Archive of SID

پژوهش و فناوری محیط زیست، دوره دوم، شماره دو، بهار و تابستان ۹۶، صفحه‌ی ۳۵-۴۴

ارزیابی ریسک محیط زیستی احداث اسکله بندر کاسپین منطقه آزاد انزلی با استفاده از تلفیق روش‌های AHP، TOPSIS

شمیم مقدمی[۱]
نیلوفر عابدین زاده[۲*]
N.abedinzadeh@gmail.com
مریم حقیقی خمامی[۲]

چکیده

ارزیابی ریسک زیست محیطی 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 زیست محیطی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه در نظر گرفته می‌شود. جهت انجام این مطالعه ابتدا با استفاده از بازدید میدانی فعالیت‌هایی که منجر به بروز ریسک در عملیات ساخت اسکله بندر کاسپین شده، شناسایی و به‌منظور استخراج ریسک‌های حایز اهمیت از پرسشنامه متخصصان (دلفی) استفاده گردید. درنهایت از بین ریسک‌های شناسایی شده ۱۰ ریسک محیط زیستی جهت الویت‌بندی انتخاب گردید. پس از شناسایی ریسک‌ها شاخصهای احتمال وقوع، شدت ریسک و حساسیت محیط پذیرنده به‌عنوان معیارهای الویت‌بندی ریسک انتخاب گردید. جهت تعیین احتمال وقوع ریسک از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی و نرم‌افزار ECPRO 2000، جهت تعیین نمرات شدت ریسک از راهنماهای روش تحلیل مقدماتی خطرات و جهت تعیین مقادیر مربوط به حساسیت از متون رفرنس استفاده گردید. پس از تعیین شاخص‌ها از نرم‌افزار تاپسیس جهت الویت‌بندی ریسک‌ها استفاده گردید. نتایج الویت‌بندی ریسک‌های مورد مطالعه نشان داد بیشترین میزان ریسک مربوط به افزایش کدورت، تغییر شکل بستر وآلودگی آب به ترتیب با اوزان ۰/۹۳۸، ۰/۸۹۸ و ۰/۶۶۲ ناشی از مهمترین فعالیت‌های آماده‌سازی اسکله شامل عملیات لایروبی و حفاری بستر دریا می‌باشد که می‌تواند اختلاط و آشفتگی بستر، معلق شدن رسوبات و در پی آن کاهش نور و مرگ و میر موجودات در کوتاه مدت و تغییر باتیمتری بستر دریا، فرسایش ساحل، نفوذ شوری و تغییر ذخایر شیلاتی در دراز مدت را ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: اولویت‌بندی، ارزیابی ریسک محیط زیستی، اسکله بندر کاسپین، TOPSIS،AHP

Environmental risk assesssment of construction of caspian port in Anzali free zone by using Integration AHP& TOPSIS

Shamim Moghadamy[1],Niloofar Abedinzadeh[2*], Maryam Haghighi[2]

1-Senior Expert, of Academin Center for Education, Culture and Research, Rasht-Iran
2- Environmental Research Institute, Academic Center for Education, Culture & Research (ACECR), Rasht, Iran

Abstract

Environmental risk assessment is a further step of environmental impact assessment and analyze different aspects of risk, while understanding the Environmental impact zone, the environmental sensitivity of the area affected by special environmental values as well as analysis and risk assessment district is considered. To accomplish this study first by using of field investigation the activities which leads to risk in construction of Caspian port water front were identified and in order to extract the significant risks the specialists questioner (Delphi) was used. Finally among the identified risks, 10 environmental risks were chosen for prioritizing.After identifying the risks, indicators such as probability, severity of risk and the sensibility of the environment were selected as prioritizing criteria. AHP method and ECPRO 2000 software, for determining the risk probability, for determination the severity of risk scores and the reference texts for determining the values of sensitivity were applied. After determining the indicators, the TOPSIS software was used to risk prioritizing. The results of prioritizing studied risk showed that the highest risk is related to increased turbidity, deformation of substrate and water pollution are with weights 0.938, 0.898 and 0.662 respectively.

Key words: prioritizing, Environmental risk assessment, Caspian Port, AHP, TOPSIS

۱- کارشناس پژوهشی پژوهشکده محیط زیست جهاددانشگاهی، رشت، ایران
۲- دانشجوی دکتری، عضو هیات علمی پژوهشکده محیط زیست جهاددانشگاهی، رشت، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

تاکنون بیشتر مطالعات انجام شده در ایران و سایر کشورهای جهان، به جنبه‌های ایمنی پروژه‌ها توجه داشته‌اند و کمتر به جنبه‌های محیط زیستی آنها پرداخته شده است. 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 محیط زیستی 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 زیست محیطی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه درنظر گرفته می‌شود[۲]. روش های متنوعی برای ارزیابی ریسک محیط زیستی وجود دارد از جمله این روش ها می توان به FMEA، HAZAN وWilliam Fine اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه اند [۳]. با بررسی سابقه استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره مشخص گردید که این روش‌ها به تنهایی و توام با روش های دیگر کاربرد فراوانی برای انجام مطالعات ارزیابی ریسک در محدوده بنادر و سایر بخش ها دارند [۴].

افرازه و ناصریان در سال ۱۳۸۴ به منظور تشخیص دادن اینکه کدامیک از پروژه‌های توسعهٔ راه آهن از دیدگاه ملی دارای اولویت بیشتری برای احداث برخوردار است، از تکنیک تصمیم گیری چند معیارهTOPSIS با کاربرد شیوهٔ وزن‌دهی معیارها استفاده کردند[۵]. شیوا جان قربان از روش‌های TOPSIS و AHPبه منظور شناسایی و تجزیه و تحلیل مخاطرات ریسک محیط زیستی در منطقه حفاظت شده مند استفاده کرد [۶]. جوزی و شفیعی در سال ۱۳۸۸ به‌منظور تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی منطقه حفاظت شده حله بوشهر از روشAHP استفاده کرده اند [۷]. در همین سال جوزی و رودسری از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی سد شفارود در مرحله بهره‌برداری استفاده نمودند، نتایج نشان داد گزینه‌های زلزله، روانگرائی و زمین لرزه القایی به ترتیب مهمترین ریسک‌های تاثیرگذار ناشی از بهره برداری از این سد می‌باشد[۸]. در سال ۱۳۸۹ نیز جوزی و همکاران جهت تجزیه و تحلیل ریسک‌های فیزیکی سد بالارود در مرحله ساختمانی از روش های TOPSIS وAHP استفاده نمودند، سپس برای رفع تعارض بین نتایج دو روشTOPSIS وAHP از روش های ادغام (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردار و روش کپ لند) استفاده شد و عوامل خاکبرداری و خاکریزی، انفجار، حفاری به ترتیب به عنوان مهمترین ریسک‌های محیط زیستی سد بالارود در فاز ساختمانی معرفی شدند[۹]. ابراهیمیان دهاقانی وخادمی مال امیری ارزیابی واولویت‌بندی ریسک واحد مصارف صنعتی تصفیه‌خانه آب اهواز از روش تطبیقی تصمیم‌گیری چند شاخصه (TOPSIS) با روشHAZOP بهره جسته‌اند [۱۰]. رحیمی بلوچی و ملک محمدی در ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب بین‌المللی شادگان از روش های ویلیام فاین وAHP استفاده کرده اند [۱۱]. لاری و همکاران در ارزیابی ریسک محیط زیستی لایروبی بندر امام خمینی از روش‌هایAHP به‌منظور تعیین احتمال وEFMEA بهره جسته‌اند [۱۲]. رقیه مکوندی و همکاران در سال ۱۳۹۱ به منظور شناسایی، رتبه‌بندی و ارزیابی محیط زیستی تهدید کننده تالاب شیرین سو در استان همدان از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره TOPSIS و جهت بررسی حالات شکست و بررسی اثر از EFMEA استفاده نمودند، نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدیدکننده تالاب شرین سو با استفاده از TOPSIS حاکی از آن است که فعالیت سنگ بالادست و رهاسازی پساب آن در منطقه، و آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب روستایی در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند[۱۳]. نعمت‌اله جعفرزاده و همکاران در سال ۱۳۹۱ در ارزیابی ریسک محیط زیستی لایروبی اسکله‌های بندر امام خمینی (ره) از تکنیک چند معیاره Entropy و Saw به منظور تعیین وزن شاخص‌ها (احتمال وقوع، شدت و احتمال کشف) و اولویت‌بندی ریسک‌ها بهره گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که اهمیت و اندازه ریسک تخریب زیستگاه‌ها افزایش غلظت هیدروکربن های نفتی و فلزات سنگین در بافت آبزیان و ایجاد تنش برای آن‌ها در رتبه اول و دوم می‌باشند [۱۴]. Cahyani در مورد راهبردهای مختلف مدیریت ریسک با روش AHP مقاله ای منتشر کرد و از طریق انتخاب معیارهای سطوح ریسک، هزینه و اثر بخشی راهبرد مدیریت ریسک، سیاست‌ها و منابع دو نیروگاه حرارتی و آبی را ارزیابی کرد، سپس تجزیه و تحلیل ریسک در دو نیروگاه را به انجام رسانید [۱۵]. Zayed و همکاران در ارزیابی ریسک پروژه‌های بزرگراه در چین از روشAHP برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی معیارها استفاده کرده‌اند [۱۶]. Jafarzadeh و همکاران در ارزیابی ریسک مکان‌های دفن زباله ازAHP به منظور تعیین احتمال ریسک و EFMEA استفاده کرده‌اند[۱۷]. این تحقیق با هدف بررسی ریسک‌های احداث اسکله بندر کاسپین در منطقه آزاد انزلی با استفاده از معیارهای برآورد احتمال، شدت و حساسیت اثر محیط زیستی ناشی از انجام فعالیت‌های پروژه بر محیط زیست انجام گرفته است و ضمن اولویت‌بندی و تعیین رده ریسک‌های موجود و اقدامات اصلاحی جهت تعدیل این ریسک‌ها ارایه گردیده است.

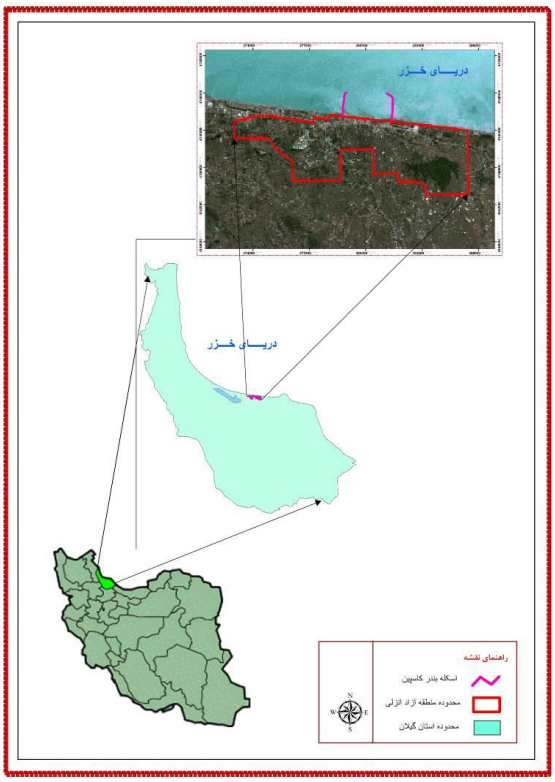
۱-۱- محدوده مطالعاتی

مجتمع بندری کاسپین در زمینی به مساحت ۲۵۳ هکتار در

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه آزاد بندر انزلی و در مختصات جغرافیایی ″۴۹ ′۳۸ °۳۸ طول شرقی و″۳۷ ′۲۷ °۴۹ عرض شمالی واقع شده است .این بندر با ۲۵ پست اسکله و ظرفیت نهایی ۱۵میلیون تن در شمال خط ساحلی در دست احداث می‌باشد و شامل موج شکن شرقی – اصلی به طول ۲۷۰۰ متر، موج شکن شرقی – داخلی به طول ۵۰۰ متر، موج شکن غربی– اصلی ۱۹۴۰ متر و موج شکن غربی – داخلی ۷۴۰ متر که مجموعاً به طول ۵۸۸۰ متر است ، فاصله بین موج شکنها ۲۶۲۵ متر با ۱۶۰۰ متر پیش روی در دریا می باشد. عمق حوضچه‌ها از نظر سازه‌ای ۱۰ متر انتخاب گردیده است. در این بندر ترمینال تجاری جهت صادرات و واردات کالاهای تجاری در قالب ترمینال‌های کانتینری، فله خشک، چندمنظوره و کالاهای عمومی با ۱۸ پست اسکله، ترمینال نفتی با طول مجموع خط پهلوگیری ۳ پست اسکله، ۷۵۰متر و دارای ۱۰ هکتار اراضی پسکرانه ، ترمینال رو-رو راه آهن با یک پست اسکله ، مجموعه کشتی‌سازی و صنایع دریایی جهت تعمیر زیرآبی کشتی‌های در دست بهره‌برداری و ساخت کشتی های جدید به مساحت ۲۴ هکتار و ترمینال اختصاصی بار و مسافر با ظرفیت پهلوگیری ۲ کشتی بزرگ و چندین کشتی کوچک، لنج و قایق مسافری را دارا می‌باشد. ظرفیت نهایی این بندر در مرحله سوم نهایی به ۲۵ میلیون تن خواهد رسید[۱۸]. در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی اسکله بندر کاسپین انزلی نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی اسکله بندر کاسپین انزلی

۲- مواد و روش ها

۲-۱- شناسایی و انتخاب ریسک

جهت تعیین ریسک‌های حایز اهمیت ناشی از فعالیت‌های ساختمانی بندر کاسپین از پرسشنامه نظرسنجی متخصصان (پرسشنامه دلفی) استفاده گردید. دلفی یکی از روش‌های موفق و با سابقه در اتخاذ تصمیم به‌صورت گروهی می‌باشد[۱۴] و روشی است که بر پایه نظرات شهودی متخصصان قرار دارد و درآن یک گروه از متخصصان پس از ابراز نظرات خود درباره یک مسئله مشخص به یک اجماع دست می‌یابند و اگرچه این قضاوت ذهنی متخصصان ذهنی به نظر می‌رسد، بهتر از اظهارات فردی است [۱۹]. هر پرسشنامه دلفی شامل چندین راند بوده و معمولا از دو راند جهت جمع‌آوری نظرات کارشناسان استفاده می شود. در این مطالعه با استفاده از بازدیدهای میدانی فعالیت‌هایی که منجر به بروز ریسک در عملیات ساخت بندر کاسپین شده، شناسایی و به‌منظور استخراج ریسک‌های حایز اهمیت از متخصصان درخواست شد تا نظر خود را راجع به ریسک‌های شناسایی شده در درجات اهمیت مختلف مطابق طبقه‌بندی لیکرت در پنج طبقه اهمیت (خیلی زیاد تا خیلی کم) بیان کنند[۲۰]، این پرسشنامه بین ۱۰ نفر از متخصصان محیط زیست توزیع گردید و در نهایت از بین ریسک‌های شناسایی شده، تعداد ۱۰ریسک محیط زیستی جهت الویت بندی انتخاب گردید.

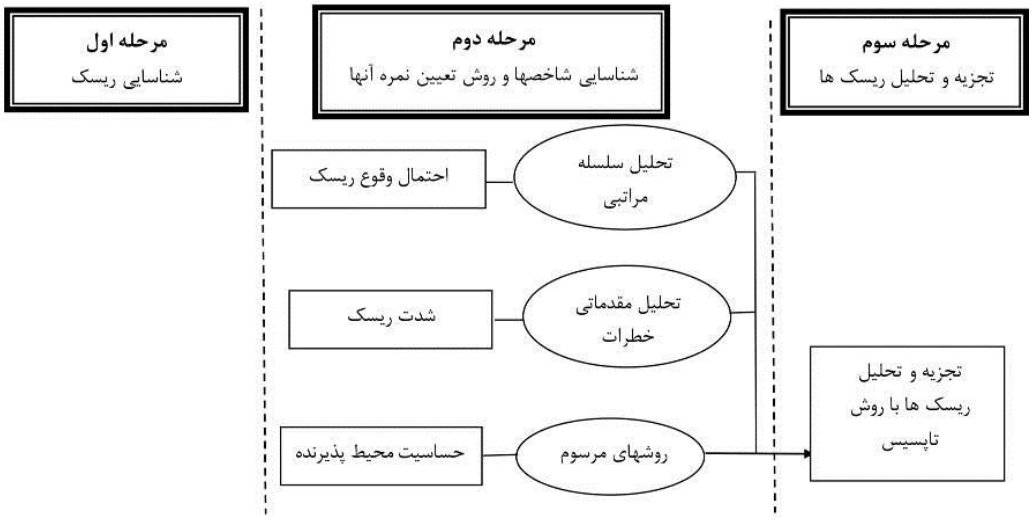
ریسک های منتخب در این تحقیق با حرف A و با استفاده از اعداد۱ تا ۱۰کدگذاری شدند. جدول ۱ ریسک‌های محیط زیستی نهایی عملیات احداث اسکله بندر کاسپین را نشان می‌دهد. پس از شناسایی ریسک‌ها، مرحله انتخاب شاخص‌ها و تعیین روش نمره‌دهی ریسک‌ها و در مرحله آخر رتبه‌بندی و تعیین درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌ها می‌باشد. در شکل (۲) مراحل انجام ارزیابی ریسک محیط زیستی بندر کاسپین ارائه شده است.

جدول۱- ریسک‌های محیط زیستی نهایی عملیات احداث بندر کاسپین

ردیف	عامل ریسک	ردیف	عامل ریسک
۱A	افزایش کدورت	۶A	افزایش تراز صوتی
۲A	ازبین رفتن زیستگاه آبزیان	۷A	آلودگی خاک
۳A	از بین رفتن زیستگاه موجودات کفزی	۸A	آلودگی هوا
۴A	اثر بر مهاجرت و تولید مثل	۹A	تغییر شکل بستر
۵A	آلودگی آب	۱۰A	اختلال در زنجیره های غذایی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مراحل انجام مطالعات ارزیابی ریسک محیط زیستی احداث اسکله بندر کاسپین منطقه آزاد انزلی

در مرحله انتخاب شاخص‌ها از شاخص‌های موجود، احتمال وقوع ریسک، شدت ریسک و حساسیت محیط پذیرنده استفاده گردید. جهت تعیین احتمال وقوع ریسک‌ها از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی و نرم‌افزارECPRO 2000 استفاده گردید. ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی با دانش کارشناسان تکمیل و وارد نرم افزارگردید. اوزان نسبی احتمال وقوع ریسک‌ها تعیین و در نهایت با دستور تلفیق نرم‌افزار، عوامل ریسک ادغام و اوزان نهایی یعنی نمره احتمال وقوع هر ریسک به دست آمد.

روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد. علاوه بر این برمبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد [۲۱]. جدول ۲ مقیاس درجه اهمیت برای مقایسه زوجی در تحلیل سلسله مراتبی (محاسبه احتمال وقوع) را نشان می دهد.

جدول۲- مقیاس درجه اهمیت برای مقایسه زوجی در تحلیل سلسله مراتبی (محاسبه احتمال وقوع) [۲۲]

ارزش	درجه
کاملا مرجح	۹
ترجیح خیلی قوی	۷
ترجیح قوی	۵
کمی مرجح	۳
ترجیح یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل	۲،۴،۶،۸

جهت تعیین نمرات شدت ریسک از راهنماهای موجود در روش تحلیل مقدماتی خطرات طبق جدول (۳) استفاده گردید. هم چنین برای استخراج نمرات حساسیت محیط پذیرنده ریسک طبق جدول (۴) از مطالعه مکوندی در ۱۳۹۱ که در ارتباط با ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب ها انجام شده، استفاده به عمل آمد. هرچه محیط پذیرنده ریسک حساسیت بیشتری داشته باشند، ریسک نمره بالاتری را دریافت خواهد نمود.

جدول۳. مقادیر مربوط به شدت وقوع جنبه های ریسک در روش تحلیل مقدماتی خطر[۲۳].

طبقه	رتبه	شرح شدت
فاجعه بار	۱	تخریب غیرقابل جبران منابع و عدم انجام اقدامات موثر در زمینه کاهش و کنترل آن، انتشار وسیع آلودگی در داخل و خارج از محدوده مورد مطالعه (مرگ و میر یا از بین رفتن سیستم)
بحرانی	۲	تخریب منابع به شکل غیرقابل جبران همراه با اقدامات کنترلی، انتشار آلاینده ها در داخل محدوده از مصرف منابع طبیعی، جراحات شغلی یا آسیبهای شدید وارده بر سیستم
مرزی	۳	مصرف منابع طبیعی بهمراه کمی صرفه جویی و تولید آلاینده ها در بخشی یا قسمتی از داخل محدوده- جراحات و بیماریهای شغلی و آسیب کم وارد بر محیط
جزیی	۴	مصرف منابع طبیعی و تولید آلاینده به میزان نه چندان قابل توجه – محدوده تحت تاثیر اطراف سازمان- جراحات و بیماریها و آسیبهای خیلی کم بر سیستم

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴- مقادیر مربوط به حساسیت محیط پذیرنده[۱۳]

تعریف حساسیت محیط پذیرنده	امتیاز
اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی کمی نسبت به عامل ریسک داشته باشد	۱
اگر محیط پذیرنده حساسیت کمی نسبت به عامل ریسک داشته باشد	۳
اگر محیط پذیرنده حساسیت متوسطی نسبت به عامل ریسک داشته باشد	۵
اگر محیط پذیرنده حساسیت زیادی نسبت به عامل ریسک داشته باشد	۷
اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی زیادی نسبت به عامل ریسک داشته باشد	۹

پس از شناسایی ریسک‌ها، در این مطالعه از روش TOPSIS جهت رتبه‌بندی ریسک هاکه ازجمله روش های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) و دارای کمترین نقص در رتبه‌بندی گزینه‌ها است، استفاده گردید. مزیت رتبه‌بندی ریسک‌ها با استفاده از این نرم‌افزار در ارزیابی ریسک محیط زیستی کاربرد همزمان معیارهای متفاوت است. با استفاده از این روش می‌توان بی‌نهایت ریسک را براساس بی‌نهایت شاخص رتبه‌بندی کرد [۱۳].

در روش TOPSIS، m گزینه به وسیله n شاخص ارزیابی می‌شد. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن، A_i^+) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن، A_i^-) داشته باشد. فرض بر این است که رضامندی هر شاخص به طور یکنواخت افزایشی، و یا کاهشی است [۲۴].

اولین مرحله در TOPSIS تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. در ردیف های این ماتریس گزینه ها (ریسک ها) و در ستون‌ها شاخص هایی که گزینه ها بر اساس آن‌ها رتبه بندی می شوند، قرار دارند.

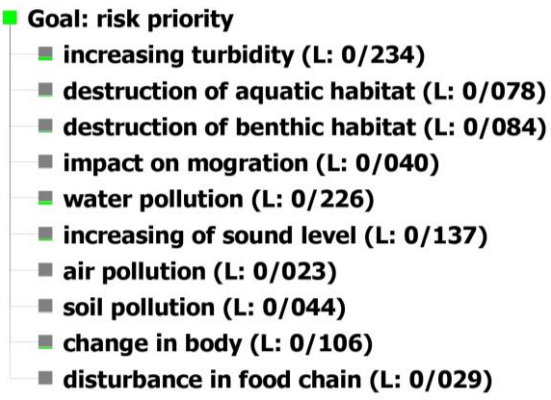
سه شاخص احتمال وقوع ریسک C1، شدت ریسک C2، و حساسیت محیط پذیرنده ریسکC3 برای رتبه بندی ریسک‌ها در نرم‌افزار TOPSIS انتخاب شدند . در نهایت ماتریس تصمیم گیری با ۱۰ردیف (ریسکها با حرف A) و ۳ ستون (شاخص ها با حرف C) تشکیل گردید .از آنجا که لازم است ارزش کلیه شاخص ها به صورت کمی وارد ماتریس تصمیم مدل پیشنهادی شود، در این تحقیق بر اساس روش‌های معرفی شده، مقیاس عددی برای هر شاخص تعریف و براساس مقایسه دودویی شاخص‌های شناسایی شده در نرم‌افزار ECPRO وزن هر شاخص تعیین و وارد نرم‌افزار TOPSIS گردید. پس از تعیین عدد الویت ریسک جهت تعیین مخاطره‌پذیری، ریسک‌ها به صورت صعودی به نزولی مرتب می‌گردند و مولفه‌های تعداد رده و طول رده براساس رابطه (۱) و (۲) تعیین می‌گردند. در نهایت پس از اولویت‌بندی ریسک‌ها، اقدام های مدیریتی جهت تعدیل آنها ارائه گردید.

تعداد رده =1+3.3Logn تعداد ریسک= n (۱)

$$\text{طول رده} = \frac{\text{کوچکترین مقدار ریسک} - \text{بزرگترین مقدار ریسک}}{\text{تعداد رده}} \quad (۲)$$

۳- نتایج

پس از جمع‌آوری پرسش نامه ۱۰ پیامد ناشی از عملیات احداث اسلکه کاسپین مشخص گردید. ریسک‌های تهدید کننده منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. به‌منظور تعیین نمره ی احتمال ریسک‌های محیط زیستی تهدید کننده منطقه مورد مطالعه، ساختار سلسله مراتبی ریسک‌ها رسم گردید. به دلیل اینکه از نظر ریاضی احتمال وقوع هر چیزی باید مقادیر کمی بین ۰ تا ۱ را به خود اختصاص دهد با استفاده از این روش پس از وزن‌دهی و نرمالیزه کردن، احتمال وقوع ریسک ها بین ۰ و ۱ بدست آمده است. در شکل ۳ نتایج شناسایی ریسک های ناشی از عملیات احداث اسکله بندر کاسپین انزلی و احتمال وقوع آن ها را در سال ۹۳ نشان داده شده است.



شکل۳- نتایج شناسایی ریسک های ناشی از عملیات احداث اسکله بندر کاسپین انزلی و احتمال وقوع آن ها

بررسی احتمال وقوع ریسک های ایجاد شده با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی نشان داد به ترتیب افزایش کدورت آب با وزن نهایی ۰/۲۳۴ و آلودگی آب با وزن نهایی ۰/۲۲۶ دارای بیشترین احتمال وقوع و آلودگی هوا با وزن نهایی ۰/۰۲۳ دارای کمترین احتمال وقوع می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جهت تجزیه و تحلیل ریسک‌ها با از استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره TOPSIS وزن شاخص‌ها را به صورت دستی وارد می‌کنیم. بدین منظور از روش AHP برای بدست آوردن اوزان شاخص ها استفاده شده است، نتایج آن در شکل ۴ ارایه شده است.

شکل ۴- اوزان نهایی شاخص ها به منظور رتبه بندی ریسک ها

پس از به دست آوردن اوزان شاخص‌ها اولین مرحله در TOPSIS تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. در ردیف‌های این ماتریس گزینه‌ها (ریسک ها) و در ستون‌ها شاخص‌هایی که گزینه‌ها براساس آن‌ها رتبه‌بندی می‌شوند، قرار می‌گیرند. سپس ماتریس تصمیم‌گیری با ۱۰ ردیف (ریسک ها) با حرف A و ۳ ستون (شاخص ها) با حرف C تشکیل گردید. لازم است ارزش کلیه شاخص‌ها به‌صورت کمی وارد ماتریس مدل پیشنهادی شود. در این تحقیق براساس روش‌های موجود، مقیاس عددی برای هر شاخص تعریف شده است. درنهایت با تعیین نسبی (C_j) هر یک ازگزینه‌ها، رتبه‌بندی ریسک‌های تهدید کننده ناشی از احداث اسکله بندر کاسپین انجام شد که در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول۵- تعیین سطوح درجه مخاطره پذیری ریسک های مخاطره آمیز ناشی از احداث اسکله بندرکاسپین انزلی

ردیف	ریسک ها	C_j	رتبه	ردیف	ریسک ها	C_j	رتبه
۱A	افزایش کدورت	۰/۹۳۸	۱	۶A	افزایش تراز صوتی	۰/۶۰۵	۷
۲A	ازبین رفتن زیستگاه آبزیان	۰/۶۳۷	۶	۷A	آلودگی خاک	۰/۳۲۴	۱۰
۳A	از بین رفتن زیستگاه موجودات کفزی	۰/۶۳۹	۵	۸A	آلودگی هوا	۰/۶۵۶	۴
۴A	اثر بر مهاجرت و تولید مثل	۰/۳۸۴	۸	۹A	تغییر شکل بستر	۰/۸۹۸	۲
۵A	آلودگی آب	۰/۶۶۲	۳	۱۰A	اختلال در زنجیره های غذایی	۰/۳۳۷	۹

نتایج الویت‌بندی ریسک‌ها نشان می‌دهد بیشترین میزان ریسک مربوط به افزایش کدورت ،تغییر در بستر و آلودگی آب به ترتیب ۰/۹۳۸، ۰/۸۹۸ و۰/۶۶۲ می‌باشد.

نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدیدکننده ناشی از احداث اسکله بندر کاسپین حاکی از آن است که افزایش کدورت و تغییر شکل بستر به ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند. عملیات لایروبی و حفاری از مهمترین فعالیت های آماده‌سازی اسکله ها می باشد که پیامد آن افزایش ذرات معلق و در نتیجه افزایش کدورت آب شده و از طرفی این عملیات با تغییرشکل بستر دریا باعث تخریب زیستگاه شده است. همچنین آلودگی خاک و اختلال در زنجیره‌های غذایی از لحاظ اهمیت در آخرین رتبه قرار دارند.

پس از تعیین اولویت‌بندی ریسک‌های مخاطره‌آمیز ناشی از احداث اسکله کاسپین انزلی با روش TOPSIS، جهت تعیین درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌ها مولفه های تعداد رده و طول رده براساس رابطه های (۱) و (۲) تعیین گردید.

در این مطالعه بر اساس تعداد ریسک ها (n=۱۰)، تعداد رده ۴ و طول رده بر اساس کمترین عدد ریسک (۰/۳۲۴) و بیشترین عدد ریسک (۰/۹۳۸)، ۰/۱۵۳۵ تعیین گردید. سپس براساس میزان (C j) هر ریسک، ریسک‌ها در این رده‌ها قرار گرفتند. در جدول (۶)مخاطره پذیری ریسک‌ها براساس فراوانی ریسک در هر یک از ۴ رده دسته‌بندی شده است. نتایج حاصل از محاسبه‌های ریسک‌ها در رده‌های مختلف نشان داد که ۸ ریسک جزء ریسک‌های جزیی تا متوسط بوده و ۲ مورد جزء ریسک‌های قابل توجه می‌باشد. براساس این جدول می‌توان اولویت‌های مدیریتی جهت کنترل ریسک‌ها را برنامه‌ریزی نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶- رده بندی درجه مخاطره پذیری ریسک های مخاطره آمیز احداث اسکله بندر کاسپین انزلی

ردیف	حدود رده	ریسک ها		C_j	فراوانی ریسک ها در رده
قابل توجه	۰/۹۳۸-۰/۷۸۴۵	افزایش کدورت	۱A	۰/۹۳۸	۲
		تغییر شکل بستر	۹A	۰/۸۹۸	
متوسط	۰/۷۸۴۵-۰/۶۳۱	از بین رفتن زیستگاه موجودات کفزی	۳A	۰/۶۳۹	۴
		ازبین رفتن زیستگاه آبزیان	۲A	۰/۶۳۷	
		آلودگی آب	۵A	۰/۶۶۲	
		آلودگی هوا	۸A	۰/۶۵۶	
قابل تحمل	۰/۶۳۱-۰/۴۷۷۵	افزایش تراز صوتی	۶A	۰/۶۰۵	۱
جزئی	۰/۴۷۷۵-۰/۳۲۴	اثر بر مهاجرت و تولید مثل	۴A	۰/۳۸۴	۳
		اختلال در زنجیره های غذایی	۱۰A	۰/۳۳۷	
		آلودگی خاک	۷A	۰/۳۲۴	

۴- بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام این مطالعه تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی احداث اسکله بندرکاسپین منطقه آزاد بندرانزلی است. برای دستیابی به این هدف، پس از مطالعه در زمینه روش های مختلف ارزیابی ریسک، روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله تجزیه و تحلیل چند معیاره و TOPSIS به دلیل آن که در مقایسه با سایر روشها، عرصهٔ بیشتری را به کاربر، برای وارد کردن عوامل محیط زیستی می‌دهد و اینکه امکان الویت بندی ریسک ها را فراهم می نماید، به عنوان روش کار انتخاب شد.

این روش با بهره‌گیری از نتایج کارشناسان قابلیت رتبه‌دهی بی‌نهایت ریسک براساس بی‌نهایت شاخص را دارا می‌باشد و نتایجی نزدیک به واقعیت ارائه می‌دهد. نتایج اولویت‌بندی ریسک‌ها نشان می‌دهد بیشترین میزان ریسک مربوط به افزایش کدورت، تغییر در بستر و آلودگی آب به ترتیب با ۰/۹۳۸، ۰/۸۹۸ و ۰/۶۶۲ می‌باشد. که همه این ریسک‌ها عمدتا در نتیجه فعالیت لایروبی که از مهمترین فعالیت‌های ساخت اسکله است، اتفاق می افتد.

یکی از مهمترین فعالیت‌های انجام شده در دوره ساخت اسکله فعالیت لایروبی بستر دریا به منظور ایجاد کانال‌های دسترسی و حوضچه گردش کشتی‌ها می‌باشد. اختلاط و پراکنش رسوبات کف دریا باعث بروز اثرات مختلف محیط زیستی نظیر کاهش نفوذ نور خورشید و در پی آن مرگ ومیر موجودات هوازی بستر دریا می‌گردد. بنادر در هنگام ساخت با تخلیهٔ مقادیر متنابهی از خاک و سنگ و سایر فعالیت‌های ساختمانی باعث افزایش کدروت آب در مقیاس محدوده منطقه ای و زمانی فوق خواهند شد.

حفاری و لایروبی بستر دریا برای ساخت موج شکن ، اسکله و یا سایر سازه های دریایی باعث دفن زیستگاه جانوران کفزی نرمتن و یا جابجا شدن آن به همراه حیوانات و یا گیاهان منطقه مورد نظر می شود. همچنین افزایش کدورت آب بواسطه پراکنش رسوبات حیات ارگانهای آبزی در طی مراحل مختلف ساخت را به خطر خواهد انداخت. فعالیتهایی نظیر شمع‌کوبی و سایر فعالیتهای عمومی ساختمانی مستلزم انجام فعالیتهایی است که نوسان قابل‌توجهی تولید می‌کند. این اصوات و نوسانات به سادگی در آبهای مجاور پخش شده و باعث جابجایی موقت منابع شیلاتی نظیر کپورماهیان، سوف ماهیان، کفال ماهیان و ماهی کلیکا خواهد شد.

ایجاد تزاحم برای ترافیک دریایی، آشفتگی بستر و اختلاط رسوبات معلق، و همچنین تغییر در کیفیت آب مواردی از اثرات کوتاه‌مدت لایروبی محسوب می‌شوند. از اثرات دراز مدت لایروبی می‌توان به تغییر باتیمتری بستر دریا، فرسایش ساحل، نفوذ شوری و تغییر ذخایر شیلاتی منطقه اشاره کرد.

عملیات لایروبی، می‌تواند بصورت دوره‌ای منجربه افزایش کدورت و مواد معلق آب در محدوده لایروبی شود. تخلیه مواد لایروبی شده با توجه به شدت و جهت باد می‌تواند محدوده‌ای به شعاع ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر را تحت تأثیر قرار دهد. در عین حال با آزاد کردن مواد آلاینده رسوب بویژه فلزات سنگین به آب، موجب کاهش کیفیت آبهای ساحلی و نیز محل تخلیه می‌گردد[۲۶]. یکی از مهمترین پارامترهایی که در پروژه‌های لایروبی مورد توجه است اختلاط و آشفتگی بستر، معلق شدن رسوبات و ایجاد یک لکه مواد معلق در آب دریا می‌باشد. وضعیت قرارگیری و تغییر شکل لکه، سرعت حرکت آن و غلظت مواد معلق در آب باید تحت کنترل باشد. تصاویر ماهواره ای و عکسهای هوایی رنگی که به وسیله هواپیما یا هلیکوپتر از محل تهیه می‌شوند اطلاعات کلی در مورد موقعیت لکه، جهت حرکت و تغییر ابعاد آن را بدست می‌دهد. اندازه گیری‌های مستقیم بوسیله نمونه گیری از آب با دستگاههای سنجش آشفتگی یا وسایل پیشرفته تر صورت می‌گیرد. تجربیات بدست آمده نشان می‌دهد که غلظت مواد معلق در لکه لایروبی معمولا از ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر نیست. با توجه به ماسه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

بودن منطقه طرح ابعاد لکه لایروبی هنگام لایروبی ماسه معمولا تا یک کیلومتری از محل لایروبی امتداد می‌یابد و با دور شدن از محل لایروبی غلظت مواد معلق سریعا کاهش پیدا می‌کند [۲۷]. مواد شیمیایی مورد استفاده در حین مرحله ساخت نظیر مواد شیمیایی پاک کننده به‌صورت حاد یا مزمن بر ماهیان و سخت پوستان اثر گذاشته و با چسبیدن به تخمها، کاهش نرخ بقا و کاهش، ایجاد تاخیر در رشد و نهایتا مرگ و میر را منجر می‌شوند. با توجه به نزدیکی این منطقه با تالاب بین‌المللی انزلی به عنوان نوزادگاه و چراگاه ماهیان از یک سو و نزدیکی به دهنه رودخانه سفیدرود که به جرات از مهمترین رودخانه‌های حاشیه جنوبی دریای خزر می‌باشند و مهاجرت ماهیان خاویاری و استخوانی جهت تغذیه و تولیدمثل به این منطقه صورت می‌گیرد.

لایروبی موجب تغییر قابل توجه در اکولوژی بستر دریا شده و محل تغذیه طبیعی گونه‌های مختلف ماهیان را نابود می‌سازد. این امر می‌تواند موجب مهاجرت ماهیان و تغییر ذخایر شیلاتی منطقه شود. از آنجایی که منطقه مذکور با دهانه رودخانه سفیدرود که از مهمترین رودخانه‌های حاشیه جنوبی دریای خزر می‌باشد و محل مهاجرت ماهیان استخوانی و خاویاری به شمار می‌رود باید دقت نمود تا مسایل ایمنی و بهداشتی به خوبی رعایت شود و از رهاسازی مواد شیمیائی سمی در طی دوره‌ها و پریودهایی که محیط توسط گونه‌های مهاجر استفاده می‌شود ممانعت نمود.

آلودگی صوتی ناشی از کار و تردد وسایل نقلیهٔ ماشینی هنگام عملیات خاکریزی، خاکبرداری و انتقال مواد و انجام فعالیت‌های ساختمانی اعم از خاکریزی، خاکبرداری و ساخت تأسیسات در هنگام عملیات احداث بنادر از انواع اثرات نامطلوبی است که هنگام احداث و توسعهٔ بنادر به‌صورت موقتی مشکل آفرین خواهند شد. در جدول(۷) برنامه اقدامات کاهش اثرات احداث اسکله بندر کاسپین ارائه شده است.

جدول۷- برنامه اقدامات کاهش اثرات بندر کاسپین در فاز ساخت اسکله بندر کاسپین

محیط اثرگذار	پی‌آمد	اقدامات اصلاحی
هوا	آلودگی و کاهش کیفیت هوا	• در حین عملیات خاکی از جمله تسطیح، خاکبرداری، دپوی خاک و محوطه‌سازی، با آب پاشی محل از پراکنش گرد و خاک تا حد ممکن جلوگیری شود. • اجتناب از اجرای عملیات خاکی در روزهایی که باد شدید می‌وزد. • رعایت سرعت مجاز وسائط نقلیه سنگین و سبک به منظور کاهش پراکنش ذرات گرد و غبار. • خاموش نمودن ماشین‌آلات مورد استفاده در مواقع غیرضروری و بهبود نوع سوخت • تخلیه تدریجی مواد و مصالح ساختمانی به منظور کاهش پراکنش گرد و غبار • تسریع در اجرای عملیات همراه با طراحی و انجام زمان‌بندی دقیق
صدا	آلودگی صوتی	• استفاده از دیواره‌های صوت‌شکن در پیرامون محوطه اسکله • ایجاد زمان‌بندی مناسب جهت اجرای فعالیتها • روغن‌کاری مرتب ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده • رعایت استاندارد صدای مجاز تجهیزات در فاصله یک متری که حدوداً ۸۵ دسی‌بل می‌باشد.
آبهای ساحلی	آلودگی آب‌های ساحلی	• نظارت بر فعالیت لایروبی و اجتناب از برداشت بستر در مناطق غیرضروری که موجب کاهش حجم مواد لایروبی خواهد شد. • استفاده از Silt curtain در هنگام لایروبی • رعایت ضوابط فنی جهت جلوگیری از کدورت ناشی از جابجایی کشتی یا پروانه کشتی • رعایت مقررات مربوط به لایروبی و جلوگیری از اجرای لایروبی غیرضروری • استفاده صحیح از دستگاه لایروب • انجام عملیات لایروبی در زمانی که شدت جریان آب کم است • عدم تخلیه گل و لای و رسوبات لایروبی در مکانهایی به غیر از محلهای تعیین شده • کاهش مدت زمان اجرای عملیات لایروبی و لای‌ریزی. • برنامه زمان‌بندی فعالیت های ساختمانی، تا حد ممکن در فصول کم باران در نظر گرفته شود • دسترسی راحت‌تر کارگران به سیستم‌های بهداشتی در فاز ساختمانی مدنظر قرار گرفته • استفاده از روشهای مناسب شمع کوبی، لایروبی، برنامه ریزی مناسب در فرآیندهای خاکریزی و خاکبرداری • محدود نمودن عملیات لایروبی در طول دوره‌های بحرانی جانداران (مانند: مهاجرت، تولیدمثل، تخم‌ریزی و پرورش نوزادان نیز در زمان صید گونه های تجاری مهم

www.SID.ir

Archive of SID

		• نظارت بر تعداد دفعات تخلیه مواد لایروبی بمنظور پیشگیری کردن از تخلیه غیرمجاز و عدم تخریب مناطق حساس زیستی
آب های زیر زمینی	آلودگی و کاهش کیفیت آبهای زیر زمینی	• مونیتور کردن سطح ایستابی آب. • اگر سطح آلودگی در حد بحرانی باشد امکانات تصفیه بهداشتی برای کاهش آلودگی آبهای زیرزمینی ضروری است • پوشاندن رسوبات آلوده با سرپوش و کاهش انتشار آلودگی رسوبات لایروبی شده به آب های زیر زمینی
خاک	پسماند تولید شده و آلودگی خاکی	• اجتناب از انجام خاکبرداری بیش از حد • اجرای طرح عملیاتی به منظور تثبیت مکانیکی یا شیمیایی خاک جهت کاهش فرسایش خاک در سطح منطقه. • دقت در عملیات خاکبرداری و خاکریزی در محل، بطوریکه کمترین میزان خاک پراکنده و کمترین فرسایش حاصل شود. • جهت تقلیل پی‌آمدهای منفی عملیات برداشت نسبت به احیاء محل برداشت پس از پایان‌یافتن اقدام شود. • ایجاد ایستگاههای موقت مناسب جهت جمع‌آوری مواد زائد جامد تولید شده در سایت. • به تعداد مناسب مخزن جهت جمع‌آوری و نگهداری این مواد چون روغنهای سوخته و مواد سوختی وسائط نقلیه سنگین و ماشین‌آلات ساختمانی در سطح خاک در کارگاههای مستقر در بندر، در نظر گرفته شود. • جلوگیری از ریخت و پاش رنگ، براده آهن، گریس و قیر و سایر مواد در محوطه بندر. • دفع جداگانه ضایعات صنعتی نظیر پلی‌اتیلن و ... . • تخلیه رسوبات آلوده در گودال های بستر دریا به درپوش ماسه ای • دفن در گودال های طبیعی یا لندفیل ها • تثبیت و جامدسازی • کاشت گونه‌های گیاهی مناسب از جمله گونه های پوشش دهنده مانند چمن و گونه های ساحلی به منظور کاهش فرسایش در مناطقی که محوطه‌سازی نشده

۵- منابع

۱. اللهیاری، ت.، (۱۳۸۴)" آنالیز خطر و ارزیابی ریسک در فرآیندهای شیمیایی"، انتشارات فن آوران.

2. Heller, S., (2006)" Managing Industrial Risk having a Tasted and Proven System to Prevent and Assess Risk, Hazardous Material". 130(17): 58-63

۳. جوزی،س ع.، صفاریان، ش.،(۱۳۹۰) "تجزیه و تحلیل ریسک های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان با استفاده از روش TOPSIS " ، مجله محیط شناسی، ۳۷(۵۸)،۶۶-۵۳

4. Neil, E., Pritchard, J.,(2004")Proceedings of the Ascaad International Conference on Design in Architecture Dhahaea", month day, Saudi Arabia

۵. افرازه،ع . ناصریان،م .،(۱۳۸۴)" اولویت‌بندی پروژه های توسعه راه آهن برمبنای یک الگوریتم تصمیم‌گیری چند معیاره"، دومین کنفرانس بین اممللی مدیریت پروژه.

۶. جان قربان، ش، (۱۳۸۷)" ارزیابی و مدیریت ریسک محیط زیستی مناطق حساس اکولوژیک با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ، مطالعه موردی، منطقه حفاظت شده موند"، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۷. جوزی، س ع ،. شفیعی،م.،(۱۳۸۸) " تجزیه و تحلیل ریسک های محیط زیستی منطقه حفاظت شده حله بوشهر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)"، پژوهش های مجله علوم و فنون دریایی ۴(۳): ۳۶-۲۱.

۸. جوزی، س ع.، اسماعیلی ثابت رودسری، س.،(۱۳۸۸)"ارزیابی ریسک زیست محیطی سدشفارود در مرحله بهره‌برداری به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره"، دومین کنفرانس بین المللی سلامت ، ایمنی و محیط زیست

۹. جوزی، س ع.،حسینی، س ح.،خیاط زاده، ع.، طبیب شوشتری،م .،(۱۳۸۹)" تجزیه و تحلیل ریسک های فیزیکی سد بالارود خوزستان در مرحلهٔ ساختمانی با استفاده از روش تصمیم گیری چند شاخصه"،محیط شناسی،۵۶.:۲۵-۳۸.

۱۰. ابراهیمیان دهاقانی، م.، خادمی مال امیری، م.ا .، (۱۳۸۹)" ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک واحد مصارف صنعتی تصفیه خانه آب اهواز با استفاده از روش تطبیقی تصمیم‌گیری چندمعیاره و TOPSISبا مدل HAZOP و ارائه راهکارهای کنترل و بهبود"، پنجمین همایش ملی بحران‌های زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن‌ها، اهواز.

۱۱. رحیمی بلوچی، ل.، ملک محمدی، ب. ، (۱۳۹۰)"ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب بین‌المللی شادگان به منظور ارائه راهکارهای مدیریتی"، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، رشته برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران،دانشکده محیط زیست

۱۲. لاری بقال، س.م.، جعفرزاده حقیقی فرد، ن.، رفیعی، م.، (۱۳۹۰)" کاربردEFMEA در ارزیابی ریسک زیست محیطی :مورد کاوی لایروبی اسکله‌های بندر امام خمینی"، فصلنامه تالاب -دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز ۳(۹):۳-۱۴.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳. مکوندی،ر. آستانی،س. انوشه،ز. ۱۳۹۱. ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب‌ها با استفاده از روش های TOPSIS و EFMEA (مطالعه موردی: تالاب شیرین سو در استان همدان)، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

۱۴. جعفرزاده حقیقی‌فرد،ن.،بقال،م.،قائد رحمت.ز.، (۱۳۹۲) "کاربرد تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره Entropy و Simple-Additive-Weighting Method در ارزیابی ریسک محیطی لایروبی اسکله‌های بندر امام خمینی (ره)"، دو ماهنامه علمی-پژوهشی جنتاشاپیر

15. Cahyani, S., (2003) "Risk Management Strategy of Power Generation of PT -Indonesia Power". ISAHP. 7:PP.7-9.

16. Zayed, T., Amer, M., Jiayin, P., (2008)" Assessing risk and inherent in Chinese highway project using AHP". Project Management. 26: 408-419.

17. Jaafarzadeh, N., Hesampour, N., Makvandi, M R., (2012)" Environmental risk assessment of Landfill drilling disposal using AHP and EFMEA (Case study: Mansouri oil field)", International Society for Environmental Epidemiology East Asia Chapter (ISEE - EAC). Kuala Lumpur, Malaysia

۱۸. پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی.، (۱۳۹۱)" گزارش ارزیابی اثرات محیط زیستی طرح مجتمع بندری کاسپین منطقه آزاد انزلی"

۱۹. پاشایی زاده،ح.، (۱۳۸۶)" نگاهی اجمالی به روش دلفی"، پیک نور، ۶(۲)پ

۲۰. آندون پطروسیانس،ه.، دانه کار،ا.، اشرفی، س.، (۱۳۹۲)" کاربرد روش دلفی در الویت بندی معیارهای انتخاب عرصه های مناسب توسعه جنگل های مانگرو (مطالعه موردی: جنگلهای حرا) ف محیط ریست و توسعه"،۴(۷):۳۷-۴۸

۲۱. قدسی پور، س ح.،(۱۳۸۹) "فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"،چاپ هشتم، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۲۲. اصغرپور، م ج .، (۱۳۸۷)"تصمیم گیری های چندمعیاره"، چاپ ششم، تهران :انتشارات دانشگاه تهران.

۲۳. میرجلیلی، س ع.،(۱۳۸۸)"اصول و مبانی ارزیابی و مدیریت ریسک در محیط زیست"، جلد اول ،اندیشمندان یزد.

۲۴. مومنی، م .۱۳۸۷. مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ دوم، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۲۵. خدابخشی،ب.، جعفری،ح.،(۱۳۸۹)" بررسی کاربرد مدل دسته‌بندی چندمعیاره Electer-TRI در تعیین اهمیت آثار زیستی(مطالعه موردی:ارزیابی آثار محیط زیستی طرح سد و شبکه آبیاری– زهکشی اردبیل"، پژوهش‌های محیط زیست، ۱(۲): ۳۱-۴۲

۲۶. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.، (۱۳۸۵)" آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه های دریایی ایران ۱۰-۳۰۰ ملاحظات محیط زیستی".

۲۷. پاک، ع .، نوروز علیایی،م.، (۱۳۸۱)"پروژه های لایروبی در ایران و چگونگی مدیریت محیط زیستی مواد لایروبی شده"، پنجمین همایش بین‌المللی سواحل بنادر و سازه‌های دریایی

www.SID.ir