

## کاربرد روش های تصمیم گیری چند شاخصه در مطالعات مخاطرات زیست محیطی در تالاب شادگان

سید علی جوزی<sup>۱\*</sup> و شبنم صفاریان<sup>۲</sup>

۱- گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریائی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

۲- گروه ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۶/۳۰

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۹/۳۰

### چکیده

وجود تالاب ها و پهنه بندی آبی منحصر به فردی نظیر تالاب شادگان با ویژگی های منحصر به فرد خود یک ثروت ملی بشمار می آید اما متأسفانه این اکوسیستم ها امروزه با تگناهای بسیاری از جمله ریسک های ناشی از فعالیت های انسانی همراه هستند با توجه به اهمیت موضوع و تعیین مهم ترین ریسک های محیط زیستی (مهم ترین محیط پذیرنده) نیروگاه گازی آبادان و تاثیر آنها بر تالاب شادگان، به مثابه مطالعه موردی در این تحقیق پرسشنامه ای به روش دلفی تهیه گردید و در اختیار جمعی از خبرگان و کارشناسان صنعت برق و محیط زیست قرار گرفت. در این تحقیق جهت تجزیه و تحلیل ریسک های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان بر تالاب شادگان از روش های تصمیم گیری چند معیاره از جمله TOPSIS و تکنیک بردار ویژه استفاده شد. به این منظور، بعد از اولویت بندی ریسک های هر محیط به طور جداگانه با روش TOPSIS، با استفاده از آزمون آماریانالیز واریانس یک طرفه مهم ترین اولویت محیط پذیرنده ریسک نیروگاه گازی آبادان در تالاب تعیین گردید. نتایج بدست آمده از محاسبه ریسک نیروگاه گازی آبادان حاکی از آن است که در محیط های بیولوژیکی، فیزیکی - شیمیایی و فرهنگی به ترتیب اثر بر کیفیت هوا با وزن ۰/۹۱۸، اثر بر جمعیت گیاهی و جانوری با وزن ۰/۸۶۶ و اثر بر چشم اندازها و مناظر با وزن ۰/۷۹۶ از مهم ترین ریسک های اثر گذار فعالیت های نیروگاه بر تالاب است. در ادامه راهکارهایی جهت کنترل و کاهش ریسک های شناسایی شده بر اکوسیستم حساس تالاب و پناهگاه حیات وحش شادگان ارائه گردید. از جمله این راهکارها: انجام فعالیت های مختلف در محدوده محصور شده، ایجاد و توسعه فضای سبز با گونه های سازگار با محیط می باشد.

### واژگان کلیدی

ارزیابی ریسک محیط زیستی، روش های تصمیم گیری چند معیاره، تکنیک TOPSIS، نیروگاه گازی آبادان، تالاب شادگان

\* مسئول مکاتبه: sajozi@yahoo.com

## مقدمه

تالاب ها از اجزاء کلیدی سیمای طبیعی زمین بشمار می‌روند که از اهمیت زیباشناسی و اکولوژیکی ویژه‌ای برخوردارند و برای اقشار مختلف مردم از جنبه‌های گوناگون ارزشمند هستند. در بین انواع اکوسیستم‌های آبی تالاب‌ها بعنوان یکی از مهم ترین زیستگاه های آبی مطرح هستند (فاضلی، ۱۳۸۰). که از آن جمله می توان به تالاب شادگان در استان خوزستان اشاره نمود. تالاب شادگان محل زیست موجودات آبی و خشکزی مختلفی مانند شغال، روباه، شنگ، خدنگ، دلفین و غیره می باشد که به دلیل همین تنوع اکولوژیکی و زیستی دارای اهمیت بالایی است ولی به دلیل اهمال در امر مدیریت این تالاب امروزه متوجه مخاطرات زیست محیطی بیش از پیش این تالاب هستیم که ناشی از فعالیتهای انسانی و صنعتی مستقر شده در پیرامون و درون این اکوسیستم آبی می باشد (فرخیان، ۱۳۸۰).

بنابراین استفاده از روش های ارزیابی ریسک محیط زیستی یکی از ابزار های مهم در مطالعات مدیریت محیط زیست و شناسایی و کاهش عوامل بالقوه آسیب رسان پروژه های صنعتی به محیط زیست و اتخاذ روش ها و سیستم های کنترلی (مدیریتی) مناسب، به منظور کاهش پیامد های نامطلوب در جهت حصول به توسعه پایدار است (اسماعیلی، ۱۳۸۶ و Demidova & Cherp, 2005).

کترین پاول در تحقیقی با عنوان " روش دلفی: افسانه ها و واقعیات" در سال ۲۰۰۲ به بررسی روش دلفی پرداخته و با بیان مفاهیم و اصول کلیدی روش دلفی به این نتیجه رسیده است که این روش یک روش محرز برای تحت کنترل درآوردن نظرات یک گروه اغلب متنوع از کارشناسان در خصوص مشکلات مرتبط با عملکرد می باشد (Powell, 2002).

Pilavachi و Chatzimouratidis در سال ۲۰۰۷ اثر خروجی های غیر رادیو اکتیوی نیروگاه ها با روش AHP را از طریق آمیختن معیارهای عینی و ذهنی، مورد ارزیابی قرار داده است. ۵ خروجی مهم برای ارزیابی وجود دارد که عبارتند از: ترکیبات آلی فرار غیر متانی، معادل های دی اکسید کربن، اکسید های نیتروژن، دی اکسید گوگرد و ذرات یا مواد ریز. ارزیابی ذهنی نیازمند توضیح ادراکی مستقیم درصد آسیب به سلامت انسان و اکوسیستمی است که هر خروجی سبب می شود پس تحلیل حساسیت به منظور بررسی چگونگی تاثیر داده های ورودی بر نتایج نهایی مورد استفاده و در نهایت ۱۰ نوع نیروگاه بر اساس سطح و نوع خروجی هایشان مورد ارزیابی قرار گرفتند که همه این نیروگاه ها، مقادیر بسیار کمی خروجی و به خصوص ذرات بسیار کمی را بوجود آورده و از نوسانات جداگانه معیارهای وزنی تاثیر نمی پذیرند.

جان قربان در سال ۱۳۸۷ از روش Topsis و AHP به منظور شناسایی و تجزیه و تحلیل مخاطرات ریسک محیط زیستی استفاده کرد.

Sadiq و Tesfamarian در سال ۲۰۰۶ در مورد تصمیم گیری در مورد مدیریت ریسک های محیط زیستی عملیات نفت و گاز ساحلی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداخته اند که با استفاده از این روش گزینه های مدیریتی مناسب را برای کاهش و یا جلوگیری از ریسک اینگونه فعالیت ها محاسبه کردند.

Kiker و همکاران او در سال ۲۰۰۷ در مورد ارتباط بین تحلیل تصمیم گیری چندمعیاره و ارزیابی ریسک مقاله ای را منتشر کردند و اهمیت ریسک های اکولوژیک و عدم قطعیت آنها در ناسازگاری با اهداف و ارزشهای ذینفع ترکیب می شود و یک ضرورت برای ریسک سیستماتیک و روش های تصمیم گیری یکپارچه خلق می کند و گفته شد که یکپارچه کردن ارزیابی ریسک و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره روشهای مفیدی را برای یکپارچگی این تنوع و عوامل تصمیم ساز مربوطه فراهم می کند. که در مطالعه ای که روی چالش های رسوب آلوده در نیویورک کار کرده بودند با

استفاده از تحلیل تصمیم گیری چند معیاره ۳ عنصر را بنام های مردم، فرآیند و ابزار را در ارزیابی ریسک آن مورد ضروری دانستند.

تالاب شادگان با مساحت ۴۰۰ هزار هکتار که از این مقدار ۳۲۷۷۶۵ هکتار پناهگاه حیات وحش است واقع در جنوب غرب ایران و جنوب جلگه خوزستان در مختصات جغرافیایی (۱۷°، ۴۸) تا (۵۰°، ۴۸) طول شرقی و (۱۷°، ۳۰) تا (۵۸°، ۳۰) عرض شمالی واقع است. ۳۲۷۷۶۵ هکتار از این منطقه در سال ۱۳۵۱ طبق مصوبه شماره ۴۱ مورخ ۱۳۵۱/۹/۲۲ شورای عالی حفاظت محیط زیست به عنوان پناهگاه حیات وحش مورد تصویب و تحت مدیریت قرار گرفت (مال عزیزی، ۱۳۸۷).

تالاب شادگان از نظر تقسیمات سیاسی - اداری استان در شهرستانهای شادگان، آبادان و ماهشهر قرار دارد. این تالاب شامل منطقه ی وسیعی از دشت خوزستان در دلتای رودخانه جراحی بوده و همچنین حلقه اتصالی بین رودخانه جراحی در شمال و خلیج فارس در جنوب می باشد (کریمی شوشتری، ۱۳۸۷). تالاب شادگان سیستم زیست محیطی مهمی به شمار می رود. این تالاب بزرگ ترین تالاب ایران و منطقه می باشد که حدود ۲۸ درصد کل منابع تالابی کشور را شامل می گردد. تالاب شادگان اهمیت بین المللی داشته و دارای تنوع زیستی غنی شامل ۱۷۴ گونه پرنده (که ۱۳ گونه آن در معرض تهدید هستند) ۴۰ گونه پستاندار، بیش از ۴۵ گونه ماهی، ۴ گونه میگو و بیش از ۱۱۰ گونه گیاهی می باشد. این تالاب محیط زیست مهمی برای بسیاری از گونه های آبی است و زیستگاه زمستانی ۳۰ تا ۶۰ درصد از جمعیت جهانی پرندگان در معرض تهدید از جمله اردک مرمی، پلیکان پاخاکستری، اردک بلوطی و عقاب شاهی می باشد. همچنین بیش از یک درصد جمعیت زادآور پرندگان آبی منطقه خاورمیانه را حمایت می کند. تالاب شادگان، زیستگاه های طبیعی و گونه های گیاهی و جانوری مربوط به آن به دلیل مخاطرات ناشی از فعالیت های نیروگاه مانند آلودگی هوای خروجی از دودکش های نیروگاه در معرض تهدید می باشد (امیدوار، ۱۳۸۷).

هدف از انجام این تحقیق، بررسی و مقایسه روش های تصمیم گیری چند شاخصه از جمله TOPSIS و تکنیک بردار ویژه در مخاطرات زیست محیطی نیروگاه گازی آبادان در تالاب شادگان می باشد.

## مواد و روش ها

در این پژوهش از روش های تصمیم گیری چند شاخصه (بردار ویژه و TOPSIS) به عنوان رویکرد کمی در ارزیابی ریسک های مخاطرات زیست محیطی نیروگاه گازی آبادان بر اکوسیستم های آبی (تالاب شادگان) استفاده شده است (شکل ۱).

در گام نخست برای درک کامل مفاهیم، شناسایی ابعاد و مؤلفه های مسئله تحقیق، مصاحبه های آزاد و هدایت شونده ای با متخصصان، کارشناسان، اساتید نیروگاه و محیط زیست بعمل آمد که با توجه به ادبیات تحقیق و بررسی وضعیت موجود نیروگاه، ۳۳ معیار و شاخص مهم شناسایی شد. سپس با بهره گیری از پرسشنامه های دلفی و نمره دهی با استفاده از طیف لیکرت ۵ تایی و تجزیه تحلیل پرسش نامه ها با نرم افزار Excel معیار ها به ۱۹ مورد تقلیل یافت. پس از شناسایی مهم ترین معیارها، پرسشنامه ی TOPSIS توسط گروه تحقیق تکمیل گردید. سپس با بهره گیری از مقیاس دوقطبی فاصله ای این پرسشنامه های کیفی به کمی تبدیل و ماتریس تصمیم گیری برای هر محیط تشکیل شد. در مرحله بعدی با تهیه ۶ گام TOPSIS ریسک های شناسایی شده هر محیط، اولویت بندی شد. در نهایت بانجام آنالیز واریانس یک طرفه با بهره گیری از نرم افزار SPSS مهمترین محیط پذیرنده ریسک ناشی از فعالیت های نیروگاه گازی تعیین گردید. در ادامه روش های مورد استفاده در پژوهش تشریح می گردد.



شکل ۱ - موقعیت مکانی نیروگاه گازی آبادان در تالاب شادگان

با توجه به اینکه در مرحله شناسایی ریسک ها از تکمیل پرسشنامه های خبرگان به روش Delphi استفاده شد، حجم جامعه آماری مخاطب (گروه دلفی) از رابطه زیر برابر ۳۳ پرسشنامه محاسبه شد:

$$n \geq \left[ \sum z_i - \left( \frac{x}{2} \right) / e \right] \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه:  $n$  = حجم نمونه انتخابی  $X$  = ضریب اطمینان  $Z_1$  = جمعیت پایه  $e$  = میزان خطا

در این تحقیق رویکرد جدیدی جهت تعیین تعداد پرسشنامه TOPSIS ارائه گردید. بدین منظور به دلیل آنکه محاسبه وزن با تکنیک بردار ویژه صورت گرفت، به تعداد معیارهای موجود در آن محیط پرسش نامه توزیع گردید. که در نتیجه توزیع ۱۹ پرسش نامه را به دنبال داشت.

همانطور که پیش تر اشاره گردید به منظور محاسبه اولویت بندی ریسک ها به روش TOPSIS طی گام های زیر اقدام شد:

۱- ماتریس تصمیم گیری با کمک نرم اقلیدسی به یک ماتریس بی مقیاس شده، تبدیل شد.

۲- رابطه (۲): 
$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}}, \quad (j=1, \dots, n)$$

۳- ماتریس بی مقیاس موزون به دست آمد (اصغرپور، ۱۳۸۷).

رابطه (۳): 
$$V = N_D * W_{n*n}$$

که در آن ماتریس بی مقیاس موزون  $W$  و یک ماتریس قطری از وزنهای به دست آمده برای شاخص ها می باشد. در این پژوهش  $W$  ها با روش تکنیک بردار ویژه محاسبه شد. تکنیک بردار ویژه با استفاده از نرم افزار MATLAB انجام شد.

برای ضرب  $ND$  در ماتریس قطری  $W$  نیاز از نرم افزار MATLAB استفاده شد.

بنابراین در روش بردار ویژه برای محاسبه  $W$  ها طبق مراحل زیر عمل شد:

- ۱- تشکیل ماتریس  $A$
- ۲- مشخص نمودن ماتریس  $(A - \lambda.I)$
- ۳- محاسبه دترمینان ماتریس  $(A - \lambda.I)$
- ۴- دترمینان ماتریس  $(A - \lambda.I)$  را مساوی صفر قرار داده و  $\lambda$  محاسبه می شود.  $\lambda$  بزرگترین  $\lambda$  را  $\lambda_{max}$  نامیده و آن را در رابطه  $(A - \lambda_{max}.I) * W = 0$  قرار داده به شرط  $W=1$  و با استفاده از این رابطه مقادیر  $W_i$  ها محاسبه می گردد (قدسی پور، ۱۳۸۵) (Nikoomaram & Mohammadi, 2009).

۴- راه حل ایده آل مثبت  $(A_+)$  و راه حل ایده آل منفی  $(A_-)$  مشخص شد (Onut & Soner, 2008).

$$A_+ = \{ (\max V_{ij} | j \in J_+), (\min V_{ij} | j \in J_-) | i = 1, 2, \dots, n \}$$

$$A_- = \{ (\min V_{ij} | j \in J_+), (\max V_{ij} | j \in J_-) | i = 1, 2, \dots, m \}$$

۵- اندازه فاصله بر اساس نرم اقلیدسی به ازاء راه حل ایده آل منفی و گزینه مثبت و همین اندازه به ازاء راه حل ایده آل مثبت و گزینه منفی به صورت زیر بدست آمد: (Dagdeviren & et al., 2009).

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

۶- نزدیکی نسبی  $A_i$  به راه حل ایده آل به صورت زیر محاسبه گردید (Mahmoodzadeh, 2007).

رابطه (۵): 
$$C_i = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)}, \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

مرحله ۶: رتبه بندی گزینه ها در این مرحله انجام شد و بر اساس ترتیب نزولی  $C_i$  می توان گزینه های موجود را بر اساس بیشترین اهمیت رتبه بندی نمود (Opricovic & Hshiong, 2004) (Dodangeh et al., 2010).

**نتایج**

**- شناسایی ریسک**

شناسایی ریسک های محیط پذیرنده (تالاب شادگان) از فعالیت های نیروگاه با استعانت از روش دلفی صورت گرفت. در مرحله پیش آزمون ۳۳ عامل شناسایی شد که ریسک های محیط زیستی در ۳ گروه ریسک های فیزیکی

شیمیایی، بیولوژیکی و فرهنگی طبقه بندی شدند. در نهایت در مرحله دوم به منظور تعیین پرسش نامه های دلفی با استفاده از نرم افزار Excel تجزیه و تحلیل و با محاسبه میانگین هندسی برای هر معیار، معیارهای که نمره بالاتر از ۳ را در طیف لیکرت ۵ تایی دریافت کرده بودند به عنوان معیارهای نهایی تعیین و پذیرفته شد بر اساس محاسبات انجام شده از ۳۱ معیار، ۱۹ معیار پذیرفته شد. نتایج مرحله اول و مرحله نهایی شناسایی ریسک در جداول شماره (۱) و (۲) مشخص گردید.

جدول ۱ - مرحله اول شناسایی در خصوص پیامد ریسک های موجود از نیروگاه بر محیط فیزیکی شیمیایی،

بیولوژیکی و فرهنگی

ریسک های موجود در نیروگاه گازی ابادان بر محیط زیست تالاب شادگان	فیزیکی شیمیایی	کیفیت هوا
		رژیم های کم آبی و سیلابی
		کمیت و کیفیت آب های سطحی
		کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی
		مصرف آب
		فرسایش خاک
		سطح ایستایی
		پیشروی آب های شور
		آب های ساحلی
		مورفولوژی رودخانه
		رسوبگذاری
		زهکشی
		خصوصیات خاک
		دشتهای سیلابی
کیفیت صدا		
ریسک های موجود در نیروگاه گازی ابادان بر محیط زیست تالاب شادگان	بیولوژیکی	اکو سیستم آبی و خشکی
		گونه های کمیاب گیاهی و جانوری
		جمعیت حیات وحش
		زیستگاه های طبیعی
		مناطق تحت حفاظت
		تنوع گونه ای
		تراکم
		مهاجرت
		رفتار جانوران
		نوع تغذیه
		پر کردن اراضی تالابی
		محل های تولید مثل
		ناقلین
		طوایف و اقوام
فرهنگی	میراث فرهنگی منطقه	
	صنعت گردشگری	
	رفتارهای فرهنگی	
	چشم اندازها و مناظر	

جدول ۲ - مرحله نهایی شناسایی در خصوص پیامد ریسک های موجود از نیروگاه بر محیط فیزیکی شیمیایی،

بیولوژیکی و فرهنگی

ریسک های موجود در نیروگاه گازی ابادان بر محیط زیست تالاب شادگان	فیزیکی شیمیایی	کیفیت هوا
		کیفیت صدا
		کمیت و کیفیت آب های سطحی
		کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی
		مصرف آب
		فرسایش خاک
		خصوصیات خاک
	بیولوژیکی	اکو سیستم آبی و خشکی
		گونه های کمیاب گیاهی و جانوری
		جمعیت حیات وحش
		زیستگاه های طبیعی
		مناطق تحت حفاظت
		تنوع گونه ای
		تراکم
فرهنگی	مهاجرت	
	رفتار جانوران	
	طوایف و اقوام	
	میراث فرهنگی منطقه	
	صنعت گردشگری	
	چشم اندازها و مناظر	

تجزیه و تحلیل و اولویت بندی پیامد ریسک های موجود از نیروگاه بر محیط فیزیکی شیمیایی، بیولوژیکی و فرهنگی، با استفاده از روش TOPSIS

برای اولویت بندی (تحلیل) پیامد ریسک های موجود از نیروگاه بر محیط فیزیکی شیمیایی، بیولوژیکی و فرهنگی از الگوریتم TOPSIS و برای محاسبه وزن از تکنیک بردار ویژه و نرم تفزار مطلب استفاده گردید شکل شماره (۲) محاسبه وزن محیط پیرامون نیروگاه در محیط نرم افزار مطلب و جداول شماره (۳)، (۴) و (۵) رتبه بندی پارامترهای محیط های فیزیکی شیمیایی، بیولوژیکی و فرهنگی را با استفاده از روش TOPSIS نشان می دهند.

جدول ۳- اولویت بندی پیامد های ریسک های موجود از نیروگاه بر محیط فیزیکی شیمیایی

رتبه	وزن (W)	نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل (CI+)	معیار ها	محیط
۱	۰,۲۰۱۷	۰,۹۱۸	کیفیت هوا	فیزیکی شیمیایی
۲	۰,۱۹۹۵	۰,۸۴۷	کیفیت صدا	
۳	۰,۱۴۸۱	۰,۵۷۲	کمیت و کیفیت آب های سطحی	
۴	۰,۱۴۱۱	۰,۵۰۶	کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی	
۵	۰,۰۹۶۰	۰,۳۶۴	مصرف آب	
۶	۰,۱۲۰۴	۰,۲۴۹	فرسایش خاک	
۷	۰,۰۹۳۲	۰,۲۱۸	تغییر خصوصیات خاک	

جدول ۴- اولویت بندی پیامد های ریسک های موجود از نیروگاه بر محیط بیولوژیکی

رتبه	وزن (W)	نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل (CI+)	معیار ها	محیط
۱	۰,۱۰۱۳	۰,۸۶۶	تخریب زیستگاه های طبیعی	زیستگاه های طبیعی
۲	۰,۰۹۹۶	۰,۷۵۳	گونه های کمیاب گیاهی و جانوری	
۳	۰,۱۴۷۲	۰,۶۵۴	مناطق تحت حفاظت	
۴	۰,۱۳۴۲	۰,۶۵۰	جمعیت حیات وحش	
۵	۰,۱۶۶۲	۰,۵۹۲	اکو سیستم آبی و خشکی	
۶	۰,۱۴۰۰	۰,۴۱۱	تنوع گونه های	
۷	۰,۰۶۶۳	۰,۴۰۰	رفتار جانوران	
۸	۰,۰۵۱۳	۰,۲۶۶	تراکم	
۹	۰,۰۹۴۰	۰,۱۴۸	مهاجرت	

جدول ۵- اولویت بندی پیامد های ریسک های موجود از نیروگاه بر محیط فرهنگی

رتبه	وزن (W)	نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل (CI+)	معیار ها	محیط
۱	۰,۳۴۷۲	۰,۷۹۶	چشم اندازها و مناظر	فرهنگی
۲	۰,۲۶۹۲	۰,۵۹۴	صنعت گردشگری	
۳	۰,۲۱۲۴	۰,۲۹۶	طوایف و اقوام	
۴	۰,۱۷۱۲	۰,۱۷۷	میراث فرهنگی منطقه	

در نهایت برای بررسی تفاوت بین واحد های مختلف نیروگاه از آزمون های توکی، دانکن و LSD استفاده شد که نتیجه آزمون LSD در جدول (۶) آورده شده است. چنانکه در شکل مشاهده می شود محیط فیزیک و شیمیایی در هر دو آزمون با سایر محیط های پذیرنده ریسک نیروگاه اختلاف معنی دار دارد و مهم ترین محیط ریسک محیط زیستی نیروگاه است.

جدول ۶- جدول LSD مقایسه واحدها در ارزیابی ریسک محیط زیستی نیروگاه

فرهنگی	بیولوژیکی	فیزیکی	محیط ها
۰/۰۸۱	۰/۰۵۳	-	فیزیکی
۰/۰۴۹-	-	۰/۰۵۳-	بیولوژیکی
-	۰/۰۴۹	۰/۰۸۱-	فرهنگی

### بررسی آلودگی زیست محیطی نیروگاه و دلایل اولویت بندی

آلودگی هوای ناشی از خروجی آگزوز چهار واحد نیروگاه مهم ترین پیامد محیط زیستی نیروگاه می باشد. که با توجه به بررسی های خروجی از نیروگاه به شرح زیر:

• دی اکسید کربن ( $CO_2$ ): میانگین  $CO_2$  در آزمایشات مربوطه برابر  $4/26$  میکرو گرم بر متر مکعب می باشد. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر  $5/47$  و  $3/36$  متعلق به دودکش واحد ۴ با سوخت گاز و دودکش واحد ۱ با سوخت مایع (گازوئیل) در حالت تولید است.

• منوکسید کربن (CO): میانگین CO در سنجش های صورت گرفته بابر  $12/65$  میکرو گرم بر متر مکعب می باشد. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر  $68$  و  $0$  متعلق به دودکش واحد ۴ با سوخت گاز و دودکش واحد ۴ با سوخت گاز در حالت تولید است. میانگین میزان منواکسید کربن از خروجی واحدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ نیروگاه از استاندارد کمتر است.

• اکسید نیتروژن ( $NO$ ): نتایج آزمایشات میانگینی برابر  $1/189$  را نشان می دهد. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب  $231$  و  $164$  متعلق به دودکش آگزوز واحد ۴ با سوخت گازی و دودکش واحد ۳ با سوخت گازوئیل است.

• اکسید های ازت ( $NO_x$ ): میانگین اکسید ها برابر  $189/571$ ، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر  $231$  و  $164$  متعلق به دودکش آگزوز واحد ۴ با سوخت گازی و دودکش واحد ۳ با سوخت گازوئیل است. میانگین میزان اکسید های ازت از خروجی واحدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ نیروگاه از استاندارد کمتر است.

• دی اکسید گوگرد  $SO_2$  در نتایج آزمایشات میانگین  $SO_2$  برابر  $48/983$  می باشد. کمترین مقدار آن برابر  $4/30$  و بیشترین مقدار آن برابر  $117/30$  و متعلق به واحد ۳ در دو حالت گاز سوز و گازوئیلی است. میانگین میزان اکسید های ازت از خروجی واحدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ نیروگاه از استاندارد کمتر است.

•  $C_x H_y$ : نتایج آزمایشات میانگینی برابر  $288/422$  را نشان می دهد. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر  $549/40$  و  $0/18$  است متعلق به دودکش واحد ۱ با سوخت گازوئیل و دودکش واحد ۲ با سوخت گاز در حالت تولید است.

• T-Gas: میانگین کل دمای هوای خروجی از دودکش ۴ واحد نیروگاه در آزمایشات برابر  $523$  درجه می باشد، کمترین و بیشترین مقدار آن به ترتیب برابر  $427$  و  $563$  متعلق به واحد های ۳ و ۴ با سوخت گازوئیل می باشد.

•  $O_2$ : میانگین اکسیژن در آزمایشات برابر  $13/585$ ، کمترین و بیشترین مقدار آن به ترتیب برابر  $10/80$  و  $15/10$  است که بیشترین مقدار متعلق به واحد ۱ با سوخت گازوئیل و کمترین مقدار متعلق به واحد ۱ با سوخت گاز است.

•  $H_2S, NO_2$ : میانگین کل  $H_2S, NO_2$  در آزمایشات برابر صفر می باشد. میزان  $H_2S, NO_2$  در تمام موارد و محدودها صفر بوده است.

تغییرات، باعث تغییر کیفیت هوا (آلودگی هوا) خواهد شد و تاثیراتی را در قسمت های مختلف فیزیکوشیمیایی، بیولوژیک و فرهنگی ایجاد خواهد کرد. مهم ترین تاثیر آن در محیط بیولوژیک به دلیل قرار گرفتن در تالاب شادگان (پناهگاه حیات وحش) و بخصوص اثر روی پرندگان زمستان گذار و مهاجر خصوصا گونه های فلامینگو، اردک مرمری، پلیکان پا خاکستری و کاکائی ها که در سال های اخیر کمتر مشاهده شده اند می باشد. آمار زیر مبین این مطلب می باشد.

بر اساس سرشماری سال های ۸۵ و ۸۷ تعداد پرندگان تالاب به ترتیب  $32205$  و  $3296$  عدد گزارش شده است (با توجه به آمارهای بدست آمده تالاب از نظر تنوع پرندگان بسیار غنی می باشد. در سال ۸۵، ۷۱ گونه پرنده و در سال ۸۷، ۵۸ گونه پرنده سر شماری شده اند). تعداد و تنوع پرندگان در تالاب شادگان در طی سال های مختلف تفاوت بسیاری

داشته و در حال کاهش است. در میان انبوه این پرندگان گونه‌های در معرض خطر انقراض نیز مشاهده می‌گردند که شامل:

اردک مرمری (*Marmaronetta angustirostris*) در سال ۱۳۸۵، ۱۸۲ عدد از آنها در تالاب مشاهده شده‌اند اما در بررسی‌های سال ۸۰-۱۳۷۹ فقط ۴ عدد از آنها مشاهده شد.

اردک سرسفید (*Oxyura leucocephala*) در سالهای ۸۰ و ۸۵ تا ۸۷ گزارشی مبنی بر مشاهده آنها داده نشده است.

پلیکان پاخاکستری (*Pelecanus crispus*) در ۱۹۹۹، ۱ جفت در شرایط جوجه‌آوری گزارش شده ولی در سالهای اخیر مشاهده نشده است.

عروس غاز (*Branta ruficollis*) به تعداد کم در فصل زمستان در تالاب شادگان دیده می‌شود. در سال ۱۹۹۷، ۱۶ عدد گزارش شده است.

گیلان‌شاه خالدار (*Numenius tenuirostris*) در سال ۱۳۷۹، ۳۲ عدد از آنها شمارش شده ولی در سال‌های اخیر در تالاب مشاهده نشده است.

#### • آلودگی خاک

زباله های نیروگاه، شامل زباله های خانگی، زباله های صنعتی و همچنین نخاله های ساختمانی می باشد. شایان ذکر است آنالیز داده های زباله های نیروگاه حاکی از آن است که از ۱۹ نوع ماده شناسایی شده در نیروگاه، ۱۰ مورد آنها غیر خطرناک و ۹ مورد آنها در طبقه مواد خطرناک جای دارند. از آنجا که کلیه زباله های شهری شهرستان آبادان در زمینی به مساحت ۲\*۲/۵ کیلومتر در حاشیه تالاب بین المللی شادگان تخلیه می گردد و هیچگونه عملیات ایزولاسیون، دفن بهداشتی، پوشش زباله ها و ... بررسی زباله ها صورت نمی گیرد. کمترین اولویت را از نظر گروه خبرگان دارا می باشد

#### • فاضلاب ها

کنترل آلودگی فاضلاب ها و ضایعات صنعتی به منظور حفاظت محیط زیست و منابع آبی از آلودگی و حفظ بهداشت محیط و سلامتی و بهزیستی انسان ها و موجودات، فقط منحصر به تصفیه فاضلاب های تولید شده در یک تصفیه خانه نمی باشد. بلکه در درجه اول و قدم نخستین جهت جلوگیری از اثرات سوء فاضلاب های صنعتی لازم است اقدام پیشگیرانه به عمل آید.

میزان فاضلاب حاصل از نیروگاه آبادان بسیار ناچیز می باشد و فقط در حد فاضلاب بهداشتی است چون سیستم نیروگاه از نوع بسته است.

#### • چشم اندازها و مناظر

هر بخش از تالاب دارای مناظر ویژه و جذاب است که می تواند سلايق گوناگونی را در زمینه های گردشگری، طبیعت گردی، تماشای پرندگان، گشت و گذار و تحقیقات به خود جلب نماید این استعداد تا کنون نه از جانب دولت و نه از سوی بخش خصوصی مورد بهره برداری مناسب قرار نگرفته است، هر بنای صنعتی درون تالاب و پناهگاه حیات وحش (از جمله نیروگاه) می تواند باعث بر هم آمدن این چشم اندازها شود و آن مناظر را از حالت بکر و دست نخوردگی خارج کند.

#### • تخریب زیستگاه های طبیعی

در صورت وقوع هر گونه ریسکی درون نیروگاه مورد مطالعه محیط زیست بیشترین تاثیرات را خواهد پذیرفت.

در محیط بیولوژیکی، از آنجا که نیروگاه در تالاب شادگان و پناهگاه حیات وحش این منطقه قرار دارد و با توجه به ارزش ها و کارکردهای طبیعی متفاوت تالاب شادگان که عبارتند از ارزش های بوم شناختی تالاب شادگان وجود زیستگاه های متنوع (آب شیرین لب شور شور)، وجود منابع غذایی گوناگون و ارزش اقتصادی (علوفه، نی، ماهی، پرندگان و...) کنترل سیلاب تالاب به عنوان رسوب گیر به عنوان بادشکن وجود چشم اندازهای زیبا محل تفرج و تفریح شادگان به عنوان میراث فرهنگی و وجود گونه های جانوری و گیاهی منحصر به فرد که زیستگاه ۱۴۶ گونه پرنده (۱۲۵ گونه مهاجر و ۴۱ گونه بومی) می باشد که این تعداد گونه، ۲۴ درصد گونه های پرندگان ایران را تشکیل می دهند و همچنین زیستگاه ۴۰ گونه پستاندار است که ۲۵ درصد کل گونه های پستانداران ایران را شامل می شود. در این تالاب ۳ نوع دوزیست و ۱۰ گونه خزنده شناسایی شده است و ۱۳ گونه پرنده در خطر تهدید انقراض جهانی گزارش شده است که این تعداد ۵۰ درصد گونه های در خطر تهدید انقراض ایران را تشکیل می دهد و مهم ترین آن گیلان‌شاه خالدار می باشد. همچنین پوشش گیاهی تالاب متشکل از ۱۷ جامعه گیاهی، ۱۱۰ گونه و ۹۲ جنس و ۳۷ خانواده ارزش فراوانی دارد به نحوی که بقا موجودات تالاب با بقا پوشش گیاهی کاملاً وابسته است.

بنابراین ایجاد ریسک های زیست محیطی از نیروگاه بر محیط بیولوژیکی تالاب باعث به هم خوردن و تخریب زیستگاه این موجودات خواهد شد. که از طرف گروه خبرگان به عنوان اولویت اول پذیرفته و تایید شد.

#### بحث و نتیجه گیری

بررسی که در سطح جهان در زمینه مخاطرات محیط زیستی صنایع بر اکوسیستم های آبی (تالاب ها) انجام شد، نشان داد که این نوع تحقیقات در کشور های توسعه یافته کمتر انجام می پذیرد. زیرا در این کشور ها مخاطرات ناشی از فعالیت های انسانی به دلایلی چون فرهنگ سازی در بین بومیان در خصوص اهمیت اکوسیستم های طبیعی بالاخص تالاب ها و همچنین مدیریت منظم و منسجم این زیستگاه های حیاتی و متنوع، کمتر وجود دارد. اما در کشورهای در حال توسعه از جمله در ایران، به دلیل پایین بودن سطح فرهنگ بومی در رابطه با اهمیت اکوسیستم های آبی و همچنین رشد اقتصادی و توسعه سرمایه گذاری، این مخاطرات در تالاب ها بیشتر وجود دارد بنابراین با بررسی مخاطرات محیط زیستی صنایع در اکوسیستم های آبی می توان بر کاهش آسیب های احتمالی صنایع بر اکوسیستم این مناطق و بهره برداری اصولی و بهینه از آنها در توسعه اقتصادی و اجتماعی پایدار کمک کرد.

همانطور که بیان شد، هدف از انجام این مطالعه تجزیه و تحلیل مخاطرات محیط زیستی ناشی از نیروگاه گازی آبادان بر روی تالاب شادگان است جهت دستیابی به این هدف پس از مطالعه در زمینه روش های مختلف ارزیابی ریسک، روش TOPSIS از روش های تصمیم گیری چند معیاره، به عنوان روش کار انتخاب شد، شد که مطابق نظر Amiri و همکاران (۲۰۱۰)، جبل عاملی و همکاران (۱۳۸۵) و Zayed و همکاران (۲۰۰۸) می توان با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره، عوامل ریسک را ارزیابی کرد. همچنین بهره گیری از محاسبات TOPSIS، در رتبه بندی ریسک ها دارای مزایای زیر می باشد

(۱) بکارگیری مستقیم استنباطات ذهنی متخصصین در مدل

(۲) سازگاری بیشتر وزنهای تخصیص داده شده به معیارهای هدف در تصمیم گیری نهایی

(۳) دستیابی به نتایج عینی تر و واقعی تر در تجزیه و تحلیل و رتبه بندی مخاطرات

سپس به بررسی شرایط محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان و تالاب شادگان پرداخته شد و جهت انتخاب پیامد ریسک های موجود از نیروگاه گازی آبادان بر محیط فیزیکی شیمیایی، بیولوژیکی و فرهنگی تالاب شادگان از روش پرسشنامه دلفی و نظرسنجی خبرگان استفاده و با روش TOPSIS بررسی و اولویت بندی گردید. و در زمینه محاسبه

وزن معیارها از طریق تکنیک بردار ویژه و آنتروپی مبادرت به عمل آمد. بنابراین محاسبه ریسک های محیط پذیرنده نیروگاه گازی آبادان و مقایسه محیط ها از لحاظ محیط زیستی با آنالیز واریانس یکطرفه حاکی از آن است که کیفیت هوا (آلودگی هوا) با وزن ۰/۹۱۸، تخریب زیستگاه های طبیعی با وزن ۰/۸۶۶ و اثر بر چشم اندازها و مناظر با وزن ۰/۷۹۶، بیشترین مخاطرات را از فعالیت های نیروگاه گازی آبادان دارا هستند؛ بنابراین همانطور که ملاحظه می شود طبق جدول شماره (۶)، از آنجا که اهم تغییرات در تالاب به دلیل خروجی آلاینده های هوا از دودکش این نیروگاه ایجاد می شود پیامد آلودگی هوا به عنوان مهم ترین عامل اثر گذار بر تالاب تعیین شدند. بنان در سال ۱۳۸۸ نیز در پژوهش خود تالابها را جزء اکوسیستم های که بیشترین تخریب را توسط انسان متحمل گردیده بشمار می آورد و عامل رشد اقتصادی و توسعه سرمایه گذاری را از عوامل موثر در دگرگونی تالابها و منابع آنها می داند از مقایسه پیامدهای مخاطرات نیروگاه گازی آبادان بر اکوسیستم های آبی مشخص گردید اثر تخریب محیطی که بر محیط فیزیکی و شیمیایی در منطقه مورد مطالعه ایجاد می کند بیش از سایر محیط ها است.

بعد از شناسایی و کمی سازی و اولویت بندی ریسک ها، نیاز به برنامه پاسخ به ریسک است، که راه های مقابله با ریسکها را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیان می کند. روش های متفاوتی برای پاسخ وجود دارند که عبارتند از: از بین بردن ریسک، تخفیف دادن ریسک، انتقال ریسک و پذیرش ریسک (ستاره و کوهپایی، ۱۳۸۴) (Azadeh & Fam, 2009) در جدول شماره (۷)، روش های پیشنهادی کنترل و مقابله با مهم ترین ریسک های نیروگاه گازی آبادان به منظور کاهش مخاطرات محیط زیستی به صورت جدول ارائه شده است.

جدول ۷- راهکارهای پیشنهادی کنترل با مهم ترین ریسک های نیروگاه گازی آبادان به منظور کاهش مخاطرات محیط زیستی بر تالاب

ردیف	اهداف کلان	اهداف خرد	مدت زمان اجرا		
			بلند مدت	میان مدت	کوتاه مدت
۱	کاهش آلودگی آب (پساب های صنعتی که شامل آلاینده های چربی و روغن ناشی از توربین ها، ژنراتور تورها و ترانسفورماتور می باشند و فاضلاب های بهداشتی)	برای دفع در نقطه تخلیه رقیق سازی پساب صورت گیرد	*		
		برنامه بازیافت آب	*		
		کاربرد سیستم های خنک کننده مناسب		*	
		احداث تصفیه خانه پساب صنعتی جهت حذف چربی و روغن	*		
		پساب به وسیله فرایند های فیزیک و شیمیایی در تصفیه خانه تصفیه گردد	*		
		کاهش بار آلودگی با ایجاد تغییر در فرایند	*		
		جمع آوری آب های سطحی کلی نیروگاه	*		
		اندازه گیری و ارزیابی عوامل		*	
		بهبود و اصلاح فرایند کار	*		
		اصلاح تجهیزات	*		
۲	کنترل آلودگی هوا	کاهش مواد آلاینده در مبدا تولید	*		
		مصرف گاز طبیعی به عنوان سوخت اصلی		*	
		استفاده از چراغ های هشدار دهنده بر روی دودکش ها و دکل های برق	*		
		کنترل میزان هوای اضافی در سیستم احتراق	*		
		بکارگیری سیستم تزریق آب در سیستم احتراق در مورد استفاده از گازوئیل به عنوان سوخت	*		
		استفاده از multivert low NOx	*		
		دودکش بلند تر	*		

ادامه جدول شماره ۷

۳	کنترل آلودگی صدا (عمده ترین منابع آلاینده صوت کمپرسور، ژنراتور، ماشین آلات سنگین، توربین ها، کندانسور و خطوط انتقال گاز می باشد)	ارزیابی و سنجش صوت	*
		عایق بندی خطوط لوله حامل گاز	*
		کاهش مزاحمت های ناشی از سروصدا	*
		روغن کاری و تعمیر مرتب ماشین آلات، دستگاه ها و دیگر تجهیزات	*
۴	مدیریت پسماند	احداث کمربند سبز در داخل و یا اطراف سایت	*
		بکارگیری اتصالات انعطاف پذیر در محل اتصالات	*
		کاهش پسماند تولیدی	*
		کاهش بار آلودگی ناشی از پسماند	*
		برگزاری دوره های آموزشی در خصوص صرفه جویی در مصرف منابع و بازیافت آنها	*

پس از ارائه تمهیدات و راهکارهای پیشگیری، کاهش و کنترل ریسک های سوء محیط زیستی ناشی از فعالیت واحد بهره برداری نیروگاه گازی آبادان، ارائه برنامه های مدیریت و پایش محیط زیست مطابق با دستور العمل های ملی و بین المللی، جهت نظارت دقیق و پایش اصولی عملیات، فرآیندها و عملکرد ها لازم و ضروری است. یکی از اهداف اساسی برنامه های مدیریت و پایش، انجام عملیات ممیزی و خودبازرسی برای به حداقل رسانیدن پیامدهای نامطلوب مستقیم یا غیر مستقیم محیط زیستی در طی فعالیت نیروگاه می باشد. بنابراین با توجه به خطرات و ریسک های نیروگاه گازی آبادان بر تالاب، مهم ترین اهداف برنامه های مدیریت و پایش محیط زیستی آن شامل پیشگیری و کنترل آلودگی منابع هوا، آب، خاک و صدای ناشی از فعالیت های نیروگاه است. بنابراین روش و دوره های بازرسی و پایش متناسب با ریسک های شناسایی شده نیروگاه گازی آبادان شامل برنامه پایش کیفیت آب، پایش کیفیت هوا و صدا می باشد.

اندازه گیری های کیفیت آب و هوا، در تمامی مکان های مورد نیاز، به ترتیب زیر صورت گیرد:

الف) برنامه پایش کیفیت آب: این برنامه شامل اندازه گیری شاخص های کیفی آب در هر سه ماه یک بار است

ب) برنامه پایش کیفیت هوا:

۱) گازهای آلاینده: خروجی دودکش هر سال دوبار اندازه گیری شود.

۲) استاندارد هوای پاک: میزان مواد معلق، گازهای CO, SOX, NOX, CO2 در دودکش دیزل ژنراتور هر سال دوبار پایش.

منابع

امیدوار، و. ۱۳۸۸. روند تغییرات ارزش های حفاظتی تالاب شادگان با استفاده از روش تلفیقی IMO, IUCN, Salm & Pric در دهه های ۶۰، ۷۰ و ۸۰. پایان نامه کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات اهواز، ایران.

اصغری پور، م. ج. ۱۳۸۷. تصمیم گیری چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، ایران.

اسمعیلی ثابت رودسری، ث. ۱۳۸۶. ارزیابی ریسک محیط زیست سدها به روش تحلیل سلسله مراتب AHP (مطالعه موردی: سد سفارود)، پایان نامه کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، ایران.

بنان، ن. ۱۳۸۸. طبقه بندی انواع تالاب و بررسی عملکرد و فواید هر یک از آنها. سومین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، تهران.

ستاره. ه. و کوهپایی. ع. ۱۳۸۴. ارزیابی ریسک حریق. نشر فن آوران. چاپ اول. تهران، ایران.

جان قربان، ش. ۱۳۸۷. ارزیابی و مدیریت ریسک محیط زیستی مناطق حساس اکولوژیک با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره- مطالعه موردی، منطقه حفاظت شده موند. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، رشته مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز، ایران.

مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز، ایران.

- جبل عاملی، م، رضایی فر، آ و لنگرودی، ع. ۱۳۸۶. رتبه بندی ریسک پروژه با استفاده از فرآیند تصمیم گیری چند شاخصه. نشریه دانشکده فنی، ۴۱ (۷): ۸۶۳-۸۷۱.
- فاضلی، ش. ۱۳۸۰. تاثیر فرسایش و فعالیت کشاورزی بر تالاب انزلی. همایش ملی مدیریت اراضی، تهران.
- فرخیان، ف. ۱۳۸۰. نگرشی بر کیفیت شیمیایی تالاب شادگان. نشریه محیط شناسی، ۱۹: ۲۴-۱۳.
- قدسی پور، س. ح. ۱۳۸۵. فرایند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ پنجم. تهران، ایران.
- کریمی شوشتری، ع. ۱۳۸۷. بررسی عوامل تهدید کننده تالاب بین المللی شادگان. پایان نامه کارشناسی، واحد دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.
- مال عزیزی، م. ۱۳۸۷. راهنمای گردشگری خوزستان. چاپ دوم، استان خوزستان: انتشارات سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری. ایران.
- Azadeh, A. & Fam, M. 2009. Integrated M HSEE management systems for industry: A case study in gas refinery. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 32, (2): 88-99.
- Amiri, M., Zandieh, M., Vahdani, B., Soltani, R. & Roshanaei, V. 2010. An integrated eigenvector-DEA-TOPSIS methodology for portfolio risk evaluation in the Forex spot market. *Expert Systems with Applications* 37: 509-516.
- Chatzimouratidis, A. & Pilavachi. P. A. 2007. Objective and subjective evaluation of power plants and their non-radioactive emissions using the analytic hierarchy process. *Energy Policy*, 35: 4027-4038.
- Catherine, P. 2002. The Delphi technique: myths and realities. *Journal of Advanced Nursing*, 41(4): 376-382.
- Dodangeh, J., Yusuff, R. & Jassbi, J. 2010. Using topsis method with goal programming for best selection of strategic plans in BSC Model. *Journal of American Science*, 6(3): 15-23.
- Dagdeviren, M., Yavuz, S. & Kılınç, N. 2009. Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 36: 8143-8151.
- Demidova, O. & Cherp, A. 2005. Risk assessment for improved treatment of health consideration in EIA. *Environment impact assessment review*, 18: 411-429.
- Kiker, G., Linkove, I. & Bridges, T. 2007. Integrating comparative risk assessment and multicriteria decision analysis. *Environmental Security in Harbors Coastal Areas*, 20: 37-51.
- Mahmoodzadeh, S. 2007. Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. *International Journal of Human and Social Sciences*, 1: 3-120.
- Nikoomaram, H. & Mohammadi, M. 2009. Training performance evaluation of administration sciences instructors by fuzzy MCDM approach. *Contemporary Engineering Sciences*, 2: 559 - 575.
- Opricovic, S. & Hshiong T., G. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156: 445-455.
- Onut, S. & Soner, S. 2008. Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. *Waste Management*, 28: 1552-1559.
- Zayed, T., Amer, M. & Pan, J. 2008. Assessing risk and inherent in Chinese highway projects using AHP. *International Journal of Project Management*, 26: 408-419.