چکیده

حمل و نقل مواد خطرناک درصد قابل توجهی از کل هزینه‌های حمل و نقل کالا را تشکیل می‌دهد. وزارت حمل و نقل ایالات متحده آمریکا مواد خطرناک را به عنوان هر ماده یا ماده‌ای که بتواند به افراد، اموال و محیط زیست آسیب برساند تعریف می‌کند. مواد خطرناک شامل مواد منفجره، مواد قابل اشتعال، مواد اکسید کننده، گازهای سمی و مواد رادیواکتیو می‌شوند. این مواد می‌توانند برای محیط زیست و سلامت انسان بسیار مضر باشند؛ زیرا قرار گرفتن در معرض مواد سمی و خطرناک می‌تواند به گیاهان، حیوانات و انسان آسیب برساند. از خطرات مرتبط با حمل و نقل کالاهای خطرناک نمی‌توان اجتناب کرد؛ زیرا کالاها همیشه باید به مناطق مورد نیاز حمل شوند. خطر حمل و نقل کالاهای خطرناک نه تنها به ماده‌ای که حمل می‌شود، بلکه به ویژگی‌های شبکه جاده مانند نوع مسیر، شرایط آب و هوایی و تمرکز جمعیت در مسیرهای انتخابی بستگی دارد. خطر مرتبط با چنین فعالیتی اساساً با احتمال وقوع یک حادثه با پیامدهای منفی زیست محیطی و سلامت عمومی مرتبط است. کاهش اثرات منفی بالقوه حمل و نقل کالاهای خطرناک یک وظیفه مهم برای جوامع، دولت‌ها، تولید کنندگان این کالاها و ارسال کنندگان آن است.

حمل و نقل کالاهای خطرناک به وسیله راه آهن در بسیاری از کشورهای اروپایی و آمریکایی به بهترین نحو ممکن و با رعایت کلیه اصول ایمنی صورت می‌گیرد. تقریبا همه راه آهن‌ها مدت زمان زیادی است که شاهد کاهش تعداد سوانح می‌باشند که این موضوع به واسطه استفاده از فناوری‌های مربوط به بخش ایمنی می‌باشد. متاسفانه تاکنون در راه‌آهن‌ها دلیل اصلی ایجاد سوانح در خطای انسانی بوده و مواردی از قبیل خرابی‌های مربوط به تجهیزات و تاسیسات راه‌آهن، گذرگاه‌های همسطح، قوس‌های با شعاع کم و ناقص بودن یا فقدان مقررات عمومی حرکت کالاهای خطرناک در رده‌های بعدی قرار دارد. در کشور ما حمل کالاها از محدودیت خاصی برخوردار است. این محدودیت بیشتر بدلیل حذف بسیاری از مواد از لیست حمل و نقل می‌باشد که در زمره مواد خطرناک قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه کشور ما از جمله کشورهای غنی از نظر منابع نفت و گاز و محصولات پتروشیمی می‌باشد و ما ناگزیر به حمل آن‌ها برای مصارف داخلی و خارجی هستیم و با توجه به موقعیت استراتژیکی کشورمان که در مرکز کریدورهای شمال-جنوب و شرق-غرب قرار گرفته است و کشورهای نفت خیز همجوار بعضا ناگزیر به ترانزیت نفت و گاز صادراتی خود از طریق ایران می‌باشند، لذا افزایش ایمنی در حمل کالاهای خطرناک و مجهز نمودن ناوگان ریلی به تجهیزات و واگن‌های مناسب با شرایط حمل آن‌ها و آشنایی و به کار بردن کامل مقررات بین‌المللی حمل و نقل کالاهای خطرناک ضروری می‌باشد.

در عمل برای حمل و نقل مواد خطرناک، حمل و نقل ریلی در مقایسه با حمل و نقل جاده‌ای ایمنی بالاتر و ریسک کمتری دارند. از این رو راه‌آهن باید مسئولیت‌های مربوط به حمل و نقل کالای خطرناک را بر عهده بگیرد و فعالانه در حمل و نقل مواد خطرناک شرکت کند. علاوه بر این، بررسی‌های اخیر جریان کالا در ایالات متحده نشان می‌دهد که حمل و نقل مواد خطرناک؛ اغلب شامل خدمات چندوجهی جاده-راه‌آهن، به ویژه برای حمل و نقل با فواصل زیاد است. از طرفی حمل و نقل زمینی (ریلی و جاده‌ای) کالای خطرناک با وجود نقش مؤثری که در توسعه مبادلات تجاری و رفع نیازهای صنعتی دارد، دارای خطری بالقوه برای جان و مال

انسان‌ها و سلامت محیط‌زیست است. از این رو در مقررات ملّی و بین‌المللی به‌منظور پیشگیری از وقوع حادثه و به حداقل رساندن تأثیرات آن، الزامات ویژه‌ای برای اشخاص دخیل در حمل این نوع کالا پیش‌بینی‌شده است. الزامات مزبور اعم از تصریح یا عدم تصریح بدان در قرارداد، جزء مقررات امری است که بر قرارداد بار می‌شود و از آثار آن به شمار می‌آید. حمل‌کنندهٔ کالای خطرناک یکی از طرفین قرارداد حمل است که نقش مهمی در کنترل مخاطرات ناشی از حمل این نوع کالا در طول مسیر حمل دارد. نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که حمل‌کنندهٔ آگاه به ماهیت خطرناک کالا، ملزم به رعایت حداکثر مراقبتاز ایمنی فرایند حمل به‌منظور پیشگیری از خسارت و حفظ نفع عمومی است. وی مکلف است در انتخاب کارکنان مجرب و آموزش‌دیده، بارگیری، بارچینی و تخلیهٔ مناسب کالا، استفاده از وسیلهٔ نقلیه مجهز و متناسب با ماهیت کالا و بازرسی شرایط ظاهری محموله نیز مراقبت حداکثری داشته باشد. البته در برخی مقررات حداکثر مراقبت برای استفاده از وسیلهٔ نقلیهٔ سالم و مناسب کافی نبوده بلکه حمل‌کننده تنها با اثبات علت خارجی و غیرقابل اجتناب از مسئولیت معاف می‌شود.

حمل و نقل ریلی روشی مؤثر برای حمل و نقل مواد خطرناک است. دو میلیون محموله در ایالات متحده و بیش از ده درصد از کل کالاها در ایران سالانه از طریق شبکه‌های ریلی حمل و نقل می‌شوند. آمارها نشان می‌دهد که حمل و نقل ریلی مواد خطرناک در کشورهای اروپایی مانند سوئد (۳۵ درصد) و هلند (۱۸ درصد) در سال ۲۰۱۸ در مقایسه با سال قبل از آن رشد قابل توجهی داشته است. علیرغم سهم کمتر راه آهن در حمل و نقل زمینی کالاها، نسبت بالایی از مواد شیمیایی خطرناک از طریق راه‌آهن حمل می‌شود. این شیوه حمل و نقل می‌تواند فاجعه ایجاد کند، در حالی که مدیریت واکنش به بحران مربوطه اغلب می‌تواند از رخدادهای فجیع جلوگیری به عمل آورد. اگرچه تصادفات ریلی با تعداد کمتری نسبت به تصادفات جاده‌ای رخ می‌دهد، اما اغلب به دلیل حجم بالای مواد خطرناک حمل و نقل، مناطق مسکونی و صنعتی شلوغ واقع در مجاورت مسیر، دانش ایمنی عمومی ضعیف و پتانسیل اثرات دومینو وار پیامدهای فاجعه باری دارند [۱۱۷]. بنابراین، حمل و نقل حجم بالایی از مواد سمی، قابل اشتعال و انفجاری در شبکه های راه‌آهن ممکن است منجر به حوادثی با خسارات قابل توجه و پیامدهای فاجعه آمیز شود. بنابراین بایستی سیستم‌های مدیریتی هوشمند با پیشرفت تکنولوژی به کمک این موضوع آمده و از رخداد فاجعه‌های انسانی، زیست‌محیطی و اجتماعی جلوگیری کند. سیستم‌های مطرح شده در این تحقیق هریک مزایای خوب و منحصر به فردی داشته‌اند اما لازم است تحقیقات بیشتری در این مورد انجام شود تا به حد نهایی و دقت این سیستم‌ها نزدیک‌تر شوند.

واژه‌های کلیدی: کالاهای خطرناک، راه‌آهن، حمل و نقل، ایمنی، ارزیابی ریسک، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیرنده

فصل ۱: مقدمه و تعریف مساله

۱-۱ کلیات

حمل و نقل مواد خطرناک، درصد قابل توجهی از کل هزینه‌های حمل و نقل کالا را تشکیل می‌دهد. مواد خطرناک شامل مواد منفجره، مواد قابل اشتعال، مواد اکسید کننده، گازهای سمی و مواد رادیواکتیو می‌شوند. این مواد می‌توانند به شدت برای محیط زیست و سلامت انسان مضر باشند؛ زیرا قرار گرفتن در معرض مواد سمی می‌تواند به گیاهان، حیوانات و انسان آسیب برساند و در برخی مواقع موجب مرگ شود. از خطرات مرتبط با حمل و نقل کالاهای خطرناک نمی‌توان اجتناب کرد؛ زیرا کالاها همیشه باید به مناطق مورد نیاز حمل شوند. خطر حمل و نقل مواد خطرناک نه تنها به ماده‌ای که حمل می‌شود، بلکه به ویژگی‌های راه مانند نوع مسیر، شرایط آب و هوایی، مهارت‌های رانندگان و تمرکز جمعیت در مسیرهای انتخابی بستگی دارد. خطر مرتبط با چنین فعالیتی اساساً به احتمال وقوع حادثه‌ای با پیامدهای منفی زیست محیطی و سلامت عمومی مرتبط است. کاهش اثرات منفی بالقوه حمل و نقل مواد خطرناک یک وظیفه مهم برای جوامع، دولت‌ها، تولید کنندگان مواد خطرناک و ارسال کنندگان است [۸۳].

راه‌آهن نقش کلیدی در حمل و نقل مواد خطرناک ایفا کرده است. بهبود ایمنی حمل و نقل مواد خطرناک راه‌آهن یک اولویت بالا برای صنعت و دولت است. بسیاری از حوادث رهاسازی شدید راه آهن به دلیل تصادفات قطار رخ می‌دهد. اداره راه آهن فدرال بیش از ۳۰۰ علت حادثه از جمله نقص زیرساخت، خرابی وسایل حمل و نقل، عوامل انسانی و سایر علل را شناسایی کرده است. درک اینکه چگونه ریسک حمل و نقل خطرناک با علت حادثه متفاوت است، یک گام کلیدی در شناسایی، توسعه، ارزیابی و اولویت‌بندی استراتژی‌های پیشگیری از تصادف توجیه شده با هزینه است و در نتیجه خطر حمل و نقل مواد خطرناک را کاهش می‌دهد [۱۱۶].

۱-۲ بیان مساله

وزارت حمل و نقل ایالات متحده[1] هر ماده‌ای که می‌تواند به افراد، اموال و محیط زیست آسیب برساند کالاهای خطرناک[2] تعریف می‌کند [۸]. سازمان ملل متحد کالاهای خطرناک را بر اساس ویژگی‌های خاص خود به ۹ دسته طبقه‌بندی می‌کند [۹].

۱. مواد منفجره و مواد آتش‌زا؛

۲. گازها؛

۳. مایعات قابل اشتعال و احتراق؛

۴. مواد جامد قابل اشتعال، قابل احتراق و خطرناک در صورت خیس شدن؛

۵. اکسید کننده‌ها و پراکسیدهای آلی؛

۶. مواد سمی و عفونی؛

[1] US Department of Transportation (US DOT)
[2] HazMat

۱-۲-۱ سیستم‌های پشتیبانی تصمیم

سیستم‌های پشتیبانی تصمیم برای کمک به تصمیم گیرندگان با یک مشکل پیچیده خاص در یک محیط مبتنی بر کامپیوتر طراحی شده‌اند. بنابراین هدف اصلی یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیرنده، استخراج حجم زیادی از داده‌ها و همچنین تمام اطلاعات لازم برای پشتیبانی از فرآیند تصمیم‌گیری است. این موضوع باید به سرعت، کارایی را به روشی انعطاف پذیر بهبود بخشد. اساساً سیستم پشتیبانی تصمیم، یک سیستم خودکار است که تمام اطلاعات مورد نیاز برای درک مشکل، امکان کاوش داده‌ها از دیدگاه‌های مختلف و توانایی ارزیابی گزینه‌های جایگزین را در اختیار تصمیم گیرنده قرار می‌دهد. یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیرنده، هم از داده‌های اندازه‌گیری شده و هم از دانش تصمیم گیرنده استفاده می‌کند. همچنین از مدل‌ها استفاده می‌کند و به صورت تکراری و تعاملی ساخته می‌شود و کاربر نهایی را درگیر می‌کند. یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیرنده باید انعطاف پذیر، قدرتمند و کاربرپسند باشد. فرآیند تصمیم‌گیری از طریق گرافیک، نقاشی و غیره توصیف می‌شود. یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیرنده از ماژول‌های زیر تشکیل شده است:

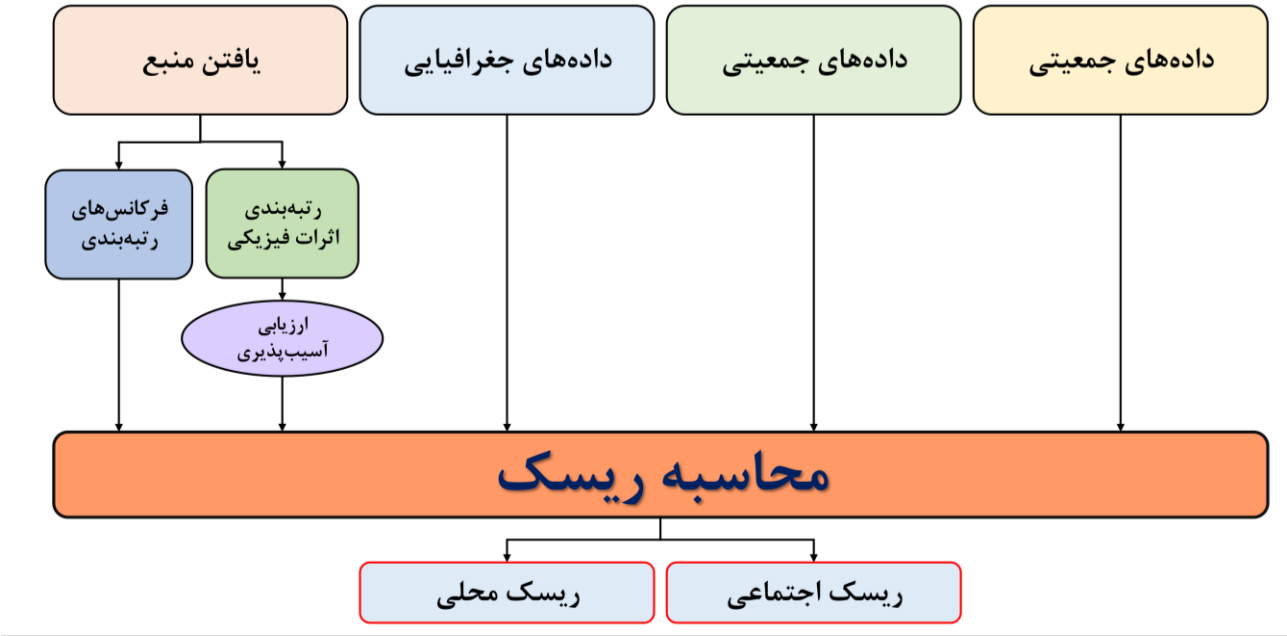
۱) رابط کاربری گرافیکی[۳]
۲) سیستم اطلاعات جغرافیایی[۴]
۳) سیستم مدیریت پایگاه داده[۵]
۴) سیستم مدیریت پایه مدل[۶]
۵) مولد جایگزین[۷]
۶) مدل تصمیم - کمک تصمیم‌گیری چند معیاره[۸]

برای انجام ارزیابی ریسک، کلیه داده‌های مربوط به حوزه مربوطه باید جمع‌آوری شود. داده‌های مربوط به جغرافیای منطقه و شبکه‌های جاده‌ای در بخش GIS ذخیره می‌شود. برای محاسبه صحیح خطر، باید شرایط آب و هوایی به همراه اطلاعات حضور یا عدم حضور افراد در منطقه موردنظر در نظر گرفته شود. مراحل مختلف این موضوع در شکل شماره ۱-۲ گزارش شده است. سپس منابع خطر یعنی وسایل نقلیه حامل کالاهای خطرناک شناسایی می‌شوند. برای توصیف منابع لازم است موارد زیر انجام شوند؛

- ✓ عددی‌سازی جریان همه کالاهای خطرناک در هر بخش که شامل تجزیه و تحلیل همه کالاهای ورودی و خروجی منطقه می‌شود.
- ✓ بررسی شرایط مکانیکی وسایل نقلیه، مقاومت واگن‌های قطار و بسته‌بندی مواد خطرناک در برابر شکستن، ویژگی‌های ماده حمل شده (فشار و دما)، مقدار ماده‌ای که حمل می‌شود و می‌تواند در تصادف آزاد شود.

---

[3] GUI (Graphical User Interface)
[4] GIS (Geographical Information System)
[5] DBMS (Data Base Management System)
[6] MBMS (Model Base Management System)
[7] Generator of alternatives
[8] MCDA (Decision Model–Multi Criteria Decision Aid)



شکل ۱-۱: مراحل انجام صحیح محاسبه ریسک

هنگام ارزیابی فراوانی تصادفات، دو جنبه اصلی باید در نظر گرفته شود:

۱) فراوانی رویداد اولیه، یعنی برخورد وسیله نقلیه با چیزی که ممکن است با ریختن یک ماده خطرناک همراه باشد یا نباشد.
۲) احتمال اینکه رویداد اولیه منجر به انتشار تا حد معینی شود.

آخرین مرحله، محاسبه ریسک است که معمولاً توسط یک نرم افزار خاص انجام می‌شود. برآورد صحیح و دقیق خطر در تهیه طرح‌های اضطراری، تخلیه مناطق مسکونی و هماهنگی امدادرسانی و همچنین تغییر مسیرهای احتمالی در صورت بالا رفتن خطر (برای جمعیت محلی یا محیط زیست) یک بخش خاص از مسیر (خط ریلی یا جاده) اهمیت دارد.

سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیرنده برای ارزیابی سطح خطر برای سلامت و ایمنی افراد از طریق یک خطر جهانی فردی و جمعیتی ایجاد شده‌اند [۴۹ و ۴۶]. در ادبیات فنی، چندین الگوریتم چند هدفه در یک بررسی جامع پیشنهاد شده است که ترکیبی از ریسک، زمان سفر، هزینه حمل و نقل و تخصیص واحدهای واکنش اضطراری را در نظر گرفته و به حداقل رسانده است [۵۰ و ۵۴-۵۵]. در این بخش سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیرنده مختلف و کاربرد آنها در حمل و نقل مواد خطرناک فهرست و شرح داده شده است.

سیستم پاسخ اضطراری مواد خطرناک[9][۲۸]

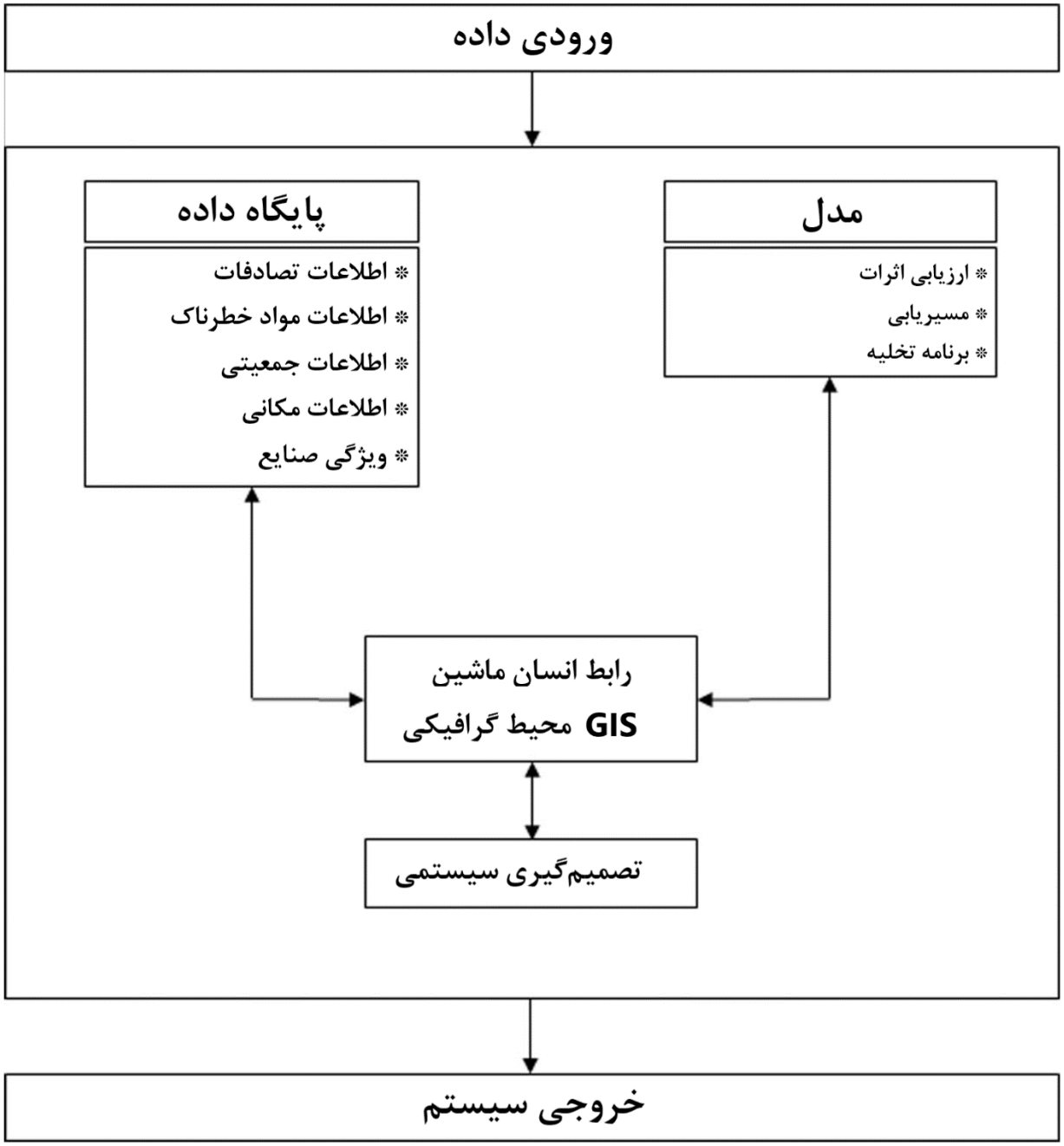
سیستم پاسخ اضطراری مواد خطرناک با هدف به حداقل رساندن مدت زمان و اثرات یک تصادف مربوط به حمل مواد خطرناک با دقت بالا، توسعه یافته است. در قیاس با سایر سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیرنده، این سیستم از سه بخش ساختاری اصلی تشکیل شده است که شامل موارد زیر است؛

[9] HAMER (Hazardous Material Emergency Response)

۱) یک پایگاه داده حاوی تمام داده‌های مورد نیاز مدل (جزئیات شبکه حمل و نقل، داده‌های مکانی، شرایط ترافیک، حوادث گذشته در شبکه، اطلاعات مربوطه به مواد خطرناک، منابع موجود برای پاسخگویی به یک حادثه و داده‌های مربوط به حوادث مانند شرایط آب و هوایی، مکان و ویژگی‌های حادثه)؛
۲) خود مدل، شامل الگوریتم‌هایی برای تخمین تأثیرات و پیش‌بینی چگونگی وقوع حادثه، قوانینی برای الگوریتم‌ها و برآورد منابع مورد نیاز برای رویارویی با اثرات حادثه؛ و
۳) مدل‌هایی برای یافتن بهترین طرح برای تخلیه: یک رابط گرافیکی مبتنی بر رابط روی یک GIS

فلوچارت این سیستم در شکل ۳-۱ به صورت واضع تبیین شده است. از نقطه نظر عملیاتی، این سیستم قابلیت دارد موارد زیر را اجرایی کند؛

- ارزیابی اثرات یک حادثه در طول تکامل آن؛
- پیشنهاد طرح‌های اضطراری و تخلیه سازگار با منابع موجود؛
- هشدار مستقیم به نیروهای امدادی؛
- ارائه اطلاعات در مورد مناطق درگیر تصادف و مکان‌های مهم مرجع مانند بیمارستان‌ها و صنایع نزدیک به نیروهای امدادی و تصمیم گیرندگان؛
- در صورت تغییر وضعیت در حین تصادف و تفاوت داده‌های ورودی با داده‌های ابتدای رویداد، سیستم قادر است پاسخی پویا و منطعف را ارائه دهد و نتایج را برای تطبیق آن‌ها با شرایط جدید اصلاح کند.



شکل ۲-۱: عناصر ساختاری سیستم پاسخ اضطراری مواد خطرناک [۲۸]

سیستم مسیر حمل و نقل مواد خطرناک[10] [۳۰]

این سیستم، یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیرنده فضایی است که بر اساس اهداف و محدودیت‌های بیان شده یک یا چند مسیر سازگار را توصیه می‌کند. در مقایسه با سایر سیستم‌های حمل و نقل مواد خطرناک که اساسا برای شبکه‌های کوچک طراحی شده‌اند، این سیستم در شبکه‌های با مقیاس بزرگتر کار می‌کند. این سیستم با وجود ابزارهای ویرایشی فعال خود، امکان مقایسه آسان راه حل‌ها و ارزیابی معیارهای تصمیم‌گیری را فراهم می‌کند.

[10] HAZMAT path SDSS

ارزش ویژگی‌های چندگانه معمولاً در ارزش‌های منفرد ترکیب می‌شوند که جمعیت را به ریسک، زمان، مسافت و احتمال تصادف از طریق یک تابع خطی مرتبط می‌کند. به این ترتیب با یک روش ساده می‌توان مسیر وسیله نقلیه را تعیین کرد. مسیرهای مختلف را می‌توان با وزن‌های مختلف ارزش مشخصه تعیین کرد و این فرآیند نشان دهنده حساسیت روش نیز است. رابط کاربری و ساختارهای داده به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

۱) **نمایش بخش‌های مختلف در نقشه:** این حالت به کاربر اجازه می‌دهد تا بخش‌های مختلف نقشه را نمایش دهد (مانند مرزها، انواع جاده‌های مختلف، تقاطع جاده‌ها، نام شهرها و سایر ویژگی‌ها). ارزش‌های پیوند در اینجا به عنوان یک تابع خطی از عرض جاده نمایش داده می‌شود که حداکثر با هفت پیکسل نشان داده می‌شود.

۲) **حذف و اضافه کردن تقاطع‌های شبکه:** تقاطع‌هایی که به مسیر کامیون‌های برنامه‌ریزی شده تعلق ندارند، می‌توانند به طور موقت از شبکه جاده حذف شوند تا محاسبات تسریع شده، قوانین راهنمایی و رانندگی رعایت شود و از راه حل‌هایی که از مناطق خاص عبور می‌کنند، جلوگیری شود. تقاطع‌ها را می‌توان به طور موقت توسط کاربر با کلیک بر روی یک تقاطع یا از طریق انتخاب ناحیه و حذف تقاطع‌های موجود در آن حذف کرد. یک روش دیگر این است که تنها تقاطع‌ها در مسیرهای مبدا تا مقصد باید در شبکه گنجانده شوند.

۳) **پارامترهای تولید مسیر:** دو نوع مسیر را می‌توان توسط سیستم موردنظر ایجاد کرد (مسیرهایی که متعلق به مسیر کم هزینه هستند و همچنین مسیر کم هزینه). هر دو انتخاب باعث می‌شود کاربر فاصله‌ای را از جاده وارد کند که انتظار می‌رود تصادف در آن اثرات خطرناکی بر جمعیت داشته باشد که به ویژگی‌های مواد حمل‌شده و نشت آن بستگی دارد. در انتخاب مسیر کم‌هزینه، سیستم از کاربر می‌خواهد وزن‌ها وارد کند. برای هر ویژگی، وزن‌ها بر اساس هزینه حداقل مسیر مبدا-مقصد نرمال می‌شوند. انتخاب مسیر کمترین زمان، مستلزم رویکردهای مختلفی است. یکی با فرض ویژگی‌های غیر زمانی و دیگری با فرض ویژگی‌های زمانی (روش‌های گره میانی و راه‌حل هدایت‌شده وزن) است. اگر رویکردی با فرض ویژگی زمانی انتخاب شده باشد، مسیر تحت تاثیر زمان شروع قرار می‌گیرد که می‌تواند توسط کاربر تعریف شود. مسیر حل بر حسب پنج ویژگی زیر که به صورت بصری به صورت یک شکل چندضلعی نشان داده می‌شود، توصیف می‌گردد:
   - احتمال تصادف؛
   - مسافت؛
   - جمعیت درگیر؛
   - زمان سفر؛
   - و اثرات مورد انتظار.

مراجع

[۱] لاریجانی، زهره. (۱۳۸۵). ایمنی در حمل و نقل کالاهای خطرناک توسط راه آهن. کنفرانس لجستیک و زنجیره تامین. SID. https://sid.ir/paper/815533/fa.

[۲] لاریجانی، زهره. (۱۳۸۱). گزارش نهایی پروژه مطالعات تاثیر مواد شیمیایی مختلف بر روی مخازن و امکان ارسال آن‌ها؛ مرکز تحقیقات راه‌آهن.

[۳] مقررات عمومی سیر و حرکت راه‌آهن. (۱۳۹۲). شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران.

[۴] عباس پور، مجید ؛ کرباسی، عبدالرضا ؛ سخاوت جو، محمد صادق؛ سعیدی، محسن ؛ زاهد، فاطمه. (۱۳۸۹). دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دوره ۸، شماره ۴(۱۵-پیاپی ۲۶)، دی ۱۳۸۹، صفحه ۱۷-۳۶.

[۵] یوسفی, سیده فرزانه, محسنی, سعید, & قبولی درافشان, سید محمدمهدی. (۱۳۹۷). مسئولیت ارسال‌کننده در حمل و نقل جاده‌ای کالای خطرناک در حقوق ایران و اتحادیهٔ اروپا. مطالعات حقوق تطبیقی, ۹(۲), ۸۷۹-۹۰۰. doi: 10.22059/jcl.2018.248822.633607.

[۶] یوسفی, سیده فرزانه, محسنی, & قبولی درافشان. (۲۰۲۰). الزامات حمل‌کنندهٔ کالای خطرناک در مقررات ملّی و بین‌المللی حاکم بر حمل و نقل زمینی (جاده‌ای-ریلی) کالا. پژوهشنامه حمل و نقل, ۱۷(۴), ۱۷۷-۱۹۴.

[۷] السان, نصیران, داوود, عباسپور فتاح, & ناصر. (۲۰۲۱). مطالعه تطبیقی حمل‌ونقل کالاهای خطرناک از منظر حقوق ایران و کنوانسیون حمل‌ونقل کالاهای خطرناک. دوفصلنامه علمی-پژوهشی دانش حقوق مدنی, ۱۰(۱), ۷۳-۸۸.

[8] US DOT, (2004). List of Hazardous Materials. The Office of Hazardous Materials Safety, US Department of Transportation, Washington, DC, USA.

[9] United Nations, (2001). UN Recommendation on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations. United Nations, New York, USA.

[10] Leonelli, P., Bonvicini, S., Spadoni, G., 1999. New detailed numerical procedures for calculating risk measures in hazardous materials transportation. J. Loss Prevent. Process. Ind. 12, 507–515.

[11] Leonelli, P., Bonvicini, S., Spadoni, G., 2000. Hazardous materials transportation: a risk-analysis based routing methodology. J. Hazard. Mater. 71, 283–300.

[12] Muhlbauer, W.K., 2006. Pipeline Risk Management. Gulf Professional Publishing, Elsevier, Burlington, UK.
[13] Oggero, A., Darbra, R.M., Muñoz, M., Planas, E., Casal, J., 2006. A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail. J. Hazard. Mater. 133, 1–7.

[14] Gagliardi, R.V., Torretta, V., Conti, F., Stella, S., Bello, G.C., 2007. A new evaluation methodology applied to the hazardous pipelines with the aim to determine a safety index supporting land-use planning strategies. In: Proceedings of the 3rd IASME/WSEAS Application of a Decision Support System to the Transport of Hazardous Materials. International Conference Energy, Environment Ecosystems and Sustainable Development – WSEAS, Agios Nikolaos, Crete, Greece, July 24–26, 2007, pp. 617–624.

[15] Elvik, R., Voll, N.G., 2014. Challenges of improving safety in very safe transport systems. Saf. Sci. 63, 115–123.

[16] Torretta, V., Raboni, M., Copelli, S., Capodaglio, A.G., 2014. A theoretical approach of a new index-based methodology for risk assessment of pipelines (I). Environ. Eng. Manage. J. 13 (10), 2643–2652.

[17] Ryland, D., 1999. Regulating the transboundary movement of hazardous wastes in Europe: a legislation study. J. Transp. Plann. Technol. 9, 1–23.

[18] Jardine, C., Hrudey, S., Shortreed, J., Craig, L., Krewski, D., Furgal, C., McColl, S., 2003. Risk management frameworks for human health and environmental risks. J. Toxicol. Environ. Health 6 (6), 569–720.

[19] Torretta, V., Capodaglio, A.G., in press. Strategic environmental assessment: a critical review of procedural soundness and reliability, Environ. Eng. Manage. J.

[20] Revelle, C., Cohon, J., Shobrys, D., 1991. Simultaneous siting and routing in the disposal of hazardous wastes. Transport. Sci. 25 (2), 138–145.

[21] Kara, B.Y., Erkut, E., Verter, V., 2003. Accurate calculation of hazardous materials transport risks. Oper. Res. Lett. 31 (4), 285–292.

[22] Torretta, V., Rada, E. C., Schiavon, M., & Viotti, P. (2017). Decision support systems for assessing risks involved in transporting hazardous materials: A review. Safety science, 92, 1-9.

[23] Romano, A., Romano, G., 2010. Logistic plan for transportation of dangerous material in Lombardy Region. In: Brugnoli, A. (Ed.), Dangerous Materials :Control, Risk Prevention and Crisis Management. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 101–112.

[24] Di Mauro, C., Bouchon, S., Torretta, V., 2012. Industrial risk in the Lombardy Region (Italy): what people perceive and what are the gaps to improve the risk communication and the participatory processes. Chem. Eng. Trans. 26, 297–302.

[25] Baksh, A.-A., Khan, F., Gadag, V., Ferdous, R., 2015. Network based approach for predictive accident modelling. Saf. Sci. 80, 274–287.

[26] Xie, Y., Lu, W., Wang, W., Quadrifoglio, L., 2012. A multimodal location and routing model for hazardous materials transportation. J. Hazard. Mater. 227–228, 135–141.

[27] Popescu, I., Jonoski, A., Bociort, L., 2012. Decision support systems for flood management in the Timis Bega catchment. Environ. Eng. Manage. J. 11, 2305–2312.

[28] Zografos, G.K., Vasilakis, G.M., Giannouli, I.M., 2000. Methodological framework for developing decision support systems (DSS) for hazardous materials emergency response operations. J. Hazard. Mater. 71, 503–521.

[29] Thompson, S., Altay, N., Green, W.G., Lepetina, J., 2006. Improving disaster response efforts with decision support systems. Int. J. Emerg. Manage. 3 (4), 250–263.

[30] Frank, W.C., Thill, J.C., Batta, R., 2000. Spatial decision support system for hazardous material truck routing. Transp. Res. Part C 8, 337–359.

[31] Torretta, V., Raboni, M., Copelli, S., Urbini, G., 2013. Application of a decision support system to the transport of hazardous materials. Environ. Eng. Manage. J. 12 (12), 2031–2039.

[32] Bubbico, R., Maschio, G., Mazzarotta, B., Milazzo, M.F., Parisi, E., 2006a. Risk management of road and rail transport of hazardous materials in Sicily. J. Loss Prevent. Process. Ind. 19, 32–38.

[33] Milazzo, M.F., Lisi, R., Maschio, G., Antonioni, G., Bonvicini, S., Spadoni, G., 2002. HazMat transport through Messina town: from risk analysis suggestions for improving territorial safety. J. Loss Prevent. Process. Ind. 15, 347–356.

[34] Milazzo, M.F., Lisi, R., Maschio, G., Antonioni, G., Spadoni, G., 2010. A study of land transport of dangerous substances in Eastern Sicily. J. Loss Prevent. Process. Ind. 23, 393–403.

[35] Paltrinelli, N., Landucci, G. Antonioni, G., Bonvicini, S., Spadoni, G., Cozzani, V., 2008. Dispositivi di protezione passiva per la riduzione del rischio nel trasporto di gas liquefatti in pressione (Passive protection devices for risk reduction in LNG transport). In: Proceedings of the Conference VGR – Risk Management and Evaluation, 14–16 October 2008, Pisa, Italy.

[36] Pastorelli, G., Seminati, P. 2014. Analisi di rischio da Trasporto Merci Pericolose (Dangerous substances transportation). In: Conferenza Finale Progetto Destination (Destination Project Final Conference), 5 February 2014, Turin, Italy.

[37] Actis Dato, M., Navarretta, A., 2014. Il Sistema Integrato Globale (SIIG): caratteristiche e funzionalità (SIIG characteristics and functionability). In: Conferenza Finale Progetto Destination (Destination project final conference) ,5 February 2014, Turin, Italy.

[38] Borghetti, F., Bonura, L., 2014. Una rete per il monitoraggio del trasporto delle merci pericolose su strada (Monitoring network for hazardous goods transportation on roads). In: Conferenza Finale Progetto Destination (Destination project final conference), 5 February 2014, Turin, Italy.

[39] United Nations–Economic Commission for Europe–UNECE,2009. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways, Geneve, Switzerland Available at:<http://www.unece. org/fileadmin/DAM/trans/conventn/adne.pdf>.

[40] United Nations – Economic Commission for Europe – UNECE, 2011. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, Bruxelles, Belgium Available at: <http://www.unece.org/index.php?id=30954& L=0>.

[41] United Nations – Economic Commission for Europe – UNECE, 2015. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, Bruxelles, Belgium Available at: <http://www.unece.org/trans/publications/dg_ adr_2015.html>.

[42] OTIF – Intergovernmental Organization for International Carriage by Rail, 2011 . Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail. Convention concerning International Carriage by Rail, Geneve ,Switzerland.

[43] European Union, 2012. Directive 2012/18/EU on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC. Off. J. Eur. Union L197, 1–37.

[44] Kazantzi, V., Kazantzis, N., Gerogiannis, V.C., 2011. Risk informed optimization of a hazardous material multi-periodic transportation model. J. Loss Prevent. Process. Ind. 24, 767–773.

[45] European Commission, 2007. European Transport Policy for 2010: Time to Decide , White Paper. Directorate General for Transport and Energy, Bruxelles, Belgium.

[46] Zografos, G.K., Androutsopoulos, K.N., 2008. A decision support system for integrated hazardous materials routing and emergency response decisions .Transp. Res. Part C 16, 684 703.

[47] Center for Chemical Process Safety, 1989. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. American Institute of Chemical Engineers, New York, USA.

[48] Erkut, E., Ingolfsson, A., 2005. Transport risk models for hazardous materials: revisited. Oper. Res. Lett. 33, 81–89.

[49] Erkut, E., Verder, V., 1998. Modeling of transport risk for hazardous materials. Oper. Res. 46, 625–642.

[50] Smith, K., 2013. Environmental Hazards - Assessing Risk and Reducing Disaster. Routledge, New York, NY.

[51] Hicks, R., Ward, C., 2004. Development of a risk ranking tool based on quantitative methods. In: ASME International, Proc. of Int. Pipeline Conference 2004 – IPC 2004, 4–8 October 2004, Calgary, Canada.

[52] Han, Z.Y., Weng, W.G., 2011. Comparison study on qualitative and quantitative risk assessment methods for urban natural gas pipeline network. J. Hazard. Mater. 189 (1–2), 509–518.

[53] Torretta, V., 2009. Transportation of dangerous substances: a decisional support system for risk analysis. In: Proceedings of the 2009 International Conference on Chemical, Biological & Environmental Engineering (CBEE 2009). Singapore 9–11 October, 2009, pp. 310–314.

[54] Priemus, H., 2004. Breakthrough innovations in intermodal freight transport .Transport. Plann. Technol. 27, 335–345.

[55] Bruglieri, M., Maja, R., Marchionni, G., Rainoldi, G., 2008. Safety in hazardous material road transportation: state of the art and emerging problems. In: Bersani, C., Boulmakoul, A., Garbolino, E., Sacile, R. (Eds.), Advanced echnologies and Methodologies for Risk Management in the Global Transport of Dangerous Goods. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, pp.88–129.

[56] Bubbico, R., Conforti, M., Mazzarotta, B., 2006b. TrHazGis: Metodologia GIS di analisi di rischio nel trasporto stradale di sostanze pericolose (TrHazGis: GIS methodology for hazardous goods transportation risk analysis). In: Proceedings of the Conference VGR – Risk Management and Evaluation, 17–19 October 2006, Pisa, Italy.

[57] Landucci, G., Tugnoli, A., Busini, V., Derudi, M., Rota, R., Cozzani, V., 2011. The Viareggio LPG accident: lessons learnt. J. Loss Prevent. Process. Ind. 24, 466–476.

[58] Saat, M.R., Werth, C.J., Schaeffer, D., Yoon, H. and Barkan, C.P., 2014. Environmental risk analysis of hazardous material rail transportation. Journal of hazardous materials, 264, pp.560-569.

[59] Liu, X., Saat, M.R. and Barkan, C.P., 2013. Integrated risk reduction framework to improve railway hazardous materials transportation safety. Journal of hazardous materials, 260, pp.131-140.

[60] Liu, X., Saat, M.R. and Barkan, C.P., 2014. Probability analysis of multiple-tank-car release incidents in railway hazardous materials transportation. Journal of Hazardous Materials, 276, pp.442-451.

[61] Guo, J. and Luo, C., 2022. Risk assessment of hazardous materials transportation: A review of research progress in the last thirty years. Journal of traffic and transportation engineering (English edition).

[62] Saat, M.R. and Barkan, C.P., 2011. Generalized railway tank car safety design optimization for hazardous materials transport: Addressing the trade-off between transportation efficiency and safety. Journal of Hazardous Materials, 189(1-2), pp.62-68.

[63] Bubbico, R., Di Cave, S. and Mazzarotta, B., 2004. Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a GIS approach. Journal of Loss prevention in the Process Industries, 17(6), pp.483-488.

[64] Mohammadfam, I., Zarei, E., Yazdi, M. and Gholamizadeh, K., 2022. Quantitative risk analysis on rail transportation of hazardous materials. Mathematical Problems in Engineering, 2022.

[65] X. Liu, T. Turla, and Z. Zhang, “Accident-cause-specific risk analysis of rail transport of hazardous materials,” Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2672, no. 10, pp. 176–187, 2018.

[66] H. Kalantari and I. Razini, “Railway transport market ranking and target markets offer,” Journal of Commerce, vol. 21, no. 81, pp. 149–180, 2016.

[67] P. E. Dept, Hazmat Transportation by Rail: An Unfair Liability, Association of American Railroads, Washington, DC, USA, 2009.

[68] E. Zarei, K. Gholamizadeh, F. Khan, and N. Khakzad, “A dynamic domino effect risk analysis model for rail transport of hazardous material,” Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 74, Article ID 104666, 2022.

[69] I. Mohammadfam, M. N. Abdullah, and K. Gholamizadeh, “Developing a comprehensive technique for investigating hazmat transport accidents,” Journal of Failure Analysis and Prevention, vol. 21, no. 4, pp. 1362–1373, 2021.

[70] M. M. Aliabadi and K. Gholamizadehx, “Locating urban CNG stations using quantitative risk assessment: using the Bayesian network,” Safety and Reliability, vol. 40, 2021.

[71] X. Liu, M. R. Saat, and C. P. L. Barkan, “Integrated risk reduction framework to improve railway hazardous materials transportation safety,” Journal of Hazardous Materials, vol. 260, pp. 131–140, 2013.

[72] U. S. N. T. S. B. Ntsb, “Collision of norfolk southern freight train 192 with standing norfolk southern local train P22 with subsequent hazardous materials release at Graniteville, South Carolina. 490 LíEnfant plaza, S.W. Washington, D.C. 20594: railroad accident report,” Tech. Rep., Washington, DC, USA, 2005, Report No.: NTSB/RAR-05/04 Contract No.: PB2005-916304.

[73] S. Ghazinoory and A. S. Kheirkhah, “Transportation of hazardous materials in Iran: a strategic approach for decreasing accidents,” Transport, vol. 23, no. 2, pp. 104–111, 2008.

[74] X. Liu, M. R. Saat, and C. P. L. Barkan, “Analysis of causes of major train derailment and their effect on accident rates,” Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2289, no. 1, pp. 154–163, 2012.

[75] . S. Glickman and E. Erkut, “Assessment of hazardous material risks for rail yard safety,” Safety Science, vol. 45, no. 7, pp. 813–822, 2007.

[76] A. Oggero, R. M. Darbra, M. Muñoz, E. Planas, and J. Casal, “A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail,” Journal of Hazardous Materials, vol. 133, no. 1-3, pp. 1–7, 2006.

[77] S. Reinach and A. Viale, “Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations,” Accident Analysis & Prevention, vol. 38, no. 2, pp. 396–406, 2006.

[78] R. Bubbico, S. Di Cave, and B. Mazzarotta, “Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a GIS approach,” Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 17, no. 6, pp. 483–488, 2004.

[79] M. Verma, “A cost and expected consequence approach to planning and managing railroad transportation of hazardous materials,” Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 14, no. 5, pp. 300–308, 2009.

[80] M. R. Saat, C. J. Werth, D. Schaeffer, H. Yoon, and C. P. L. Barkan, “Environmental risk analysis of hazardous material rail transportation,” Journal of Hazardous Materials, vol. 264, pp. 560–569, 2014.

[81] A. W. Evans, “Fatal train accidents on Europe’s railways: 1980-2009,” Accident Analysis & Prevention, vol. 43, no. 1, pp. 391–401, 2011.

[82] H. B. Spraggins, “The case for rail transportation of hazardous materials,” Journal of Management and Marketing Research, vol. 3, no. 1, pp. 88–95, 2010.

[83] U. K. Chakrabarti and J. K. Parikh, “Route risk evaluation on class-2 hazmat transportation,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 89, no. 4, pp. 248–260, 2011.

[84] U. K. Chakrabarti and J. K. Parikh, “Applying HAZAN methodology to hazmat transportation risk assessment,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 90, no. 5, pp. 368–375, 2012.

[85] U. K. Chakrabarti and J. K. Parikh, “A societal risk study for transportation of class-3 hazmats - a case of Indian state highways,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 91, no. 4, pp. 275–284, 2013.

[86] E. Zarei, M. J. Jafari, and N. Badri, “Risk assessment of vapor cloud explosions in a hydrogen production facility with consequence modeling,” Journal of Research in Health Sciences, vol. 13, no. 2, pp. 181–187, 2013.

[87] A. Dormohammadi, E. Zarei, M. B. Delkhosh, and A. Gholami, “Risk analysis by means of a QRA approach on a LPG cylinder filling installation,” Process Safety Progress, vol. 33, no. 1, pp. 77–84, 2014.

[89] O. Ahmadi, S. B. Mortazavi, H. A. Mahabadi, and M. H. Pouri, “Development of a dynamic quantitative risk assessment methodology using fuzzy DEMATEL-BN and leading indicators,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 142, 2020.

[90] L. Gooijer, N. Cornil, and C. L. Lenoble, “An international comparison of four quantitative risk assessment approaches-A benchmark study based on a fictitious LPG plant,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 90, no. 2, pp. 101–107, 2012.

[91] J. R. González Dan, A. Guix, V. Martí, J. Arnaldos, and R. M. Darbra, “Monte Carlo simulation as a tool to show the influence of the human factor into the quantitative risk assessment,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 102, pp. 441–449, 2016.

[92] C. Guo, F. Khan, and S. Imtiaz, “Copula-based Bayesian network model for process system risk assessment,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 123, pp. 317–326, 2019.

[93] S. M. Miri Lavasani, Z. Yang, J. Finlay, and J. Wang, “Fuzzy risk assessment of oil and gas offshore wells,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 89, no. 5, pp. 277–294, 2011.

[94] I. Mohammadfam and E. Zarei, “Safety risk modeling and major accidents analysis of hydrogen and natural gas releases: a comprehensive risk analysis framework,” International Journal of Hydrogen Energy, vol. 40, no. 39, Article ID 13653, 2015.

[95] M. J. Jafari, E. Zarei, and N. Badri, “The quantitative risk assessment of a hydrogen generation unit,” International Journal of Hydrogen Energy, vol. 37, no. 24, Article ID 19241, 2012.

[96] E. Zarei, F. Khan, and M. Yazdi, “A dynamic risk model to analyze hydrogen infrastructure,” International Journal of Hydrogen Energy, vol. 46, no. 5, pp. 4626–4643, 2021.

[97] Y. Li, D. Xu, and J. Shuai, “Real-time risk analysis of road tanker containing flammable liquid based on fuzzy Bayesian network,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 134, pp. 36–46, 2020.

[98] M. An, W. Lin, and A. Stirling, “Fuzzy-reasoning-based approach to qualitative railway risk assessment,” Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, vol. 220, no. 2, pp. 153–167, 2006.

[99] C. R. C. Hassan, B. Puvaneswaran, A. R. Aziz, M. N. Zalina, F. C. Hung, and N. M. Sulaiman, “Quantitative risk assessment for the transport of ammonia by rail,” Process Safety Progress, vol. 29, no. 1, pp. 60–63, 2010.

[100] B. Leitner, “A general model for railway systems risk assessment with the use of railway accident scenarios analysis,” Procedia Engineering, vol. 187, pp. 150–159, 2017.

[101] N. Paltrinieri, G. Landucci, M. Molag, S. Bonvicini, G. Spadoni, and V. Cozzani, “Risk reduction in road and rail LPG transportation by passive fire protection,” Journal of Hazardous Materials, vol. 167, no. 1-3, pp. 332–344, 2009.

[102] Z. Zhang, X. Li, and H. Li, “A quantitative approach for assessing the critical nodal and linear elements of a railway infrastructure,” International Journal of Critical Infrastructure Protection, vol. 8, pp. 3–15, 2015.

[103] M. Yazdi and E. Zarei, “Uncertainty handling in the safety risk analysis: an integrated approach based on fuzzy fault tree analysis,” Journal of Failure Analysis and Prevention, vol. 18, no. 2, pp. 392–404, 2018.

[104] R. Ferdous, F. Khan, R. Sadiq, P. Amyotte, and B. Veitch, “Fault and event tree analyses for process systems risk analysis: uncertainty handling formulations,” Risk Analysis, vol. 31, no. 1, pp. 86–107, 2011.

[105] A. S. Markowski and A. Kotynia, ““Bow-tie” model in layer of protection analysis,” Process Safety and Environmental Protection, vol. 89, no. 4, pp. 205–213, 2011.

[106] A. Mentes and I. H. Helvacioglu, “An application of fuzzy fault tree analysis for spread mooring systems,” Ocean Engineering, vol. 38, no. 2-3, pp. 285–294, 2011.

[107] Ö Uğurlu, E. Köse, U. Yıldırım, and E. Yüksekyıldız, “Marine accident analysis for collision and grounding in oil tanker using FTA method,” Maritime Policy & Management, vol. 42, no. 2, pp. 163–185, 2015.

[108] E. Zarei, A. Azadeh, N. Khakzad, M. M. Aliabadi, and I. Mohammadfam, “Dynamic safety assessment of natural gas stations using Bayesian network,” Journal of Hazardous Materials, vol. 321, pp. 830–840, 2017.

[109] M. An, S. Huang, and C. J. Baker, “Railway risk assessment - the fuzzy reasoning approach and fuzzy analytic hierarchy process approaches: a case study of shunting at Waterloo depot,” Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, vol. 221, no. 3, pp. 365–383, 2007.

[110] J. A. Rose and C. Bearman, “Making effective use of task analysis to identify human factors issues in new rail technology,” Applied Ergonomics, vol. 43, no. 3, pp. 614–624, 2012.

[111] N. Rhayma, P. Bressolette, P. Breul, M. Fogli, and G. Saussine, “A probabilistic approach for estimating the behavior of railway tracks,” Engineering Structures, vol. 33, no. 7, pp. 2120–2133, 2011.

[112] D. S. Kim, D. H. Baek, and W. C. Yoon, “Development and evaluation of a computer-aided system for analyzing human error in railway operations,” Reliability Engineering & System Safety, vol. 95, no. 2, pp. 87–98, 2010.

[113] S. Kwag, A. Gupta, and N. Dinh, “Probabilistic risk assessment based model validation method using Bayesian network,” Reliability Engineering & System Safety, vol. 169, pp. 380–393, 2018.

[114] E. Zarei, N. Khakzad, V. Cozzani, and G. Reniers, “Safety analysis of process systems using Fuzzy Bayesian Network (FBN),” Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 57, pp. 7–16, 2019.

[115] E. Zarei, M. Yazdi, R. Abbassi, and F. Khan, “A hybrid model for human factor analysis in process accidents: FBN-HFACS,” Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 57, pp. 142–155, 2019.

[116] Liu, X., Turla, T. and Zhang, Z., 2018. Accident-cause-specific risk analysis of rail transport of hazardous materials. Transportation research record, 2672(10), pp.176-187.

[117] Zarei, E., Gholamizadeh, K., Khan, F. and Khakzad, N., 2022. A dynamic domino effect risk analysis model for rail transport of hazardous material. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 74, p.104666.