

## ارزیابی و رتبه‌بندی فعالیت‌های مولد ریسک محیط‌زیستی کارخانه نمک‌زدایی شماره (۱) اهواز با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

محمد سجاد خزامی<sup>۱</sup>

سولماز دشتی<sup>۲\*</sup>

[Soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir](mailto:Soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۱۷

### چکیده

مطالعات ارزیابی ریسک محیط‌زیستی معمولاً از یک روند مشخص مشتمل بر شناسایی مخاطرات احتمالی و پیامدهای ناشی از آن‌ها، تخمین و برآورد ریسک و پیشنهاد روش‌های تقلیل ریسک و پیامدهای ناشی از آن پیروی می‌کند. این مطالعه در سال ۱۳۹۵ با هدف ارزیابی و رتبه‌بندی فعالیت‌های مولد ریسک محیط‌زیستی کارخانه نمک‌زدایی شماره (۱) اهواز در شرکت بهره برداری نفت و گاز کارون و در فاز بهره‌برداری صورت پذیرفت.

در این پژوهش شناسایی ریسک‌های موجود در منطقه بر اساس بازدهی‌های میدانی، مصاحبه با کارشناسان کارخانه و محیط‌زیست، گزارش وضع موجود و روش دلفی صورت گرفت. سپس رتبه‌بندی فعالیت‌های مولد ریسک با استفاده از روش AHP صورت پذیرفت.

بر اساس روش دلفی از ۱۱ فعالیت مولد ریسک شناسایی شده، ۸ مورد به عنوان فعالیت‌های نهایی مشخص شدند که این فعالیت‌ها بیش‌ترین ریسک را در کارخانه ایجاد کرده‌اند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بر اساس روش AHP بالاترین فعالیت مولد ریسک مربوط به نگهداری، انتقال و تزریق مواد شیمیایی به مخازن با وزن ۰/۲۴۴ و کم‌ترین آن مربوط به عملیات زنگ‌زدایی با وزن ۰/۰۶۹ می‌باشد.

نتایج به‌دست آمده حاکی از آن بود که به‌کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌تواند در اولویت‌بندی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مورد ارزیابی، باعث افزایش دقت آن در برآورد سطح نهایی ریسک شود.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی ریسک، محیط‌زیستی، دلفی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، کارخانه نمک‌زدایی (۱)، اهواز.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه محیط‌زیست، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. و دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲- دانشیار گروه محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (نویسنده مسئول)

## Assessment and Ranking of Environmental Risk Generating Activities in Ahvaz Desalination Plant No.1 Using Analytic Hierarchy Process (AHP)

Mohammad Sajad Khazami<sup>1</sup>

Soolmaz Dashti<sup>\*2</sup>

[soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir](mailto:soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir)

### Abstract

Environmental risk assessment studies are usually followed a specific process, including the identification of risks and the consequences of them, estimation and risk assessment, and suggested techniques to reduce the risk and its consequences. This study was carried out in 2016 to evaluate and ranking the environmental risk generating activities for desalination plant No.1 of Ahvaz in Karoon Oil and gas co-operation and in exploitation phase.

In this study, identification of risks in the region based on field visits, interviews with factory and environmental experts, status report and Delphi method were performed. Then, the ranking of risk generating activities was done using AHP method.

According to the Delphi method from 11 productive activity risks identified and 8 activities were identified as the final activities that these activities have generated the most risks in the plant. The data analysis according to the AHP method showed that the highest risk generating activities was the maintenance, transfer and injection of chemicals into reservoirs with the weight 0.244 and lowest risk related to rust operation with the weight 0.069.

The final results showed that the application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) can be use in prioritization the criteria and sub-criteria and increases its accuracy in estimating the ultimate level of risk.

**Keywords:** Environmental, Risk Assessment, Delphi, Analytical Hierarchy Process, Desalination Plant No.1, Ahvaz.

---

1- M.Sc. Department of Environment, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. and M.Sc. Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2- Associate Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. (Corresponding author)

## زمینه و هدف

مدیریت زیست‌محیطی نگرشی است که ورای مدیریت منابع طبیعی عمل کرده و شامل: محیط‌های سیاسی، اجتماعی، طبیعی و اقتصادی می‌شود و به مسائل ارزشی، با یک مکانیزم توزیع برابر، بین کلیه اشخاص، نسل‌ها و مناطق جغرافیایی می‌پردازد و آن دسته از فعالیت‌های بشر را که تأثیر بارزی بر محیط‌زیست دارند را به گونه‌ای کنترل می‌کند، که با استفاده بهینه از محیط‌زیست حداقل نیازهای اولیه بشری به صورت پایدار محقق شود. در واقع نوعی محدودسازی و قانونمند نمودن فعالیت‌های اقتصادی ناسازگار برای محیط‌زیست در چارچوبی قابل قبول بشمار می‌رود (۱). ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، یک ابزار مهم در مدیریت محیط‌زیست به منظور کاهش مخاطرات پروژه‌ها و دستیابی به توسعه پایدار به‌شمار می‌رود که امروزه در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های اکثر کشورهای جهان مورد توجه قرار می‌گیرد (۲). ارزیابی ریسک زیست‌محیطی<sup>۱</sup> یکی از حوزه‌های فرعی فعالیت ارزیابی ریسک و سنجش ریسک‌های مربوط به محیط-زیست می‌باشد که بر اثر فعالیت‌های صنعتی و یا دیگر طرح‌های عمرانی انجام می‌گیرد و در پی تعیین و مشخص نمودن ریسک-های مربوط به موجودات زنده غیر انسانی اکوسیستم‌ها می‌باشد (۳). یکی از ویژگی‌های بسیار مهم این روش کمی کردن میزان ریسک است، که عینیت و شفافیت آشکاری را در ارزیابی اثرات فراهم می‌آورد (۴). توجه به این نکته ضروری است که ارزیابی ریسک بر روی عوامل استرس‌زایی که به سبب فعالیت‌های انسانی بروز و تحت تأثیر آن می‌باشد تمرکز دارد. اما باید پدیده‌های طبیعی نیز که سبب القا استرس می‌شوند، در فرآیند ارزیابی ریسک گنجانده شوند (۵). پس می‌توان بیان داشت که ارزیابی ریسک زیست‌محیطی فرایندی است که خطرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی و بلایای طبیعی و سطح مناسبی از اقدامات مدیریتی متناسب با ریسک جهت کاهش خطرات و اثرات

سوء آن‌ها تا رسیدن به سطح قابل قبولی از ریسک را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (۶). که نسبت به دیگر روش‌های ارزیابی اثرات زیست‌محیطی دارای سه ویژگی متفاوت است. این ویژگی‌ها عبارتند از

- ✓ تاکید بر تعیین کمیت‌های مهم با منافع بالقوه و آشکار
  - ✓ رفع تردیدها به صورت شفاف
  - ✓ کمی نمودن تغییرات اثرات در طی زمان‌های مختلف که از وضعیت موجود تا اجرای عملیات، تداوم خواهد داشت (۱).
- هدف از ERA برآورد عوارض جانبی ریسک بر روی جوامع گونه‌ها در شرایطی که به طور بالقوه در معرض آلاینده‌ها و مواد دیگر می‌باشد. هم‌چنین می‌تواند جهت الویت‌بندی آلاینده‌ها و یا مکان‌ها برای اهداف تنظیمی جهت توسعه دستورالعمل‌های کیفیت زیست‌محیطی استفاده شود (۷). ارزیابی ریسک زیست‌محیطی بیشتر در جهت وفق دادن و تطبیق اهداف اجتماعی و واقعیات علمی می‌باشد. به دلیل پیچیدگی و عدم اطمینانی که در ارزیابی ریسک اکولوژیکی وجود دارد ERA راهنمایی‌هایی که چارچوب اساسی برای سازماندهی و تجبیه و تحلیل داده‌ها، اطلاعات، مفروضات و عدم قطعیت برای ارزیابی احتمال عوارض جانبی زیست‌محیطی می‌باشد، ارائه داده است (۸). مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدل‌هایی هستند که در دو دهه اخیر، در امر تصمیم‌گیری مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند. این تکنیک‌ها و مدل‌ها، در تصمیم‌گیری‌های پیچیده، هنگامی که معیارهای متعدد و گاه متضاد وجود دارند، کاربرد بسیار گسترده‌ای پیدا می‌کنند (۹).
- بررسی سابقه استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که این روش به تنهایی، یا توأم با روش‌های دیگر برای ارزیابی ریسک در مورد مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (۱۰). AHP یک روش ساختاری برای تعیین کمیت و مقایسه عناصر به صورت مقایسات زوجی را فراهم می‌کند (۹). این تکنیک به طور گسترده جهت انتخاب تصمیم بهینه و هم

و بررسی قرار دادند (۱۸). رودستی در سال ۱۳۹۳، ارزیابی ریسک زیست‌محیطی فعالیت‌های مجتمع شماره ۲ شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون اهواز با روش‌های مختلف که یکی از آن‌ها AHP است، مورد بررسی قرار داده است (۱۹). شیرالی‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۲، کاربرد روش تلفیقی EFMEA و AHP در ارزیابی ریسک زیست‌محیطی (مطالعه موردی: واحد آب و بخار مجتمع پتروشیمی در جنوب ایران) به انجام رسانده است (۲۰). لطفی در سال ۱۳۹۱ پژوهشی تحت عنوان ارزیابی ریسک زیست-محیطی طرح پتروشیمی نفت فاز دوم عسلویه با تأکید بر آلودگی‌های هوا و پساب، انجام داده است. وی پس از شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌ها برای اولویت‌بندی محیط پذیرنده ریسک از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Expert Choice بهره گرفته است (۲۱). با توجه به اهمیت کارخانه‌های نمک‌زدایی شماره ۱ کارون که شیرین‌سازی نفت نمکی آسماری و بنگستان تولید شده در واحد بهره‌برداری شماره یک اهواز است و خطرات طبیعی و انسانی این مکان سعی در انجام این تحقیق با هدف ارایه الگوی ارزیابی ریسک‌زیست‌محیطی با بهره‌گیری از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در این کارخانه‌ی شده است.

### روش بررسی

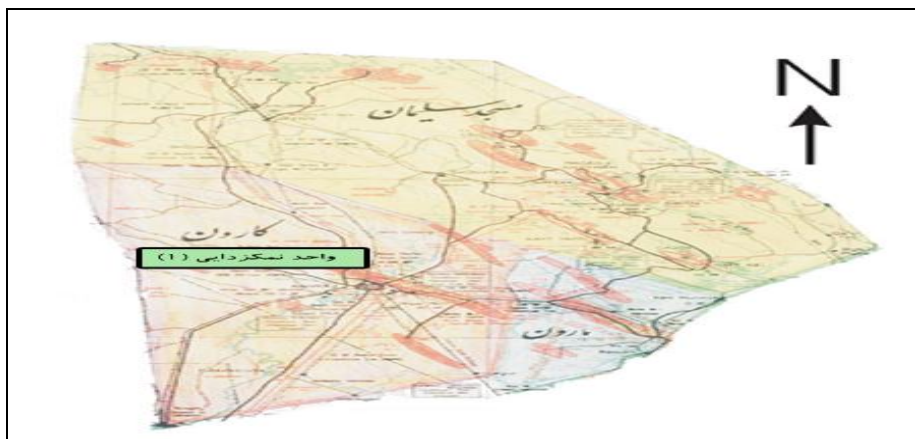
#### محدوده‌ی جغرافیای مورد مطالعه

کارخانه نمک‌زدایی شماره (۱) در سال ۱۳۵۶ در ۳۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان اهواز در منطقه‌ای به نام کریت کمپ اهواز ساخته شده است و با مساحت ۲/۲۵ کیلومتر مربع با طول ۱/۵ کیلومتر و عرض ۱/۵ کیلومتر راه‌اندازی گردید و با ۲۳ پرسنل مشغول به فعالیت می‌باشد هم‌چنین این واحد روزانه ۴۰ هزار بشکه پساب را جهت تزریق به ۶ حلقه چاه دفع پساب ارسال می‌نماید. ظرفیت فعلی واحد نمک‌زدایی شماره یک اهواز ۱۰۰ هزار بشکه نفت آسماری و ۶۴ هزار بشکه نفت بنگستان می‌باشد که جمعاً ۱۶۴ هزار بشکه نفت نمکی آسماری و بنگستان روزانه در این واحد نمک‌زدایی می‌شود (۲۲) و پس از فرآیند شیرین‌سازی به واحد بهره‌برداری شماره یک اهواز منتقل می‌گردد. شکل ۱

چنین رتبه‌بندی عوامل به‌کاربرده می‌شود، از دلایل به‌کارگیری این مدل نسبت به مدل‌های دیگر را می‌توان، توان مدل در کمی کردن شاخص‌های کیفی و استفاده از آمار و ارقام از نظرهای جمعی و مشارکتی دانست (۱۱ و ۱۲). مروری بر ادبیات و سابقه‌ی بهره‌گیری از روش به کار گرفته شده در این تحقیق نشان می‌دهد که در بعد جهانی، پروژه‌های زیادی در قالب ارزیابی ریسک با استفاده از AHP به انجام رسیده است که از آن جمله می‌توان به تحقیق Guerrero-Liquet و همکاران (۲۰۱۶) اشاره کرد که در جمهوری دومینیک از روش‌های تصمیم‌گیری برای ارزیابی ریسک منابع تجدیدپذیر استفاده کردند. که طبقه‌بندی و اولویت‌بندی خطرات از طریق فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام گردید (۱۲). Li و همکاران (۲۰۱۶) در چین ارزیابی ریسک میادین گازی با روش AHP و TOPSIS به انجام رساندند. در این پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتبی برای تجزیه و تحلیل استفاده کردند (۱۳). ارزیابی ریسک زیست‌محیطی با استفاده از AHP در صنایع پتروشیمی توسط Manabi و Salahshou در سال ۲۰۱۳ به انجام رسید. نتایج نشان داد که کمپرسور گاز، امکانات جانبی، مخازن ذخیره و ایستگاه پمپاژ، به ترتیب، در بالاترین سطح خطر به گفته کارشناسان بود (۱۴). Jozi و Irankhahi (۲۰۱۰) ارزیابی ریسک زیست‌محیطی خطوط انتقال گاز با استفاده از روش AHP در تسوج آذربایجان شرقی به انجام رساندند. نتایج بیانگر این مطلب بود که بخش قابل توجهی از مسیر خط لوله با سطح خطر بالا مواجه است (۱۵). ایگیور در سال ۲۰۰۹، ارزیابی ریسک زیست‌محیطی کارخانه نمک‌زدایی شرکت نفت شل در مرحله ساخت را با سه روش TOPSIS، AHP و DEA در نیجریه به انجام رساندند (۱۶). سُلیمان و همکارانش در سال ۲۰۰۶ مطالعه‌ای در رابطه با تصمیم‌گیری در مورد ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی عملیات نفت و گاز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را انجام دادند (۱۷). هم‌چنین رضاییان و همکاران ۱۳۹۴ ارزیابی ریسک محیط‌زیستی پروژه‌های انتقال گاز را با روش AHP مورد تحقیق

منطقه نفتی کارون اهواز نشان می‌دهد (۲۳).

کارخانه مورد مطالعه (نمک‌زدایی نفت شماره ۱ کارون) را در



شکل ۱- موقعیت کارخانه نمک‌زدایی شماره ۱ اهواز، شرکت بهره برداری نفت و گاز کارون

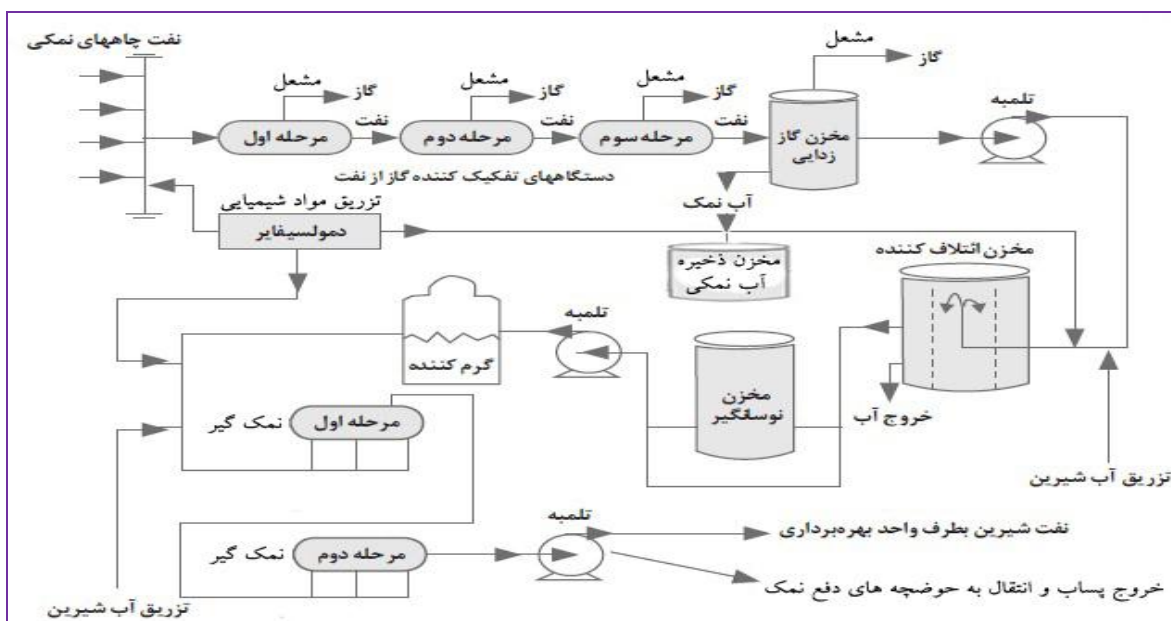
**Figure 1- Location of Ahvaz Desalination Plant No.1 Karoon  
Oil and Gas Exploitation Company**

#### عملیات کارخانه نمک‌زدایی نفت

ساختمان خاصی که این مخزن دارد مقدار دیگری از امولسیون‌ها از نفت جدا می‌شود و بصورت قطرات آب ته‌نشین و به صورت خودکار تخلیه می‌شود نفت خروجی از بالای مخزن وارد مخزن نوسان‌گیر می‌شود، این مخزن علاوه بر اینکه کار ذخیره نفت را انجام می‌دهد نوسان فشار نفت را خنثی می‌کند و پس از آن نفت بوسیله تلمبه تقویت کننده وارد گرم کننده‌ها می‌شود. در اثر گرم شدن غلظت نفت کاهش می‌یابد و این عمل باعث تضعیف دیواره خارجی دور امولسیون موجود در نفت می‌شود و نفت بعد از گرم شدن به قسمت ورودی ائتلاف کننده‌های الکتریکی می‌رسد که در اینجا هم مقداری آب شیرین و ماده شیمیایی (دمولسی فایر) به آن تزریق می‌شود و به در این قسمت بوسیله روش الکتریکی (۲۱۰۰۰ الی ۱۷۰۰۰ ولت) آخرین ذرات پراکنده در نفت ته‌نشین شده و بطور خودکار تخلیه می‌شود. نفت بدون نمک از بالای دستگاه نمک‌گیر الکتریکی خارج و به کارخانه بهره‌برداری ارسال می‌شود. شکل ۲ مراحل فوق را به خوبی نشان می‌دهد (۲۴).

عملیات نمک‌زدایی یکی از عملیات مهم در صنعت نفت برای بالا بردن کیفیت نفت است. وقتی که نفت تولید شده از کارخانه بهره‌برداری وارد کارخانه نمک‌زدایی شد ماده شیمیایی تضعیف کننده امولسیون (دمولسی فایر) در نفت تزریق می‌کنند. پس از اینکه نفت از گاز جدا شد وارد مخزن گاززدایی شده و آخرین مرحله جداسازی گاز از نفت صورت می‌گیرد. چون حجم این مخزن زیاد است و نفت در آن به مدت زیادی ساکن میماند قطرات امولسیون موجود در نفت ته‌نشین می‌شوند که می‌بایست وقتی که سطح آن بالا آمد مرتباً آن را تخلیه کرد. اگر این مخزن وجود نداشته باشد از دستگاه تفکیک سه قسمتی استفاده می‌شود (۲۴).

در مرحله بعد فشار نفت خروجی بوسیله تلمبه تقویت کننده از مخزن گاززدایی به مخزن ائتلاف کننده نمک‌زدایی فرستاده می‌شود که در واقع از اینجا کار اصلی واحد نمک‌زدایی آغاز می‌شود، نفت ارسال شده وارد مخزن ائتلاف کننده می‌گردد در قسمت ورودی این مخزن مقداری آب شیرین تزریق می‌شود و به دلیل



شکل ۲- فرایند عملیات نمک زدایی نفت

Figure 2- Oil Desalination Operations Process

نظر ارسال و از اعضاء خواسته شد تا به هر معیار از ۱ تا ۵ نمره‌ای اختصاص دهند در مرحله بعد پرسشنامه‌ها جمع‌آوری شده و معیارهایی که میانگین نمره نظرات آن‌ها کمتر از ۳ بودند، حذف می‌شوند (۲۹). امروزه روش‌های ارزیابی چندمعیاره کاربرد وسیعی در بسیاری از علوم پیدا کرده‌اند. از بین این روش‌ها، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش‌هایی است که بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سامانه‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، چرا که این روش امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و هم‌چنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد و گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد (۳۰). در فاز دوم این پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. ساعتی معتقد است تعداد ۱۰ نفر از خبرگان برای مطالعات مبتنی بر مقایسه زوجی کافی است. هم‌چنین ریزا و وازیلیس با اشاره به این نکته که تعداد خبرگان به عنوان مصاحبه شونده نباید زیاد باشد و به-

در صدر برنامه‌ریزی هر مطالعه یا تحقیقی این موضوع مهم است که حجم چقدر باید باشد. انتخاب نمونه بزرگتر از حد نیاز موجب اتلاف منابع می‌شود و انتخاب نمونه‌های خیلی کوچک منتج به نتایجی غیرقابل اتکا می‌شود (۲۵). در پژوهش حاضر جامعه آماری عبارتند از کارشناسان نفت، متخصصان، اساتید و کارشناسان محیط‌زیست استان خوزستان، شهرستان اهواز می‌باشند. یکی از روش‌های کسب دانش گروهی مورد استفاده، تکنیک دلفی است (۲۶)، که فرایندی دارای ساختار برای پیش‌بینی و کمک به تصمیم‌گیری در طی راندهای پیمایشی، جمع‌آوری اطلاعات و در نهایت، اجماع گروهی است (۲۷). در فاز اول این پژوهش برای شناسایی و غربال معیارهای اصلی انتخاب پروژه از تکنیک دلفی استفاده شده است. هوگارت معتقد است ۶ - ۱۵ عضو برای تکنیک دلفی ایده‌آل است و به زعم کلیتون اگر از ترکیبی از خبرگان با تخصص‌های گوناگون استفاده شود بین ۵ تا ۱۰ عضو کافی است (۲۸). در این مطالعه از گروهی متشکل از ۲۰ نفر استفاده شد. در این قسمت نخست به هریک از اعضاء گروه به‌طور جداگانه پرسشنامه‌ای شامل معیارهای مورد

در گام اول مساله و هدف تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که باهم در ارتباط هستند، در درخت سلسله مراتب ارائه می‌شود. در این پژوهش هدف ارائه الگوی ارزیابی ریسک زیست‌محیطی است. در سطح دوم «معیارها» ذکر می‌شود. با توجه به تنوع شاخص‌ها به لحاظ ماهیت کمی و کیفی و گسستگی و پیوستگی ابتدا باید شاخص‌ها را وزن‌دهی و به مقیاس رتبه‌ای نسبتاً یکسانی طبقه‌بندی نمود و با افزایش یا کاهش امتیازات و رتبه‌ها امکان دستیابی به اهداف فراهم می‌شود (۳۲). در این پژوهش هم پس از تعیین معیار پرسشنامه‌های AHP توزیع گردید. بعد از اعمال نظر کارشناسان در مورد معیارها و زیر معیارها و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها امتیاز نهایی و ضریب ناسازگاری به وسیله نرم‌افزار Expert Choice 11 محاسبه گردید. در صورتی که نرخ ناسازگاری کوچک‌تر، یا مساوی ۰/۱ باشد،  $(IR \leq 0/1)$ ، در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد می‌توان کار را ادامه داد؛ در غیر این صورت، تصمیم‌گیرنده باید در مقایسات زوجی تجدید نظر کند (۳۰). در جدول ۱ نحوه امتیازدهی به معیارها جهت مقایسات زوجی ارائه شده است.

طور کلی ۵ الی ۱۵ نفر را پیشنهاد می‌کنند. در نتیجه تعداد ۲۰ نفر از خبرگان به عنوان نمونه مورد بررسی در این پژوهش استفاده گردید. این پرسشنامه در تعیین وزن‌های نسبی متغیرها دارای نوعی روایی منطقی و محتوایی می‌باشد (۳۱). پرسشنامه‌ی اولیه بر مبنای مطالعه‌ی مقالات ارزیابی ریسک کارخانجات نفت و گزارش‌های نظارت و بازرسی و ارزیابی اثرات کارخانه نمک‌زدایی نفت شماره (۱) کارون اهواز تنظیم شد. سپس استانداردسازی یا اعتبارسنجی (روایی) پرسشنامه‌ها از نظر موارد پرسش با مشورت متخصصان ارزیابی ریسک و اثرات محیط‌زیستی در زمینه کارخانه نمک‌زدایی نفت و از نظر شکل پرسشنامه و تنظیم دامنه‌ی پاسخ‌دهی و تعداد پرسشنامه با مشورت یک متخصص علم آمار و روش تحقیق صورت گرفت.

AHP بر اساس سه اصل زیر استوار است:

- ✓ اصل ترسیم درخت سلسله مراتبی
- ✓ اصل تدوین و تعیین اولویت‌ها
- ✓ اصل سازگاری منطقی قضاوت‌ها

#### جدول ۱- نحوه امتیازدهی مقایسات زوجی (۲۹)

Table 1- Scoring the paired comparisons

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجع یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجع یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت با مطلوبیت یکسان
۸، ۶، ۴، ۲	ترجیحات بین فواصل

## یافته‌ها

## فعالیت‌های مولد ریسک زیست‌محیطی در کارخانه نمک

## زردایی

در این پژوهش ابتدا به بررسی فعالیت‌های مولد ریسک کارخانه نمک‌زدایی شماره (۱) کارون اهواز با روش دلفی پرداخته شده

است. برای شناسایی مهم‌ترین فعالیت‌های مولد ریسک از نظرات کارشناسان و خبرگان بهره گرفته شده است و در نهایت از محاسبه میانگین دیدگاه خبرگان برای تأیید فعالیت‌های مولد ریسک استفاده شده است. نتایج دیدگاه خبرگان در زمینه فعالیت‌های مورد نظر در جدول (۲) ارائه شده است.

## جدول ۲- بررسی دیدگاه خبرگان در مورد میزان اهمیت هر یک از فعالیت‌های مولد ریسک

Table 2- Study of expert opinion about the importance of each risk generating activities

نتیجه	میانگین	جمع امتیازات	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	فعالیت‌های مولد ریسک کارخانه نمک‌زدایی	
			۱	۲	۳	۴	۵		
پذیرش	۴,۱	۸۲	۱	۱	۳	۵	۱۰	انتقال نفت نمکی از واحد بهره‌برداری به واحد نمک‌زدایی	۱
رد	۲,۷۵	۵۵	۵	۵	۴	۲	۴	مرحله تزریق آب شیرین به مخازن نفت	۲
پذیرش	۳,۷۵	۷۵	۲	۲	۳	۵	۸	انتقال آب مازاد از مخزن نمک‌گیر (مرحله یک) به جداکننده ثقلی (نمک‌گیر مرحله دو)	۳
پذیرش	۳,۵۵	۷۱	۴	۲	۲	۸	۵	عملیات تلمبه‌ها و پمپ‌های تقویت کننده کارخانه	۴
رد	۲,۶۵	۵۳	۶	۴	۴	۳	۳	عملیات مخازن نوسان‌گیر	۵
پذیرش	۳,۳۵	۶۷	۴	۲	۳	۵	۶	هدایت گاز به مشعل‌ها	۶
پذیرش	۳,۰۵	۶۱	۷	۱	۲	۴	۶	زنگ‌زدایی (سند بلاست)	۷
پذیرش	۳,۸۵	۷۷	۱	۲	۴	۵	۸	انتقال آب مازاد از گاززدایی بهره‌برداری به مخازن آب نمکی	۸
رد	۲,۲۵	۴۵	۱۰	۲	۳	۳	۲	عملیات گرم کننده‌ها (کوره‌ها)	۹
پذیرش	۴,۳۵	۸۷	۱	۱	۱	۵	۱۲	نگهداری، انتقال و تزریق مواد شیمیایی به مخازن	۱۰
پذیرش	۳,۱۵	۶۳	۶	۲	۲	۳	۷	انتقال پساب به حوضچه‌های تبخیر (حوضچه-های دفع نمک)	۱۱

## وزن‌دهی و الویت‌بندی فعالیت‌های مولد ریسک با استفاده از تکنیک AHP

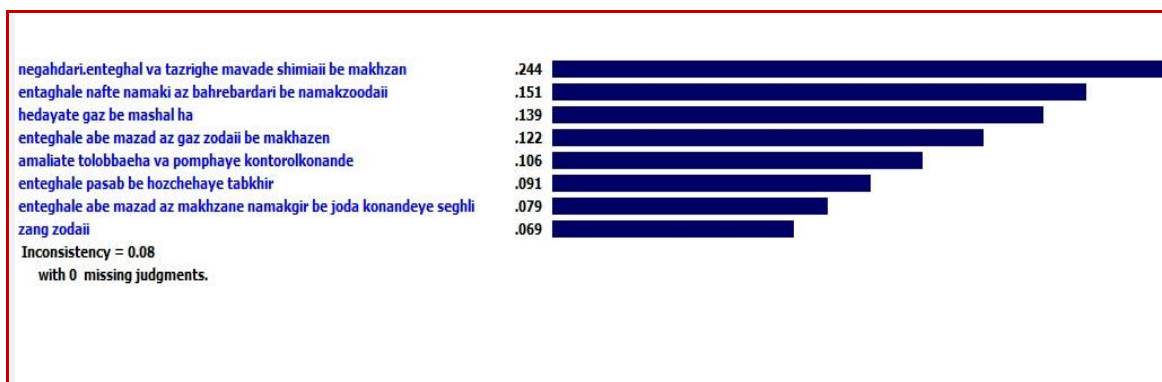
پرسشنامه دلفی توسط متخصصان و کارشناسان کارخانه مورد بررسی قرار گرفتند که ۳ مورد از این فعالیت‌ها میانگین زیر ۳ را

در گام قبلی فعالیت‌های مولد ریسک محدوده کارخانه شناسایی شدند که شامل ۱۱ فعالیت بودند، سپس این فعالیت‌ها در



تکنیک AHP یک تکنیک رتبه‌بندی است و رتبه‌بندی در این تکنیک بر اساس مقایسات زوجی صورت می‌گیرد. پس از انجام مقایسات زوجی توسط کارشناسان نتایج وارد نرم‌افزار Expert Choice شد (شکل ۳).

کسب کردند و حذف شدند و ۸ مورد به‌عنوان فعالیت‌های نهایی مولد ریسک مشخص شدند. در این مرحله ریسک‌های نهایی محدوده مطالعاتی با استفاده از پرسشنامه AHP به صورت جداول مقایسات زوجی توسط کارشناسان با هم مقایسه شدند. در واقع



شکل ۳- تعیین اولویت نهایی فعالیت‌های مولد ریسک با تکنیک AHP

Figure 3- Determine the final priority risk generating activities using AHP technique

اولویت سوم قرار دارد. زنگ‌زدایی (سند بلاست) با وزن ۰/۰۶۹ از کم‌ترین وزن (اولویت هشتم) برخوردار است. در جدول ۳ درصد ریسک هر فعالیت آرایه شده است.

نتایج بیان داشت که نگهداری، انتقال و تزریق مواد شیمیایی به مخازن با وزن ۰/۲۴۴ از بیش‌ترین اولویت برخوردار است. انتقال نفت نمکی از واحد بهره‌برداری به نمک‌زدایی با وزن ۰/۱۵۱ در اولویت دوم و فعالیت هدایت گاز به مشعل‌ها با وزن ۰/۱۳۹ در

جدول ۳- درصد ریسک هر فعالیت

Table 3- Present of risk of each activity

درصد ریسک	فعالیت	ردیف
۰/۲۴	نگهداری، انتقال و تزریق مواد شیمیایی به مخازن	۱
۰/۱۵	انتقال نفت نمکی از واحد بهره‌برداری به واحد نمک‌زدایی	۲
۰/۱۴	هدایت گاز به مشعل‌ها	۳
۰/۱۲	انتقال آب مازاد از گاززدایی بهره‌برداری به مخازن ذخیره آب نمکی	۴
۰/۱۱	عملیات تلمبه‌ها و پمپ‌های تقویت کننده	۵
۰/۹	انتقال پساب به حوضچه‌های تبخیر (حوضچه‌های دفع نمک)	۶
۰/۸	انتقال آب مازاد از مخزن نمک‌گیر (مرحله یک) به جدا کننده تقلی (نمک‌گیر مرحله دو)	۷
۰/۷	زنگ‌زدایی (سند بلاست)	۸

همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۸ به دست آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد، بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

### بحث و نتیجه‌گیری

امروزه نفت به‌عنوان کالایی کاربردی و جهانی، نقش مؤثری را در اقتصاد جهانی ایفا می‌کند که به علت گستردگی و تنوع مسائل مطرح در صنایع نفت می‌توان تأثیرگذاری آن را در اقتصاد ملی و توسعه صنعتی مد نظر قرار داد. پس بهره‌برداری بهینه از منابع نفت لازمه مدیریت و توسعه پایدار می‌باشد این امر در خصوص ایران که جزء کشورهای نفتی مهم جهان است دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. رشد روزافزون جمعیت، افزایش تقاضای نفت از سوی کشورهای خارجی، خودکفایی در حیطه صنعت نفت و اهمیت بهره‌برداری از منابع نفت را نمایان می‌سازد. در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع نفت علاوه بر در نظر گرفتن وجوه اقتصادی و فنی، لازم است به مسائل اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و سایر دیدگاه‌های منطقه‌ای و استانی نیز توجه نمود (۳۳).

استان خوزستان به دلیل خصوصیت زمین‌شناسی خود دارای میادین عظیم نفت و گاز است، شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون بزرگ‌ترین شرکت تولیدی تابعه شرکت ملی مناطق نفت-خیز جنوب با توان تولیدی بیش از یک میلیون بشکه نفت در روز است. شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون مسئولیت سرپرستی و هدایت واحدهای بهره‌برداری، واحد نمک‌زدایی، ایستگاه تقویت فشار گاز آسماری و بنگستان، کارخانه گاز و گاز مایع، واحد تلمبه خانه تقویت فشار نفت و غیره را عهده‌دار می‌باشد که در نوع خود مسئولیتی بزرگ و برای تامین نفت کشورمان حیاتی است (۳۴). واحدها نمک‌زدایی در سیکل فرآوری خود، نمک موجود در نفت را جدا کرده و پساب‌های به دست آمده را به چاه‌های دفنی و نفت نمک‌زدایی شده را به مقصد بعدی ارسال می‌کنند. شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون در حال حاضر دارای چهار کارخانه

نمک‌زدایی می‌باشد که نفت‌های نمکی آسماری و بنگستان را نمک‌زدایی می‌کنند (۲۲). یکی از مشکلات منابع نفتی در ایران نمکی شدن چاه‌های نفت است، که به دلایل مختلف این امر به وجود آمده است و در حال حاضر نیز تعداد قابل توجهی از چاه‌ها نمکی می‌باشند. از این رو وجود کارخانه‌های نمک‌زدایی نفت ضروری و غیرقابل اجتناب می‌باشد. چالشی که در زمینه‌ی تولیدات نفتی وجود دارد، از یک سو نیاز روز افزون مصرف-کنندگان انرژی در جهان و از سوی دیگر لزوم کاستن از اثرات زیست‌محیطی ناشی از عملیات نفت و گاز (اکتشاف، تولید، بهره‌برداری، نمک‌زدایی و غیره) است (۲۴) برای کاستن از اثرات زیست‌محیطی ناشی از عملیات نفت و گاز باید میزان خطرات و ریسک‌های ایجاد شده در این صنعت را شناسایی کرد و با ارائه راه‌حل‌های مناسب سبب کاهش آثار تخریب وارده به محیط‌زیست شد. ارزیابی ریسک امروزه در کشورهای توسعه یافته به جهت گستره زیاد آن، به‌عنوان یک ابزار سیاست‌گذاری و طرح‌ریزی و هم‌چنین به عنوان مبنایی برای تمام اقدامات مدیریتی در زمینه محیط‌زیست محسوب می‌گردد (۳۵). هدف از این پژوهش تشریح نحوه شناسایی جنبه‌های زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های اجرایی پروژه و محصولات حاصل از اجرای پروژه به‌منظور ارزیابی، الویت‌بندی، تعیین جنبه‌های بارز زیست‌محیطی، تعیین اقدامات کنترلی جهت حذف و یا کاهش اثرات بر محیط‌زیست و هم‌چنین ثبت، نگهداری و بروزآوری اطلاعات مربوط به این جنبه‌ها در راستای بهبود مستمر عملکرد نظام مدیریت زیست‌محیطی می‌باشد. از این رو به منظور رسیدن به این هدف ارزیابی ریسک زیست‌محیطی کارخانه نمک‌زدایی نفت کارون (اهواز یک)، براساس تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از نظر گروهی از خبرگان به شناسایی مهم‌ترین معیارهای پژوهش با استفاده از تکنیک دلفی و محاسبه میانگین دیدگاه خبرگان پرداخته شد، که برای تعیین اولویت شاخص‌های و تجزیه و تحلیل تحقیق حاضر

و پیش‌گیرانه و برنامه‌های روزانه و ماهیانه جهت حصول اطمینان از عملکرد صحیح مخازن و دستگاه‌ها، انجام نمونه‌گیری‌های استاندارد جهت حصول اطمینان از عدم نشت و سرریز نفت و آب نمک از تجهیزات، سرکشی و بازرسی به موقع از تجهیزات، نصب اخطار دهنده‌هایی که در صورت بروز هر گونه اشکالی در سیستم، ورودی مخازن را قطع نموده و از آلودگی جلوگیری نماید و کنترل دوره‌ای خطوط لوله، کنترل دوره‌ای خطوط لوله، کاهش فاصله لوله حاوی آب نمک تا چاه تزریق ایجاد گردد.

به‌طور کلی برای محافظت از دستگاه‌های کارخانه‌ی نمک‌زدایی و جلوگیری از مواد داخلی مخازن و لوله‌های انتقال مایعات از حفاظ‌های همراه یا نشت‌بند استفاده می‌شود (۳۷). فرسودگی یا خرابی نشت‌بند‌های پمپ و تلمبه به همراه پوسیدگی و سوراخ شدگی لوله‌های انتقال سبب ایجاد دو ریسک می‌شود که نگهداری، انتقال و تزریق مواد شیمیایی به مخازن با درصد ریسک ۲۴٪ بیش‌ترین میزان ریسک را در این واحد به خود اختصاص داده است، که سبب تخریب خاک منطقه، تأثیر نامطلوب بر پوشش گیاهی، کاهش کیفیت خاک منطقه، آلودگی آب زیرزمینی به وسیله نفت و نمک و کاهش کیفیت آن، از بین رفتن موجودات خاکی، آلودگی هوای تنفسی منطقه، احتمال اسیدی شدن باران منطقه، در معرض مواد شیمیایی قرار گرفتن کارمندان و بروز بیماری‌ها تنفسی، قلبی و اعصاب، سوزش چشم، بینی، گلو، کاهش دید، خطر آتش‌سوزی و انفجار، پسماند صنعتی و غیرصنعتی، تولید مواد زائد می‌شود. اقدامات اصلاحی این ریسک که بزرگ‌ترین درصد ریسک را در کارخانه‌ی نمک‌زدایی شماره (۱) به خود اختصاص داده شامل بررسی مستمر از تأسیسات توسط گروه عملیات بهره‌برداری جهت حصول اطمینان از عملکرد صحیح تجهیزات و ادوات کنترلی جهت اقدام سریع و به موقع، تعبیه اخطار دهنده‌هایی که در صورت بروز هر گونه اشکالی در سیستم ورودی مخازن را قطع نموده و از آلودگی جلوگیری نماید، صدور دستور کار لازم و پیگیری آن توسط اپراتور ارشد، کنترل دوره‌ای دستگاه‌ها و انجام نمونه‌گیری‌های استاندارد جهت حصول

از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP استفاده شده است. خطوط لوله به عنوان یکی از وجه‌های موثر کاربردی و اقتصادی برای انتقال مواد خطرناک و قابل اشتعال از قبیل گازهای طبیعی، نفت خام و مشتقات آن که از طریق خط انتقال راه یا راه‌آهن قابل انتقال نمی‌باشند، به‌نظر می‌رسد. در اکثر کشورها سیستم خطوط لوله در حال بسط دادن و افزایش مصرف گاز و نفت می‌باشند و به‌طور ثابت نیازمند به این مواد و تسهیلات بهره‌برداری ایمن می‌باشند. هم‌چنین اقتضای مواد احتراق‌پذیر منفجر شونده‌گی و پخش‌شوندگی به‌صورت طبیعی می‌باشد. در خطوط لوله انتقال به علت پخش گاز یا نفت طبیعی به وسیله شکست یا نشت آن تحت عنوان یک موضع خطر، امکان انفجار، آتش و نشت مواد شیمیایی خطرناک را به‌وجود می‌آورد (۳۶). از این‌رو بررسی عوامل که سبب ایجاد این ریسک می‌شود بسیار ضروری است. در کارخانه‌ی نمک‌زدایی شماره (۱) چهار ریسک شناسایی شده به علت خوردگی و پوسیدگی لوله خطوط انتقال یا مخزن نگهداری ایجاد می‌شوند. یکی دیگر از ریسک‌هایی که به علت پوسیدگی و سوراخی لوله انتقال و مخزن ایجاد می‌شود، انتقال آب مازاد از گاززدایی بهره‌برداری به مخازن ذخیره آب نمکی است که با درصد ریسک ۱۲٪ در اولویت ۴ قرار دارد. انتقال آب‌مازاد از مخزن نمک‌گیر (مرحله یک) به جداکننده ثقلی (نمک‌گیر مرحله دو) سومین ریسکی است و انتقال پساب به حوضچه‌های تبخیر (حوضچه‌های دفع نمک) که به علت نقص فنی در خطوط انتقال لوله و مخزن ایجاد می‌شود، بروز این ریسک‌ها سبب نشت مواد نفتی از تجهیزات به خاک، تخریب خاک منطقه، تأثیر نامطلوب بر پوشش گیاهی، کاهش کیفیت خاک منطقه، آلودگی آب زیرزمینی به وسیله نفت و نمک و کاهش کیفیت آن، از بین رفتن موجودات خاکی و در زمینه‌ی ریسک انتقال آب‌مازاد از مخزن نمک‌گیر (مرحله یک) به جداکننده ثقلی (نمک‌گیر مرحله دو) علاوه بر موارد گفته شده سبب آتش‌سوزی و انفجار هم می‌شود برای جلوگیری از بروز این ریسک‌ها بررسی مستمر و دقیق از سیستم‌های کنترلی گروه‌های تعمیراتی و انجام اقدامات اصلاحی

اطمینان از عدم نشت و سرریز نفت از تجهیزات می‌باشد. عملیات تلمبه‌ها و پمپ‌های تقویت‌کننده چهارمین ریسک که با ۱۱٪ درصد ریسک به علت فرسودگی یا خرابی نشت‌بند‌های پمپ و تلمبه به‌همراه پوسیدگی و سوراخ شدگی لوله‌های انتقال ایجاد شده است، که این ریسک نیز سبب بروز آلودگی صوتی، آلودگی آب زیرزمینی، آلودگی خاک، آلودگی هوا می‌شود. که با نتایج تحقیق ارزیابی ریسک زیست‌محیطی کارخانه نمک‌زدایی شرکت نفت شل مبتنی بر ایجاد جراحت و تلفات، آلودگی صوتی، آلودگی هوا ناشی از ریسک‌ها است هماهنگ می‌باشد (۱۶).

خاموش شدن یا خرابی مشعل سبب انتشار آلاینده‌های ناشی از سوخت، آلودگی هوای تنفس، تیره شدن هوای منطقه، احتمال اسیدی شدن باران منطقه، بروز بیماری‌های تنفسی، قلبی و ریوی و غیره در انسان که خود این امر، عامل بروز ریسک هدایت گاز به مشعل‌ها می‌شود که با درصد ریسک ۱۴٪ در جزء بالاترین ریسک‌های این کارخانه به‌حساب می‌آید. برای جلوگیری و یا کاهش این ریسک باید تجهیزات و ادوات مناسب و استاندارد انتخاب و نصب شوند، اقدام سریع جهت جلوگیری از نشت گاز توسط واحد تعمیرات صورت گیرد، نصب سنسورهای نشت‌یاب حساس به مواد گازی باید انجام پذیرد.

کم‌ترین ریسک هم با درصد ریسک ۷٪ زنگ‌زدایی (سند بلاست) است. وجود این نقص سبب ورود براده‌های ریز و درشت آهن و رنگ و روغن به محیط می‌شود که برای کاهش آثار در محیط-زیست باید جمع‌آوری ضایعات و تمیز نمودن سطح زمین باید انجام بگیرد. ملتجی (۱۳۹۳)، ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی، ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در پروژه احداث کارخانه نمک‌زدایی ۱ اهواز را به انجام رساند و آلودگی خام ناشی از پاشش مواد شیمیایی و آلودگی ناشی از پاشش مواد سوختنی جزوه ریسک-های این پژوهش محسوب می‌شد (۳۸).

به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که آنچه نفت و گاز به‌همراه خود می‌آورد فقط توسعه و پیشرفت نیست بلکه واکنش‌های شیمیایی که از تجزیه مواد در چرخه فرآورش این دو عنصر حیاتی زندگی

بشر امروز، صورت می‌گیرد هم است، که ما به دلیل اهمیت زیاد ریسک‌ها در کارخانه نمک‌زدایی و آثار جبران‌ناپذیر بر محیط-زیست و جوامع انسانی در این پژوهش به بررسی و ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی این کارخانه پرداختیم. نتایج نشان داد که بیش‌ترین علل به‌وجود آورنده ریسک‌ها در این پژوهش پوسیدگی و سوراخی لوله‌های انتقال و مخازن بوده است، که علت این امر را می‌توان تحریم‌های وارده شده بر ایران و توان کم تعویض این تجهیزات است. از دیگر دلایل کاهش نیروی کار آمد و پیگیری نکردن بازدیدها به صورت استاندارد است. با توجه به نتایج این پژوهش که با نتایج پژوهش‌های العامر (۲۰۱۰)، که ارزیابی ریسک زیست‌محیطی کارخانه نمک‌زدایی نفت الاحمدی در کویت را بررسی کرد مطابقت دارد (۳۹). هم‌چنین می‌توان بیان داشت با آسیب‌های وارد کارخانه نمک‌زدایی بر محیط‌زیست جایگاه خطر این کارخانه بسیار بالا بوده است که مطابق با پژوهش رودشتی (۱۳۹۳) مبتنی بر قرارگیری کارخانه نمک-زدایی در اولویت دوم ریسک‌پذیری فعالیت‌های مجتمع شماره ۲ شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون اهواز مطابق است (۱۹) که ریسک‌های این کارخانه در محیط بیولوژیکی، ریسک از بین رفتن حیات‌وحش با توجه ۲۰ گونه زنده که در این مکان زندگی می‌کنند بالاترین رتبه و امتیاز را دارد و در محیط اقتصادی اجتماعی فرهنگی، ریسک به مخاطره انداختن سلامت عمومی مردم بیش-ترین اثر را دارد که با پژوهش پنیلا در سال (۲۰۰۵) مطابقت دارد (۴۰).

#### پیشنهاد‌های اجرایی

- ✓ تدوین خط و مشی‌های آتی توسعه در منطقه براساس توانایی‌های محیطی منطقه
- ✓ تدوین و اجرای استانداردها و دستورالعمل‌های حفاظت و ایمنی در کارخانه‌های نمک‌زدایی
- ✓ اجرای دوره‌های آموزشی، ایمنی و بهداشت عمومی برای کلیه پرسنل مستقر در کارخانه‌های نمک‌زدایی

- in Risk Assessment, CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 285–313.
- 7- Shea, D., 2010. Chapter 27: ecological risk assessment. In: Hodgson E, editor. A textbook of modern toxicology. 4th ed., Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- ۸- سرور، رحیم، یحیی‌پور، ایرج، «مکانیابی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی براساس مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و منطق بولین، مطالعه موردی: منطقه ۱۵ شهرداری تهران»، ۱۳۹۳، شهر، دوره ۲۳، شماره ۹۰.
- 9- Eldin, N, Eldrandaly, K. A, 2004. A computer- Aided system for site selection of major capital investments, 1 ASCAAD International conference, e-Design in Architecture, Dhahran, Saudi ARABIA
- ۱۰- قالیباف، محمدباقر، شعبانی‌فرد، محمد، «ارزیابی و اولویت‌بندی جاذبه‌های گردشگری برای توسعه گردشگری شهری بر اساس مدل‌های تصمیم‌گیری چند متغیره، مطالعه موردی: شهر سنندج»، ۱۳۹۰، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶، شماره دوم.
- 11- Tsaour, SH-H, Yu-Ch, L, JO-H, L., 2005. "Evaluating ecotourism sustainability from the integrated perspective of resource, community and tourism, tourism Management, P 14.
- 12- Guerrero-Liquet, G.C., Sánchez-Lozano, G.M., García-Cascales, M.S., Teresa Lamata, M., Luis Verdegay, J., 2016. Decision-Making for Risk Management in Sustainable Renewable Energy Facilities: A Case Study in the Dominican Republic, Sustainability, 8, 455; doi:10.3390
- 13- Li, H., Sun, R., Lee, W.J., Dong, K., Guo, R., 2016. Assessing Risk in
- ✓ جلوگیری از تخلیه غیر بهداشتی پساب کارخانه‌های نمک-زدایی به زمین.
- ✓ ساماندهی و جمع‌آوری پسماندهای صنعتی و غیر صنعتی در محدوده کارخانه نمک‌زدایی
- ✓ استفاده از روش‌های ویژه تصفیه برای کاهش آلودگی پارامترهای مهم
- ✓ نظارت مستمر از لحاظ نقص‌های فنی
- منابع
- ۱- منوری، مسعود، «ارزیابی اثرات زیست‌محیطی»، چاپ نخست، ۱۳۸۴، نشر میترا، ۴۶۲ ص.
- ۲- جوزی، سیدعلی، المیر، مریم، «ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد پلرود در مرحله ساختمانی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)»، ۱۳۹۰، مجله زمین، دوره ۶، شماره ۲۱.
- ۳- منوری، مسعود، دامنگیر، عباسعلی، اسدی، عبدالمجید، «ارزیابی ریسک اکولوژیک»، چاپ اول، ۱۳۹۰، نشر میترا، ۳۵۰ ص.
- 4- Damian Shea, Waverly Thorsen, 2012. Ecological Risk Assessment, Department of Biology, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, Progress in Molecular Biology and Translational Science, Volume 112, ISSN 1877-1173
- 5- Wu, K., Zhang, L., 2014. Progress in the Development of Environmental Risk Assessment as a Tool for the Decision-Making Process, Journal of Service Science and Management, 7, 131-143.
- 6- Solomon, K.R., Takacs, P., 2001. Probabilistic risk assessment using species sensitivity distributions, In: Postuma, L., Traas, T., Suter, G.W. (Eds.), Species Sensitivity Distributions

- ایران»، ۱۳۹۲، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، تهران.
- ۲۱- لطفی، ا. «ارزیابی ریسک زیست‌محیطی طرح پتروشیمی فاز دوم عسلویه»، ۱۳۹۱، فصلنامه ارزیابی صنایع، شماره ۱ و ۲.
- ۲۲- حجت، م. «تمک‌زدایی شرکت ملی نفت ایران»، ۱۳۸۵، چاپ اول. مرکز آموزش فنون اهواز، ۱۷۲ ص.
- ۲۳- سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۹۲.
- ۲۴- شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران (a). دستورالعمل شناسایی و ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، ۱۳۸۸.
- ۲۵- پورفلاح، سهیل، «ارزیابی ریسک بر عملکرد سیستم‌های مدیریت ایمنی و محیط‌زیست»، ۱۳۸۴. اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE. بی‌جا، ص ۶-۱.
- ۲۶- ایمانی‌جاجرودی، حسین، «آشنایی با روش دلفی و کاربرد آن در تصمیم‌گیری»، فصل‌نامه مدیریت و برنامه‌ریزی شهری (هنر و معماری)، ۱۳۷۹، سال ۱، شماره ۱.
- 27- Kennedy, H.P., 2004. Enhancing Delphi research: methods and results, *J Adv Nurs*; 45(5): 504-11.
- 28- Somerville, J.A., 2008. Effective use of the Delphi process in research: Its characteristics, strengths and limitations.
- ۲۹- آذر، عادل، معماریانی، عزیزالله، «AHP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی»، ۱۳۸۹، مجله دانش مدیریت، شماره ۲۷ و ۲۸.
- ۳۰- قدسی‌پور، حسین. «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)»، چاپ پنجم، ۱۳۸۵، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۷۱ ص.
- Chinese Shale Gas Investments Abroad: Modelling and Policy Recommendations, Sustainability, 8, 708; doi:10.3390/su8080708
- 14- Manabi, R., Salahshou, J., 2013. Risk Assessment Using AHP in a Petrochemical Engineering Case Study, *International Journal of Risk and Contingency Management Archive Volume 2 Issue 2*, pp. 42-57.
- 15- Jozi, S.A., Irankhahi, M., 2010. Environmental Risk Assessment of Gas pipelines by Using of AHP Combined Method, *Journal of Environmental Studies*, Vol. 36, No. 53
- 16- Igbore, R., 2009. Environmental risk assessment desalination plant, Shell Oil in Nigeria, *Conference on Risk Management in Oil 25*, pp. 198-212.
- 17- Solmon, T., Sadiq, K., 2006. Risk-based environmental decision making using Fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP), *Stochastic Research and risk Assessment*. pp. 35-50.
- ۱۸- رضاییان، سحر، جوزی، سیدعلی، ایران‌خواهی، مهدی، «ارزیابی ریسک محیط‌زیستی پروژه‌های انتقال گاز، مطالعه موردی: خط لوله ۲۴ اینچ تسوج- سلماس»، ۱۳۹۴، فصلنامه علوم محیطی، دوره ۱۳، شماره ۲.
- ۱۹- رودشتی، سیده پریسا، «ارزیابی ریسک زیست‌محیطی فعالیت‌های مجتمع شماره ۲ شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون اهواز»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین. دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۱۳۹۳، ۱۵۴ صفحه.
- ۲۰- شیرالی‌زاده، اعظم، جعفرزاده، نعمت‌الله، ورشوساز، کتابیون. «ارزیابی ریسک زیست‌محیطی (مطالعه موردی: واحد آب و بخار مجتمع پتروشیمی در جنوب

- ۳۶- ایزدی، علی، چاوشیان، سیدعلی، «ارزیابی کمی و کیفی ریسک‌های خطوط لوله انتقال نفت ایران، مطالعه موردی: شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران»، ۱۳۹۴، فصل‌نامه تخصصی علمی ترویج، شماره ۵۲.
- 37- WWW.afaghkimia.com
- ۳۸- ملتجی، علی، «ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در پروژه احداث کارخانه نمک‌زدایی اهواز»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین. دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۱۳۹۳، ۱۴۱ صفحه.
- 39- Alamer, M., 2010. Environmental risk assessment of oil desalination plant in Kuwait. Document management and risk assessment of oil companies in Kuwait, 24: 4-15.
- 40- Penyla, A., 2005. Environmental risk assessment of oil company Agip in Ecuador, Ecuador's Oil and Gas Journal, 35: 121-142.
- ۳۱- خاکی، غلامرضا، «روش تحقیق با رویکرد به پایان‌نامه نویسی»، چاپ اول: تهران، مرکز تحقیقات علمی کشور، ۱۳۷۸، کانون فرهنگی انتشاراتی درایت، ۱۷۴ ص.
- ۳۲- فرجی‌سبکبار، حسنعلی، «مکان‌یابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله-مراتبی AHP، مطالعه موردی: بخش طرقله شهرستان مشهد»، ۱۳۸۴، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۱.
- ۳۳- محنت‌فر، یوسف، خاکپور، حسین، ارزیابی میزان صادرات غیر نفتی و اثر آن بر رشد اقتصادی در ایران: یک تحلیل تجربی (۱۳۸۳-۱۳۵۵)، ۱۳۸۴، ماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۵۱ تا ۵۲.
- ۳۴- مکنونی، م، عملیات نمک‌زدایی. چاپ اول. ۱۳۸۴، انتشارات آموزش عملیات بهره‌برداری نفت اهواز، ۱۵۴ ص.
- ۳۵- طیبیان، موجهر، «ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی در استرالیا»، چاپ اول. ۱۳۸۵، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۲۹ ص.