

ارایه مدل ارزیابی ریسک بهداشتی تماس با مواد شیمیایی در صنایع نفت و گاز (مطالعه موردی: منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس)

محدثه حیدری^{۱*} - منوچهر امیدواری^۲ - ایرج محمد فام^۳

mohaddese_heidari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱۵

چکیده

مقدمه: در صنایع شیمیایی یکی از مهم‌ترین خطرات موجود برای شاغلین تماس با مواد شیمیایی خطرناک است. عدم رعایت اصول احتیاطی و اقدامات کنترلی در هنگام کار با مواد شیمیایی می‌تواند عوارض جبران ناپذیری را برای افراد ایجاد نماید. لذا برای رسیدن به یک روش کنترلی اثربخش لازم است ارزیابی درستی را از فرایند تماس افراد در صنایع شیمیایی داشته باشیم. استفاده از روش William-fine می‌تواند ارزیابی مناسبی را از میزان ریسک خطر تماس ارایه دهد.

روش کار: در این تحقیق با استفاده از فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی ۴ (AHP) و تلفیق آن با روش William-fine الگویی جهت ارزیابی خطرات تماس با مواد شیمیایی در صنایع نفت و گاز ابداع گردید. اعداد بعد از استخراج از پرسشنامه و وزن دهی وارد الگوی ارزیابی شدند و در انتها به صورت کمی همراه با لایه های حفاظتی ارایه گردیدند.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان می‌دهد که عدد کمی پیامد، احتمال و تماس در این تحقیق به ترتیب ۸۳/۲، ۸/۴۵ و ۲/۲ به دست آمد و به‌طور کلی عدد ریسک با مواد شیمیایی در این واحد ۱۵۴۶ برآورد شد که بیان می‌کند از نظر اقتصادی لازم است اقدامات اصلاحی با اولویت به اجراء در آیند. استفاده از مدل William-fine این فرصت را ایجاد می‌نماید که با تلفیق شدت اثر و احتمال تماس و میزان خسارات وارد شده بتوان ارزیابی دقیق تری را از ریسک تماس با یک ماده شیمیایی داشته باشیم و همچنین تاثیر قضاوت های شخصی ارزیاب بر میزان ریسک را به حداقل برسانیم.

کلمات کلیدی: مدل William-fine، ارزیابی ریسک، AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی)،
(Analytical Hierarchy Process)

۱- کارشناس ارشد مدیریت محیط زیست گرایش HSE، دانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران
۲- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین
۳- دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

مقدمه

زندگی در جهانی امن و عاری از خطر همواره آرزوی انسان‌ها بوده است و توجه به ایمنی، به صورت تلاشی برای بقا، از بدو خلقت در نهاد بشر وجود داشته است. امروزه محققین بر این باورند که مدیریت برای تصمیم‌گیری نیاز به ابزار مدیریت ریسک دارد. برای جلوگیری از مخاطرات، لازم است به ابزار ریسک مجهز شد (Abdolhamidzade 2010). در مقاله‌ای که Kocher و Greim در سال ۲۰۰۲ ارائه نمودند، اشاره شده که در ارزیابی ریسک‌های بهداشتی لازم است که تمام پارامترهای موثر بر ریسک را مورد شناسایی و ارزیابی قرار داد. همچنین بیان شده که استفاده از روش‌های Benchmarking برای تعیین روش ارزیابی بهتر، با توجه به شرایط ارزیابی و شرایط تماس فرد ارزیابی شونده مفید می‌باشد. مهم‌ترین معیارهای ارزیابی که در این مقاله به آن اشاره شد، شرایط بالقوه و درجه اطمینان و معیار تماس بود (Kocher & Griem, 2002). ارزیابی ریسک می‌تواند به‌عنوان یکی از ابزارهای موثر در ارزیابی محیط زیست مورد استفاده واقع شود. با استفاده از ابزار ریسک بهداشتی می‌توان میزان تماس و خطرات مرتبط با تماس آلودگی‌های محیط زیست را در افراد مورد ارزیابی قرار داد (Demidova & Cher, 2005). با استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک بهداشتی نیز می‌توان از اثرات حاد و مزمن آلودگی‌های محیط زیست محیطی در ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) استفاده نمود (Spickett, et al., 2012). یکی از مهم‌ترین بخش‌های فرایند ارزیابی ریسک، شناسایی خطرات می‌باشد، به‌طوری که در مقاله‌ای که Rumchev و همکارانش ارائه نمودند این مساله را مورد تاکید قرار داده‌اند. در این مقاله به تاثیر ایجاد قوانین

و برنامه‌های آموزشی بر میزان ریسک بهداشتی اشاره گردیده است (Rumchev, et al., 2011). یکی از صنایعی که کارگران شاغل در آن در معرض مواد شیمیایی مختلفی قرار دارند صنایع مرتبط با پالایش گاز طبیعی است. در این صنایع نه تنها شاغلین در معرض گازهای مختلف بلکه آنها در معرض آئروسول ناشی از مواد شیمیایی جامد نیز قرار دارند که معمولاً محصول یا محصولات جانبی و یا مواد فرایندی می‌باشند. در مقاله‌ای که McKenzie و همکارانش در سال ۲۰۱۲ ارائه نمودند، به کاربرد ارزیابی ریسک در تعیین استراتژی‌های کنترل ریسک‌های شیمیایی اشاره شده است (Mckenzie, et al., 2012). در مدل‌های ارزیابی ریسک، استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری می‌تواند در اولویت بندی پارامترهای موثر بر ریسک استفاده گردد. ترکیب روش‌های ارزیابی ریسک و ارزیابی اثرات زیست محیطی این فرصت را ایجاد می‌کند که در خصوص تصمیم‌گیری برای حفاظت از محیط زیست بتوان ریسک‌های بهداشتی را نیز مدنظر قرار داده و یا در ریسک‌های بهداشتی پارامترهای موثر بر اثرات زیست محیطی را لحاظ نمود (Topuz, et al., 2011). در مقاله‌ای که Zhou در سال ۲۰۱۱ ارائه نمود به کاربرد مدل‌های شبیه‌سازی مونت کارلو در ارزیابی ریسک بهداشتی آلاینده‌های هوا و تاثیر آن در محیط‌های بسته اشاره کرد. در شبیه‌سازی، پارامترهایی مانند میزان تماس فرد، فعالیت و شرایط داخلی ساختمان به‌عنوان متغیر در مدل شبیه‌سازی وارد می‌شود (Zhou, et al., 2011). در مقاله‌ای که Khan و Abbasi در سال ۱۹۹۹ ارائه نمودند به کاربرد کامپیوتر در ارزیابی ریسک اشاره داشتند که در این مقاله الگوی TORAP در ارزیابی

سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process) الگوی ارزیابی ریسک مناسبی را برای ارزیابی میزان ریسک خطرات بهداشتی در یکی از بزرگترین و آلوده ترین صنایع شیمیایی در کشور ایران ارایه نماییم تا شاید با بهره گیری از نتایج آن بتوان خطرات این صنعت رو به گسترش در ایران را کاهش داده و کنترل نمود.

روش کار

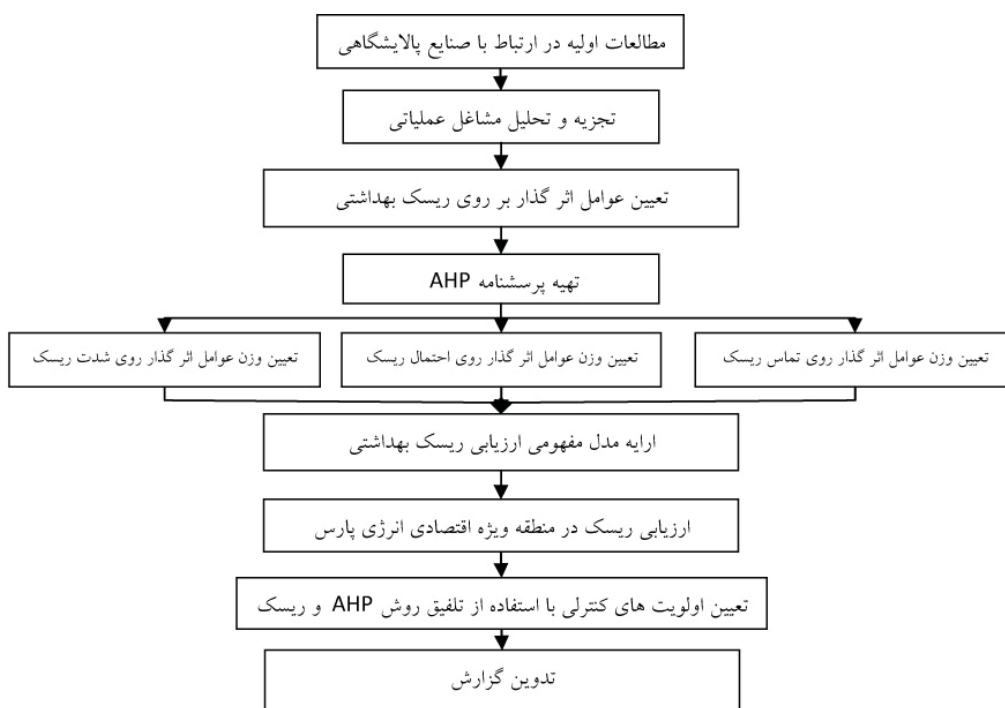
پژوهش حاضر از نوع تحقیقات توصیفی است. هدف در این تحقیق ارایه مدلی جهت ارزیابی ریسک بهداشتی در صنایع نفت و گاز می باشد. برای تصمیم گیری در خصوص تعیین سطح ریسک از جدول ۱ استفاده می گردد. مراحل این مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

در این مطالعه در قدم اول صنایع نفت و گاز و نحوه استفاده از مواد در آنها مورد بررسی قرار می گیرد. در این مرحله از ۱۰ خبره استفاده گردید که فرایند صنعتی مورد مطالعه را می شناسند و از آنها خواسته شد که عوامل موثر بر ریسک تماس را فهرست بندی کنند. این خبرگان افرادی بودند که با مسایل HSE و فرایند و روش ویلیام فاین آشنایی داشتند. ۴ نفر از این افراد در آن صنعت مشغول بوده و ۲ نفر از افراد انتخابی از مرکز پژوهش شرکت نفت در منطقه ویژه و ۲ نفر نیز از مشاورین

ریسک تماس با مواد شیمیایی مورد تاکید قرار گرفته است. همچنین در این مقاله به کاربرد روش های ریسک در پیش بینی حوادث و ایجاد راهکارهای کنترلی قبل از وقوع حادثه پرداخته شده است (Khan & abbasi, 1999). در ارزیابی ریسک استفاده از الگوریتم های فرا ابتکاری می تواند در رسیدن به میزان ریسک قطعی و تصمیم گیری بهتر بسیار مفید باشد. استفاده از الگوریتم های ژنتیک و تلفیق آن با فازی در این رابطه جهت ارزیابی درست و از بین بردن نظر ارزیاب می تواند موثر باشد (Azadeh, et al., 2012). یکی از مهم ترین روش های به کار رفته در کاهش ریسک های بهداشتی در صنایع، آموزش می باشد. برنامه های آموزشی اثر بخش می تواند اثرات مثبتی بر میزان انگیزه و باور افراد در پیاده سازی و به کار گیری برنامه های کنترلی داشته باشد (Hong & Lin, 2004). خطرات ناشی از مواد شیمیایی در صنایع شیمیایی ممکن است بسیار گسترده باشد. آتش سوزی، آلودگی های زیست محیطی و مسمومیت ساکنین از مواردی است که می توان آنها را ذکر نمود. در مقاله ای که Si و همکارانش در سال ۲۰۱۲ ارایه نمودند به میزان درجه ریسک بالا در خصوص مسمومیت ساکنین در نشتی های مواد شیمیایی در صنایع شیمیایی اشاره کردند (Si, et al., 2012). در مطالعه حاضر سعی شده که با استفاده از روش William fine و تلفیق آن با مدل های تصمیم گیری AHP (فرایند تحلیل

جدول ۱: تصمیم گیری در ارتباط با میزان ریسک و اقدامات لازم برای کاهش آن (Joazi, et al, 1389)

طبقه ریسک	رتبه	نحوه عملکرد در ارتباط با کاهش ریسک
High	۱۵۰-۲۰۰	اضطراری - توجهات لازم در اسرع وقت باید انجام گیرد. اصلاحات فوری نیاز است. تا زمانی که خطر کاهش یابد فعالیت باید متوقف شود.
Middle	۹۱ - ۱۹۹	خطر باید حذف گردد ولی شرایط اضطراری در آن تعریف نشده است
Low	۹۰-۰	خطر در حد قابل قبول است. سیستم را فقط پایش نمایید



شکل ۱: الگوریتم مراحل اجرای طرح

از منطق AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process) وزن هر شاخص مشخص گردید که در این مرحله وزن های مشخص شده بیانگر اهمیت و تاثیر گذاری هر پارامتر بر میزان فاکتور ریسک بود. با استفاده از وزن های به دست آمده در نهایت مدل مفهومی ارزیابی ریسک تعیین گردید. مدل مذکور برای منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس بود که با توجه به پارامترهای تاثیر گذار و با استفاده از نتایج به دست آمده از مطالعه موردی، میتواند منجر به ارائه راهکار های کنترلی گردد. در روش William fine پارامتر های موثر بر میزان ریسک عبارت است از احتمال، شدت و احتمال تماس که میزان عدد ریسک آن در رابطه ۱ به دست می آید. در روش William fine یکی از شاخص هایی که مورد ارزیابی قرار می گیرد، شاخص هزینه است که این

این صنعت بودند. با استفاده از نتایج به دست آمده، عوامل موثر بر مخاطرات بهداشتی مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از روش William fine عوامل موثر بر ریسک طبقه بندی شد. در مرحله بعد از ۵ نفر از خبرگان که آشنایی کامل با روش AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process) و فرایند مورد مطالعه و مسایل HSE داشتند خواسته شد که وزن پارامتر ها را نسبت به هم مشخص نمایند. در این مرحله یک پرسشنامه طراحی شد که در آن تمامی پارامتر های تعیین شده در مرحله قبل را مورد ارزیابی و تعیین وزن قرار داد. گروه خبرگان تعریف شده در این مرحله را ۳ نفر از فرایند که در واحدهای HSE مجموعه مشغول به کار بودند، یک سرپرست از واحد تضمین کیفیت و ۱ نفر از مرکز تحقیقات منطقه ویژه تشکیل دادند. با استفاده

جدول ۳: درجه میزان اصلاحات Dc, (Joazi, et al, 1389)

Dc	تعریف معیار
۱	ریسک خطر به طور موثری حذف خواهد شد (۱۰۰٪)
۲	ریسک خطر با درصد خوبی کاهش خواهد یافت (۷۵٪)
۳	ریسک خطر ۵۰-۷۵٪ کاهش خواهد یافت
۴	ریسک خطر ۲۵-۵۰٪ کاهش خواهد یافت
۵	ریسک خطر کمتر از ۲۵٪ کاهش خواهد یافت

Process) در سه بخش احتمال، تماس و شدت در جداول سری ۴ نشان داده شده است. همان طور که در جداول نشان داده شده است، مهم ترین پارامتر موثر بر میزان پیامد ریسک عبارت است از حالت فیزیکی ماده که در صورت بخار یا گاز بیشترین تاثیر را بر فرد در معرض تماس می گذارد. در رتبه بعدی سمیت ماده و میزان مدت زمان تماس می باشد که نتایج آن در جدول ۴ الف نشان داده شده است.

نتایج حاصل از حل پارامتر های موثر بر میزان احتمال تماس فرد در جدول ۴ ب نشان داده شده است. همان طور که در این جدول مشخص است، مهم ترین عامل موثر بر احتمال تماس کارگران عملیات در فرایند پالایشگاهی نفت و گاز عبارت است از نوع شغل فرد که در این خصوص میزان تحصیلات فرد به دلیل تاثیر بر نوع شغل او می تواند موثر باشد، به طوری که افراد با تحصیلات بالا معمولاً به طور مستقیم با فرایند مرتبط نمی باشند. همچنین در رتبه بعدی میزان آگاهی فرد در قالب آموزش های دریافت شده از دیگر عوامل موثر مهم در فاکتور احتمال می باشد. با توجه به وجود سیستم های نگهداری دقیق به دلیل حساسیت سیستم، وجود خرابی هایی که بتواند در تماس فرد با مواد شیمیایی فرایند اثر گذار باشد دارای احتمال کم بوده و از

جدول ۲: فاکتور هزینه Cf, (Joazi, et al, 1389)

Cf	تعریف معیار
۱۰	بیشتر از ۵۰۰۰۰ دلار
۶	بین ۲۵۰۰۰-۵۰۰۰۰ دلار
۴	بین ۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰ دلار
۳	بین ۱۰۰۰-۱۰۰۰۰ دلار
۲	بین ۱۰۰-۱۰۰۰ دلار
۱	بین ۲۵-۱۰۰ دلار
۰/۵	کمتر از ۲۵ دلار

شاخص از رابطه ۲ تعیین می گردد.

$$R = P \times S \times E \quad (1)$$

$$G = \frac{R}{Cf \times Dc} \quad (2)$$

R: عدد ریسک

G: میزان هزینه قابل توجیه (Cost justification value)

Cf: ضریب هزینه (Cost factor)

Dc: درجه میزان اصلاح (Degree of Correction value)

برای تعیین فاکتور هزینه / برآورد، هزینه دلاری پیشنهادی جهت اقدامات اصلاحی بر اساس معیار های تعریف شده در جدول ۲ ارایه شده است. برای تعیین میزان درجه اصلاحات (Dc) (میزانی که خطر کاهش خواهد یافت) از معیار های تعریف شده در جدول ۳ استفاده می گردد.

یافته ها

نتایج حاصل از تعیین اوزان اهمیت با استفاده از روش AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process)

نتایج حاصل از حل پارامتر های موثر بر میزان ریسک بهداشتی بر اساس منطق AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy

جدول ۴ب: پارامتر و میزان وزن تاثیر احتمال بر اساس AHP

ردیف	سطح اول		سطح دوم	
	پارامتر	وزن	پارامتر	وزن
۱	خرابی سیستم	۰/۰۶۳	کارکرد نا مناسب	۰/۰۰۳
			تاثیر آب و هوا	۰/۰۱۱
			خطای انسانی	۰/۰۳۶
			خطا در نصب	۰/۰۱۳
۲	شغل	۰/۵۳۵	دانش	۰/۱۳۲
			تحصیلات	۰/۳۱۹
			رضایت مندی	۰/۰۴۷
			علاقه مندی	۰/۰۳۷
۴	آموزش	۰/۲۲	مدت آموزش	۰/۱۶۶
			روش آموزش	۰/۰۳۶
			اثر بخشی آموزش	۰/۰۱۸

جدول ۴ الف: پارامتر و میزان وزن تاثیر پیامد بر اساس AHP

ردیف	سطح اول		سطح دوم	
	پارامتر	وزن	پارامتر	وزن
۱	حالت فیزیکی	۰/۶۶	بخار	۰/۳۹۳
			مایع	۰/۱۲۴
			جامد	۰/۰۹۱
			گرانول	۰/۰۱
			پودر	۰/۰۴۲
			-	-
۲	سمیت	۰/۲۰۵	-	-
۳	تماس	۰/۱۷۲	مدت زمان تماس	۰/۱۲۹
			سطح تماس	۰/۰۴۳
۴	لوازم حفاظت فردی	۰/۰۵۵	-	-

جدول ۴ج: پارامتر و میزان وزن تاثیر احتمال تماس بر اساس AHP

ردیف	سطح اول		سطح دوم	
	پارامتر	وزن	پارامتر	وزن
۱	لوازم حفاظت فردی	۰/۷۱۶	عدم تاکید مدیریت	۰/۴۱۵
			خطای فردی	۰/۰۵۸
			عدم نظارت کافی	۰/۱۵۷
			کیفیت لوازم	۰/۰۸۶
۲	نحوه تماس	۰/۰۷۳	مدت زمان حضور	۰/۰۴۲
			سطح تماس	۰/۰۱۰
			غلظت تماس	۰/۰۲۱
۴	خصوصیت ماده	۰/۲۰۳	حالت فیزیکی	۰/۰۳۲
			دمای تبخیر	۰/۰۵۳
			میزان سمیت	۰/۱۱۸

نتایج حاصل از مطالعه موردی این مطالعه در یکی از مهم ترین صنایع نفت و گاز کشور ایران صورت گرفت. در واحد تصفیه پساب فاز ۴ و ۵ تعداد کارگران شاغل ۷۲ نفر بود که درصد فراوانی در هر سطح تحصیلاتی عبارت بود از ۲۵٪ لیسانس، ۴۵/۵٪ تکنسین، ۱۲/۵٪ دیپلم و ۱۷٪ زیر دیپلم. این مساله بیان کننده سطح نسبتا پایین تحصیلات در این بخش بوده است. نتایج حاصل از ممیزی صنعت مورد مطالعه در جدول ۵ نشان داده شده است. همان طور که در شکل مشخص است مطابق ممیزی انجام شده در واحد تصفیه پساب تعیین گردید که ۹ ماده آلاینده در این واحد وجود دارند که به ارزیابی ریسک شیمیایی نیازمندند که مطابق جدول ۵ می باشد.

با توجه به پارامتر های موثر بر میزان احتمال که در بخش قبل به آنها اشاره گردید، فرایند مورد نظر مورد ممیزی قرار گرفت و از مجموع نفرات، درصد افرادی که ریسک فاکتور مربوط به احتمال بر روی آنها تاثیر داشت مورد محاسبه قرار گرفتند که بر اساس آیتم درصد افراد) درصد افراد در

پایین ترین سطح اهمیت برخوردار می باشد. نتایج حاصل از حل پارامتر های موثر بر فاکتور میزان تماس در جدول ۴ج نشان داده شده است. همان طور که در این جدول مشخص است، مهم ترین پارامتر موثر بر فاکتور تماس، استفاده از لوازم حفاظت فردی می باشد. عدم تاکید مدیریت در استفاده از لوازم حفاظت فردی از مهم ترین پارامترهای سطح دوم این پارامتر می باشد. خصوصیت ماده از اولویت دوم در بخش تماس برخوردار است که سمیت آن در این پارامتر از مهم ترین پارامتر های این بخش می باشد.

جدول ۵: لیست مواد مصرفی و لایه های حفاظتی پیشنهادی برای هر ماده

ردیف	نام ماده	اهمیت بهداشتی و ایمنی	لایه های حفاظتی پیشنهادی
۱	SODIUM HYDROXIDE (NaOH) CONCENTRATION 50% BULK	مسمومیت تنفسی، غذایی و آسیب از طریق چشم	استفاده از لباس کار حفاظت فردی، ساخت روکش مخصوص یونیت و تهویه مناسب
۲	SULPHURIC ACID, (H2SO4) S.G 1.835 PURITY 98%	خورندگی شدید، مسمومیت های پوستی، تنفسی، خوراکی، واکنش با مواد خط و تولید گازهای خطرناک	وسایل حفاظت فردی، ساخت روکش یونیت، جایگزینی اسید کلریدریک به جای اسید سولفوریک
۳	CONCENTRATION 50% BULK	بیشترین خطر از طریق چشم و تماس پوستی	استفاده از تهویه و وسایل حفاظت فردی
۴	SODIUM HYPO CHLORITE	مسمومیت تنفسی، غذایی و آسیب از طریق چشم (باز خطرناک)	مسمومیت تنفسی، غذایی و آسیب از طریق چشم
۵	Oil	خطرات تماس	استفاده از دستکش، جداسازی ثقلی قبل از ورود به یونیت
۶	Demulsifier	خطر از طریق تماس	استفاده از دستکش در هنگام استفاده
۷	DSO	مسمومیت غذایی، تنفسی، تماس و آسیب از طریق چشم، تولید گازهای خطرناک و آزار تنفسی	ساخت روکش یونیت، استفاده از اسید کلریدریک به جای اسید سولفوریک، استفاده از جداکننده ثقلی قبل از ورود مواد به یونیت
۸	COSTIC و مواد فلزی	مسمومیت های خوراکی، تماسی و تنفسی	استفاده از مواد کاتالیست کم خطرتر (ترکیبات آهن به جای ترکیبات وانادیوم)، استفاده از وسایل حفاظت فردی، جلوگیری از نشت مواد
۹	H ₂ S	مسمومیت تنفسی و خورندگی شدید	عدم استفاده از ترکیبات گوگردی، جلوگیری از کلیه نشت های مواد گازی، جداسازی قبل از ورود به یونیت، استفاده از DSO GAS DETECTOR



شکل ۲: نتایج حاصل از ممیزی عوامل موثر بر احتمال ریسک

عنوان مثال از کل ۷۲ نفر شاغل در این یونیت، در ۳۷٪ افراد عامل خطای انسانی در افزایش احتمال ریسک تاثیر داشته است که نتایج فوق در شکل ۲ نشان داده شده است.

با توجه به پارامترهای موثر بر میزان شدت که در بخش قبل به آنها اشاره گردید، فرایند مورد بررسی ممیزی شد و از مجموع کل نفرات، درصد

معرض خطر) به شرح مقابل می باشد: کارکرد نامناسب در ۱۰۰٪، تاثیر آب و هوا ۱۰۰٪، خطای انسانی ۳۷٪، خطا در نصب تجهیزات ۳۱٪، دانش ۷۹٪، تحصیلات ۵۰٪، رضایت مندی شغلی ۵۶٪، علاقه مندی به کار محوله ۷۶٪، مدت زمان حداقل آموزش مورد نیاز ۸۸٪، روش آموزش مورد استفاده ۴۶٪ و اثربخشی آموزشی ۲۵٪ افراد. به

۷۴٪، مدت زمان حضور ۲۷٪، سطح تماس ۹۸٪، غلظت تماس ۹۸٪، حالت فیزیکی ۹۸٪، دمای تبخیر ۷۳٪ و میزان سمیت ۱۰۰٪، که نتایج آن در شکل ۴ نشان داده شده است.

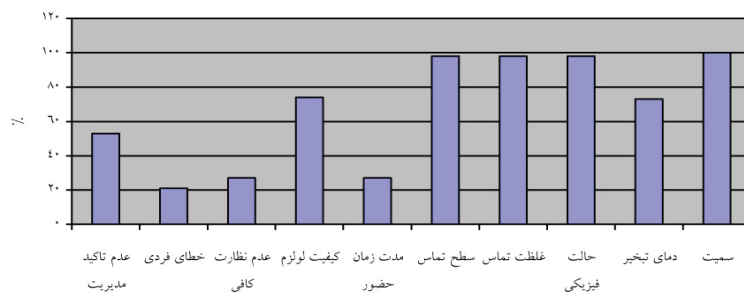
با توجه به ممیزی صورت گرفته و پارامترهای نا منطبق، عدد کمی پیامد در این تحقیق ۸۳/۲ به دست آمد که نشان دهنده خطرات بهداشتی ناشی از تماس با مواد شیمیایی موجود در این واحد صنعتی بود. عدد کمی احتمال در این تحقیق ۸/۴۵ حاصل شد که می توان با انجام اصلاحات ساختاری احتمال نشت مواد شیمیایی را کاهش داد و در نتیجه از احتمال کلی ریسک سطح پایین تری از رتبه بندی را نشان خواهد داد و در نتیجه کاهش R را سبب می شود. عدد کمی تماس در این تحقیق ۲/۲ به دست آمد که علت پایین بودن آن استفاده از وسایل حفاظت فردی

افرادی که ریسک فاکتور مربوط به شدت بر روی آنها تاثیر داشت مورد محاسبه قرار گرفت که بر اساس آیتم درصد افراد به شرح مقابل می باشد: بخار ۱۰۰٪، مایع ۷۴٪، جامد ۲۲٪، گرانول ۴۴٪، پودر ۵۷٪، سمیت ۱۰۰٪، مدت زمان تماس ۱۰۰٪، سطح تماس ۱۰۰٪ و لوازم حفاظت فردی ۶۳٪ افراد که نتایج آن در شکل ۳ نشان داده شده است.

با توجه به پارامترهای موثر بر میزان احتمال تماس که در بخش قبل به آنها اشاره گردید، فرایند مورد بررسی ممیزی شد و از مجموع کل نفرات، درصد افرادی که در موردشان ریسک فاکتور مربوط به تماس تاثیر داشت و مورد محاسبه قرار گرفت، بر اساس آیتم به درصد افراد به شرح مقابل می باشد: عدم تاکید مدیریت ۵۳٪، خطای فردی ۲۱٪، عدم نظارت کافی ۲۷٪، کیفیت لوازم



شکل ۳: نتایج حاصل از ممیزی عوامل موثر بر شدت ریسک



شکل ۴: نتایج حاصل از ممیزی عوامل موثر بر احتمال تماس ریسک

با استفاده از روش AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process) سعی در به حداقل رساندن تاثیر قضاوت های افراد در نحوه ارزیابی ریسک شده است (Nouri, et al, 2010). در فرایند ارزیابی ریسک یکی از مهم ترین بخش های فرایند، شناسایی خطرات می باشد که در مقاله ای که Rumchev و همکارانش ارایه نمودند این مساله را مورد تاکید قرار داده اند (Rumchev, et al., 2011). در این تحقیق نیز در ابتدا کار شناسایی کامل بر اساس مشاغل و تحصیلات و خطرات مواد شیمیایی انجام شده توسط تیم ارزیابی ریسک صورت گرفت. در مقاله ای که Khan و Abbasi در سال ۱۹۹۹ ارایه نمودند، به کاربرد کامپیوتر در ارزیابی ریسک اشاره کردند که داده ها بر اساس کمیت محاسبه شده است که در این مطالعه به الگوی TORAP در ارزیابی ریسک تماس با مواد شیمیایی اشاره گردیده است. (Khan & Abbasi, 1999). در این تحقیق از روش AHP نیز (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process) به عنوان یک روش که داده های کیفی را به داده های کمی تبدیل می نماید نیز می توان نام برد. لازم است در مطالعه دیگر دقت هر دو روش مورد ارزیابی قرار گرفته تا نسبت به انتخاب روش بهتر اقدام گردد. همچنین در ارزیابی ریسک استفاده از الگوریتم های فراابتکاری می تواند در رسیدن به میزان ریسک قطعی و تصمیم گیری بهتر بسیار مفید باشد. استفاده از الگوریتم های ژنتیک و تلفیق آن با فازی در این رابطه جهت ارزیابی دقیق و از بین بردن نظر ارزیاب می تواند موثر باشد (Azadeh, et al., 2012). در تحقیق Joazi و همکاران اعداد ریسک در کوره القایی اهواز ۳۰۰، ۲۴۰، ۲۰۰ و ۱۹۲ در قسمت های مختلف

بود که در نتیجه کاهش وزن تماس حاصل شد. و به طور کلی عدد ریسک با مواد شیمیایی در این واحد ۱۵۴۶ بر آورد شد و با توجه به اینکه عدد $G=51$ به دست آمد و در روش ویلیام فاین اگر G بزرگتر از ۱۰ باشد بنابراین از نظر اقتصادی اقدام اصلاحی مقرون به صرفه بوده و باید با اولویت به اجرا درآید.

بحث

در مقاله ای که Si و همکارانش در سال ۲۰۱۲ ارایه نمودند به میزان درجه ریسک بالا در خصوص مسمویت ساکنین در نشتی های مواد شیمیایی در صنایع شیمیایی اشاره کردند (Si, et al., 2012). در مطالعه حاضر نیز میزان ریسک بالا بوده که خرابی سیستم ها تا حدی در افزایش سطح ریسک موثر بوده است. عدم وجود سیستم های تعمیرات و نگهداری مداوم از علل خرابی سیستم ها در فرایندهای صنایع شیمیایی بوده که در مقاله Si و همکاران مهم ترین علت نشتی و تماس پرسنل خرابی سیستم ها بوده است. مطالعات در خصوص ارزیابی ریسک نشان می دهد که در ارزیابی های ریسک قضاوت افراد می تواند در نتایج ریسک بسیار موثر باشد، به طوری که Nouri و همکاران در مقاله خود اشاره نموده اند که در ارزیابی های ریسک یکی از مهم ترین مشکلاتی که در این رابطه وجود دارد تاثیر قضاوت های ارزیابی ها در نتایج ریسک 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 (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process) استفاده می شود. در این تحقیق هم

که بیشترین ریسک مربوط به قسمت جداسازی ثقلی مواد شیمیایی می باشد که اپراتورها هنگام اضافه نمودن مواد منعقد کننده به تصفیه خانه با این مواد فرار، تماس پیدا می کنند. از علل آن نیز می توان به نبودن فیلتر در قسمت جداسازی ثقلی و همچنین نبودن حفاظ مناسب در محل که باعث نشت مواد شیمیایی و ورود به سیستم تنفسی شاغلین یا اپراتورها می گردد. به منظور کنترل آن می توان اقدام به تهیه فیلترهای مناسب و تغییر کاربری پیش تصفیه ثقلی به واحد راکتور جدا کننده شیمیایی نمود.

منابع

- Abdolhamidzadeh. B, Badri. N, 1389. Qualitative and quantitative risk assessment in process industries and method description of industrial hazards recognition focusing on method of Hazop, Andishehsara. IN PERSIAN
- Azadeh, A., Saberi, M., Rouzbehman, M., Saberi, Z., 2012, An intelligent algorithm for performance evaluation of job stress and HSE factors in petrochemical plants with noise and uncertainty, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2012.10.004>.
- Demidova, O., Cher, A., 2005, Risk assessment for improved treatment of health considerations in EIA. Environmental Impact Assessment Review; 25(4), 411-429.
- Hong, YJ., Lin, YH., 2004, Developing a Safety

به دست آمد. در این مطالعه نیز عدد کلی ریسک ۱۰۰۰ بود که اگر معیار سنجش را در این مطالعه ۱۰ برابر کنیم تا معیار سنجش یکسان نشان می دهد که میزان ریسک های بهداشتی در صنایعی که تماس با بخارات فلزی داشته با صنایع نفت و گاز مشابه بوده و الگوی به دست آمده در این تحقیق قابل کاربرد در سایر صنایع نیز می باشد. (Joazi, et al., 2010)

در تحقیقی که Jahangiri و همکاران در سال ۱۳۸۹ در صنایع پتروشیمی انجام دادند ریسک مواجهه با اسید سولفوریک در محدوده متوسط برآورد شد، ولی در تحقیقی که ما انجام دادیم با اینکه بخشی از مواد شیمیایی مشابه و دارای MSDS. یکسان بوده، ولی نتایج اختلاف نشان دادند (Jahangiri, et al., 2010).

نتیجه گیری

روش ویلیام فاین می تواند ارزیابی مناسبی را از میزان ریسک بهداشتی در صنایع نفت ارائه دهد، به طوری که در این روش با استفاده از پارامترهای پیامد، احتمال، تماس، فاکتور هزینه درجه تصحیح و هزینه می توانیم ارزیابی ریسک درستی بدون قضاوت های شخصی را داشته باشیم لذا در این خصوص توصیه می شود که با تلفیق روش ویلیام فاین و AHP (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، Analytical Hierarchy Process) و به دست آوردن اعداد کمی پیامد، احتمال و تماس به جای استفاده از جدول های کیفی ویلیام فاین این اعداد را به صورت کمی واقعی به دست آورد. بنابراین می توان ارزیابی درستی را از میزان ریسک بهداشتی در یک صنعت به عمل آورد. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می گردد

- ence of the Total Environment, 424(1), 79-87.
- Nilunger, I., Diderichsen, F., Burstrom, B., Ostlin, P., 2004. Using risk analysis in Health Impact Assessment: the impact of different relative risks for men and women in different socio-economic groups, *Health Policy*, 67(2), 215-224.
- Nouri.J., Omidvari, M., Tehrani, M.S., 2010. Risk assessment and crisis management in gas filling stations, *Int. J. Environ. Res.*, 4(1):143-152
- Qodsipour. H, 1390. Analysis of sequestration AHP
- Rumchev, K., Spickett, J., Brown, H., 2011, Environmental Tobacco Smoke and Health Risk Assessment, *Encyclopedia of Environmental Health*, 542-550.
- Si, H., Ji, H., Zeng, X., 2012, Quantitative risk assessment model of hazardous chemicals leakage and application, *safety science*, 50(7), 1452-1461.
- Spickett, J., Katscherian, D., Goh, Y.M., 2012. A new approach to criteria for health risk assessment. *Environmental Impact Assessment Review*; 32(1), 118-122.
- Topuz, E., Talinli, I., aydin, E., 2011, Integration of environmental and human health risk assessment for industries using hazardous materials: A quantitative multi criteria approach for environmental decision makers, *Environmental and Health Training Model for Petrochemical Workers*, *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 20(2),56–61.
- Jahangiri. M, 1364. Sanitary risk assessment of facing with hazardous chemical agents in HSE management system, National convention of security and HSE engineering, Sharif University of Technology. IN PERSIAN
- Joazi. A et al, 1389. HSE management and assessment of Ahvaz pipe producing plant using William-fine method, *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences*, Vol. 18, No. 1, p:3 IN PERSIAN
- Khan, FI., Abbasi, SA., 1999, TORAP—a new tool for conducting rapid risk assessment in petroleum refineries and petrochemical industries, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12(4), 299–313.
- Khan, FI., Abbasi, SA., 2000, TORAP—a new tool for conducting rapid risk assessment in petroleum refineries and petrochemical industries, *Applied Energy*, 65(1–4), 187–210.
- 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.
- Mckenzie, L.M., Witter R.Z., Newman L.S., Adgate J.L., 2012, Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources, *Sci-*

- Environmental international, 37(2), 393-403
- Zhou, J., You, Y., Bai, Z., Hu, Y., Zhang, J., Zhang, N., 2011, Health risk assessment of personal inhalation exposure to volatile organic compounds in Tianjin, China, Science of The Total Environment, 409(3), 452-459.
- mental International, 37(2), 393-403.
- Topuz, E., Talinli, I., Aydin, E., 2011. Integration of environmental and human health risk assessment for industries using hazardous materials: A quantitative multi criteria approach for environmental decision makers,

Presenting of a material exposure health risk assessment model in Oil and Gas Industries (case study: Pars Economic and Energy Region)

M. Heydari^{1}; M. Omidvari¹; I. M. Fam²*

¹Bsc, HSE Department, Environmental and Energy Faculty, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran

²Assistant Professor, Industrial and Mechanical Engineering Faculty, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin

³Associate professor, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: One of the most important threats for employees working in chemical industries is exposing to the chemical materials. Lack of precaution and control regulations during working with chemicals can have irreparable consequences. So, in order to achieve an effective control program, it is necessary to have an appropriate assessment of the procedures involving exposure to the chemicals. William-fine method can provide an acceptable insight into hazard risk rate.

Material and Method: In this study, a combination of AHP and William-fine adopted to achieve a model for chemicals exposure risk assessment in oil and gas industry. The numbers were extracted from questionnaire, and then, they weighted entered to assessment the model. Finally, they were presented quantitatively with protection layer.

Result and Conclusion: The results revealed that the quantitative amount of consequence, probability and exposure was 83.2, 8.45, and 2.2, respectively. Generally, the chemical exposure risk number was 1546 which shows that reforming plans are in highly priorities from an economical point of view. William-fine method has the benefit of an accurate chemical exposure by combination of effect severity, exposure probability and detriment rate, and also minimization of personal judgments during the assessment

Key words: *William-fine model, Risk assessment, AHP (Analytical Hierarchy Process) Chemical materials*

* Corresponding Author Email: *Mohaddese_Heidari@yahoo.com*