

## ارزیابی ریسک زیست محیطی شرکت پتروشیمی ایلام با استفاده از روش های ANP و TOPSIS در سال ۱۳۹۵

زهرا جوهری<sup>۱</sup>، مهرداد چراغی<sup>۱\*</sup>، سهیل سبحان اردکانی<sup>۱</sup>

(۱) گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۹

### چکیده

**مقدمه:** هدف اصلی صنایع پتروشیمی تولید فرآورده های پتروشیمی و شیمیایی و فرآورده های فرعی از نفت و مشتقات نفتی و گاز طبیعی است که با توجه به فعالیت ها و فرآیندهایی که در آن صورت می گیرد دارای پتانسیل ایجاد آثار سوء بر محیط زیست می باشند. در این پژوهش سعی بر این شده است که با استفاده از روش های ANP و TOPSIS، ریسک های زیست محیطی شرکت پتروشیمی ایلام ارزیابی شود و با پیشنهاد اقدامات مدیریتی مناسب جهت کاهش اثرات ریسک ها از بروز حوادث متعدد در فرآیندها جلوگیری به عمل آید.

**مواد و روش ها:** در ابتدا خطرات بالقوه و ریسک های موجود در مجتمع پتروشیمی ایلام، از طریق بازدید میدانی و به کمک مصاحبه با کارشناسان فنی پروژه، شناسایی شد و در قالب پرسش نامه هایی توسط ۲۰ نفر از کارشناسان شرکت پتروشیمی و اداره کل حفاظت محیط زیست تکمیل گردید که باعث مشخص شدن ریسک های شاخص شد و در محیط های فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی تفکیک گردید. در ادامه با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه ای (ANP) و آنالیزهای انجام شده به وسیله نرم افزار Super Decision، وزن های مرتبط با شاخص ها مشخص شد. سپس وزن های به دست آمده برای ریسک های شناسایی شده توسط روش TOPSIS اولویت بندی شد و ریسک های بحرانی مشخص گردید. در ادامه راهکارهایی در جهت کنترل و حذف ریسک ها پیشنهاد شد.

**یافته های پژوهش:** بر اساس آنالیزهای انجام شده در محیط فیزیکوشیمیایی، ریسک آلودگی هوا با میزان ۰/۹۷۲، در محیط بیولوژیکی ریسک کاهش کیفیت آب منطقه با میزان ۰/۸۸۳ و در محیط اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی ریسک به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه با میزان ۰/۶۷۹ بالاترین امتیاز ریسک را کسب کرده اند.

**بحث و نتیجه گیری:** نتایج نشان داد که مهم ترین ریسک های پتروشیمی مورد مطالعه، آلودگی هوا، کاهش کیفیت آب و به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه است. بنا بر این به منظور کاهش یا حذف خطرات و عوامل به وجود آورنده ریسک های محیط زیستی پیشنهاد می شود دوره های بازرسی و پایش، متناسب با ریسک های شناسایی شده، جزء مهم ترین اهداف برنامه های مدیریتی قرار گیرد.

**واژه های کلیدی:** ارزیابی ریسک، روش ANP، روش TOPSIS، شرکت پتروشیمی ایلام

\* نویسنده مسئول: گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، ایران

Email: cheraghi\_md@yahoo.com

Copyright © 2018 Journal of Ilam University of Medical Science. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution international 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits copy and redistribute the material, in any medium or format, provided the original work is properly cited.

## مقدمه

امروزه نقش کلیدی صنعت پتروشیمی در توسعه اقتصادی کشورهای مختلف جهان بر کسی پوشیده نیست و نیاز روزافزون جوامع بشری به محصولات تولیدی آن، رشد فن آوری و صنعت، کشت و کاربرد ده ها هزار نوع ماده شیمیایی با خواص مختلف فیزیکی، شیمیایی و فیزیولوژیکی مختلف موجب آلودگی هوای شهرها و محیط های کاری گردیده است. این صنعت علی رغم دستاوردهای مثبتی که برای بشریت به ارمغان آورده است سبب تولید آلاینده های گازی، آئروسولی و پساب های صنعتی در مقیاس وسیعی می شوند که به طور مستقیم و غیر مستقیم می تواند اثرات مخربی بر محیط زیست و زندگی انسان داشته باشد (۱). این موضوع در کنار دیگر نگرانی های محیط زیستی مانند گرم شدن زمین، تخریب لایه ازن، آلودگی آب ها و انقراض نسل جانوران به مهم ترین دغدغه جهانی تبدیل شده است (۲) به همین دلیل ارزیابی ریسک در این صنعت اهمیت خاصی پیدا کرده است (۳). با توجه به این که ایران جزء کشورهای نفت خیز می باشد و روند توسعه پتروشیمی ها در سال های اخیر شدت گرفته است و از سویی هم صنایع نفت و گاز خصوصاً صنایع پتروشیمی جزء صنایع آلوده کننده محیط زیست هستند و انواع آلاینده ها را که بعضاً بسیار خطرناک هستند را وارد آب، هوا و خاک می کنند، برای رسیدن به توسعه پایدار نیازمند بذل توجه بیشتر و انجام تحقیقات گسترده تر در زمینه محیط زیست می باشد. حفاظت از محیط زیست یکی از راهبردی ترین ابزار تجارت مدرن است. محیط زیست سالم بستری برای شکوفایی و تولید پایدار بوده و بی اعتنائی به محیط زیست و منابع ارزشمندی که به رایگان برای نسل بشر به ارمغان گذاشته، ضربه های جبران ناپذیری بر زمین، کره خاکی و تمام موجودات زنده وارد خواهد کرد. در جهانی که هم اکنون به سوی صنعتی شدن هر چه بیشتر گام بر می دارد، سالم زیستن در دنیای علم و تکنولوژی از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۴). ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای ارزیابی کمی و کیفی خطرات و بررسی پیامدهای بالقوه ناشی از حوادث احتمالی بر

روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط است. در حقیقت از این طریق میزان کارآمدی روش های کنترلی موجود، شناسایی شده و داده های با ارزشی برای تصمیم گیری در زمینه کاهش ریسک، خطرات، بهسازی سیستم های کنترل و برنامه ریزی برای واکنش به آن ها فراهم می شود (۵). ارزیابی ریسک زیست محیطی گامی فراتر از ارزیابی ریسک بوده و در آن علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیط زیست منطقه تحت اثر، میزان حساسیت محیط زیست متاثر و هم چنین ارزش های خاص محیط زیستی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک در نظر گرفته می شود (۶). بدون یک سیستم ارزیابی که مخاطرات را بر اساس پتانسیل خطر آن ها رتبه بندی می کند، ممکن است زمان و منابع سازمان بر روی مواردی که ریسک پایین دارند معطوف شده و از مواردی که خیلی مهم هستند غافل گردند (۷). امروزه استفاده از روش های ارزیابی ریسک در صنایع مختلف رو به گسترش است که این روش ها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایب مختلفی می باشند و هر یک از صنایع بسته به نیاز خود از تکنیک های مذکور استفاده می نمایند (۸). روش های ANP و TOPSIS از پر کاربردترین روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) می باشند. استفاده از مدل ANP در ارزیابی اثرات محیط زیست پروژه های گوناگون در بین مدل های تصمیم گیری چند معیاره یک مدل کامل تری است و با رفع بسیاری از مشکلات و کاهش هزینه های سایر روش های ارزیابی می تواند روش مفیدی باشد (۹). روش TOPSIS یک روش تصمیم گیری قوی و تکنیکی برای اولویت بندی ریسک ها بر اساس نزدیکی به جواب ایده آل است، عوامل قابل سنجش و غیر قابل سنجش را در تجزیه و تحلیل ها شامل می شود و نتایج به دنیای واقعی نزدیک تر است (۱۰). هدف از این پژوهش شناسایی و ارزیابی ریسک های محیط زیستی شرکت پتروشیمی ایلام با استفاده از روش های ANP و TOPSIS و در نهایت ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش ریسک های محیط زیستی مجتمع می باشد.

## مواد و روش ها

مجتمع پتروشیمی ایلام در زمینی به وسعت ۱۲۲ هکتار در نزدیکی بخش چوار با موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۰۲۰ متر می‌باشد و به فاصله ۱۸ کیلومتری شمال غربی شهرستان ایلام واقع گردیده است. مجتمع

پتروشیمی ایلام شامل یک واحد الیفین با تولید اتیلن، پروپیلن، بنزینیپروپیلن، برش های چهار کربنه و سوخت مایع به ترتب با ظرفیت ۴۵۰، ۱۲۰، ۱۴۰، ۸۵ و ۹/۵ هزار تن در سال می باشد. کل محصول اتیلن تولید شده مجتمع به عنوان خوراک واحد پلی اتیلن جهت تولید پلی اتیلن سنگین به مصرف می رسد(شکل شماره ۱).



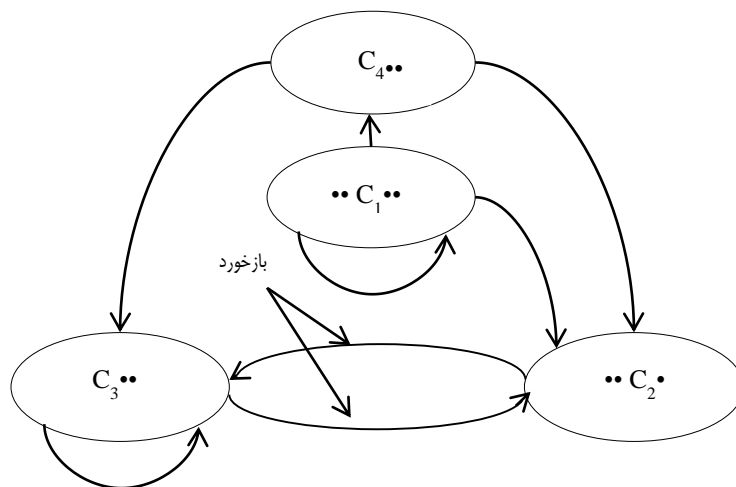
شکل شماره ۱. تصویر ماهواره ای مجتمع پتروشیمی ایلام

ارزیابی ریسک کلیه فعالیت های سایت مورد مطالعه با هدف مدیریت کاهش مخاطرات انجام پذیرفت. جهت تعیین ریسک ها، بازدید میدانی از مجتمع پتروشیمی ایلام برای شناسایی فعالیت ها و ریسک های ناشی از آن ها که منجر به ایجاد خطر می شوند، صورت گرفت. پس از مشاوره با کارشناسان فنی و واحد HSE مجتمع، بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از انواع فعالیت ها و فرآیندهای موجود، بیشترین ریسک های موجود شناسایی شدند و در قالب پرسش نامه در اختیار ۲۰ نفر از متخصصین محیط زیست، ایمنی و بهداشت محیط و پرسنل شاغل در پتروشیمی قرار گرفت و درجه اهمیت آن ها مشخص گردید. در مرحله بعد برای تعیین ریسک های شاخص، در قالب پرسش نامه ای دیگر، مجدداً در اختیار کارشناسان و متخصصان خبره قرار گرفت. سپس در سه محیط فیزیکیوشیمیایی، بیولوژیکی-اکولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی- فرهنگی تفکیک گردید. سپس با استفاده از روش ANP و نرم افزار مخصوص آن به نام

Super Decision معیارها و زیر معیارها وزن دهی شد و احتمال وقوع ریسک های محیط زیستی به دست آمد. تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای روش جدیدی در تصمیم گیری چند معیاره است که برای اولویت بندی عوامل یا معیارها قابل استفاده است. این تکنیک در واقع شکل عمومی تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) با در نظر داشتن وابستگی بین عناصر سلسله مراتبی است(۱۱). روش تحلیل شبکه ای یک قالب کلی را ایجاد کرده و در آن به وابستگی بین عناصر بالاتر به پایین و وابستگی عناصر بین خودشان تأکید می کند. علت موفقیت این روش، همبستگی بسیار نتایج با دنیای واقعی است. نرم افزار Super Decision توسط ساعتی و همکاران برای پشتیبانی از روش ANP ارائه شده است. این بسته نرم افزاری قادر به ساخت مدل های تصمیم به همراه وابستگی ها و بازخوردها است(۹). فرآیند تحلیل شبکه ای دربردارنده وابستگی و بازخورد است، چنین پدیده هایی در چارچوب یک سلسله مراتبی قابل

درونی و وابستگی بیرونی وجود دارد، که به خوبی در شکل شماره ۲ نمایان می باشد. همان طور که در شکل مشاهده می شود، کمانی که از مولفه  $C_4$  به  $C_2$  می رود بیانگر وابستگی بیرونی عناصر در  $C_2$  بر عناصر در  $C_4$ ، با توجه به یک ویژگی مشترک است و وجود یک حلقه در یک مولفه مانند  $C_1$ ، نشان دهنده وابستگی درونی عناصر آن مولفه با توجه به یک ویژگی مشترک است (۱۲).

بررسی نیستند اما با استفاده از یک شبکه دارای اولویت ها می توانیم این کار را انجام دهیم. گزینه ها (همانند یک سلسله مراتبی) تنها به معیارها بستگی ندارند بلکه ممکن است به یکدیگر هم وابستگی داشته باشند، به این ترتیب بازخورد اولویت های حاصل از قضاوت ها را بهبود می بخشد و پیش بینی را نیز دقیق تر می کند. شبکه های بازخورد دارای مولفه هایی می باشد که بین عناصر آن ها وابستگی



شکل شماره ۲. شبکه بازخوردی با مولفه های دارای وابستگی درونی و بیرونی در میان عناصرشان

گزینه ها می شود (۹). اخیراً TOPSIS به طور موفقیت آمیزی در زمینه های مدیریت منابع انسانی، تصمیمات تجاری، حمل و نقل، طراحی محصول، تولید، انتخاب تامین کننده، کنترل کیفیت و تعیین محل، مورد استفاده قرار گرفته است (۱۳). نرم افزار TOPSIS قادر است با دریافت اطلاعاتی چون معیارها، وزن معیارها، نوع معیارها (مثبت یا منفی)، گزینه ها و داده های ماتریس تصمیم گیری، تمام مراحل را به منظور افزایش دقت و جلوگیری از بروز خطا، به صورت خودکار انجام دهد و در خروجی تحلیل ضریب نزدیکی گزینه ها را محاسبه کند و اولویت بندی نماید و به صورت نمودار گرافیکی نمایش دهد (۱۴). در این پژوهش ضریب اهمیت هر یک از معیارهای اصلی با استفاده از تکنیک میانگین هندسی و نرمال سازی محاسبه شد و اولویت بندی صورت گرفت.

پس از تعیین وزن هر ریسک در روش ANP، وزن های به دست آمده وارد نرم افزار TOPSIS شد تا اولویت بندی در سه محیط ذکر شده صورت گیرد. تکنیک TOPSIS بر اساس این مفهوم ایجاد شده است که گزینه های مناسب گزینه هایی هستند که حداقل فاصله را نسبت به راه حل ایده آل مثبت که بهترین حالت ممکن است و دورترین فاصله را نسبت به راه حل ایده آل منفی که بدترین حالت ممکن است، داشته باشند برای حل مسئله با این روش ابتدا اقدام به کمی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس می شود سپس با به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون، راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی تعیین می شود در ادامه میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل های مثبت و منفی محاسبه می گردد و در نهایت اقدام به تعیین نزدیکی نسبی و رتبه بندی

## یافته های پژوهش

پس از انجام مقایسه زوجی برای زیر معیارهای محیط فیزیکوشیمیایی مجتمع پتروشیمی ایلام، نتایج حاصل از خروجی نرم افزار Super Decision به دست آمد (جدول شماره ۱). همان طور که جدول شماره

۱ نشان می دهد آلودگی هوا و کاهش کیفیت هوای منطقه با وزن نرمال ۰/۴۵۳۴، بالاترین میزان احتمال وقوع را داشته است و ریسک باران اسیدی با وزن نرمال ۰/۰۶۳۹ کمترین احتمال وقوع را کسب کرده است.

جدول شماره ۱. نتایج حاصل از مقایسه زوجی ریسک های محیط فیزیکوشیمیایی پتروشیمی ایلام

در فضای نرم افزار Super Decision در سال ۱۳۹۵

رتبه	وزن	زیر معیارها
۱	۰/۴۵۳۵	آلودگی هوا و کاهش کیفیت هوای منطقه
۲	۰/۲۳۵	آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی
۳	۰/۱۴۷۶	آلودگی خاک و افزایش فلزات سنگین
۴	۰/۰۹۹۶	آلودگی صوتی
۵	۰/۰۶۳۹	باران اسیدی

جدول شماره ۲ خروجی محیط بیولوژیکی از نرم افزار Super Decision را نشان می دهد که در این قسمت، ریسک کاهش کیفیت آب منطقه با وزن نرمال ۰/۳۹۷۸، بالاترین احتمال

وقوع را به خود اختصاص داده است. پایین ترین احتمال وقوع مربوط به ریسک تخریب اکوسیستم منطقه با وزن نرمال ۰/۱۸۹۲ می باشد.

جدول شماره ۲. نتایج حاصل از مقایسه زوجی ریسک های محیط بیولوژیکی پتروشیمی ایلام

در فضای نرم افزار Super Decision در سال ۱۳۹۵

رتبه	وزن	زیر معیارها
۴	۰/۱۸۹۲	تخریب اکوسیستم منطقه
۱	۰/۳۹۷۸	کاهش کیفیت آب منطقه
۳	۰/۱۹۴	از بین رفتن تراکم پوشش گیاهی
۲	۰/۲۱۸۸	آسیب به بستر رودخانه به دلیل رسوب مواد شیمیایی

پس از انجام مقایسه زوجی، در خروجی محیط اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی از نرم افزار Super Decision در جدول شماره ۳ آمده است، بالاترین احتمال وقوع را، ریسک به خطر افتادن

سلامت عمومی منطقه با وزن نرمال ۰/۳۱۸۳ و پایین ترین احتمال وقوع را مهاجرت و بیکاری افراد بومی با وزن نرمال ۰/۰۸۹۳، به خود اختصاص داده اند.

جدول شماره ۳. نتایج حاصل از مقایسه زوجی ریسک های محیط اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی پتروشیمی ایلام

در فضای نرم افزار Super Decision در سال ۱۳۹۵

رتبه	وزن	زیر معیارها
۳	۰/۱۵۶۴	تغییر کاربری اراضی
۵	۰/۰۸۹۳	مهاجرت و بیکاری افراد بومی
۲	۰/۲۶۹۱	عدم آشنایی کارکنان به محیط زیست منطقه
۱	۰/۳۱۸۳	به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه
۴	۰/۱۰۷۶	کاهش کیفیت زمین های کشاورزی اطراف منطقه

در خروجی محیط فیزیکوشیمیایی از نرم افزار TOPSIS در جدول شماره ۴ آمده است. ریسک آلودگی هوا و کاهش کیفیت هوای منطقه با میزان ۰/۹۷۲ بالاترین امتیاز احتمال وقوع ریسک را کسب کرده است و پایین ترین امتیاز احتمال وقوع نیز مربوط به ریسک آلودگی صوتی با میزان ۰/۱۶۲ می باشد.

برای اولویت بندی ریسک های وزن دهی شده در روش ANP، از روش TOPSIS استفاده شد. جداول شماره ۴ تا ۶ نتایج حاصل از اولویت بندی صورت گرفته در نرم افزار TOPSIS در سه محیط فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی- فرهنگی را نشان می دهد.

جدول شماره ۴. اولویت بندی ریسک های محیط فیزیکوشیمیایی پتروشیمی ایلام در نرم افزار TOPSIS در سال ۱۳۹۵

رتبه	وزن	ریسک ها
۱	۰/۹۷۲	آلودگی هوا و کاهش کیفیت هوای منطقه
۲	۰/۴۵۸	آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی
۳	۰/۲۴۰	آلودگی خاک و افزایش فلزات سنگین
۴	۰/۱۶۲	آلودگی صوتی

فرهنگی طبق ریسک به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه با میزان ۰/۶۷۹ بالاترین امتیاز احتمال وقوع ریسک را به دست آورده است(جدول شماره ۶).

در خروجی محیط بیولوژیکی ریسک کاهش کیفیت آب منطقه با میزان ۰/۸۸۳ بالاترین امتیاز احتمال وقوع ریسک را به خود اختصاص داده است(جدول شماره ۵). هم چنین در خروجی محیط اقتصادی-اجتماعی-

جدول شماره ۵. اولویت بندی ریسک های محیط بیولوژیکی پتروشیمی ایلام در نرم افزار TOPSIS در سال ۱۳۹۵

رتبه	وزن	ریسک ها
۳	۰/۲۹۴	تخریب اکوسیستم
۱	۰/۸۸۳	کاهش کیفیت آب منطقه
۲	۰/۴۶۵	عدم آشنایی کارکنان به محیط زیست منطقه
۴	۰/۱۵۲	به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه

جدول شماره ۶. اولویت بندی ریسک های محیط اقتصادی-اجتماعی- فرهنگی پتروشیمی ایلام در نرم افزار TOPSIS در سال ۱۳۹۵

رتبه	وزن	ریسک ها
۳	۰/۴۷۴	تغییر کاربری اراضی
۵	۰/۳۶۲	مهاجرت و بیکاری افراد بومی
۲	۰/۵۶۴	عدم آشنایی کارکنان به محیط زیست منطقه
۱	۰/۶۷۹	به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه
۴	۰/۳۸۳	کاهش کیفیت زمین های کشاورزی اطراف منطقه

## بحث و نتیجه گیری

فرآیندهای پتروشیمی به واسطه مصرف انواع آب و به تبع آن تولید فاضلاب، سر و کار داشتن با مواد گازی شکل به عنوان خوراک، مواد میانی یا محصولات، انرژی بر بودن فرآیندها و تامین آن از طریق احتراق سوخت های فسیلی و تولید گازهای احتراق، تولید انواع پسماندهای صنعتی و ویژه به عنوان یک صنعت آلاینده شناخته می شود. کاهش روزافزون منابع محیط زیستی در دسترس موجب شده در طراحی و بهره برداری از فرآیندهای تولید، حداکثر دقت لحاظ شود تا بازیابی و بازچرخانی منابع به حداکثر میزان قابل دسترسی رسیده و حداقل آلودگی از این فرآیندها به عنوان هدف تعیین شود. هرگ و نه برنامه ریزی برای کنترل و مدیریت آلاینده های زیست محیطی نیازمند شناسایی صحیح و کامل منابع تولید آلودگی است. لذا اولین گام جهت کنترل و مدیریت آلاینده ها در شرکت پتروشیمی، بررسی کامل فرآیندهای تولید از منظر انتشار آلاینده ها است (۱۵). آلودگی هوا با میزان ۰/۹۷۳ بالاترین ریسک پتروشیمی ایلام در محیط فیزیکیوشیمیایی می باشد که تحت تاثیر بازیافت هگزان، عملیات تامین خوراک از خط اتیلن، گازهای خروجی از دودکش ها و سیستم فلرینگ، آماده سازی کاتالیست و پلیمریزاسیون، واحد بخار و نیروگاه و بهره برداری از واحد هیدروژن می باشد. با استفاده از تجهیزات کنترل آلودگی هوا و هم چنین پایش مداوم می توان تا حد زیادی از بروز و ایجاد چنین ریسک هایی جلوگیری کرد. هوا با ارزش ترین منبع برای ادامه زندگی کلیه موجودات است. بنا بر این آلودگی هوا یکی از مهم ترین مقوله هایی است که نه تنها سلامت انسان را تهدید می کند بلکه بر کلیه عوامل محیط زیست اعم از گیاه، حیوان و اشیاء تاثیر بسیار نامناسب می گذارد. به همین دلیل باید در زمینه رفع آلودگی هوای حاصل از صنعت پتروشیمی، مطالعات ارزیابی کمی و کیفی آلاینده ها صورت بگیرد و اقدامات لازم جهت کنترل آن ها انجام گیرد. ریسک کاهش کیفیت آب منطقه با میزان ۰/۸۸۳ بالاترین امتیاز در محیط بیولوژیکی را کسب نموده که تحت تاثیر واحد کولینگ، آزمایشگاه، عملیات نگهداری موقت

پسماندها و واحد پلی اتیلن سنگین قرار دارد. صنعت پتروشیمی از جمله صنایعی است که مصرف آب بسیار و در نتیجه میزان تولید پساب بسیار زیادی دارد که پیچیدگی آلاینده های موجود در پساب پتروشیمی مشکلات مربوط به آن را پیچیده تر می کند. تخلیه پساب های صنایع پتروشیمی با توجه به ماهیت ترکیبات آن ها به محیط، قابلیت تخریب بخش قابل توجهی از عناصر زیستی را دارا می باشند، به طوری که به صورت مستقیم و غیر مستقیم زمینه حذف تدریجی گونه های گیاهی و جانوری را فراهم می کند (۸) و هم چنین با بهره برداری انسان از منابع آبی به جوامع انسانی نیز راه یافته و سلامتی انسان ها را تحت تاثیر قرار می دهد. به همین دلیل استفاده از برنامه های بازیافت آب و رقیق سازی پساب باید به طور جدی در دستور کار قرار گیرد. ریسک به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه با میزان ۰/۶۷۹ بالاترین امتیاز ریسک را در محیط اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی کسب کرده که تحت تاثیر انتشار فاضلاب مجتمع به محیط اطراف، عملیات نگهداری پسماندهای خشک و تر و هم چنین نبود نشتگیر و فنس کشی مناسب قرار دارد که بدون شک دارای اثرات منفی محیط زیستی از قبیل آلودگی آب، خاک، هوا، از بین رفتن گونه های گیاهی و جانوری و در نتیجه بر هم خوردن تعادل اکوسیستم ها می باشند، که در بعضی موارد این تخریب ها غیر قابل جبران است. لذا با ارائه راه حل های مناسب و دنبال کردن مسائل محیط زیستی و به کارگیری سلاح برتر علم و تکنولوژی و فناوری هایی که برای محیط زیست مخرب نیستند، نه تنها موفق به کاهش یا حذف اثرات سوء می شوند بلکه با افزایش اثرات مثبت، موجب تسریع در توسعه پایدار خواهند شد (۱۶).

صمدی خادم و همکاران (۱۳۹۱) با تجزیه و تحلیل ریسک های پتروشیمی سازند، ریسک آلودگی هوا با نمره ۳/۷۳۸، در محیط فیزیکیوشیمیایی، ریسک کاهش امنیت زیستگاه ها با نمره ۲/۷۷۶، در محیط بیولوژیکی و ریسک به مخاطره انداختن سلامت عمومی مردم منطقه با نمره ۴/۶۸۹ در محیط اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی را به عنوان مهم ترین ریسک های پتروشیمی به دست آورده اند (۱۷)، که در مطالعه حاضر نیز ریسک

وجود آمده مشخص شوند و آب های زیر زمینی به صورت منظم پایش شوند. در زمینه ریسک های محیط اقتصادی-اجتماعی- فرهنگی یکی از پیشنهادهایی که برای کاهش و کنترل همه ریسک ها می توان داد برگزاری کلاس های متداول و به روز ایمنی، بهداشت و محیط زیست و افزایش آگاهی کارمندان در زمینه خطرات موجود است. هم چنین بهره برداری بهینه از تاسیسات تصفیه فاضلاب، استفاده از برنامه های بازیافت آب و احداث کانال ها و استخرهای نگهداری سبب تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز پتروشیمی پیشنهاد می گردد. برنامه ریزی و مدیریت اصولی کشت و کار گیاهان و ایجاد فضای سبز در اطراف پتروشیمی، هم می تواند اثرات آلودگی در منطقه را کاهش دهد و هم باعث بهسازی خاک منطقه و زیستگاه های حیات وحش شود. می توان از پسماندهای تر موجود در پتروشیمی مانند پسماندهای ناشی از رستوران و آبدارخانه و پسماندهای فضای سبز برای تولید کود با کیفیت مناسب جهت فضای سبز پتروشیمی، استفاده نمود.

### سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه با عنوان ارزیابی ریسک زیست محیطی شرکت پتروشیمی ایلام با روش های ANP و TOPSIS در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۵ است که با حمایت شرکت پتروشیمی ایلام انجام گرفته است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از زحمات و حمایت های مدیریت محترم مجتمع و واحد HSE شرکت پتروشیمی ایلام و کارشناسان محترم اداره کل حفاظت محیط زیست استان ایلام قدردانی نمایند.

### References

- Ahmadialkoie Z, Dehghaniashkezari S, malekmohammadi B. Contamination research of petrochemical units . 3<sup>th</sup> Int Con Environ Plan Manage. Tehran; 2013.
- Jozi SA, Esmatsaatloo SJ, Javan Z. [Environmental risk assessment of the olefin plant in Arya sasol petrochemical complex using fault tree analysis method]. J Health Environ 2014; 7:385-98. (Persian)

آلودگی هوا به عنوان ریسک شاخص پتروشیمی شناسایی شد. ملامسی و همکاران(۱۳۸۹) در بررسی اثرات محیط زیستی صنایع پتروشیمی در منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر، آلودگی آب با وزن نهایی ۰/۴۶۸ را به عنوان مهم ترین آلودگی محیط زیستی منطقه به دست آورده اند و آلودگی هوا با وزن نهایی ۰/۲۹۹ در اولویت دوم قرار گرفته است(۱۸). اما در تحقیق حاضر ریسک آلودگی هوا به عنوان مهم ترین ریسک برآورد شده است.

روش های متفاوتی برای پاسخ به ریسک، حذف یا کاهش و کنترل آن ها وجود دارد تا از اثرات نامطلوب محیط زیستی ریسک ها کاسته شود. در ادامه روش هایی برای تقلیل خطرات و کنترل پیامدهای مربوط به عوامل به وجود آورنده ریسک های محیط زیستی ارائه می گردد. برای ریسک آلودگی هوا، می توان از سوخت های با کربن غنی از هیدروژن و یا در صورت امکان سوخت های غیر فسیلی که انتشارات ناشی از احتراق را کاهش می دهد، استفاده نمود. چک کردن فلر و زباله سوز در خصوص کاهش توان بازدهی و کارایی آن ها به صورت روزانه و پایش آلاینده های خروجی نیز به صورت دوره ای انجام گیرد. برای مکانیزم های پیش گرمایش از انرژی گازهای خروجی دودکش ها استفاده شود. برای مخاطرات تغییر در کیفیت آب می توان از روش های پاکسازی خشک مانند خلأ به جای استفاده از آب که ایجاد سبب می کند، استفاده کرد. بازرسی مداوم اجزای سیستم جمع آوری و انتقال فاضلاب نظیر حوضچه ها، لوله ها، کانال ها برای اطمینان از عدم وجود نشتی ها و در صورت وجود نشتی تعمیر به موقع صورت گیرد. پارامترهای کمی و کیفی و تغییرات همه سبب های به

- Huang RH, Yang CL, Kao CS. Assessment model for equipment risk management petrochemical industry cases. J Saf Sci 2012; 50:1056-66.
- Tokarenko GS. Technology of financial risk management. Fin Manage 2006; 5: P.138-43.
- Ghahremani A. Fire risk assessment. 2<sup>th</sup> National Saf Con Port. Tehran; 2005.



- 6.Heller S. Managing industrial risk having a tasted and proven system to prevent and assess risk hazardous material. *J Hazard Mate*2006; 130:58-63.doi:10.1016/j.jhazmat.2005.07.067
- 7.Karami SH, Nabibidhendi GhR, Jafari HR, Hoveidi H, Hedayati A. [Risk assessment of chemical exposures using multi criteria decision making case study Arak petrochemical plant]. *J Health Environ*2014;7:229-238.(Persian)
- 8.Razavi M, Jaafari HR, Amiri MJ, Razavi MF. Identification and assessment of the risks of petrochemical industry. *Con Environ Plan Manage Tehran Uni*. 2013.
- 9.Amini A, Mehrdadi N, Karami SH, Givehchi S, Hoveidi H. [A multi criterion model for assessing the environmental effects of asphalt roads]. *J Trans Eng* 2014; 5:435-448. (Persian)
- 10.Jozi SA, Saffarian SH. [Environmental risk analysis of abadan gas station using TOPSIS method]. *J Environ Stu* 2011; 37:53-66. (Persian)
- 11.Sipahi S, Timor M. The analytic hierarchy process and analytic network process an overview of applications. *J Manage Dec* 2010; 48:775-808.doi:10.1108/00251741011043920
- 12.Rashidikomijan A, Ghaffari B, Tabatabai P. [A review of the literature discussion of the network analysis process]. *J Indus Manage Sanandaj* 2013;24:134-44.(Persian)
- 13.Khatamifiruzabadi A, Jafarian A, Hassanzadeh A. [A model for assessing and choosing plans for establishment of industrial units using fuzzy TOPSIS]. *J Deve Evol Manage* 2013; 13:47-54. (Persian)
- 14.Nabibidhendighr, Amiri MJ, Karami SH. Application of multi criteria decision making methods in the environment. 1<sup>th</sup> ed. Tehran Kiajur Publication. 2012;P.134.
- 15.Nasiri Gh, Jaafarzadeh MT, Sarafraziardakani MR. General management requirements. Tehran Hak Publication. 2012; P. 10-02.)
- 16.Jafarianmoghadam E, Malmasi S, Monavari M, Jozi A. [Survey of the environmental impact of the petrochemical industry of mahshahr economic special zone using the analytic hierarchy process method]. *J Environ Sci* 2011; 8:145-56. (Persian)
- 17.Samadikhadem SH, Abbasianarkeli SD, Nazaridoost A, Malmasi S, Saeedimehr N, Matin A. [Environmental risk analysis of shazand petrochemical complex using AHP and FMEA methods]. 2<sup>th</sup>ed *Con Environ Plan ManageTehran Uni*. 2012.
- 18.Malmasi S, Jozi A, Monavari M, Jafarianmoghadam E. [Environmental impacts of PET- PTA petrochemical industries. *J Manage Sys* 2010; 8:73-81. (Persian)

## Environmental Risk Assessment of Ilam Petrochemical Company Using Analytical Network Analysis and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution Methods in 2016

Johari Z<sup>1</sup>, Cheraghi M<sup>2\*</sup>, Ardakani S<sup>1</sup>

(Received: January 17, 2018)

Accepted: March 10, 2018)

### Abstract

**Introduction:** The main objective of the petrochemical industry is the production of petrochemical and chemical products and sub-products from oil, oil derivatives, and natural gas. Accordingly, the activities and processes have the potential to cause adverse effects on the environment. This study aimed to evaluate the environmental risks of Ilam Petrochemical Company using analytical network analysis (ANP) and Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution Methods (TOPSIS) by proposing appropriate management measures to reduce the risk effects of multiple incidents in processes.

**Materials & Methods:** At first, potential dangers and risks of the Ilam Petrochemical Complex were identified through field visits and interviews with project technical experts. Accordingly, a questionnaire was designed and 20 experts from the Petrochemical Company and the Environmental Protection Agency were asked to complete the designed questionnaire. The obtained results led to the identification of significant risk factors, which were then categorized according to physio-chemical, biological, and socio-cultural-economic environment hazards. Subsequently, the weight associated with the each index was

determined using analytical network analysis (ANP) as well as the analysis of data in Super Decision software. In the next step, the obtained weights were prioritized for the identified risks by TOPSIS method, and critical risks were identified. Finally, we propose the proper strategies for the control and omission of these risks.

**Findings:** According to the obtained results, the high risk factors include the risk of air pollution with the rate of 0.972 in the physico-chemical environment, the risk of low water quality with the rate of 0.883 in the biological environment, and the risk of general health with a rate of 0.679 in the socio-cultural-economic environment.

**Discussion & Conclusions:** The results showed that the most important petrochemical risks were air pollution, low water quality, and public health hazard. Therefore, it is recommended to take the inspection and monitoring measures in accordance with the identified risks in order to eliminate the factors generating environmental risks. It is also suggested to set these measures as the main objectives of management planning.

**Keywords:** Risk assessment, ANP method, TOPSIS method, Ilam petrochemical company

<sup>1</sup>Dept of Environment, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran

\* Corresponding author Email: cheraghi\_md@yahoo.com