ارایه الگوی ارزیابی ریسک‌های بهداشت حرفه‌ای و محیط در حمل و نقل فرآورده‌های نفتی با استفاده از تلفیق روش Failure mode and effect analysis (FMEA) با Analytical hierarchy process (AHP)

منوچهر امیدواری[۱]، حشمت‌اله نورمرادی[۲]، جعفر نوری[۳]، آذین شمائی[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: یکی از مهم‌ترین خطرات موجود در حمل و نقل مواد خطرناک، تصادفات جاده‌ای است که می‌تواند اثرات مخربی را بر محیط و ایمنی جاده‌ها داشته باشد. با استفاده از تکنیک‌های مدیریت ریسک می‌توان عوامل ایجاد حادثه را شناسایی و کنترل نمود.

روش‌ها: در ابتدا تمام عوامل مؤثر در ریسک محیط زیست ناشی از حمل و نقل فرآورده‌های نفتی از انبار نفت تا مقصد تعیین شد و با استفاده از روش تصمیم‌گیری سلسله مراتبی (AHP یا Analytical hierarchy process) وزن‌دهی گردید و مدل مفهومی آن تعریف شد. در قدم بعدی با استفاده از مدل به دست آمده بر اساس منطق Failure mode and effect analysis (FMEA) مدل نهایی تعیین گردید. با استفاده از مدل نهایی به دست آمده، مسیر حمل مورد ارزیابی قرار گرفته شد.

یافته‌ها: میزان ریسک برای مناطق مختلف تردد تانکرهای نفتکش به جز دو منطقه‌ای که در حومه شهر و یا در داخل شهر بوده است و کنترل پلیس ترافیکی به حداقل می‌رسد قابل قبول می‌باشد. علت بالا بودن میزان ریسک در این مناطق، وجود منطقه مسکونی در این محدوده‌ها، وجود گردنه و مسیرهای با شیب زیاد، مجاورت با مناطق کشاورزی و عدم کنترل دقیق توسط پلیس راه می‌باشد.

نتیجه‌گیری: انتقال انبارهای نفت از داخل شهر به خارج از شهر و کنترل دقیق و سختگیرانه، صلاحیت راننده و تانکر حمل فرآورده نفت توسط پلیس و آموزش و آشناسازی پلیس با اصول ممیزی ایمنی تانکرها از مواردی است که می‌تواند در کاهش میزان ریسک آلودگی‌های محیط زیست ناشی از حمل فرآورده‌های نفتی توسط تانکرها به آن اشاره نمود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک، ایمنی، فرآورده‌های نفتی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، FMEA

ارجاع: امیدواری منوچهر، نورمرادی حشمت‌اله، نوری جعفر، شمائی آذین. **ارایه الگوی ارزیابی ریسک‌های بهداشت حرفه‌ای و محیط در حمل و نقل فرآورده‌های نفتی با استفاده از تلفیق روش FMEA (Failure mode and effect analysis) با AHP (Analytical hierarchy process).** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۲؛ ۹ (۲): ۱۸۷-۱۷۷.

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۶/۱۳ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۰۹

۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: omidvari88@yahoo.com

۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران

۳- استاد، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۴- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

مقدمه

در جامعه امروزی که اکثراً از سیستم‌های پیچیده استفاده می‌شود، از کارافتادگی یک سیستم یا بروز حوادث می‌تواند موجب بروز اختلال در سطوح مختلف شود و حتی به عنوان تهدیدی برای جامعه و محیط زیست تلقی گردد. به این دلیل است که همگان در پی سیستمی ایمن و با احتمال خطر پایین هستند. در این جا است که واژه ریسک به معنی عدم قطعیت و نشانگر احتمال وقوع و شدت آن ظهور می‌یابد. بر اساس تعریف، ریسک به عنوان میزانی از احتمال و شدت وقوع خطر و پیامد آن تعریف می‌گردد. سازمان استاندارد جهانی، ریسک را شامل احتمالی از حادثه و آثار و پیامدهای آن می‌داند (۱). در تعریف دیگر Zio، ریسک را ترکیب احتمال وقوع هر خطر (P_i) و پیامدهای آن (C_i) تعریف می‌کند (۲). از دیگر تعاریف، ریسک را معادل با خسارت یا صدمه وارد شده تعریف کرده‌اند (۳). در تعریفی دیگر Aven، ریسک را یک مفهوم دو بعدی می‌داند که شامل حوادث و پیامدهای آن‌ها و احتمالات نامشخص مرتبط با آن‌هاست. در این تعریف آمده است که ریسک، میزانی است از احتمال وقوع حادثه و پیامدهای آن، که برای تعیین این میزان پارامترهای متفاوتی از میزان احتمال و شدت حادثه را در نظر می‌گیرند (۴).

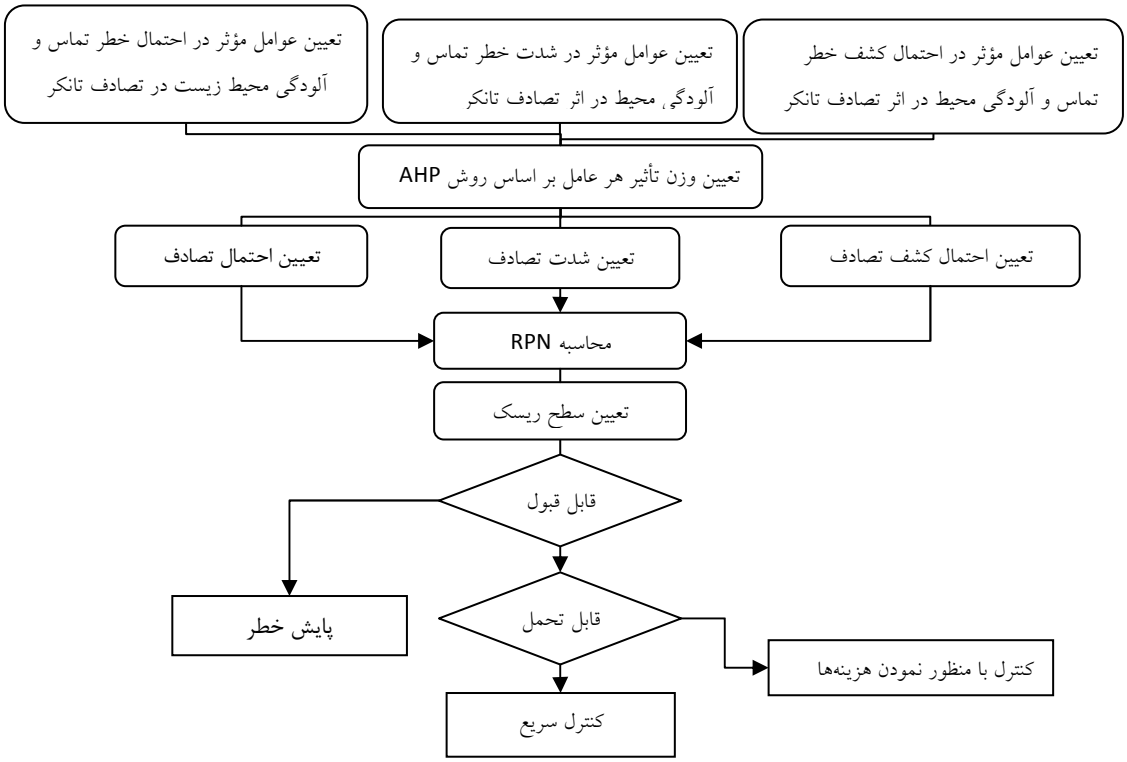
ایمنی، یک ارزش کلی و جهانی است که هر فرهنگی در جهت حفظ و اجرای آن باید نهایت تلاش خود را به خدمت گیرند. ریسک و ایمنی دستورالعمل هستند و استراتژی لازم است تا مدیریت ریسک (Risk management) و ایمنی به طور گسترده و همه جانبه بین سایر کشورها و سازمان‌ها به اجرا درآیند (۵). بر اساس آمار وقایع گزارش شده توسط صنایع نفت و گاز در سال ۲۰۰۴ در آفریقا، آسیا و اروپا به طور متوسط ۱/۰۹ مجروح در هر یک میلیون ساعت کاری رخ داده است (۵). در آمریکا تخمین زده‌اند که در طول سال، ۵۵۰۰ نفر می‌میرند و همچنین ۸۰۰۰۰ نفر کارگر در طول سال زخمی یا مریض می‌شوند که علت آن شرایط شغلی کار آن‌هاست. ارزیابی ریسک قادر است از بیماری و مرگ در اثر این چنین عواملی پیشگیری نماید، اما باید الزامات ایمنی مستمر و پایدار ایجاد شود (۶). جابه‌جایی و حمل و نقل مواد خطرناک مانند مشتقات نفتی و فرآورده‌های پتروشیمی (نفت، بنزین، گازوئیل و گازهای مایع نفتی) و فاضلاب‌های صنعتی، پتانسیل بروز خطراتی را در بر دارد که تأثیرات آن می‌تواند شامل کشته شدن تعداد زیادی از افراد و آلودگی‌های شدید زیست محیطی در نتیجه انفجار، آتش‌سوزی و پخش مواد آلاینده سمی باشد. اثرات زیست محیطی می‌تواند در شدت خطرات حمل و نقل مواد خطرناک تأثیرگذار باشد. ارزیابی ریسک زیست محیطی (Environmental risk assessment یا EIA) به صورت یک ابزار تجزیه و تحلیل عوامل اثرگذار بر ریسک تلقی می‌شود که می‌تواند ابزار تصمیم‌گیری را در خصوص کنترل ریسک‌ها در اختیار مدیریت قرار دهد (۷). با توجه به مسیرها و عدم امکان لوله‌کشی به تمام مناطق برای رساندن فرآورده‌های نفتی، موضوع حمل و نقل فرآورده‌های نفتی تا زمان‌های طولانی یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیریان صنعت نفت باقی خواهد ماند. ارزیابی ریسک، یک روش اصولی و پایه‌ریزی شده قوی جهت کمک به توسعه با شرایط نامشخص است تا پیامدهای آن را تعیین کند. ارزیابی ریسک به کاربردهای بهداشتی و ایمنی که از توسعه همراه با EIA نتیجه شده‌اند، دست می‌یابد (۹، ۸).

روش‌ها

ارزیابی ریسک زیست محیطی شامل شناسایی محیط زیست تحت تأثیر، ارزیابی اجزای مهم اکولوژیکی با در نظر گرفتن حساسیت‌های زیست محیطی، تخمین کمیت ریسک با مقایسه معیارهای موجود و اقدامات کاهش ریسک می‌باشد (۱۰). در این مطالعه در قدم اول، تمامی عوامل مؤثر در ریسک محیط زیست ناشی از حمل و نقل فرآورده‌های نفتی از انبار نفت تا مقصد تعیین شد و با استفاده از روش تصمیم‌گیری سلسله مراتبی (Analytical hierarchy process یا AHP) با استفاده از کارشناسان خبره، وزن‌دهی گردید و مدل مفهومی آن تعریف شد که الگوریتم آن در شکل ۱ ارایه شده است.

در قدم بعدی با استفاده از مدل به دست آمده بر اساس منطق FMEA (Failure mode and effect analysis) مدل نهایی تعیین گردید. با استفاده از مدل نهایی به دست

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]



شکل ۱: الگوریتم مدیریت ریسک

AHP :Analytical hierarchy process; RPN :Risk priority number

آمده، مسیر حمل مورد ارزیابی قرار گرفته شد. به منظور ارزیابی و تصمیم‌گیری از جدول ۱ استفاده شد. مطابق با جدول ۱ به منظور تصمیم‌گیری در خصوص تعیین سطح ریسک میزان Risk priority number (RPN) در سه سطح قابل قبول (۱–۱۰۰) قابل تحمل (۱۰۰-۲۰۰) و غیر قابل تحمل (۲۰۰–۱۰۰۰) تعریف شده است (۱۳–۱۱).

جدول ۱: طبقه‌بندی ریسک بر اساس میزان پذیرش

طبقه‌بندی ریسک	میزان ریسک
قابل قبول	۱–۱۰۰
قابل تحمل/ غیر قابل قبول	۱۰۰–۲۰۰
غیر قابل تحمل	۲۰۰–۱۰۰۰

جهت ارزیابی ریسک، باید ابتدا محدوده مورد مطالعه تعیین گردد. سپس سایر مشخصه‌ها و معیارهای موجود در مسیرهای فعلی و یا مسیرهای جایگزین انتقال، مطرح و ابتدا کمی شده و وزن‌دهی می‌شوند. یکی از روش‌های مناسب ارزیابی ریسک که در بسیاری از ارزیابی‌ها در مدیریت کیفیت و ریسک استفاده می‌شود، تکنیک FMEA (Failure mode and effect analysis) است. در این روش پس از به دست آوردن مؤلفه‌های شدت، احتمال وقوع و نرخ احتمال کشف و وزن‌دهی آن‌ها، عدد اولویت ریسک RPN محاسبه می‌گردد. میزان ریسک از حاصل ضرب سه مؤلفه شدت (Severity)، احتمال وقوع (Probability) و میزان احتمال کشف (Detection) به دست می‌آید. عدد ریسک قابل قبول عددی بین ۱ تا ۱۰۰ خواهد بود که مشخصاً برای مقادیر بالای ریسک باید اقدام اصلاحی پیشنهاد گردد. این روش دارای قابلیت‌های فراوانی مانند شناسایی سایر خطرات بالقوه و بالفعل، تخمین شدت خطا، تخمین تعداد شکست‌ها یا خطاها، تخمین تعداد وقوع خطر می‌باشد. برای ارزیابی بهتر و تعیین مسیرهای ایمن از نرم‌افزار (GIS) Geographic information systems استفاده شده است. محدوده مورد مطالعه منطقه انبار نفت اصفهان که یکی از

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

بزرگترین انبارهای نفت در ایران می‌باشد انتخاب گردید. ارزیابی در مسیر انتقال فرآورده از انبار نفت شاهین شهر اصفهان تا سمیرم که مسیر پر ترافیک با عوارض جاده‌ای پیچیده است انجام گرفت. مهم‌ترین فرآورده‌های نفتی که توسط تانکرها حمل می‌شوند عبارتند از گاز مایع، بنزین، نفت سفید، حلال‌های پایه بنزینی، حلال‌های پایه نفتی، نفت گاز، نفت کوره، نفت خام متیل تری‌بوتیل اتان (MTBE یا Methyl tert-butyl ether) که میزان (TLV) Threshhold limit value آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. جهت ارزیابی ریسک زیست محیطی در این مطالعه، ابتدا محدوده مورد مطالعه با توجه به مسیر تانکر نفتکش و نقشه‌های موجود ارزیابی گردید. جهت این کار، نقشه شرکت پخش فرآورده‌های نفتی که حاوی نواحی و مراکز پخش فرآورده‌های نفتی و مسیرهای تردد تانکر بود به عنوان نقشه پایه مطالعاتی تهیه و سپس محدوده مورد نظر در آن مشخص گردید. معیارها و پارامترهای مختلفی در ارزیابی و مدیریت ریسک پخش فرآورده‌های نفتی وجود دارد که به دو دسته معیارهای ترافیکی و معیارهای ایمنی تقسیم گردید؛ معیارهای ترافیکی که شامل عوامل مؤثر بر خطرات برای انسان‌ها و محیط زیست هستند عبارتند از: ترافیک مسیر (سرعت عبور و مرور)، تراکم مسیر (تعداد خودروی عبوری)، تعداد سرویس ساعت راننده، میزان تصادفات (تعداد تصادفات در یک سال)، وضعیت روسازی مسیر (سطح جاده که به سه دسته آسفالت نو، آسفالت کهنه، خاکی) نوع فرآورده، محیط اطراف مسیر تردد (مسکونی، عوارض کشاورزی، عوارض محیط زیستی، بیابان و کویر)، موقعیت مقصد (خارج از شهر/ داخل شهر)، نوع جاده (که شامل جاده دو طرفه، بزرگراه، اتوبان، کوهستانی)، احتمال تماس راننده با فرآورده که آموزش فرد اهمیت زیادی دارد، قدمت تانکر، شرایط جوی منطقه و فاصله از منابع آب. معیارهای ایمنی شامل وجود سیستم پیشگیری از پخش فرآوردها در حوادث، سیستم‌های کنترل ترافیکی، وجود پلیس ترافیکی، دوربین، گاردریل، تیم امداد، سیستم کنترل GPS (Global positioning system) می‌باشند. سری جداول ۲ تا ۴ پارامترهای مؤثر در ریسک زیست محیطی حمل و نقل فرآورده‌های نفتی را نشان می‌دهد که با استفاده از حل ماتریس‌های زوجی و تعیین وزن، اهمیت هر شاخص بر اساس منطق AHP به دست آمده است روابط حاکم بر منطق AHP در روابط ۱ ارایه شده است.

$$E(1)=\begin{bmatrix} 1 & a_i & . & . & . & a_n \\ \frac{1}{a_i} & 1 & . & . & . & . \\ . & . & 1 & . & . & . \\ . & . & . & 1 & . & . \\ . & . & . & . & 1 & . \\ \frac{1}{a_n} & . & . & . & . & 1 \end{bmatrix} \rightarrow w_{riskfactor} \qquad (۱)$$

که در آن $a_{i,}$ وزن تعیین شده معیار i ام تعیین شده توسط نظر خبرگان

همان طور که در محاسبات فوق مشخص است تمامی پارامترهایی که دارای زیر مجموعه‌ای بیش از ۲ پارامتر می‌باشند، توسط روش AHP تعیین وزن گردیده است. این مسأله مزیت AHP را نسبت به سایر روش‌های Multiple criteria decision making (MCDM) در کاربرد ریسک در تعیین ضرایب اثرگذار بیان می‌کند.

محدوده مورد مطالعه مسیر تردد تانکر نفتکش از محل بارگیری در شرکت پخش فرآورده‌های نفتی در شهر شاهین شهر اصفهان آغاز و به شهر سمیرم ختم می‌شود. شکل ۲ نقشه منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. پس از تعیین محدوده مورد مطالعه، اطلاعات مربوط به وضعیت موجود محیط زیست از جمله اطلاعات مربوط به هوا و اقلیم‌شناسی (بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، تبخیر، ساعات آفتابی، باد و طبقه اقلیمی)، منابع آب سطحی و زیرزمینی، زمین‌شناسی و ساختار توپوگرافی، وضعیت لرزه‌خیزی، خاک‌شناسی و فرسایش خاک، پوشش گیاهی و رویشگاه‌ها، حیات‌وحش جانوری و گونه‌های حساس گیاهی و جانوری مورد بررسی و پردازش قرار گرفت. سپس به جهت اهمیت نوع فرآورده قابل حمل در محاسبه میزان ریسک، ترکیب شیمیایی سایر فرآورده‌ها (Material safety data sheet) MSDS و نظارت ایمنی و زیست محیطی برخورد با این موارد نیز لحاظ گردیده است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

جدول ۲: پارامترهای مؤثر در شدت ریسک زیست محیطی حمل و نقل فرآورده‌های نفتی و میزان وزن آن‌ها

ردیف	تعریف پارامتر مؤثر بر ریسک خطرات زیست محیطی	وزن	شدت اثر		
			پارامتر	وزن wi	FMEA
۱	نوع فرآورده بر اساس TLV (E1-1)	۰/۱۵	بنزین	۰/۰۳۰	۰/۳۰
			حلال	۰/۰۴۳	۰/۴۳
			MTBE	۰/۰۴۳	۰/۴۳
			نفت	۰/۰۲۴	۰/۲۴
			نفت کوره	۰/۰۱۰	۰/۱۰
			جمع کل		۱/۵۰
۲	عوارض محیط اطراف (E1-2)	۰/۲۳	مسکونی	۰/۰۶۰	۰/۶۰
			محیط زیستی	۰/۰۵۰	۰/۵۰
			کشاورزی	۰/۰۷۵	۰/۷۵
			بیابان	۰/۰۳۳	۰/۳۳
			کویر	۰/۰۱۲	۰/۱۲
			جمع کل		۲/۳۰
۳	میزان تماس فرد با ماده نفتی	۰/۱۵	تماس فرد	۰/۱۵۰	۱/۵۰
			جمع کل		۱/۵۰
۴	نزدیکی به منابع آب (E1-4)	۰/۲۵	رودخانه	۰/۱۳۰	۱/۳۰
			چشمه	۰/۰۵۰	۰/۵۰
			آب‌های زیرزمینی	۰/۰۷۰	۰/۷۰
			جمع کل		۲/۵۰
۵	موقعیت مقصد	۰/۱۲	خارج از شهر	۰/۰۳۰	۰/۳۰
			داخل شهر	۰/۰۹۰	۰/۹۰
			جمع کل		۱/۲۰

FMEA: Failure mode and effect analysis; MTBE :Methyl tert-butyl ether; TLV: Threshhold limit value

جدول ۳: پارامترهای مؤثر در احتمال بروز ریسک زیست محیطی حمل و نقل فرآورده‌های نفتی (نگارنده)

ردیف	تعریف پارامتر مؤثر بر ریسک خطرات زیست محیطی	وزن	احتمال بروز خطر		
			پارامتر	وزن	FMEA
۱	بار ترافیکی بالا	۰/۱۵	بار ترافیکی	۰/۱۲	۱/۲۵
			جمع کل		۱/۲۵
۲	دانسیته ترافیکی بالا	۰/۲۳	دانسیته ترافیکی	۰/۰۵	۰/۵۰
			جمع کل		۰/۵۰
۳	کیفیت جاده (وضعیت سطح جاده)	۰/۱۵	آسفالت نو	۰/۰۲	۰/۲۰
			آسفالت کهنه	۰/۰۳	۰/۳۰
			خاکی	۰/۰۷	۰/۷۰
			جمع کل		۱/۲۰
۴	نوع جاده	۰/۲۵	اتوبان	۰/۰۱	۰/۱۰
			بزرگراه	۰/۰۳	۰/۳۰
			دو طرفه	۰/۰۴	۰/۰۴
			کوهستانی	۰/۰۷	۰/۰۷
			جمع کل		۱/۵۰
۵	احتمال تماس راننده تانکر با فرآورده	۰/۱۲	آموزش	۰/۲۰	۰/۲۰
			جمع کل		۰/۲۰
۶	نوع تانکر		قدمت تانکر	۰/۱۵	۱/۵۵
			جمع کل		۱/۵۵
۷	شرایط جوی		آب و هوا	۰/۱۰	۰/۱۰
			جمع کل		۰/۱۰

FMEA: Failure mode and effect analysis

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

جدول ۴: پارامترهای مؤثر در احتمال کشف ریسک زیست محیطی حمل و نقل فرآورده‌های نفتی (نگارنده)

ردیف	تعریف پارامتر مؤثر بر ریسک خطرات زیست محیطی	وزن	احتمال بروز خطر		
			پارامتر	وزن	FMEA
۱	کنترل پخش مواد در تصادف	۰/۱۵	تماس راننده	۰/۱۵	۱/۵
			جمع کل		۱/۵
			وجود پلیس	۰/۱۳	۱/۳
			محدودیت سرعت	۰/۱۰	۰/۱
۲	نبود سیستم محدود کننده و کنترل‌ها	۰/۴۵	کنترل تانکر	۰/۱۷	۱/۷
			علایم هشدار دهنده	۰/۰۵	۰/۵
			جمع کل		۴/۵
۳	نبود دوربین و کنترل نامحسوس	/۱۵	وجود دوربین	۰/۱۵	۱/۵
			جمع کل		۱/۵
۴	نبود گاردریل	۰/۰۵	وجود گاردریل	۰/۰۵	۰/۵
			جمع کل		۰/۵
۵	نبود اکیپ امداد در جاده	۰/۰۵	تیم هلال احمر	۰/۰۵	۰/۵
			جمع کل		۰/۵
۶	عدم اجبار در نصب سیستم GPS روی تانکر	۰/۰۵	نصب GPS	۰/۰۵	۰/۵
			جمع کل		۰/۵

GPS: Global positioning system; FMEA: Failure mode and effect analysis

شکل ۲: نقشه محدوده مورد مطالعه

بر اساس منطق FMEA میزان عدد ریسک بر اساس سری معادله‌های ۲ محاسبه می‌گردد (۱۳، ۱۲).

$$E(2-1) = S = W_S = 1 + 10\sum_{i=1}^{n} W_{i(s)}$$

$$E(2-2) = O = W_P = 1 + 10\sum_{i=1}^{n} W_{i(p)}$$

$$E(2-3) = D = W_D = 1 + 10\sum_{i=1}^{n} W_{i(D)}$$

برای تعیین میزان ریسک شاخص RPN تعیین می‌گردد که میزان RPN را می‌توان از معادله ۳ به دست آورد.

$$E(3) = RPN = S \times O \times D$$

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]
www.mui.ac.ir

یافته‌ها

مطابق نقشه‌های منطقه مورد مطالعه، معیارها و مشخصه‌های مختلف جهت تعیین محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شد. در محدوده مورد مطالعه، مناطق مختلف دارای ویژگی‌های متفاوت و منحصر به فردی بودند، به همین جهت محدوده مورد مطالعه به ۸ منطقه تقسیم شد. تقسیم‌بندی مناطق بر اساس مشخصات و عوارضشان سبب افزایش دقت مطالعات و نتایج نهایی نیز خواهد شد. تقسیم‌بندی مسیر مورد مطالعه در ۸ منطقه و مشخصات آن در جدول ۵ بیان گردیده است.

همان طور که در جدول ۵ مشخص شد تمامی شاخص‌های مورد ارزیابی ریسک در ۸ منطقه به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفته است و تمامی ضریب‌هایی که مربوط به هر عامل اثرگذار است در هر منطقه بررسی و ضرایب آن اعمال شد. بر اساس مدل ارایه شده و مشخصات مناطق مورد مطالعه، نحوه محاسبه میزان ریسک زیست محیطی در جدول ۵ نشان داده شده است. قابل ذکر است که سیستم کنترلی تماس راننده با فرآورده در اثر پخش فرآورده در زمان تصادف وجود نداشته و فرد می‌تواند با حجم بالایی از ماده تماس داشته باشد.

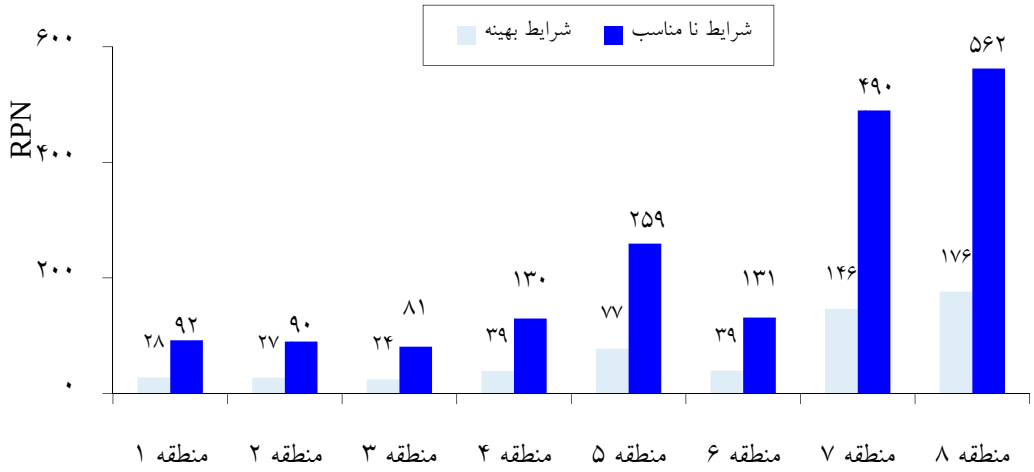
جدول ۵: تقسیم‌بندی مسیر مورد مطالعه و مشخصات آن

منطقه	مسیر	مشخصات	S	O	D	RPN
۱	انبار نفت شاهین شهر به شهر بهارستان	این منطقه دارای مسیر اتوبان دو بانده و با بار ترافیکی بالا می‌باشد. سرتاسر مسیر دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می‌باشد. همچنین به دلیل مسکونی بودن منطقه دایماً عبور عابر پیاده از جاده صورت می‌گیرد.	۳/۲۰	۲/۱۵	۴/۰	۲۷/۵*
۲	شهر بهارستان به شهر افتخاریه	مسیر عبوری از این منطقه اتوبان دو بانده و با بار ترافیکی بالا می‌باشد. اراضی این منطقه نیز دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می‌باشند. همچنین منطقه حفاظت شده کلاه قاضی نیز در نزدیکی این منطقه واقع شده است. وجود پلیس راه و کنترل نامحسوس به میزان زیادی از حوادث این مسیر کاسته است.	۵/۰۰	۲/۱۵	۲/۵	۲۷/۰
۳	شهر افتخاریه به کمربندی شهرضا	مسیر عبوری از این منطقه اتوبان دو بانده و با بار ترافیکی بالا می‌باشد. اراضی حاشیه جاده این مسیر دارای کاربری اراضی کشاورزی و مسکونی می‌باشند. وجود دوربین و کنترل نامحسوس به میزان زیادی در کاهش حوادث جاده‌ای مؤثر بوده است.	۴/۵۰	۲/۱۵	۲/۵	۲۴/۲
۴	کمربندی شهرضا	این مسیر اتوبان دوبانده می‌باشد که به وسیله دوربین و کنترل نامحسوس کنترل می‌شود.	۴/۵۰	۲/۱۵	۴/۰	۳۸/۷
۵	کمربندی شهرضا به شهر کهروویه	این مسیر اتوبان دو بانده است. اراضی حاشیه این مسیر دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می‌باشند.	۴/۵۰	۲/۱۵	۸/۰	۷۷/۴
۶	شهر کهروویه به روستای دولت قرین	این مسیر اتوبان دوبانده است که قسمتی از آن گردنه می‌باشد. اراضی این محدوده نیز دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می‌باشند. این منطقه در زمستان برف‌گیر است.	۳/۶۵	۲/۱۵	۵/۰	۳۹/۲
۷	روستای دولت قرین به شهر سمیرم	این مسیر دارای گردنه و شیب زیاد می‌باشد. اراضی این منطقه دارای کاربری کشاورزی و مسکونی می‌باشند. رودخانه سولگان از مسیر که اتوبان دوبانده است، عبور می‌کند. وجود ایستگاه پلیس در این منطقه سبب کاهش حوادث رانندگی شده است. همچنین به دلیل مسکونی بودن منطقه، عبور عابرین پیاده از مسیر دایماً صورت می‌گیرد.	۸/۵۰	۲/۱۵	۸/۰	۱۴۶/۲
۸	داخل شهر سمیرم	داخل شهر و منطقه مسکونی این مسیر، خیابان‌های داخلی شهر سمیرم را شامل می‌شود که دارای شیب نیز می‌باشد.	۸/۵۰	۲/۳۰	۹/۰	۱۷۶/۰

* نحوه محاسبه RPN (Risk priority number) برای مثال در منطقه ۱ برابر است با ۴ × ۲/۱۵ × ۳/۲ = ۲۷/۵

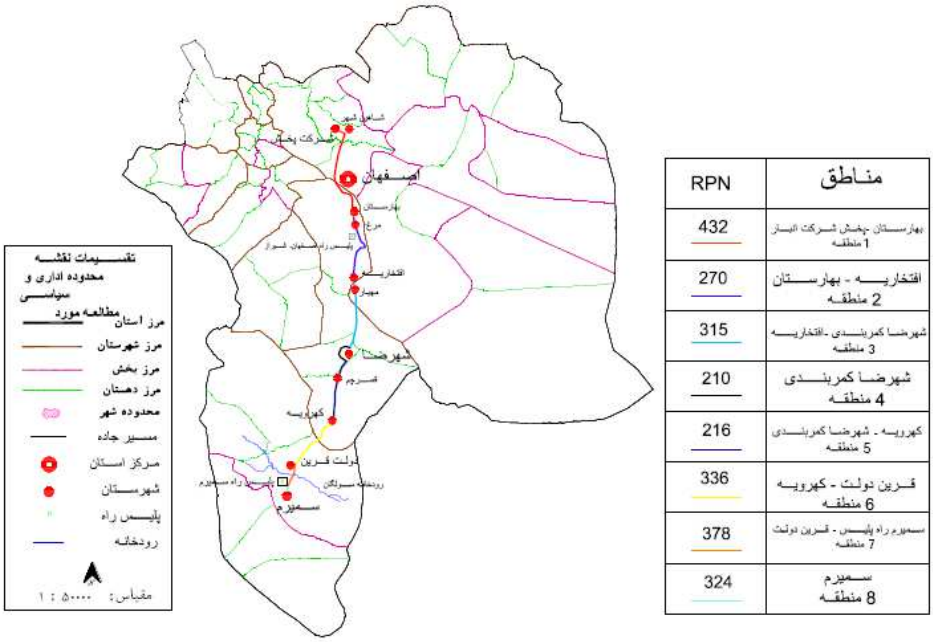
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

تمام محاسبات بر اساس این فرضیه‌ها بوده است که ماشین‌ها سالم و راننده آن‌ها از سلامت جسمی و روانی مناسبی برخوردار می‌باشند و شرایط آب و هوایی مناسب می‌باشد. برای مقایسه بدترین شرایط (ماشین‌ها نا سالم، راننده بدون صلاحیت لازم و در شرایط آب و هوایی بد) با شرایط مناسب با پیش فرض‌های یاد شده نتایج به دست آمده را در نمودار ۱ نشان ارایه گردیده است. با توجه به نتایج به دست آمده از این بخش، تحقیق با استفاده از نرم‌افزار GIS برای ارزیابی بهتر و مدیریت ریسک نتایج به صورت گرافیکی ارایه گردید. در این خصوص با استفاده از بافربندی ریسک مناطق در Arc-view و نرم‌افزار GIS مقادیر ریسک در هر منطقه تعریف گردید که نتایج آن در شکل ۳ نشان داده شده است.



نمودار ۱: میزان ریسک مناطق در تکنیک Failure mode and effect analysis (FMEA)

RPN: Risk priority number



شکل ۳: میزان ریسک در مناطق مورد مطالعه

RPN: Risk priority number

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

بحث

همان طور که نتایج نشان داد، میزان ریسک برای مناطق مختلف تردد تانکرهای نفتکش به جزء دو منطقه‌ای که در حومه شهر و یا در داخل شهر بوده و کنترل پلیس ترافیکی به حداقل می‌رسد، قابل قبول می‌باشد. از جمله دلایل عمده‌ای که منجر به بالا بودن میزان ریسک در دو منطقه ۷ و ۸ می‌باشد، می‌توان به عدم وجود پلیس راه و کنترل نامحسوس، وجود افراد پیاده و احتمال بالای تصادف در این مناطق یاد نمود. مناطق ۷ و ۸ در شرایط غیر قابل قبول قرار دارد، از این رو نیاز به بررسی منطقه و اصلاح عوامل زمینه‌ساز وقوع حادثه احساس می‌شود. در صورتی که شرایط تانکر و راننده نامناسب فرض شود تقریباً در اکثر مناطق میزان ریسک غیر قابل قبول و در مناطق ۷ و ۸ غیر قابل تحمل می‌باشد. علت بالا بودن میزان ریسک در این مناطق وجود منطقه مسکونی در این محدوده‌ها، وجود گردنه و مسیرهای با شیب زیاد، مجاورت با مناطق کشاورزی و عدم کنترل دقیق توسط پلیس راه می‌باشد که لازم است مورد توجه مدیران شرکت ملی پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی ایران در انتخاب مسیر عبور و تعامل با سایر سازمان‌های دست‌اندرکار قرار گیرد. گرچه تاکنون تحقیقات کمتری در مورد ارزیابی و مدیریت ریسک تردد تانکرهای نفتکش و حمل فرآورده‌ای نفتی صورت گرفته است، با این حال Lindsay، در تحقیقات خود از روش FMEA استفاده کرد و بر انعطاف‌پذیری این روش جهت ارزیابی ریسک تأکید داشت. Lindsay، به تأثیر عوامل مختلف محیطی در ارزیابی ریسک پروژه‌ها اشاره کرد و ارزیابی شرایط محیطی را به عنوان یک الزام در ارزیابی ریسک پروژه‌ها بیان نمود (۱۴). یکی از خصوصیاتی که در خصوص روش‌های ارزیابی ریسک بیان می‌نمایند کاربرد ساده و راحت برای ارزیاب‌ها است که بتوانند از یک میزان ریسک مشخص، ارزیابی نسبتاً واحدی را داشته باشیم (۱۰). به منظور رسیدن به این هدف می‌توان از تلفیق روش‌های ریسک با مدل‌های تصمیم‌گیری مانند AHP بهره جست (۱۶، ۱۵). در مقاله‌ای که Nouri و همکاران ارایه داده‌اند، از روش FMEA و تلفیق آن با AHP جهت ارزیابی ریسک بحران‌ها و تعیین ضریب آسیب‌پذیری نیز استفاده نموده‌اند که کاربردی بودن این روش حل مدل را نشان می‌دهد (۱۷). همچنین در تحقیق دیگری که توسط Nouri و همکاران با عنوان ارزیابی ریسک پمپ بنزین‌ها ارایه نمودند به وجود الزام در استفاده از منطق MCDM از ارزیابی ریسک برای جلوگیری از تأثیر نظرات شخصی ارزیابی‌ها در میزان ریسک و تصمیم‌گیری مدیریت ریسک و اولویت‌بندی اقدامات اشاره نموده‌اند (۱۳). همچنین در مقاله‌ای که Khadam و Kalurachchi با عنوان ارزیابی ریسک آلودگی‌های خاک بر اساس فرآورده‌های نفتی ارایه دادند، به استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره در ارتباط با کنترل ریسک‌های آلودگی خاک اشاره کرده است. نتایج ارایه شده و تحلیل آن‌ها با نتایجی که در این تحقیق در بخش متدولوژی ریسک ارایه گردیده است همسان می‌باشد (۱۸). در همین رابطه Singh و Markeset نیز در مقاله خود با عنوان کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری در ارزیابی و مدیریت ریسک که در سال ۲۰۰۹ انجام گرفت بر استفاده از روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تأکید ورزیده‌اند (۱۹).

نتیجه‌گیری

در قدم اول لازم به ذکر است که این تحقیق ریسک بهداشت شغلی راننده تانکر در شرایط تصادف را با ریسک محیط زیست تلفیق نموده که از نقاط قوت آن می‌باشد. با این شرایط می‌توان اهمیت کنترل حوادث تانکرها را نه فقط به لحاظ سیاسی و اجتماعی دید بلکه به جهت خطرات تماس و بهداشت حرفه‌ای و محیط زیست و بهداشت محیط نیز مورد ارزیابی قرار داد. با مقایسه نتایج ارایه شده در نمودار ۱ مشخص می‌شود که شرایط راننده و خودرو نقش بالایی را در میزان ریسک حمل و نقل مواد خطرناک دارد. این مسأله بیان کننده الزام در ارزیابی و کنترل وضعیت تانکرها و راننده‌ها در حمل و نقل مواد خطرناک می‌باشد. عدم استفاده از تانکرهای قدیمی و راننده‌های نا سالم و آموزش ندیده از مواردی است که در مدیریت ریسک حمل و نقل مواد خطرناک باید به آن توجه ویژه‌ای داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که در نهایت،

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

انتقال انبارهای نفت از داخل شهر به خارج از شهر و کنترل دقیق و سختگیرانه صلاحیت راننده و تانکر حمل فرآورده نفت توسط پلیس و آموزش و آشناسازی پلیس با اصول ممیزی ایمنی تانکرها از مواردی است که می‌تواند در کاهش میزان ریسک آلودگی‌های محیط زیست ناشی از حمل فرآورده‌های نفتی توسط تانکرها به آن اشاره نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران به جهت فراهم‌سازی بسترهای لازم جهت انجام تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند. همچنین از آقای مهندس سالم به جهت کمک و راهنمایی جهت جمع‌آوری داده‌های تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. ISO. ISO/IEC Guide 73: Risk management-Vocabulary-Guidelines for use in standards [Online]. 2002; Available from: URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber 34998/
2. Zio E. An introduction to the basics of reliability and risk analysis. Hackensack, NJ: World Scientific; 2007.
3. Willis HH. Guiding resource allocations based on terrorism risk. Risk Anal 2007; 27(3): 597-606.
4. Aven T. Safety is the antonym of risk for some perspectives of risk. Safety Science 2009; 47(7): 925-30.
5. Mearns K, Yule S. The role of national culture in determining safety performance: Challenges for the global oil and gas industry. Safety Science 2009; 47(6): 777-85.
6. Montague P. Reducing the harms associated with risk assessments. Environmental Impact Assessment Review 2004; 24(7- 8): 733-48.
7. Eduljee GH. Trends in risk assessment and risk management. Sci Total Environ 2000; 249(1-3): 13-23.
8. Demidova O, Cherp A. Risk assessment for improved treatment of health considerations in EIA. Environmental Impact Assessment Review 2005; 25(4): 411-29.
9. Chen Z, Huang GH, Chakma A. Risk assessment of a petroleum-contaminated site through a multi-phase and multi-component modeling approach. Journal of Petroleum Science and Engineering 2000; 26(1-4): 273-81.
10. Khan FI, Abbasi SA. TORAP- a new tool for conducting rapid risk-assessments in petroleum refineries and petrochemical industries. Applied Energy 2000; 65(1-4): 187-210.
11. Britain G, Advisory Committee on Dangerous Substances. Major hazard aspects of the transport of dangerous substances: report and appendices. London, UK: H.M.S.O; 1991.
12. American Institute of Chemical Engineers, Center for Chemical Process Safety. Guidelines for chemical transportation risk analysis. New York, NY: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers; 1995.
13. Nouri J, Mansouri N, Abbaspour M, Karbassi AR, Omidvari M. Designing a developed model for assessing the disaster induced vulnerability value in educational centers. Safety Sci 2011; 49(5): 679-85.
14. Lindsay FD. Successful health and safety management. The contribution of management audit. Safety Science 1992; 15(4-6): 387-402.
15. dos SantosI FR, Cabra S. FMEA and PMBOK applied to project risk management. Journal of Information Systems and Technology Management 2008; 5(2): 347-64.
16. Thivel PX, Bultel Y, Delpech F. Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods. J Hazard Mater 2008; 151(1): 221-31.
17. Nouri J, Omidvari M, Tehrani SM. Risk Assessment and Crisis Management in Gas Stations. International Journal of Environmental Research 2010; 4(1): 143-52.
18. Khadam IM, Kaluarachchi JJ. Multi-criteria decision analysis with probabilistic risk assessment for the management of contaminated ground water. Environmental Impact Assessment Review 2003; 23(6): 683-721.
19. Singh M, Markeset T. A methodology for risk-based inspection planning of oil and gas pipes based on fuzzy logic framework. Engineering Failure Analysis 2009; 16(7): 2098-113.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]

Presenting the Pattern of Occupational and Environmental Health Risk Assessment in Oil Products Transportation

Manuchehr Omidvari[1], Heshmatollah Nourmoradi[2], Jafar Nouri[3], Azin Shamaii[4]

Original Article

Abstract

Background: One of the most important risks in hazardous material handling is transportation accidents that have destroyed effects on environment and safety of the road. Using risk management method could control accident causing factor.

Methods: All factors that affect the environmental risks of oil products transportation was specified from storage to end of the path and weighted by analytic hierarchy process (AHP) model. The final model was then attained using the acquired model on the basis of failure mode and effect analysis (FEMA) and the handling path was evaluated.

Findings: The risk value for oil handling tankers at various areas except of two areas that located outside or within the town or with lower control of police is accessible. The reason for risk incensement in these two areas is due to existence of agriculture, residential hoses and high slope path.

Conclusion: Transmission of oil storages inside and outside town and precise control of the driver ability by police is essential in reduction of environmental pollution risk of handling the oil products.

Keywords: Risk Management, Transportation, Analytic Hierarchy Process, Failure Mode and Effect Analysis

Citation: Omidvari M, Nourmoradi H, Nouri J, Shamaii A. **Presenting the Pattern of Occupational and Environmental Health Risk Assessment in Oil Products Transportation.** J Health Syst Res 2013; 9(2): 177-187.

Received date: 03/09/2012 Accept date: 28/01/2013

1- Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, School of Mechanical and Industrial Engineering, Islamic Azad University, Qazvin Branch, Qazvin, Iran (Corresponding Author) Email: omidvari88@yahoo.com
2- Assistant Professor, Department of Environmental Health, School of Public Health, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran
3- Professor, Department of Environmental Management, School of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
4- PhD Candidate, Department of Environmental Management, School of Environment and Energy, Islamic Azad University, Sciences and Research Branch, Tehran, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-26]