مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

سلامت کار ایران
دوره ۱۵، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۷

ارائه الگوی ارزیابی عملکرد ایمنی نفتکش‌های جاده پیما

سحر قلعه: گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
منوچهر امیدواری: (*نویسنده مسئول) گروه مهندسی صنایع – ایمنی صنعتی، دانشکده صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران.
omidvari88@yahoo.com
پروین نصیری: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
منصور مومنی: گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
سید محمدرضا میری لواسانی: گروه مدیریت HSE، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: حمل و نقل مواد خطرناک به عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات در کشور های در حال توسعه می‌باشد. حوادث مربوط به ناوگان حمل نقل مواد خطرناک می‌تواند پیامدهای غیر قابل جبرانی را داشته باشد. این مطالعه با هدف ارائه الگوی ارزیابی عملکرد ایمنی نفتکش‌های جاده پیما با رویکرد ارزیابی ریسک انجام گرفت.

روش بررسی: این تحقیق از نوع توصیفی است. در این تحقیق، حوادث نفت‌کش‌های جاده پیما با مخزن ثابت، در یک دوره ۱۰ ساله (۸۴-۹۴) مورد مطالعه قرار گرفت. معیارها و زیر معیارهای ایمنی با توجه به ویژگی‌های فنی نفتکش‌ها، در دو دسته "عوامل القاگر خطای انسانی" و "عوامل غیر القاگر خطای انسانی" تقسیم‌بندی شدند. جهت تعیین نهایی معیارها و زیر معیارها و وزن‌دهی آن‌ها، از تیم خبرگان و فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی (FAHP) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مهم‌ترین معیار مؤثر بر عملکرد ایمنی نفتکش‌های جاده پیما "عوامل القا گر خطای انسانی " می‌باشد. همچنین مهم‌ترین زیرمعیارهای مؤثر عبارتند از "سیستم ترمز و رابطهای آن"،"سیستم تهویه مناسب" و "بازرسی‌های فنی". با توجه به الگوی ارائه شده مشخص گردید که نفتکش‌های Dangfeng، Hino، Mack، Howo6×4 از پایین‌ترین سطح ایمنی برخودار هستند.

نتیجه‌گیری: از علل پایین بودن سطح ایمنی ناوگان حمل و نقل مواد نفتی ایران، عدم انجام به موقع بازرسی‌های فنی و عدم کارایی تجهیزات فنی نفتکش‌ها از جمله نقص سیستم تهویه و سیستم ترمز می‌باشد که مهم‌ترین علت آن عدم پیوست ایران به توافق نامه ADR است.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *حامی مالی نداشته است.*

کلیدواژه‌ها
ارزیابی عملکرد ایمنی،
نفتکش‌های جاده پیما،
شرایط القاگر خطای انسانی،
فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۳
تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۲۲

شیوه استناد به این مقاله:
Ghaleh S, Omidvari M, Nassiri P, Momeni M, Miri Lavasani SM. Presenting the safety performance assessment pattern of road trucks. Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):72-85.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 1.0 صورت گرفته است.

Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):72-85.

Presenting the safety performance assessment pattern of road trucks

Sahar Ghaleh, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Manouchehr Omidvari, (*Corresponding Author) Department of Industrial Engineering-Industrial Safety, Industrial and Mechanical Engineering Faculty, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran. omidvari88@yahoo.com
Parvin Nassiri, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran.
Mansour Momeni, Department of Industrial Management, Management Faculty, Tehran University, Tehran, Iran.
Seyed Mohammadreza Miri Lavasani, Department of HSE Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Background: Hazardous materials transport is one of the most important problems in developing countries. The accidents involving the fleet of hazardous materials transport can have irreparable consequences. The study was aimed to present safety performance assessment pattern of road trucks with risk assessment approach.
Methods: This is a descriptive study. In this study, the Accidents of road trucks with fix tank were studied during a 10-year period (1384-1394).The safety criteria and sub-criteria with respect to technical characteristics of road trucks divided in two categories: "Inductive factors of human error" and "Non-inductive factors of human error" In order to determine the final criteria and sub criteria and weighting them, the team of experts and analytic hierarchy process in fuzzy environment (FAHP) method was used.
Results: The results showed that the most important effective criterion on safety performance of road truck is "Inductive factors of human error". Also, the most important effective sub-criteria are "Brake system and their connections", "Ventilation system" and "Technical inspections". With respect to the pattern "Hino, Mack, Howo 6×4(10 wheels), Dangfeng" trucks have received the lowest safety level.
Conclusion: The causes of low safety level in fleet of hazardous materials transport in Iran are the lack of timely inspections and inefficiencies in the technical equipment of the trucks such as "malfunction of ventilation and Brake system" which it's most important reason is non-commitment of Iran to ADR agreement.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Keywords
Safety performance Assessment,
Road truck,
Inductive condition of human error,
FAHP

Received: 24/11/2017
Accepted: 13/11/2018

How to cite this article:
Ghaleh S, Omidvari M, Nassiri P, Momeni M, Miri Lavasani SM. Presenting the safety performance assessment pattern of road trucks. Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):72-85.

This work is published under CC BY-NC-SA 1.0 licence

مقدمه

در جامعه امروزی، از کارافتادگی یک سیستم یا بروز حوادث می‌تواند موجب اختلال در سطوح مختلف شود و حتی به‌عنوان تهدیدی برای جامعه و محیط زیست تلقی گردد. در اینجاست که واژه ریسک به معنای عدم قطعیت و نشانگر احتمال وقوع و شدت آن ظهور می‌نماید. آون در سال ۲۰۰۹، ریسک را یک مفهوم دوبعدی تعریف کرد که شامل حوادث و پیامدهای آن‌ها و احتمالات نامشخص مرتبط با آنهاست[۱]. امیدواری و همکاران در سال ۲۰۱۵ ریسک را به‌عنوان احتمال یک شکست با پیامدی مشخص در زمانی مشخص تعریف نمودند و پارامترهای اصلی ریسک را احتمال، پیامد و زمان تعریف کرده‌اند [۲].

در خصوص حمل و نقل مواد خطرناک، مطالعات بسیاری انجام گرفته است. آگرو و همکاران در سال ۲۰۰۶، ۱۹۳۴ حادثه را تا سال ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ۶۳ درصد حوادث مربوط به حمل و نقل مواد خطرناک، مربوط به حمل و نقل جاده‌ای می‌باشد [۳]. در تحقیقی که توسط امیدواری و همکاران در سال ۲۰۱۳ انجام گرفت، مشخص شد که مهم‌ترین فاکتور مؤثر در ریسک حوادث جاده‌ای حمل و نقل مواد خطرناک، نوع نفت‌کش می‌باشد که لازم است در مدیریت فرآیند زنجیره تأمین فرآورده‌های نفتی مدنظر قرار گیرد [۴]. در تحقیقاتی که در زمینه ایمنی حمل و نقل جاده‌ای انجام گرفته است، مهم‌ترین شاخص‌های ارائه شده در ایمنی حمل و نقل جاده‌ای عبارت است از شرایط جاده‌ای، هواشناسی، فاکتورهای ترافیکی، ایمنی تجهیزات فنی و ویژگی‌های مکانیکی وسایل نقلیه [۵ و ۶]. در سال ۲۰۱۷ بنکوس و دیامنتیدیس ، تحقیقی در خصوص ارزیابی ریسک حمل و نقل مواد خطرناک در داخل تونل انجام دادند. در این تحقیق، مشخص شد که مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر در ارزیابی ریسک حمل و نقل جاده‌ای مواد خطرناک در موقعیت تونل عبارتند از : شرایط داخل تونل از جمله روشنایی، خطای راننده و مشکلات مکانیکی وسیله نقلیه مانند سیستم ترمز و سیستم تهویه آن [۷]. در مطالعات مورد بررسی، مشخص گردید که مشکلات مکانیکی وسیله نقلیه و خطای انسانی راننده، می‌تواند در عملکرد ایمن حمل و نقل مواد نفتی، نقش مؤثری داشته باشد. علاوه بر مشکلات مکانیکی و خطای انسانی، بازرسی و پایش به‌موقع و مناسب با توجه به توافقنامه‌های بین‌المللی نیز در مطالعات بسیاری از محققین [۱۸و ۱۹] به‌عنوان پارامتر مؤثر در عملکرد ایمن حمل و نقل مواد نفتی در نظر گرفته شده است.

حاجی حسینی در سال ۲۰۱۱، شرایط القاگر خطای انسانی با توجه به موقعیت فرد را به‌عنوان یکی از علل وقوع خطای انسانی دانست [۸]. با توجه به این مسئله، قرار گرفتن فرد در موقعیت کنترل وسیله نقلیه و عملکرد نامناسب تجهیزات وسیله نقلیه، می‌تواند خطای انسانی راننده را تسهیل نماید. همچنین عدم کارایی دستورالعمل‌ها و مقررات موجود در بازرسی‌های وسایل نقلیه، نیز می‌تواند به‌عنوان شرایط القاگر خطای انسانی مورد توجه قرار گیرد [۸]. لذا بازرسی‌ها و پایش نامناسب وسیله نقلیه، منجر به عدم کارایی تجهیزات فنی نفت‌کش شده و در نتیجه احتمال خطای انسانی راننده نفت‌کش را افزایش می‌دهد.

فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط فازی: فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی[1] یکی از مشهورترین و جامع‌ترین روش‌های چندگانه‌ی تصمیم‌گیری به شمار می‌رود که در سال ۱۹۸۰ توسط ساعتی معرفی شد [۹] و توسط بسیاری از محققان، به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت. علیرغم کاربرد گسترده آن، این روش به دلیل برخورداری از مقیاس عددی گسسته و عدم توانایی در انعکاس صحیح طرز تفکر انسان‌ها در رابطه با اهمیت جنبه‌های کیفی ارزش‌ها، با مشکلاتی روبه رو است [۱۰]. در حقیقت به‌کارگیری اعداد قطعی در طیف گسسته روشAHP، نمی‌تواند عدم قطعیت در قضاوت‌های کارشناسان را پوشش دهد [۱۱]. به منظور بر طرف کردن این ابهامات، اعداد فازی سه وجهی[2] و AHP ترکیب شده و تحت عنوان رویکرد فازی AHP به منظور حل مشکلات تصمیم‌گیری در ارزشیابی‌های ذهنی مورد استفاده قرار گرفت. از مهم‌ترین کاربردهای این روش در مباحث ایمنی، می‌توان به ارائه الگوی ارزیابی ایمنی همراه با به‌کارگیری روش‌های ارزیابی ریسک، اشاره

[1] . Analytical Hierarchy Process (AHP)
[2] Triangular Fuzzy Numbers (TFNs)

کرد. به‌طوری‌که در سال ۲۰۱۳، امیدواری و همکاران از ترکیب روش فازی AHP و FMEA، در ارائه الگوی مفهومی عملکرد ایمن فرآیند حمل و نقل مواد نفتی با توجه به ریسک‌های شناسایی شده، استفاده کردند [۴]. در سال ۲۰۱۰، نوری و همکاران، در تحقیقی در خصوص ارزیابی ریسک بحران به عدم قطعیت در برآورد میزان ریسک خطرات توسط کارشناسان اشاره کردند. در این مقاله، به‌کارگیری روش AHP بخصوص در محیط فازی را به‌صورت تلفیقی با روش‌های ارزیابی ریسک، جهت کاهش این اثرات و ارائه الگو مفهومی عملکرد ایمن، مؤثر دانستند [۱۲]. با توجه به بررسی مطالعات صورت گرفته، مشکلات فنی وسیله نقلیه و بازرسی نامناسب تجهیزات فنی از مهم‌ترین مواردی است که می‌تواند به‌عنوان شرایط القاگر خطای انسانی راننده، از عوامل تأثیرگذار در عملکرد ایمن حمل و نقل نفتی کشور و از مشهودترین علل بروز حادثه محسوب شوند. علاوه بر موارد مذکور، به‌کارگیری روش فازی AHP در تلفیق با روش‌های ارزیابی ریسک، می‌تواند رویکرد مناسبی در بررسی عملکرد ایمن حمل و نقل مواد نفتی، تلقی گردد. این در حالی است که توجه به عوامل اثرگذار بر حوادث جاده‌ای تانکرهای نفتی و علل به وجود آورنده آن تا به امروز بسیار کمرنگ بوده است. لذا این مطالعه با هدف، ارائه الگوی ارزیابی عملکرد ایمنی نفت‌کش‌های جاده پیما با رویکرد ریسک و طبقه‌بندی آن‌ها صورت گرفت. سؤال اصلی این مطالعه عبارت بود از؛ مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای فنی مؤثر بر عملکرد ایمنی در خصوص نفت‌کش‌های جاده پیمای حامل مواد خطرناک در فرآیند زنجیره تأمین مواد نفتی چیست؟ و کدام نفت‌کش‌ها پایین‌ترین عملکرد ایمنی را با توجه به شرایط موجود در شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران دارا می‌باشند؟

روش بررسی

این مطالعه از نظر روش توصیفی و از نظر هدف، کاربردی می‌باشد. در این مطالعه نفت‌کش‌های دارای مخزن ثابت ۶ چرخ و ۱۰ چرخ ثبت شده در اسناد شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران در یک دوره ۱۰ ساله (۸۴-۹۴) مورد بررسی قرار گرفت. ایمنی نفت‌کش‌های جاده پیما در دو دسته "عوامل فنی

شکل ۱- مراحل اصلی مطالعه

القاگر خطای انسانی" و "عوامل فنی غیر القاگر خطای انسانی"مورد مطالعه قرار گرفت. مراحل انجام این تحقیق بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از واحد HSE شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران، نظر تیم خبرگان، آمار حوادث، مشاهده و ممیزی، منابع کتابخانه‌ای در دو گام اصلی انجام گرفت. مراحل انجام این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.

گام اول: به‌کارگیری روش FAHP[1]

در این مطالعه به منظور تعریف و انتخاب نهایی کلیه معیارها و زیر معیارها مراحل زیر در نظر گرفته

[1] . Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

شد:

- شناسایی معیارها و زیر معیارها بر اساس منابع علمی، استانداردها و توافق نامه ADR [۵،۴،۱،۱۳]
- تنظیم پرسشنامه غربالگری با ۲۰ گویه در طیف سه کمیتی (موافق، مخالف، بی نظر)
- انتخاب نهایی معیارها و زیر معیارها بر اساس امتیاز کسب شده در پرسشنامه غربالگری (به‌طوری‌که تیم خبرگان در مورد آن معیار به اجماع رسیده و نظر موافق در رابطه با معیار و زیر معیار انتخابی داشته باشند)

جهت تعیین روایی پرسشنامه غربالگری از اجماع خبرگان استفاده گردید به‌نحوی‌که گویه‌های آن بعد از انتخاب از منابع ذکرشده، در اختیار تیم خبرگان قرار گرفت و نظرات آن‌ها اعمال گردید.

پایایی پرسشنامه مذکور با ضریب آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت. (α=0.83) که نشان دهنده پایایی پرسشنامه مورد بررسی بود. لازم به ذکر است که پیشنهادات تیم خبرگان در رابطه با معیارها و زیر معیارهای انتخابی نیز از طریق پرسشنامه، مورد بررسی قرار گرفت.

در این تحقیق، خبرگان تعریف شده افرادی بودند که حداقل دارای ۵ سال سابقه کار مفید در سیستم‌های های حمل و نقل انبارهای نفت، آشنایی کامل با سیستم حمل و نقل مواد خطرناک و حداقل مدرک کارشناسی ارشد در حوزه ایمنی یا HSE بوده‌اند. لازم به ذکر است که در این مطالعه، تایرها، چرخ‌ها و رینگ‌ها و نقص آن‌ها (مانند؛ فشار باد، عمق آج (حداقل ۱۱ سانتیمتر)، استاندارد فرض شده است. به عبارتی نفت‌کش در شرایطی مورد ارزیابی قرار گرفته است که دارای لاستیک و رینگ سالم و لنت ترمز استاندارد باشد.

بعد از تعیین معیارها و زیر معیارهای ایمنی توسط مراجع و منابع در دسترس و تیم خبرگان کلیه معیارها و زیر معیارهای آن در دو گروه "عوامل فنی القاگر خطای انسانی" و "عوامل فنی غیرالقاگر خطای انسانی" طبقه‌بندی گردید.

در این تحقیق عوامل فنی القاگر به‌عنوان عوامل فنی که خود سبب حادثه نشده و از طریق تأثیری که روی خطای انسانی می‌گذارد سبب بروز حادثه می‌شود و عوامل فنی غیر القاگر به‌عنوان عوامل فنی که فقط شرایط فنی حادثه نفت‌کش را ایجاد می‌کند تعریف گردید. سپس برای تعیین وزن معیارها روش FAHP با رویکرد پیشنهاد شده توسط کالابرس و همکاران در سال ۲۰۱۳ اجرا شد [۱۴].

سلسله مراتب روش FAHP دارای ساختار زیر است.

- هدف (Goal): هدف از انجام این گام، وزن دهی و رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارهای ایمنی نفت‌کش‌های جاده پیما به‌منظور به‌کارگیری در الگوی ارزیابی عملکرد ایمنی می‌باشد.

- معیارها (Criteria): مطابق با نظرات اخذ شده از تیم خبرگان معیارهای ایمنی در این تحقیق به دو بخش "عوامل القاگر خطای انسانی" و "عوامل غیر القاگر خطای انسانی" تقسیم گردید که در جدول۱ نشان داده شده است. قابل ذکر است که معیارهای تعریف شده نسبت به هم مستقل فرض شده است.

- عوامل غیر القاگر خطای انسانی[1] (D): موارد ایمنی فنی نفت‌کش محسوب می‌شود که حتی در صورت عدم بروز خطای انسانی از سوی راننده می‌تواند به عنوان علت حادثه تلقی گردد. معیار مذکور، خود دارای زیر معیارهای "سیستم ترمز مناسب، لوله شلنگ و رابط‌های آن"، "سیستم برق‌رسانی"، "سیستم فرمان"، "میل گاردان و چهار شاخ گاردان"، "ترمز تپه"، "ابزار محدودیت سرعت"، "سیستم کلاچ و گیربکس"، "سیستم تعلیق"، "سیستم ضد واژگونی" و "بازرسی از عوامل غیرالقاگر" می‌باشد.

- عوامل القاگر خطای انسانی[2] (E): این عوامل جز نقص فنی نفت‌کش محسوب می‌شود ولی به تنهایی قادر به ایجاد حادثه نمی‌باشند. این عوامل می‌تواند منجر به بروز خطای انسانی راننده و در نتیجه حادثه شود. لازم به ذکر است که این عوامل زمینه‌ساز خطای انسانی است.

معیار مذکور، خود دارای زیر معیارهایی از قبیل "چراغ‌های جلو"، "سیستم دوربین با قابلیت دید پشت سر[3] "، "شیشه‌های متناسب"، "برف پاک‌کن متناسب"، "به‌کارگیری سیستم اگزوز کارا"، "سیستم

[1] . Non-Inductive Factors of Human Error (NIFHE)
[2] . Inductive Factors of Human Error (IFHE)
[3] . rear view camera

جدول ۱- معیارها و زیر معیارهای تعریف شده

ردیف	معیار	زیر معیار		تعریف
۱	عوامل فنی غیر القاگر خطای انسانی	سیستم ترمز، لوله کشی ها و رابط های آن	D1	شامل بررسی آمار نقص های رگلاتور، تسمه محرک کمپرسور باد، شیرهای تخلیه مخزن هوا، دستگاه بخور الکل ، سوپاپ اطمینان، کوپلینگ ها، ترمزهای چرخ ها، درجه فشار مخزن
		سیستم برق رسانی	D2	کارایی فیوزها، باطری، ظرفیت باطری و ظرفیت آلترناتیو
		سیستم فرمان	D3	نوع سیستم فرمان (هیدرولیک یا مکانیکی) و عملکرد آن
		میل گاردان- چهار شاخ گاردان و بست ها	D4	وضعیت خمیدگی، شکست و ترک خوردگی میل گاردان و چهارشاخ گاردان
		ترمز تپه	D5	این سیستم، در مواقع شروع حرکت در سربالایی ها مانع بازگشت خودرو به عقب میشود،
		ابزار محدودیت سرعت	D6	سیستمی که از حالت پایدار و ثابت پا بر روی پدال گاز جلوگیری میکند و سبب راحتی بیشتر راننده در مسیرهای طولانی می شود
		سیستم کلاچ و گیر بکس	D7	عملکرد آن دردوره ده ساله مورد بررسی
		سیستم تعلیق (suspension)	D8	قسمتی از خودرو است که باعث میشود نوسانات حاصل از حرکت خودرو بر روی سطح ناهموار به اتاق، شاسی، متعلقات و سرنشینان وارد نشود
		سیستم ضد واژگونی (RSP)	D9	وضعیت کنترل پایداری نفتکش در هنگام دور زدن
		بازرسی از عوامل فنی غیر القاگر	D10	بازرسی از عوامل غیر القاگرخطای انسانی (سیستم ترمز، سیستم برق رسانی، سیستم تعلیق و.....) توسط چک لیستها
۲	عوامل فنی القاگر خطای انسانی	چراغ های جلو	E1	فرسودگی چراغ ها در یک دوره ده ساله
		سیستم دوربین با قابلیت دید پشت سر	E2	دوربین هایی با قابلیت دید پشت سر
		شیشه های مناسب	E3	وضعیت شکستگی و انکسار نور شیشه های جلو
		برف پاککن متناسب	E4	نوع و عملکرد برف پاککن
		بگارگیری سیستم اگزوز کارا	E5	در صورت ضعیف بودن تهویه کابین و اتصالات شل، پارگی و شکستگی، باعث نشت گاز مونوکسید کربن به داخل وسیله نقلیه و خواب آلودگی راننده میگردد
		سیستم کاهش دهنده صدا	E6	وضعیت طراحی ایزودینامیک کابین راننده
		سیستم تهویه مناسب	E7	کارامدی سیستم تهویه مطبوع (کولر- بخاری)
		سیستم آینه ایی مناسب	E8	نوع و کیفیت سیستم آینه ایی (دستی یا کنترلی)
		سیستم چراغ نور افکن (Hid Bulb)	E9	کیفیت سیستمی که محوطه رانندگی را روشن میکند
		بازرسی از عوامل فنی القاگر	E10	بازرسی از عوامل القاگرخطای انسانی (شیشه ها، برف پاککن، سیستم اگزور و.....) توسط چک لیستها

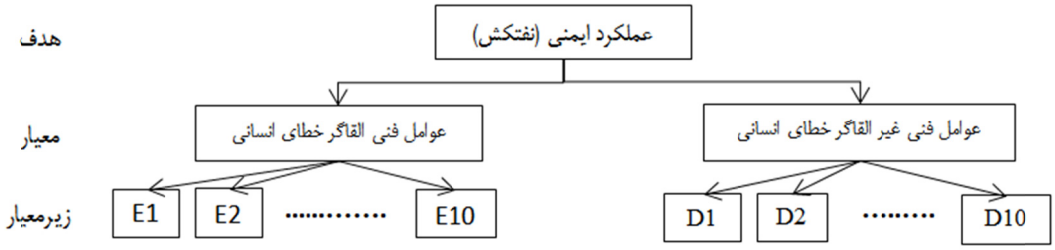
کاهش‌دهنده صدا"، "سیستم تهویه مناسب"، "سیستم آینه‌ای مناسب"، "چراغ‌های نورافکن[1]" و "بازرسی از عوامل القاگر" می‌باشد.

روابط و سلسله مراتب معیارها و زیر معیارها در شکل ۲ نشان داده شده است.

تعیین وزن اهمیت شاخص‌ها: به منظور تعیین وزن اهمیت شاخص‌ها و معیارها از مدل‌های تصمیم‌گیری استفاده شد و با توجه به تبعیت روابط ریسک از منطق سلسله مراتبی روش‌هایی که از این منطق تبعیت می‌کنند از اولویت بهتری برخوردار هستند. در این تحقیق با توجه به نظر خبرگان (شامل ۸ نفر از کارشناسان بخش HSE و ایمنی شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران) و اجماع آن‌ها در خصوص عدم وجد ارتباط درونی بین معیارها و شاخص‌ها لذا از روش AHP جهت تعیین وزن استفاده شد. لذا به منظور انجام مقایسات زوجی (معیارها با توجه به هدف) و (زیر معیارها با توجه به معیارها)، پرسشنامه مقایسه زوجیAHP، بر اساس ارزش‌های زبانی (اهمیت یکسان، اهمیت خیلی ضعیف، اهمیت ضعیف، اهمیت متوسط، اهمیت قوی، اهمیت خیلی قوی) تهیه گردید و در اختیار تیم خبرگان قرار گرفت. ارزش‌های زبانی با به‌کارگیری جدول ۲ به اعداد فازی تبدیل شدند.

ماتریس مقایسات زوجی اعداد فازی برای هر سطحی از سلسله مراتب AHP در رابطه ۱ نشان داده شده

[1]. Hid bulb



شکل ۲- سلسله مراتب معیارهای تصمیم گیری عملکرد نفتکش

جدول ۲- تبدیل مقیاس فازی مثلثی [۱۴و ۱۵]

مقیاس فازی مثلثی	ارزشهای زبانی
(۱،۱،۱)	اهمیت یکسان
(۲/۳ ،۱ ،۳/۲)	اهمیت خیلی ضعیف
(۱ ،۳/۲ ،۲)	اهمیت ضعیف
(۳/۲ ،۲ ،۵/۲)	اهمیت متوسط
(۲ ،۵/۲ ،۳)	اهمیت قوی
(۵/۲ ،۳ ،۷/۲)	اهمیت خیلی قوی

است.

(۱)

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n\times n} = \begin{bmatrix} (1,1,1) \dots\dots\dots (I_{12},m_{12},u_{12}) \dots\dots (I_{1n},m_{1n},u_{1n}) \\ (I_{21},m_{21},u_{21}) \dots\dots (1,1,1) \dots\dots\dots (I_{2n},m_{2n},u_{2n}) \\ \vdots \\ (I_{n2},m_{n2},u_{n2}) \dots\dots (I_{n2},m_{n2},u_{n2}) \dots\dots (1,1,1) \end{bmatrix}$$

(۲) $\tilde{a}_{ij}^{(k)} = \left(I_{ij}^{(k)}, m_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}\right)$

فرمول(۲) عدد فازی مثلثی است که بیان کننده‌ی قضاوت‌های زبانی ارائه شده توسط تصمیم گیر k ام ($k=1.....m$) می‌باشد و فرمول (۳) وضعیت معکوس $\tilde{a}_{ij}^{(k)}$ می‌باشد.

(۳) $(\tilde{a}_{ij}^{(k)})^{-1} = \left(\frac{1}{I_{ij}^{(k)}}, \frac{1}{m_{ij}^{(k)}}, \frac{1}{u_{ij}^{(k)}}\right)$

جهت تعیین نرخ سازگاری ماتریس‌ها، مطابق با رابطه (۴) از روش دیفازی مرکز ثقل[1] استفاده شد و کلیه اعداد فازی به اعداد قطعی تبدیل شدند [۱۶].

(۴) $a_{ij}(\tilde{a}_{ij}) = \frac{I_{ij}+m_{ij}+u_{ij}}{3}$

لازم به ذکر است که سازگاری هر ماتریس مقایسه‌ای با محاسبه شاخص سازگاری (CI) و نرخ سازگاری (CR) مطابق رابطه (۵) محاسبه شد[۱۴].

(۵) $CI = \frac{(\lambda_{max}-n)}{n-1}$

$CR = (CI - RI_{(n)})/100$

که در آن:

n= ابعاد ماتریس

λ_{max}= بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی

$RI_{(n)}$= شاخص تصادفی بر اساس ابعاد ماتریس (جدول ۳).

اگر CR کمتر از ۱۰ درصد باشد، سازگاری ماتریس مقایسه زوجی، مورد قبول است. در صورتی که نتیجه حاصل، ناسازگاری قضاوت‌ها را نشان دهد، لازم است اقدام به اخذ مجدد قضاوت‌های کارشناسان گردد.

گام دوم : ارائه الگوی ارزیابی عملکرد ایمنی

در این گام، تمامی زیر معیارهای تعریف شده در هر دو معیار عوامل فنی القاگر و غیر القاگر خطای انسانی، در دو بخش شدت ریسک و احتمال وقوع ریسک طبقه‌بندی گردید. قابل ذکر است که برخی از زیرمعیارها می‌توانست در یک فاکتور و یا در هر دو فاکتور ریسک اثر گذارد که برای هر دو منظور شد. به‌منظور تقسیم‌بندی زیرمعیار های ریسک در دو بخش (شدت ریسک، احتمال وقوع ریسک)، از تیم خبرگان و

[1] Centroid defuzzification method

جدول ۳- شاخص سازگاری (IR) [۱۶]

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
RI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵

به‌کارگیری پرسشنامه در ۱۸ گویه و ۳ گزینه (پارامتر مؤثر بر فاکتور شدت ریسک، پارامتر مؤثر بر احتمال وقوع ریسک، هیچ‌کدام) استفاده شد. بدین‌صورت که تیم خبرگان روی فاکتور ریسک به اجماع نظر رسیده و آن فاکتور انتخاب می‌گردید. در نهایت زیر معیار مورد نظر در آن فاکتور (ها) تقسیم‌بندی می‌شد. لازم به ذکر است که پایایی و روایی این پرسشنامه، مطابق پرسشنامه غربالگری در گام اول محاسبه شد (α=0.84).

اهمیت فاکتورهای ریسک (شدت ریسک، احتمال وقوع ریسک) برای سازمان‌ها و شرایط مختلف حاکم بر سازمان می‌تواند متفاوت باشد، در این راستا، میزان آن بر اساس معیار اهمیت برای شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران، در یک ماتریس مقایسه زوجی ۲×۲ حل گردید. مقادیر به دست آمده از آن در ارزیابی امتیاز عملکرد ایمنی (SPS[1]) استفاده شد. قابل ذکر است که مقادیر تعریف شده برای دو فاکتور فوق از منطق زیر تبعیت می‌کند که بیان‌کننده این است که همیشه میزان جمع ضریب اهمیت دو پارامتر ریسک دارای ضریب حداکثری ۱ می‌باشد.

$W_S + W_O = 1$ در آن W_S، W_O میزان وزن اهمیت فاکتورهای شدت ریسک و احتمال وقوع ریسک نفت‌کش‌ها می‌باشد.

در انتهای محاسبه، وزن زیرمعیارهای به دست آمده در دو بخش شدت ریسک، احتمال وقوع ریسک (شکست لایه‌های کنترلی) طبقه‌بندی و سپس بر پایه ۱۰ نرمالایز شده است تا مجموع آن‌ها در هر بخش برابر ۱۰ شود.

الگوی ارزیابی عملکرد ایمنی SPS تعریف شده در این مطالعه، در رابطه (۶) نشان داده شده است. در الگوی ارائه شده، امتیاز سطح ریسک بر اساس ضرب مقادیر شدت (S_{Truck}) و احتمال وقوع ریسک (O_{Truck}) سنجیده می‌شود.

(۶)

$$\begin{Bmatrix} (S,O)_{Truck} = \sum_{i=1}^{n} W_{(S,O)\,IFHE_i} + \sum_{i=1}^{n} W_{(S,O)NIFHE_i} \\ if\ (S,O)_{truck} \le 1\ then\ (S,O)_{truck} = 1 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} RR = S_{Truck}^{W_s} \times O_{Truck}^{W_o} \\ W_S + W_O = 1 \\ 1 < S_{Truck}, O_{Truck} < 10 \end{Bmatrix}$$

$$SPS = (1/RR) \times 10$$

میزان S_{Truck} و O_{Truck} به ترتیب مقادیر فاکتور شدت ریسک، فاکتور احتمال وقوع در سنجش امتیاز عملکرد ایمنی نفت‌کش‌ها (مطالعه موردی) می‌باشد. هر کدام برابر مجموع وزن زیر معیارهای ایمنی در دو دسته احتمال و شدت ریسک است که از طریق ممیزی نفت‌کش و چک‌لیست تنظیم شده، بر اساس رابطه (۶) تعیین می‌گردد.

منطق محاسبه مقادیر فاکتور شدت ریسک، فاکتور احتمال وقوع ریسک در مطالعه موردی (S_{Truck} و O_{Truck})، بر اساس ممیزی، وجود و عدم وجود پارامتر مورد ارزیابی (زیر معیارهای ایمنی) است. در این راستا، چک‌لیستی تهیه گردید و وجود یا عدم وجود هریک از زیرمعیارهای ایمنی، در آن مورد بررسی قرار گرفت. بدین گونه که در صورت وجود زیر معیار مربوطه، وزن آن را در فاکتورهای مختلف (شدت ریسک/احتمال وقوع ریسک) به خود می‌گرفت و نهایتاً، نتایج آن جهت محاسبه امتیاز عملکرد ایمنی استفاده می‌شد.

شایان‌ذکر است که به دلیل تفکیک ضعف‌های احتمالی تعیین شده در نفت‌کش‌های مورد ارزیابی در مرحله اول، عوامل فنی القاگر و غیرالقاگر خطای انسانی به‌صورت جداگانه، ارزیابی و وزن دهی شده و سپس نتایج آن‌ها، در مرحله تعیین مقادیر فاکتور شدت ریسک و فاکتور احتمال وقوع در مطالعه موردی، مطابق رابطه (۶)، با یکدیگر جمع گردید.

همان‌طور که در الگوی ارائه شده در رابطه (۶) مشخص است در صورتی که میزان وزن پارامترهای مؤثر (زیرمعیارهای ایمنی) در فاکتور شدت(S^2) و (یا)

[1] . Safety Performance Score

[2] . Severity (S)

جدول ۴- جدول تصمیم سطح ایمنی

ردیف	RR	SPS	سطح ایمنی
۱	۱<RR≤۱/۰۵	۱۰ – ۹/۵	قابل قبول
۲	۱/۰۵<RR≤۲	۹/۵ – ۵	قابل تحمل
۳	>۲	<۵	غیر قابل تحمل

احتمال وقوع ریسک (O[1]) کمتر از ۱ شود، میزان آن‌ها ۱ منظور می‌گردد. به منظور تصمیم‌گیری در خصوص سطح ریسک از جدول (۴) استفاده شد. لازم به ذکر است که در این مطالعه، سطح عملکرد ایمنی با رویکرد ارزیابی ریسک، تعیین شده است. در حقیقت عدد ریسک (RR[2]) نفت‌کش از حاصل‌ضرب مقادیر شدت ریسک و احتمال وقوع ریسک به دست آمده است. هرچه میزان RR پایین‌تر باشد سیستم قابل قبول‌تر است و هرچه میزان SPS بالاتر باشد نشان‌دهنده بهتر بودن عملکرد ایمنی نفت‌کش است.

جهت تأیید اعتبار الگوی ارائه شده نتایج به دست آمده از الگو با نتایج به دست آمده از آمار ۱۰ ساله شرکت پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی مقایسه گردید. در این مقایسه مهم‌ترین علت‌ها با پرتکرارترین علت‌های حوادث در ۱۰ سال آمار حوادث نفت‌کش‌ها مقایسه گردید.

یافته‌ها

به‌عنوان نتایج حاصل از گام اول، وزن اهمیت و رتبه‌بندی کلیه زیر معیارها و معیارهای مورد بررسی در جدول (۵) نشان داده شده است. نتایج حاصل از بررسی معیارها نشان داد که معیار "عوامل فنی القاگر خطای انسانی" با وزن ۰/۵۲۱۹ از اهمیت نسبی بیشتری نسبت به معیار "عوامل غیر فنی القاگر خطای انسانی" با وزن ۰/۴۷۸۱ برخوردار است. همچنین بالاترین وزن در خصوص معیار عوامل فنی غیر القاگر خطای انسانی(D) مربوط به زیر معیار "سیستم ترمز، لوله‌کشی و رابط‌های آن" و در خصوص معیار عوامل القاگر خطای انسانی (E) مربوط به زیرمعیار "بازرسی از عوامل فنی القاگر خطای انسانی" می‌باشد. نتایج بخش تعیین وزن دو فاکتور ریسک

جدول ۵- وزن اهمیت و رتبه بندی کلیه زیرمعیارهای مورد بررسی با استفاده از FAHP

معیار	وزن	رتبه	معیار	وزن	رتبه
D	۰/۴۷۸۱	۲	E	۰/۵۲۱۹	۱
زیر معیار	وزن	رتبه	زیر معیار	وزن	رتبه
D1	۰/۱۳۸۷	۱	E1	۰/۱۱۲۶	۴
D2	۰/۱۱۷۷	۴	E2	۰/۱۰۴۷	۷
D3	۰/۱۱۵۹	۵	E3	۰/۱۰۱۰	۸
D4	۰/۰۹۶۹	۷	E4	۰/۱۰۷۸	۶
D5	۰/۰۷۱۵	۹	E5	۰/۰۷۱۵	۹
D6	۰/۱۰۷۷	۶	E6	۰/۱۱۶۷	۳
D7	۰/۰۹۱۲	۸	E7	۰/۱۱۹۸	۲
D8	۰/۱۲۰۵	۳	E8	۰/۱۱۱۴	۵
D9	۰/۰۱۷	۱۰	E9	/۰۰۹۹	۱۰
D10	۰/۱۲۲۹	۲	E10	۰/۱۴۴۱	۱

نشان داد که مهم‌ترین فاکتور ریسک در ایمنی نفت‌کش‌ها، احتمال وقوع ریسک بوده که از ضریب ۰/۵۴ برخوردار است. همچنین میزان ضریب فاکتور شدت ریسک ۰/۴۶ تعیین گردید.

نتایج گام دوم، در جداول (۶) و (۷) به ترتیب طبقه‌بندی پارامترهای مؤثر بر فاکتورهای احتمال وقوع ریسک و شدت ریسک و همچنین نتایج حاصل از محاسبات نرمال شده آن‌ها نشان داده شده است. مطابق با جدول (۶) زیر معیار "بازرسی‌های فنی" در دسته پارامترهای مؤثر بر احتمال وقوع ریسک، بیشترین وزن را بخود اختصاص داد . همچنین بر اساس جدول (۷) بیشترین وزن به زیرمعیار "سیستم ترمز و رابط‌های آن" در دسته پارامترهای مؤثر بر شدت ریسک، تعلق گرفت.

با توجه به الگوی ارائه شده می‌توان تمامی نفت‌کش‌های ناوگان حمل و نقل شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران را مورد ارزیابی قرار داد که نتایج آن در جدول (۸) نشان داده شده است. بر اساس جدول (۸)، به ترتیب مقدار عددی پارامترهای مؤثر در فاکتور شدت ریسک و احتمال وقوع ریسک در نفت‌کش‌های (10-wheels) 6*4 Howo و Mack دارای بالاترین میزان می‌باشد. با توجه به امتیاز های عملکرد ایمنی محاسبه شده (جدول۸)، نفت‌کش‌های" , Volvo FH12, Iveco (Euro Cargo), Renault

[1] . Occurrence (O)
[2] . Risk Rate (RR)

جدول ۶- یزان وزن های نرمال شده پارامترهای مرتبط با فاکتور احتمال وقوع ریسک ایمنی نفتکش ها

پارامترهای موثر بر فاکتور احتمال وقوع ریسک	O Trucki	رتبه	پارامترهای موثر بر فاکتور احتمال وقوع ریسک	O_{Trucki}	رتبه
بگارگیری سیستم اگزوز کارا	۰/۳۵۶	۱۷	سیستم برق رسانی	۰/۵۸۹	۵
سیستم کاهش دهنده صدا	۰/۵۸۴	۶	سیستم فرمان	۰/۵۸۰	۷
سیستم تهویه مناسب	۰/۵۵۹	۴	میل گاردان- چهار شاخ گاردان و بست ها	۰/۴۸۵	۱۴
سیستم آینه ایی مناسب	۰/۵۵۷	۹	ترمز تپه	۰/۳۶۰	۱۶
سیستم چراغ نور افکن(Hid Bulb)	۰/۰۵۰	۱۹	ابزار محدودیت سرعت	۰/۵۴۱	۱۰
سیستم دوربین با قابلیت دید پشت سر	۰/۵۲۴	۱۲	سیستم کلاچ و گیر بکس	۰/۴۵۶	۱۵
شیشه های مناسب	۰/۵۰۵	۱۳	سیستم تعلیق (suspension)	۰/۶۰۳	۳
برف پاککن متناسب	۰/۵۳۷	۱۱	سیستم ضد واژگونی (RSP)	۰/۰۸۵	۱۸
سیستم ترمز ورابط های آن	۰/۶۹۴	۲	بازرسی های فنی	۱/۳۳۵	۱
چراغ های جلو	۰/۵۶۳	۸			
	جمع وزن ها				۱۰

جدول ۷- میزان وزن های نرمال شده پارامترهای مرتبط با فاکتور شدت ریسک ایمنی نفتکش ها

پارامترهای موثر بر فاکتور شدت ریسک	S Trucki	رتبه
سیستم برق رسانی	۲/۰۸۲	۲
ترمز تپه	۱/۲۶۵	۵
ابزار محدودیت سرعت	۱/۹۰۶	۴
سیستم آینه ایی مناسب	۱/۹۹۲	۳
سیستم ضد واژگونی(RSP)	۰/۳۰۱	۶
سیستم ترمز و رابط های آن	۲/۴۵۴	۱
جمع وزن ها	۱۰	

premium Volvo FM9, Volvo 6×4 (6-wheels),Volvo 4×2 (10-wheels), Scania-P340, Scania-P380 ،Benz Atego ،Volvo (FM440) 6×4" بالاترین سطح ایمنی را بر اساس شرایط مورد استفاده در کشور ایران به دست آوردند و در سطح ایمنی "قابل قبول" قرار گرفتند.

همچنین نفت‌کش‌های "Mack, Hino, Dangfeng, Daf, Benz 608, Howo 6*4 (6, 10-wheels), Benz 808 (6, 10-wheels)" پایین‌ترین سطح ایمنی را به دست آوردند و به‌عنوان ضعیف ترین نفت‌کش‌های موجود در ناوگان حمل و نقل مواد نفتی تعیین شدند. این نفت‌کش‌ها در طبقه "غیر قابل تحمل" قرار گرفتند.

به منظور تعیین اعتبار الگوی ارایه شده، آمار حوادث ۱۰ ساله شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران، بررسی و نتایج آن با نتایج به دست آمده از الگوی ارائه شده، مقایسه گردید. بررسی های انجام شده در آمار حوادث ۱۰ ساله شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران، در بازه زمانی (۸۴-۹۴) در شکل (۳) نشان داده شده است.

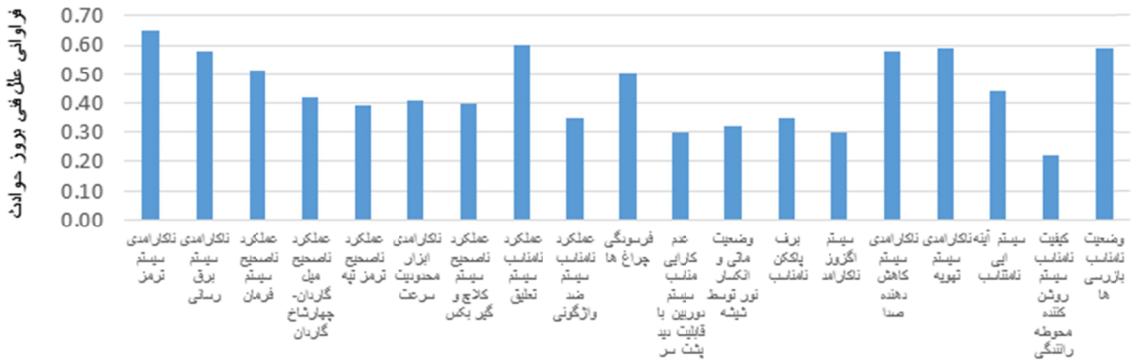
همان‌طور که در شکل (۳) مشخص است مهم‌ترین علت حوادث در نفت‌کش‌ها در طی دوره ده ساله مورد مطالعه، عبارت است از " ناکارآمدی سیستم ترمز "،"ناکارامدی سیستم برق‌رسانی"، "ناکارمدی سیستم کاهش‌دهنده صدا"، " عملکرد نامناسب سیستم تعلیق"، "بازرسی‌های نا مناسب"، "عدم کارایی سیستم تهویه"، "ماتی و عدم کارایی صحیح چراغ ها " "عملکرد نامناسب سیستم فرمان" .

به منظور تعیین اعتبار مدل نتایج آن با نتایج آمار حوادث انطباق داده. به‌طوری‌که آمار حوادث ده ساله شرکت پخش فرآورده‌های نفتی ایران نشان داد که نفت‌کش‌هایی که دارای سطح ایمنی قابل قبول هستند در آمار ده سال مورد مطالعه، کمتر از ده درصد حوادث را بخود اختصاص داده اند که علل گزارش شده در این نفت‌کش‌ها علل فنی نبوده و بیشتر خطاهای انسانی قید شده است. ۵۶ درصد از حوادث در آمار ۱۰ ساله مربوط به نفت‌کش‌هایی است که بر اساس ارزیابی انجام شده توسط الگوی ارائه شده، در سطح غیرقابل تحمل قرار گرفته اند. این مسئله گواه از اعتبار الگوی

جدول ۸- نتایج حاصل از ارزیابی امتیاز عملکرد ایمنی نفتکش های جاده پیما

ردیف	نوع نفتکش	S Trucki	OTrucki	RR	سطح ایمنی	ردیف	نوع نفتکش	S Trucki	OTrucki	RR	سطح ایمنی
۱	volvo 6*4(FM440)	۱	۱	۱	۲	۲۰	Renault Premium	۱	۱	۱	۲
۲	volvo 6*4 ۶ چرخ-	۱	۱	۱	۲	۲۱	Scania (P380)	۱	۱	۱	۲
۳	Benz 1921 ۶ چرخ-	۱/۰۹	۲/۸۳۶	۱/۸۲	۱	۲۲	Scania (P340)	۱	۱	۱	۲
۴	Benz 1921 ۱۰ چرخ-	۱/۱۳۱	۱/۷۵۵	۱/۴۳۳	۱	۲۳	Benz 2832	۱/۴۰۸	۱	۱/۱۷۰	۱
۵	Benz 2624	۲/۳۴۷	۱	۱/۴۸۰	۱	۲۴	Benz 1619	۱/۴۰۸	۱/۶۴۴	۱/۵۳۰	۱
۶	Benz Atego	۱	۱	۱	۲	۲۵	Iveco (Euro Cargo)	۱	۱	۱	۲
۷	Benz Axor	۱/۱۲۷	۱/۶۴۴	۱/۳۸۱	۱	۲۶	Benz 608	۳/۷۷۹	۳/۳۹۹	۳/۵۶۸	۰
۸	Benz 911	۱/۲۴۵	۲/۶۷۸	۱/۸۸۲	۱	۲۷	Hino	۶/۱۵۱	۵/۵۹۱	۵/۸۴۱	۰
۹	Volvo Fm9	۱	۱	۱	۲	۲۸	10-Howo 6*4	۳/۳۹۵	۶/۱۱۵	۴/۶۶۴	۰
۱۰	Benz 808- ۶	۲/۶۶۹	۵/۵۹۱	۳/۹۷۸	۰	۲۹	Hyundai	۱/۳۷۵	۱	۱/۱۵۷	۱
۱۱	Daf	۴/۳۹۷	۳/۳۹۹	۳/۸۲۶	۰	۳۰	10-Volvo 4*2	۲/۳۹۵	۴/۴۰۹	۳/۳۲۹	۱
۱۲	Dangfeng	۵/۵۸۳	۳/۳۹۹	۴/۲۷۰	۰	۳۱	Volvo FH12	۱	۱	۱	۲
۱۳	Renault Midlum	۲/۱۴۲	۱/۷۵۵	۱/۹۲۳	۱	۳۲	-Howo 6*4	۴/۹	۳/۳۹۹	۴/۰۲۱	۰
۱۴	Volvo N10	۱/۲۶۷	۱	۱/۱۱۵	۱	۳۳	10-Iveco	۱/۱۶۸	۲/۱۳۰	۱/۶۱۵	۱
۱۵	Mack	۷/۴۳۴	۳/۳۹۹	۴/۸۷۱	۰	۳۴	10-Benz 808	۴/۵۱۷	۳/۸۸۵	۴/۱۶۳	۰
۱۶	Volvo 4*2 -۶	۱	۱	۱	۲	۱۸	Benz Actros	۲/۵۳۹	۱/۱۳۰	۱/۶۳۹	۱
۱۷	Benz 2628	۱/۰۲۹	۲/۱۱۲	۱/۵۱۷	۱	۱۹	Benz 1924	۲/۲۱۳	۱/۶۴۴	۱/۸۸۴	۱

توجه : قابل قبول (۲) ; قابل تحمل (۱); غیرقابل تحمل (۰)



شکل ۳- علل فنی بروز حوادث در طی دوره ده ساله (۸۴-۹۴)

ارائه شده است. بر اساس شکل ۳ عدم انجام بازرسی‌های مناسب و به‌موقع نفت‌کش‌ها در شرکت پخش فرآورده‌های نفتی، یکی از عومل مهم و تاثیرگذار در بروز حوادث نفت‌کش‌های جاده پیما بوده است. لازم به ذکر است که انجام بازرسی‌های به‌موقع نفت‌کش‌ها (مطابق با توافق نامه بین‌المللی ADR و آیین نامه حمل و نقل مواد خطرناک) [۱۳ و ۱۷]، می‌تواند تا حدود زیادی از علل فنی بروز تصادفات از جمله ناکارامدی سیستم ترمز، سیستم تعلیق نفت‌کش، سیستم تهویه و سایر علل فنی بروز تصادفات جلوگیری نماید. نتایج به دست آمده از تحلیل حوادث و نظر سنجی خبرگان در بخش سنجش روایی و جامعیت الگو نشان داد که الگو تعریف شده از جامعیت و روایی لازم برخوردار است به‌طوری‌که نتایج شاخص CVR=۰/۹۷۲ و CVI=۰/۸۸۶ بیان کننده این مسئله می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

شناخت علل بروز حوادث و ریسک رخداد آن در ایجاد فرایند ایمنی زنجیره تامین فرآورده‌های نفتی، یک الزام اجتماعی و محیط زیستی محسوب می‌شود. این فرایند لازم است با توجه به شرایط محیطی و قوانین حاکم در یک کشور به‌صورت اختصاصی تعریف گردد. پژوهش حاضر به بررسی عملکرد ایمن

نفت‌کش‌های جاده پیما، با توجه به معیارهای فنی وسایل نقلیه می پردازد. نتایج نشان داد که از میان معیارهای فنی، عدم کارایی مناسب سیستم ترمز و رابط‌های آن، سیستم تهویه وسیله نقلیه و بازرسی‌های فنی به‌عنوان مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در علل حوادث نفت‌کش‌های جاده پیما محسوب میشوند که میتوانند عملکرد ایمنی نفت‌کش‌ها را تحت تأثیر قرار داده و ریسک بروز حوادث را افزایش دهند. در تحقیق آمبیتونی و همکاران (۲۰۱۵)، کنکا و همکاران (۲۰۱۶)، امیدواری و همکاران (۲۰۱۳) نیز "ضعف مکانیکی وسایل نقلیه" از اثرات بالایی در ریسک حمل و نقل مواد نفتی برخوردار بود و این امر، تاییدی بر انطباق نتایج با شواهد نظری و تجربیات قبلی می‌باشد. از وجوه بارز تفاوت این مطالعات با تحقیق حاضر، عدم توجه به بررسی جزئی و تخصصی مسائل فنی نفت‌کش‌ها می‌باشد [۴، ۱۸، ۱۹]. برخلاف مطالعات قبلی، در مطالعه ای که بنکوس و دیامنتیدیس در سال ۲۰۱۷ در رابطه با ریسک حمل و نقل مواد نفتی انجام دادند. سیستم ترمز و شرایط رفاهی نفت‌کش‌ها از جمله سیستم تهویه آن، از پارامترهای مؤثر در بروز ریسک حوادث نفت‌کش‌ها در نظر گرفته شدند که میتوانستند عملکرد ایمن آن را تحت تأثیر قرار دهند [۷]. که این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت.

بر اساس نتایج به دست امده، عدم پیوست ایران به توافقنامه ADR، منجر به عدم انجام مناسب بازرسی‌ها و پایش های اولیه، دوره ایی و میان مدت از تجهیزات نفت‌کش‌ها، مطابق با این توافق نامه شده است، همچنین عدم وجود منابع مالی مناسب سبب شده است که عمر نفت‌کش‌ها زیاد شده و شاخص‌های ایمنی و فنی نفت‌کش‌ها کاهش یابد. نتایج محققان دیگر [۵، ۱۸، ۱۹] نیز تأیید کننده نقش بازرسی‌ها و پایش مناسب با توجه به توافقنامه‌های بین‌المللی در حمل و نقل مواد نفتی (از جمله ADR) می‌باشد.

از دیگر وجوه تفاوت مطالعه حاضر با تحقیقاتی که در این مطالعه مورد بحث قرار گرفت، مدنظر قرار دادن شکست های ناشی از مشکلات مکانیکی با توجه به نوع نفت‌کش میباشد. همچنین در این مطالعه، الگویی برای ارزیابی عملکرد ایمنی نفت‌کش‌های جاده پیما در ناوگان حمل و نقل مواد نفتی با توجه به مشکلات مکانیکی آن‌ها و تفکیک موارد فنی به‌عنوان پارامترهای مؤثر در شدت ریسک و احتمال وقوع ریسک، صورت گرفت که این نوع تفکیک، در هیچ یک از مطالعات، مدنظر قرار نگرفته است. این موارد به‌عنوان نوآوری تحقیق حاضر مطرح می‌باشد .علاوه بر موارد مذکور، توجه به مشکلات مکانیکی به‌عنوان شرایط القاگر خطای انسانی نیز از دیگر جنبه‌های نوآوری تحقیق حاضر است.

از مهم‌ترین محدودیت های موجود در تحقیق کمبود اطلاعات بود که دسترسی به اطلاعات را سخت می کرد.از طرفی نتایج این تحقیق روی نفت‌کش‌ها با مخازن ثابت بود که این مسئله بیشتر به تغییرات مخزن در دوره زمانی مورد مطالعه بوده است. لذا نمی توان ارزیابی صحیحی از عملکرد ایمن این نوع نفت‌کش‌ها با توجه به عدم ثبات مخزن در طور دوره استفاده از نفت‌کش را داشت.

بر اساس موارد مطرح شده، بیشترین علل افزایش ریسک نفت‌کش‌ها مربوط به سیستم تهویه، سیستم ترمز، بازرسی‌ها بوده است که سیستم های تهویه بدلیل ایجاد زمینه های خطای راننده و سیستم های ترمز بدلیل نقص فنی و عامل کنترل کننده حوادث (لایه های کنترلی واکنشی) عمل می‌نماید که این مسئله در آمار حوادث نیز بیشترین تأثیر را نشان داده است. عدم بازرسی‌های مناسب سبب شده است که نفت‌کش‌هایی با پارامترهای فنی ضعیف، در عنوان نفت‌کش‌های فعال در شرکتهای پخش فرآورده‌های نفتی مورد استفاده قرار گیرد؛ که شاید مهم‌ترین علت آن، عدم تاکیدات آیین نامه ایی و قانونی در این زمینه باشد. پیوستن به استانداردهای مربوطه و دریافت گواهینامه های بین‌المللی سبب میشود که نفت‌کش‌هایی که دارای ضعف فنی و تجهیزاتی در ارتباط با عملکرد ایمن ناوگان حمل و نقل فرآورده‌های نفتی میباشند، مورد توجه بیشتر قرار گرفته و نسبت به رفع آن‌ها با تاکیدات بیشتر اقدام گردد. از بین این توافقنامه ها، توافقنامه ADR است. این توافقنامه ها، شرکتها را ملزم به منظور نمودن پارامترهای ایمنی در انتخاب نفت‌کش‌های ناوگان حمل و نقل می‌نماید.

در نهایت، با توجه به موارد مذکور و نتایج حاصل از

مطالعه، توصیه می‌شود نفت‌کش‌های " Mack, , Howo 6*4 (6, 10-wheels) , Benz 808 (6, 10-wheels) ،Hino ،Daf ،Dangfeng" بدلیل عدم انطباق های متعدد در شرایط تعریف شده در شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران و قرار گرفتن در طبقه غیر قابل تحمل از نظر عملکرد ایمن، از ناوگان حمل و نقل مواد نفتی ایران حذف گردد.

نتایج نشان داد که بیشترین علل افزایش ریسک نفت‌کش‌ها مربوط به سیستم تهویه، سیستم ترمز و فرایند بازرسی‌ها بوده است. سیستم های تهویه بدلیل ایجاد زمینه های خطای راننده و سیستم های ترمز بدلیل نقص فنی و عامل کنترل کننده حوادث (لایه‌های کنترلی واکنشی) بیشترین علت ریسک را نشان می دهد که این مسئله توسط آمار حوادث مورد تائید قرار می گیرد. با توجه به اینکه اساس انتخاب معیارها در این مقاله، توافقنامه ADR بوده است؛ می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که در صورتی که سایر الزامات ADR نیز در فرایند بازرسی و ارزیابی ایمنی نفت‌کش‌ها مدنظر قرار گیرد، این الگو می‌تواند به‌عنوان الگوی انتخابی ADR، در خصوص تعریف شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی ایمنی محسوب شود. در این رابطه لازم است تحقیقات بیشتری در خصوص نحوه و فرایند بازرسی با استفاده از مدل‌های جامع تر مانند تحلیل پوششی داده ها و مدل‌های تحقیق در عملیات، صورت پذیرد.

تقدیر و تشکر

محققین بر خود لازم می دانند که از دانشگاه علوم و تحقیقات تهران به دلیل فراهم ساختن مقدمات انجام این تحقیق تشکر و قدر دانی نمایند. همچنین از آقای ویس کرمی و آقای مهندس کرم بین، از مدیران شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران که در جمع آوری و پردازش اطلاعات کمک نمودند، تشکر و قدردانی می نمایند.

References

1. Aven T. Safety is the antonym of risk for some perspectives of risk. Safe Sci; 2009;47(7):925-300.

2. Omidvari M, Mansouri N, Nouri J. A pattern of fire risk assessment and emergency management in educational center laboratories. Safe Sci. 2015;73: 34-42.

3. Oggero A, Darbra R, Munoz M, Planas E, Casal J. A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail. J Hazard Mat. 2006;133:1-7.

4. Omidvari M, Nourmoradi H, Nouri J, Shamaii A. Presentation of pattern of occupational and environmental health risk assessment in oil products transportation. J Health Syst Res. 2013;9(2):1-11. [Persian]

5. Zinel Hamedani A, Raesi Nafchi M, Rasti Barzeki M, Khosro Shahi H. Road Transport Safety: A Factor Analysis Approach. J Product Operat Managt. 2016;7(2):1-20. [Persian]

6. Yang J, Li F, Zhou J, Zhang L, Huang L, Bi J. A survey on hazardous materials accidents during road transport in China from 2000 to 2008. J. Hazard. Mater. 2010;184: 647-653.

7. Benekos I, Diamantidis D. On risk assessment and risk acceptance of dangerous goods transportation through road tunnels in Greece. Safe Sci. 2017;91:1-10.

8. Haji Hossieni A, Human error engineering, Tehran: Fannavaran. 2011;51. [Persian].

9. Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process, New York: McGraw-Hill; 1980.

110. Ozdag˘og˘lu A, Ozdag˘og˘lu G. Comparison of AHP and Fuzzy AHP for the multi-criteria decision making processes with linguistic evaluations. Istanbul Ticaret Universitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl. 2007; 6(11): 65–85.

11. Kwong CK, Bai H. Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a Fuzzy AHP with an extent analysis approach. IIE Transact. 2003;35: 619–626.

12. Nouri J, Omidvari M, Tehrani SM. Risk Assessment and Crisis Management in Gas Stations. Int J Enviro Res. 2010;4(1): 143-52.

13. ADR. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road. United Nations: ECE/TRANS/242 2015; 590-600. Availabe at: URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adr/adr2015/ADR2015e_WEB.pdf

14. Calebrese A, Costa R, Menichini T. Using Fuzzy AHP to manage Intellectual Capital assets: An application to the ICT service industry. Expert Syst Appl. 2013;40: 3747-3755.

15. Lee SH. Using Fuzzy AHP to develop Intellectual Capital evaluation model for assessing their performance contribution in a University. Expert Syst Appl. 2010;37:4941–4947.

16. Momeni M, New Operational Research Topics, Tehran: Moalef; 2013:232. [Persian]

17. Regulations for Road transport of hazardous

materials. Approval of Cabinet of Ministers. Iran: 2000; 1-5. [Persian]. Available at: URL: http://www.doe.ir/Portal/file/?121259/48-hamlo-nagle - mavade-khatarnak.pdf

18. Ambituuni A, Amezaga MJ, Werner D. Risk assessment of petroleum product transportation by road: A framework for regulatory improvement. Safe Sci. 2015;79: 324-335.

19. Conca A, Ridella C, Sapori E. A risk assessment for road transportation of dangerous goods: a routing solution. Transport Res Procedia. 2016;14: 2890-2899.