کاربرد FMEA در ارزیابی ریسک زیست محیطی: مورد کاوی لایروبی اسکله های بندر امام خمینی

سید محمد لاری بقال[۱]
نعمت اله جعفرزاده حقیقی فرد[۲*]
مسعود رفیعی[۳]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، اهواز، ایران
۲. دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشیار مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست محیطی، اهواز، ایران
۳. دانشگاه علوم پزشکی ایران، مربی مرکز تحقیقات بهداشت کار، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات
n.jaafarzadeh@ajums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۱۰
این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی می‌باشد.

چکیده

با توجه به اینکه بندر امام خمینی یکی از بزرگ‌ترین بنادر کشور و بزرگ‌ترین بندر خوزستان بوده و نظر به بالا بودن میزان رسوب گذاری در اسکله های این بندر و مجاورت آن با اکوسیستم خور موسی، در تحقیقی که در سال‌های ۹۰-۸۹ صورت پذیرفته، ریسک‌های زیست محیطی ناشی از انجام عملیات لایروبی اسکله های بندر امام خمینی، شناسایی، رتبه بندی و مورد ارزیابی قرار گرفته است. به این منظور ابتدا عوامل ایجاد کننده ریسک ناشی از انجام عملیات لایروبی با استفاده از پرسشنامه های دلفی و نظر سنجی از متخصصین شناسایی شده، سپس از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و نرم افزار Expert choice برای تعیین احتمال وقوع هر ریسک استفاده گردید. به منظور تعیین شدت و احتمال کشف هر ریسک و همچنین محاسبه مقدار عددی ریسک از روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست استفاده گردید. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که در عملیات لایروبی در محیط فیزیکی و شیمیایی، تغییر ریخت شناسی بستر و ایجاد بی نظمی در بستر دریا به ترتیب با ۱۲/۴۱۱ و ۶/۳۹، در محیط بیولوژیکی نیز تخریب زیستگاه های بستر و از بین بردن گونه های کف زی به ترتیب با ۱۰/۸۴۸ و ۳/۳۲۵ و در محیط اجتماعی –اقتصادی تأثیر بر مسائل روانی نیروی انسانی لایروب و زخمی شدن – قطع عضو به ترتیب با ۵/۰۷۲ و ۲/۵۳۸ به عنوان مهمترین ریسک ها بروز می‌کنند و در عملیات لای ریزی افزایش کدورت با ۶/۰۸۴ و از بین بردن گونه های کف زی با ۶/۰۸ و کاهش فعالیت صید و صیادی با ۱۲/۰۵۴ به عنوان مهمترین ریسک‌ها شناسایی شدند.

واژگان کلیدی: ارزیابی، ریسک، دلفی، لایروبی، لای ریزی، FMEA

مقدمه

ارزیابی ریسک زیست محیطی، یک ابزار مهم در مدیریت محیط زیست به منظور کاهش مخاطرات پروژه‌ها و دستیابی به توسعه پایدار به شمار می‌رود که امروزه در برنامه ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های اکثر کشور های جهان مورد توجه قرار می‌گیرد (اندرودی، ۱۳۸۰). 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 (Muhlbauer, 1999). تاکنون بیشتر مطالعات انجام شده در کشور ما و سایر کشور های جهان، به جنبه های ایمنی پروژه‌ها توجه داشته‌اند و کمتر به جنبه های زیست محیطی آنها پرداخته شده است. بررسی سابقه استفاده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تجزیه و تحلیل عوامل شکست نشان می‌دهد که این روش‌ها به تنهایی و توأم با روش‌های دیگر کاربرد فراوانی برای انجام مطالعات ارزیابی ریسک در محدوده بنادر و سایر بخش‌ها می‌باشند (Neil *et al.,* 2004). سعیدا و همکاران (۱۳۸۸)، از روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست به منظور تحلیل ریسک حوادث در کارخانه تولید سرامیک استفاده نمودند. به این منظور ابتدا مشاغل قسمت‌های مختلف کارخانه از نظر نوع خطرات معمول مرتبط با هر شغل مورد بررسی قرار گرفته، سپس جداول FMEA، با توجه به مشاهدات و بررسی حوادث قبلی، مصاحبه با کارگران و شناسایی فعالیت‌ها و خطرات، تکمیل گردید و در نهایت عدد ریسک برای هر یک از شغل‌ها محاسبه شده است. Song و همکاران (۲۰۱۰)، میزان تخریب‌های زیست محیطی در کوهستان‌های غرب چین با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند و عواملی که در سطح

Archive of SID

www.SID.ir

استان‌ها و شهرستان‌های واقع در مناطق کوهستانی باعث تخریب محیط زیست می‌شوند را با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی مشخص کردند. مطالعه آنان مشخص نمود که عوامل انسانی بیشترین سهم را در تخریب محیط زیست به خود اختصاص داده‌اند. Zayed و همکاران (۲۰۰۸)، در ارزیابی ریسک پروژه‌های عمرانی مانند بزرگراه با بررسی پروژه های مشابه، ریسک‌ها را شناسایی و از نظر شدت و احتمال با یکدیگر مقایسه نموده و در نهایت از طریق روش فرآیند سلسله مراتبی مکان‌های احتمالی ساخت بزرگراه اولویت بندی کرد. Sambasivan و همکاران در (۲۰۰۸) عوامل موفقیت در پیاده سازی ایزو ۱۴۰۰۱ با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی:مطالعه موردی در مالزی را بررسی نمودند. هدف از انجام این مطالعه تعیین عوامل فرعی و حیاتی برای اجرای موفقیت آمیز ایزو ۱۴۰۰۱ بود و طی آن با استفاده از روش فرایند سلسله مراتبی وزن نسبی و همچنین اولویت بندی عوامل موثر مشخص گردیده و بر اساس نتایج بدست آمده مهمترین عوامل در اجرای موفقیت آمیز ایزو ۱۴۰۰۱ داشتن رویکرد مدیریتی، تغییرات سازمانی، جنبه های فنی، معرفی شده است.

در پروژه ای که با عنوان ارزیابی ریسک لایروبی و مدیریت مواد لایروبی انجام شده است، از مدل توسعه یافته شبکه غذایی فرانک که برای اولین بار توسط جان کانلی ارائه شده بود، استفاده شده است. در این تحقیق به ریسک‌های محیط زیستی و منحصراً آلودگی‌های ناشی از فعالیت لایروبی اشاره شده است و مهمترین عامل ایجاد کننده‌ی آلودگی و مسمومیت، فلزات سنگین موجود در رسوبات مورد لایروبی شناخته شده است. همچنین هدف از این مطالعه یافتن مکان‌هایی برای دفع مواد لایروبی شده از طریق ردیابی میزان فلزات سنگین در شبکه های غذایی معرفی شده است تا کمترین اثر را بر آبزیان محل دفع رسوبات داشته باشد. در واقع در این مقاله افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت موجودات آبزی در اثر برداشت و تخلیه رسوبات، یکی از مهمترین اثرات فعالیت لایروبی شناخته شده است (David *et al.,* 1998). همچنین در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۹ با عنوان شیوه های مدیریت لایروبی از جنبه‌ی زیست محیطی که با هدف شناسایی اثرات عملیات لایروبی بر محیط‌های لایروبی شده، انجام گرفته است، به ریسک‌های ناشی از فعالیت لایروبی و دفع مواد لایروبی شده و تأثیر این مواد بر کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب و تأثیر رسوب‌ها بر آبزیان کف زی و زیستگاه های بستر اشاره شده است. در این مطالعه مهمترین ریسک، تخریب زیستگاه‌ها بستر و از بین رفتن گونه های کف زی در اثر برداشت رسوب و تخریب زیستگاه‌ها بستر در محل لای ریزی در اثر تخلیه حجم زیاد رسوب اشاره شده است (Adnitt *et al.,* 2009).

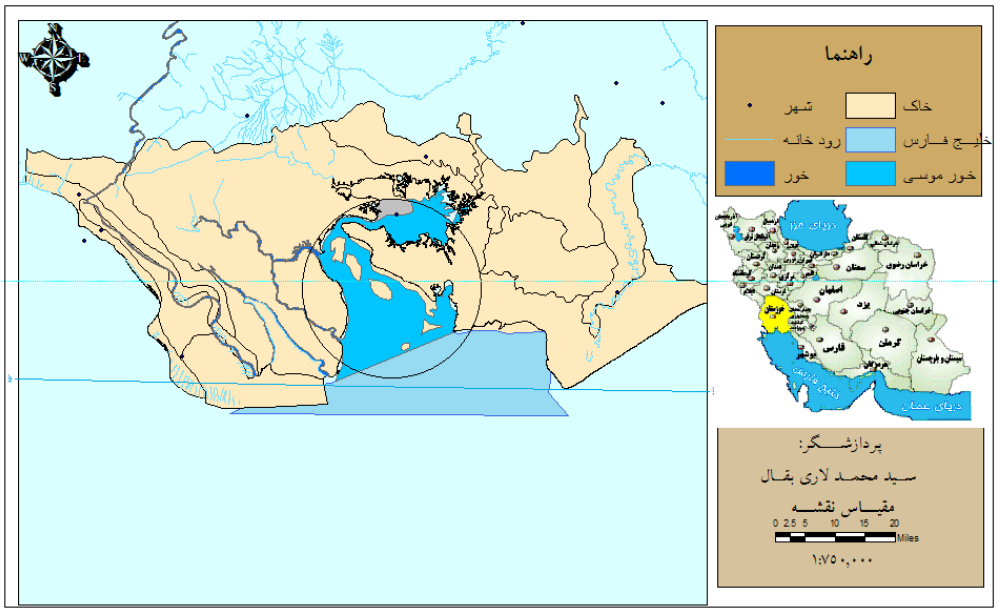
مواد و روش‌ها

این مطالعه در بندر امام خمینی از بخش‌های شهرستان بندر ماهشهر واقع در استان خوزستان انجام شده است. این بندر 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. بندر امام خمینی به وسیله آب راهه خور موسی، به خلیج فارس متصل می‌شود. بندر امام خمینی با داشتن ۳۷ بار انداز، بزرگترین بندر ایران به شمار می‌رود و از دو قسمت سر بندر و بندر امام خمینی تشکیل شده است (سازمان بنادر و دریانوردی خوزستان، ۱۳۸۹). بر اساس بررسی‌های انجام شده محدوده های مطالعاتی عملیات لایروبی که در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده شامل ۳ زیر محدوده به شرح زیر هستند:

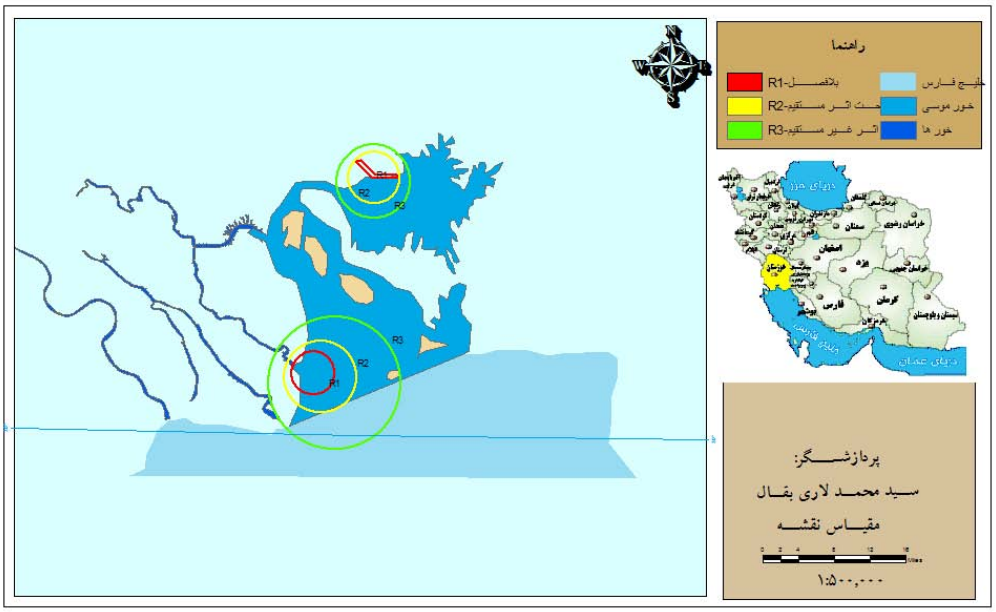
محدوده بلافصل: این محدوده شامل محوطه لایروبی و لای ریزی و در بر گیرنده اسکله های طرح و محوطه تخلیه و دفع مواد لایروبی شده در غرب خور موسی و دهانه خروجی آن می‌باشد. محدوده‌ی تحت اثر مستقیم: این محدوده شامل خورهای موسی در جنوب و خور دورق در جوار بندر امام می‌باشد. محدوده‌ی تحت اثر غیر مستیم: این محدوده شامل خور موسی و آبزیان متأثر از طرح می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: نمای کلی محدوده‌ی مورد مطالعه در اسکله بندر امام خمینی



شکل ۲: موقعیت محدوده های مطالعاتی اسکله بندر امام خمینی

در این مطالعه، به منظور دستیابی به اطلاعات پایه محدوده مورد نظر از مطالعات کتابخانه ای (گزارشات، مقالات، پایان نامه هاو ...) و جستجو در سامانه اطلاعات و همچنین بازدید از اسکله های بندر امام خمینی و ناوگان لایروبی مستقر در این بندر استفاده شد. در این پژوهش از سه روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست به عنوان روش اصلی FMEA (عوض خواه، ۱۳۸۹) و روش‌های تصمیم گیری گروهی (دلفی) و تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (قدسی پور، ۱۳۸۸ و اصغر پور، ۱۳۸۷)، به عنوان روش‌های کمکی استفاده شده است. یکی از ابزار های به کار گرفته شده در این مطالعه، پرسشنامه های دلفی بوده که با هدف شناسایی عوامل به وجود آورنده ریسک و شناسایی ریسک‌های حائز اهمیت ناشی از عملیات لایروبی تهیه شده است. به این منظور ابتدا با انجام بازدید میدانی، ۷۱ عامل به عنوان عوامل به وجود آورنده ریسک، شناسایی گردید و در قالب پرسشنامه ای با عنوان «شناسایی عواملی که باعث بروز ریسک می‌شوند» بین ۲۸ نفر از کارشناسان با تجربه امر لایروبی و محیط زیست توزیع گردید و در نهایت ۲۹ عامل به عنوان عوامل اصلی بروز ریسک در عملیات لایروبی

www.SID.ir

شناخته شدند. در گام بعد، ۶۰ ریسک ناشی از انجام عملیات لایروبی در قالب پرسشنامه ای با عنوان «شناسایی ریسک‌های مهم ناشی از فعالیت لایروبی و لای ریزی» به منظور شناسایی ریسک‌های حائز اهمیت بین کارشناسان محیط زیست توزیع گردید. در نهایت، بر اساس نظرات اعلام شده برای محیط لایروبی، ۱۷ و برای محیط لای ریزی، ۲۰ ریسک به عنوان ریسک‌های حائز اهمیت شناسایی گردید. در ادامه کار از روش فرآیند سلسله مراتبی به منظور محاسبه احتمال وقوع هر ریسک استفاده شده است. به این منظور برای ریسک‌های شناسایی شده حائز اهمیت، به تفکیک محیط لایروبی و لای ریزی، ساختار های سلسله مراتبی رسم گردید (شکل ۳ و ۴). ماتریس‌های مقایسه زوجی به منظور تعیین احتمال وقوع هر ریسک، بر اساس ساختار های رسم شده طراحی و بین کارشناسان توزیع گردید. هر ماتریس از دو قسمت تشکیل شده است (سفید و خاکستری) که کارشناسان امتیازات را در قسمت سفید رنگ وارد می‌نمایند. در جدول شماره ۱ مقادیر ترجیحات برای مقایسه های زوجی ارائه شده است. امتیازات داده شده توسط کارشناسان را در محیط Numerical نرم افزار Expert choice V2000 وارد کرده و نرم افزار به صورت خودکار داده های قسمت خاکستری رنگ را محاسبه و وزن‌ها (احتمال وقوع) را برای هر ریسک محاسبه می‌کند (قدسی پور، ۱۳۸۸).

شکل ۳: نمودار سلسله مراتبی تعیین احتمال ریسک‌های لایروبی اسکله های بندر امام خمینی (۱۳۸۹-۱۳۹۰)

www.SID.ir

شکل ۴: نمودار سلسله مراتبی تعیین احتمال ریسک‌های لای ریزی اسکله های بندر امام خمینی (۱۳۹۰-۱۳۸۹)

جدول ۱: مقادیر ترجیحات برای مقایسه های زوجی (قدسی پور، ۱۳۸۸)

ترجیحات (قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملا مهم تر یا کاملا مطلوب تر	۹
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل قوی	۸-۶-۴-۲

در ادامه به منظور تعیین شدت و احتمال کشف هر ریسک از جداول روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست استفاده گردید (امتیاز ۱ تا ۱۰). در نهایت با مشخص شدن احتمال وقوع، شدت و احتمال کشف با استفاده از فرمول زیر مقدار عددی هر ریسک محاسبه گردید:

RPN = (S) x (O) x (D)

Archive of SID

www.SID.ir

در این فرمول؛ (S) یا شدت، رتبه ای که نشان دهنده میزان جدی بودن اثر خرابی بر روی محصول و یا مشتری است. برای انتخاب شدت ابتدا تیم FMEA باید یک راهنمای رتبه بندی تهیه کند. (O) یا وقوع، رتبه ای است در ارتباط با احتمال رخ دادن یک علت خرابی. (D) یا احتمال کشف، برآوردی از شانس اینکه کنترل و یا کنترل‌های جاری بتواند حالت خرابی و یا علت خرابی را قبل از اینکه قطعه فرآیند تولید یا مونتاژ را ترک کند. درجه ریسک (RPN): یک اندازه گیری از میزان خطر پذیری از حاصل ضرب شدت، وقوع و احتمال کشف (عوض خواه، ۱۳۸۹).

نتایج

بر اساس پرسشنامه های توزیع شده بین کارشناسان خبره مهمترین ریسک‌ها در عملیات لایروبی و لای ریزی در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۲: ریسک‌های مهم لایروبی و لای ریزی اسکله های بندر امام خمینی (۱۳۸۹-۱۳۹۰)

لایروبی	لای ریزی
محیط فیزیک و شیمیایی	محیط فیزیک و شیمیایی
۱-تغییر ریخت شناسی بستر	۱-تغییر ریخت شناسی بستر
۲- ایجاد بی نظمی در بستر دریا	۲-بالا آمدن آب در محل دفع رسوبات
۳- افزایش کدورت	۳-افزایش حجم رسوبات در محل دفع
۴- افزایش غلظت جامدات معلق	۴-افزایش کدورت آب
محیط زیست	۵-افزایش غلظت فلزات سنگین (جیوه- سرب)
۱- تخریب زیستگاه های بستر	۶-افزایش میزان جامدات معلق
۲- از بین بردن گونه های کف زی	۷-افزایش میزان جامدات محلول
۳- ایجاد اختلال در زنجیره های غذایی	۸-افزایش غلظت هیدرو کربن‌های نفتی
۴- جابجایی گونه‌ها از زیستگاه های اصلی خود	محیط زیست
محیط اقتصادی اجتماعی	۱-تخریب زیستگاه های بستر
۱- زخمی شدن _قطع عضو	۲-از بین بردن گونه های کف زی
۲- آسیب دیدن حس شنوایی و بینایی	۳-ایجاد تنش برای آبزیان محل دفع
۳- عوارض پوستی	۴-تأثیر رسوبات معلق بر ماهیان (خفگی ماهیان)
۴- آلودگی مواد غذایی دریایی مصرفی	۵-معرفی گونه های بیگانه به زیستگاه های محل دفع رسوب
۵- تأثیر بر مسائل روانی نیروی انسان لایروب	۶-ایجاد رقابت بین گونه‌ها بر سر منابع غذایی و زیستگاه
۶- ایجاد آلودگی بصری	۷-ایجاد اختلال در زنجیرهای غذایی
۷- هزینه بالای فعالیت لایروبی	۸-افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت موجودات آبزی (جیوه، سرب)
۸- هزینه بالای درمان بیماری‌های مربوط به فعالیت لایروبی	محیط اقتصادی اجتماعی
۹- مخالفت جوامع و سازمان‌های محلی با فعالیت لایروبی	۱-آلودگی مواد غذایی دریایی مصرفی
	۲-ایجاد آلودگی بصری
	۳-مخالفت جوامع و سازمان‌های محلی با فعالیت لایروبی
	۴-کاهش فعالیت صید و صیادی

نمونه ماتریس مقایسه زوجی تکمیل شده به منظور تعیین احتمال وقوع هر ریسک (لایروبی – لای ریزی) در جدول ۳ آورده شده است.

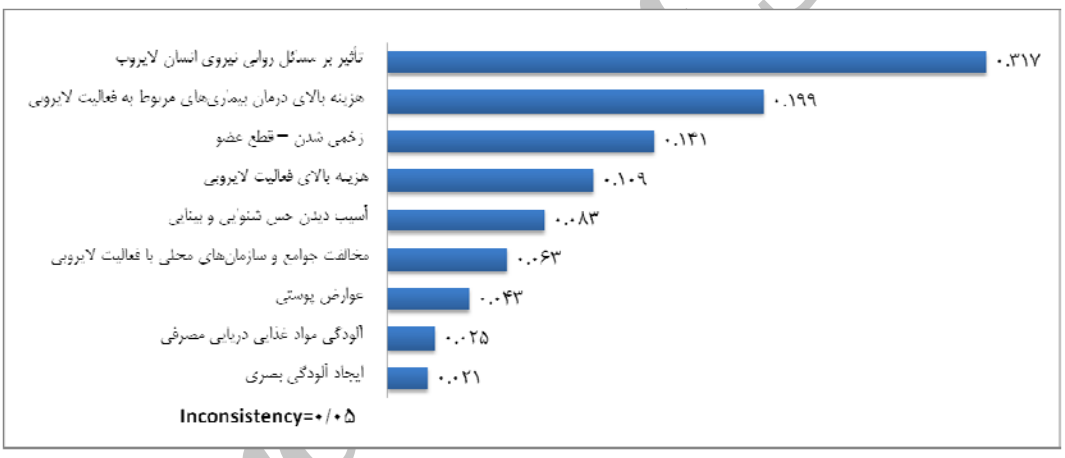
Archive of SID

www.SID.ir

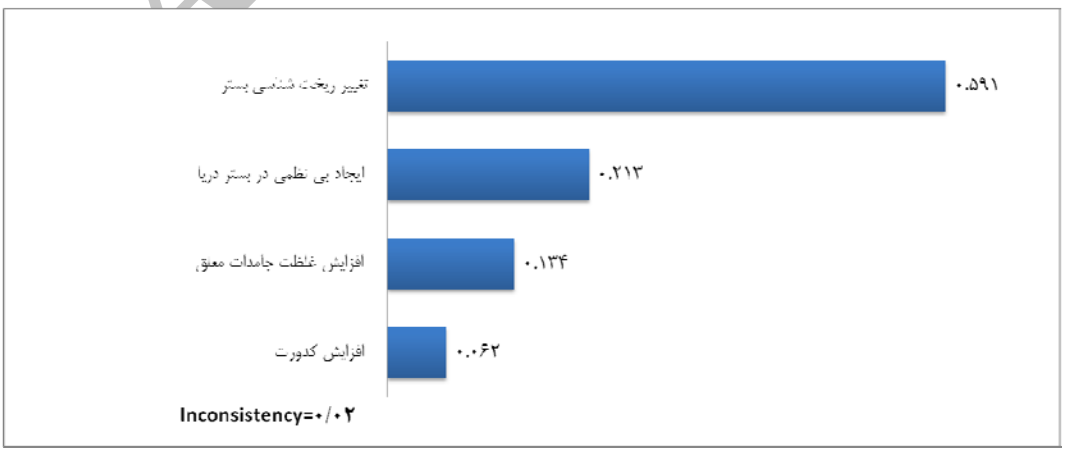
جدول ۳: مقایسه زوجی ریسک در محیط فیزیکی و شیمیایی و زیست محیطی اسکله های بندر امام خمینی (۱۳۹۰-۱۳۸۹)

فیزیک و شیمیایی	A	B	C	D
A- تغییر ریخت شناسی بستر	۱	۵	۸	۵
B- ایجاد بی نظمی در بستر دریا		۱	۳	۲
C- افزایش کدورت			۱	۳
D- افزایش غلظت جامدات معلق				۱
محیط زیست	**A**	**B**	**C**	**D**
A- تخریب زیستگاه های بستر	۱	۸	۸	۵
B- از بین بردن گونه های کف زی		۱	۲	۲
C- ایجاد اختلال در زنجیره های غذایی			۱	۳
D- جابجایی گونه‌ها از زیستگاه های اصلی خود				۱

با توجه به آنالیز انجام گرفته توسط نرم افزار Expert Choice وزن نسبی هر یک از ریسک‌ها بر حسب احتمال وقوع محاسبه گردید که نتایج حاصل از آن اشکال ۳ تا ۸ نشان داده شده است.

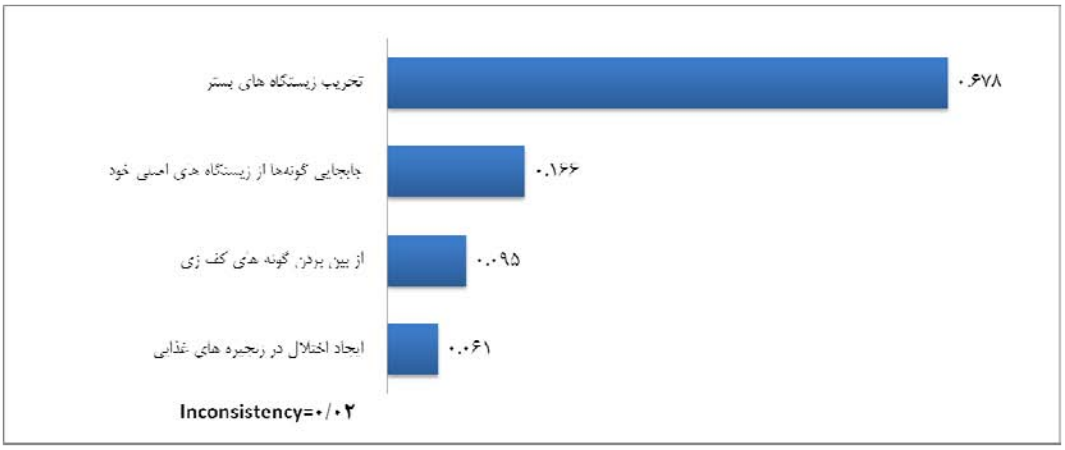


شکل ۳: وزن‌های نسبی ریسک‌های لایروبی بر حسب احتمال وقوع در محیط فیزیکی شیمیایی

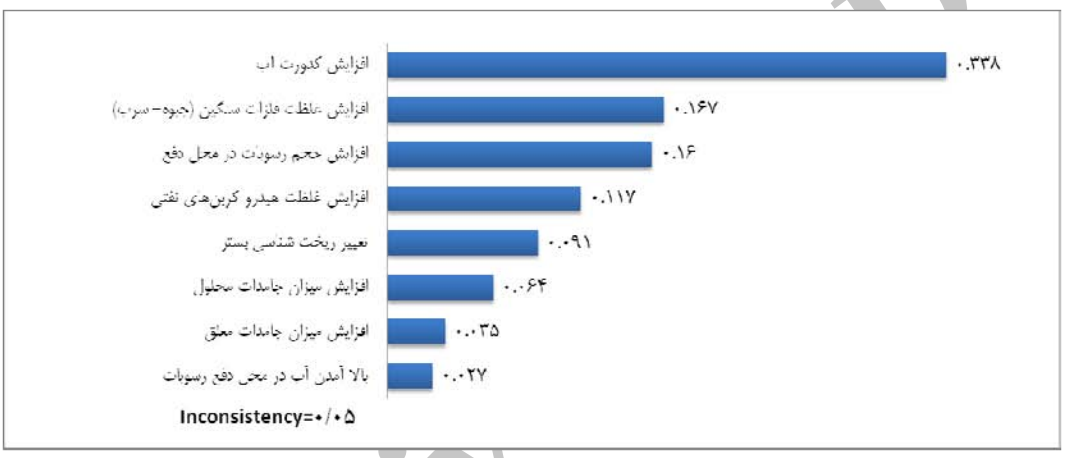


شکل ۴: وزن‌های نسبی ریسک‌های لایروبی بر حسب احتمال وقوع در محیط اقتصادی اجتماعی

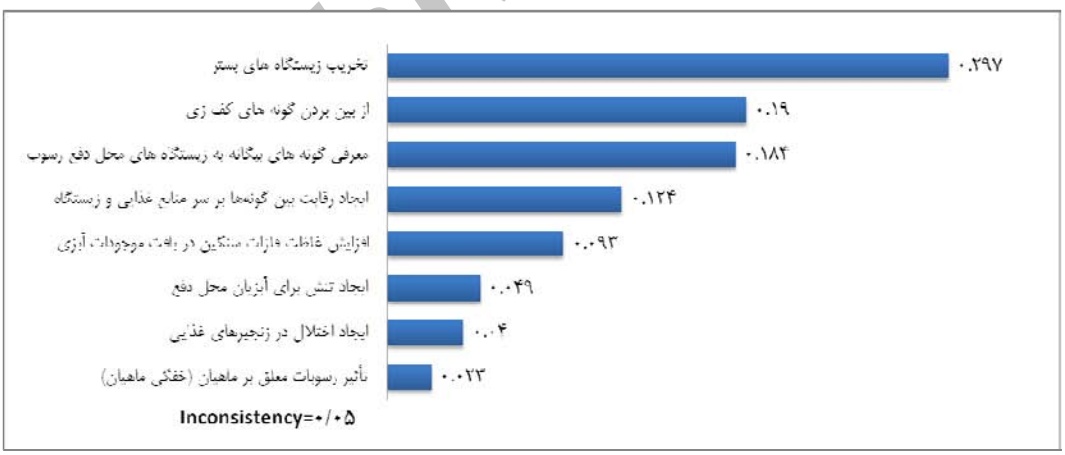
www.SID.ir



شکل ۵: وزن‌های نسبی ریسک‌های لایروبی بر حسب احتمال وقوع در محیط بیولوژیک

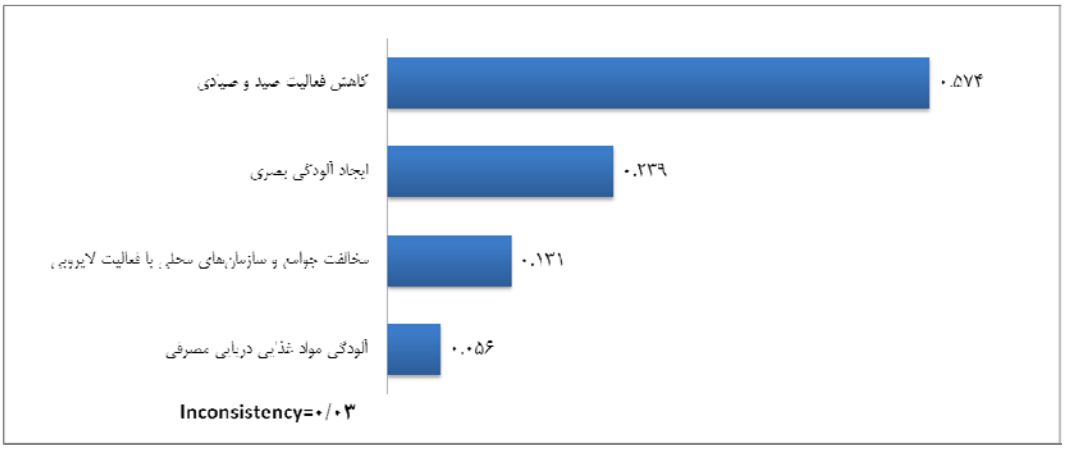


شکل ۶: وزن‌های نسبی ریسک‌ها لای ریزی بر حسب احتمال وقوع در محیط فیزیکی شیمیایی



شکل ۷: وزن‌های نسبی ریسک‌ها لای ریزی بر حسب احتمال وقوع در محیط بیولوژیک

www.SID.ir



شکل ۸: وزن‌های نسبی ریسک‌ها لای ریزی بر حسب احتمال وقوع در محیط اقتصادی اجتماعی

بعد از تعیین میزان احتمال وقوع، شدت و احتمال کشف اثر، میزان عددی ریسک (RPN) محاسبه گرید. جداول ۴ و ۵ مقدار عددی RPN را نشان می‌دهد.

جدول ۴: میزان عددی ریسک‌های بدست آمده برای لایروبی

ریسک‌ها	محیط	احتمال وقوع	شدت	احتمال کشف اثر	عدد ریسک
۱-تغییر ریخت شناسی بستر	فیزیک و شیمیایی	۰/۵۹۱	۷	۳	۱۲/۴۱۱
۲- ایجاد بی نظمی در بستر دریا		۰/۲۱۳	۵	۶	۶/۳۹
۳- افزایش کدورت		۰/۰۶۲	۴	۸	۱/۹۸۴
۴- افزایش غلظت جامدات معلق		۰/۱۳۴	۳	۸	۳/۲۱۶
۱- تخریب زیستگاه های بستر	محیط زیست	۰/۶۷۸	۸	۲	۱۰/۸۴۸
۲- از بین بردن گونه های کف زی		۰/۰۹۵	۷	۵	۳/۳۲۵
۳- ایجاد اختلال در زنجیره های غذایی		۰/۰۶۱	۷	۴	۱/۷۰۸
۴- جابجایی گونه‌ها از زیستگاه های اصلی خود		۰/۱۶۶	۹	۲	۲/۹۸۸
۱- زخمی شدن – قطع عضو	اقتصادی – اجتماعی	۰/۱۴۱	۹	۲	۲/۵۳۸
۲- آسیب دیدن حس شنوایی و بینایی		۰/۰۸۳	۹	۲	۱/۴۹۴
۳- عوارض پوستی		۰/۰۴۳	۶	۵	۱/۲۹
۴- آلودگی مواد غذایی دریایی مصرفی		۰/۰۲۵	۳	۵	۰/۳۷۵
۵- تأثیر بر مسائل روانی نیروی انسان لایروب		۰/۳۱۷	۸	۲	۵/۰۷۲
۶- ایجاد آلودگی بصری		۰/۰۲۱	۵	۵	۰/۵۲۵
۷- هزینه بالای فعالیت لایروبی		۰/۱۰۹	۷	۲	۱/۵۲۶
۸- هزینه بالای درمان بیماری‌های مربوط به فعالیت لایروبی		۰/۱۹۹	۹	۱	۱/۷۹۱
۹- مخالفت جوامع و سازمان‌های محلی با فعالیت لایروبی		۰/۰۶۳	۷	۴	۱/۷۶۴

www.SID.ir

جدول ۵: میزان عددی ریسک‌های بدست آمده برای لای ریزی

ریسک‌ها	محیط	احتمال وقوع	شدت	احتمال کشف اثر	عدد ریسک
۱-تغییر ریخت شناسی بستر	فیزیک و شیمیایی	۰/۰۹۱	۶	۳	۱/۶۳۸
۲-بالا آمدن آب در محل دفع رسوبات		۰/۰۲۷	۸	۵	۱/۰۸
۳-افزایش حجم رسوبات در محل دفع		۰/۱۶	۹	۳	۴/۳۲
۴-افزایش کدورت آب		۰/۳۳۸	۹	۲	۶/۰۸۴
۵-افزایش غلظت فلزات سنگین (جیوه- سرب)		۰/۱۶۷	۸	۳	۴/۰۰۸
۶-افزایش میزان جامدات معلق		۰/۰۳۵	۷	۳	۰/۷۳۵
۷-افزایش میزان جامدات محلول		۰/۰۶۴	۸	۳	۱/۵۳۶
۸-افزایش غلظت هیدرو کربن‌های نفتی		۰/۱۱۷	۶	۴	۲/۸۰۸
۱-تخریب زیستگاه های بستر	محیط زیست	۰/۲۹۷	۹	۲	۵/۳۴۶
۲-از بین بردن گونه های کف زی		۰/۱۹	۸	۴	۶/۰۸
۳-ایجاد تنش برای آبزیان محل دفع		۰/۰۴۹	۸	۳	۱/۱۷۶
۴-تأثیر رسوبات معلق بر ماهیان (خفگی ماهیان)		۰/۰۲۳	۷	۵	۰/۸۰۵
۵-معرفی گونه های بیگانه به زیستگاه های محل دفع رسوب		۰/۱۸۴	۸	۱	۱/۴۷۲
۶-ایجاد رقابت بین گونه‌ها بر سر منابع غذایی و زیستگاه		۰/۱۲۴	۷	۳	۲/۶۰۴
۷-ایجاد اختلال در زنجیرهای غذایی		۰/۰۴	۷	۴	۱/۱۲
۸-افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت موجودات آبزی (جیوه – سرب)		۰/۰۹۳	۶	۵	۲/۷۹
۱-آلودگی مواد غذایی دریایی مصرفی	اقتصادی – اجتماعی	۰/۰۵۶	۹	۳	۱/۵۱۲
۲-ایجاد آلودگی بصری		۰/۲۳۹	۸	۴	۷/۶۴۸
۳-مخالفت جوامع و سازمان‌های محلی با فعالیت لایروبی		۰/۱۳۱	۷	۳	۲/۷۵۱
۴-کاهش فعالیت صید و صیادی		۰/۵۷۴	۷	۳	۱۲/۰۵۴

به دنبال شناسایی ریسک‌ها با استفاده از پرسشنامه های دلفی و تعیین احتمال وقوع هر ریسک با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و نرم افزار Expert Choice و همچنین شدت و احتمال کشف ریسک‌ها با استفاده از جداول روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست، مقدار عددی ریسک بر اساس فرمول داده شده در بخش روش تحقیق، مورد محاسبه قرار گرفت و نهایتاً ریسک‌ها عملیات لایروبی اسکله های بندر امام خمینی بر اساس عدد ریسک در جداول ۶ و ۷ اولویت بندی گردید.

جدول ۶: اولویت بندی ریسک‌ها لایروبی بر اساس عدد ریسک (RPN)

محیط فیزیک و شیمیایی	محیط زیست	اقتصادی اجتماعی
۱- تغییر ریخت شناسی بستر(۱۲.۴)	۱- تخریب زیستگاه های بستر(۱۰.۸۴)	۱- تأثیر بر مسائل روانی نیروی انسانی لایروب (۵.۰۷)
۲- ایجاد بی نظمی در بستر دریا (۶.۳۹)	۲- از بین بردن گونه های کف زی (۳.۳۲۵)	۲- زخمی شدن – قطع عضو(۲.۵۳)
۳- افزایش غلظت جامدات معلق(۳.۲۱)	۳- جابجایی گونه‌ها از زیستگاه اصلی خود (۲.۹۸)	۳- هزینه بالای درمان بیماری‌های مربوط به لایروبی (۱.۷۹)
۴- افزایش کدورت (۱.۹۸)	۴- ایجاد اختلال در زنجیره های غذایی (۱.۷۰)	۴- مخالفت جوامع و سازمان‌های محلی (۱.۷۶)
		۵- هزینه بالای لایروبی(۱.۵۲)
		۶- آسیب به حس شنوایی و بینایی (۱.۴۹)
		۷- عوارض پوستی (۱.۲۹)
		۸- ایجاد آلودگی بصری(۰.۵۲)
		۹- آلودگی مواد غذایی مصرفی (۰.۳۷)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷: اولویت بندی ریسک‌های لای ریزی بر اساس عدد ریسک (RPN)

محیط فیزیک و شیمیایی	محیط زیست	اقتصادی اجتماعی
۱- افزایش کدورت آب(۶.۰۸)	۱- از بین بردن گونه های کف زی (۶.۰۸)	۱- کاهش فعالیت صید و صیادی (۱۲.۰۵)
۲- افزایش حجم رسوبات در محل دفع (۴.۳۲)	۲- تخریب زیستگاه های بستر(۵.۳۴)	۲- ایجاد آلودگی بصری(۷.۶۴)
۳- افزایش غلظت فلزات سنگین (۴.۰۰۸)	۳- افزایش غلظت فلزات سنگین در بافت موجودات آبزی (۲.۷۹)	۳- مخالفت جوامع و سازمان‌های محلی با فعالیت لایروبی (۲.۷۵)
۴- افزایش غلظت هیدرو کربن‌های نفتی (۲.۸)	۴- ایجاد رقابت بین گونه‌ها بر سر منابع غذایی و زیستگاه (۲.۶۰)	۴- آلودگی مواد غذایی دریایی مصرفی (۱.۵۱)
۵- تغییر ریخت شناسی بستر(۱.۶۳)	۵- معرفی گونه های بیگانه به زیست گاه های محل دفع رسوبات (۱.۴۷)	
۶- افزایش میزان جامدات محلول (۱.۵۳)	۶- ایجاد تنش برای آبزیان محل دفع (۱.۱۷)	
۷- بالا آمدن آب در محل دفع رسوبات (۱.۰۸)	۷- ایجاد اختلال در زنجیره های غذایی (۱.۱۲)	
۸- افزایش میزان جامدات معلق (۰.۷۳)	۸- تأثیر رسوبات معلق بر ماهیان (۰.۸۰)	

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر و اولویت بندی انجام شده بر اساس عدد ریسک برای عملیات لایروب، در محیط فیزیک و شیمیایی هیچ تغییر جایگاهی را نسبت به اولویت بندی انجام شده بر اساس احتمال وقوع ریسک نشان نمی‌دهد و تغییر ریخت شناسی بستر به عنوان ریسک شاخص شناسایی شده است؛ در واقع مقدار عددی هر ریسک متناسب با احتمال وقوع آن می‌باشد. نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر با نتایج مطالعات (Adnitt *et al.,* 2009) و (Lewis and Andersoon, 2001) با عنوان اثرات لایروبی بر شاخه های رودخانه فلوریدا، نتایج یکسان را نشان می‌دهد و افزایش کدورت و تأثیر فعالیت لایروبی بر شکل بستر از مهمترین ریسک‌های فعالیت لایروبی در محیط فیزیکی و شیمیایی شناخته شده است، در حالی که در مطالعه حاضر به دلیل استفاده از لایروب مکشی قیفی در بندر امام خمینی، عدد ریسک مربوط به افزایش کدورت، کمتر از سایر ریسک‌های شناسایی شده در محیط فیزیک و شیمیایی می‌باشد. در محیط بیولوژیک اولویت گزینه های تخریب زیستگاه های بستر و ایجاد اختلال در زنجیره های غذایی از نظر عدد ریسک همانند احتمال وقوع آنها می‌باشد ولی از بین بردن گونه های کف زی از نظر عدد ریسک نسبت به جابجایی گونه‌ها از زیستگاه اصلی خود، اولویت یافته است، Adnitt و همکاران (۲۰۰۹) نیز تخریب زیستگاه های بستر و از بین بردن گونه های کف زی را در اثر برداشت رسوب از محل‌های مورد لایروبی به عنوان ریسک‌های مهم فعالیت لایروبی در محیط بیولوژیک معرفی کرده است. در محیط اجتماعی – اقتصادی بر اساس اولویت بندی انجام شده بر اساس عدد ریسک جابجایی‌هایی نسبت به اولویت بندی ریسک‌ها بر اساس احتمال وقوع آنها رخ داده است و بیشترین ریسک مربوط به تأثیر بر مسائل روانی نیروی انسانی به دلیل طولانی بودن مدت اقامت در شناور لایروب شناخته شده است.

اولویت بندی انجام شده بر اساس عدد ریسک برای عملیات لای ریزی در محیط فیزیک و شیمیایی برای افزایش کدورت، افزایش غلظت هیدروکربن‌های نفتی و تغییر ریخت شناسی بستر و افزایش میزان جامدات محلول نسبت به اولویت بندی بر اساس احتمال وقوع ریسک جابجایی را نشان نمی‌دهد ولی در سایر موارد جابجایی رخ داده است برای مثال مقدار عدد ریسک افزایش حجم رسوب در محل دفع بیشتر از مقدار عدد ریسک افزایش غلظت فلزات سنگین می‌باشد. Adnitt و همکاران (2009) نیز به افزایش کدورت در اثر دفع فله ای رسوبات لایروبی شده به عنوان مهمترین ریسک مرحله لای ریزی اشاره نموده است. همچنین Lewis and Andersoon (2001) مهمترین عامل ایجاد کدورت را تخلیه حجم بالای رسوب معرفی کرده است و آن را باعث افزایش آلاینده‌ها موجود در رسوبات در محل دفع می‌داند. در بخش بیولوژیک اولویت بندی ریسک‌ها بر اساس عدد ریسک تغییراتی را نسبت به اولویت بندی بر اساس احتمال وقوع ریسک‌ها نشان می‌دهد که بر این اساس، بیشترین ریسک مربوط به از بین بردن گونه های کف زی شناخته شده است.

Lewis and Andersoon (2001) نیز به ترتیب تخریب زیستگاه های بستر و از بین بردن گونه های کف زی را مهمترین ریسک‌های ناشی از تخلیه فله ای رسوبات می‌داند. در محیط اقتصادی –اجتماعی اولویت بندی ریسک‌ها بر اساس عدد ریسک تغییر

Archive of SID

www.SID.ir

اولویتی را نسبت به اولویت احتمال وقوع ریسک‌ها نشان نمی‌دهد و بیشترین ریسک ناشی از تخلیه رسوبات کاهش فعالیت صید و صیادی شناخته شده است. همچنین در مطالعه Adnitt و همکاران (2009) و Lewis and Andersoon (2001)، ریسک‌های اقتصادی اجتماعی مورد بررسی قرار نگرفته است. لازم به ذکر است به دلیل اینکه در کشور تابحال مطالعات ارزیابی ریسک برای پروژه های لایروبی انجام نشده است، امکان مقایسه نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر با مطالعات مشابه وجود ندارد. در این زمینه پیشنهادات زیر نیز ارائه می‌شود؛

انجام مطالعات مکان یابی جهت یافتن مکان مناسب جهت دفع رسوباتی که از منطقه برداشت می‌شود.

به منظور جلوگیری از آلودگی در محل دفن از روش‌های دفن جدید رسوبات استفاده شود.

انجام آنالیزهای مربوط به تعیین میزان فلزات سنگین موجود در رسوبات قبل از تخلیه به دریا.

عدم تخلیه رسوبات در زمان مواج بودن دریا.

منابع

اصغر پور، م.، ۱۳۸۷. تصمیم گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران،موسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۳۹۹ص.

اندرودی، م.، ۱۳۸۰. اصول و روش‌های مدیریت زیست محیطی، نشر کنگره،۲۲۴ ص.

سازمان بنادر و دریانوردی.، ۱۳۸۹. http://bikport.pmo.ir/introduction-portataglance-fa.htm .۱۱ آبان ۱۳۸۹.

سعیدا، س.، طحاری، م.و نمدی، ج.، ۱۳۸۸. کاربرد تکنیک تجزیه و تحلیل عوامل شکست (FMEA) در ارزیابی و تحلیل ریسک حوادث در کارخانه سرامیک. دومین کنفرانس بین‌المللی سلامت، ایمنی و محیط زیست، یزد، ۱۲ ص.

قدسی پور، ح.، ۱۳۸۸. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، چاپ هفتم، انتشارات پلی تکنیک تهران (دانشگاه صنعتی امیر کبیر)، ۲۲۰ ص.

Adnitt,c., 2009. Dradging management practices for the environment a structured selection approach114.

Muhlbauer., W., 1999. Pipeline Risk Management Manual. Gulf Professional Publishing. volume 3. Pages 65-75

David, W, T., Bridges, S. and Carlos, R., 1998. Environmental Risk Assessment and Dredged Material Management: Issues and Application. Dredging Operations and Environmental Research Program

Neil, E. and Gary, R., 2004. Accad International Conference- Design in Architecture Dhahaea. Saudi Arabia.

Lewis., M. and Andersoon, p, 2001. Dredging Impacts on an Urbanized Florida Bayou: Effects on Benthos and Algal-Periphton. Environmental pollution115.page161-171

Sambasivan, R. and Flyvbjerg, B, 2008. Evaluation of critical success Factors of implementation of iso 14001 using analytic Hierarchy Process (AHP): a case study From Malaysia. Journal of cleaner Production.volume16. Pages 1424-1433.

Song, Huang, j., 2010. The Ecological volnerarability Evaluation in Southwestern Mountain Region of China Basad on GIS and AHP method. Procedia Environmental Science . volume 2. Pages 465-475.

Zayed, T. and Kahneman, D., 2008. Assessing Risk and Uncertainty Incurrent in Chinese Highway Project Using AHP. Journal of Project Management .pp.408-419.

Archive of SID

www.SID.ir