مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هفتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۳، صفحات ۲۲۹ تا ۲۳۸

ارزیابی ریسک مواجهه با مواد شیمیایی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مطالعه موردی: پتروشیمی اراک

شاهو کرمی[۱]، غلامرضا نبی‌بیدهندی[۲]، حمیدرضا جعفری[۳]، حسن هویدی[۴]، امیر هدایتی[۵]

دریافت: ۹۱/۰۸/۲۷ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۳

چکیده

زمینه و هدف: محیط اطراف انسان را مواد شیمیایی فراگرفته که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند سلامت انسان را به خطر اندازد. بعضی از آمارهای WHO، گویای این واقعیت است که ۴ میلیون نفر در سطح جهان در صنایع شیمیایی مشغول به کار هستند و یک میلیون انسان سالانه در اثر تماس با مواد شیمیایی دچار مرگ شده و یا از کار افتاده می‌گردند و ۴-۱ میلیون مسمومیت ناشی از مواد شیمیایی نیز اتفاق می‌افتد. هدف از این مطالعه شناخت خطرات ناشی از مواد شیمیایی موجود در محیط کار، ارزیابی ریسک وظایف کاری و پیشنهاد اقدامات کنترلی مناسب برای حذف یا کاهش ریسک در صنعت پتروشیمی است.

روش بررسی: در این پژوهش ابتدا مواد شیمیایی موجود در پتروشیمی اراک شناسایی شدند، سپس ویژگی‌هایی که نشان‌دهنده خطرآفرینی این مواد هستند، استخراج شدند و با استفاده از روش TOPSIS ضریب مخاطره این مواد تعیین شد، در مرحله بعد وظایف شغلی کارکنان و ضریب مواجه کارکنان با مواد شیمیایی محاسبه شد، در نهایت ضریب ریسک مواجهه با مواد شیمیایی در وظایف شغلی تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که هیچکدام از مواد موجود در مجتمع برای کارکنان ریسک خیلی بالا ندارند اما پنج ماده نفتا، گاز آمونیاک، اسید استیک، گاز کلر و متانول برای کارکنان بخش بهره‌برداری و دو ماده گاز آمونیاک و گاز کلر برای کارکنان بخش فنی و تعمیرات ریسک بالا دارند.

نتیجه‌گیری: موادی که ضریب ریسک بالا و خیلی بالا دارند، بهتر است جایگزینی برای استفاده آنها یافت شود و از تولید این مواد جلوگیری شود.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک، پتروشیمی اراک، ضریب ریسک، ضریب مخاطره، ضریب مواجهه

۱-دانشجوی دکتری آموزش محیط‌زیست، دانشگاه پیام نور، تهران.
۲- دکتری شیمی، استاد دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.
۳- دکتری برنامه‌ریزی ومدیریتGIS، دانشیاردانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.
۴- دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست، استادیار دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران
۵- **(نویسنده مسئول):** دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران. *Ahedayati@ut.ac.ir*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

مقدمه

رشد روز افزون صنعت و تولیدات صنعتی، افزایش رشد تولید، کاربری و تجارت انواع مواد شیمیایی در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای و جهانی را در پی داشته است. بدون شک عدم مدیریت صحیح و استفاده نادرست از مواد شیمیایی، باعث ایجاد حوادث و صدمات زیانبار و اغلب جبران‌ناپذیر، بر سلامت انسان در مراحل مختلف چرخه حیات خواهد گردید(۱و۲). کار با مواد شیمیایی در صنایع مختلف، به عنوان یکی از مهمترین مراحل چرخه حیات مواد شیمیایی می‌تواند خطرات جبران‌ناپذیری برای کارکنان داشته باشد، امروزه سلامت و ایمنی انسان‌ها در محیط کار نسبت به گذشته به دلیل وجود انواع مواد شیمیایی خطرناک از حساسیت و نگرانی بیشتری برخوردار است(۳و۴). از این‌رو برای پیشگیری و کاهش خطرات مواجهه با مواد شیمیایی در محیط کار ارزیابی ریسک انجام شود.

ارزیابی ریسک برای ارزیابی و مدیریت حوادث ناخواسته انجام می‌شود(۵ و۶) و عبارت است از یک بررسی دقیق در مورد اینکه چه چیز در محل کار می‌تواند سبب آسیب رساندن اشخاص گردد. به طوری‌که بتوان تشخیص داد که آیا اقدامات پیشگیرانه موجود کافی است یا باید اقدامات بیشتری جهت جلوگیری از آسیب انجام گیرد(۷)، همچنین آنالیز خطر و ارزیابی ریسک یکی از ابزارهای مهم برای حفظ و ارتقاء سطح ایمنی در صنعت بشمار می‌رود. برای این منظور در واحدهای صنعتی موجود یا در حال طراحی، ارزیابی ریسک خطراتی نظیر آتش‌سوزی، انفجار و یا پیامدهای مربوط به سمیت مواد شیمیایی صورت می‌گیرد(۸). بدون یک سیستم ارزیابی که مخاطرات را بر اساس پتانسیل خطر آنها رتبه‌بندی می‌کند، ممکن است زمان و منابع سازمان بر روی مواردی که ریسک پایین دارند معطوف شده و از مواردی که خیلی مهمتر هستند غافل گردند(۹).

کلیه پروژه‌های نفت و پتروشیمی جزو سرمایه‌های ملی یک کشور هستند که ضمن استفاده بهینه می‌بایست زیربنای سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌های اقتصادی را فراهم آورند (۱۰). بیش از ۹۵٪ از مواد شیمیایی آلی و مشتقات آن مانند پلاستیک، مواد شوینده و کودهای شیمیایی در صنعت پتروشیمی تولید می‌شود(۱۱). در چند دهه گذشته به دلیل خسارات بزرگی که در صنایع پتروشیمی جهان وارد شده است، ارزیابی ریسک در این صنعت اهمیت خاصی پیدا کرده است (۱۲).

هدف از این مطالعه شناخت خطرات ناشی از مواد شیمیایی موجود در محیط کار، ارزیابی میزان مواجهه کارکنان با مواد شیمیایی خطرناک، مشخص کردن ریسک وظایفی کاری و پیشنهاد اقدامات کنترلی مناسب برای حذف یا کاهش ریسک در صنعت پتروشیمی است.

مواد و روش‌ها

مجتمع پتروشیمی اراک: این مجتمع در جوار پالایشگاه هفتم (اراک)، واقع در کیلومتر ۲۲ جاده اراک- بروجرد و در زمینی به وسعت ۷۳۸ هکتار احداث گردیده است. در این مجتمع به عنوان یکی از بزرگترین شرکت‌های تولید مواد پلیمری و شیمیایی در سطح کشور، ۱۵۰۹ نفر نیروی شاغل در تخصص‌های متفاوت بطور مستقیم و ۲۳۲۸ نفر بطور غیر مستقیم (تحت پوشش پیمانکاران) هستند. این طرح در سال ۱۳۶۳ به تصویب رسید و پس از طی مراحل طراحی، مهندسی و نصب، فاز اول آن در سال ۱۳۷۲ در مدار تولید قرار گرفت. در ادامه کار به منظور بهبود مستمر و تولید بیشتر و متنوع تر، واحدهای دیگر مجتمع تکمیل و واحد اتوکسیلات بعنوان آخرین واحد مجتمع در سال ۸۲ راه‌اندازی و در مدار تولید قرار گرفت. این مجتمع هم‌اکنون دارای ۲۰ واحد شامل: الفین، بنزین پیرولیز، پلی‌پروپیلین، پلی‌اتیلن سبک خطی، پلی‌اتیلن سنگین، بوتن یک، بوتادین، اکسید اتیلین، اتیلن گلایکول‌ها، پلی‌بوتادین، وینیل استات، دواتیل هگزانول و بوتانول‌ها، اسید استیک، آلاکلر و بوتاکلر، کلرواستیل کلراید، اتانل آمین‌ها، اتوکسیلات‌ها و غیره است. ظرفیت کامل تولید این مجتمع هم‌اکنون ۱،۴۶۹،۰۰۰ ton در سال است(۱۳).

خوراک این مجتمع عظیم نفتای سبک و سنگین، گاز طبیعی و آمونیاک است. نفتا خوراک اصلی در این مجتمع است که ۷۰ درصد آن توسط یک خط لوله به طول ۲۶۰ Km از پالایشگاه اصفهان تامین می‌شود تا در واحد الفین ملکول‌های آن شکسته شود اما ۳۰ درصد مابقی نفتای مورد نیاز از پالایشگاه اراک تامین می‌شود. هم‌اکنون در این مجتمع مواد شیمیایی مختلفی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

تولید می‌شود. که بعضی از این مواد خوراک واحدهای دیگر هستند. مواد تولیدی در این مجتمع به نقاط مختلفی در داخل و خارج کشور صادر می‌شود.

روش ارزیابی چندمعیاره ریسک

در این مطالعه ارزیابی ریسک با استفاده از یک مدل کمی انجام می‌شود. اگرچه، به دست آوردن اطلاعات به آسانی امکان‌پذیر نیست اما برای ارزیابی ریسک کمی اطلاعات کامل مورد نیاز است(۱۴). به همین دلیل روند کار به مراحلی تقسیم می‌شود و در هر مرحله گردآوری اطلاعات و محاسبات مربوط به آن انجام می‌شود. در این روش، ابتدا میزان خطرات ناشی از مواد شیمیایی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مشخص، سپس با در نظر گرفتن میزان مواجهه، ضریب ریسک محاسبه می‌گردد و در مرحله بعد اقدامات کنترلی لازم، برای کاهش ریسک‌های مرتبط معرفی و اولویت‌بندی می‌شوند. این روش ارزیابی ریسک در سه مرحله انجام می‌پذیرد.

تعیین ضریب مخاطره(Hazard Rating)

در این مرحله، ابتدا مواد شیمیایی موجو در پتروشیمی اراک شناسایی شد، در این مجتمع ۲۷ ماده شیمیایی شامل مواد معدنی، مواد آلی و پلیمرها وجود دارد که کارکنان با آنها کار می‌کنند. در ادامه ضریب مخاطره برای مواد شیمیایی با استفاده از روش TOPSIS محاسبه شد. در این روش ابتدا معیارها را استخراج می‌کنیم و ماتریس وزنی را تشکیل می‌دهیم، در مرحله بعد ماتریس تصمیم را تشکیل می‌دهیم و در نهایت با وارد کردن این دو ماتریس به نرم‌افزار TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) وزن نهایی مواد شیمیایی را محاسبه می‌کنیم.

در استخراج معیارها سعی شد از ویژگی‌هایی که بیان‌کننده خطرناک بودن یک ماده است استفاده شود. به همین منظور تعداد ۱۰معیار در سه گروه متفاوت شناسایی شدند که به شرح زیر هستند.

معیارهای زیستی: این گروه معیارهایی را شامل می‌شود که به صورت مستقیم حیات انسان را مورد تهدید قرار می‌دهد، این گروه که شامل دو معیار سمیت، خطرات ناشی از تجزیه است و اهمیت آن در مقایسه با گروه‌های دیگر بسیار بیشتر است.

معیارهای فیزیکی: این گروه از معیارها، خصوصیات فیزیکی مواد شیمیایی را بیان می‌کند، این خصوصیات شاید خود، خطر آفرین نباشند، اما در تشدید خطرات نقش بالای دارند. این گروه نیز شامل سه معیار حالت فیزیکی، رنگ و بو است.

معیارهای واکنشی: بسیاری از مواد شیمیایی به تنهایی و در شرایط عادی خطر خاصی ندارند، اما این مواد در مواجهه با سایر مواد شیمیایی و یا تغییر شرایط محیط خطراتی را به وجود می‌آورند، این ویژگی‌ها نشات گرفته از ذات ماده شیمیایی است. بنابراین به عنوان معیاری برای خطرناک بودن ماده به حساب می‌آیند. این گروه از معیارها شامل پنج معیار اشتعال، قابلیت فعل و انفعال شیمیایی، خورندگی، اکسیدکنندگی و انفجار است.

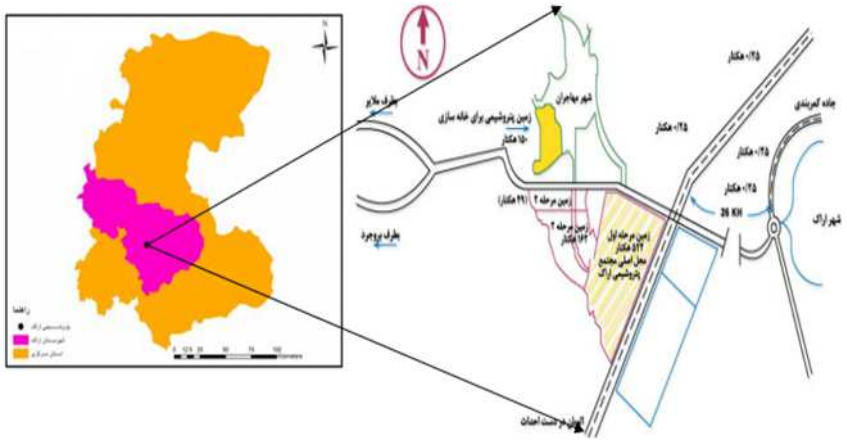
در این مطالعه بررسی معیارها نمایان ساخت که بعضی از معیارهای استخراج شده برای خطرناک بودن مواد شیمیایی دارای اهمیت بیشتری هستند، به عنوان مثال معیارهایی که در گروه معیارهای زیستی قرار دارند در مقایسه با معیارهایی که در گروه فیزیکی قرار دارند دارای اهمیت بیشتری هستند، لذا در این مرحله از پژوهش، اقدام به تعیین وزن این معیارها شد(۱۵و۱۶). برای این منظور مقایسات زوجی با استفاده از نظرات کارشناسان مختلف در رشته‌های شیمی، HSE، محیط‌زیست و غیره انجام شد. و این معیارها به نرم‌افزار Expert choice وارد شد. لازم به ذکر است مقایسات زوجی با استفاده از ماتریس مقایسه زوجی ساعتی انجام می‌شود(۱۷). جدول ۱، وزن به دست آمده برای معیارها را نشان می‌دهد.

همانطور که ذکر شد مرحله دوم در حل مسئله به روش

جدول۱: وزن معیارها بر اساس رویکرد مقایسات زوجی

گروه	معیار	وزن معیار
معیارهای زیستی	سمیت	۰/۳۷۲
	خطرات ناشی از تجزیه	۰/۰۶۵
معیارهای فیزیکی	حالت فیزیکی	۰/۰۴۷
	رنگ	۰/۰۲۳
	بو	۰/۰۱۷
معیارهای واکنشی	اشتعال	۰/۲۰۹
	فعل و انفعال شیمیایی	۰/۰۹۳
	خورندگی	۰/۰۴۱
	اکسیدکنندگی	۰/۰۴۱
	انفجار	۰/۰۹۳

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]



شکل۱: مجتمع پتروشیمی اراک

TOPSIS"تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری"است. در ماتریس تصمیم‌گیری، معیارها و گزینه‌ها در موقعیت ستونی و سطری ماتریس قرار می‌گیرند در این حالت x_{mn} ارزش گزینه m نسبت به معیار n است(۱۸). اما ملاک امتیازدهی مواد شیمیایی در هر معیار برگرفته از وضعیت ماده شیمیایی در آن معیار است، که به صورت دامنه عددی برای هر معیار تعریف شده است.

تعیین وزن نهایی مواد شیمیایی: در این مرحله ماتریس موزون و ماتریس تصمیم را به نرم‌افزار TOPSIS وارد می‌کنیم. این نرم‌افزار مراحل اجرای روش TOPSIS را انجام می‌دهد و خروجی را ارائه می‌دهد. در این خروجی وزن نهایی هر کدام از مواد شیمیایی مشخص شده است، این وزن‌ها نشان‌دهنده میزان خطرات این مواد است و هرچقدر این اعداد بزرگتر باشند این مواد خطرناک‌ترند.

تعیین ضریب مخاطره: در ادامه برای تعیین ضریب مخاطره از وزن نهایی مواد شیمیایی استفاده گردید و برای مواد شیمیایی با توجه به جدول(۲) ضریب مخاطره تعیین شد.

تعیین ضریب مواجهه(Exposure Rating):

جدول۲: تعیین ضریب مخاطره مواد شیمیایی

توصیف	ضریب مخاطره	مواد شیمیایی
موادی که وزن آنها کمتر از ۰،۲ است.	۱	پلی‌اتیلن سبک خطی- پلی‌اتیلن سنگین- پلی‌پروپیلن- اکسیژن- دی‌اکسید کربن
موادی که وزن آنها بین ۰/۳-۰/۲۱ است.	۲	نفت کوره- گاز هیدروژن- پلی‌بوتادین- دی‌اتیلن گلایکول
موادی که وزن آنها بین ۰/۴-۰/۳۱ است.	۳	نفتا- اتیلن- پروپیلن- بوتن،۱- اتانول‌آمین- نرمال بوتانول- ایزوبوتانول- متانول
موادی که وزن آنها بین ۰/۵-۰/۴۱ است.	۴	بنزین پیرولیز خام- مونواتیلن گلایکول- دواتیل هگزانول- اسید استیک
موادی که وزن آنها بیشتر از ۰/۵۱ است.	۵	بنزین- ۱و۳ بوتادین- اکسید اتیلن- گاز آمونیاک- وینیل استات- گاز کلر

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

ضریب مواجهه از طریق تعیین سطح مواجهه واقعی با مواد شیمیایی محاسبه شده است. در مواقعی که نتایج حاصل از نمونه‌برداری و پایش هوا قابل دسترسی باشد، متوسط وزنی- زمانی هفتگی مواجهه با استفاده از رابطه زیر تخمین زده می‌شود(۱۹-۲۲)(رابطه ۱).

رابطه ۱ $$E=\frac{F\times D\times M}{W}$$

که در آن:

E= میزان مواجهه هفتگی (ppm)

F= تکرار مواجهه در هفته (تعداد در هفته)

M= شدت مواجهه (ppm)

W= متوسط ساعت کار در هفته (۴۰ h)

D= متوسط طول مدت هر مواجهه (h) (۲۱-۱۹).

در این رابطه فرض بر آن است که در زمانی‌که وظیفه انجام نمی‌شود هیچگونه مواجهه‌ای وجود ندارد.

مقدار مواجهه که از رابطه بالا بدست آمد با مقادیر مواجهه مجاز بلند مدت مقایسه می‌شود سپس ضریب مواجهه از طریق جدول زیر تعیین می‌شود.

ضریب ریسک(Risk Rating)

ضریب ریسک از جذر، حاصلضرب ضریب مخاطره و ضریب مواجهه به دست می‌آید، بدین صورت که ابتدا ضریب مخاطره و ضریب مواجهه را در هم ضرب می‌کنیم و از نتیجه آن جذر می‌گیریم(۱۹-۲۱)(رابطه۲).

رابطه ۲ $$R=\sqrt{E\times H}$$

جدول۳: تعیین ضریب مواجهه با مواد شیمیایی

مواجهه هفتگی (E)	ضریب مواجهه
کمتر از ۰/۱	۱
از ۰/۱ تا ۰/۵	۲
از ۰/۵ تا ۱	۳
از ۱ تا ۲	۴
بیشتر از ۲	۵

که در آن R ضریب ریسک، E ضریب مواجهه، H ضریب مخاطره است.

بعد از محاسبه ضریب ریسک رتبه‌بندی ریسک انجام می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴: ضریب ریسک

ضریب ریسک	رتبه
۰ -۱/۷	ناچیز
۱/۷-۲/۸	کم
۲/۸-۳/۵	متوسط
۳/۵-۴/۵	بالا
۴/۵-۵	خیلی بالا

یافته‌ها

در پتروشیمی اراک سه گروه از کارکنان بیشترین مواجهه با مواد شیمیایی را دارند، گروه اول مشاغل بهره‌برداری است که۵۰ بار در هفته(هر بار ۳۰ min) معادل ۲۵ h، گروه دوم کارکنان بخش فنی و تعمیرات هستند که ۱۸ بار در هفته(هر بار ۴۵ min) معادل ۱۲ h و گروه سوم کارکنان بخش بازرسی هستند که آنها هم ۵ بار در هفته(هر بار ۱ h) معادل ۵ h با مواد شیمیایی در ارتباط هستند، از این‌رو میزان ریسک مواجهه با مواد شیمیایی برای این سه گروه از کارکنان محاسبه شد(جدول ۵).

همانطور که در جدول آمده است از ۲۷ ماده شیمیایی مورد مطالعه ۵ ماده(پلی‌اتیلن سبک خطی- پلی‌اتیلن سنگین- پلی‌پروپیلن- اکسیژن- دی‌اکسید کربن) دارای ضریب مخاطره ۱ هستند که این خطر ناچیز است، ۴ ماده شیمیایی(نفت کوره- گاز هیدروژن- پلی‌بوتادین- دی‌اتیلن گلایکول) دارای ضریب مخاطره ۲ یعنی کم است، ۸ ماده شیمیایی(نفتا- اتیلن- پروپیلن- بوتن،۱- اتانول‌آمین- نرمال بوتانول- ایزوبوتانول- متانول) ضریب مخاطره ۳ یعنی خطر متوسط دارند، ۴ ماده شیمیایی(بنزین پیرولیز خام- مونواتیلن گلایکول- دواتیل هگزانول- اسید استیک) دارای ضریب مخاطره ۴ هستند که

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

جدول۵: ارزیابی ریسک مواجهه با مواد شیمیایی برای مشاغل مختلف در پتروشیمی اراک

مشاغل	ضریب	بهره‌برداری			فنی و تعمیرات			بازرسی		
مواد شیمیایی	مخاطره	ضریب مواجه	ضریب ریسک	ارزیابی ریسک	ضریب مواجه	ضریب ریسک	ارزیابی ریسک	ضریب مواجه	ضریب ریسک	ارزیابی ریسک
نفتا	۳	۵	۳/۸۷	بالا	۴	۳/۴۶	متوسط	۲	۲/۴۴	کم
اتیلن	۳	۳	۳	متوسط	۳	۳	متوسط	۱	۱/۷۳	کم
پروپیلن	۳	۴	۳/۴۶	متوسط	۳	۳	متوسط	۱	۱/۷۳	کم
نفت کوره	۲	۴	۲/۸۳	متوسط	۲	۲	کم	۲	۲	کم
بنزین	۵	۲	۳/۱۶	متوسط	۲	۳/۱۶	متوسط	۱	۲/۲۳	کم
گاز هیدروژن	۲	۲	۲	کم	۱	۱/۴۱	ناچیز	۱	۱/۴۱	ناچیز
بنزین پیرولیز خام	۴	۱	۲	کم	۱	۲	کم	۱	۲	کم
بوتن۱	۳	۳	۳	متوسط	۱	۱/۷۳	کم	۱	۱/۷۳	کم
پلی اتیلن سبک خطی	۱	۴	۲	کم	۳	۱/۷۳	کم	۱	۱	ناچیز
پلی اتیلن سنگین	۱	۳	۱،۷۳	کم	۳	۱/۷۳	کم	۱	۱	ناچیز
پلی پرو پیلین	۱	۴	۲	کم	۴	۲	کم	۲	۱/۴۱	ناچیز
۱و ۳ بوتادین	۵	۲	۳/۱۶	متوسط	۲	۳/۱۶	متوسط	۱	۲/۲۳	کم
پلی بوتادین	۲	۵	۳/۱۶	متوسط	۳	۲/۴۵	کم	۲	۲	کم
اکسیژن	۱	۵	۲/۲۳	کم	۲	۱/۴۱	ناچیز	۱	۱	ناچیز
اکسید اتیلن	۵	۱	۲/۲۳	کم	۱	۲/۲۳	کم	۱	۲/۲۳	کم
دی‌اکسیدکربن	۱	۵	۲/۲۳	کم	۲	۱/۴۲	ناچیز	۲	۱/۴۱	ناچیز
مونواتیلن گلایکول	۴	۳	۳/۴۶	متوسط	۳	۳/۴۶	متوسط	۱	۲	کم
گاز آمونیاک	۵	۴	۴/۴۷	بالا	۳	۳/۸۷	بالا	۲	۳/۱۶	متوسط
اتانول آمین	۳	۱	۱/۷۳	کم	۱	۱/۷۳	کم	۱	۱/۷۳	کم
دی اتیلن گلایکول	۲	۱	۱/۴۱	کم	۱	۱/۴۱	ناچیز	۱	۱/۴۱	ناچیز
دو اتیل هگزانول	۴	۲	۲/۸۳	متوسط	۱	۲	کم	۱	۲	کم
اسید استیک	۴	۴	۴	بالا	۲	۲/۸۳	متوسط	۱	۲	کم
وینیل استات	۵	۱	۲/۲۴	کم	۱	۲/۲۴	کم	۱	۲/۲۴	کم
نرمال بوتانول	۳	۲	۲/۴۵	کم	۲	۲/۴۵	کم	۱	۱/۷۳	کم
ایزو بوتانول	۳	۲	۲/۴۵	کم	۲	۲/۴۵	کم	۱	۱/۷۳	کم
گاز کلر	۵	۳	۳/۸۷	بالا	۳	۳/۸۷	بالا	۱	۲/۲۴	کم
متانول	۳	۵	۳/۸۷	بالا	۴	۳/۴۶	متوسط	۲	۲/۴۵	کم

نشان‌دهنده پتانسیل خطر بالا است و ۶ ماده شیمیایی (بنزین- ۱و۳ بوتادین- اکسید اتیلن- گاز آمونیاک- وینیل استات- گاز کلر) دارای ضریب مخاطره ۵ هستند که نشان‌دهنده پتانسیل خطر خیلی‌بالا است، اما این اعداد صرفا نشان‌دهنده پتانسیل خطر این مواد هستند و در صورتی این خطرات ایجاد می‌شود که کارکنان در تماس با این مواد قرار بگیرند.

نتایج محاسبه ارزیابی ریسک نشان می‌دهد هیچکدام از مواد موجود در مجتمع برای کارکنان ریسک خیلی بالا ندارند، اما پنج ماده نفتا، گاز آمونیاک، اسید استیک، گاز کلر و متانول برای کارکنان بخش بهره‌برداری و دو ماده گازآمونیاک و گاز کلر برای کارکنان بخش فنی و تعمیرات ریسک بالا دارند و هیچکدام یک از مواد شیمیایی برای کارکنان بخش بازرسی ریسک بالا ندارند و در بین مواد شیمیایی گاز آمونیاک و گاز کلر برای کارکنان بیشترین ریسک را دارند.

۵ ماده بنزن‌پیرولیز خام، اکسید اتیلن، اتانول‌آمین، دی‌اتیلن گلایکول، وینیل استات برای سه هر گروه کارکنان ریسک یکسانی دارند، که این موضوع ناشی از برابر بودن ضریب مواجهه گروه‌های کارکنان با این مواد است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

تعدادی از مواد شیمیایی دارای ضریب مخاطره بالا و ضریب مواجهه پایین هستند و تعداد دیگر دارای ضریب مخاطره پایین و ضریب مواجهه بالا هستند، اما موادی که هم دارای ضریب مخاطره بالا و هم ضریب مواجهه بالا هستند، ضریب ریسک بیشتری دارند و نیاز به مراقبت بیشتری در مواجهه با آنها هست.

در بین گروه‌های کارکنان در مجتمع پتروشیمی اراک، گروه بهره‌برداری در مواجهه با مواد شیمیایی بیشترین ریسک را متحمل می‌شوند، پس از آنها، گروه فنی و تعمیرات در معرض بیشترین ریسک قرار دارند و گروه بازرسی کمترین ریسک را دارد که این موضوع می‌تواند ناشی از تعداد دفعات و ساعات متفاوت مواجهه آنها با مواد شیمیایی باشد. یعنی در مواجهه با مواد شیمیایی یکسان هر گروه که زمان بیشتری با مواد شیمیایی در ارتباط باشد در معرض ریسک بیشتری قرار دارد.

بحث

با توجه به اهمیت موضوع ریسک، تاکنون روش‌هایی برای ارزیابی ریسک مواد شیمیایی از طرف کارشناسان و سازمان‌های مرتبط با مسائل ایمنی و بهداشت ارائه شده است، در این روش‌ها برای محاسبه ضریب مخاطره فقط از یک معیار (به عنوان مثال سرطان‌زا بودن مواد شیمیایی) استفاده شده و این موضوع سبب می‌شد که نتایج به دست آمده تا حد زیادی قابل اعتماد نباشد. از این‌رو در این پژوهش با معرفی روشی چندمعیاره برای محاسبه ضریب مخاطره سعی شده بیشترین تعداد ویژگی‌هایی که سبب خطرآفرینی یک ماده برای کارکنان می‌شود را در محاسبات به کار برد و بدین ترتیب تا حد زیادی این مسئله را حل کرد.

برخی از خطاهای عمده که در فرایندهای ارزیابی ریسک که تاکنون ارائه شده‌اند عبارتند از: خطاهای ناشی از عدم کشف صحیح حقایق، به عنوان مثال عدم درک صحیح روش‌های اجرایی و محل استفاده از مواد، خطاهای ناشی از عدم شناخت کافی مخاطرات مواد، قضاوت با توجه به پیش داوری‌های نادرست، تردید در مجهولات، روش‌ها، مدل‌ها و فرضیات محاسبات. در این مطالعه با ارائه یک فرایند ارزیابی ریسک دقیق و شناسایی مجتمع پتروشیمی اراک و مواد شیمیایی موجود در آن سعی شده این خطاها را به حداقل رساند، اندکی توجه به معیارهای انتخاب شده و نحوه‌ی محاسبه ضریب مخاطره، ضریب مواجهه و ضریب ریسک نشان می‌دهد که پارامترهای تاثیرگذار انتخاب شده و با استخراج آمار مربوط به مجهولات، تردید در آنها به حداقل رسیده است.

برای گروه‌های مختلف ریسک می‌توان با ارائه اقدامات اصلاحی توسط بخش HSE شرکت از میزان ریسک کاست، این اقدامات بر مبنای چند پارامتر قرار دارد که در ادامه به مهمترین آنها اشاره می‌شود: آموزش کارگران، تهیه وسایل حفاظت فردی و ارائه برنامه استفاده از آنها، نصب وسایل حفاظت و کنترل آلودگی محیط کار مثل هودها، توسعه و تکمیل ایمنی فنی و تصحیح روش‌های انجام کار، انجام مستمر نمونه‌برداری از هوا در محیط کار، تنظیم دستورالعمل‌های شرایط اضطراری و کمک‌های اولیه، انجام پایش در محیط کار(بدیهی است که هر چقدر ضریب ریسک بیشتر باشد باید اقدامات دقیق‌تر و سختگیرانه‌تر باشد).

نتیجه‌گیری

با توجه به وجود منابع عظیم نفت و گاز در کشور ما، وجود کارخانجات پتروشیمی برای تبدیل بخشی از مواد اولیه به منابع با ارزش افزوده بیشتر جهت پیشرفت کشور ضروری است. از طرفی کار با مواد شیمیایی مختلف در طول زمان برای کارکنان بخش‌های مختلف شرکت‌های پتروشیمی دارای عوارض مختلفی است و هیچکدام از کارکنان در امان نیستند، همانطور که گفته شد ضریب ریسک مواجهه با مواد شیمیایی برای مشاغل مختلف، متفاوت است، از این‌رو برای حفظ کارکنان از آسیب‌های موجود، به هنگام کار با موادی که دارای ضریب ریسک ناچیز، کم و متوسط هستند باید اقدامات ایمنی لازم، توسط بخش HSE شرکت برای واحدهای مختلف ارائه شود، اما موادی که ضریب ریسک بالا و خیلی بالا (برای مشاغلی که به صورت میانگین بیش از ۲۰ h به بالا در هفته کار می‌کنند) دارند، بهتر است جایگزینی برای استفاده آنها یافته شود و از تولید این مواد جلوگیری کرد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

منابع

1. Nabati P, Sadeghi Moghadam M. Chemical Safety Management, ICHSE 2009: Proceedings of the 2nd International Conference on HSE; 2009 May 14-15; Isfahan, Iran (in Persian).
2. Ghani M, Golbabaie F, Akbarzadeh Baghban AR, Aslani H, Moharamnejad N. Evaluation of solid waste management in the chemistry laboratories of Tehran universities. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(3):351-62 (in Persian).
3. Chavoshi B, Massoudinejad MR, Adibzadeh A. Evaluation the amount of emission and sulfur dioxide emission factor from Tehran oil refinery. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(2):233-44 (in Persian).
4. Tabibzade Moghadam N, Haghgo S. Application of GIS in the environmental impact of using dangerous chemicals. EMP 2012: Proceedings of the 2nd Conference on Environmental Planning and Management; 2012 May 22-23; Tehran, Iran (in Persian).
5. Al-Sharrah G, Edwards D, Hankinson G. A new safety risk index for use in petrochemical planning. Process Safety and Environmental Protection. 2007;85(6):533-40.
6. Crowl DA, Louvar JF. Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications: USA: Pearson Education; 2001.
7. Crowl AD, Louver JF. Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall; 2011.
8. Health and Safety Executive of UK. Five steps to risk assessment: A brief guide to controlling risks in the workplace. London: Health and Safety Executive of UK; 2005. Report No.:UKG156.
9. Zainali N, Abdolhamidzade B. Risk assessment events of possible chain in two adjacent petrochemical. CPSL 2009: Proceedings of the 3rd National Conference on Health, Safety and Environment (HSE); 2009 March 6-8; Tehran, Iran (in Persian).
10. Khan FI, Abbasi S. TORAP—a new tool for conducting rapid risk-assessments in petroleum refineries and petrochemical industries. Applied Energy. 2000;65(1):187-210.
11. Able M. Innovation renewableenergy insurance facility introduced to cover risk in developing countries, Munich: Media Relations Munich; 2009. Report No.: MRM12.
12. Huang R-H, Yang C-L, Kao C-S. Assessment model for equipment risk management: Petrochemical industry cases. Safety Science. 2012;50(4):1056-66.
13. Babsu JR. process risk management for better insurance benefits. Proceedings of the 1st International Symposium on Safety Instrumentation in Gil & Gas Industry; 2008 Apr 12-14; London.
14. Mohammadi M. Geographic specifications the Arak Petrochemical Company and the scope of its activities. Arak: Arak Petrochemical Company; 2013 [cited 2013 Jul 15]. Available from: www.arpc.ir (in Persian).
15. Gharabagh MJ, Asilian H, Mortasavi S, Mogaddam AZ, Hajizadeh E, Khavanin A. Comprehensive risk assessment and management of petrochemical feed and product transportation pipelines. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2009;22(4):533-39.
16. Saaty TL. Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series Mathematics. 2008;102(2):251-318.
17. Moeinaddini M, Tahari Mehrjardi MH, Khorasani N, Danekar A, Darvishsefat AA, Shakeri F. Locating landfill for solid waste municipal by fuzzy analytic hierarchy process and data envelopment analysis (case study: Alborz province). Iranian Journal of Health and Environment. 2012;4(4):483-92 (in Persian).
18. Momeni M, Sharifi Salim A. Models and Software of Multi-Criteria Decision Making. Tehran: Forozesh Publication; 2011 (in Persian).
19. Stewart TJ., Scenario analysis and multi criteria decision making. In: Climaco J, editors. Multi criteria analysis. Berlin: Springer; 2002.
20. Bluff E, Franklin P, Macdonald N, Murdoch C, Niven A, Pisaniello D, et al. Guidance note for the assessment of health risks arising from the use of hazardous substances in the workplace. Australia: National Occupational Health and Safety Council (NOHSC) of Australia; 1997. Report No.: NOHSC 3017.
21. Arnant M. Risk assessment of the use of hazardous chemicals in the workplace for workers health. Kuala Lumpur: Ministry of Human Resources, Department of Occupational Safety and Health; 2000.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

Report No.: MHR158.
22. Jahangiri M, Motovagheh M. Health Risk Assessment of Harmful Chemicals: Case Study in a Petrochemical Industry. Iran Occupational Health Journal. 2011;7(4):4-0 (in Persian).
23. Ghanavati Hormozi A, Naddafi K, Nabizadeh Nodehi R, Jaafarzadeh N. Determination and Emission Factories of SO_2, CO_2, CO, NO, NO_2, NO_x Gases in the Fanavaran Petrochemical. Iranian Journal of Health and Environment 2010;3(1):83-92 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]

Risk assessment of chemical exposures using Multi Criteria Decision Making
Case Study: Arak Petrochemical Plant

Shaho Karami[1], Gholamreza Nabibidhendi[2], Hamidreza Jafari[3], Hassan Hoveidi[4], Amir Hedayati[5]*

[1]Msc Student in Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
[2] Prof. of Department of Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran
[3] Associate Prof. Department of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
[4] Assistant Prof. Department of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
[5]PhD Student of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

Received; 17 Novemer 2012 Accepted; 11 February 2013

Abstract

Background & Objectives: Human environment is surrounded bychemicals that could directly or indirectly endanger human health. Some statistics of WHO is indicative of the fact that four million people are employed in the chemical industry throughout the world and one million people die or become disabled annually due to contact with chemicals. Moreover, 1-4 Millions chemical toxicity occur annually. The purpose of this study was to understand the risks involved in chemicals in the workplace, to assess the task risk, and to propose appropriate control measures in order to eliminate or reduce risk in the petrochemical industry.

Materials & Methods: In this study, the chemicals were identified in Arak Petrochemical and features that are indicative of hazardous materials were identified and using TOPSIS, The hazard rate were determined. Then the job duties of employees and employee exposure rate with chemicals were calculated and finally, a risk rate for exposure to chemicals in job duties was determined.

Results: It was found that chemicals do not have too high risk to employees; however, but the high risky chemicals were five chemicals including naphtha, ammonia, acetic acid, chlorine, and methanol for operational staff and two chemicals, i.e. ammonia and chlorine for operation and maintenance staffs .

Conclusion: It is better to have an alternative for the materials that their risk rang is high and very high, and their production is suggested to be avoided.

Key words: Risk assessment, Arak Petrochemical, hazard rating, risk rating, exposure rating.

*Corresponding Author: *Ahedayati@ut.ac.ir*
Tel:=98 9388606291

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-17]