنتروپی وزن هر معیار تعیین گردید. به این منظور شاخص‌های انتخاب شده به‌صورت ستونی و ریسک‌های حایز اهمیت به‌صورت ردیفی نشان داده شده است. به‌منظور محاسبهٔ وزن شاخص‌ها، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری (A) را به ماتریس نرمال (p_{ij}) شده تبدیل نموده و میزان E_j و d_j را برای هر یک از شاخص‌ها محاسبه و در نهایت وزن (W_j) هر یک از شاخص‌ها تعیین شده است. جهت بهره‌گیری از تکنیک انتروبی، انجام مراحل زیر ضروری بوده است.

	x_1	x_2	....	x_n
A_1	r_{11}	r_{12}	....	r_{1n}
A_2	r_{21}	r_{22}	....	r_{2n}
	.	.		.
	.	.		.
	.	.		.
A_m	r_{m1}	r_{m2}	....	r_{mn}

گام ۱: تکمیل ماتریس تصمیم‌گیری A:

گام ۲: محتوای اطلاعاتی موجود در ماتریس A ابتدا به‌صورت (Pij) زیر محاسبه می‌شود تا ماتریس A به صورت نرمال درآید.

گام ۳: میزان E_j از مجموعه P_{ij} ها به ازای هر مشخصه محاسبه می‌شود به‌طوری‌که K= است.

$$E_i = -K \sum_{i=1}^{m} [\, p_{ij} \, Ln \, P_{ij}]; \forall j$$

گام ۴: محاسبهٔ درجهٔ انحراف (dj) به ازای شاخص jام.

$$d_j = 1 - E_j ; \forall j$$

گام ۵:محاسبهٔ اوزان شاخص‌ها (W_j).

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^{n} d_j}; \forall j$$

روش مجموع ساده وزین (SAW)

Archive of SID
www.SID.ir

مدل مجموع ساده وزین یعنی (SAW)، یکی از ساده-ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه می‌باشد. با محاسبهٔ اوزان شاخه‌ها می‌توان به‌راحتی از این روش استفاده کرد. برای استفاده از این روش به‌منظور اولویت-بندی ریسک‌های حایز اهمیت شناسایی شده، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری تکمیل شده توسط متخصصان را با استفاده از روش بی‌مقیاس سازی خطی بی‌مقیاس نموده، سپس به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های حایز اهمیت، وزن محاسبه شده توسط تکنیک انتروپی برای معیارها را در ماتریس بی‌مقیاس شده ضرب نموده تا اولویت ریسک‌های ناشی از عملیات لایروبی مشخص شوند (۱۹).

نتایج

نتایج پرسش‌نامهٔ دلفی

پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها و تأیید روایی و پایایی آنها، در مجموع ۱۰ پیامد مخاطره آمیز محیط زیستی (ریسک) عملیات لایروبی، مشخص گردیدند. ریسک‌های حایز اهمیت شناسایی شده بههمراه فراوانی آنها در جدول (۲) ارائه شده‌اند.

نتایج اجرای روش Entropy

نتایج به دست آمده از اجرای تکنیک انتروپی برای تکمیل ماتریس (A) و میزان نرمال شده ماتریس (A)، میزان (Ej)، (dj) و (Wj) به‌ترتیب در جداول (۴، ۳ و ۵) ارائه شده است.

نتایج اجرای روشSAW

نتایج به‌دست آمده از اجرای این روش به صورت جدول بی‌مقیاس ND و جدول اولویت‌بندی شده به-ترتیب در جداول (۶ و ۷) ارائه شده است.

جدول ۲: ریسک‌های زیست‌محیطی نهایی عملیات لایروبی

نماد	ریسک	فراوانی	نماد	ریسک	فراوانی
A	ایجاد بی‌نظمی در بستر	۲۰	A	ایجاد تنش برای آبزیان	۱۶
A	تخریب زیستگاه‌های بستر	۲۰	A	معرفی گونه‌های جدید به محل دفع	۱۵
A	تغییر ریخت‌شناسی بستر	۱۸	A	افزایش غلظت هیدروکربن‌ها در بافت آبزیان	۱۴
A	از بین بردن گونه‌ها کفزی	۱۶	A	افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت آبزیان	۱۴
A	ایجاد اختلال در زنجیره‌های غذایی	۱۶	A	ایجاد رقابت بر سر منابع غذایی	۱۴

جدول ۲: ماتریس تصمیم گیری به منظور تعیین وزن شاخص‌ها

A=

ریسک	احتمال وقوع	شدت	احتمال کشف
ایجاد بی‌نظمی در بستر	۵	۵	۵
تخریب زیستگاه‌های بستر	۳	۳	۵
تغییر ریخت‌شناسی بستر	۷	۵	۵
از بین بردن گونه‌ها کف‌زی	۷	۵	۷
ایجاد اختلال در زنجیره‌های غذایی	۵	۷	۹
ایجاد تنش برای آبزیان	۳	۵	۷
معرفی گونه‌های جدید به محل دفع	۵	۷	۷
افزایش غلظت هیدروکربن‌ها در بافت آبزیان	۳	۵	۷
افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت آبزیان	۳	۵	۷
ایجاد رقابت بر سر منابع غذایی	۷	۵	۷

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴: ماتریس نرمالیزه شده

ریسک	احتمال وقوع	شدت	احتمال کشف
ایجاد بی‌نظمی در بستر	۰/۱۰۴۱۶۷	۰/۰۹۶۱۵۴	۰/۰۷۵۷۵۸
تخریب زیستگاه‌های بستر	۰/۰۶۲۵	۰/۰۵۷۶۹۲	۰/۰۷۵۷۵۸
تغییر ریخت‌شناسی بستر	۰/۱۴۵۸۳۳	۰/۰۹۶۱۵۴	۰/۰۷۵۷۵۸
از بین بردن گونه‌ها کف‌زی	۰/۱۴۵۸۳۳	۰/۰۹۶۱۵۴	۰/۱۰۶۰۶۱
ایجاد اختلال در زنجیره های غذایی	۰/۱۰۴۱۶۷	۰/۱۳۴۶۱۵	۰/۱۳۶۳۶۴
ایجاد تنش برای آبزیان	۰/۰۶۲۵	۰/۰۹۶۱۵۴	۰/۱۰۶۰۶۱
معرفی گونه های جدید به محل دفع	۰/۱۰۴۱۶۷	۰/۱۳۴۶۱۵	۰/۱۰۶۰۶۱
افزایش غلظت هیدروکربن ها دربافت آبزیان	۰/۰۶۲۵	۰/۰۹۶۱۵۴	۰/۱۰۶۰۶۱
افزایش غلظت فلزات سنگین دربافت آبزیان	۰/۰۶۲۵	۰/۰۹۶۱۵۴	۰/۱۰۶۰۶۱
ایجاد رقابت بر سر منابع غذایی	۰/۱۴۵۸۳۳	۰/۰۹۶۱۵۴	۰/۱۰۶۰۶۱

جدول ۵: ماتریس محاسبهٔ وزن شاخص‌ها

ریسک	احتمال وقوع	شدت	احتمال کشف
ایجاد بی‌نظمی در بستر	-۰/۲۳۵۶	-۰/۲۲۵۱۷	-۰/۱۹۵۴۷
تخریب زیستگاه‌های بستر	-۰/۱۷۳۲۹	-۰/۱۶۴۵۷	-۰/۱۹۵۴۷
تغییر ریخت‌شناسی بستر	-۰/۲۸۰۷۷	-۰/۲۲۵۱۷	-۰/۱۹۵۴۷
از بین بردن گونه‌های کف‌زی	-۰/۲۸۰۷۷	-۰/۲۲۵۱۷	-۰/۲۳۷۹۷
ایجاد اختلال در زنجیره‌های غذایی	-۰/۲۳۵۶	-۰/۲۶۹۹۵	-۰/۲۷۱۷
ایجاد تنش برای آبزیان	-۰/۱۷۳۲۹	-۰/۲۲۵۱۷	-۰/۲۳۷۹۷
معرفی گونه‌های جدید به محل دفع	-۰/۲۳۵۶	-۰/۲۶۹۹۵	-۰/۲۳۷۹۷
افزایش غلظت هیدروکربن‌ها در بافت آبزیان	-۰/۱۷۳۲۹	-۰/۲۲۵۱۷	-۰/۲۳۷۹۷
افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت آبزیان	-۰/۱۷۳۲۹	-۰/۲۲۵۱۷	-۰/۲۳۷۹۷
ایجاد رقابت بر سر منابع غذایی	-۰/۲۸۰۷۷	-۰/۲۲۵۱۷	-۰/۲۳۷۹۷
Ej	۰/۹۷۳۸۰۲۴۰۵	۰/۹۹۰۴۹۰۱۴۲	۰/۹۹۲۷۷۳۴۷۶
dj=1-Ej	۰/۰۲۶۱۹۷۵۹۵	۰/۰۰۹۵۰۹۸۵۸	۰/۰۰۷۲۲۶۵۲۴
$w = \frac{d_j}{\sum d_j}$	۰/۶۱۰۱۸۳۲۸۶	۰/۲۲۱۴۹۹۵۷۹	۰/۱۶۸۳۱۷۱۳۵

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۶: ماتریس بی مقیاس شده به‌منظور اولویت‌بندی ریسک

ریسک	احتمال وقوع	شدت	احتمال کشف
ایجاد بی‌نظمی در بستر	۰/۲۸۵۷۱۴	۰/۲۸۵۷۱۴۲۹	۰/۴۴۴۴۴۴۴۴
تخریب زیستگاه‌های بستر	۰/۵۷۱۴۲۹	۰/۵۷۱۴۲۸۵۷	۰/۴۴۴۴۴۴۴
تغییر ریخت‌شناسی بستر	۰	۰/۲۸۵۷۱۴۲۹	۰/۴۴۴۴۴۴۴
از بین بردن گونه‌های کف‌زی	۰	۰/۲۸۵۷۱۴۲۹	۰/۲۲۲۲۲۲۲
ایجاد اختلال در زنجیره‌های غذایی	۰/۲۸۵۷۱۴	۰	۰
ایجاد تنش برای آبزیان	۰/۵۷۱۴۲۹	۰/۲۸۵۷۱۴۲۹	۰/۲۲۲۲۲۲۲
معرفی گونه‌های جدید به محل دفع	۰/۲۸۵۷۱۴	۰	۰/۲۲۲۲۲۲۲
افزایش غلظت هیدروکربن‌ها در بافت آبزیان	۰/۵۷۱۴۲۹	۰/۲۸۵۷۱۴۲۹	۰/۲۲۲۲۲۲۲
افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت آبزیان	۰/۵۷۱۴۲۹	۰/۲۸۵۷۱۴۲۹	۰/۲۲۲۲۲۲۲
ایجاد رقابت بر سر منابع غذایی	۰	۰/۲۸۵۷۱۴۲۹	۰/۲۲۲۲۲۲۲

جدول ۷: نتایج اولویت‌بندی ریسک

تخریب زیستگاه‌های بستر	۰/۵۴۹۹۴۳
ایجاد تنش برای آبزیان	۰/۴۴۹۲۸۶
افزایش غلظت هیدروکربن‌ها در بافت آبزیان	۰/۴۴۹۲۸۶
افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت آبزیان	۰/۴۴۹۲۸۶
ایجاد بی‌نظمی در بستر	۰/۳۱۲۳۷۱
تغییر ریخت‌شناسی بستر	۰/۱۳۸۰۵۷
معرفی گونه‌های جدید به محل دفع	۰/۲۱۱۷۱۴
ایجاد اختلال در زنجیره‌های غذایی	۰/۱۷۴۳۱۴
ایجاد رقابت بر سر منابع غذایی	۰/۱۰۰۶۵۷
از بین بردن گونه‌های کف‌زی	۰/۰۶۹۴۱۶

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۸: اولویت‌بندی ریسک‌ها با استفاده از مدل SAW

رتبه	نماد	ریسک
۱	A	تخریب زیستگاه
۲	A	ایجاد تنش برای آبزیان
	A	افزایش غلظت هیدروکربن‌ها در موجودات آبزی
	A	افزایش غلظت فلزات سنگین در موجودات آبزی
۳	A	ایجاد بی‌نظمی در بستر
۴	A	معرفی گونه‌های جدید به محل دفع
۵	A	ایجاد اختلال در زنجیره‌های غذایی
۶	A	تغییر ریخت‌شناسی بستر
۷	A	ایجاد رقابت بر سر منابع غذایی
۸	A	از بین بردن گونه‌های کف‌زی

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی مهم‌ترین ریسک‌های ممکن، استنتاج نتایج، تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری در مورد پیامدهای فعالیت لایروبی می‌باشد. کاربرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌منظور کمک به تصمیم‌گیری مناسب جهت کاهش و به حداقل رساندن پیامدهای منفی ناشی از فعالیت‌های خدماتی باید به‌عنوان یک اصل ذاتی در چارچوب ارزیابی ریسک مدنظر قرار گیرد. نتایج حاصل از به‌کارگیری تکنیک‌هایEntropy و SAW نشان داد که در عملیات لایروبی، تخریب زیستگاه‌ها، افزایش غلظت هیدروکربن‌های نفتی و فلزات سنگین در موجودات آبزی، ایجاد تنش برای آبزیان و ایجاد بی‌نظمی در بستر با توجه به ماهیت فعالیت لایروبی و مواد لایروبی شده در محل‌های مورد لایروبی و لای‌ریزی در اولویت‌های اول تا سوم قرار گرفته‌اند که نیازمند انجام اقدامات کنترلی بیشتری نسبت به سایر ریسک‌ها هستند. اولویت تعیین‌شده برای ریسک‌های حایز اهمیت در جدول (۸) ارائه شده است.

پژوهش‌های متعددی نتایج به‌دست آمده را تأیید می‌کنند؛ به عنوان مثال، این نتایج با یافته‌های جیمز (۲۰۰۶) در بررسی پیشرفت‌های لایروبی در عملیات لایروبی و تحقیقات زیست‌محیطی، مشابه بوده است. جیمز در مطالعهٔ خود، افزایش غلظت جامدات معلق در ستون آب را که موجب افزایش ترکیبات آلاینده (فلزات سنگین و هیدروکربن ها) در محل دفع می‌شوند را به‌عنوان شاخص‌ترین اثر زیست‌محیطی معرفی نموده است (۲۰). همچنین یافته‌های دکتر تاد (۲۰۱۱) در پژوهش‌های زیست محیطی عملیات لایروبی نشان داد که تخریب زیستگاه و از بین بردن گونه‌های کف زی از جمله مهم‌ترین ریسک‌های ناشی از عملیات‌های لایروبی خواهد بود (۲۱)، که با نتایج به‌دست آمده در این مقاله همخوانی داشته است. حال در ادامه به برخی از راه حل‌های پیشنهادی به‌منظور حذف یا کمینه نمودن مخاطرات زیست‌محیطی اشاره شده است:

- حتی‌الامکان از لایروب‌های مکشی به‌جای لایروب‌های چنگک‌دار استفاده شود.

Archive of SID
www.SID.ir

- حتی‌الامکان به‌منظور جلوگیری از افزایش کدورت، عملیات لایروبی در زمان جزر انجام شود.
- احیای زیستگاه‌های تخریب شده از طریق ایجاد زیستگاه‌های مصنوعی (غرق نمودن شناورهای مستعمل در محل‌های مناسب) و ...

References

1-Alahyari A. Risk assessment of engineering geology and geotechnical parameters influencing the stability of the zola dam salmas.1384;102:1-8.
2-Haler R, Basics of risk analysis and risk management. J Knowledge Manag 2006;85:112-120.
3-Andvrdy M, Principles and methods of environmental management. Proceedings of the Congress. 2001 month day; city, Iran. P. 20-36.
4-Muhlbauer WK. Pipeline risk management manual. Houston: Gulf Pub. Co; 1999; 22: 20-35.
5-Neil E, Pritchard J. Title. Proceedings of the Ascaad International Conference on Design in Architecture Dhahaea; 2004 month day, Saudi Arabia.
6-Meyer SE, Hayden JD, Forrest S. An Assessment of Narrow Object Frontal Impact Calculation Methods. SAE Technical Paper 2001.
7-Dhymavy AS, Kashkooli HM. [multi-criteria decision making methods in prioritizing irrigation and drainage projects]. Proceedings of the 1st National Conference on Irrigation and Drainage Network Management; 2006 month day; city, Iran. p. 1-8.
8-Afrazh A, M So to. Vulvitis classification of railway development projects based on a multi-criteria decision making algorithm. Proceedings of the 2nd International Conference on Project Management; 2005 month day; city, Iran. p. 1-9. [In Persian]
9-Shahbazi M, Ardekani M. [locating new port on the coast south of the country]. Proceedings of the 6th International Conference on Coasts, Ports and Marine Structures; 2004 month day; city, Iran. P. 1-12. [In Persian].
10-Asgharzadeh AS, Ansari M, Kiani G. [weighting and ranking factors affecting the quality of automotive tires, using multi-criteria decision making techniques]. J Knowledge Management 2010;75:22-40. [In Persian]
11-Moore DW, Bridges TS, Ruiz C. Environmental risk assessment and dredged material management: issues and application. Proceedings of the Workshop; 1998 Feb 18-20; San Diego, California.
12-Adnitt C. Dredging management practices for the environment: a structured selection approach. Terra et Aqua2009;114.
13- Lewis MA, Weber DE, Stanley RS, Moore JC. Dredging impacts on an urbanized Florada bayou: effects on benthos and algal-periphton. Environ Pollut 2001;115(2):161-71.
14-Loo R. The Delphi method: a powerful tool for strategic management. Int J Police Strategies Management 2002;25(4):762-9.
15-Ali AK. Using the Delphi technique to search for empirical measures of local planning agency power. Qualitative Report 2005,10:718-44.
16-MacCarthy BL, Atthirawong W. Factors affecting location decisions in international operations- a Delphi study. Int J Oper Prod Man 2003;23(7):794-818.
17-Fouladgr M. Decision Support System (DSS) in water resources management in the catchment basins of Iran [dissertation]. Tehran: Tehran Univ.; 2007. [In Persian]
18-Azar M, RajabZadeh R. [Dredging role early in the optimization of utilization of irrigation networks]. Proceedings of the 1st regional conference on utilization of water resources; 2008 month day, Iran. [In Persian]
19-Asgharpour M. [Chndmyarh decisions]. 6th ed. Tehran: Tehran University Press; 2008. [In Persian]
20-Clausner J. Dredging Advances in the Dredging Operations and Environmental Research (DOER) Program. Proceedings of the AAPA HNE Seminar; 2006 Jun 7; Vancouver, British.
21-Todd S, Bridges ST. Dredging Operations Environmental Research (DOER). Stsenior Research Scientist, Environmental Scienceengineering Research And Development Centeru.S. Army Corps Of Engineers, 2011.

Archive of SID

www.SID.ir

Entropy and Multi-Criteria Decision Making Techniques Used In Saw Risk Assessment: Case Study of Imam Khomeini Port Berths Dredged

Nematollah Jaafarzadeh Haghighi fard [1], Seyed Mohammad Lari Baghal[2*], Zainab Quaid Rahmat[3]

1- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Environmental Technology Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

2- Department of Environmental Sciences, Graduated Assessment and Land Use Planing, Ahvaz, Iran.

3-Master Student of Environmental Health, Engineering, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Student Research Center Committee, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

[*]Corresponding Author:
Seyed Mohammad Lari Baghal;
Department of Environmental Sciences, Graduated Assessment and Land Use Planing, Ahvaz, Iran.
Tel: 09163135010
Email:mlariinfo@yahoo.com

Abstract

Background: Maritime transport from the beginning of human history, has played a fundamental role in shaping human societies and their economic development. In this era the communication arteries are the foundation of any country's economy. Due to the development of the necessary ports, coastal dredging activities in Iran had a growing trend during over the past two decades. However, from an environmental perspective less attention has been made particularly for the management of dredged material.. In this paper, the environmental risks of dredging operations were identified and ranked at Bandar Imam Khomeini.

Methods: The Delphi questionnaires were applied in order to initially create the important risk factors associated with dredging operations..Then, multi-criteria decision making techniques were developed to calculate the likelihood of weighted index entropy measures, severity and likelihood of each risk has been detected, identified and prioritizes as significant risks using the Simple-additive-weighting (SAW) technique.

Results: The results show that the size and concentration of petroleum hydrocarbons and heavy metals increased in aquatic organisms tissue and are noted as important risks as the first and second stress in the aquatic habitats. Creating of disorder in the context of the nature of bed sea during the dredging operations has also been ranked as the third factor.

Conclusion: Primarily of dredging operations will ultimately lead to ecological imbalance, environmental risks and leads to disturbance in the location of the dredging.

Keywords: risk assessment - Environmental aspects- Entropy- Saw

►*Please cite this paper as*
Jaafarzadeh Haghighi fard N, Lari Baghal SM, Quaid Rahmat Z. Entropy and Multi-Criteria Decision Making Techniques Used In Saw Risk Assessment:Case Study of Imam Khomeini Port Berths Dredged. Jundishapur Sci Med J 2013;29-39

Received: 21.10.2012 **Accepted: 24.12.2012**

Archive of SID
www.SID.ir