

## تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان با استفاده از روش TOPSIS

سیدعلی جوزی<sup>۱\*</sup>، شبنم صفاریان<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز

sabasaffarian@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۳

### چکیده

مطالعه حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها و آثار ناشی از نیروگاه گازی آبادان به انجام رسید. با تکمیل ۹۹ پرسشنامه خبرگان و کارشناسان صنعت برق انواع ریسک‌ها، در فاز بهره‌برداری نیروگاه گازی آبادان شناسایی گردید. در ادامه برای اولویت‌بندی ریسک‌های واحد نیروگاه گازی آبادان از روش TOPSIS که از جمله روشهای تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) است بهره‌گیری شد. این روش به دلیل به‌کارگیری مستقیم استنباطات ذهنی متخصصان در مدل و دستیابی به نتایج عینی‌تر در تجزیه و تحلیل و رتبه‌بندی ریسک‌ها استفاده شد. وزن نسبی معیارها در سومین گام استقرار این روش از تکنیک آنتروپی شانون و تکنیک بردار ویژه به دست آمد. بعد از اولویت‌بندی ریسک‌های هر واحد به طور جداگانه با بهره‌گیری از روش مذکور، با استفاده از آزمون آماری، تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه، مهم‌ترین اولویت‌های ریسک نیروگاه گازی آبادان تعیین شد. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که ریسک‌های راه‌اندازی واحد با سوخت گاز با وزن ۰/۸۰۷، مخازن سوخت با وزن ۰/۷۹۸، تحویل سوخت گاز با وزن ۰/۶۳۰، در واحد بهره‌برداری و کار بر روی کلاچ سوخت مایع با وزن ۰/۶۰۳ و تمویض فیلترهای گاز در واحد مکانیک از مهم‌ترین ریسک‌های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان شناخته می‌شود. راهکارهایی برای کنترل و کاهش ریسک‌های شناسایی شده ارائه شد، از جمله این راهکارها استفاده از تجهیزات حفاظت‌کننده و قطع‌کننده جریان برق و نیز بازدیدهای دوره‌ای و تعمیرات پیشگیرانه نسبت به ریسک آتش‌سوزی و انفجار نیروگاه است.

### کلید واژه

ارزیابی ریسک محیط زیستی، روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره، تکنیک TOPSIS، نیروگاه گازی آبادان

### سر آغاز

راه اقتصاد، جلوگیری از اتلاف و هدر رفتن منابع و ایجاد شرایطی در جهت تفاهم در خصوص تعرفه‌ها و مسائل اقتصادی را می‌توان از جمله علل مطرح شدن سیستم‌های مدیریت محیط زیست دانست (طهموریان، ۱۳۸۶). در این دیدگاه، هماهنگی همزمان ارتقای سطح کیفی، زیست محیطی، ایمنی و بهداشتی، معیار انتخاب خدمات و محصولات در یک جامعه متمدن بشر است (حبیبی، ۱۳۸۶). بنابراین مدیریت سازمان بر پایه ایمنی و حفظ محیط‌زیست و کیفیت را از محورهای اساسی هر سازمان باید تلقی کرده و با طرح‌ریزی صحیح و درست که خود از شناخت دقیق این سیستم‌ها ناشی می‌شود اقدام به برقراری چنین نظامی کرد (رحمانی، ۱۳۸۴) بدون شک انرژی الکتریکی، نقش اساسی در شکل‌گیری و توسعه تمدن بشری داشته است (هوشمند، ۱۳۸۷).

وقوع انقلاب صنعتی اول تا چهارم در کنار فراهم آوردن آسایش و رفاه نسبی برای نسل بشریت پیام دیگری نیز به همراه داشت، با این تعریف که معرفی انرژی‌های نو هر چند می‌تواند در بعضی از عرصه‌ها آسایش و رفاه به ارمغان بیاورد ولی از جهات دیگر ممکن است با معرفی خطرهای جدیدتر و به خطر انداختن عناصر متعدد محیط‌زیستی حتی ماهیت وجودی انسان را به صورت تهدیدی جدی به مخاطره افکند (محمدفام، ۱۳۸۷).

آلودگی زیست محیطی، محصول فرعی و ناخواسته فعالیت‌های صنعتی مختلف است که باعث شده محیط زیست هر چه بیشتر در معرض تهدید قرارگیرد (شانه، ۱۳۸۷). امروزه بحران‌های زیست محیطی، حرکت به سوی توسعه پایدار، حذف موانع غیر تعرفه‌ای در

انتها از بین روشهای معرفی شده برای رتبه بندی ریسکها، فقط از روش Topsis در مطالعه موردی استفاده شده بود (جبل عاملی، ۱۳۸۶).

نیروگاه گازی آبادان به وسعت تقریبی ۲۱ هکتار که در جنوب غرب ایران و جنوب جلگه خوزستان در ۹ کیلومتری جاده آبادان-ماهشهر بین طولهای شرقی (۴۸°، ۲۱') تا (۴۸°، ۵۰') و عرضهای شمالی (۳۰°، ۲۴') تا (۳۰°، ۵۸') با ظرفیت تولیدی ۴۹۳/۶ مگاوات در منطقه حفاظت شده شادگان واقع شده است که در این تحقیق به مثابه مطالعه موردی مورد بررسی قرار گرفت.

در این پژوهش واحدهای مختلف نیروگاه نظیر واحد الکتریک، مکانیک، ابزار دقیق، به عنوان محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شد و از نظر محیط زیستی مورد بررسی قرار گرفتند.

در شکل شماره (۱) موقعیت واحدها و جانمایی تجهیزات مختلف محدوده مطالعاتی نمایش داده شده است

## مواد و روشها

### گام اول: آزمایشهای انجام شده در بخش محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان

نیروگاه گازی آبادان دارای سوخت مصرفی گاز و گازوئیل است و آلاینده های تولیدی با دودکش های نیروگاه به فضا منتشر می شوند.

در زمان انجام این پژوهش از دستگاه آنالیزر گاز مدل Testo 350x1 ساخت انگلستان که سنسورهایی برای اندازه گیری مشخصه ها مختلف هوا را دارد، برای اندازه گیری ذرات معلق و دیگر مشخصه های استاندارد هوای پاک استفاده و آزمایشها به روش موضعی انجام شد.

شایان ذکر است که با توجه به استاندارد محیط زیستی، نمونه برداریها برای آزمایش آلاینده های هوا از ۲/۳ ارتفاع دودکشها انجام گرفت.

در جدول شماره (۱، ۲، ۳) موقعیت و نوع آلاینده های نیروگاه گازی آبادان نمونه برداری و بررسی و در قالب جدول ارائه شده است. به منظور تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از سنجش آلاینده های درون نیروگاهی از شاخص های آمار توصیفی (حداقل، حداکثر، میانگین، واریانس، انحراف از معیار، انحراف از میانگین) و آزمون آماری میانگینها برای مقایسه با استانداردها استفاده شد.

از طرفی مصرف مقادیر عظیم آب، انرژی و مواد شیمیایی در فرایندهای مختلف تولید انرژی الکتریکی باعث شده این صنایع ریسکهای زیست محیطی نامطلوبی به همراه داشته باشد. بنابراین شناخت این ریسکها و اتخاذ روشها و سیستمهای مدیریتی مناسب، نقش مهمی در کاهش پیامدهای نامطلوب آن به همراه خواهد داشت (سعیدی، ۱۳۸۴).

Cahyani در سال ۲۰۰۳ 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 و در نهایت نیروگاه حرارتی سطوح ریسک بالاتری را به خود اختصاص داده و راهبرد مناسب برای مدیریت هر یک از نیروگاهها با استفاده از AHP انتخاب شد (Cahyani, 2003).

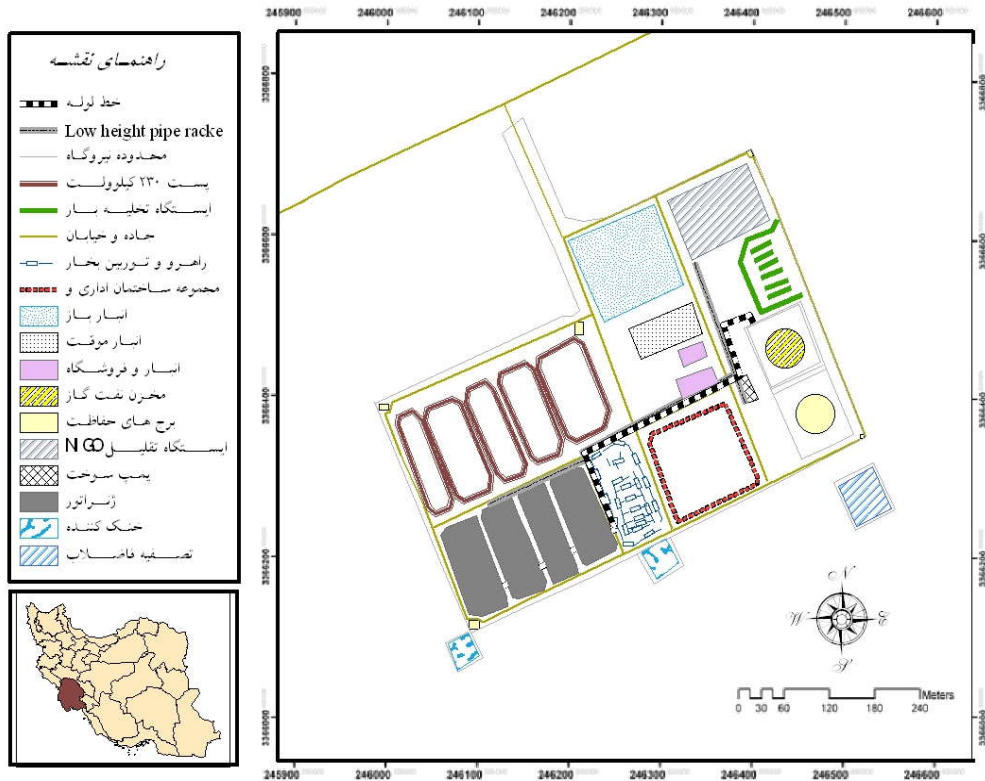
Sahu در سال ۲۰۰۹ مقاله ای در مورد آثار بهداشتی انتشار نیروگاههای با سوخت فسیلی ارائه داد و در این مقاله اشاره شده نیروگاههایی که سوختهای فسیلی (زغال سنگ) استفاده می کنند به دلیل انتشار مقادیر زیادی آلاینده های سمی باعث به وجود آمدن ریسکهای زیست محیطی و آسیب هایی بر سلامت انسان از طریق انتشار گازهای گلخانه ای وارد می کنند (Sahu, 2009).

Kirchsteiger در سال ۲۰۰۷ مقاله ای در مورد ارزیابی ریسکهای زیست محیطی و ایمنی مربوط به گرفتن کربن و ذخیره سازی آن از نظر مدیریت ریسک ارائه داد.

در این مقاله با تمرکز بر ریسکهای در سطح جهانی (تغییرات آب و هوا) گفته شده که موضوع کلیدی نسل های سراسر دنیا در آینده، فراوانی منابع فسیلی نیست بلکه موضوع احتمال بالای گرمایش جهانی به علت انتشار گازهای گلخانه ای باشد، و راه حل های آن جلوگیری از انتشار براساس فناوری های پیشرفته در نیروگاهها و دیگر تأسیسات صنعتی؛ کنترل و کاهش تولید گازهای نامطلوب، محدودیت عواقب و جلوگیری از ریسک است (Kirchsteiger, 2007).

جبل عاملی و همکارانش در سال ۱۳۸۶ پژوهشی را به عنوان رتبه بندی ریسک پروژه با استفاده از فرایند تصمیم گیری چند شاخصه انجام دادند.

در این مطالعه از چهار شاخص احتمال، تأثیر، عدم اطمینان و توانایی به عنوان شاخص های رتبه بندی ریسکها استفاده شد. در



شکل شماره (۱): موقعیت واحدها و تجهیزات مختلف نیروگاه گازی آبادان

جدول شماره (۱): موقعیت نمونه برداری، نوع و میزان آلاینده‌ها برای تجزیه و تحلیل آلاینده‌های خروجی از دودکش‌های نیروگاه گازی آبادان

ردیف	واحد	نوع سوخت	واحد میکروگرم بر متر مکعب												
			CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> S	T-Gas	T-Amb				
			%	C <sup>0</sup>		%		%		%					
			C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	O <sub>2</sub>	T-Amb	T-Gas	H <sub>2</sub> S	CO	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>				
۱	واحد ۱	گاز	۳/۴۴	۱۷۹/۵	۱۷۹/۵	۰	۱۷۹/۵	۶/۲	۴/۵	۰	۵۳۰	۴۰	۱۰/۸	۵۳۸/۸	
۲	واحد ۲	گاز	۳/۴۸	۱۷۹/۹	۱۷۶/۶	۰	۱۷۶/۶	۴/۵	۰	۰	۵۳۳	۳۹	۱۳/۵	۵۴۹/۴	
۳	واحد ۳	گاز	۳/۵۱	۱۷۵/۴	۱۷۵/۴	۰	۱۷۵/۴	۴/۳	۱/۷	۰	۵۴۰	۳۸	۱۳/۱	۵۱۴/۹	
۴	واحد ۴	گاز	۳/۳۶	۱۶۴	۱۶۴	۰	۱۶۴	۴/۸	۶۸	۰	۵۲۷	۳۹	۱۳/۵	۴۱۴/۵	
۵	واحد ۱	گازوئیل	۵/۲	۲۰۵/۳	۲۰۵/۳	۰	۲۰۵/۳	۱۰۶/۱	۱۴/۴	۰	۵۴۱	۲۱	۱۵/۱	۰/۱۸	
۶	واحد ۲	گازوئیل	واحد ۲ در مدار تولید نبود												
۷	واحد ۳	گازوئیل	۵/۴۷	۲۳۱/۶	۲۳۱/۶	۰	۲۳۱/۶	۱۱۷/۳	۰	۰	۴/۲۷	۲۱	۱۴/۵	۰/۵۱	
۸	واحد ۴	گازوئیل	۵/۳۸	۱۹۱/۳	۱۹۱/۳	۰	۱۹۱/۳	۹۹/۲	۰	۰	۵۶۳	۲۳	۱۴/۶	۰/۶۷	

**• گام دوم: شناسایی و اولویت بندی عوامل ریسک نیروگاه گازی آبادان در فاز بهره برداری**

به منظور انجام این تحقیق، در گام دوم برای درک کامل مفاهیم، شناسایی ابعاد و مؤلفه های مسئله تحقیق، مصاحبه های آزاد و هدایت شونده ای با کارشناسان، مدیران و نیز خبرگان واحدهای مختلف نیروگاه به عمل آمد که با توجه به کتاب شناسی تحقیق و بررسی وضعیت موجود نیروگاه، ۹۵ معیار و شاخص مهم ارزیابی ریسک (محیط زیستی) از میان ۹ واحد (ابزار دقیق، بهره برداری، مکانیک...) نیروگاه گازی آبادان شناسایی شد. سپس با بهره گیری از پرسشنامه های دلفی و انجام آزمون فرض نسبت ها در سطح ۰/۰۵، معیارهای ریسک به ۸۰ مورد تقلیل یافت. پس از شناسایی مهم ترین معیارها، توسط گروه تحقیق (کارکنان هر واحد نیروگاه) پرسشنامه TOPSIS را تکمیل کرد و با بهره گیری از مقیاس دوقطبی فاصله ای این پرسشنامه های کیفی به کمی تبدیل و ماتریس تصمیم گیری برای هر واحد تشکیل شد.

در مرحله بعدی با تهیه ۶ گام ریسک های شناسایی شده هر واحد، اولویت بندی شد. در نهایت با انجام تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه با بهره گیری از نرم افزار SPSS مهم ترین واحد نیروگاه از لحاظ شاخص محیط زیستی تعیین شد بدین ترتیب مهم ترین عوامل ریسک در کل نیروگاه مشخص شد. در ادامه، روشهای مورد استفاده در پژوهش تشریح می شود. جامعه آماری این تحقیق، مدیران، سرپرستان و کارکنان هر واحد نیروگاه بودند.

نیروگاه مذکور در مجموع دارای ۲۰۰ نفر کارمند است. با توجه به این که در مرحله شناسایی ریسک ها از تکمیل پرسشنامه های خبرگان به روش دلفی استفاده شد و این پرسشنامه ها با آزمون فرض نسبت ها تجزیه و تحلیل شدند و با توجه به وجود شرط بیش از ۳۰ نمونه برای استفاده از این آزمون آماری، حجم جامعه آماری مخاطب (گروه دلفی) از رابطه زیر و با در نظر گرفتن شرط آماری برابر ۹۹ پرسشنامه محاسبه شد:

$$n \geq \left[ \frac{\sum z_1 - \left(\frac{x}{2}\right)}{e} \right] \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه : n = حجم نمونه انتخابی = X ضریب اطمینان  
Z<sub>1</sub> = جمعیت پایه = e میزان خطا

$$n = \text{حجم نمونه انتخابی} = X = 95\% \quad Z_1 = 200 \quad e = 0.1$$

**جدول شماره (۲): موقعیت نمونه برداری، نوع و میزان استاندارد هوای پاک**

ردیف	ایستگاه	واحد PPM				مقدار مجاز
		NO	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	
۱	در ورودی	۰/۹	۰	۱/۲	۰/۰۳	۱۸۹
۲	جایگاه سوخت	۰/۸	۰/۱	۰/۵	۰/۰۴	۹۴
۳	جنب سایت اداری	۰/۵	۰/۱	۰/۴	۰/۰۳	۷۶
۴	جنب پست	۰/۳	۰	۰/۲	۰/۰۲	۱۱۱
۵	روبه روی تعمیرات	۰/۶	۰/۱	۰/۸	۰/۰۴	۱۲۲

**جدول شماره (۳): موقعیت نمونه برداری، نوع و میزان اندازه گیری آلودگی صدا**

ردیف	ایستگاه	میزان Leq (30 min) در dB(A) در وضعیت روز	استاندارد dB(A) در وضعیت روز منطقه صنعتی
۱	درب ورودی	۵۶/۹	۷۵
۲	جایگاه سوخت	۶۶/۶	
۳	جنب سایت اداری	۶۴	
۴	جنب پست	۶۲/۳	

برای بررسی آلودگی صوتی محیط نیروگاه گازی آبادان، در ۴ ایستگاه نیروگاه، از دستگاه صداسنج Cell440 ساخت Casllacell انگلستان و استاندارد IEC651.1979 استفاده شد و با روش آزمون آماری میانگین های جامعه با کمک نرم افزار SPSS، وضعیت آلودگی صوتی نیروگاه ارزیابی شد.

به منظور شناسایی پسماندها و مواد زائد خطرناک نیروگاه از همه واحدهای مورد مطالعه بازدید و منابع و کیفیت پسماندهای تولیدی شناسایی شد و پس از تجزیه و تحلیل و بررسی، تعیین زواید خطرناک و غیر خطرناک بر اساس فهرست یونپ UNEP تعیین شد.

۵- بزرگترین  $\lambda$  را  $\max \lambda$  نامیده و آن را در رابطه  
 $(A - \lambda \max.I) \times W = 0$  قرار داده به شرط  $W=1$  و  $\varepsilon$  استفاده  
 از این رابطه مقادیر  $W_i$ ها محاسبه می‌شود، NIKOOMARAM,  
 (2009) و برای به دست آوردن اوزان شاخص‌ها با تکنیک آنتروپی،  
 گام‌های زیر طی شد (Sachdeva,2009)، (ChangHung,2009)،  
 (Srdjevic,2004).

**گام ۱- محاسبه  $P_{ij}$**

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} ; \forall i,j$$

**گام ۲- محاسبه مقدار آنتروپی  $E_j$**

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [p_{ij} \ln p_{ij}] ; \forall j$$

**گام ۳- محاسبه مقدار عدم اطمینان  $d_j$**

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

**گام ۴- محاسبه اوزان  $w_j$**

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

**گام ۵- محاسبه اوزان تعدیل شده  $w'_j$**

$$w'_j = \frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j w_j} ; \forall j$$

۳- راه‌حل ایده‌آل مثبت  $(A_i^+)$  و راه‌حل ایده‌آل منفی  $(A_i^-)$   
 مشخص شد.

$$A^+ = \{(\max_{ij} V_{ij} | j \in J_1), (\min_{ij} V_{ij} | j \in J_2) | i=1,2,\dots,n\}$$

$$A^- = \{(\min_{ij} V_{ij} | j \in J_1), (\max_{ij} V_{ij} | j \in J_2) | i=1,2,\dots,m\}$$

در این مقاله رویکرد جدیدی برای تعیین تعداد پرسشنامه  
 TOPSIS ارائه شد. بدین منظور در واحدهایی از نیروگاه که،  
 محاسبه وزن با تکنیک بردار ویژه صورت گرفت، به تعداد معیارهای  
 موجود در آن واحد نیروگاهی، پرسشنامه توزیع شد. در رابطه با دیگر  
 واحدها، فرمول زیر مورد استفاده قرار گرفت که در نتیجه توزیع ۲۲  
 پرسشنامه را به دنبال داشت.

$$\text{رابطه (۲)} \quad n = \frac{z^2 pq}{d^2}, \quad q=1-p$$

در این رابطه :  $n$  = حجم نمونه انتخابی =  $p$  = احتمال موفقیت  
 $z$  = ضریب اطمینان  $d$  = درصد خطا  
 $n$  = حجم نمونه انتخابی  $p = 0.05$   $z = 95\%$   $d = 0.1$

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد به منظور محاسبه اولویت بندی  
 ریسک‌ها به روش TOPSIS طی گام‌های زیر اقدام شد:  
 ۱- ماتریس تصمیم‌گیری با کمک نرم اقلیدسی به ماتریس  
 بی‌مقیاس شده، تبدیل شد.

$$\text{رابطه (۳)} \quad r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^m r_{ij}^2\right)^{\frac{1}{2}}}, \quad (j=1,\dots,n)$$

۲- ماتریس بی‌مقیاس موزون به دست آمد.

$$\text{رابطه (۴)} \quad V = N_D * W_{n*n}$$

که در آن، ماتریس بی‌مقیاس موزون و  $W$  ماتریس قطری از  
 وزن‌های به دست آمده برای شاخص‌هاست. در این پژوهش  $W$ ها با  
 دو روش تکنیک بردار ویژه و آنتروپی محاسبه شد. تکنیک بردار  
 ویژه با استفاده از نرم افزار MATLAB و تکنیک آنتروپی توسط  
 نرم‌افزار Excel انجام شد. برای ضرب  $ND$  در ماتریس قطری  $W$   
 نیز 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 کردن 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 می‌شود.

کمترین مقدار آن به ترتیب برابر ۶۸ و ۰ متعلق به دودکش واحد ۴ با سوخت گاز و دودکش واحد ۴ با سوخت گازوئیل در حالت تولید است. میانگین میزان منواکسید کربن از خروجی واحدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ نیروگاه از استاندارد کمتر است.

- منواکسیدنیترژن (NO): نتایج آزمایش‌ها میانگینی برابر ۱۸۹/۱ را نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۶۴ و ۲۳۱ متعلق به دودکش آگزوز واحد ۴ با سوخت گازی و دودکش واحد ۳ با سوخت گازوئیل است.

- اکسیدهای ازت (NO<sub>x</sub>): میانگین اکسیدها برابر ۱۸۹/۵۷۱، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر ۱۶۴ و ۲۳۱ متعلق به دودکش آگزوز واحد ۴ با سوخت گازی و دودکش واحد ۳ با سوخت گازوئیل است.

میانگین میزان اکسیدهای ازت از خروجی واحدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ نیروگاه از استاندارد کمتر است.

- دی اکسید گوگرد SO<sub>2</sub> در نتایج آزمایش‌ها میانگین SO<sub>2</sub> برابر ۴۸/۹۸۳ است.

کمترین مقدار آن برابر ۴/۳۰ و بیشترین مقدار آن برابر ۱۱۷/۳۰ و متعلق به واحد ۳ در دو حالت گاز سوز و گازوئیلی است. میانگین میزان اکسیدهای ازت از خروجی واحدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ نیروگاه از استاندارد کمتر است.

- C<sub>x</sub> H<sub>y</sub>: نتایج آزمایش‌ها میانگینی برابر ۲۸۸.۴۲۲ را نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر ۵۴۹/۴۰ و ۰/۱۸ و 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 آزمایش‌ها برابر ۵۲۳ درجه است، کمترین و بیشترین مقدار آن به ترتیب برابر ۴۲۷ و ۵۶۳ متعلق به واحدهای ۳ و ۴ با سوخت گازوئیل است.

- O<sub>2</sub>: میانگین اکسیژن در آزمایش‌ها برابر ۱۳/۵۸۵، کمترین و بیشترین مقدار آن به ترتیب برابر ۱۰/۸۰ و ۱۵/۱۰ است که بیشترین مقدار متعلق به واحد ۱ با سوخت گازوئیل و کمترین مقدار متعلق به واحد ۱ با سوخت گاز است.

- H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub>: میانگین کل H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> در آزمایش‌ها برابر ۰ است.

میزان H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> در تمام موارد و محدودها صفر بوده است. شایان ذکر است، به علت زیاد بودن نتایج آزمایش‌های نیروگاه، در

۴- اندازه فاصله بر اساس نرم اقلیدسی به ازاء راه‌حل ایده‌آل منفی و گزینه مثبت و همین اندازه به ازای راه‌حل ایده‌آل مثبت و گزینه منفی به صورت زیر بدست آمد:

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

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

۵- نزدیکی نسبی A<sub>i</sub> به راه‌حل ایده‌آل به صورت زیر محاسبه شد. رابطه (۵):

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

۶- رتبه‌بندی گزینه‌ها در این مرحله انجام شد و بر اساس ترتیب نزولی C<sub>i</sub> می‌توان گزینه‌های موجود را بر اساس بیشترین اهمیت رتبه‌بندی کرد (Opricovic, 2004) (Dagdeviren, 2009) (Mahmoodzadeh, 2007) (Onut, 2008) (Dodangeh, 2010).

## نتایج

### نتایج آزمایش‌های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان

انتشار هوا در نیروگاهها وابسته به تکنولوژی مورد استفاده برای تولید برق و کیفیت سوخت است (Athanasios, 2008). نتایج آزمایش‌های انجام داده بر روی آلاینده‌های هوای نیروگاه گازی آبادان، تجزیه و تحلیل‌های آمار توصیفی و آزمون آماری میانگین‌ها برای مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست طبق جداول ذیل حاکی از این است که:

- دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>): میانگین CO<sub>2</sub> در آزمایش‌ها مربوطه برابر ۴/۲۶ میکروگرم بر متر مکعب است. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر ۵/۴۷ و ۳/۳۶ متعلق به دودکش واحد ۴ با سوخت گاز و دودکش واحد ۱ با سوخت مایع (گازوئیل) در حالت تولید است. - منواکسید کربن (CO): میانگین CO در سنجش‌های صورت گرفته برابر با ۱۲/۶۵ میکروگرم بر مترمکعب است. بیشترین و

**جدول شماره (۴): آمار توصیفی آلاینده‌های اتمسفری در ایستگاههای مختلف نیروگاه گازی آبادان**

نام مشخصه	تعداد	حدافل	حداکبر	میانگین	انحراف از میانگین	انحراف از معیار
CO <sub>2</sub>	۷	۳/۳۶	۵/۴۷	۴/۲۶۲	۰/۳۸۵	۱/۰۲۱
NO <sub>x</sub>	۷	۱۶۴	۲۳۱/۶۰	۱۸۹/۵۷۱	۸/۵۴۴	۲۲/۶۰۷
NO	۷	۱۶۴	۲۳۱/۶۰	۱۸۹/۱۰۰	۸/۶۴	۲۲/۸۷
SO <sub>2</sub>	۷	۴/۳۰	۱۱۷/۳۰	۴۸/۹۴۳	۲۰/۸۲۱	۵۵/۰۸۹
CO	۷	۰	۶۸	۱۲/۶۵۷	۹/۴۲۷	۲۴/۹۴۳
T-Gas	۷	۴۲۷	۵۶۳	۵۲۳	۱۶/۶۱۴	۴۳/۹۵۸
O <sub>2</sub>	۷	۱۰/۸۰	۱۵/۱۰	۱۳/۵۸۵	۰/۵۳۸	۱/۲۴۲
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	۷	۰/۱۸	۵۴۹/۴۰	۲۸۸/۴۲۲	۱۰۳/۱۳۷	۲۷۲/۸۷۵

اینجا فقط به آوردن چند مورد اکتفا شد. نتایج ارزیابی صدای محیط نیروگاه گازی آبادان که در ۴ ایستگاه از نیروگاه صورت گرفت و مقایسه آن با استاندارد آلودگی صوتی محیط‌های صنعتی که ۷۵dB است، نشان داد که در تمام ایستگاهها میزان صدا کمتر از حد مجاز است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها مواد زاید تولیدی حاکی از آن است که ۱۹ نوع ماده شناسایی شده که از میان مواد شناسایی شده، ۱۰ مورد آنها غیرخطرناک و ۹ مورد آنها در طبقه مواد خطرناک جای دارد. خطرناک بودن این مواد بر اساس فهرست یونپ (UNEP)، RCRA، و یا دارا بودن یکی از چهار خصوصیت سمی بودن، اشتعال پذیری، خوردگی و میل ترکیبی شدید تعیین شد.

**جدول شماره (۵): مقایسه با استاندارد آلاینده NO<sub>x</sub>**

مقدار استاندارد = ۳۵۰					متغیر
فاصله اطمینان ۹۵		اختلاف میانگین	سطح معنی داری	درجه آزادی	
حد بالا	حد پایین				آماره
-۱۸۱/۳۳	-۱۳۹/۵۲۰	-۱۶۰/۴۲	۰	۶	NO <sub>x</sub>

در نتیجه این ادعا که ۵۰ درصد از کارشناسان موافق معیار مورد نظرند رد شد. نتایج شناسایی معیارها با روش دلفی در شکل شماره (۲) نشان داده شده است.

برای نمونه، تمیزکاری تجهیزات با اسپری، در واحد الکتریک به دلیل آن که مقدار محاسبه شده از فرمول ۶ برابر ۱/۴۱ است بنابراین به دلیل ۱/۴۱ ≥ ۱/۹۶ این ادعا که ۵۰ درصد از کارشناسان موافق معیار مورد نظرند رد شد.

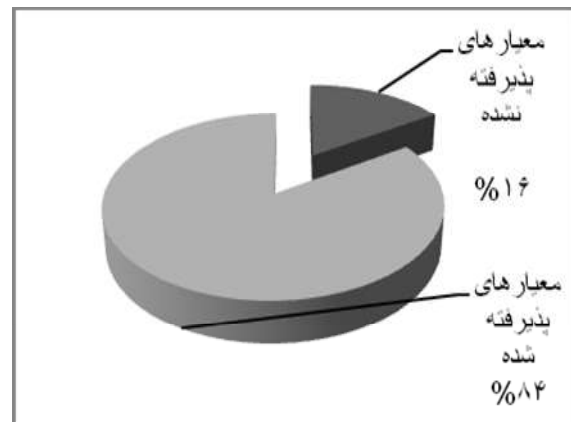
### شناسایی و اولویت بندی عوامل ریسک نیروگاه گازی آبادان در فاز بهره برداری

بررسی آماری آزمون فرض نسبت‌ها به منظور تعیین معیارهای نهایی نشان داد که تمیزکاری تجهیزات با اسپری، تعویض کابل‌های فشار قوی و ضعیف، سرویس‌کاری دیزل ژنراتور، روشنایی آگزوز فن، سرویس مخزن روغن، کار بر روی تابلو LV و سرویس اگزاست فن‌های سقفی در واحد الکتریک و معیارهای کار بر روی فن Oil mist، کار بر روی جت‌های هوای پالس کلینیک، رفع نشستی گازوئیل از ولو VR4 و VC3، تخلیه مخزن Sump tank در واحد مکانیک و عملیات شیفت، جابه‌جایی کپسول‌های خالی، خنک‌کاری قین فن و به صدا درآوردن آژیر در واحد آتش نشانی، به دلیل آن که مقدار محاسبه شده از تجزیه و تحلیل آزمون فرض نسبت‌ها برای معیارهای ذکر شده از ۱/۹۶ کمتر بودند، در سطح ۰/۰۵ دلیل کافی برای رد فرض وجود ندارد.

$$z = \frac{p - p_0}{\sqrt{p_0 q_0 / n}} \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در این رابطه: n = تعداد نمونه      p = نسبت نمونه  
 P<sub>0</sub> = ادعای مطرح شده      q = 1 - p

در واحد الکتریک: بازدید از ترانس‌ها،  
 در واحد اداری: کار با رایانه،  
 در واحد درمانگاه: تزریقات،  
 در واحد آتش‌نشانی: شست‌وشوی فین فن واحدها،  
 در واحد پست: بازدید از تجهیزات پست،  
 در واحد خدمات: تهیه و توزیع غذا،  
 در واحد انبار: تحویل سوخت،  
 در واحد بهره‌برداری: راه‌اندازی واحد با سوخت گاز،  
 در واحد مکانیک: کار بر روی کلاچ سوخت مایع،  
 در واحد ابزار دقیق: تمیزکاری و سرویس‌کاری تجهیزات ابزار دقیق.



شکل شماره (۲): نتایج نهایی شناسایی معیارها

در نهایت برای بررسی تفاوت بین واحدهای مختلف نیروگاه از آزمون‌های توکی، دانکن و LSD استفاده شد که نتیجه آزمون LSD در جدول شماره (۷) ذکر شده است چنان‌که در جدول مشاهده می‌شود واحد مکانیک و بهره‌برداری در هر دو آزمون با سایر واحدهای نیروگاه اختلاف معنی‌دار دارد و در شکل شماره (۳) مهم‌ترین عوامل ریسک محیط زیستی نیروگاه آورده شده است.

سپس برای اولویت‌بندی (تحلیل) عوامل ریسک از الگوریتم TOPSIS استفاده شد. جدول شماره (۶) رتبه بندی ریسک‌های واحدهای بهره‌برداری را با استفاده از روش TOPSIS نشان می‌دهند (شایان ذکر است، به علت حجم بالای نتایج به دست آمده، در اینجا فقط به آوردن یک مورد اکتفا شد).  
 نتیجه این تحلیل‌ها برای واحدهای مختلف نشان داد که مهم‌ترین ریسک‌های هر واحد به ترتیب عبارتند از

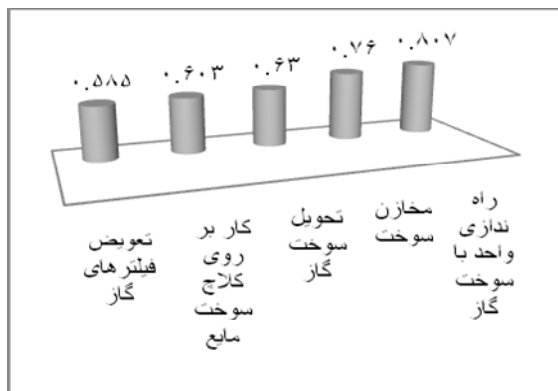
جدول شماره (۶): اولویت بندی عوامل ریسک در واحد بهره برداری

واحد	معیارها	نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل (CI+)	وزن (W)	رتبه
نحوه برداری	راه اندازی واحد با سوخت گاز	۰/۸۰۷	۰/۰۴۹	۱
	مخازن سوخت	۰/۷۹۸	۰/۰۴۷	۲
	تحویل سوخت گاز (ایستگاه گاز)	۰/۶۳۰	۰/۰۵۰	۳
	تعویض فیلتر سوخت گاز	۰/۵۳۰	۰/۰۵۲	۴
	برق دار کردن ترانسها	۰/۵۱۹	۰/۰۵۰	۵
	Cool down کردن واحد	۰/۴۵۰	۰/۰۵۵	۷
	تغییر سوخت واحد از گاز به گازوئیل	۰/۳۸۰	۰/۰۵۱	۸
	راه اندازی واحد با سوخت مایع	۰/۳۵۶	۰/۰۵۱	۹
	راه اندازی و تست تجهیزات سیستم سوخت‌مایع	۰/۳۴۹	۰/۰۴۸	۱۰
	راه اندازی و تست تجهیزات سیستم خنک‌کاری	۰/۳۴۵	۰/۰۴۵	۱۱
	راه‌اندازی و تست تجهیزات سیستم روغن‌کاری	۰/۳۴۳	۰/۰۴۸	۱۲
	دوگانه کردن سوخت واحد	۰/۳۳۹	۰/۰۴۷	۱۳
	تست و راه اندازی دیزل‌ها	۰/۳۱۷	۰/۰۵۰	۱۴
	انتقال سوخت گازوئیل به واحد و مخازن	۰/۲۲۷	۰/۰۵۰	۱۵
	تحویل سوخت مایع (تخلیه سوخت)	۰/۱۸۵	۰/۰۵۱	۱۶
	هواگیری فیلترهای سوخت گازوئیل	۰/۰۹۸	۰/۰۴۵	۱۷



جدول شماره (۷): جدول LSD مقایسه واحدها در ارزیابی ریسک محیط زیستی نیروگاه

واحد	اداری	انبار	پست	الکترونیک	درمانگاه	آتش نشانی	ابزار دقیق	خدمات	مکانیک	بهره برداری
اداری	—	-۰/۱۱۹	-۰/۰۵۲	-۰/۱	-۰/۹۷	۰/۱۴	-۰/۰۱۷	-۰/۱۵۳	۰/۱۵۲*	-۰/۰۳۲*
انبار	۰/۱۱۹	—	۰/۰۶۶	۰/۱۱۹	۰/۰۲۶۱	۰/۲۶۵	۰/۱۰۱	-۰/۳۴۴	۰/۲۷۱*	۰/۰۸۶*
پست	۰/۰۵۳	-۰/۰۶۶	—	-۰/۰۴۷	-۰/۰۴۵	۰/۱۹۹	۰/۰۳۵	-۱/۰۱۱	۰/۲۰۵۱*	۰/۰۱۹۶*
الکترونیک	۰/۱	-۰/۰۱۹	۰/۰۴۷	—	۰/۰۰۲	۰/۰۲۴۶	-۰/۰۸۲	-۰/۰۵۳	۰/۲۵۲*	۰/۰۶۷۳*
درمانگاه	۰/۹۳۷	-۰/۰۲۱	۰/۰۴۵	-۰/۰۰۲	—	۰/۲۴۴	۰/۰۸۰	-۰/۰۵۶	۰/۲۵۰*	۰/۰۶۴۶*
آتش نشانی	-۰/۱۴۶	-۰/۲۵۶	-۰/۱۹۹	-۰/۲۴۶	-۰/۲۴۴	—	-۰/۱۶۴	-۰/۳۰	۰/۰۰۶*	-۰/۱۷۹*
ابزار دقیق	۰/۰۱۷۳	-۰/۱۰۱	-۰/۰۳۵	-۰/۰۸۲۶	-۰/۰۸۰	۰/۱۶۴	—	-۰/۱۳۶	۰/۱۷۰*	-۰/۰۱۵*
خدمات	۰/۱۵۳	۰/۰۳۴	۰/۱۰۱	۰/۰۵۳	۰/۰۵۶	۰/۳۰	۰/۱۳۶	—	۰/۳۰۶*	۰/۱۲۰*
مکانیک	-۰/۱۵۲*	-۰/۲۷۱*	-۰/۲۰۵*	-۰/۲۵۲*	-۰/۲۵۰*	-۰/۰۰۶*	-۰/۱۷۰*	-۰/۳۰۶*	—	-۰/۱۸۵*
بهره برداری	۰/۰۳۲*	-۰/۰۸۶*	-۰/۰۱۹۶*	-۰/۰۶۷*	-۰/۰۶۴*	۰/۱۷۹*	۰/۰۱۵۳*	-۰/۱۲۰*	۰/۱۸۵*	—



شکل شماره (۳): مهم‌ترین اولویت‌های عوامل زیست محیطی نیروگاه گازی آبادان

— راه‌اندازی واحد با سوخت گاز: برای راه‌اندازی سیستم، توربین فعال شده و هوای قسمت ورودی در داخل کمپرسور فشرده می‌شود. هوای فشرده از کمپرسور به داخل فضای حلقوی اتاق احتراق جریان یافته و در حین عبور از خط با سوخت مخلوط شده و انفجار صورت می‌گیرد. در هنگام روشن شدن مشعل‌ها نباید مقدار زیادی مواد سوختنی و هوا در محفظه احتراق باشد زیرا خطر انفجار در آن وجود دارد. بنابراین در راه‌اندازی واحد با گاز خطر نشت

### وجود اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵

از لحاظ شاخص محیط زیستی در کل نیروگاه، پس از بررسی جداگانه هر واحد و مقایسه کل واحدها در نیروگاه مشخص شد که واحد بهره‌برداری و مکانیک مهم‌ترین واحد است و ریسک‌های راه‌اندازی واحد با سوخت گاز، مخازن سوخت و ایستگاه گاز که به ترتیب اولویت اول تا سوم را در واحد بهره‌برداری به خود اختصاص داده‌اند و ریسک‌های کار بر روی کلاچ سوخت مایع، تعویض فیلترهای گاز و سرویس و روانکاری لوله‌های اسکید گاز که به ترتیب اولویت اول تا سوم را در واحد مکانیک دارند، مهم‌ترین ریسک‌های نیروگاه هستند.

بر اساس شکل شماره (۳) ریسک‌های راه‌اندازی واحد با سوخت گاز با وزن ۰/۸۰۷، مخازن سوخت با وزن ۰/۷۶۰ و تحويل سوخت گاز با وزن ۰/۶۳۰، کار بر روی کلاچ سوخت مایع با وزن ۰/۶۰۳ و تعویض فیلترهای گاز با وزن ۰/۵۸۵ که به ترتیب اولویت اول تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند به علل زیر مهم‌ترین ریسک‌های نیروگاه هستند.

توسط گروه خبرگان این عوامل تعیین و به دلایل زیر تأیید کرده‌اند:

ناخالصی‌ها گرفته شوند و ناخالصی‌ها وارد کمپرسور نشوند. در این نوع فیلتر اگر اختلاف فشار به ۲.۸ برسد فیلتر هشدار می‌دهد و مبین گرفتگی فیلتر است که می‌باید تمیز، و یا تعویض شود. بدیهی است که پیامد آن برای محیط زیست آلودگی تصویری، تولید ضایعات و آلودگی خاک است.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این مطالعه تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی نیروگاه گازی آبادان است. روشهای متنوعی برای ارزیابی ریسک محیط زیستی وجود دارد از جمله این روشها می‌توان به FMEA، William Fine، HAZAN و غیره اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه‌اند. بنابراین نمی‌توان روشی را با اطمینان رد یا تأیید کرد این امر که یک روش در یک صنعت تا چه حد از کارایی برخوردار است به شرایط بسیاری از جمله طراحی، ساختار، نوع فعالیت‌های آن صنعت و شرایط زیست محیطی منطقه مورد مطالعه و و دیگر عوامل محیطی دارد.

مزیت مدل پیشنهادی این تحقیق عبارتند از :

(۱) رویکردی نظام‌مند برای تعیین معیارها و اهداف ارائه می‌دهد.

(۲) عوامل قابل سنجش و غیر قابل سنجش را در تجزیه و تحلیل‌ها شامل می‌شود.

(۳) ارزشگذاری (نمره دهی) قضاوت‌های علمی افراد مختلف تلفیق می‌شود.

(۴) حق تقدم متوسط گروه تصمیم‌گیری استخراج می‌شود.

(۵) استفاده از ابزارهایی برای افزایش دقت و کیفیت اولویت بندی ریسک‌ها ارائه می‌کنند.

(۶) یک روش تصمیم‌گیری قوی و تکنیکی برای اولویت بندی براساس نزدیکی به جواب ایده‌آل است.

(۷) بهره‌گیری از عوامل بیشتر و اهمیت متفاوت بین عوامل اثرگذار.

(۸) دستیابی به نتایج عینی‌تر در تجزیه و تحلیل و رتبه بندی ریسک‌ها.

(۹) امکان اولویت بندی و ارزشیابی عوامل ایجاد مخاطرات از مهم‌ترین علل انتخاب روش TOPSIS در این مطالعه بود.

در ادامه به بررسی شرایط فنی نیروگاه گازی آبادان پرداخته شد و برای انتخاب گزینه‌های ریسک نیروگاه گازی آبادان از روش

وانفجار وجود دارد که پیامد آن نیز آلودگی‌های آب، هوا و خاک و نیز اتلاف منابع است.

**مخازن سوخت:** به طور کلی سوخت به کار رفته در محفظه‌های احتراق گاز طبیعی است و در بعضی مواقع گازوئیل نیز استفاده می‌شود که این سوخت‌ها از طریق لوله‌هایی با فشار معین از مخازن به محفظه احتراق ارسال می‌شود. بنابراین در مخازن سوخت (محل نگهداری سوخت) خطر آتش‌سوزی و انفجار وجود دارد که پیامدهای آن آلودگی آب، خاک و هواست.

**ایستگاه گاز:** در سیکل نیروگاه گازی، تجهیزات اساسی آن، کمپرسور، محفظه احتراق و توربین گازی است در قسمت کمپرسور، فشار هوای ورودی زیاد می‌شود و پس از آن که در ایستگاه گاز کنترل دما و فشار و گرفتن ناخالصی‌های گازورودی بررسی شد وارد محفظه احتراق می‌شود. بنابراین در ایستگاه گاز نشت گاز و اتلاف منابع وجود دارد.

**کار بر روی کلاچ سوخت مایع:** سیستم راه اندازی توربین گازی از پنج وسیله دیزل، مبدل گشتاور، راجت، کلاچ راه انداز و جعبه دنده کمکی تشکیل شده است. برای راه اندازی توربین باید از محرک اولیه‌ای به نام دیزل استفاده کرد. قبل از این که دیزل شروع به کار کند شود، ابتدا فرمانی برای کلاچ راه انداز فرستاده می‌شود تا کلاچ بسته شود. سپس دیزل، آغاز به کار کند و در همین زمان هم روغن به داخل مبدل گشتاور جریان می‌یابد. عمل باز ویسته شدن کلاچ با روغن مشخص می‌شود. دو سیلندر روغن به کلاچ (فک متحرک) متصل است که با تزریق روغن به داخل این دو سیلندر، کلاچ بسته می‌شود.

بسته شدن کلاچ بدین صورت است که با تزریق روغن در دو سیلندر، فنر موجود در آنها فشرده می‌شود و با فشرده شدن فنرها، فک متحرک به فک ثابت متصل می‌شود. کلاچ از نوع آروارهای است و شیب آروارها به گونه‌ای است که فقط فک متحرک قادر به چرخاندن فک ثابت در همان جهت دوران نمی‌تواند فک متحرک را بچرخاند.

بدین ترتیب در صورت بروز اختلال در سیستم، کار بر روی کلاچ سوخت مایع، به منظور تعمیر آن احتمالاً با نشت روغن و ضایعات بلبرینگ‌های معیوب برخورد می‌شوند که پیامدهای همچون آلودگی تصویری و تولید ضایعات را به همراه دارد.

**تعویض فیلترهای گاز:** هوا قبل از ورود به کمپرسور، یا به‌طور کلی قبل از ورود به مولد باید از این فیلتر عبور کند تا

پیشنهادی کنترل و مقابله با مهم‌ترین ریسک‌های نیروگاه گازی آبادان در واحدهای مختلف به صورت جدول ارائه شده است.

**جدول شماره (۸): جدول راهکارهای مدیریتی واحدها مختلف نیروگاه**

ریسک	پیامد	راه کار کنترلی
راه اندازی با سوخت گاز	آلودگی آب، خاک و هوا	ضرورت تدوین دستورالعمل و برنامه پایش و اندازه‌گیری احتراق ۲ مرحله‌ای تزریق آب و بخار
کار بر روی کلاچ سوخت مایع تحویل سوخت	آلودگی خاک و ضایعات	مدیریت پسماند و ضرورت تدوین دستورالعمل رعایت استفاده صحیح از منابع و کاهش اتلاف، آموزش
بازدید از تجهیزات پست تهیه و توزیع غذا	آلودگی خاک و اتلاف منابع	مدیریت پسماند، رعایت استفاده صحیح از منابع و کاهش اتلاف، آموزش
تمیزکاری و سرویس کاری ابزار دقیق	تولید ضایعات	مدیریت پسماند و ضرورت تدوین دستورالعمل
شت‌وشوی فین فن واحدها	آلودگی	مدیریت پسماند و ضرورت تدوین دستورالعمل
بازدید از ترانس‌ها	تحلیل منابع و آلودگی خاک	مدیریت مصرف انرژی، کنترل پساب
	آلودگی تصویری، تولید ضایعات	مدیریت پسماند و جمع آوری روغن

پس از ارائه تمهیدات و راهکارهای پیشگیری، کاهش و کنترل ریسک‌های سو محیط زیستی ناشی از فعالیت واحد بهره‌برداری نیروگاه گازی آبادان، ارائه برنامه‌های مدیریت و پایش محیط زیست مطابق با دستورالعمل‌های ملی و بین‌المللی، برای نظارت دقیق و پایش اصولی عملیات، فرایندها و عملکردها لازم و ضروری است. یکی از اهداف اساسی برنامه‌های مدیریت و پایش، انجام عملیات ممیزی و خودبازرسی برای به حداقل رسانیدن پیامدهای نامطلوب مستقیم، یا غیرمستقیم محیط زیستی طی فعالیت نیروگاه است. بنابراین با توجه به خطرها و ریسک‌های نیروگاه گازی آبادان، مهم‌ترین اهداف برنامه‌های مدیریت و پایش محیط زیستی آن شامل پیشگیری و کنترل آلودگی منابع هوا، آب، خاک و صدای ناشی از فعالیت‌های واحد بهره‌برداری نیروگاه است. بنابراین روش و دوره‌های بازرسی و پایش متناسب با ریسک‌های شناسایی شده واحد بهره‌برداری نیروگاه گازی آبادان شامل برنامه پایش کیفیت آب، پایش کیفیت هوا و صداست.

پرسشنامه دلفی و نظرسنجی خبرگان استفاده و با روش TOPSIS بررسی و اولویت‌بندی شد.

در زمینه محاسبه وزن معیارها از طریق تکنیک بردار ویژه و آنتروپی مبادرت به عمل آمد. بنابراین محاسبه ریسک‌های نیروگاه گازی آبادان و مقایسه کل واحدها از لحاظ محیط زیستی با تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه حاکی از آن است که ریسک‌های راه اندازی واحد با سوخت گاز، مخازن سوخت، ایستگاه گاز و کار بر روی کلاچ سوخت مایع به ترتیب با وزن‌های ۰/۸۰۷، ۰/۷۶۰، ۰/۶۳۰، ۰/۶۰۳ بیشترین ریسک را در بین ریسک‌های نیروگاه گازی آبادان دارا هستند.

بنابراین همان‌طور که ملاحظه می‌شود طبق جدول شماره (۸)، از آنجا که این عوامل پیامدهایی چون آلودگی‌ها (بویژه آلودگی هوا) را به همراه دارند، به عنوان مهم‌ترین عوامل ایجادکننده ریسک نیروگاه تعیین شدند.

Chatzimouratidis نیز در پژوهش خود خروجی‌های غیر رادیواکتیو ناشی از احتراق سوخت (راه اندازی واحد با سوخت) در نیروگاه‌ها را عامل آسیب به سلامت اکوسیستم‌ها و انسان می‌داند. سعیدی نیز عمده آلاینده‌های تولید شده در نیروگاه گازی را ناشی از احتراق سوخت (راه اندازی واحد با سوخت گازی)، نگهداری و انتقال سوخت در این نیروگاه‌ها می‌داند. همچنین موقعیت‌های خطرناک در واحد بهره‌برداری نیروگاه گازی آبادان عبارتند از:

مرحله تولید، انتقال و نگهداری سوخت است که Hirschberg نیز در پژوهش خود مرحله تولید و نگهداری سوخت را علت ریسک‌های بالا می‌داند.

همان‌طور که گفته شد در محاسبه وزن به کمک تکنیک بردار ویژه این نتیجه به دست آمد که به دلیل محاسبه دترمینان که فقط برای ماتریس‌های مربعی (n.n) قابل محاسبه است، تعداد پرسش نامه‌ها باید با تعداد معیارها برابر باشد (ماتریس  $A_{m,n}$  را مربعی می‌نامیم اگر  $m=n$  باشد).

بعد از شناسایی و کمی‌سازی و اولویت‌بندی ریسک‌ها، نیاز به برنامه پاسخ به ریسک است، که راه‌های مقابله با ریسک‌ها را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیان می‌کند. روش‌های متفاوتی برای پاسخ وجود دارند که عبارتند از:

از بین بردن ریسک، تخفیف دادن ریسک، انتقال ریسک و پذیرش ریسک (Azadeh, 2009) در جدول شماره (۸ و ۹)، روش‌های

**جدول شماره (۹): راهکارهای پیشنهادی کنترل ریسک‌های واحد بهره برداری نیروگاه گازی**

ردیف	اهداف کلان	اهداف خرد	مدت زمان اجرا		
			کوتاه مدت (زیر دو سال)	میان مدت (تا ۵ سال)	بلند مدت (بالای ۵ سال)
۱	کاهش آلودگی اب (پساب‌های صنعتی که شامل آلاینده‌های چربی و روغن ناشی از توربین‌ها، زئراتوتورها و ترانسفورماتور هستند و فاضلابهای بهداشتی)	برای دفع در نقطه تخلیه رقیق سازی پساب صورت گیرد برنامه بازافت اب کاربرد سیستم‌های خنک کننده مناسب احداث تصفیه خانه پساب صنعتی برای حذف چربی و روغن پساب بوسیله فرایندهای فیزیکی و شیمیایی در تصفیه‌خانه تصفیه شود کاهش بار آلودگی با ایجاد تغییر در فرایند جمع‌آوری ابهای سطحی کلی نیروگاه	*	*	*
۲	کنترل آلودگی هوا	اندازه‌گیری و ارزیابی عوامل بهبود و اصلاح فرایند کار اصلاح تجهیزات کاهش مواد آلاینده در مبدأ تولید مصرف گاز طبیعی به عنوان سوخت اصلی استفاده از چراغ‌های هشدار دهنده بر روی دودکش‌ها و دکل‌های برق کنترل میزان هوای اضافی در سیستم احتراق به‌کارگیری سیستم تزریق اب در سیستم احتراق در مورد استفاده از گازوئیل به عنوان سوخت استفاده از low NOx multivalent دودکش بلندتر	*	*	*
۳	مدیریت پسماند	کاهش پسماند تولیدی کاهش بار آلودگی ناشی از پسماند برگزاری دوره‌های آموزشی در خصوص صرفه جویی در مصرف منابع و بازیافت آنها	*	*	*

بنابراین با توجه به خطرها و ریسک‌های نیروگاه گازی آبادان، مهم‌ترین اهداف برنامه‌های مدیریت و پایش محیط زیستی آن شامل پیشگیری و کنترل آلودگی منابع هوا، آب، خاک و صدای ناشی از فعالیت‌های واحد بهره‌برداری نیروگاه است. بنابراین روش و دوره‌های بازرسی و پایش متناسب با ریسک‌های شناسایی شده واحد بهره‌برداری نیروگاه گازی آبادان شامل برنامه پایش کیفیت آب، پایش کیفیت هوا و صداست.

اندازه‌گیری‌های کیفیت آب و هوا، در تمامی مکان‌های مورد نیاز، به ترتیب زیر صورت می‌گیرد:  
 الف) برنامه پایش کیفیت آب: این برنامه شامل اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی آب در هر سه ماه یک بار است.  
 ب) برنامه پایش کیفیت هوا: (۱) گازهای آلاینده: خروجی دودکش هر سال دوبار اندازه‌گیری شود. (۲) استاندارد هوای پاک: میزان مواد معلق، گازهای CO، SOX، NOX، CO2 در دودکش دیزل ژنراتور هر سال دوبار پایش شود.

### منابع مورد استفاده

جبل عاملی، م.، و همکاران. ۱۳۸۶. رتبه بندی ریسک پروژه با استفاده از فرایند تصمیم‌گیری چند شاخصه، نشریه دانشکده فنی، جلد ۴۱، شماره ۷، ص ۸۶۳ تا ۸۷۱

حبیبی، ا.، علیزاده، م. ۱۳۸۶. ایمنی کاربردی شاخص‌های عملکرد در صنعت، چاپ دوم، نشر فن آوران، ص ۳۵۷.

طهموریان، ف. ۱۳۸۶. اصول مدیریت زیست محیطی، چاپ اول، نشر فدک ایساتیس، ص ۱۵.

سعیدی، م. و همکاران. ۱۳۸۴. مدیریت زیست محیطی نیروگاهها، چاپ اول، نشر وزارت نیرو- سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، ص ۳۸.

شانه، م. ۱۳۸۷. برنامه‌ریزی و مدیریت کنترل و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی در صنعت فولاد جهت دستیابی به ایمنی، بهداشت و محیط زیست مطلوب (مطالعه موردی: شرکت فولاد کاویان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

محمد فام، ا. ۱۳۸۷. استقرار سیستم HSE در صنعت نفت، کارگاه و چهارمین همایش ملی بحران‌های زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آنها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

هوشمند، ر. ۱۳۸۷. تولید برق در نیروگاهها، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه شهید چمران، ص ۵.

رحمانی، ک. درفش، س. ۱۳۸۴. سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای با رویکرد کاربردی و عملی. چاپ اول، نشر فروزش، ص ۹.

Azadeh, A., I., Mohammad Fam .2009. Integrated M HSEE Management Systems For Industry: A Case Study In Gas Refinery. Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 32, No. 2, pp. xx-xx

Athanasios, I. 2008. Multicriteria Evaluation of Power plant Impact on Living Standard Using the Analytic Hierarchy Process. Journal of Energy Policy, Vol.36, pp. 1074-1089

Cahyani, S. 2003. Risk Management Strategy of Power Generation of PT -Indonesia Power. ISAHP, Vol.7, PP.7-9

Chang Hung, C., L., Hsuan Chen .2009. A Fuzzy TOPSIS Decision Making Model with Entropy Weight under Intuitionistic Fuzzy Environment. Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, Vol. I IMECS, pp.18 – 20

Chatzimouratidis, A., P., Pilavachi .2007. Objective and Subjective Evaluation of Power plants and Their Non-radioactive Emissions Using the Analytic Hierarchy Process, Energy Policy, Vol. 35, PP . 4027–4038

Dagdeviren, M., S., Yavuz, N., Kılınç .2009. Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, Vol.36 , PP.8143–8151.

Dodangeh, J., R., Yusuff, J., Jassbi .2010. Using Topsis Method with Goal Programming for Best selection of Strategic Plans in BSC Model. Journal of American Science, Vol.6(3)

Hirschberg, S., et al .2004. Severe Accidents in the Energy Sector: Comparative Perspective. Journal of Hazardous Materials, Vol .111, PP. 57–65

Kirchsteiger, C. 2007. Carbon Capture and Storage-desirability from a Risk Management Point of View. Safety Science , Vol. 46, PP. 1149–1154

- 
- Mahmoodzadeh,S., et al .2007. Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique. International Journal of Human and Social Sciences, Vol.1:3
- Nikoomaram,H., et al. 2009. Training Performance Evaluation of AdministrationSciences Instructors by Fuzzy MCDM Approach. Contemporary Engineering Sciences, Vol. 2, PP. 559 – 575
- Opricovic,S., G.,Hshiung Tzeng .2004. Compromise Solution by MCDM Methods:A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, vol.156, PP. 445–455
- Onut,S., S.,Soner .2008. Transshipment Site Selection Using the AHP and TOPSIS Approaches Under Fuzzy Environment. Waste Management, Vol.28, PP. 1552–1559
- Sahu.SK., et al .2009. Probabilistic Inhalation Risk Assessment due to Radioactivity Released from Coal-Fired Thermal Power Plant. Energy and Environment, PP. 19-21
- Sachdeva,A., D.,Kumar, P.,Kumar .2009. Multi-factor Failure Mode Critically Analysis Using TOPSIS. Journal of Industrial Engineering International Islamic Azad University, Vol. 5, No. 8, PP. 1-9
- Srdjevic,B., Y.,Medeiros, A.,Faria .2004. An Objective Multi-Criteria Evaluation of Water Management Scenarios. Water Resources Management. Vol.18, PP. 35–54