علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره پنج ، مردادماه ۹۸

کاربرد روش تلفیقی TOPSIS و AHP در مدیریت مواد شیمیایی با رویکرد HSE (مطالعه موردی: کارخانه تولید شکر)

امید سپرغم [۱]

محسن شفیعی [۲]

شبنم صفاریان [۲*]

shabnam.saffarian@gmail.com

بهناز گودرزی [۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۱۰ **تاریخ پذیرش:۹۵/۲/۲۸**

چکیده

زمینه و هدف:افزایش تولید مواد شیمیایی و مصرف آن در فرآیندهای مختلف صنعتی از نشانه های جامعه صنعتی به شمار می رود که عدم مدیریت صحیح و استفاده نادرست از آنها باعث ایجاد حوادث و صدمات زیانبار بر سلامت انسان و محیط زیست خواهد شد.

روش بررسی: در این تحقیق با در نظرگرفتن مخاطرات ایمنی، بهداشتی و جنبه های محیط زیستی موجود در رابطه با ذخیره سازی، نگهداری و کار با مواد شیمیایی در کارخانه تولید شکر مورد مطالعه، این مواد با استفاده از روش Walking&Talking Through مورد شناسایی قرارگرفتند. سپس جهت تجزیه و تحلیل انواع مخاطرات و فاکتورهای ریسک مواد شیمیایی شناسایی شده از روش های تصمیم گیری چند معیاره از جملهAHP ،روش بردار ویژه وTOPSIS استفاده شد. در نهایت با تعیین میانه در نرم افزار SPSS مواد شیمیایی در سه طبقه از لحاظ خطر تقسیم بندی شدند.

یافته ها: نتایج به دست آمده از محاسبه خطر مواد شیمیایی کارخانه شکر مورد نظر حاکی از آن است که اتیل الکل با وزن ۰/۶۴۶، آمونیاک با وزن ۰/۵۶۶ و کاستیک سودا با وزن ۰/۵۵۸ از مهمترین مواد شیمیایی اثر گذار بر بهداشت، ایمنی و محیط زیست کارخانه و محیط پیرامون آن است. در ادامه راهکارهایی جهت کنترل و کاهش خطر مواد شیمیایی شناسایی شده ارایه گردید.

بحث و نتیجه گیری: در این پژوهش با معرفی یک روش چند معیاره برای محاسبه ضریب مخاطره بیش ترین تعداد ویژگی هایی را که سبب خطر آفرینی یک ماده برای کارکنان می شود درمحاسبات به کاربرده شد.

واژه های کلیدی: مواد شیمیایی،کارخانه تولید شکر، اتیل الکل، روش های تصمیم گیری چند معیاره

۱- مربی گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، ایران.

۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران *(مسوول مکاتبات).

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.5, July, 2019

Application of TOPSIS and AHP integrated method in chemicals management using the HSE approach

(Case study: Sugar factory)

Omid Espargham [1]
Mohsen Shafiee [2]
Shabnam Saffarian[2 *]
shabnam.saffarian@gmail.com
Behnaz Ghoudarzi[2]

Admission Date: May 17, 2016 Date Received: July 1, 2015

Abstract

Background and Objective: Increased rate of chemicals production and their consumption in various industrial processes are consiederd as characteristics of an industrial community. Improper management and incorrect use of them will cause accidents and harmful damage to human health and the environment.

Method: In this paper, considering the safety and health risks and the environmental aspects associated with storage, preservation and working with chemicals produced in sugar factory, these chemicals were identified by Walking & Talking Through method. Then, the multi-criteria decision-making methods such as AHP, TOPSIS and Eigenvector technique were used for analyzing the risks of the identified chemicals. Finally, the chemicals were divided into three categories in terms of risk by determining the median in SPSS.

Findings: The results of calculating the risk of the chemicals used in sugar factory show that ethyl alcohol with weight of 0.646, ammonia with weight of 0.566 and caustic soda with weight of 0.558 are the most important chemicals affecting the safety, health and environment of the factory and the surrounding area. Accordingly, the strategies to control and reduce the risks of chemicals were identified.

Discussion and Conclusion: In this study, introducing a multi-criteria method for calculating the risk factor, the highest number of features inducing the risk of a substance to the personnel is used in the calculation.

Keywords: Chemicals, Sugar factory, Ethyl alcohol, Multi-criteria decision making methods

1- Department of Chemistry, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2-Young Researchers and Elite Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran*(Corresponding Authours).

مقدمه

امروزه زندگی انسان ارتباط تنگاتنگی با مواد شیمیایی پیدا کرده است به طوری که حذف این مواد زندگی انسان را مختل می کند. از سوی دیگر تهیه، تولید و مصرف این مواد در بر دارنده خطرات گوناگون، به ویژه برای کارگران در معرض است. بنابراین کنترل اثرات زیان آور این مواد برای حفظ سلامت کارگران و نیز پاکیزگی محیط زیست مهم است(۳-۱). ارزیابی خطر مواد شیمیایی یکی از راهکارهای اصلی برای رسیدن به این مهم بوده و می تواند در تعیین اولویت های آلاینده های مخاطره آمیز و همچنین تصمیم گیری در مورد راه های کنترلی مناسب کمک شایانی نماید (۴). در نظرگرفتن مخاطرات بهداشتی و محیط زیستی مواد شیمیایی کارخانجات تولید شکر اهمیت توجه به مدیریت مواد شیمیایی را دو چندان نموده است(۵و۶).کریمی و همکاران نیز در سال ۱۳۹۳ در تحقیقی با عنوان طراحی نرم افزار SQCRA به منظور ارزیابی نیمه کمی خطر کار با مواد شیمیایی در محیط کار،سطح خطر به دست آمده از مواد اسید سولفوریک، اسید فسفریک، سولفات آلومینیوم، کاتالیت نیکـل و اسـید استیک مورد استفاده به عنوان مواد اولیه در شرکت روغن نباتی نرگس شیرازبه ترتیب ۵/۳، ۳/۲، ۸۴/۲، ۴/۲ و ۶۶/۲ تعیین کردند(۷).زیس و همکارانش در سال ۱۹۹۱ تحقیقی را در رابطه با تولید مواد زاید خطرناک صنعتی و نحوه دفع آنها در ایالات متحده انجام دادند طی این تحقیق مشخص شد که حدود ۳۱,۵٪ از مواد زاید خطرناک تولیدی متعلق به صنایع حمل و نقل و ۲۲٪مربوط به صنعت نفت و ۱۸,۵٪مربوط به انستیتوهای تحقیقاتی می باشد.پژوهشی با عنوان شناسایی و مدیریت خطر در سال ۲۰۰۲ توسط سوکاماران نیز در هندوستان انجام شد. در این پژوهش به روش های شناسایی خطر در صنایع با توجه به مواد شیمیایی خطرناک که طی فرآیندها و هنگام نگهداری باید تحت مدیریت قرار گیرند، پرداخته شد.

در مقاله ای که Kocher و Griem در سال ۲۰۰۲ ارایه نمودند، اشاره شده که در ارزیابی خطرهای بهداشتی لازم است که تمام پارامترهای موثر بر خطر را مورد شناسایی و ارزیابی قرارداد. مهمترین معیارهای ارزیابی که در این مقاله به آن اشاره شد، شرایط بالقوه و درجه اطمینان ومعیار تماس بود (۸). کارخانه شکر مورد مطالعه در جنوب ایران قرار دارد. این کارخانه در راستای تحقق اهداف کلان اقتصادی و اجتماعی کشور، به منظور تأمین بخشی از شکر مورد نیاز کشور و سایر محصولات مورد استفاده در زنجیره ای از تولیدات صنایع پایین دستی نیشکر و ایجاد اشتغال پایدار احداث گردید. محصولات تولیدی اصلی و فرعی و ظرفیت اسمی تولید آن ها عبارت است از سالانه ۱۰۰هزار تن شکر خام، ۱۷۵هزار تن شکر سفید، ۳۵هزار تن ملاس و ۳۵۰هزارتن باگاس(۹).در کشور ما طی سال های اخیر اقدامات مؤثری در جهت شناسایی، طبقه بندی و مدیریت مواد شیمیایی کارخانه شکر صورت نگرفته است و به دلیل اهمیت موضوع و تازگی کار، این مطالعه با هدف مدیریت مواد شیمیایی با رویکردHSEدر کارخانه شکر به انجام رسید.

مواد و روش ها

در این پژوهش از روش های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) به عنوان رویکرد کمی در ارزیابی خطر های مخاطرات ایمنی بهداشتی و محیط زیستی مواد شیمیایی کارخانه ی تولید شکر استفاده شده است.

گام اول: شناسایی شاخص خطر

در این تحقیق ابتدا با توجه به بازدیدهای میدانی، مصاحبه با متخصصان، کارشناسان تولید شکر و HSE و در نهایت با جمـع‌آوری کلیه اطلاعـات مـورد نظر در رابطه با HSE، مواد شیمیایی کارخـانه شکـر بـا استفـاده از روش Walking & Talking Through، ۱۱ معیار و شاخص مهم خطر مواد شیمیایی شناسایی گردید.

گام دوم: وزن دهی معیارها و شاخص خطر مواد شیمیایی با استفاده از روش AHP

در دهه های اخیر توجه محققین به مدل های تصمیم گیری چند معیاره برای تصمیم گیری های پیچیده معطوف گردیده است (۱۰). در این تحقیق جهت تعیین وزن شاخص های خطر

از روش AHP که از مدل های MADM (چند شاخصه) می-باشند استفاده شد. همچنین با توجه به اینکه نرم افزار EXPERT CHOICE جهت تحلیل مسایل تصمیم گیری چند معیاره و با استفاده از تکنیک سلسله مراتبی طراحی شده است، از این نرم افزار نیز جهت افزایش دقت و سرعت کار، بهره گرفته شد. در این بخش هدف، وزن دهی شاخص های مواد شیمیایی کارخانه تعیین شده و معیارها شامل معیارهای فیزیکی، زیستی و واکنشی مواد شیمیایی می باشند.

گام سوم: اولویت بندی مواد شیمیایی از لحاظ خطر ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی کارخانه با استفاده از روش TOPSIS

پس از وزن دهی معیارها، پرسشنامه یTOPSISبر اساس جدول (۱) که بر گرفته از برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) می باشد تکمیل و ماتریس تصمیم گیری تشکیل گردید.

جدول ۱- ملاک نمره دهی به مواد شیمیایی به روشTOPSIS

Table1. Scoring index for chemicals with TOPSIS Method

معیار	توصیف
سمیت	*موادی که خطری برای سلامتی ندارند (امتیاز ۰). *موادی که خطر کمی برای سلامتی دارند (امتیاز ۱). *موادی که برای سلامتی خطرناکند(امتیاز ۲). *موادی که خطرهای فوقالعاده ای برای سلامتی دارند (امتیاز ۳). *موادی که مقدار کمی از بخارات آن می تواند سبب مرگ شود(امتیاز ۴).
خطرهای ناشی از تجزیه	*بی خطر (امتیاز ۰). *کم خطر (امتیاز ۱). *خطرمتوسط(امتیاز ۲). *پرمخاطره (امتیاز ۳) *شدیداخطرناک (امتیاز ۴)
خطر برای محیط زیست	*بی خطر (امتیاز ۰). *کم خطر (امتیاز ۱). *خطرمتوسط(امتیاز ۲). *پرمخاطره (امتیاز ۳) *شدیداً خطرناک (امتیاز ۴)
حالت فیزیکی	*جامد (امتیاز ۰). *مایع (سریع تر از مواد جامد پخش می شود و خطرها را منقل می کند) (امتیاز ۱).*گاز (فرض بر این است که خیلی سریع پخش می شود، خطرها را انتقال می دهد) (امتیاز ۲).
رنگ	*دارای رنگ (امتیاز ۰). *بیرنگ (فرض بر این است که مواد بی رنگ در صورت نشتی، مشکل تر تشخیص داده می شوند) (امتیاز ۱).
بو	*دارای بو (امتیاز ۰). *بی بو (فرض براین است که مواد بی بو در صورت نشتی، مشکل تر تشخیص داده می شوند) (امتیاز ۱).
اشتعال	*موادی که مشتعل نمی شوند (امتیاز ۰). *موادی که قبل از اشتعال باید حرارت زیادی ببینند(امتیاز ۱). *مایعاتی که جهت مشتعل شدن، باید مقداری حرارت ببینند وجامداتی که تولید بخارات قابل اشتعال می نماید(امتیاز ۲). *مایعاتی که تقریباً در حرارت نرمال مشتعل می شوند (امتیاز ۳). *گازهای شدیداً قابل اشتعال و مایعات بسیار فرار قابل اشتعال و موادی که در حالت گرد و غبار در هوا، تشکیل مخلوط انفجاری می دهند(امتیاز ۴).
قابلیت فعل و انفعال شیمیایی	*موادی که در حالت عادی، حتی در شعله پایدار هستند و با آب واکنش نشان نمی دهند(امتیاز ۰). *موادی که در حالت عادی پایدار بوده ولی در حرارت و فشار بالا ممکن است ناپایدارشوند و با آب واکنش داده(ولی نه به شدت) و انرژی آزاد نمایند(امتیاز ۱). *موادی که در حالت عادی ناپایدار بوده و تغییرات شیمیایی می یابند ولی منفجر نمی شوند(امتیاز ۲). *موادی که قادر به تجزیه یا واکنش انفجاری بوده ولی برای این عمل به چاشنی یا حرارت کافی نیاز دارند(امتیاز ۳). *موادی که در حرارت و فشار معمولی قادر به تجزیه یا واکنش انفجاری هستند(امتیاز ۴).
اکسیدکنندگی	*اکسیدکننده نیست(امتیاز ۰). *اکسیدکننده است(امتیاز ۱).
خورندگی	*خورنده نیست(امتیاز ۰). *خورنده است(امتیاز ۱).
انفجار	*منفجرشونده نیست. (امتیاز ۰). *به احتمال کم منفجر می شود(امتیاز ۱). *تحت شرایطی، می تواند منفجر شود(امتیاز ۲). *انفجاری است(امتیاز ۳). *به شدت منفجرمی شود(امتیاز ۴).

مرجع:کرمی و همکاران،۱۳۹۲(۱۱)

در مرحله بعدی با انجام ۶گام روش TOPSIS مواد شیمیایی شناسایی شده، اولویت بندی شدند. در نهایت مهم ترین مواد شیمیایی دارای خطر با استفاده از روش مزبور تعیین گردید (۱۲-۱۴).

گام چهارم: طبقه بندی(گروه بندی) مواد شیمیایی از لحاظ مخاطرات ایمنی بهداشتی محیط زیستی

در یک سیستم مدیریت سازمان یافته باید به منظور ارزشیابی خطر ها و مخاطرات، اقدام به ایجاد یک طبقه بندی کرد (۱۵).

در این راستا، پس از تعیین وزن مواد شیمیایی و با توجه به این که موادی که در این الگوریتم طبقه بندی دارای وزن نزدیک به هم هستند، از لحاظ مدیریتی نیز اولویت اقدام کنترلی آنها نامشخص است، بنابراین جهت دسته بندی، تعیین جنبه های بارز و انجام اقدامات کنترلی لازم با تعیین میانه در نرم افزار spss ، مواد شیمیایی در سه طبقه از لحاظ خطر تقسیم بندی شدند. جدول (۲).

جدول ۲-رتبه بندی سطح خطر

Table 2. Ranking of the level of risk

ردیف	سطح خطر	طبقه بندی خطر ها	شرح اجرا و عملیات کنترلی
۱	پایین	میزان خطر< میانه	جنبه غیر بارز می باشد
۲	متوسط	میزان خطر= میانه	وضعیت مناسب نیست و نیازمند تجدید نظر در اولویت بعدی می باشد
۳	بالا	میزان خطر> میانه	جنبه بارز است و باید در اولویت اول، بهبود صورت گیرد

نتایج

شناسایی معیارها و گزینه ها

شناسایی مواد شیمیایی دارای خطر و شاخص خطر با استعانت از روش Walking&Talking Through صورت گرفت که۱۱ شاخص(معیار) خطر و۱۳ ماده شیمیایی در کارخانه شناسایی شد و شاخص خطر مواد شیمیایی در سه گروه فیزیکی، زیستی و واکنشی طبقه بندی شدند. نتایج مرحله شناسایی شاخص های خطر مواد شیمیایی در جدول (۳) مشخص گردید.

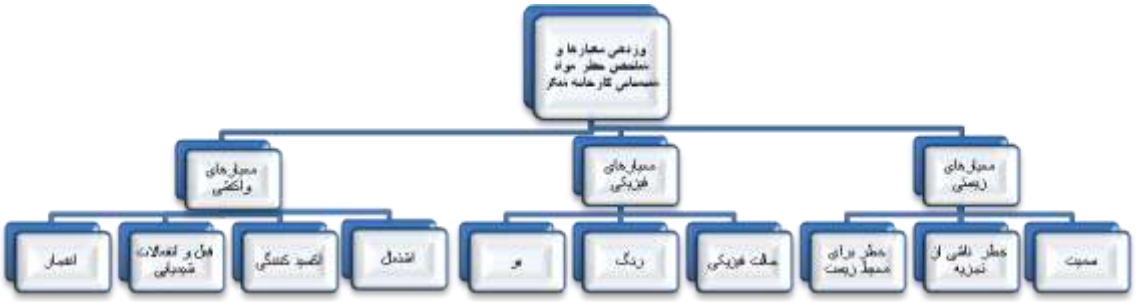
جدول ۳- مرحله شناسایی شاخص هایخطر مواد شیمیایی

Table 3. Identification of risk indicators of chemicals

شناسایی شاخص ها(معیارهای) ارزیابی خطر مواد شیمیایی	معیارهای زیستی	معیارهای فیزیکی	معیارهای واکنشی
	سمیت	حالت فیزیکی	اشتعال
	خطر ناشی از تجزیه	رنگ	فعل و انفعالات شیمیایی
	خطر برای محیط زیست	بو	خورندگی
			اکسید کنندگی

وزندهی معیارها و شاخص خطر مواد شیمیایی کارخانه شکر با استفاده از روش بردار ویژه و AHP

در شکل (۱) ساختار سلسله مراتبی وزن دهی شاخص هایخطر مواد شیمیاییکارخانه شکر ارایه شده است. در طراحی این ساختار به ویژگی های فیزیکی، محیط زیستی و واکنشی مواد شیمیایی توجه شده است. با توجه به وزن های به دست آمده ، شاخص هایی از جمله سمیت، حالت فیزیکیو خطر برای محیط زیست و غیره که ایمنی، بهداشت و محیط زیست پیرامون کارخانه را تهدید می‌کنند در نظر گرفته شد.

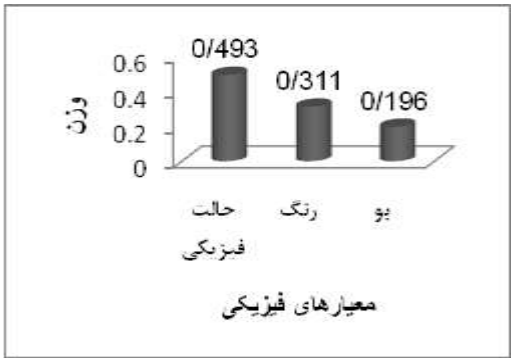


شکل۱- ساختار سلسله مراتبی وزن دهی شاخص هایخطر مواد شیمیایی کارخانه

Figure 1. The weighting hierarchical structure of the risks indices of chemicals

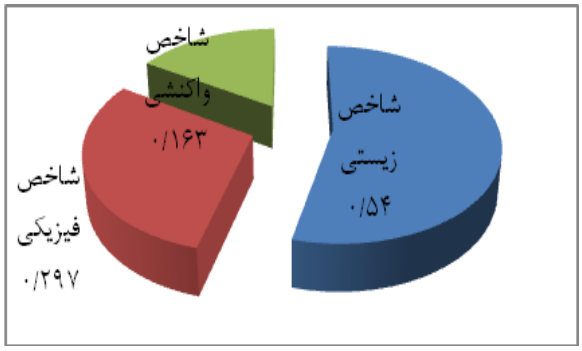
پس از ترسیم ساختار سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر بر حسب معیارهای زیستی، فیزیکی و واکنشی به روش مقایسه زوجی مقایسه و اولویت‌ها تعیین شد. سپس با وارد کردن جدول مقایسات زوجی به نرم افزار EXPERTCHOICE، وزن نسبی معیارها با روش بردار ویژه محاسبه شد و از مجموع حاصلضرب معیارها در وزن گزینه‌ها وزن نهایی شاخص ها به دست آمد.

در بین وزنشاخص‌های مواد شیمیایی، شاخص زیستی با وزن۰/۵۴۰ بیشترین و شاخص واکنشی با ۰/۱۶۳کمترین وزن را دارند(شکل۲). سمیت و خطر برای محیط زیست به دلیل آنکه به صورت مستقیم حیات انسان و محیط زیست را مورد تهدید قرار میدهند، مهمترین زیرمعیارها نسبت به هدف (شکل۶) تعیین گردید و اهمیت آن ها در مقایسه با دیگر معیارها بسیار بیشتر است.



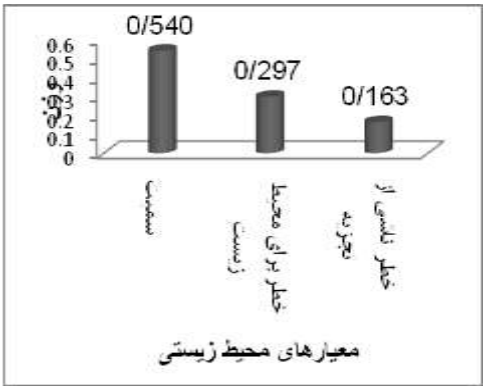
شکل۲- وزنها شاخص های مواد شیمیایی نسبت به هدف

2. weight of chemicals Indices



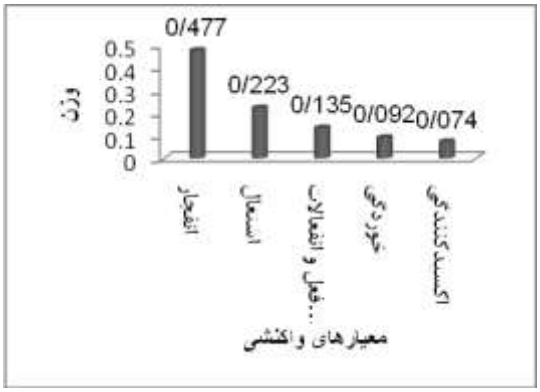
شکل ۳-وزنها و اولویت بندی زیرمعیارها نسبت به شاخص فیزیکی

Figure 3. prioritization of sub criteria of physical indexFigure



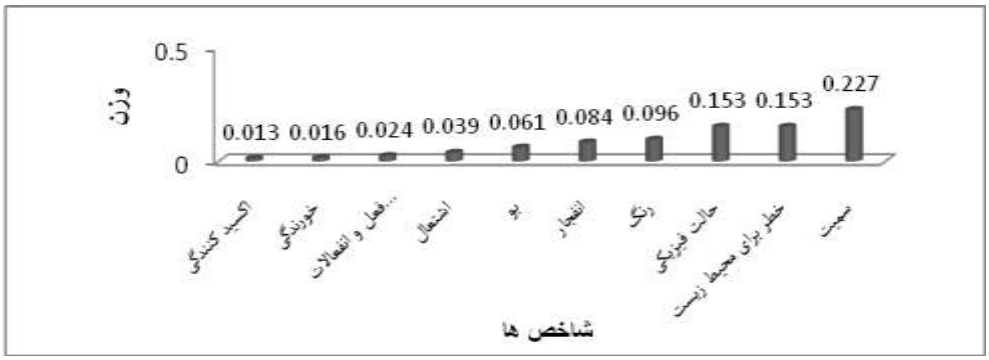
شکل۴-وزنها و اولویت بندی زیرمعیارها نسبت به شاخص زیستی

Figure 4.Prioritization of sub criteria with respect to Biological Index



شکل۵-وزنها و اولویت بندی زیرمعیارها نسبت به شاخص واکنشی

Figure 5.Prioritization of sub criteria with respect to Reaction Index



شکل۶- وزن ها و اولویت بندی زیرمعیارها نسبت به هدف

Figure 6. Prioritization of sub criteria with respect to the goal.

تجزیه و تحلیل و اولویت بندی مواد شیمیایی کارخانه از لحاظ خطرات ایمنی، بهداشت و محیط زیست با استفاده از روش TOPSIS

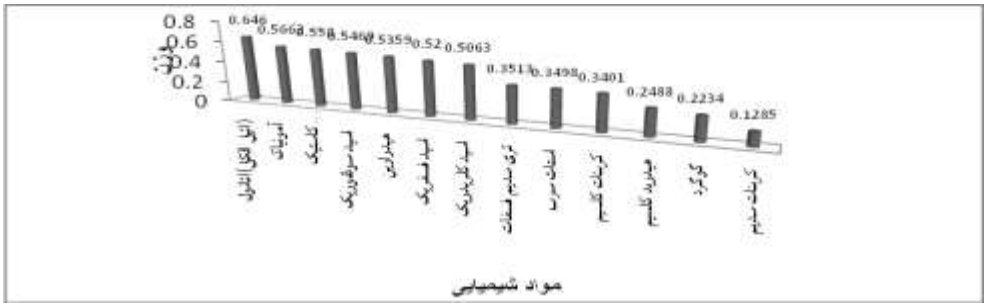
برای اولویت بندی (تحلیل) مواد شیمیایی کارخانه از لحاظ خطرات ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی از الگوریتمTOPSIS و برای محاسبه ازنرم افزارEXCEL استفاده گردید. جدول (۴) محاسبه رتبه بندی پارامترهای خطر با استفاده از روش TOPSIS را نشان می دهد.

جدول۴- اولویت بندی مواد شیمیایی کارخانه از لحاظ خطرات ایمنی بهداشتی محیط زیستی با استفاده از روشTOPSIS

Table 4. Chemicals priorities of factory in terms of health, safety and environmental hazards with using TOPSIS

مواد شیمیایی	فاصله هر گزینه از ایده آل منفی	نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌ال(+Cl)	تعیین نزدیکی نسبی(CL) هر گزینه به راه حل ایده‌آل
اتانول (اتیل الکل)	۰/۱۲۳۵	۰/۰۶۷۷	۰/۶۴۶
استات سرب	۰/۰۷۳۲	۰/۱۳۶۱	۰/۳۴۹۸
اسید سولفوریک	۰/۱۱۷۳	۰/۰۹۷۱	۰/۵۴۶۹
اسید فسفریک	۰/۰۹۸۵	۰/۰۹۱۰	۰/۵۲
اسید کلریدریک	۰/۰۹۹۴	۰/۰۹۶۹	۰/۵۰۶۳
آمونیاک	۰/۱۲۱۶	۰/۰۹۳۲	۰/۵۶۶۳
تری سدیم فسفات	۰/۰۷۳۶	۰/۱۳۶۰	۰/۳۵۱۳
کاستیک سودا(هیدروکسید سدیم)	۰/۱۱۶۶	۰/۰۹۲۴	۰/۵۵۸
کربنات سدیم	۰/۰۲۵۶	۰/۱۷۳۸	۰/۱۲۸۵
کربنات کلسیم	۰/۰۷۶۵	۰/۱۴۸۴	۰/۳۴۰۱
گوگرد	۰/۰۴۵۸	۰/۱۵۹۱	۰/۲۲۳۴
هیدرازین	۰/۱۰۳۶	۰/۰۸۹۷	۰/۱۲۸۵
هیدرید کلسیم	۰/۰۴۸۶	۰/۱۴۶۸	۰/۲۴۸۸

در نهایت چنانکه در شکل(۷)مشاهده می شود، اتانول(اتیل الکل) با امتیاز ۰/۶۴۶، آمونیاک با امتیاز ۰/۵۶۶ و کاستیک سودا با امتیاز ۰/۵۵۸ از مهم ترین مواد شیمیایی اثر گذار بر HSE(ایمنی بهداشت و محیط زیست) کارخانه است.



شکل۷- اولویت بندی مواد شیمیایی

Figure 7. Prioritize of Chemicals

نتایج گروه بندی مواد شیمیایی کارخانه از لحاظ خطرات ایمنی، بهداشت و محیط زیست

همان طور که در جدول ۵ آمده است، از۱۳ ماده مورد مطالعه ۶ ماده کم خطر است، ۱ماده خطر متوسط دارد و ۶ ماده پر-خطر می باشد.

جدول ۵-گروه بندی مواد شیمیایی

Table 5. Groups of Chemicals

ردیف	سطح خطر	طبقه بندی مخاطرات	مواد شیمیایی	شرح اجرا و عملیات کنترلی
۱	مواد شیمیایی کم خطر	موادی که وزن آنها کمتر از ۰/۵۰۶۳ است	تری سدیم فسفات، استات سرب، کربنات کلسیم ،هیدرید کلسیم، گوگرد،کربنات سدیم	جنبه غیر بارز می باشد
۲	مواد شیمیایی با خطر متوسط	موادی که وزن آنها برابر با ۰/۵۰۶۳ است	اسید کلریدریک	وضعیت مناسب نیست و نیازمند تجدید نظر در اولویت بعدی می‌باشد
۳	مواد شیمیایی با خطر بالا	موادی که وزن آنها بیشتر از ۰/۵۰۶۳ است	اتانول (اتیل الکل)،آمونیاک ،کاستیک سودا(هیدروکسید سدیم)، اسید سولفوریک هیدرازین، اسید فسفریک	جنبه بارز است و باید در اولویت اول بهبود صورت گیرد

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام این مطالعه تجزیه و تحلیل و طبقه بندی مواد شیمیایی از لحاظ ایمنی، بهداشت و محیط زیست یک کارخانه تولید شکر در جنوب ایران است. جهت دستیابی به این هدف پس از مطالعه در زمینه روش های مختلف اولویت بندی گزینه ها، روش TOPSISو AHP از روش های تصمیم گیری چند معیاره به دلیل آنکه در مقایسه با سایر روش های موجود عرصه بیشتری را به کاربر برای وارد کردن عوامل می دهد، به عنوان روش کار انتخاب شد،چرا که روش هایی که تاکنون برای ارزیابی خطر مواد شیمیایی از طرف کارشناسان و سازمان های مرتبط با مسایل ایمنی و بهداشت ارایه شده، جهت محاسبه ضریب مخاطره فقط از یک معیار(به عنوان مثال سرطانزا بودن مواد شیمیایی) بهره جسته و این موضوع سبب می شود که نتایج به دست آمده تا حد زیادی قابل اعتماد نباشند. از این رو در این پژوهش با معرفی یک روش چند معیاره برای محاسبه ضریب مخاطره سعی شده بیشترین تعداد ویژگی هایی را که سبب خطر آفرینی یک ماده برای کارکنان می شود را در محاسبات به کار برد و بدین ترتیب تا حد زیادی این مساله را حل کرد. مطالعات درخصوص ارزیابی خطر نشان می دهد که در ارزیابی خطر قضاوت افراد می تواند در نتایج خطر بسیار موثر باشد، به طوری که امیری و همکاران در مقاله خود اشاره نمودند که در ارزیابی خطر یکی از مهم ترین مشکلاتی که در این رابطه وجود دارد تاثیر قضاوت های ارزیابی ها در نتایج خطر است که لازم است این مشکل را به حداقل رساند. در این رابطه می توان از مدل های MCDM بهره جست که در این خصوص از روش هایی مثل AHP و TOPSISاستفاده شد . در این تحقیق نیز با استفاده از روش های ذکر شده سعی در به حداقل رساندن تاثیر قضاوت های افراد در نحوه ارزیابی خطر شده است. محاسبه مخاطرات مواد شیمیایی کارخانه تولید شکر از لحاظ شاخص ایمنی، بهداشت و محیط زیست حاکی از آن است که مواد شیمیایی اتانول، آمونیاک و هیدروکسید سدیم به ترتیب با وزن های ۰/۶۴۶ ،۰/۵۶۶، ۰/۵۵۸ بیشترین مخاطرات را در بین مخاطرات مواد شیمیایی کارخانه شکر دارا هستند. همچنین بر اساس مطالعه جهانگیری و همکاران در صنایع پتروشیمی در سال ۱۳۸۴ خطر اسید سولفوریک در محدوده متوسط برآورد شد، لذا یافته های این پژوهش مطابق با یافته های نتایج حیدری و همکاران ۹۲ (۱۶)و نتایج به دست آمده در این تحقیق نمی باشد. از سویی دیگرنتایج این پژوهش با یافته های پژوهش کرمی(۱۳۹۳) مطابقت داردکه به بررسی ارزیابی خطر مواجهه با مواد شیمیایی با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره در پتروشیمی اراک پرداخته شده

است، چرا که در این دو تحقیق آمونیاک در محدوده خطر بالاقرار گرفته است (۱۷). بنابراین همان طور که ملاحظه می-شود از آنجا که کار کردن با این مواد، خطر حریق و انفجار ودر نتیجه خطرات جانی برای فرد و محیط زیست را به همراه دارد مهم ترین مواد ایجادکننده خطر کارخانه شناخته شدند. وزارت کار به این نکته اشاره می کند که شمار عظیمی از رخدادها به سوختن مواد شیمیایی مربوط می گردد. از طرفی موقعیت های خطرناک در کارخانه تولید شکر عبارتند از رعایت نکردن نکات ایمنی، استفاده نکردن از وسایل حفاظت فردی و کمبود آموزش که Dagdeviren نیز در پژوهش خود رعایت نکردن عوامل سازمانی(مثل آموزش و ایمنی) را علت خطرات بالا می داند (۱۸). از روش های پیشنهادی کنترل و مقابله با مهم ترین خطرات مواد شیمیایی کارخانه تولید شکر می توان به موارد ذیل اشاره نمود.

- الزام استفاده کارکنان از لوازم حفاظت فردی
- آموزش MSDS مواد شیمیایی از جمله اتانول (اتیل الکل)، آمونیاک و کاستیک سودا
- نصب وسایل حفاظت و کنترل آلودگی محیط کار مثل نصب هود در آزمایشگاه کنترل کیفیت کارخانه شکر
- انجام مستمرنمونه برداریاز هوادرسالن تولید شکر و آزمایشگاه کنترل کیفیت
- تنظیم دستورالعمل های شرایط اضطراری و کمک-های اولیه

Reference

1. Khan F.I, Abbasi, S.A. 1998. Risk Assessment in Chemical Process Industrial Advance Techniques, Discovery Publishing House:14-23
2. Henry, J. M, McDermott, J.2004. Air monitoring for toxic exposure. 2th Ed. John Wiley& Sons, Inc; p.37.
3. Phillip. LW, Robert CJ, Stephen MR.2000. Principles of Toxicology: Environmental and Industrial Applications. 2th Ed. Wiley-Interscience Publication, 2000. p.26.
4. Azari, R; 2007; Environmental Health lesson; Health hazard assessment of chemicals in individual contacts; Third edition; Arjmand Publication (In Persian).
5. Jafarzadeh, N, 1382, Hospital Management Management Plan of Khuzestan Province, Khuzestan Environmental Protection Organization (In Persian).
6. UNITAR & ILO & IOMC, Developing and Implementing a National Chemical Hazard Communication and GHS Action Plan, Guidance Document, Working Draft; 2001.23-32.
7. Karimi, A., Jamshidi, H., Islami Zad, S, 1393, Design of SQCRA Software to Assess Semi-Quantitative Risk of Working with Chemicals in the Workplace, Journal of Occupational Health Engineering, Vol. 1, No. 2, Summer 2014, Pages 47 to 56 (In Persian).
8. Kocher, D.C., H. Gerim, H., 2002, An approach to comparative assessments of potential health risks from exposure to radionuclide and hazardous chemicals, Environmental international;27(8), 663–671
9. 9Jahanbin, Sh, Shafiee: M, 1387, Identification and prioritization of the most significant safety, health and environmental hazards of sugarcane development and lateral industries using the Topsis method, the 4th National Conference on Global Environment Day, Tehran University (In Persian).

10. Eastman, J. R.2006.IDRISI Andes, Guide to GIS and image processing, Clark labs, Clark University.
11. Karimi, Sh, Nibibid Hindi, Gh, Jafari, H, Vahidi, H, 1392, Designing a Decision Support System for Chemical Management Using Multi-Criteria Decision Making (Case Study: Arak Petrochemical), Journal of Environmental Studies, Years Thirty-Ninth, No. 1, pp. 53-62(In Persian).
12. Dodangeh, J, Yusuff, R, Jassbi, J. 2010. Using Topsis Method with Goal Programming for Best selection of Strategic Plans in BSC Model. Journal of American Science, Vol. 6(3)
13. Onut, S, Soner, S. 2008. Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. Waste Management, Vol. 28, PP.1552–1559
14. Opricovic, S, Hshiung Tzeng, G. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, vol156, PP.445–455
15. Asadi: M; Faez-Rad; D; Nabi Zade; R; Voghdani M; 1374; Dangerous Waste Management; Publications of the Environmental Protection Agency, Tehran, p. 360 (In Persian).
16. Heydari: M; Omidvari: M; Mohammad FAM: A; 1392; Presenting a Health Risk Assessment Model for Contacting Chemicals in the Oil and Gas Industries (Case Study: Pars Special Economic Region). Journal of Health and Safety, Vol. 3, No. 4 (In Persian).
17. Karami, Sh: Nabid hindi, Gh, Jafari, H, Hoveidi, H, Hedayati: A; 1393; Evaluation of the risk of exposure to chemicals using multi-criteria decision making (case study: Arak Petrochemical), Journal of Health and Environment, Journal of the Environmental Science Society of Iran, Vol. 7, No. 2, Pages 229-238 (In Persian).
18. Dagdeviren. M, Yuksel. I, Kurt. M.2007.A fuzzy analytic network process (ANP) model to identify faulty behavior risk (FBR) in work system, Safety Science**,** Vol. 46, pp. 771–7