فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۷، زمستان ۹۷

ارزیابی ریسک محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس با استفاده از روش TOPEFMEA

سحر رضایان [۱]*

سید علی جوزی [۲]

sajozi@yahoo.com

صدف عطائی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۸ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۱۰/۲۹**

چکیده

هدف مطالعه، ارزیابی ریسک محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس واقع در کیلومتر ۷۵ جاده اهواز-خرمشهر می باشد. در این تحقیق، پس از بررسی فعالیت ها، اندازه گیری پارامترهای آلاینده و فرآیندهای سالن تولیدی این مجتمع که فعالیت آن تولید شکراست، کار ارزیابی ریسک محیط زیستی آن به روش TOPEFMEA به انجام رسید. این روش یک روش هیبرید در ارزیابی ریسک محیط زیستی می باشد که از تلفیق دو روش EFMEA[۴] و TOPSIS[۵] تشکیل شده است. بدین منظور نخست، مطابق با روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست، کاربرگ هایی به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی طراحی و در آن متغیرهایی چون شناسایی فرآیند، حالت خرابی بالقوه، آثار بالقوه خرابی، علل بالقوه خرابی، اقدام کنترلی و ارزیابی ریسک به عنوان جنبه-های محیط زیستی مورد بررسی قرار گرفتند. سپس با استفاده از روش طوفان ذهنی، اثرات محیط زیستی تاثیر گذار هر فعالیت توسط پرسنل و کارشناسان مربوطه شناسایی و ارزیابی شد. نتایج به دست آمده از مقایسه اعداد مرتبط با رتبه بندی ریسک های محیط زیستی محاسبه شده نشان داد که ورود آلاینده ها و مواد شیمیایی ناشی از فرآیند تولید شکر به محیط آبی با عدد اولویت ریسک ۱۶ اولویت اول را در میان سایر فعالیت ها را به خود اختصاص داده است. با توجه به این که زهاب مجتمع بیش ترین پیامدها را به دنبال خود داشت، احداث تصفیه خانه ی صنعتی و به کارگیری روش های پیشرفته تصفیه فاضلاب از موارد پیشنهادی برای کاهش مهم ترین عوامل ریسک بود.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک محیط زیستی، روش TOPEFMEA، مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس، روش هیبرید.

۱- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- استاد گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

4- Environment Failure Modes and Effects Analysis

5-Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

Human & Environment., No. 47, Winter 2019

Environmental risk assessment of Shohadaye Khalij Fars Agro-industrial Complex Using TOPEFMEA method

Sahar Rezaian[1]* *(Corresponding Author)*
S_Rezaian@yahoo.com
Seyed Ali Jozi [2]
Sadaf Ataee [3]

Abstract

This study was conducted with the aim of environmental risk assessment of Shohadaye Khalij Fars Agro-industrial Complex situated in kilometer 75 of Ahvaz - Khorramshahr Road.
In this paper, after reviewing activities, measuring contamination parameters and processes of sugar production salon of the Complex, environmental risk assessment was performed via TOPMEFEA. This is a hybrid method for the environmental risk assessment which is composed of a combination of the two methods of TOPSIS and EFMEA. For this purpose, in accordance with the method of analysis of failure modes and its impacts on the environment, some worksheets were first designed to assess the environmental risks. In these worksheets, variables such as the identification process of potential failure modes, potential effects of failures, potential causes of failure, initial assessment of the environmental aspects, were studied as environmental aspects. Then, using brainstorming method environmental impacts of each activity were identified and evaluated by relevant personnel and experts.
The results showed the entry of contaminants and chemicals to aquatic environment due to sugar production process with the risk priority number of 16 with first priority, and the entry of chemical compounds and carbohydrates into the aquatic environment due to syrup refining, and contaminates.
Considering that drainage in this Complex will have the most significant outcomes, the establishment of an industrial refinery and the application of advanced methods of wastewater treatment were among the proposals to reduce the most important risk factors.

Key Words: Environmental Risk Assessment, TOPEFMEA Method, Shohadaye Khalij Fars Agro-Industrial Complex, Hybrid Method

1- Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Science, Islamic Azad University, Shahrood Branch, Shahrood, Iran. **(Corresponding Author)*
2- Full Professor, Department of Environment Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.
3- MSc of Environmental Sciences, Islamic Azad University, Tehran Sciences & Research Branch, Tehran, Iran.

مقدمه

ارزیابی ریسک فرآیندی است که نتایج تجزیه و تحلیل ریسک را با رتبه بندی و یا مقایسه آن ها با مقادیر هدف (اهداف عملکردی با الزامات قانونی) برای تصمیم گیری به کار می برد(۱). ارزیابی ریسک محیط زیستی 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 متأثر و همچنین ارزش های خاص محیط زیستی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه در نظر گرفته می شود(۲). ارزیابی ریسک یک رویکرد چند رشته ای و بسیار پیچیده است که با استفاده از روش های علمی و پشتیبانی های فنی و مدل های اجرایی قابل انجام است(۳). تصمیم گیری چند معیاره یک چارچوب نوید بخش برای ارزیابی مسائل چند بعدی، متناقض و ناسازگار است که بطور واضح در مورد آن ها قضاوت می کند. این روش ها به مجموعه ای از تکنیک های تصمیم گیری که در برگیرنده مجموعه عوامل کمی و کیفی است و هدف آن یک نتیجه گیری منطقی از فرآیند تصمیم گیری است اطلاق می شود(۴).

هدف از انجام مطالعه ارزیابی ریسک محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس استان خوزستان و بررسی جنبه های محیط زیستی ناشی از فعالیت سالن تولید این مجتمع است. روش های مورد استفاده در مبحث ریسک پروژه ها بر محیط زیست، علاوه بر ارزیابی فعالیت ها و فرآیندشان باید بتوانند در خصوص وضعیت ریسک، تعیین معیارهای ریسک قابل تحمل و مشخص نمودن دقیق ریسک، آنان را رهنمون نماید که بسته به پیچیدگی فعالیت هر صنعت نوع روشی که بتواند پروژه را به هدف مذکور برساند، متفاوت می باشد. لذا برای ریسک محیط زیستی پروژه ها باید از یکی یا تلفیقی از روش های ارزیابی ریسک موجود را انتخاب نمود. به منظور شناسایی مستمر شرایط مخاطره آمیز، ارزیابی ریسک و اعمال کنترل های لازم از روش EFMEA استفاده شد. در روش EFMEA برای هریک از ریسک های شناسایی شده یک عدد کمی تحت عنوان اولویت ریسک اختصاص داده می شود. در عمل اولویت ریسک برای اعداد مختلف از معیارها در ریسک های متفاوت یکسان شده و بدین ترتیب چند ریسک کاملا متفاوت از نظر اولویت ریسک در یک رده قرار می گیرند. یکی از راه حل های پیش رو، استفاده از روش های پرکاربرد تصمیم گیری چند شاخصه (MADM)، مانند TOPSIS (تکنیک شباهت به گزینه ایده آل) در این زمینه است. روش TOPSIS به منظور برآورد احتمال وقوع در روش EFMEA استفاده می شود. این دو روش در صنعت های گوناگونی مورد استفاده بوده است(۵). در حوزه ارزیابی ریسک محیط زیستی مطالعات بسیاری در سطح بین المللی صورت گرفته است، از جمله Vinodh و همکاران در سال ۲۰۱۴ در مقاله ی خود با عنوان" Fuzzy AHP-TOPSIS جامع برای انتخاب بهترین روش بازیافت پلاستیک: نمونه مطالعاتی" یک مدل ارزیابی را بر اساس فرایند سلسله مراتبی تحلیلی فازی AHP و تکنیک عملکرد منظم بوسیله مشابهت با راه حل مطلوب TOPSIS ارایه کردند تا عاملان صنعتی را قادر به اجرای عملکرد ارزیابی در یک محیط فازی نمایند. هدف مطالعه تعیین بهترین روش بازیافت پلاستیک در میان فرایندهای بازیافت پلاستیک مختلف بود. با مشاهده نتایج حاصل از روش های به کار گرفته شده، مشخص شد که فرایند بازیافت مکانیکی با استفاده از رویکرد جامع بهترین فرایند بازیافت می باشد(۶).

Thivel و همکاران در سال ۲۰۰۸ در مقاله ی" تحلیل خطر فرایند احتراق زیست توده با استفاده از mosar و روش های FMEA" تحلیل خطر ارائه شده را با استفاده از روش شناسی MADS-MOSAR برای یک شمای پیلوت نیمه صنعتی که ستون مایع ساز یک سیکلون سنتی، دو سوزاننده گاز طبیعی و یک منبع مداوم از زیست توده را دربرداشت،

1- Multi Attribute Decision Making
2- Analytical Hierarchy Process
3- Failure Modes and Effects Analysis
4- Material Safety Data sheets

استفاده کردند. روش شناسی از یک رویکرد ژنریک با مرحله ماکروسکوپی ابتدایی استفاده شد که منابع خطر آن شناسایی شده و سناریوهایی موجود مربوط به حوادث نامطلوبی که وجود داشت، با استفاده از شبکه شدت در احتمال، طبقه بندی و موانع امنیتی مطرح شد. سپس جزئیات مرحله میکروسکوپی تشریح و خطرات عمده در طول مرحله اول شناسایی شدند. در این تحلیل ممکن بود از ابزارهای متفاوتی نظیر، HAZOP[1]، FMEA و ... استفاده شود: تحلیل آن ها بر اساس FMEA صورت گرفت. بنابراین تحلیل میکروسکوپی متعاقب روی سوزاننده ها متمرکز بوده و به روش های شکستشان و اثرات و وخامت این شکست های FMEA پرداخته شد. سرانجام، قادر به شناسایی تعدادی از عوامل مهم از جمله خطوط گازی ورودی و الکترود اشتعالی شدند(۷).

مقاله ای با عنوان "ارزیابی و مدیریت بارزترین ریسک های ایمنی بهداشتی و محیط زیستی سالن آسیاب کشت و صنعت فارابی با استفاده از مدل تلفیقی TOPSIS و FMEA" در سال ۱۳۹۱ توسط فرخیان و همکاران انجام شد. این مطالعه با هدف شناسایی و اولویت بندی بارزترین ریسک های ایمنی و بهداشتی و محیط زیستی سالن آسیاب شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی در راستای کاهش ریسک به انجام رسید. جهت اولویت بندی ریسک های شناسایی شده از سه معیار شدت اثر، احتمال وقوع و قابلیت کشف استفاده گردید. سطح ریسک های ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی شناسایی شده با توجه به وزن بدست آمده از طریق استفاده از روش های TOPSIS و FMEA در سه سطح ریسک های بارز، ریسک های قابل تحمل و ریسک های غیر بارز تعیین شد و در انتها راهکارهای مدیریتی و کنترل ریسک ارایه گردید(۸).

مکوندی و همکاران در سال ۱۳۹۱ در مقاله ی "ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب ها با استفاده از روش های EFMEA و TOPSIS، مطالعه موردی : تالاب شیرین سو در استان همدان" ابتدا به منظور شناسایی ریسک های تهدید کننده تالاب و تعیین احتمال وقوع از فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده کردند. به منظور تعیین شدت و گستره آلودگی هر ریسک از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست استفاده کرده و پس از تعیین عدد اولویت ریسک با استفاده از روش TOPSIS ، درجه مخاطره پذیری ریسک ها را تعیین و بر اساس آن ها اولویت های مدیریتی جهت کنترل ریسک ها را مدنظر قرار دادند(۹).

حبیبی و همکاران در سال ۱۳۹۲ در مقاله ای با عنوان" ارزیابی و اولویت بندی ریسک های ایمنی در فرآیند بهره برداری با مدل هاTOPSIS و FMEA در شرکت برق منطقه ای مازندران" به شناسایی و اولویت بندی ریسک های ایمنی در زیر فعالیت های فرآیند بهره برداری به عنوان اصلی ترین و مهم ترین فرآیند شرکت های برق منطقه ای از نقطه نظر فراوانی ریسک های پرخطر پرداختند. در انتها ۷ ریسک شناسایی شده، اولویت بندی و برای کنترل و کاهش ریسک های با اولویت بالا، کنترل عملیات های مرتبط طراحی و تدوین کردند(۱۰).

به طور کلی ارزیابی ریسک های محیط زیستی متولیان پروژه را قادر می‌سازد که تصمیماتی اثر بخش در راستای مدیریت ریسک‌ها و آلاینده‌ها در کلیه مراحل پروژه اتخاذ نمایند. هدف از مطالعه ارزیابی ریسک محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس، شناسایی، طبقه‌بندی و ارزیابی ریسک های محیط زیستی ناشی از آن می‌باشد. استفاده از تلفیق روش‌های EFMEA و TOPSIS به منظور ارزیابی، اولویت‌بندی و شناخت عوامل ریسک محیط زیستی مجتمع مورد مطالعه انتخاب گردید.

روش بررسی

مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس در کیلومتر ۷۵ جاده اهواز-خرمشهر و جنوب غربی اهواز، غرب رودخانه کارون، بین طول های جغرافیایی حد شمالی ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه، حد جنوبی ۳۰ درجه و ۴۶ دقیقه، حد شرقی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه (رودخانه کارون) و حد غربی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه(جاده آسفالته اهواز-خرمشهر) در زمینی به مساحت حدود ۱۵۰۰۰ هکتار واقع شده است و ارتفاع متوسط از سطح دریای آن بین

1- Hazard and Operability study

۴-۲ متر می باشد. راه های دسترسی به واحد کشت و صنعت شهدای صنعت خلیج فارس از جاده قدیم اهواز-خرمشهر صورت می گیرد. این واحد چهارمین واحد شرکت توسعه نیشکر از لحاظ پیشرفت کار بین واحدهای هفت گانه طرح می باشد و تنها محصول تولیدی این مجتمع شکر می باشد(۱۱). در شکل شماره (۱) موقعیت جغرافیایی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس نشان داده شده است.

شکل۱- موقیت مکانی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس

نیشکر پس از برداشت توسط کامیون های حامل یا وسایل دیگر حمل و به کارخانه منتقل می شود. برای تبدیل نیشکر به شکر مراحل متعددی باید طی شود که شامل موارد زیر می باشد: (۱۱).

الف- تهیه شیر اهک و گاز کربنیک این عمل در کوره اهک انجام می شود و سنگ اهک را با استفاده از حرارت به اهک و گاز کربنیک تبدیل می کنند با حل کردن اهک در اب شیر اهک بدست می اید که همراه با گاز کربنیک در تصفیه شربت خام بکار می رود.

ب- زدن شیر اهک به شربت یا دفکاسیون زردن شیر اهک به شربت خام معمولا در دو مرحله انجام می شود ابتدا اهک زدن مقدماتی یا پرشولاژ که حدود ۰,۱ اهک مصرفی به شربت زده می شود و بعد مرحله اهک زدن اصلی یا شولاژ که بقیه اهک لازم به صورت شیر اهک به شربت خام زده می شود اهک با ناخالصی های موجود در شربت خام واکنش داده و ایجاد ترکیبات کلسیم می کند اغلب این ترکیبات اماده رسوب کردن و جدا سازی از شربت هستند.

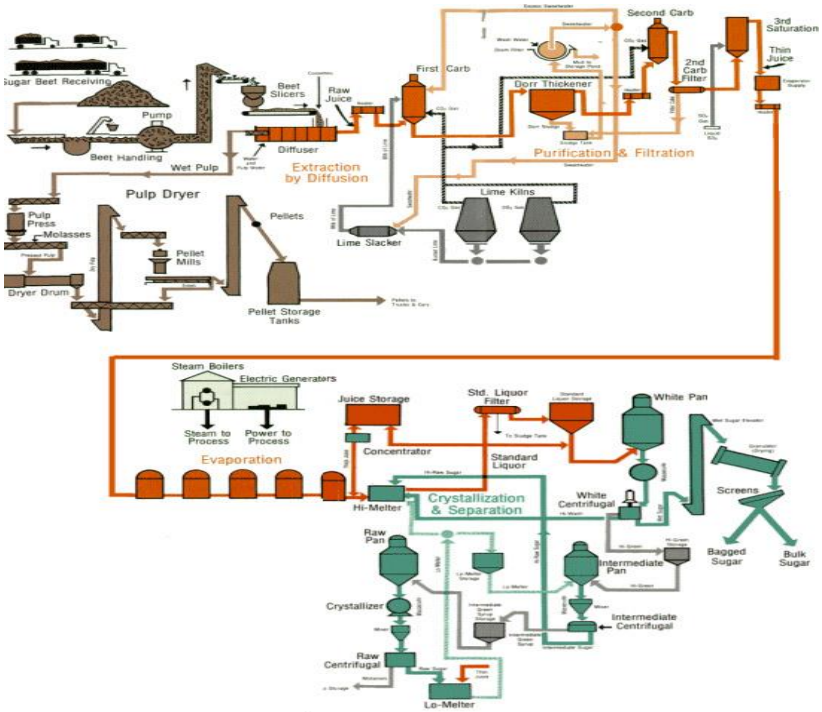
ج- زدن گاز کربنیک به شربت به این فرایند کربناسیون یا اشباع یا ساتراسیون یا کربناتاسیون نیز گفته می شود در این قسمت به شربت اهک خورده اغلب طی دو مرحله یعنی کربناسیون یک و کربناسیون دو گاز کربنیک می زنند در نتیجه در اثر ترکیب شدن اهک موجود در شربت و گاز کربنیک ایجاد

کربنات کلسیم می شود کربنات کلسیم ضمن رسوب کردن مقدار زیادی از ناخالصی های شربت را رسوب داده و جدا سازی می کند.

د- صاف کردن پس از زدن گاز کربنیک به شربت در مرحله کربناسیون یک مقداری از نا خالصی های شربت به همراه کربنات کلسیم شروع به رسوب کردن می کند این شربت به دستگاه ته نشین سازی که دکانتور یا کلاریفایر نیز خوانده می شود انتقال یافته و مواد رسوبی ان جدا می شوند به این رسوبات اصطلاحا گل گفته می شود شربت بدست امده از بالای دکانتور به مرحله بعدی (کربناسیون ۲) می رود و گل ته نشین شده که مقداری قند دارد به دستگاه صافی تحت خلا می رود و مقداری از مواد قندی جدا سازی شده و گل باقی مانده برروی صافی خلا گرچه هنوز مقدار اندکی قند دارد اما این گل را به خارج از کارخانه حمل کرده و قند باقی مانده در ان به عنوان ضایعات قندی گل به حساب می اورند شربتی که به کربناسیون دوم رفته پس از زدن گاز کربنیک به ان مجددا وارد صافی های دیگری شده و در نهایت شربت رقیق تصفیه شده بدست می اید مراحل تصفیه بیان شده را تصفیه کلاسیک نیز می گویند که با روش های معمول در بعضی کارخانه ها ممکن است تفاوت هایی داشته باشد برا ی مثال در بعضی دیگر از کارخانه ها عمل اهک زدن و گاز زدن به شربت به صورت هم زمان و در یک جا انجام می شود که به ان فرایند دفکو کربناسیون می گویند و یا در برخی از سیستم های تصفیه ممکن است قبل از کربناسیون دوم مجددا مقدا ر اندکی شیر اهک به شربت زده شود که به ان اهک زنی مجدد گفته می شود

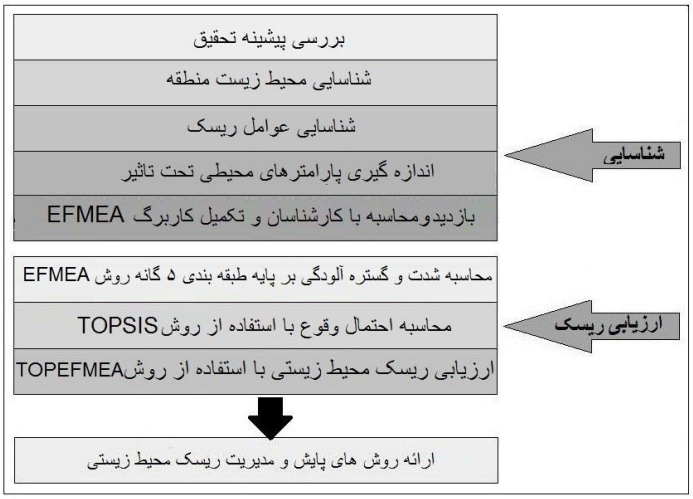
ه-سولفیتاسیون و رنگبری شرب در برخی کارخانه ها برای کاهش رنگ شربت به ان گاز یا ترکیبات دیگر گوگرد دار زده می شود و شربت رنک روشن تری پیدا می کند ممکن است از روش های دیگر رنگبری مانند کاربرد زغال فعال نیز استفاده شود پس از تصفیه شربت خام درجه خلوص شربت افزایش پیدا می کند درجه خلوص با واژه های دیگری مانند درجه تمییزی و کسیان نیز مطرح می شود و منظور از ان معولا نسبت در صد قند به در صد مواد جامد محلول یا بریکس در شربت می باشد برای مثال شربت خام از حدود ۸۸- ۸۵ در صد پس از تصفیه به حدود ۹۰٪ یا بیش تر در شربت رقیق می رسد.

تغلیظ شربت یا اواپراسیون شربت رقیق غلظت کمی دارد و در صد مواد جامد ان برای مثال حدود ۱۳-۱۲ در صد است لذا باید ان را غلیظ کرد این کار در دستگاه های تغلیظ کننده و اواپراتور با استفاده از بخار انجام می شود به منظور کاهش هیدرولیز قند و تغییر رنگ شربت تحت تاثیر حرارت بالا و همچنین برای صرفه جویی در مصرف انرژی عمل تغلیظ شربت در سیستم های تغلیظ چند مرحله ای و تحت خلا در دمای پایین تری انجام می شود در نهایت بریکس شربت غلیظ برای مثال تا حدود ۶۰٪ می رسد در مرحله کریستالیزاسیون شربت به صورت کریستال درآمده و راندمان کریستال را بالا می برد. کریستالیزاسیون به دو روش صورت می گیرد: ۱-روش حرارت دادن – تبخیر کردن و رساندن محلول به حالت اشباع و فوق اشباع ۲- با استفاده از سرد کردن از هر دو روش در صنعت قند استفاده می شود. عمل کریستالیزاسیون در دستگاهی به نام آپارات انجام می شود. در کریستالیزاسیون باید شربت گرم و تغلیظ شود در زیر لوله ها مبدل های حرارتی وجود دارند. و یک لوله بزرگ تر در وسط آن قرار دارد داخل لوله ها شربت حرکت نموده و از پشت لوله بخار می گذرد و شربت شروع به جوشش می نماید. فرآیند تولید شکر در مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس در شکل شماره (۲) آبه صورت شماتیک نشان داده شده است(۱۲).



شکل ۲- فرآیند تولید شکر در مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس(۱۲)

هدف از اجرای این تحقیق، شناسایی، طبقه بندی و ارزیابی ریسک محیط زیستی کشت و صنعت شهدای خلیج فارس، با استفاده از تلفیق روش های EFMEA و TOPSIS با نام TOPEFMEA می باشد. در نمودار شماره (۱) نمایان گر مراحل انجام تحقیق به تفکیک می باشد.



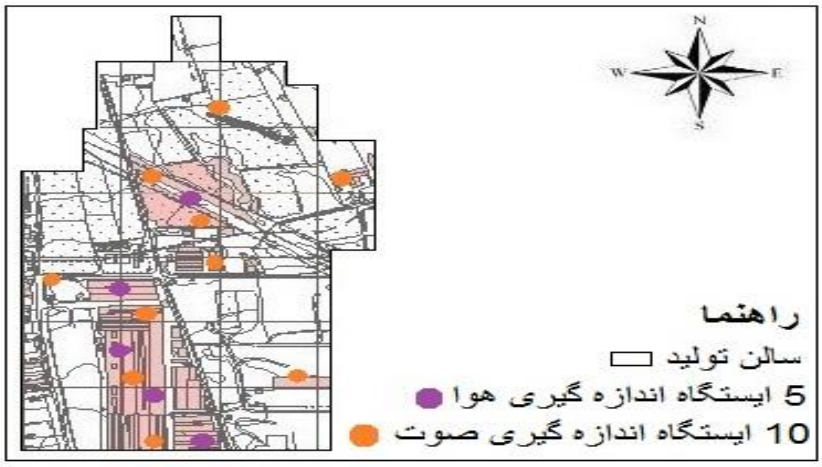
نمودار ۱- فرآیند ارزیابی ریسک محیط زیستی کشت و صنعت شهدای خلیج فارس

به منظور شناسایی جنبه های محیط زیستی، در ابتدا بازدید میدانی از کلیه فعالیت های سالن تولید شکر خام انجام شد. اندازه گیری میزان آلودگی آب، هوا، صوت در بخش های مختلف سالن تولید طی سه دوره، در ماه های مرداد و بهمن ۱۳۹۲ و فروردین ۱۳۹۳ صورت گرفت، سپس میانگین این اندازه گیری ها بدست آمد.

تاسیسات تصفیه فاضلاب بهداشتی مجتمع به صورت پکیج لجن فعال با هوادهی طولانی در قطعه زمینی بنا گردیده است و کلیه قسمت های لازم یک تصفیه خانه را دارا می باشد. پساب تصفیه شده به حوضچه کلرزنی هدایت و سپس به خارج هدایت می شود. جهت آزمایش میکروبی آب، حدود ۱۰۰ cc نمونه آب در شرایط استریل از خروجی تصفیه خانه در ظروف استریل تهیه شد.

دستگاه مورد استفاده برای سنجش گازهای خروجی دودکش و استک ها در ۵ نقطه سالن تولید در قسمت خروجی دودکش و استک ها، Testo-350-XL بود که شامل یک دستگاه آنالیزر و یک واحد کنترل Control unit است که این دستگاه قابلیت حمل دارد.

اندازه گیری صوت در ۱۰ نقطه سالن تولید صورت گرفت. از تجهیزات مورد نیاز جهت اندازه گیری و آنالیز میزان صوت TES 1358 که دارای سه پایه، باتری، کالیبراتور می باشد، بود که اندازه گیری را در دامنه ۳۰ الی ۱۳۰ دسی بل محاسبه می کند. ایستگاه های اندازه گیری هوا و صوت در شکل شماره (۳) ارایه شده است.



شکل ۳- ایستگاه های اندازه گیری هوا و صوت سالن تولید

سپس مطابق با استفاده از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست، کاربرگ هایی به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی طراحی شد. این کاربرگ ها متغیرهایی چون شناسایی فرآیند، حالت خرابی بالقوه(جنبه های محیطزیستی)، آثار بالقوه خرابی(پیامدها)، علل بالقوه خرابی، ارزیابی اولیه جنبه های محیط زیستی (شدت، وقوع، گستره آلودگی، عدد اولویت ریسک، سطح ریسک)، اقدام کنترلی و ارزیابی ثانویه جنبه های محیط زیستی (شدت، وقوع، گستره آلودگی، عدد اولویت ریسک، سطح ریسک) به عنوان جنبه های محیط زیستی مورد بررسی قرار داد. سپس با استفاده از روش طوفان ذهنی، با بهره گیری از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست و بر اساس فعالیت های سالن تولید مجتمع مورد مطالعه، اثرات محیط زیستی تاثیر گذار هر فعالیت توسط پرسنل و کارشناسان مربوطه پر شد. روش مورد استفاده به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس TOPEFMEA می باشد که این روش یک روش هیبرید در ارزیابی ریسک است که از تلفیق دو روش EFMEA و TOPSIS به وجود آمده است(۱۳). بر این اساس عدد اولویت ریسک مورد نظر از ضرب سه پارامتر شدت، احتمال وقوع و گستره آلودگی محاسبه گردید. شدت، میزان اهمیت و جدیت یک پیامد محیط زیستی ناشی از جنبه و سرعت تخریب است که برای محاسبه شدت برای هر عامل مولد ریسک به یکی از روش های مقایسه مقادیر اندازه گیری شده با مقادیر استاندارد در خصوص آن دسته پارامترهای کمی قابل

اندازه گیری یا بر پایه اطلاعات گذشته نگر، مشاهده یا حتی نکته نظرات خبرگان برای پارامترهای کیفی استفاده شد. احتمال وقوع، اشاره به فرکانس از وقوع جنبه های محیط زیستی دارد که احتمال وقوع از طریق روش TOPSIS محاسبه گردید و پیامدهای ناشی از وقوع آن بوده و گستره آلودگی به پراکندگی آلودگی اشاره دارد. به منظور امتیازدهی پارامترهای ذکر شده از جداول شماره (۱) تا (۳) استفاده شد.

جدول ۱- مقادیر مربوط به شدت وقوع جنبه های ریسک در روش EFMEA (۱۴)

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

جدول۲- احتمال وقوع پیامدهای محیط زیست (۱۴)

احتمال وقوع	امتیاز
رخداد بسیار زیاد و حتمی (امکان دارد هر روز اتفاق بیافتد)	۵
رخداد معمول (امکان دارد در طول هفته اتفاق بیافتد)	۴
رخداد متحمل و متوسط (امکان دارد در طول ماه اتفاق بیافتد)	۳
رخداد کم مقدار(امکان دارد در طول سال یک بار اتفاق بیافتد)	۲
رخداد غیر ممکن و بعید (امکان دارد در هر ۱۰ سال یک بار اتفاق بیافتد)	۱

جدول ۳- مقادیر مربوط به گستره آلودگی ریسک(۱۴)

گستره آلودگی	امتیاز
منطقه ای	۵
در سطح پروژه	۴
در سطح کارگاه	۳
در سطح واحد	۲
در سطح ایستگاه کاری	۱

برای هر ریسک بر اساس امتیاز رتبه احتمال وقوع منحصر به آن به صورت گزینه های مجزا به مدل TOPSIS داده شد و اولویت بندی ریسک ها براساس خروجی این روش محاسبه گردید. روش TOPSIS بدین صورت می باشد که ماتریس تصمیم ریسک های محیط زیستی که شامل m گزینه و n شاخص می باشد را بر اساس فرمول زیر تشکیل می دهد. نرمالیزه نمودن ماتریس تصمیم از طریق نرم اقلیدسی:

فرمول (۱):

$$nij = aij \Big/ \left(\sum_{i=1}^{m} aij^{2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

فرمول (۲):

$$V = N_D * W_{n*n}$$

در آن V ماتریس بی مقیاس وزین و W یک ماتریس قطری از وزن های به دست آمده برای شاخص‌ها می باشد. تکنیک آنتروپی خود دارای۴ مرحله برای محاسبه وزن شاخص ها می باشد:

مرحله اول:محاسبه P_{ij}

مرحله دوم:محاسبه مقدار آنتروپی E_j

مرحله سوم:محاسبه عدم اطمینان d_j

مرحله چهارم:محاسبه اوزان w_j

سپس کمی کردن و بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم (N) صورت می گیرد. ماتریس بدست آمده، ماتریس بی مقیاس شده (نرمالیزه کردن) (N)ریسک های محیط زیستی بوده و سپس برای بدست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون(v) لازم است که اوزان شاخص‌های احتمال وقوع، شدت و احتمال گستره آلودگی

را دارا باشدکه این کار قبلاً توسط روش آنتروپی شانون صورت گرفته است. برای بدست آوردن راه‌حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر شاخص و تعیین نزدیکی نسبی(CL*) هرگزینه به راه‌حل ایده‌آل از فرمول های زیر استفاده می شود.

محاسبه گزینه ایده آل مثبت و ایده آل منفی

فرمول (۳):

گزینه ایده آل مثبت

$$A^{+} = \left\{ \left(Maxvij \,\middle|\, j^{+} \right), \left(\min\, vij \,\middle|\, j^{-} \right) \right\}$$

گزینه ایده آل منفی

$$A^{-} = \left\{ \left(Min_{i=1}^{m} vij \,\middle|\, j^{+} \right), \left(Maxvij \,\middle|\, j^{-} \right) \right\}$$

محاسبه فاصله یا نزدیکی نسبت به ایده آل + یا ایده آل −

فرمول (۴):

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

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

محاسبه C_{li} که بیان گر نزدیکی به ایده آل مثبت و دوری از ایده آل منفی است.

فرمول (۵):

$$cli^{-} = di^{+} \Big/ di^{-} + di^{+} \quad \text{یا} \quad cli^{+} = di^{-} \Big/ di^{-} + di^{+}$$

در نهایت رتبه بندی گزینه ها انجام می گیرد و بر اساس ترتیب نزولی Ci می توان گزینه های موجود را بر اساس بیش ترین اهمیت رتبه بندی نمود(۱۵) .در ادامه با ادغام هر وزن فعالیت باRPN۱ هر یک از جنبه های فعالیت های در نظر گرفته شده، RPN نهایی از خطرات و جنبه های محیط زیستی از مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس برای نماینده ای از استراتژی های کنترل ریسک محاسبه شدند.

فرمول (۶):

$$RPN_{overall} = \sum_{i=1}^{n} w_i \times RPN_I$$

که در آن wi وزن هر یک از فعالیت ها می باشد و RPN شماره اولویت ریسک برای هر یک از جنبه های محیط زیستی است. پس از تعیین عدد اولویت ریسک با استفاده از روش TOPFMEA، جهت تعیین درجه مخاطره پذیری، ریسک‌ها به صعودی نزولی مرتب گشته و مؤلفه‌های تعداد رده و طول رده بر اساس رابطه‌های (۱) و (۲) در جدول شماره (۴) تعیین گردیدند. پس از آن ریسک‌ها بر اساس این رده‌ها دسته بندی شدند(۱۶).

جدول ۴- روش تعیین سطح ریسک محیط زیستی در روش TOPFMEA (۱۵)

رابطه۱	تعداد ریسک=n	=1 + 3.3Logn تعداد رده
رابطه ۲	تعداد رده/کوچک ترین ریسک –بزرگ ترین ریسک	طول رده

در ادامه حدود رده محاسبه و در پایان بر اساس میانگین حدود رده هایی که بیش ترین فراوانی را دارا بود درجه مخاطره پذیری محاسبه گردید. سپس براساس درجه مخاطره پذیری، رتبه بندی صورت گرفته و سطح ریسک محیط زیستی هر یک از فعالیت ها تعیین شد. جنبه هایی که عدد اولویت ریسک آن ها بالاتر از درجه مخاطره پذیری مورد نظر بود به عنوان فعالیت های بحرانی که نیازمند اقدامات اصلاحی هستند در نظر گرفته شدند.

یافته ها

نتایج آزمایش های محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس

پس از شناسایی واحدها جهت تعیین آلاینده های موجود در فاضلاب، اندازه گیری پارامترهای آلاینده آب ناشی از مجتمع مورد مطالعه صورت گرفت. نتایج این اندازه گیری در جدول شماره (۵) آمده است و در جدول شماره(۶) استاندارد های

1-Risk Priority Number

سازمان حفاظت محیط زیست به منظور مقایسه اندازه‌گیری ها ارایه شده است.

جدول ۵- میانگین اندازه گیری پساب خروجی(۱۱)

پارامتر	واحد	نتیجه آزمون
pH	-	۴/۹۲
کدورت	MTV	۵۰۱
TSS	mg/lit	۶/۸
O&G روغن و چربی	mg/lit	۶۲/۵
سولفات	mg/lit	۵۲۰
فسفات	mg/lit	۰/۰۹
BOD5	mg/lit	۱۳۲۷/۷
COD	mg/lit	۱۹۰۳/۳۹
Fe	mg/lit	۳/۶۳
Pb	mg/lit	<۰/۱
Cd	mg/lit	<۰/۰۲
NI	mg/lit	<۰/۱

جدول ۶- استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست(۱۷)

پارامتر	واحد	آب سطحی	چاه جاذب	مصارف کشاورزی و آبیاری
pH	-	۷/۵	۷	۷/۲۵
کدورت	MTV	۵۰	-	۵۰
TSS	mg/lit	۴۰(لحظه ایی ۶۰)	-	۱۰۰
O&G روغن و چربی	mg/lit	۱۰	۱۰	۱۰
سولفات	mg/lit	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰
فسفات	mg/lit	۶	۶	....
BOD5	mg/lit	۳۰	۳۰	۱۰۰
COD	mg/lit	۶۰	۶۰	۲۰۰
Fe	mg/lit	-	-	-
Pb	mg/lit	۱	۱	۱
Cd	mg/lit	۰/۱	۰/۱	۰/۱
NI	mg/lit	۲	۲	۲

میزان TSS در حدود ۶/۸ بود mg/lit بود که در مقایسه با استاندارد تخلیه به محیط پیرامون کمتر از حد استاندارد می باشد. میزان pH فاضلاب صنعتی در حدود ۴/۹ است که در مقایسه با میزان استاندارد تخلیه به محیط بسیار کم است. میزان اکسیژن مورد نیاز واکنش های بیو شیمیایی فاضلاب صنعتی در حدود ۱۳۲۷/۷ mg/lit است که در مقایسه با میزان استاندارد تخلیه (آب سطحی، چاه جاذب، مصارف کشاورزی و آبیاری) بالاتر از حد استاندارد بوده و میزان اکسیژن مورد نیاز واکنش های شیمیایی۱۹۰۳ mg/lit است که در مقایسه با میزان استاندارد تخلیه آب سطحی، چاه جاذب، مصارف کشاورزی و آبیاری) بالاتر از حد استاندارد بوده و تنها برای ورود به سیستم فاضلاب صنعتی مناسب می باشند.

پارامترهای مدنظر برای آلاینده های هوا شامل O3،NO2،SO2،CO بود که جدول شماره (۷) نشان گر نتایج این اندازه گیری ها می باشد.

جدول ۷- میانگین اندازه گیری هوا (۱۱)

پارامتر	ایستگاه	مقدار			استاندارد
		MIN	MAX	AVE	Ppm
O3	۱	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۸
	۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	
	۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۱	
	۴	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۱	
	۵	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۱	
CO	۱	۵/۱	۶/۲	۵/۴	۳۵
	۲	۵/۱	۵/۴	۵/۲	
	۳	۴/۹	۱۴/۸	۵/۷	
	۴	۴/۹	۸/۷	۵/۲	
	۵	۴/۹	۱۲/۴	۷/۴	
NO2	۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵
	۲	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	
	۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	
	۴	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	
	۵	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	
SO2	۱	۰/۰۰	۰/۱	۰/۰۰	۰/۵
	۲	۰/۰۰	۰/۱	۰/۰۰	
	۳	۰/۰۰	۰/۱	۰/۰۰	
	۴	۰/۰۰	۰/۱	۰/۰۰	
	۵	۰/۰۰	۰/۱	۰/۱	

نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای آلاینده های هوا نشان داد که میزان گاز ازن در تمام ایستگاه ها کم تر از حد استاندارد (استاندارد گاز ازن: ۰/۰۸) بود. میزان گاز دی اکسید گوگرد در تمام ایستگاه ها کم تر از حد استاندارد خود (استاندارد دی اکسید گوگرد ۰/۵) بوده و در نهایت میزان گاز COدر تمام ایستگاه ها کم تر از حد استاندارد (استاندارد: ۳۵) بود. برای اندازه گیری صوت همان طور که در روش کار ذکر شد مقادیر اندازه گیری سه دوره، میانگین و با استاندارد ها مقایسه شد که این مقادیر کم تر از میزان استاندارد سازمان محیط زیست (۷۵ dB) می باشد. در جدول شماره (۸) نتایج اندازه گیری صوت آورده شده است.

جدول ۸- میانگین اندازه گیری صوت در مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس (۱۱)

واحد	ایستگاه	مقادیر اندازه گیری شده		
		Leq	lmin	Lmax
Ug/m3	۱	۶۶	۶۹/۴	۷۰/۱
Ug/m3	۲	۶۹/۷	۶۸/۴	۷۲/۹
Ug/m3	۳	۵۷	۵۶	۵۸/۴
Ug/m3	۴	۵۴/۳	۴۳/۴	۶۰/۶
Ug/m3	۵	۵۱/۷	۴۱/۶	۵۸
Ug/m3	۶	۴۹/۴	۴۰/۳	۴۰/۳
Ug/m3	۷	۴۸	۴۳/۷	۴۳/۷
Ug/m3	۸	۵۶/۱	۵۴/۶	۵۴/۶
ug/m3	۹	۵۵/۷	۵۲/۸	۵۲/۸
ug/m3	۱۰	۴۸/۵	۴۴/۱	۴۴/۱

پس از انجام ارزیابی اولیه جنبه های محیط زیستی در مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس مشخص شد که از ۲۶ جنبه مورد بررسی، ۱۴ مورد در دسته ریسک های خیلی کم، ۸ مورد ریسک کم، ۱ مورد ریسک متوسط و ۲ مورد ریسک بحرانی قرار گرفتند. با در نظر گرفتن راهکارهای مناسب جهت کاهش ریسک های موجود، بار دیگر عدد اولویت ریسک محاسبه شده است. مندرجات جدول شماره (۹) شامل فعالیت های مجتمع، پیامدهای محیط زیستی ناشی از فعالیت ها و اثر خرابی بالقوه و نوع آلودگی ایجادکننده ای که فعالیت های ذکر شده با برآورد شدت، احتمال وقوع، گستره آلودگی بر محیط زیست می گذارند، ذکر شده و اقدام کنترلی مناسب آن پیامد ذکر شده است. همچنین این جدول نشان داد که ارزیابی ثانویه جنبه های محیط زیستی سبب می شود که تقریباً تمامی پارامترهای مورد بررسی در سطوح قابل پذیرش و قابل تحمل قرار بگیرند.

جدول ۹- نتایج ارزیابی ریسک محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس

بخش	فعالیت	جنبه محیط زیستی	اثر محیط زیستی (شرح)	ارزیابی اولیه ریسک محیط زیستی					کنترل های موجود	ارزیابی ثانویه ریسک محیط زیستی				
				شدت	احتمال	اهمیت	امتیاز			شدت	احتمال	اهمیت	امتیاز	
بخش ابزار دقیق	تعمیرات	ریزش اسید ناشی از شستشوی تجهیزات	آلودگی آب و خاک	۱	۰	۰	۲	۹	کانال سازی مناسب جهت انتقال زهاب	۱	۰	۰	۲	۹
بخش برق	تعمیرات	دورریز ضایعات (سیم) و قطعات معیوب به محیط پیرامون	آلودگی محیط	۱	۱	۰/۵	۲	۸	-انتقال به مراکز بازیافت	۱	۱	۰/۵	۲	۸
بخش آب و فاضلاب	تعمیرات	ورود الاینده ها و مواد شیمیایی ناشی از فرایند نیشکر به محیط آبی	آلودگی آب	۴	۱۶	۱	۴	۱	-احداث تصفیه خانه فاضلاب صنعتی -کانال سازی مناسب جهت انتقال زهاب -احداث سپتیک تانک	۴	۱	۰/۸	۴	۱
		ورود لجن ناشی از لایروبی پیش ته نشینی به محیط پیرامون		۲	۲	۰/۵	۲	۶		۲	۲	۰/۴۵	۲	۶
		ورود لجن ناشی از بسترهای لجن به محیط پیرامون		۲	۲	۰/۵	۲	۶		۲	۲	۰/۴	۲	۶
		ورود فاضلاب میکروارگانیسم ها و جوهر نمک .....) به محیط آبی		۲	۳	۰/۵	۳	۵		۲	۳	۰/۵	۳	۵
		ورود ترکیبات شیمیایی و مواد قندی ناشی از پالایش شربت به محیط آبی	آلودگی آب	۴	۵	۰/۷۵	۵	۲	-تصب هواکش و تهویه مطبوع -بازگردادن هوای تصفیه شده به محوطه کار - انتقال به مراکز بازیافت -احداث سپتیک تانک -قرار دادن صفحاتی زیر دستگاه ها و استفاده دوباره از مواد نشتی دستگاه ها	۴	۲	۰/۴	۲	۶
		ورود گل و املاح ناشی از پالایش شربت به محیط پیرامون		۲	۲	۰/۵	۲	۶		۲	۲	۰/۴	۲	۶
بخش صنعت		ورود الاینده ها و مواد جامد معلق به محیط پیرامون در زمان شستشوی نیشکر	آلودگی محیط و خاک	۳	۴/۵	۰/۵	۳	۴		۳	۴/۵	۰/۴۵	۳	۴
		انتشار الاینده ها به هوا در اثر آتش سوزی دپو گاز	آلودگی هوا	۴	۶	۰/۵	۳	۳		۴	۳	۰/۵	۳	۳
		ورود پساب حمل گل فیلتر به محیط آبی	آلودگی آب و محیط و خاک	۲	۲	۰/۵	۲	۶		۲	۲	۰/۴۵	۲	۶
		ورود فاضلاب (مواد الاینده) ناشی از دیگ بخار به محیط آبی		۳	۴/۵	۰/۵	۳	۴		۳	۳	۰/۴۵	۳	۴
		ورود مواد معدنی و سمی ناشی از ضدعفونی به محیط پیرامون		۳	۴/۵	۰/۵	۳	۴		۳	۳	۰/۵	۳	۴
		نشت گریس و روغن در زمان تعمیرات		۳	۴/۵	۰/۵	۳	۴		۳	۴/۵	۰/۵	۳	۴
		ورود پساب به محیط پیرامون در زمان شستشوی تجهیزات		۳	۴/۵	۰/۵	۳	۴		۳	۴/۵	۰/۵	۳	۴
بخش کنترل کیفی		ورود هیدرازین به پساب در زمان انجام تست هیدرازین	آلودگی آب	۲	۲	۰/۵	۲	۶	-کانال سازی مناسب جهت انتقال زهاب -درختکاری و ایجاد فضای سبز و محوطه سازی -احداث سپتیک تانک	۲	۲	۰/۵	۲	۶
		ورود فسفات به پساب در زمان انجام تست فسفات		۲	۲	۰/۵	۲	۶		۲	۲	۰/۴۵	۲	۶
		ورود EDTA به پساب در زمان انجام تست EDTA		۲	۲	۰/۵	۲	۶		۲	۲	۰/۴۵	۲	۶
		ورود فنولفتالئین به پساب در زمان انجام تست اینورت		۲	۲	۰/۵	۲	۶		۲	۲	۰/۴۵	۲	۶
بخش نیروگاه		نشت روغن در فرآیند تولید هوای فشرده	آلودگی آب	۲	۱	۰/۵	۱	۸	-قرار دادن صفحاتی زیر دستگاه ها و استفاده دوباره از روغن نشتی	۲	۱	۰/۴۵	۱	۸
		نشت روغن در فرآیند تولید انرژی الکتریکی		۲	۱	۰/۵	۱	۸		۲	۱	۰/۵	۱	۸
بخش مکانیک		ورود روغن و گریس در فرآیند روانکاری به محیط پیرامون	آلودگی آب	۳	۳	۰/۵	۲	۵	-قرار دادن صفحاتی زیر دستگاه ها و استفاده دوباره از روغن نشتی	۳	۳	۰/۵	۳	۵
		ورود براده فلزی در فعالیت تراشکاری و به محیط پیرامون	آلودگی محیط	۳	۱/۵	۰/۵	۱	۷		۳	۱/۵	۰/۵	۱	۷
بخش کوره بخار		نشت گازوئیل و ملزومات در فرآیند بویلر	آلودگی آب و خاک	۳	۱/۵	۰/۵	۱	۷	-تصب هواکش و تهویه مطبوع -بازگردادن هوای تصفیه شده به محوطه کار	۳	۱/۵	۰/۴	۱	۷
		انتشار ترکیبات گازی و الاینده‌ها ناشی از احتراق کوره و ورود به هوا	آلودگی هوا	۳	۱/۵	۰/۵	۱	۷		۳	۱/۵	۰/۴۵	۱	۷
		نشتی مواد شیمیایی (هیدرازین،فسفات، اسید و ...) در فرآیند تولید بخار	آلودگی محیط	۳	۲	۰/۵	۲	۵		۳	۲	۰/۴	۲	۵

ارزیابی اولیه ریسک محیط زیستی نشان داد که کم ترین میزان خطر مربوط به واحد ابزار دقیق با رتبه ۹ و عدد اولویت ریسک صفر و بیش ترین میزان خطر با عدد اولویت ریسک ۱۶ و رتبه یک مربوط به ریسک ورود آلاینده ها و مواد شیمیایی ناشی از فاضلاب به محیط آبی می باشد. پس از بررسی نتایج، پس از ارزیابی اولیه ریسک محیط زیستی در مجموع ۲۶ جنبه ریسک محیط زیستی با استفاده از روش TOPEFMEA در مجتمع مورد شناسایی قرارگرفت. پس از محاسبه عدد اولویت ریسک، بالاترین عدد اولویت ریسک برابر با ۱۶ و پایین ترین آن برابر با صفر مشخص شد. پس از آن تعیین عدد اولویت ریسک با روش TOPSIS، جهت تعیین درجه مخاطره پذیری ریسک ها مؤلفه‌های تعداد رده و طول رده تعیین گردید. در این مطالعه بر اساس تعداد ریسک ها (n=26)، طول رده بر اساس کمترین و بیشترین عدد ریسک، ۲/۶ تعیین گردید. سپس بر اساس میزان عدد اولویت هر ریسک، ریسک ها در این رده ها قرار گرفتند. در جدول شماره (۱۰) سطوح درجه مخاطره پذیری ریسک - های ایمنی و بهداشتی ارائه شده است.

جدول ۱۰- سطح بندی و رده بندی نهایی اعداد اولویت ریسک

تعریف رده	حدود رده	ریسک	فراوانی ریسک در رده	تعریف رده
بحرانی	۱۶/۱-۱۳/۵	A3.A5	۲	بحرانی
خیلی زیاد (جدی)	۱۳/۴-۱۰/۸	-	۰	خیلی زیاد (جدی)
زیاد	۱۰/۷-۸/۱	-	۰	زیاد
متوسط	۸-۵/۴	A10.A7	۲	متوسط
کم(عادی)	۵/۳-۲/۷	A6.A9.A12.A13.A14.A15.A22.A26	۸	کم(عادی)
خیلی کم	۲/۶-۰	A1.A2.A4.A8.A11.A16.A17.A18.A19.A20.A21.A23.A24.A25	۱۴	خیلی کم

براین اساس باتوجه به اطلاعات آمار به دست آمده از ارزیابی اولیه جنبه های محیط زیستی، طبقه بندی ریسک ها به گونه ای که در جدول (۱۰) نشان داده شده است. اولین گروه مربوط به فعالیت هایی است که در محدود از ۰ تا ۲/۶ که به عنوان جنبه هایی با سطح ریسک خیلی کم قرار گرفتند. دومین گروه مربوط به فعالیت هایی است که در محدوده بین ۲/۷ تا ۵/۳ می باشد که جنبه هایی با سطح ریسک کم هستند. سومین گروه در محدوده بین ۵/۴ تا ۸ می باشد که جنبه هایی با سطح ریسک متوسط می باشند. برای این فعالیت ها نیاز ضروری جهت در نظر گرفتن اقدامات اصلاحی و کنترلی وجود ندارد. چهارمین و پنجمین گروه رده ای بین۸/۱ تا ۱۰/۷ و ۱۰/۸ تا ۱۳/۴ که فعالیتی در این دو گروه قرار نگرفته است. پنجمین گروه که جنبه هایی با سطح ریسک خیلی بالا می باشد بین ۱۳/۵ تا ۱۶/۱ است.

بحث و نتیجه گیری

عملکرد مجتمع تولید شکر همانند سایر مجتمع های تولیدی، تبعات و پیامدهای مستقیم و غیر مستقیم منفی و مثبت در محیط زیست برجای می گذارد. برای ارزیابی ریسک معمولا

معیارهای نظیر شدت، احتمال، و آسیب پذیری تعریف می گردد و بر اساس این معیارها، ریسک اولویت بندی می شود. بنابراین همان طور که مشاهده می گردد، در روش ارزیابی ریسک ۳ سطح یا درخت تصمیم گیری شامل هدف، معیارها، گزینه ها وجود دارد. به همین دلیل ارزیابی ریسک نوعی تصمیم گیری چند شاخصه است که هدف آن دست یابی به مهم ترین ریسک ها و معیارهای آن، شدت، احتمال وقوع، آسیب پذیری، کشف و غیره می باشد. به همین دلیل در ارزیابی ریسک پروژه های صنعتی نظیر صنعت نیشکر از روش های MADM استفاده گردید. تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره ضمن امتیازدهی به معیارها، روش هایی برای کمی سازی ذهنی و قضاوت های عینی هستند. این گونه تکنیک ها، اغلب نسبت به زمانی که فقط یک تصمیم گیرنده وجود دارد، ترجیح داده می شوند و از آنجا که تصمیمات اتخاذ شده بر همه جامعه اثرگذار بوده، مناسب تر است که تصمیم گیری نهایی با مشارکت کارشناسان مرتبط با خود صنعت، به شکل تیم مطالعاتی، اتخاذ شود. از طرفی دیگر، استفاده از مدل های ریاضی قابل ترکیب با روش هایی استفاده شده در تحقیق از قبیل تجزیه و تحلیل حالات شکست و ... می تواند روش پیشنهادی در انتهای تحقیق در راستای تقلیل اثرات سوء را ارتقا بخشد. به همین منظور روش پیشنهادی برای این مطالعه TOPEFMEA، روشی مناسب و انعطاف پذیر برای ارزیابی ریسک محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس بود. این روش پیشنهادی دارای تاثیر بالقوه بالا در سیاست های مدیریتی در تصمیم گیری های محیط زیستی است. این مقاله همانند مقاله ی Vinodh و همکاران از تلفیق دو روش MADM برای رسیدن به هدف مقاله خود به بهترین گزینه دست یافتند. در آن مقاله از تلفیق دو روش TOPSIS و AHP برای رسیدن به بهترین گزینه برای بازیافت پلاستیکی استفاده نمودند و در مقاله حاضر برای رسیدن به نخستین عامل ریسک محیط زیستی ناشی از مجتمع مورد مطالعه از روش TOPEFMEA استفاده شد. نظیر Thivel و همکاران که از روش FMEA برای شناسایی منابع خطر و سناریوهایی موجود مربوط به حوادث نامطلوبی مرتبط با فرایند احتراق زیست توده استفاده کردند در این مقاله از همین روش برای شناسایی فعالیت ها و عوامل ریسک مجتمع استفاده شد با این تفاوت که در جایگزین روش FMEA از روش EFMEA که قابلیت کاربرد محیط زیستی را دارا می باشد، استفاده گردید. فرخیان و همکاران و دو مورد مطالعاتی پس از آن که در قسمت سرآغاز توضیح داده شد از تلفیق دو روش TOPSIS و FMEA برای ارزیابی ریسک مطالعات موردی خودشان استفاده نمودند با این تفاوت که در مقاله های ذکر شده دو روش به کاربرده یکی پس از یکدیگر استفاده شدند، اما در این تحقیق این دو روش به صورت توامان با نام TOPEFMEA استفاده شد و در واقع دو روش TOPSIS و EFMEA، تحت نام TOPEFMEA مکمل یکدیگر شدند.

طبق رتبه بندی انجام گرفته، ۵۳/۸۴ درصد از جنبه ها در سطح خیلی کم، ۳۰/۷۶ درصد از جنبه ها در سطح کم(عادی)، ۷/۶۹ درصد از جنبه ها در سطح متوسط، ۰ درصد از جنبه ها در سطح خیلی زیاد (جدی) و زیاد، ۷/۶۹ درصد از جنبه ها در سطح بحرانی و قرار گرفتند. پس از اجرای اقدامات اصلاحی ارزیابی ریسک ثانویه انجام شد و اعداد اولویت ریسک مجدد مورد محاسبه قرارگرفت که ۶۱/۵۳ درصد از جنبه ها در سطح خیلی کم، ۲۶/۹۲ درصد از جنبه ها در سطح کم(عادی)، ۳/۸۴ درصد از جنبه ها در سطح متوسط، زیاد، خیلی زیاد (جدی)، و صفر درصد از جنبه ها در سطح بحرانی قرار گرفت. کاهش درصد های رتبه های ریسک در ارزیابی ثانویه نشان دهنده ی مثمر ثمر بودن اعمال ارزیابی ثانویه ریسک محیط زیستی می باشد. نتایج حاصل از بررسی جنبه های ریسک محیط زیستی سالن تولید مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس حاصل از روش TOPEFMEA حاکی از آن است که کم ترین عدد اولویت ریسک برابر با عدد صفر است. همچنین بالاترین عدد اولویت ریسک مربوط به ریسک ورود آلاینده ها و مواد شیمیایی ناشی از فرآیند نیشکر به محیط آبی بوده که عدد ۱۶ را به خود اختصاص داده است که بالا بودن عدد ریسک این فعالیت به دلیل بار سنگین آلودگی این آلاینده ها می باشد. از

موارد پیشنهادی برای کاهش این عامل می توان به احداث تصفیه خانه فاضلاب صنعتی، کانال سازی مناسب جهت انتقال زهاب و احداث سپتیک تانک برای کاهش بار آلودگی آلاینده ها، اشاره نمود. در واقع بیش ترین تاثیر ریسک محیط زیستی مجتمع مربوط به محیط آبی می باشد و راهکارهای کاهش انتقال بیش تر در این زمینه متمرکز خواهد بود. بر اساس اولویت بندی نتایج حاصل از تحقیق برنامه مدیریت ریسک های محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس تدوین و در جدول شماره (۱۱) ارایه گردید.

جدول ۱۰- برنامه مدیریت ریسک های محیط زیستی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس

عامل ریسک	روش های کنترل و اقدامات پیشنهادی	مسوولیت	دوره‌ی زمانی پایش
ورود آلاینده ها و مواد شیمیایی ناشی از فرآیند نیشکر به محیط آبی	-تاسیس تصفیه خانه صنعتی و انتقال آلاینده ها و مواد شیمیایی به واحد تصفیه خانه ایجاد شده -جلوگیری از ورود آلاینده ها و مواد شیمیایی به محیط آبی -ایجاد سپتیک تانک -استفاده از روش هوادهی ممتد - جداسازی پساب صنعتی مجتمع و تصفیه آن به روش سری دوگانه بی هوازی ـ هوازی - استفاده مجدد از پساب خروجی تصفیه خانه در مزارع پایین تر و از آن به صورت کشت گیاهان شوری پسند و یا پرورش ماهی و میگو	پیمانکار و سازمان حفاظت محیط زیست	مستمر و مداوم
ورود ترکیبات شیمیایی و مواد قندی ناشی از پالایش شربت به محیط آبی			مستمر و مداوم
ورود آلاینده ها و مواد جامد معلق به محیط پیرامون در زمان شستشوی نیشکر			مستمر و مداوم
ورود فاضلاب (مواد آلاینده) ناشی از دیگ بخار به محیط آبی			مستمر و مداوم
ورود مواد معدنی و سمی ناشی از ضدعفونی به محیط پیرامون			مستمر و مداوم
نشت گریس و روغن در زمان تعمیرات			مستمر و مداوم
انتشار آلاینده ها به هوا در اثر آتش سوزی دپو گاز	-از دور خارج کردن دستگاه های فرسوده و تعمیر دستگاه های معیوب - نصب هواکش و تهویه مطبوع و بازگرداندن هوای تصفیه شده به محوطه کار -درختکاری و ایجاد فضای سبز و محوطه سازی	پیمانکار	بازدید دوره‌ای

منابع

۱. اللهیاری،تیمور(۱۳۸۴)، «آنالیز خطر و ارزیابی ریسک در فرآیندهای شیمیایی»، انتشارات فن آوران.

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

3. Bartolozi, V, (2005),« The nvironmental risk analysis: risk assessment and public institutions role», Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente A.R.P.A. Sicilia Via U. La Malfa 169 Palermo, Italy.

۴. جهانبین،شهاب و همکاران(۱۳۹۱)، «مدیریت بهینه کاهش مخاطرات محیط زیستی، ایمنی و بهداشتی عملیات حفاری چاه های نفت و گاز حوزه نفتی خلیج فارس با استفاده از مدل تلفیقی Delphi و TOPSIS»، مجموعه مقالات اولین همایش بین المللی محیط زیست و ژئوپلتیک خلیج فارس، قشم.

۵. مهدوی،ایرج (۱۳۸۷)، «نقش EFMEA برای شناسایی خطر، مخاطره سنجی و کنترل مخاطرات در مدیریت ایمنی ایمنی و بهداشت شغلی»، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی جایگاه ایمنی صنعتی، بهداشت حرفه ای و محیط زیست در سازمان ها، اصفهان.

6. Vinodh, S, Prasanna, M, Hari Prakash, N, (2014), «Integrated Fuzzy AHP–TOPSIS for selecting the best plastic recycling method: A case study, Applied Mathematical Modelling, Science Direct Publisher.

7. Thivel, P,X, Bultel,Y, Delpech,F, (2008), «Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods», Journal of Hazardous Materials, Volume 151, Issue 1, 28, Pages 221-231.

۸. فرخیان،فروزان و همکاران(۱۳۹۱)، «ارزیابی و مدیریت بارزترین ریسک های ایمنی بهداشتی و محیط زیستی سالن آسیاب کشت و صنعت فارابی با استفاده ازمدل تلفیقی TOPSIS & FMEA »، اولین همایش بین المللی بحران های محیط زیستی ایران و راهکارهای بهبود آن، جزیره کیش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.

۹. مکوندی،رقیه و همکاران(۱۳۹۱)، «ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب ها با استفاده از روش های TOPSIS و EFMEA (مطالعه موردی : تالاب شیرین سو در استان همدان) »، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب/ دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، شماره ۱۲.

۱۰. حبیبی،حسین و همکاران،(۱۳۹۲)، «ارزیابی و اولویت بندی ریسک های ایمنی در فرآیند بهره برداری با مدل های TOPSIS و FMEA درشرکت برق منطقه‌ای مازندران»، بیست و هشتمین کنفرانس بین المللی برق، تهران، شرکت توانیر، پژوهشگاه نیرو.

۱۱. مهندسین مشاور حفاظت رشد انرژی، (۱۳۹۲)، «طرح بررسی مجتمع کشت و صنعت شهدای خلیج فارس»، منتشر نشده.

12. http://www.daneshju.ir

13. Jozi, S, A, Saffarian, S, Shafiee, M, 2012, «Environmental Risk Assessment of a Gas Power Plant Exploitation Unit Using Integrated TOP-EFMEA Method», Pol. J. Environ. Stud. Vol. 21, No. 1, 95-105.

۱۴. جوزی،سید،علی(۱۳۸۷)، «ارزیابی و مدیریت ریسک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال»، چاپ اول.
۱۵. مومنی،منصور(۱۳۸۹)، «مباحث نوین تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت»، دانشگاه تهران.
۱۶. جوزی،سید،علی و همکاران(۱۳۹۰)، «ارزیابی ریسک های محیط زیستی واحد گاز نیروگاه حرارتی شهید مدحج زرگان اهواز به روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست (EFMEA)»، پنجمین همایش ملی بحران های محیط زیستی ایران و راهکارهای بهبود آن ها، اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات خوزستان.
۱۷. «مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست ایران»،(۱۳۹۱)، ضوابط و استانداردهای محیط زیستی، سازمان حفاظت محیط زیست.