ارزیابی ریسک محیط‌زیستی تالاب‌ها با استفاده از روش‌های SAW و EFMEA (مطالعه موردی : تالاب بین‌المللی انزلی)

رقیه مکوندی[1*]
سجاد آستانی[2]
مهرداد چراغی[3]

۱. دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه محیط زیست، بهبهان، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، همدان، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، استادیار گروه محیط زیست، همدان، ایران

*** نویسنده مسئول مکاتبات**
Makvandi.rm@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۱

کد مقاله: ۱۳۹۲۳۱۰۳٤
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی می‌باشد.

چکیده

تالاب‌ها از مهم‌ترین و در عین حال آسیب‌پذیرترین منابع محیطزیستی جهان محسوب می‌شوند که همواره با خطر تخریب و نابودی مواجه بوده‌اند. هر چند تالاب در روند تکاملی خود به بستری خشک و عاری از آب مبدل می‌شود، اما فعالیت‌های انسانی این روند را تسریع نموده و آن را به مرگ زودرس مبتلا می‌نماید. مطالعه حاضر با هدف شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های تهدیدکننده تالاب بین‌المللی انزلی در سال ۱۳۹۱ به انجام رسید. تالاب انزلی در جنوب دریای خزر در استان گیلان واقع شده است. پس از شناسایی ریسک‌ها، تجزیه و تحلیل و رتبه بندی آن‌ها با استفاده از روش SAW صورت پذیرفت. جهت تعیین نمره احتمال ریسک از روش AHP و برای تعیین نمره سایر شاخص‌ها، از روش‌های موجود در ارزیابی ریسک به خصوص روش EFMEA استفاده شد. نتایج نشان داد که آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های صنعتی و غنی شدن تالاب در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند. با توجه به اهمیتی که تالاب انزلی در حفظ حیات منطقه و به ویژه در محیط زیست دریای خزر دارد شناخت هر چه دقیق‌تر وضعیت کیفی آب این تالاب امری ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک محیطزیستی، تالاب انزلی، استان گیلان، EFMEA، SAW.

مقدمه

تالاب‌ها یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های طبیعی در جهان بوده، دارای ارزش‌ها و فواید بسیاری می‌باشند و در گردش انرژی در محیطزیست نقش مؤثری دارند (طاهری‌آزاد و شهسواری‌پور، ۱۳۸۵). بهره‌برداری‌های مکرر، غیرآگاهانه و بیش از حد و حصر از منابع طبیعی و از جمله زیستگاه‌های آبی و تالاب‌ها بر همه بخش‌های محیطزیست ما به شدت احساس می‌شود (آستانی، ۱۳۸۹). استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک محیطزیستی یکی از ابزارهای مهم در مطالعات مدیریت محیطزیست و شناسایی و کاهش عوامل بالقوه آسیب‌رسان محیطزیستی در مناطق تالابی جهت حصول به توسعه پایدار است.

ارزیابی ریسک عبارت از فرایند تخمین احتمال وقوع یک رویداد مطلوب یا نامطلوب و میزان تأثیر آن است. نتایج حاصل از ارزیابی ریسک در واقع داده‌های ورودی سایر مراحل مدیریت ریسک محسوب می‌شوند (جبل عاملی و همکاران، ۱۳۸۶). ارزیابی ریسک محیطزیستی گام فراتر از ارزیابی ریسک بوده و در آن علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیطزیست منطقه تحت اثر، میزان حساسیت محیطزیست متأثر و همچنین ارزش‌های خاص محیطزیستی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه در نظر گرفته می‌شود (Haller, 2006). روش‌های متنوعی برای ارزیابی ریسک محیطزیستی وجود دارد از جمله این روش‌ها

می‌توان به FMEA، HAZAN و William Fine اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه‌اند (صفاریان و جوزی، ۱۳۹۰). تکنیک FMEA دارای کاربردهای بسیاری می‌باشد و متناسب با کاربردهای متنوع، FMEA های مختلفی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به FMEA مربوط به محیطزیست، معادل EFMEA (Environmental Failure Mode and Effect Analysis) اشاره نمود (رضازاده نیاورانی، ۱۳۸۳).

بررسی سابقه استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که این روش‌ها به تنهایی یا با روش‌های دیگر برای ارزیابی ریسک در موارد مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. جان‌قربان (۱۳۸۷) از روش‌های AHP (Analytical Hierarchy Process) و TOPSIS به منظور شناسایی و تجزیه و تحلیل مخاطرات ریسک محیطزیستی در منطقه حفاظت شده مند استفاده کرد (جان‌قربان، ۱۳۸۷). جوزی و شفیعی (۱۳۸۸) به منظور تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیطزیستی منطقه حفاظت شده حله بوشهر از روش AHP استفاده کرده است (جوزی و شفیعی، ۱۳۸۸). منوری و رحیمی (۱۳۸۹) در مطالعه خود کاربرد ارزیابی ریسک زیست‌محیطی طرح‌های توسعه برای حفاظت تالاب‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مقاله ریسک زیست‌محیطی نصب و استقرار مخازن نفتی در اسکله صادراتی بندر ماهشهر در مجاورت خورموسی با استفاده از AHP ارزیابی شده است (منوری و رحیمی، ۱۳۸۹). رحیمی‌بلوچی و ملک‌محمدی (۱۳۹۰) ارزیابی ریسک محیطزیستی تالاب بین‌المللی شادگان را به منظور ارائه راهکارهای مدیریتی به انجام رسانیدند. در این مطالعه در فرایند ارزیابی ریسک از روش‌های William Fine و AHP استفاده شده است (رحیمی‌بلوچی و ملک‌محمدی، ۱۳۹۰). همچنین مطالعاتی نیز در مورد تالاب انزلی صورت پذیرفته است.

طاهری و شهسواری‌پور (۱۳۸۵)، ملکوتی و تنگکی زاده (۱۳۸۷)، و دریاپور و شاکردرگاه (۱۳۸۷) به بررسی تهدیدات و بحران‌های جدی تالاب بین‌المللی انزلی و ارائه راهکارهای مدیریتی آن پرداخته اند. میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) روند فراغنی شدن تالاب انزلی را با استفاده از اطلاعات ده ساله ۱۳۷۱-۱۳۸۱ به انجام رسانیدند. خسروی و همکاران (۱۳۹۰) میزان آلودگی فلزات سنگین در سه بخش مختلف تالاب انزلی را مورد بررسی قرار داده‌اند. جاودان‌خرد و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی بقایای آفت‌کش‌های آلی پایدار در رسوبات تالاب بین‌المللی انزلی پرداخته‌اند.

محدوده مطالعاتی، تالاب انزلی یکی از ۱۰ تالاب ارزشمند جهان بوده و جزء ۲۲ تالاب بین‌المللی ایران است که از سال ۱۳۵۴ تحت پوشش کنوانسیون رامسر قرار دارد. این تالاب با مساحتی بالغ بر ۱۹۳ کیلومترمربع در ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی در جنوب دریای خزر در استان گیلان واقع شده است (شکل ۱). گسترش شهرها و افزایش روز افزون تراکم انسانی در کرانه‌های تالاب انزلی، فقدان وجود سیستم تصفیه فاضلاب و سرازیر شدن فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی از شهرهای اطراف به درون این تالاب، حیات تالاب انزلی و موجودات آن را به شدت به خطر انداخته است (جاودان‌خرد و همکاران، ۱۳۹۰). در بخش شرقی تالاب به علت پراکندگی و گسترش صنایع و فعالیت‌های کشاورزی، مواد آلاینده زیادی وارد تالاب می‌شود و در وضعیت بحرانی قرار دارد. بخش مرکزی متأثر از پساب‌های کشاورزی و روستایی است و به دلیل تردد قایق‌ها دچار صدمات محیطزیستی جدی شده است. بخش غربی تنها بخشی است که فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی پراکنش چندانی ندارد (خسروی و همکاران، ۱۳۹۰). پژوهش حاضر با هدف بررسی ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی، تعیین مهم‌ترین ریسک‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و EFMEA صورت گرفته است.

شکل ۱: موقعیت قرارگیری تالاب انزلی در استان گیلان.

مواد و روش‌ها

به طور کلی انجام ارزیابی ریسک در این مطالعه که در سال ۱۳۹۱ صورت گرفت، شامل سه مرحله می‌باشد. در مرحله اول شناسایی ریسک‌ها، مرحله دوم انتخاب شاخص‌ها و روش نمره‌دهی به ریسک‌ها و در مرحله آخر رتبه‌بندی و تعیین درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌ها صورت گرفت. شناسایی ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی، با استفاده از بازدیدهای میدانی و مصاحبه با ساکنان محلی و کارشناسان در بخش محیطزیست اداره محیطزیست استان گیلان صورت پذیرفت. از مطالعات کتابخانه‌ای و پژوهش‌های مرتبط نیز استفاده گردید. در مرحله دوم، جهت ارزیابی ریسک‌ها از شاخص‌های موجود در روش‌های ارزیابی ریسک به خصوص روش EFMEA استفاده شد. بر اساس مطالعات صورت گرفته، شاخص‌های انتخابی در این پژوهش شامل احتمال وقوع ریسک، شدت ریسک، گستره آلودگی و حساسیت محیط پذیرنده ریسک می‌باشند. به منظور ارزیابی ریسک‌ها لازم است تا نمرات شاخص‌ها (احتمال، شدت و ...) برای هر یک از ریسک‌ها استخراج گردد. در ادامه روش تعیین نمرات برای هر کدام از شاخص‌ها ارائه شده است.

جهت تعیین احتمال وقوع ریسک‌ها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. روش AHP یکی از شناخته‌شده‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است که در حوزه‌های مختلف کاربردی مورد استقبال قرار گرفته است (Saaty, 1995). به طور کلی می‌توان بیان کرد که AHP شامل سه گام اصلی می‌شود: (۱) ایجاد ساختار سلسله مراتبی (۲) مقایسه دوبه‌دو المان‌های ساختار سلسله مراتبی (۳) ارزش‌دهی معیارها. بر اساس رویکرد AHP، موضوع تصمیم‌گیری دارای درختی است که سطح اول آن هدف، سطح آخر گزینه‌های رقیب و سطح یا سطوح میانی شاخص‌های تصمیم خواهند بود. سپس جهت جمع‌آوری داده‌ها باید عناصر موجود در هر سطح به ترتیب از سطوح پایین به بالا نسبت به کلیه عناصر مرتبط در سطوح بالاتر ارزیابی شوند. با تحقیقاتی که توسط Saaty و Vargas (۱۹۹۱) انجام گرفت، یک دامنه برای مقایسه معیارها پیشنهاد شد (Saaty and Vargas, 1991) که شامل مقادیر عددی ۱ تا ۹ می‌شود (جدول ۱) (قدسی پور، ۱۳۸۹). Saaty (۱۹۸۰) یک اندکس منحصر به فردی برای بررسی استحکام ماتریس مقایسه دوبه‌دو مهیا کرد. طبق دانش و تجربیات حاصل از عملی کردن مختلف AHP، Satty و Vagner (۱۹۹۱) پیشنهاد کردند که اگر نسبت استحکام از مقدار «۰/۱» تجاوز کند، نیاز است که ماتریس بازنگری شود (Saaty and Vargas, 1991).

جدول ۱: مقیاس درجه اهمیت برای مقایسه زوجی در AHP (قدسی پور، ۱۳۸۹).

ارزش	(Value)	درجه
کاملاً مرجح	Extremely preferred	۹
ترجیح خیلی قوی	Very Strongly preferred	۷
ترجیح قوی	Strongly preferred	۵
کمی مرجح	Moderately preferred	۳
ترجیح یکسان	Equally preferred	۱
ترجیحات بین فواصل	-	۲،۴،۶،۸

تعیین نمرات شدت ریسک با استفاده از جداول موجود در روش EFMEA صورت پذیرفت (جدول ۲). هر چه ریسک وارده بر تالاب شدت بیشتری داشته باشد و زیان شدیدتری به منابع وارد نماید، نمره بالاتری را دریافت خواهد نمود.

جدول ۲ : مقادیر مربوط به شدت وقوع جنبه‌های ریسک در روش EFMEA (Jozi and Salati, 2012)

شدت	تعریف شدت	امتیاز
فاجعه‌بار	به صورت بالقوه بسیار خطرناک / زیان شدید به منابع	۵
خطرناک	مضر نیست، اما به صورت بالقوه خطرناک است / زیان شدید به منابع	۴
متوسط	پرخطر / زیان متوسط به منابع	۳
کم	پتانسیل کم آسیب / زیان کم به منابع	۲
ناچیز	زیان کم است و قابل چشم پوشی است / زیان ناچیز به منابع	۱

جهت استخراج نمرات گستره آلودگی ریسک (یا امکان بازیافت ریسک) نیز از جداول EFMEA استفاده گردید (جدول ۳). اگر ریسک وارده بر تالاب باعث اتلاف منابع تجدیدناپذیر گردد و امکان بازگشت تالاب به حالت طبیعی مشکل‌تر باشد؛ ریسک نمره بالاتری را دریافت خواهد نمود. برای استخراج نمرات حساسیت محیط پذیرنده ریسک بر اساس مطالعات صورت گرفته از جدول ۴ استفاده گردید. هر چه محیط پذیرنده ریسک حساسیت بیشتری داشته باشد، ریسک نمره بالاتری را دریافت خواهد نمود (شفیعی، ۱۳۸۹).

جدول ۳ : مقادیر مربوط به گستره آلودگی ریسک در روش EFMEA (Jozi and Salati, 2012).

تعریف گستره آلودگی	امتیاز
مصرف منابع تجدید ناپذیر	۵
از بین رفتن منابع تجدید ناپذیر	۴
از بین رفتن منابعی که به سختی قابل تجدید و بهبود می‌باشند	۳
از بین رفتن منابعی که به آسانی قابل تجدید و بهبود می‌باشند	۲
مصرف منابع تجدید پذیر	۱

جدول ٤ : مقادیر مربوط حساسیت محیط پذیرنده (شفیعی، ۱۳۸۹).

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

در این مطالعه جهت تجزیه و تحلیل ریسک‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شد. برای دست‌یابی به هدفی خاص، بیشتر لازم است که تصمیم‌گیرنده، چندین معیار را توأم با هم مورد ارزیابی قرار داده و گزینه‌های تصمیم را بر طبق معیارها بسنجد. چنین فرایندی تصمیم‌گیری چندمعیاره (Multi criteria decision making) نامیده می‌شود (فولادگر، ۱۳۸۶). به‌طور کلی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به دو دسته چندهدفه و چندشاخصه تقسیم می‌شوند (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۷). دو دسته عمده از روش‌های مختلف در چندشاخصه شامل مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی هستند. مدل غیرجبرانی شامل روش‌هایی است که در آن‌ها مبادله بین شاخص‌ها مجاز نیست. مدل جبرانی مشتمل بر روش‌هایی است که اجازه مبادله در بین شاخص‌ها در آن‌ها مجاز است. مدل‌های جبرانی به سه گروه نمره‌گذاری و امتیازدهی، سازشی و هماهنگ تقسیم می‌شوند (اصغرپور، ۱۳۸۷). با توجه به اینکه بین شاخص‌های انتخاب شده برای اولویت‌بندی ریسک‌های تهدید کننده تالاب امکان مبادله وجود دارد؛ مدل مورد نظر باید از مدل‌های جبرانی انتخاب شود از میان مدل‌های جبرانی روش SAW از گروه نمره‌گذاری و امتیازدهی جهت تجزیه و تحلیل ریسک‌های تالاب مورد مطالعه انتخاب گردید. روش مجموع ساده‌ی وزنی (SAW)، یکی از ساده‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه می‌باشد. با محاسبه‌ی اوزان شاخص‌ها، می‌توان به راحتی از این روش استفاده کرد. (مومنی، ۱۳۸۷). به منظور وزن‌دهی به شاخص‌های مورد استفاده در SAW، از روش AHP استفاده شد.

برای استفاده از روش SAW، طی مراحل زیر ضرورت دارد.

۱. کمّی کردن ماتریس تصمیم گیری

۲. بی‌مقیاس‌سازی خطی مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری

– اگر شاخص مورد نظر، دارای جنبه‌ی مثبت باشد:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{Maxa_{ij}} \qquad (۱)$$

– اگر شاخص، دارای جنبه‌ی منفی باشد:

$$n_{ij} = 1 - \frac{a_{ij}}{Maxa_{ij}} \qquad (۲)$$

۳. ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده در اوزان شاخص‌ها

۴. انتخاب بهترین گزینه (A*) با استفاده از معیار

$$A^* = \left\{ A_i \middle| Max \sum_{j=1}^{n} n_{ij} w_j \right\} \qquad (۳)$$

به بیانی دیگر، در روش SAW گزینه‌ای انتخاب می‌شود (A*) که حاصل جمع مقادیر بی‌مقیاس شده‌ی وزنی آن ($n_{ij}w_j$)، از بقیه گزینه‌ها بیشتر باشد (مومنی، ۱۳۸۷). (اولین مرحله در SAW، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. در ردیف‌های این ماتریس گزینه‌ها (ریسک‌ها) و در ستون‌ها شاخص‌هایی که گزینه‌ها بر اساس آن‌ها رتبه‌بندی می‌شوند، قرار دارند. به‌منظور انتخاب شاخص‌های مناسب، شاخص‌های موجود در ارزیابی ریسک محیط‌زیستی در مراجع ملی و بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفتند. پس از بررسی انواع و میزان تکرار شاخص‌ها و همچنین روش تعیین نمره این شاخص‌ها، پنج شاخص احتمال وقوع ریسک (C_1)، شدت ریسک (C_2)، گستره آلودگی ریسک (C_3) و حساسیت محیط پذیرنده ریسک (C_4) برای رتبه‌بندی ریسک‌ها با استفاده از مدل SAW، انتخاب شدند. در نهایت ماتریس تصمیم‌گیری با ۲۰ ردیف (ریسک‌ها) با حرف A و ۴ ستون (شاخص‌ها) با حرف C تشکیل گردید. از آنجا که لازم است ارزش کلیه شاخص‌ها به صورت کمّی وارد ماتریس تصمیم مدل پیشنهادی شود، در این تحقیق بر اساس روش‌های موجود، مقیاس عددی برای هر شاخص تعریف شد.

به منظور تعیین نمره‌ی احتمال ریسک‌های محیط‌زیستی تهدید کننده تالاب مورد مطالعه، ساختار سلسله مراتبی ریسک‌ها رسم گردید. در این ساختار سطح اول هدف با ارجحیت واحد می‌باشد. در سطح دوم ریسک‌های محیط‌زیستی به سه بخش محیط بیولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و اقتصادی اجتماعی تقسیم می‌گردد. در نهایت سطح آخر شامل ریسک‌ها می‌باشد. ماتریس‌های مقایسات زوجی با دانش کارشناسان تکمیل گردید و وارد نرم‌افزار Expert Choice گردید. در نهایت با دستور Synthesize این نرم‌افزار ادغام و اوزان نهایی یعنی

نمره احتمال وقوع هر ریسک به دست آمد (جدول ۵). برای تعیین نمره سایر شاخص‌ها از جداول مربوط به هر شاخص که در روش کار ارائه شده، استفاده گردید. برای نمونه، چنانچه ریسکی باعث زیان شدید به منابع گردد، منابع تجدید ناپذیر را از بین ببرد و محیط پذیرنده حساسیت زیادی نسبت به آن داشته باشد به‌ترتیب نمره‌های ۵، ۴ و ۷ را دریافت خواهد کرد.

پس از تشـکیل ماتریس تصـمیم‌گیری و بی‌مقیاس‌سـازی آن (رابطه ۱)، در گام بعد ماتریس بی‌مقیاس موزون تعیین می‌شـود. برای به‌دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون، لازم است که اوزان شاخص‌های تصمیم را محاسبه و در ماتریس بی‌مقیاس شده (r_{ij}) ضرب کرد (رابطه ۲). در این پژوهش وزن شاخص‌ها با استفاده از روش AHP محاسبه شد (جدول ۶). شایان ذکر است در این مطالعه هدف، انتخاب ریسـکی است که بیشترین پیامد منفی را داراست. بنابراین برای ریسک‌ها از جنبه مثبت در نظر گرفته شد، در غیر این صورت رتبه‌بندی به صـورت معکوس صورت می‌گرفت. در ادامه پس از تعیین عدد اولویت ریسک با روش TOPSIS، سطوح ریسک با استفاده از روش توزیع نرمال برای هر یک از ریسک‌ها محاسبه و ارزیابی گردید. جهت تعیین درجه مخاطره‌پذیری، ریسک‌ها به صعودی نزولی مرتب می‌گردند و مؤلفه‌های تعداد رده و طول رده بر اسـاس رابطه‌های ۴ و ۵ تعیین می‌گردند. پس از آن ریسـک‌ها بر اساس این رده‌ها دسته‌بندی می‌گردند (جوزی و شمس خوزانی، ۱۳۸۹).

رابطه ۴: $\text{تعداد رده} = 1 + 3.3\text{Logn}$ n =تعداد ریسک

رابطه ۵: $\text{طول رده} = \dfrac{\text{کوچک‌ترین مقدار ریسک} - \text{بزرگ‌ترین مقدار ریسک}}{\text{تعداد رده}}$

نتایج

شناسایی ریسک‌های تهدید کننده تالاب مورد مطالعه، در سه محیط فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی و اقتصادی اجتماعی صورت پذیرفت. ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی با حرف A در جدول ۵ ارائه شده‌اند. در ذیل دلایل و تحلیل‌های مربوط به انتخاب هر یک از ریسک‌های تحت بررسی ارائه می‌گردد.

افزایش فلزات سنگین: براساس نتایج آزمایشات، میانگین غلظت فلزات سنگین در رسوب سه بخش شرق، مرکز و غرب تالاب در سال ۱۳۹۰ به ترتیب برای کادمیوم ۱۱۵/۴۳۳، سرب ۳/۰۵۹، جیوه ۲۰۷/۰۸۷ نانوگرم بر گرم وزن خشک و فلز روی ۱۳۳/۲۸۴ و مس ۴۴/۴۵۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد. هر چند میزان فلزات سنگین پایین‌تر از حد استاندارد بوده اما در آینده نه چندان دور و با ادامه تخلیه فاضلاب‌ها حیات این تالاب به خطر خواهد افتاد. در این تالاب میزان آلودگی فلزات سنگین از شرق به غرب دارای یک روند نزولی است که بیانگر تأثیر صنایع بخش شرقی تالاب بر این آلودگی می‌باشد.

کاهش BOD: میانگین BOD اندازه‌گیری شده در تالاب انزلی برابر با ۸/۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که از استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست برای کیفیت آب تالاب‌ها (۵ میلی‌گرم بر لیتر) بالاتر می‌باشد. حداقل اکسیژن محلول مورد نیاز در یک محیط آبی ۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد و تخلیه فاضلاب‌های حاوی ترکیبات آلی در منابع آبی منجر به افزایش مصرف اکسیژن توسط باکتری‌ها می‌شود. این عمل تلاشی برای اکسیدکردن فاضلاب است. این مشکل منجر به ناکافی بودن اکسیژن برای ابقای فرم‌های بزرگ‌تر حیات می‌گردد. به علاوه، اکسیژن موجود بسیار مهم است زیرا واکنش مواد شیمیایی و بیوشیمیایی در محیط‌های بدون اکسیژن غالباً منجر به تغییر در رنگ، مزه و بوی آب می‌گرد.

افزایش pH: خوشبختانه با توجه به قلیایی بودن آب‌های تالاب انزلی (pH =۸/۲) امکان حلالیت عناصر سنگین و رهاسازی آن‌ها از رسوبات و تجمع آن‌ها در آب‌ها بسیار ضعیف می‌باشد. با این حال می‌توان گفت که سمیت عناصر سنگین در اکوسیستم تالاب انزلی

توسط قلیایی بودن محیط کنترل گردیده و از خطرات بسیاری برای آبزیان جلوگیری نموده است. اما در صورت هرگونه تغییر در EC و pH در این اکوسیستم احتمال آلودگی بیش از حد آن و تأثیرگذاری بر زنجیره غذایی بسیار زیاد است.

غنی شدن تالاب: یوتروفیکاسیون یا فراغنی شدن با مواد مغذی پدیده و مشکلی است که در سرتاسر دنیا گریبان‌گیر تالاب‌ها، رودخانه‌ها، نهرها و دریاچه‌ها شده است. در حال حاضر منابع آلوده کننده متعددی در بخش‌های صنعتی، کشاورزی و فاضلاب شهری وجود دارند که تالاب انزلی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. توسعه جوامع بشری افزایش ورود ۲۶۰۵۴ تن کربن آلی، ۴۸۹۵ تن نیتروژن و ۳۷۸ تن فسفر در سال را به تالاب انزلی در برداشته که روند یوتریفیکاسیون را تسریع کرده است. آنچه مسلم است تالاب انزلی گنجایش جذب و هضم ضایعات انسانی جمعیت کنونی حوزه آبریز خود که افزایش دهنده مواد مغذی آن است را ندارد و متوقف کردن روند رو به رشد آن حداقل اقدامی است که باید در برنامه احیای تالاب قرار گیرد.

رشد بی‌رویه گیاهان آبزی: در ابتدا کشت و تکثیر گیاه آزولا به طور آزمایشی در دریاچه‌های مصنوعی پرورش ماهی در استان گیلان انجام شد. اما بذر این گیاه به وسیله پرندگان به تالاب انزلی برده شد و به سرعت تکثیر یافت. آزولا گیاهی مهاجم است که اگر با رشد آن مبارزه‌ای فراگیر انجام نشود ظرف چند سال آینده تمام سطح تالاب را خواهد پوشاند. این گیاه با ضخامتی در حدود ۱۰ سانتی‌متر سطح تالاب را می‌پوشاند و مانع رسیدن نور خورشید به زیر آب می‌شود؛ در نتیجه فعل و انفعالات شیمیایی توسط فیتوپلانکتون‌ها در عمق آب انجام نمی‌شود. همچنین با مستور شدن سطح تالاب اکسیژن کافی به آبزیان نمی‌رسد.

مرگ و میر ماهیان: متأسفانه بارندگی‌های پی در پی و کاهش اکسیژن در تالاب به واسطه متصاعد شدن گاز اکسیدسولفید در سطح تالاب موجب تلف شدن هزاران ماهی در تالاب شده است و با هر بار بارندگی و کم شدن اکسیژن بر تعداد مرگ و میر ماهیان افزوده می‌شود. همچنین بخشی از فاضلاب صنعتی کارخانه‌های حوضه و تمامی فاضلاب‌های شهری و روستایی بدون تصفیه به رودخانه تخلیه و باعث آلودگی شدید رودخانه‌ها می‌شود که تلفات مرگ و میر وسیع آبزیان رودخانه‌ها و تالاب انزلی را در مقاطع بحرانی باعث می‌شود.

آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های صنعتی: از ۳۸ واحد صنعتی آلاینده آب در استان گیلان تعداد ۲۳ واحد در حاشیه تالاب و یا در مسیر رودخانه‌های آن قرار گرفته‌اند و نقش آن‌ها در آلودگی این اکوسیستم حساس به خوبی آشکار است. صنایع متفاوت نظیر فولادسازی، لاستیک‌سازی، سرامیک‌سازی، پلاستیک‌سازی، صنایع شیر مستقر در شهرهای رشت، انزلی، فومن و صومعه‌سرا منابع مختلف آلاینده به شمار می‌روند. پساب تمامی این صنایع به درون رودخانه‌ها ریخته و در نهایت وارد تالاب می‌شود. تخلیه پساب صنایع ذوب و آبکاری فلزات مانند مس، سرب و نیکل، روی، کروم و کادمیم همچنین پساب واحدهای شیمیایی می‌تواند منجر به تجمع فلزات در رسوبات شود.

آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های شهری: هرساله بیش از ۳۲ میلیون مترمکعب فاضلاب خانگی شهرستان‌های رشت، انزلی، صومعه سرا، فومن و ماسال که در حوضه آبخیز تالاب انزلی هستند، وارد تالاب می‌شود. شهرهای رشت و انزلی به ترتیب اولین و دومین شهر بزرگ استان گیلان از لحاظ جمعیت محسوب می‌شوند. رشد فزاینده جمعیت این دو شهرستان که تقریباً نیمی از جمعیت شهری استان را در خود جای داده‌اند بر اکوسیستم تالاب اثر سوء داشته است. به علت بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی شهر رشت فاضلاب‌های خانگی و شهری مستقیماً به رودخانه‌های زرجوب و گوهر رود و در بندر انزلی به تالاب تخلیه می‌شود. همچنین روزانه بیش از ۴۰۰ تن زباله مربوط به شهرستان‌های رشت، خمام و کوچصفهان به رودخانه سیاهرود وارد می‌شود.

آلودگی آب تالاب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی: از طریق مزارع کشاورزی در سال حدود دو میلیون لیتر سموم وارد محیط تالاب انزلی می‌شود. تالاب انزلی محل تخم‌ریزی بسیاری از ماهیان بومی و مهاجر است که ورود این مواد سمی ذخایر موجود در این زیستگاه را به شدت تهدید می‌کند.

رشد و توسعه شهرها و شهرک‌های صنعتی: رشد و توسعه شهرها و شهرک‌های صنعتی بدون مکان‌یابی صحیح، از عوامل تهدید کننده تالاب انزلی و از منابع مهم آلودگی آب تالاب می‌باشد. مانند منطقه طالب‌آباد که در حد فاصل تالاب و دریای خزر (فاصله بین بندر انزلی و حسن رود) قرار دارد.

رسوب‌گذاری: در مجموع سالیانه ۳۰۳۰۰۰ مترمکعب رسوب وارد تالاب انزلی می‌شود.. مقادیر زیادی از رسوب‌های تالاب انزلی مربوط به محیط خارج، یعنی رودهای منتهی به آن است. با توجه به این نکته که تالاب‌ها اصولاً دارای ساختار شدید رسوبی می‌باشند، تغییرات و دگرگونی‌های اساسی تالاب انزلی را می‌توان ناشی از رسوب‌گیری آن دانست. سرعت چنین فرایندی، توأم با رشد گیاهان نقش اصلی را در ایجاد مناطق ماندابی، پیوستگی اراضی و تبدیل به جزایر کوچک و بزرگ یا به اصطلاح محلی گوده ایفاء می‌نماید.

تجاوز به حریم تالاب: به دلیل عدم وجود مرزهای مشخص جلوگیری از تعرض به اراضی تالاب امری دشوار می‌باشد. برخی از زمین‌های منطقه حفاظت شده سیاه‌کشیم به استخر پرورش ماهی و زمین‌های کشاورزی تبدیل شدند.

آلودگی‌ها و مزاحمت‌های تولید شده توسط گردشگران و بازدیدکنندگان: آلودگی‌های صوتی، انتشار ترکیبات خطرناک سرب، اکسید گوگرد، کربن و نیتروژن ناشی از عبور و مرور وسایل نقلیه ازجمله عوامل تخریب اکوسیستم تالاب است انزلی است.

شکار غیر مجاز: استفاده از تورهای غیرقانونی ماهیگیری، شکار در منطقه شکار ممنوع و دیگر فعالیت‌های غیر قانونی در تالاب شایع می‌باشند.

وضعیت ضعیف و نامناسب قوانین: تنها آن دسته از مناطقی که به عنوان منطقه حفاظت شده تعیین گردیده‌اند، به طور قانونی حفاظت می‌شوند. در حالیکه سایر مناطق تالاب تحت حفاظت نمی‌باشند. تا زمانیکه محدوده قانونی تالاب مشخص نباشد، مشکلاتی از قبیل تصرف اراضی جهت فعالیت‌های کشاورزی و سایر موارد مشابه وجود دارد.

ماتریس بی‌مقیاس‌موزون در جدول ۷ ارائه شده‌است. در این مرحله با جمع هر سطر از ماتریس بی مقیاس موزون در روش SAW، (رابطه ۳)، میزان A^* به دست می‌آید و رتبه بندی قابل انجام است (هر چه A^* بیشتر باشد ارجحیت بیشتر). رتبه‌بندی ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی در جدول ۸ ارائه شده است.

نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی با استفاده از SAW حاکی از آن است که آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های صنعتی و غنی شدن تالاب در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند. در شهرهای ساحلی جهان دفع فاضلاب مطابق با استانداردهای خروجی در اقیانوس‌ها، دریا و دریاچه‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. متأسفانه در استان‌های شمالی کشورمان فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و حتی در برخی موارد مواد زائد جامد شهری و شیرابه ناشی از آن بدون هیچ کنترل، ضوابط و معیاری وارد اکوسیستم‌های آبی منطقه می‌گردند و نهایتاً منجر به افزایش میزان آلاینده‌های آلی و معدنی در آب، رسوبات و به تبع آن آبزیان خواهند شد. تالاب انزلی نیز به دلیل عدم وجود سیستم تصفیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و ورود مستقیم پساب‌های کشاورزی در معرض خطر بوده که در نتیجه میزان تجمع آلاینده‌ها در آب، رسوبات و آبزیان افزایش می‌یابد که این آلاینده‌ها تهدیدی جدی برای حیات تالاب به حساب می‌آیند. افزایش فلزات سنگین و رسوب‌گذاری در رتبه‌های سوم و چهارم قرار دارند. شکار غیرمجاز از لحاظ اهمیت آخرین رتبه را کسب کرده است.

پس از تعیین عدد اولویت ریسک با روش SAW، جهت تعیین درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌ها مؤلفه‌های تعداد رده و طول رده بر اساس رابطه‌های ۴ و ۵ تعیین گردید. در این مطالعه بر اساس تعداد ریسک‌ها (n=۱۵)، تعداد رده (۵= ۴/۸۸) و طول رده بر اساس کم‌ترین عدد ریسک (۰/۳۶۰۹) و بیشترین عدد ریسک (۰/۹۶۵۸)، ۰/۱۲۱۰ تعیین گردید. سپس بر اساس میزان (C_j^*) هر ریسک، ریسک‌ها در این رده‌ها قرار گرفتند. در جدول ۹ سطوح درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی ارائه شده است. نتایج حاصل از محاسبات تعیین درجه مخاطره پذیری در این بخش نشان داد که بیشترین اعداد اولویت ریسک یا ۸ مورد از اعداد اولویت ریسک در حدود رده‌های ۰/۴۸۱۸– ۰/۶۰۲۸ و ۰/۳۶۰۸– ۰/۴۸۱۸ یعنی قابل تحمل و جزئی قرار گرفته‌اند. بر اساس این جدول می‌توان اولویت‌های مدیریتی جهت کنترل ریسک‌ها را برنامه‌ریزی نمود. البته ذکر این مورد ضروری است که طی سال‌های آتی و بر اثر عدم مدیریت صحیح تالاب ممکن است حتی ریسک‌هایی که در رده جزئی و قابل تحمل قرار گرفته‌اند نیز مشکل‌ساز گردند.

جدول ۵ : نتایج شناسایی ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی و احتمال آن‌ها (۱۳۹۱).

سطح اول (هدف)	سطح دوم (محیط پذیرنده)	سطح سوم (ریسک‌ها)		وزن نسبی	وزن نهایی
تعیین احتمال ریسک‌های محیطزیستی تالاب انزلی	فیزیکوشیمیایی (۰/۴۲۹)	افزایش فلزات سنگین	A۱	۰/۲۵۴	۰/۱۱۳
		کاهش BOD_5	A۲	۰/۱۴۲	۰/۰۶۳
		افزایش pH	A۳	۰/۰۸۳	۰/۰۳۷
		غنی شدن تالاب	A۴	۰/۲۸۲	۰/۱۲۵
		رسوب‌گذاری	A۵	۰/۲۳۸	۰/۱۰۶
	بیولوژیکی (۰/۱۴۳)	رشد بی‌رویه گیاهان آبزی	A۶	۰/۶۶۷	۰/۰۴۲
		مرگ و میر ماهیان	A۷	۰/۳۳۳	۰/۰۲۱
	اقتصادی اجتماعی (۰/۴۲۹)	آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های صنعتی	A۸	۰/۲۵۴	۰/۱۲۵
		آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های شهری	A۹	۰/۱۶۱	۰/۰۷۹
		آلودگی آب تالاب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی	A۱۰	۰/۰۸۶	۰/۰۴۲
		رشد و توسعه شهرها و شهرک‌های صنعتی	A۱۱	۰/۰۹۱	۰/۰۴۵
		تجاوز به حریم تالاب	A۱۲	۰/۱۴۷	۰/۰۷۲
		آلودگی‌ها و مزاحمت‌های تولید شده توسط گردشگران و بازدیدکنندگان	A۱۳	۰/۰۵۲	۰/۰۲۶
		شکار غیر مجاز	A۱۴	۰/۰۵۰	۰/۰۲۵
		وضعیت ضعیف و نامناسب قوانین	A۱۵	۰/۱۲۵	۰/۰۷۸

جدول ٦: اوزان نهایی شاخص‌ها به‌منظور رتبه‌بندی ریسک‌ها.

شاخص	C_1	C_2	C_3	C_4
وزن	۰/۱۲۱	۰/۱۷۰	۰/۲۴۸	۰/۱۷۲

جدول ۷: ماتریس نرمالیزه شده‌ی وزین.

	C_1	C_2	C_3	C_4		C_1	C_2	C_3	C_4
A۱	۰/۹۰۴	۰/۸	۱	۰/۵۷۱۴	A۹	۰/۶۳۲	۰/۸	۰/۷۵	۰/۷۱۴۳
A۲	۰/۵۰۴	۰/۸	۰/۷۵	۰/۷۱۴۳	A۱۰	۰/۳۳۶	۰/۶	۰/۵	۰/۷۱۴۳
A۳	۰/۲۹۶	۰/۶	۰/۷۵	۰/۷۱۴۳	A۱۱	۰/۳۶	۰/۶	۰/۵	۰/۷۱۴۳
A۴	۱	۱	۰/۷۵	۰/۷۱۴۳	A۱۲	۰/۵۷۶	۰/۶	۰/۷۵	۰/۷۱۴۳
A۵	۰/۸۴۸	۰/۸	۰/۷۵	۰/۷۱۴۳	A۱۳	۰/۲۰۸	۰/۴	۰/۵	۰/۴۲۸۶
A۶	۰/۳۳۶	۰/۶	۰/۵	۰/۴۲۸۶	A۱۴	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۰/۴۲۸۶
A۷	۰/۱۶۸	۰/۶	۰/۷۵	۰/۴۲۸۶	A۱۵	۰/۶۲۴	۰/۸	۱	۰/۷۱۴۳
A۸	۱	۱	۰/۷۵	۱	–	–	–	–	–

جدول ۸: نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی (۱۳۹۱).

ریسک	A^*	رتبه	ریسک	A^*	رتبه
A۱	۰/۸۰۱۰	۳	A۹	۰/۷۲۱۲	۶
A۲	۰/۶۸۲۸	۷	A۱۰	۰/۵۳۵۹	۹
A۳	۰/۵۵۸۲	۸	A۱۱	۰/۵۳۵۹	۱۰
A٤	۰/۸۹۳۸	۲	A۱۲	۰/۵۳۵۹	۱۱
A٥	۰/۷۸۶۰	۴	A۱۳	۰/۳۶۳۳	۱۴
A٦	۰/۴۶۳۹	۱۲	A۱۴	۰/۳۶۰۹	۱۵
A۷	۰/۴۴۷۸	۱۳	A۱۵	۰/۷۵۳۰	۵
A۸	۰/۹۶۵۸	۱	–	–	–

جدول ۹: تعیین سطوح درجه مخاطره‌پذیری ریسک‌های تهدید کننده تالاب انزلی (۱۳۹۱).

تعریف رده	حدود رده	ریسک		C_j^*	فراوانی ریسک‌ها در رده
غیرقابل تحمل	۰/۸۴۴۸– ۰/۹۶۵۸	آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های صنعتی	A۸	۰/۹۶۵۸	۲
		غنی شدن تالاب	A۴	۰/۸۹۳۸	
قابل توجه	۰/۷۲۳۸– ۰/۸۴۴۸	افزایش فلزات سنگین	A۱	۰/۸۰۱۰	۳
		رسوب‌گذاری	A۵	۰/۷۸۶۰	
		وضعیت ضعیف و نامناسب قوانین	A۱۵	۰/۷۵۳۰	
متوسط	۰/۶۰۲۸– ۰/۷۲۳۸	آلودگی آب تالاب ناشی از فاضلاب‌های شهری	A۹	۰/۷۲۱۲	۲
		کاهش BOD_5	A۲	۰/۶۸۲۸	
		افزایش pH	A۳	۰/۵۵۸۲	
قابل تحمل	۰/۴۸۱۸– ۰/۶۰۲۸	آلودگی آب تالاب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی	A۱۰	۰/۵۳۵۹	۴
		رشد و توسعه شهرها و شهرک‌های صنعتی	A۱۱	۰/۵۳۵۹	
		تجاوز به حریم تالاب	A۱۲	۰/۵۳۵۹	
		رشد بی‌رویه گیاهان آبزی	A۶	۰/۴۶۳۹	
جزیی	۰/۳۶۰۸– ۰/۴۸۱۸	مرگ و میر ماهیان	A۷	۰/۴۴۷۸	۴
		آلودگی‌ها و مزاحمت‌های تولید شده توسط گردشگران و بازدیدکنندگان	A۱۳	۰/۳۶۳۳	
		شکار غیر مجاز	A۱۴	۰/۳۶۰۹	

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از ارزیابی ریسک، اندازه‌گیری ریسک‌ها بر اساس شاخص‌های مختلف از قبیل میزان تأثیر و احتمال وقوع می‌باشد. روش‌های موجود ارزیابی ریسک برای ارزیابی خطرات مناسب بوده است و نتایج آن‌ها در جهت مدیریت و تصمیم‌گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدهای خطر مورد استفاده قرار خواهد گرفت. با به‌کارگیری روش‌های نوین در ارزیابی ریسک‌ها می‌توان تا حدود قابل ملاحظه‌ای از شدت بروز ریسک‌ها و به تبع آن از خسارات و زیان‌های وارده بر محیط‌زیست کاست و در راستای نیل به توسعه پایدار حرکت نمود.

در تحقیقی ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب بین‌المللی شادگان را به منظور ارائه راهکارهای مدیریتی به انجام رسانید. در این مطالعه در فرایند ارزیابی ریسک از روش‌های William Fine و AHP استفاده شده است. بر طبق نتایج حاصل از این تحقیق، تغییرات فیزیکی

مانند تغییر کاربری زیستگاه‌های طبیعی، تغییر در رژیم آب تأمین کننده تالاب مانند سدسازی، آلودگی آب ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌ها به درون تالاب و بهره‌برداری بی رویه از تولیدات بیولوژیکی تالاب و همچنین وقوع پدیده خشکسالی مهم‌ترین ریسک‌های تهدید کننده تالاب شادگان به ترتیب اولویت می‌باشند (رحیمی بلوچی و ملک محمدی، ۱۳۹۰). در تجزیه و تحلیل ریسک‌های تهدید کننده منطقه حفاظت شده حله از روش AHP استفاده شد. نمره هر سه شاخص شدت، احتمال و حساسیت محیط پذیرنده با استفاده از AHP محاسبه گردید. سپس با همان روش ادغام گردیدند و رتبه بندی ریسک‌های تهدید کننده منطقه حفاظت شده حله بدست آمد (جوزی و شفیعی، ۱۳۸۸). در تحقیقی دیگر ریسک زیست‌محیطی نصب و استقرار مخازن نفتی در اسکله صادراتی بندر ماهشهر در مجاورت خورموسی ارزیابی شده است. در این مقاله از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP با شناخت و مطالعه فعالیت‌های فازهای ساختمانی و بهره‌برداری شناسایی و آنالیز خطرات تضمین شدت و احتمال وقوع اثر ارزیابی و تخمین سطوح ریسک در خورموسی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اگر روش‌های کاهش ریسک و پیامدهای ناشی از آن را در طراحی‌های اولیه مورد نظر قرار داد مراحل ساخت اجرا و نگهداری پروژه‌های توسعه به دلیل رعایت تمهیدات پیش‌بینی شده در ارزیابی ریسک دارای کم‌ترین خسارات بر اکوسیستم‌های تالابی خواهند بود (منوری و رحیمی، ۱۳۸۹). نتایج تحقیقی جبل‌عاملی نشان داد که می‌توان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، عوامل ریسک را ارزیابی کرد. بدین صورت که در یک ساختار تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، بجای گزینه‌ها، ریسک‌های مختلف و بجای شاخص‌های تصمیم‌گیری نیز شاخص‌های ارزیابی ریسک مانند شدت اثر و احتمال وقوع و ... قرار بگیرند (جبل‌عاملی و همکاران، ۱۳۸۶).

در این مقاله مطابق نظر جبل‌عاملی و همکاران (۱۳۸۶)، تجزیه و تحلیل ۲۰ ریسک محیطزیستی تهدیدکننده تالاب انزلی به عنوان گزینه با در نظر گرفتن ۴ شاخص و با استفاده از روش SAW، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، انجام گرفت. مطابق اکثر مطالعات مورد بررسی، در این مطالعه نیز از شاخص‌های متعددی جهت نمره‌دهی به ریسک‌ها استفاده شد و تعیین نمره احتمال ریسک نیز با استفاده از AHP صورت پذیرفت. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله AHP ضمن امتیازدهی به معیارها، روش‌هایی برای کمی‌سازی ذهنی و قضاوت‌های عینی هستند. این گونه تکنیک‌ها، اغلب نسبت به زمانی که فقط یک تصمیم‌گیرنده وجود دارد، ترجیح داده می‌شوند و از آنجا که تصمیمات اتخاذ شده بر همه جامعه اثرگذار بوده، مناسب‌تر است که تصمیم‌گیری نهایی با مشارکت کارشناسان از نواحی مختلف، به شکل تیم مطالعاتی، اتخاذ شود (جوزی و شمس خوزانی، ۱۳۸۹). بر خلاف روش کار جوزی و شفیعی (۱۳۸۸) در این مطالعه و در ارزیابی ریسک تالاب، نمره هر شاخص با استفاده از روش‌های متفاوت محاسبه گردید سپس با روش SAW رتبه‌بندی صورت گرفت. در نتیجه گیری کلی می‌توان گفت که روش SAW با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان، قابلیت رتبه‌بندی بی‌نهایت ریسک بر اساس بی‌نهایت شاخص را دارا می‌باشد و نتایجی نزدیک‌تر به واقعیت ارائه می‌دهد. این روش بسیار ساده و دارای کاربرد فراوان می‌باشد و خروجی آن به صورت رتبه‌بندی است. نویسندگان این مقاله معتقدند، مسئولان مدیریتی تالاب انزلی قادر خواهند بود با توجه به اولویت‌بندی عوامل ریسک، به مدیریت و اولویت‌بندی اقدامات کنترلی اصلاحی در تالاب انزلی بپردازند.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مقاله نهایت تشکر و قدرشناسی خود را از مدیر کل محترم، معاونت محیط طبیعی و کارشناسان محترم اداره کل حفاظت محیط زیست استان گیلان که ما را در انجام این مقاله یاری دادند ابراز می‌دارند.

منابع

اصغرپور، م. ج.، ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره. چاپ ششم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران. ۷۵ ص.

آذر، ع. و رجب‌زاده، ع.، ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری کاربردی (رویکرد M.A.D.M). چاپ سوم، تهران: نگاه دانش. ۱۲۰ ص.

آستانی، س.، ۱۳۸۹. حفاظت از زیستگاه‌ها و مدیریت اکوسیستم‌های تالابی با ارزیابی آلودگی در آن‌ها (مطالعه موردی تالاب انزلی). دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، زنجان.

جان‌قربان، ش.، ۱۳۸۷. ارزیابی و مدیریت ریسک محیطزیستی مناطق حساس اکولوژیک با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره -مطالعه موردی، منطقه حفاظت شده موند، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت محیطزیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

جاودان‌خرد، ا.، اسماعیل‌ساری، ع. و بهرامی‌فر، ن.، ۱۳۹۰. بررسی بقایای آفت‌کش‌های آلی پایدار در رسوبات تالاب بینن المللی انزلی، ایران. محیط شناسی، سال و سی و پنجم، شماره ۵۷: ۳۵-۴۴.

جبل‌عاملی، م. س.، رضایی‌فر، آ. و لنگرودی، ع.، ۱۳۸٦. رتبه‌بندی ریسک پروژه با استفاده از فرآیند تصمیم‌گیری چند شاخصه، نشریه دانشکده فنی، ۴۱ (۷): ۸۷۱-۸۶۳.

جوزی، س. ع. و شفیعی، م.، ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیطزیستی منطقه حفاظت شده حله بوشهر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). پژوهش‌های مجله علوم و فنون دریایی. ۴ (۳): ۲۱-۳۶.

جوزی، س. ع. و شمس‌خوزانی، ن.، ۱۳۸۹. ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی واحد گاز نیروگاه حرارتی شهید مدحج زرگان اهواز به روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیطزیست (EFMEA). پنجمین همایش ملی بحران‌های زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن‌ها، اهواز.

خسروی، م.، بهرامی فر، ن. و قاسمپوری، س.م.، ۱۳۹۰. بررسی آلودگی فلزات سنگین (Cd، Pb، Hg، Zn و Cu) در رسوب سه بخش تالاب انزلی. مجله سلامت و محیط زیست. دوره چهارم. شماره دوم: ۲۳۲-۲۲۳.

دریاپور، ن. و شاکردرگاه، ا.، ۱۳۸۷. ویژگی‌ها و مشکلات تالاب انزلی. اولین همایش منطقه‌ای اکوسیستم‌های آبی داخلی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر.

رحیمی‌بلوچی، ل. و ملک محمدی، ب.، ۱۳۹۰. ارزیابی ریسک محیطزیستی تالاب بین‌المللی شادگان به منظور ارائه راهکارهای مدیریتی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. دانشکده محیطزیست. گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیطزیست. برنامه‌ریزی مدیریت وآموزش محیطزیست.

رضازاده نیاورانی، م.، ۱۳۸۳. کاربرد روش FMEA در شناسایی و ارزیابی جنبه‌های زیست‌محیطی و معرفی EFMEA، ماهنامه روش، ۸۸: ص ۲۰.

صفاریان، ش. و جوزی، س.ع.، ۱۳۹۰. تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیطزیستی نیروگاه گازی آبادان با استفاده از روش TOPSIS. مجله محیط شناسی، ۵۸: ۵۳-۶۶.

طاهری‌آزاد، ل. و شهسواری‌پور، ن.، ۱۳۸۵. اکوسیستم تالاب انزلی و راهکارهای مدیریتی آن. همایش منابع طبیعی و توسعه پایدار در عرص‌های جنوبی دریای خزر. دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور.

فولادگر، م.، ۱۳۸٦. طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS) در مدیریت منابع آب در حوضه‌های آبریز ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران. دانشگاه تربیت مدرس. صفحه ۹۰.

قدسی پور، س.ح.، ۱۳۸۹. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، چاپ هشتم، دانشگاه صنعتی امیرکبیر. صفحه ۱۴.

ملکوتی، ف. و تنگکی‌زاده، ا.، ۱۳۸۷. تهدیدات و بحران‌های جدی تالاب بین‌المللی انزلی. اولین همایش منطقه‌ای اکوسیستم‌های آبی داخلی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر.

منوری، م. و رحیمی، ر.، ۱۳۸۹. کاربرد ارزیابی ریسک زیست‌محیطی طرح‌های توسعه برای حفاظت تالاب‌ها. اولین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران،

مومنی، م.، ۱۳۸۷. مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ دوم، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، صفحه ۴۰.

میرزاجانی، ع.، خداپرست، ح.، بابایی، ه.، عابدینی، ع. و دادی‌قندی، ع.، ۱۳۸۸. روند فراغنی شدن تالاب انزلی با استفاده از اطلاعات ده ساله ۱۳۷۱-۱۳۸۱. محیط شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۲: ۶۵-۷۴.

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

Jozi, S. A. and Salati, P., 2012. Environmental risk assessment of low density polyethylene unit using the method of failure mode and effect analysis. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly. 18 (1): 103−113.

Saaty, T. L. and Vargas, L. G., 1991. Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 251 p.

Saaty, T. L., 1980. The analaytic hierarchy process: Planning, Priority setting, Resourse Allocation. McGraw-hill, New York, NY, 437 p.

Saaty, T. L., 1995. Transport planning with multiple criteria: The analytic hierarchy process application and progress review. Advanced Transportation. 29: 81-126.