راهور
۷
فصلنامه
علمی-ترویجی
سال هشتم- شماره ۱۶

ارزیابی ریسک حمل‌ونقل مواد خطرناک در جاده‌های کشور[۱] (مطالعه موردی: شبکه راه‌های استان فارس)

عادل آذر[۲]، محمودصفارزاده[۳]،علی احسانی[۴]

از صفحه۷ تا ۲۰

تاریخ دریافت:۹۰/۱/۱۸تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۱۴

چکیده

حمل‌ونقل مواد خطرناک حوزه‌ای است که علی‌رغم آمار ایمنی بالا، به دلیل پتانسیل بالای حوادث احتمالی بسیار مورد توجه است. تعیین شاخص و ارزیابی ریسک مواد خطرناک نخستین گام در اجرای پروژه‌های مسیریابی و نیز روشی برای برنامه ریزی و ارزیابی عملکرد شبکه جاده‌ای است. هدف اصلی این پژوهش ارزشیابی ریسک حمل‌ونقل مواد خطرناک در جاده‌های کشور بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. در این پژوهش روشی برای تعیین ریسک عبور مواد خطرناک از کمان‌های یک شبکه پیشنهاد می‌شود که از داده‌های پرسش‌نامه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده می‌کند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که محورهای شیراز به دوراهی نورآباد-سپیدان، کازرون به دشت ارزن، و قطب آباد به فتح آباد بیش‌ترین ریسک و محور عبوری از ارسنجان به جمال آباد کم‌ترین ریسک را برای عبور مایعات قابل اشتعال دارند. در مقابل محورهای دشت ارزن به قائمیه، کازرون به دشت ارزنو مرودشت به شیراز از بیش‌ترین و مسیر خسویه به حاجی آباد کم‌ترین ریسک را برای عبور مواد خطرناک دارا هستند.

کلیدواژه‌ها:

ریسک / ارزیابی ریسک مواد خطرناک / حمل‌ونقل مواد خطرناک / داده‌های کلامی / فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

---

۱ .این تحقیق با همکاری دفتر برنامه‌ریزی و آموزش سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای انجام شده است.

۲ . استاد گروه مدیریت صنعتی دانشگاه تربیت مدرس

۳ . استاد گروه عمران حمل‌ونقل دانشگاه تربیت مدرس

۴. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه تربیت مدرس

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

حمل‌ونقل جاده‌ای، بیش از ۹۰درصد جابه‌جایی کالا را در کشـور به خود اختصاص داده اسـت. بخشـی از محمولات حمل‌ونقل جاده‌ای، کالاهای خطرناک هستند که به دلیل ماهیت خاص آن‌ها، با شـرایط و تدابیر ویژه‌ای باید جابه‌جا شـوند. مواد خطرناک موادی هستند که برای انسـان، حیوان یا محیط زیسـت مضرند. این مواد در نه گروه طبقه‌بندی شـده‌اند که اهم آن مایعات و جامدات قابل اشتعال، گازها و مواد خورنده می‌باشند و ملموس‌ترین آن‌ها حامل‌های مشخصی هستند که به وسیله تانکرها حمل می‌شوند(UN، ۲۰۰۱). براساس آمار منتشره سازمان ملل، در حدود نیمی از کلیه‌ی بارهایی که حمل می‌شوند، منطبق به گروه مواد خطرناک هسـتند، زیرا تقریباً در همه موارد، ماده خطرناک از مکانی غیر از مقصد نهایی‌اش به‌دسـت می‌آید. برای مثال، نفت از منطق نفت خیز اسـتحصال شـده و به پالایشگاه‌ها منتقل می‌شـود و خیلی از محصولات مشـتق از نفت از پالایشـگاه بار دیگر به مناطق مورد استفاده ارسال می‌شود. بنابراین، حمل‌ونقل نقش عمده‌ای در مورد مواد خطرناک دارد(همان منبع).

از سوی دیگر، تصادفات جاده‌ای امروزه به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌ها و معضلات کارشناسـان حمل‌ونقل تبدیل شـده اسـت. تصادفاتی که در زمان حمل مواد خطرناک روی می‌دهد، همواره از پتانسـیل زیادی برای تبدیل شـدن به یک فاجعه بشـری برخوردار است. حوادث حمل و نقل مواد خطرناک می‌تواند هم در مبدا یا مقصد و هم در طول مسـیر اتفاق بیفتد. عواقب شدید حوادث محمولات خطرناک شامل مرگ و میر، آسیب های جسمی، تخلیه ساکنان یک منطقه، خسارات مالی به اموال و دارایی ها، فرسایش محیطی و اختلالات ترافیکی اسـت(ICF،۲۰۰۰). دانسـتن این مطلب که هزینه تصادفات جاده‌ای حدود۱درصد سرمایه و منابع سـالیانه تولید ناخالص ملی کشـورهای در حال توسعه را تشکیل می‌دهد، اهمیت این موضوع را بیش‌تر آشکار می‌کند (آیتی، ۱۳۸۰) .

هـدف ایـن تحقیق ارائه چارچوبی برای ارزیابی جامع ریسـک حمل ونقل مواد خطرناک در جاده‌ها از طریق به کارگیری داده‌های پرسش‌نامه‌ای و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. بدین منظور در بخش اول مروری بر روش پایه‌ای ارزیابی ریسک صورت می‌گیرد. سپس در

Archive of SID
www.SID.ir

بخش بعدی با تبیین روش پیشنهادی، ریسک حمل‌ونقل دو گروه متفاوت از مواد خطرناک در مسیرهای مختلف استان فارس به عنوان مطالعه موردی این تحقیق بررسی می‌شود. از نتایج و یافته‌های این پژوهش می‌توان برای ارائه ابزار برنامه ریزی حمل و نقل و نیز مسیریابی انتقال محمولات خطرناک سود جست.

شاخص ریسک

ریسک مهم‌ترین عاملی است که مسائل حمل‌ونقل مواد خطرناک را از دیگر مسائل حمل‌ونقل تفکیک می‌کند. در حمل‌ونقل مواد خطرناک، به محاسبه احتمال و شدت آسیب به گیرنده در معرض خطر از طریق حوادث ناخواسته ناشی از مواد خطرناک، ریسک گفته می‌شود. گیرنده در معرض خطر می‌تواند یک شخص، محیط یا ویژگی‌های محیطی همسایگی حادثه باشد و حادثه ناخواسته در واقع انتشار مواد خطرناک بر اثر تصادف است (آلپ[1]، ۱۹۹۵). ارزیابی ریسک به دو صورت کیفی یا کمی صورت می‌گیرد. زبان ارزیابی کمی ریسک، زبان فراوانی‌ها و نتایج است و منجر به یک ارزیابی عددی از ریسک می‌شود. در مقابل، ارزیابی کیفی ریسک با شناسایی سناریوهای حوادث احتمالی و تلاش برای برآورد نتایج نامطلوب سروکار دارد و اغلب زمانی استفاده می‌شود که اطلاعات قابل اعتماد کمی برای برآورد دقیق احتمال و شدت حادثه وجود دارد و در واقع هدف از آن تنها شناسایی حوادث محتمل یا حوادث بسیار آسیب‌زا و تمرکز بر آن‌ها در تحقیقات آتی است (کارا و همکاران[2]، ۲۰۰۳).

معمول‌ترین شاخص‌های تعیین ریسک، ترکیبی از دو پارمتر احتمال وقوع حادثه و بزرگی پیامد آن است. تفاوت این‌گونه مدل‌ها در نحوه‌ی ترکیب این دو پارامتر، سطح جزییات داده‌های مورد نیاز و روش‌های به‌دست آوردن داده‌ها و پارامترهای مدل است. حالت کلی این شاخص به صورت زیر است:

$$r_{ij} = P_{ij} C_{ij} \quad (1)$$

1 . ALP

2 . Kara etal

Archive of SID
www.SID.ir

که در آن r_{ij} شاخص ریسک کمانی با مبدا i و مقصد j است، P_{ij} احتمال وقوع حادثه در این کمان و C_{ij} شدت و بزرگی پیامد حادثه است. این مدل اغلب مدل سنتی ریسک نامیده می‌شود، ساده بوده و توجیه آن آسان است، به علاوه براحتی با مدل های بهینه‌سازی به کار می‌رود. به همین دلیل بسیاری از مقالات حمل و نقل مواد خطرناک از این مدل استفاده کردند (ارکات و همکاران[1]، ۱۹۹۸).

در تحقیقات گذشته دو راه عمده برای تخمین احتمال حوادث به کار گرفته شده‌است؛ فراوانی‌های گذشته یا نمودارهای منطقی (دیاگرام درختی عیوب، تحلیل درخت حادثه). در اکثر تحقیقات کمی از داده‌های تاریخی حوادث استفاده شده است. وسلی[2] و همکاران در ۱۹۸۱، ریهان[3] در ۱۹۹۴ و پت آرامکاست[4] در ۱۹۹۹ از دیاگرام‌های منطقی در محاسبه استفاده کردند. راس مولر و فن گلدر[5] در سال ۲۰۰۳ از یک درخت اشتباهات حوادث برای انجام یک تجزیه و تحلیل کمی در ریسک حمل ونقل مواد خطرناک در هلند استفاده کردند.

برای تعیین شدت حادثه نیز مؤلفه‌های مختلفی تاکنون لحاظ شده‌است. آشتاکالا و انو[6](۱۹۹۶) ترکیب وزنی ریسک جمعیتی نرمال و ریسک محیط زیست نرمال را منظور کرده‌اند. پن وار و همکاران[7] ریسک جمعیت خاص(بیمارستان‌ها، مدارس و ..) را در نظر گرفته‌اند. حقانی و چن[8](۲۰۰۳) جمعیت آسیب پذیر مسیر و جمعیت آسیب پذیر گره های استراحت را لحاظ کرده‌اند. یوآنگ و فری[9](۲۰۰۵) ریسک های جمعیت، جمعیت خاص، محیط زیست و ریسک امنیتی و تروریست به کار گرفته شد.

---

1. Erkut and verter
2. Vesely and et al
3. Rhyne
4. fpet-Armacost
5. Rosmuller and Vangolder
6. Ashtakala and Eno
7. Panwhar and et al
8. Haghani and chen
9. Huang and et al

Archive of SID
www.SID.ir

نوع ماده خطرناک نیز از عوامل بسیار مهم و دخیل در شدت حادثه است. انواع مختلف این مواد اثرات متفاوتی بر شـاخص های شـدت حادثه همچون جمعیت و محیط زیست دارند. بسـیاری از تحقیقات با لحاظ کردن شـعاع تأثیر این مواد به این موضوع پرداخته‌اند (کارا و همکاران، ۲۰۰۳).

ارزیابی ریسک حمل‌و نقل مواد خطرناک در شبکه راه‌های استان فارس

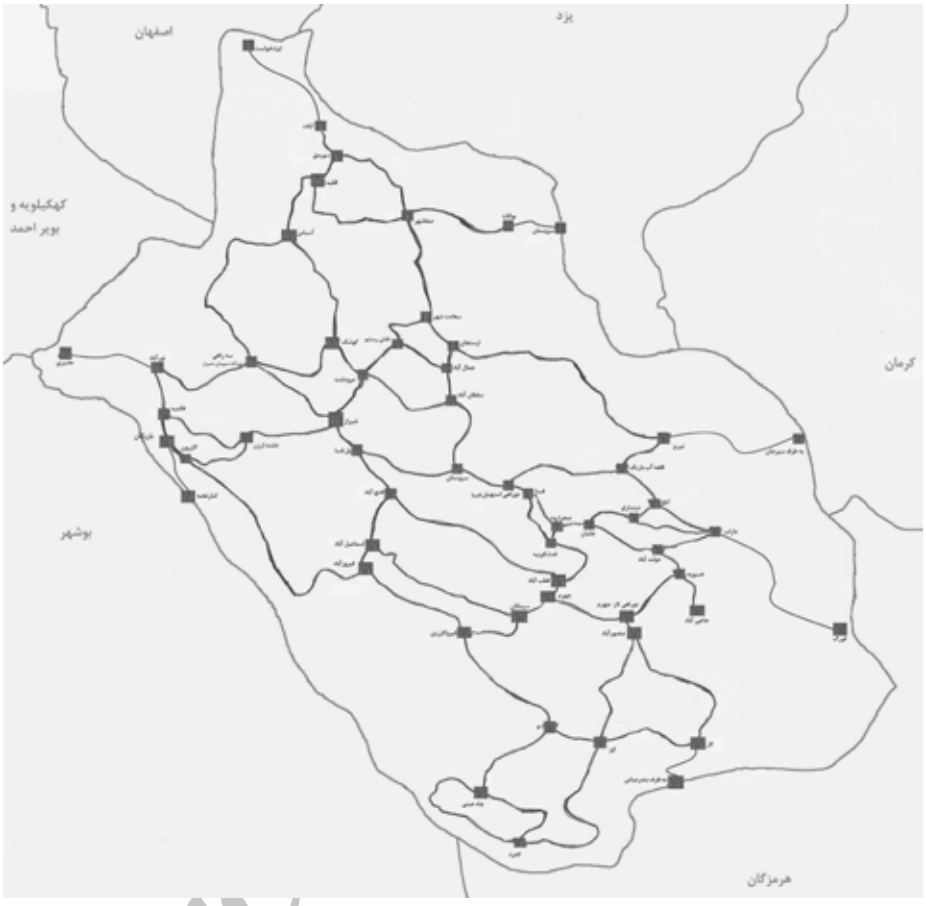
در تصمیمات مهم حوزه ایمنی و هزینه، استفاده از تکنیک‌هایی چون ارزیابی کمی ریسک به علت کمبود داده‌های قابل اعتماد ممکن اسـت بسـیار مشـکل باشد. همان‌طور که قبلاً ذکر شـد، دو پارامتر احتمال وقوع حادثه و شـدت نتایج و پیامد حادثه در محاسـبه ریسک دخیل هستند. فراوانی حوادث مواد خطرناک اغلب از طریق داده‌های تاریخی برآورد می‌شود. با این حال گاهی نسـبت به کیفیت و صحت این داده‌ها و هم‌چنین کامل بودن و مربوط بودن آن‌ها اطمینانی در دسـت نیسـت. از طرفی دیگر، برای محاسـبه مؤلفه‌های شدت حادثه، داده‌های به‌دست آمده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی نیز در کشور ما کامل، به روز و دقیق نیستند. بنابراین، استفاده از داده‌های کلامی در ارزیابی ریسک می‌تواند ابزار مناسبی باشد، زیرا این تحلیل‌ها اغلب نیاز به استفاده از قضاوت‌های ذهنی و داده‌های غیر قطعی دارند (پدریاض[1]، ۱۹۹۸). به همین منظور روش زیر در ارزیابی ریسـک حمل و نقل مواد خطرناک در شـبکه راه‌های استان فارس به کار گرفته شد.

مرحله ۱) شناسایی مسیرها و تدوین شبکه راه‌های استان فارس

در ابتدای تحقیق با اسـتفاده از منابع کتابخانه ای و نقشـه‌های موجود، شبکه ای از راه‌های استان فارس تهیه شد و سپس در اختیار کارشناسان سازمان حمل‌ونقل و راهداری قرار گرفت تا از نظرکامل بودن و نیز امکان به‌کارگیری مسـیر در حمل‌ونقل مواد خطرناک بررسـی شـود. شکل یک شبکه راه‌های تحقیق حاضر را نشان می‌دهد که شامل ۵۹ گره و ۸۰ کمان است.

1 . Pedrycz

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱ : شبکه راه‌های استان فارس

مرحله ۲) جمع‌آوری اطلاعات مربوط به احتمال و شدت حادثه

در این مرحله با توجه به کمبود داده‌های قابل اعتماد در محاسبه احتمال حادثه و نیز اهمیت بیش‌تر امکان وقوع حادثه از احتمال مربوطه در انتقال مواد خطرناک، از پرسش‌نامه‌هایی با معیارهای کلامی استفاده شد. نخست با توجه به مؤلفه‌های موجود در متون علمی گذشته و طبق نظر خبرگان و تصمیم‌گیرنده، مؤلفه‌های جمعیت، محیط زیست و ابنیه مسیر(شامل تأسیسات و تسهیلات راه همچون پل، تونل و...) در محاسبه شدت یا اثر پیامد حادثه لحاظ

www.SID.ir

شدند. احتمال وقوع حادثه نیز با فرض اینکه هر تصادفی در مسیر برای حامل مواد خطرناک منجر به حادثه می‌شود، معادل با احتمال تصادف در نظر گرفته شد. متغیرهای کلامی و اعداد متناظر با آن‌ها در طیف لیکرت در جدول شماره یک آورده شده است. این پرسش‌نامه برای تمامی مسیرهای موجود در شکل یک تهیه و از خبرگان مرتبط خواسته شد تا با توجه به خبرگی و آگاهی خود از مسیر به پرسش‌ها پاسخ گویند.

جدول ۱ : متغیرهای کلامی متناظر با اعداد طیف لیکرت

طیف متناظر نوع ریسک	۵	۴	۳	۲	۱
احتمال تصادف	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
ریسک جمعیتی	تراکم زیاد	متراکم	پراکنده	پراکندگی زیاد	فاقد جمعیت
ریسک محیط زیست	عارضه بسیار زیاد	عارضه زیاد	عارضه متوسط	عارضه کم	بدون عارضه
ریسک ابنیه	ابنیه مهم و زیاد	ابنیه زیاد	ابنیه پراکنده	ابنیه غیرمهم	بدون ابنیه

روایی محتوایی پرسش نامه از دید خبرگان تأیید شد. برای سنجش پایایی با استفاده از نرم‌افزار spss ضریب آلفای کرونباخ برابر ۰/۸۲۶ محاسبه شد که قابل قبول است.

مرحله ۳) تحلیل داده های پرسش‌نامه

در این مرحله داده‌های پرسش‌نامه با جایگزینی اعداد متناظر با داده‌های کلامی و استفاده از میانگین حسابی تحلیل شد. جدول شماره دو مسیرهایی را که دارای بیش‌ترین و کم‌ترین ریسک در هر مؤلفه بودند را نشان می‌دهد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ : مسیرهای با بیش‌ترین و کم‌ترین ریسک

نوع ریسک	بیش‌ترین	کم‌ترین
تصادف	فسا به فدشکوییه، بازرنگان به کنارتخته و شیراز به دوراهی نورآباد سپیدان	سلطان آباد به سروستان، منصورآباد به اوز و منصور آباد به لار
ریسک جمعیت	فیروزآباد به کازرون و شیراز به دوراهی نورآباد سپیدان	ارسنجان به جمال آباد و دیندارلو به ایج
ریسک محیط زیست	ارسنجان به نیریز و پل فسا به سروستان	دوراهی لار جهرم به منصورآباد
ریسک ابنیه	کازرون به دشت ارزن و نقش رستم به مرودشت	خسویه به حاجی آباد و دیندارلو به ایج

اطلاعات حاصل از تحلیل داده‌ها در این مرحله به صورت بالقوه بوده و فارغ از عبور یا عدم عبور یا نوع محمولات خطرناک است و از قابلیت زیادی برای استفاده در برنامه‌ریزی‌های ایمنی و ترافیک برخوردار است.

مرحله ۴) تعیین تأثیر نوع ماده بر میزان ریسک

همان‌طور که قبلاً اشاره شد مواد خطرناک به ۹ گروه متفاوت تقسیم می‌شوند که هر کدام از این گروه‌ها خواص و ویژگی‌های منحصر به فردی دارند که در شدت حادثه حاصل از یک تصادف بسیار مؤثر است. در عین حال، میزان آسیب برای افراد، محیط زیست و ابنیه راه برابر و به یک اندازه نخواهد بود.در این تحقیق دو گروه مایعات قابل اشتعال و مواد خورنده به جهت آن که سهم عمده‌ای در محمولات عبوری دارند، انتخاب شدند. برای تعیین وزن و میزان تأثیر این مواد بر شدت حادثه از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی گروهی استفاده شد و از سه خبره وکارشناس مواد خطرناک خواسته شد تا مؤلفه‌های شدت حادثه را برای هر گروه ماده خطرناک مقایسه زوجی کنند. نتایج این تحلیل و وزن تأثیر هر ماده بر هر مؤلفه در جدول شماره ۳ آورده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳: اوزان متناظر برای هر ماده با توجه به نوع ریسک

نوع ماده	جمعیت	محیط زیست	ابنیه
مایعات قابل اشتعال	۰/۷	۰/۱۹	۰/۱۱
مواد خورنده	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۳۵

مرحله ۵) محاسبه ریسک در هر مسیر با توجه به نوع ماده

در این مرحله با توجه به احتمال تصادف به‌دست آمده از مرحله ۳ و ضرب اوزان مربوط به شدت حادثه در اعداد حاصله از مرحله ۳ برای مؤلفه‌های شدت حادثه، می‌توان ریسک را در هر مسیر با توجه به نوع ماده مطابق رابطه ۲ محاسبه کرد.

$$R = P\,(w_1c_1 + w_2c_2 + w_3c_3) \qquad (۲)$$

که در آن p احتمال تصادف در مسیر و $c_۳,c_۲,c_۱$ به ترتیب متناظر با ریسک جمعیت، محیط زیست و ابنیه و $W_۳,W_۲,W_۱$ به ترتیب اوزان متناظر با هر کدام از مؤلفه‌های شدت حادثه است.

نتایج حاصل از محاسبه ریسک حمل و نقل مواد خطرناک در شبکه راه‌های استان فارس با توجه به نوع ماده به ازای هر بار عبور محموله در جدول زیر آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴: ریسک عبور مواد خطرناک از شبکه راه‌های استان فارس

ریسک در مسیر برای مواد خورنده	ریسک در مسیر برای مایعات قابل اشتعال	نام مسیر	ریسک در مسیر برای مواد خورنده	ریسک در مسیر برای مایعات قابل اشتعال	نام مسیر
۰/۲۹۶۳۵	۰/۳۳۳۹۸	لار به اوز	۰/۴۰۲۵۰	۰/۳۷۳۳۱	ایزدخواست به آباده
۰/۲۶۲۳۰	۰/۲۷۸۴۳	اوز به خنج	۰/۳۸۴۸۸	۰/۴۳۰۵۸	آباده به سورمق
۰/۳۵۵۳۳	۰/۴۰۴۴۸	اوز به لامرد	۰/۴۷۳۷۶	۰/۴۲۵۳۸	سورمق به صفاشهر
۰/۲۷۱۴۴	۰/۳۱۱۷۶	لامرد به چاه عینی	۰/۲۶۹۲۸	۰/۲۸۰۸۰	صفاشهر به بوانات
۰/۳۸۷۳۶	۰/۴۴۹۵۷	لامرد به چاه عینی (عبوری از مهر و گله دار)	۰/۲۹۵۶۸	۰/۳۶۴۸۰	بوانات به سروستان
۰/۲۴۹۹۸	۰/۲۴۹۹۸	چاه عینی به خنج	۰/۶۰۶۴۸	۰/۵۸۲۲۹	صفاشهر به سعادت شهر
۰/۳۳۱۷۴	۰/۳۳۷۱۲	خنج به قیروکارزین	۰/۲۸۶۷۲	۰/۳۲۹۷۳	سعادت شهر به ارسنجان
۰/۳۶۲۲۴	۰/۳۳۱۵۲	قیروکارزین به سیمکان	۰/۴۳۶۲۹	۰/۳۸۴۰۶	سعادت شهر به نقش رستم
۰/۳۰۰۷۷	۰/۳۱۰۷۵	سیمکان به جهرم	۰/۱۸۷۲۰	۰/۱۸۷۲۰	ارسنجان به جمال آباد
۰/۴۱۱۳۱	۰/۴۷۶۹۸	جهرم به دوراهی لار جهرم	۰/۴۷۴۶۴	۰/۴۵۵۰۶	ارسنجان به نیریز
۰/۳۶۸۲۹	۰/۴۵۹۶۸	جهرم به قطب آباد	۰/۳۶۴۵۴	۰/۴۳۸۲۷	نقش رستم به جمال آباد
۰/۴۷۴۵۴	۰/۵۴۰۲۱	قطب آباد به فدشکوییه	۰/۵۹۶۱۴	۰/۵۴۵۰۷	نقش رستم به مرودشت
۰/۵۴۲۰۸	۰/۶۴۳۴۶	قطب آباد به فتح آباد	۰/۳۱۵۹۴	۰/۴۰۵۷۹	جمال آباد به سلطان آباد
۰/۴۰۵۷۹	۰/۴۴۰۳۵	سیمکان به اسماعیل آباد	۰/۳۴۸۴۸	۰/۳۷۱۵۲	مرودشت به سلطان آباد
۰/۵۹۱۰۱	۰/۶۱۶۳۵	قیروکارزین به فیروزآباد	۰/۲۳۹۶۲	۰/۲۵۹۵۸	سلطان آباد به سروستان
۰/۵۹۰۰۲	۰/۵۵۷۷۶	فیروزآباد به اسماعیل آباد	۰/۴۵۹۳۶	۰/۴۸۰۱۰	سروستان به دوراهی استهبان- فسا

Archive of SID

www.SID.ir

۰/۶۱۱۰۷	۰/۶۴۴۸۶	اسماعیل آباد به فتح آباد	۰/۳۳۵۰۴	۰/۳۸۱۱۲	دوراهی استهبان- فسا به قلعه آب باریک
۰/۴۷۸۰۸	۰/۵۰۵۷۳	فتح آباد به پل فسا	۰/۳۲۶۳۷	۰/۳۳۱۷۴	قلعه آب باریک به نیریز
۰/۴۵۷۰۶	۰/۴۷۷۷۹	پل فسا به سروستان	۰/۳۷۲۹۶	۰/۳۹۳۷۰	نیریز به قطرویه(سیرجان)
۰/۴۴۲۵۴	۰/۵۴۰۴۶	پل فسا به شیراز	۰/۴۲۸۷۴	۰/۵۵۷۷۶	دوراهی استهبان- فسا به فسا
۰/۵۱۸۷۸	۰/۵۵۱۰۴	فیروزآباد به کازرون	۰/۴۸۹۹۸	۰/۶۲۵۱۵	فسا به فدشکوییه
۰/۵۱۸۷۸	۰/۵۵۱۰۴	کازرون به بازرنگان	۰/۴۲۸۷۴	۰/۵۵۷۷۶	فسا به صحرارود
۰/۴۲۸۷۴	۰/۵۵۷۷۶	بازرنگان به قائمیه	۰/۳۹۸۲۴	۰/۴۷۱۲۰	صحرارود به فدشکوییه
۰/۵۶۳۴۱	۰/۶۲۵۲۳	بازرنگان به کنارتخته	۰/۳۹۶۷۲	۰/۴۹۱۵۷	صحرارود به چلیان
۰/۷۳۳۲۲	۰/۶۹۰۹۸	کازرون به دشت ارزن	۰/۵۳۴۳۴	۰/۶۱۸۸۲	چلیان به دینارلو
۰/۵۲۵۷۶	۰/۵۱۸۰۸	دشت ارزن به شیراز	۰/۲۴۰۲۴	۰/۲۶۹۰۴	قلعه آب باریک به ایج
۰/۶۳۶۴۲	۰/۶۳۶۴۲	دشت ارزن به قائمیه	۰/۲۱۲۳۵	۰/۱۹۰۸۵	دینارلو به ایج
۰/۵۱۴۴۲	۰/۵۷۰۸۶	قائمیه به نورآباد	۰/۳۶۲۵۰	۰/۳۶۲۵۰	ایج به داراب
۰/۴۸۰۰۲	۰/۵۰۱۹۰	نورآباد به مصیری	۰/۲۹۴۹۱	۰/۳۱۹۴۹	دینارلو به داراب
۰/۵۹۴۱۸	۰/۶۶۱۷۶	شیراز به مرودشت	۰/۳۵۹۸۶	۰/۴۰۵۵۵	چلیان به دولت آباد
۰/۳۶۰۹۶	۰/۴۰۷۰۴	نورآباد به سه راهی سپیدان- شیراز - نورآباد	۰/۳۴۹۲۵	۰/۴۵۳۷۰	داراب به دولت آباد
۰/۵۶۱۲۰	۰/۷۱۱۳۴	شیراز به سه راهی	۰/۵۸۳۶۲	۰/۶۳۴۳۰	داراب به فورگ
۰/۴۳۲۵۹	۰/۴۸۳۶۶	سه راهی به سپیدان	۰/۲۲۸۴۸	۰/۲۵۱۵۲	دولت آباد به خسویه
۰/۴۵۸۷۴	۰/۴۹۵۲۲	مرودشت به کوشک	۰/۱۷۴۷۲	۰/۲۱۷۷۳	خسویه به حاجی آباد
۰/۳۷۹۳۹	۰/۴۱۶۲۶	سه راهی به کوشک	۰/۲۳۲۷۴	۰/۲۷۰۳۷	خسویه به دوراهی لار- جهرم

Archive of SID
www.SID.ir

۰/۲۳۵۶۵	۰/۲۵۷۱۵	کوشک به آسیاس	۰/۱۴۷۰۷	۰/۱۷۴۷۲	دوراهی لار- جهرم به منصورآباد
۰/۲۷۵۵۲	۰/۲۸۶۲۷	سپیدان به آسیاس	۰/۲۵۸۷۵	۰/۲۷۸۷۲	منصورآباد به اوز
۰/۲۷۵۵۲	۰/۲۸۶۲۷	سپیدان به یاسوج	۰/۳۲۰۶۹	۰/۳۴۰۲۷	منصورآباد به لار
۰/۳۱۷۹۵	۰/۲۸۱۰۹	آسیاس به اقلید	۰/۳۵۱۹۴	۰/۳۶۵۷۶	لار به چهاربرکه (بندرعباس)
۰/۲۲۴۲۲	۰/۲۵۱۱۰	اقلید به صفاشهر	۰/۲۶۵۲۰	۰/۲۴۷۹۲	اقلید به سورمق

نتیجه‌گیری

حمل‌ونقل مواد خطرناک امروزه بسیار گسترش یافته است. پیامدهای زیاد حوادث علی رغم احتمال حادثه پایین، دولت‌ها را برآن داشته تا توجه ویژه ای به این مسئله داشته باشند. در این پژوهش سعی شد تا با استفاده از داده‌های کلامی در قالب پرسش‌نامه و تلفیق آن با تأثیر نوع ماده از طریق به‌کارگیری تحلیل سلسله مراتبی، روشی برای ارزیابی شبکه جاده‌ای برای عبور مواد خطرناک ارائه شود. نتایج حاصل از این روش در ارزیابی ریسک شبکه راه‌های استان فارس نشان می‌دهد محورهای شیراز به دوراهی نورآباد-سپیدان، کازرون به دشت ارزن و قطب آباد به فتح آباد بیشترین ریسک و محور عبوری از ارسنجان به جمال آباد کم‌ترین ریسک را برای عبور مایعات قابل اشتعال دارند. در مقابل محورهای دشت ارزن به قائمیه، کازرون به دشت ارزن و مرودشت به شیراز بیش‌ترین و مسیر خسویه به حاجی‌آباد کم‌ترین ریسک را برای عبور مواد خورنده دارا هستند. نتایج این تحقیق می‌تواند منجر به ارائه ابزار برنامه‌ریزی حمل‌ونقل جاده‌ای با رعایت مشخصات فنی و ضوابط مربوط به محورهای مورد استفاده برای حمل این نوع کالاها و به‌کارگیری سیستمی نوین برای مدیریت مسیر ناوگان ترابری حمل مواد خطرناک و ارائه روشی برای تعیین مسیرهای ایمن برای انتقال محمولات خطرناک شود.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

- آیتی،اسماعیل، ۱۳۸۰. هزینه تصادفات جاده ای ایران، مشهد: دانشگاه فردوسی .

- فریبرز عراقی ، فرشـید و همکاران ، ۱۳۸۵. آشـنایی با مفاهیم حمل ونقل جاده ای مواد خطرناک ، تهران: محافظ.

Ashtakala, B., Eno, L.A. (1996). Minimum risk route model for hazardous materials. Journal of Transportation Engineering – ASCE 122 (5), 350–357.

Alp, E. (1995). Risk-based transportation planning practice overall methodology and a case example.INFOR 33 (1), 4–19.

Erkut, E., Verter, V. (1998). Modeling of transport risk for hazardous materials. Operations Research 46(5), 625–642.

Haghani, A. and Chen, Y. (2003) Routing and Scheduling for Hazardous Material Shipments on Networks

with Time Dependent Travel Times. TRB Annual Meeting CD-ROM.

Huang, B., Fery, P. and Zhang, L. (2005) Multiobjective optimization for hazardous materials transportation.

ICF Consulting (2000). Risk management framework for hazardous materials transportation. Submitted to Research and Special Programs Administration, US Department of Transportation.

Kara, B.Y., Erkut, E., Verter, V. (2003). Accurate calculation of hazardous materials transport risks. Operations Research Letters 31 (4), 285–292.

Panwhar, S.T., Pitt R. and Anderson, M.D. (2000) Development of a GIS-Based Hazardous Materials

Pedrycz W. and Gomide F., (1998) An Introduction to Fuzzy Sets, Analysis and Design,M1T Press, USA

Archive of SID
www.SID.ir

راهور
۲۰
فصلنامه
علمی- ترویجی
سال هشتم- شماره ۱۶

Pet-Armacost, J.J., Sepulveda, J., Sakude, M. (1999). Monte Carlo sensitivity analysis of unknown parameters in hazardous materials transportation risk assessment. Risk Analysis 19 (6), 1173–1184.

Rhyne, W.R. (1994). Hazardous Materials Transportation Risk Analysis. Van Nostrand–Reinhold, NewYork.

Rosmuller, N., Van Gelder, P.H.A.J.M. (2003).Hazardous materials release analysis: Probabilistic input for emergency response organizations. In: Bedford, T., Van Gelder, P.H.A.J.M. (Eds.), Safety and Reliability. A.A. Balkema, pp. 1337–1344.

Transportation Management System. UTCA Report 99244, University Transportation Center for Alabama.

UN (2001). UN recommendation on the transport of dangerous goods, model regulations. United Nations Economic and Social Council's Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods.

Vesely, W.E., Goldberg, F.F., Roberts, N.H., Haasl, D.F. (1981). Fault tree handbook. NUREG - 0492. US Nuclear Regulatory Commission.

Archive of SID

www.SID.ir