



موسسه آموزش عالی انرژی
دانشکده فنی مهندسی
پایان نامه دوره کارشناسی ارشد
مهندسی شیمی- بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)

عنوان

ارائه‌ی الگوی میزان تاثیر مولفه‌های تاثیر گذار در شناسایی، اعلام و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر مصطفی عادل‌زاده

پژوهشگر:

حسین طارمی

تابستان ۹۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تعهد نامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

اینجانب دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته به شماره دانشجویی
در رشته که در تاریخ

از پایان نامه خود تحت عنوان :

با کسب نمره و درجه دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می شوم:

۱- این پایان نامه حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه، کتاب، مقاله و...) استفاده نموده ام، مطابق ضوابط و رویه های موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست ذکر و درج کرده ام.

۲- این پایان نامه قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین تر یا بالاتر) در سایر دانشگاهها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است.

۳- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده و هر گونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب، ثبت اختراع و از این پایان نامه داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.

۴- چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را بپذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی :

تاریخ و امضاء



منشور اخلاق پژوهش

بایاری از خداوند سبحان و اعتقاد به اینکه عالم محضر خداست، همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشتن مقام بلند دانش و پژوهش و نظریه اهمیت جایگاه دانشگاه در اعتلای فرهنگ و تمدن بشری، موانشجویان و اعضاء هیأت علمی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم:

- ۱- اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای حقیقت جویی و وفاداری به آن و دوری از هرگونه پنهان سازی حقیقت.
- ۲- اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهشیدگان (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.
- ۳- اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت حقوق کامل مادی و معنوی دانشگاه و کلیه بهکاران پژوهش.
- ۴- اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.
- ۵- اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع در اختیار.
- ۶- اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها در کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.
- ۷- اصل احترام: تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب تقد و خودداری از هرگونه حرمت شکنی.
- ۸- اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به بهکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.
- ۹- اصل برانست: التزام به برانست جویی از هرگونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلائند.

تقدیم به خانواده عزیزم :

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پر بار
وجودشان بیاسایم و از ریشه آن‌ها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش
تلاش نمایم والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این
دو وجود پس از پروردگار مایه هستی‌ام بوده اند دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر
از فراز و نشیب آموختند. آموزگارانی که برایم زندگی بودن و انسان بودن را معنا کردند حال این برگ
سبزی است تحفه درویش تقدیم آنان به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان
به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است
به پاس قلب‌های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید و
به پاس محبت‌های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند.

سپاسگزاری

حمد و سپاس خداوند بزرگی را که مظهر لطف و منبع فیض و بخشاینده‌ی استعدادهاست و توفیق‌ها در پرتو الطاف بیکران اوست.

از استاد گرامیم بسیار سپاسگذارم چرا که بدون راهنماییهای ایشان تهیه این پایان نامه بسیار مشکل می نمود.

در پایان از لطف بی دریغ دیگر عزیزانی که در این پروژه مرا یاری رسانده‌اند و مجالی برای نام بردن از این عزیزان نیست بی نهایت سپاسگذارم.

چکیده

در این تحقیق به ارائه‌ی الگوی میزان تاثیر مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی، اعلام و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی کشور پرداخته شده است. لذا هدف اصلی تحقیق ارائه‌ی الگوی میزان تاثیر مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی می‌باشد. روش تحقیق در این پژوهش از نوع توصیفی کاربردی و به لحاظ هدف از نوع تحلیلی و از نظر فرآیند و روش جمع آوری و تحلیل داده‌ها جزو تحقیقات پیمایشی است. جامعه آماری در این تحقیق کارکنان و مدیران مجرب فعال در صنعت حمل و نقل ریلی کشور بوده و حجم نمونه‌ی تحقیق ۱۸۰ نفر از کارکنان و مدیران مجرب فعال در صنعت حمل و نقل ریلی می‌باشد که پرسشنامه‌ی تحقیق میان آنها توزیع گردید. پرسشنامه‌ی تحقیق با بررسی ادبیات و پیشینه‌ی تحقیق جهت شناسایی مولفه‌های لازم برای الگوی تحقیق طراحی شد و روایی و پایایی آن بررسی و تأیید گردید. در نهایت جهت اولویت‌بندی و رتبه‌بندی مولفه‌ها از تحلیل شبکه‌ای *ANP* فازی استفاده گردید. نتایج تحقیق و اولویت‌بندی مولفه‌های مدل به صورت زیر به دست آمد: (۱) بازرسی و کنترل، (۲) طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی، (۳) عملکرد نیروی انسانی، (۴) نگهداری و تعمیرات، (۵) مخاطرات الکتریکی، (۶) اختلالات عملکرد سیستم، (۷) عوامل بیرونی و محیطی. بنابراین نتایج تحقیق، اهمیت عامل نظارت، بازرسی و کنترل در صنعت ریلی کشور را نشان داده است.

کلمات کلیدی: مولفه‌های شناسایی، اعلام و اطفاء حریق، صنایع حمل و نقل ریلی، تحلیل شبکه‌ای *ANP* فازی.

فهرست مطالب

چکیده	ج
فصل اول	۱
(۱-۱) مقدمه	۲
(۲-۱) بیان مسأله	۳
(۳-۱) ضرورت انجام تحقیق	۵
(۴-۱) نوآوری تحقیق	۷
(۵-۱) اهداف تحقیق	۷
(۶-۱) پرسش تحقیق	۸
(۷-۱) بیان مفاهیم متغیرهای تحقیق	۸
فصل دوم	۱۰
(۱-۲) مقدمه	۱۱
(۲-۲) مبانی نظری اطفای حریق	۱۲
(۱-۲-۲) ماهیت حریق	۱۲
(۲-۲-۲) طبقه بندی انواع آتش	۱۳
(۳-۲-۲) روش های کلی اطفای حریق	۱۷
(۴-۲-۲) مواد خاموش کننده آتش	۱۹
(۵-۲-۲) سامانه های اطفای حریق	۲۳
(۶-۲-۲) لزوم کاربرد سیستم های اعلام حریق	۲۴
(۷-۲-۲) عناصر تشکیل دهنده سیستم های اعلام حریق	۲۶
(۸-۲-۲) انواع سیستم های اعلام حریق	۲۸
(۳-۲) مبانی نظری حمل و نقل و حمل و نقل ریلی	۳۷

۴۷.....	۱-۳-۲) بررسی سیستم های حمل و نقل
۵۳.....	۲-۳-۲) سیستم راه آهن
۵۵.....	۴-۲) پیشینه تحقیق
۶۱.....	۵-۲) جمع بندی پیشینه ی تحقیق
۶۵.....	فصل سوم
۶۶.....	۱-۳) مقدمه
۶۶.....	۲-۳) روش پژوهش
۶۷.....	۳-۳) جامعه آماری
۶۸.....	۴-۳) حجم نمونه و روش نمونه گیری
۶۸.....	۵-۳) روش و ابزار گرد آوری اطلاعات
۶۹.....	۶-۳) بررسی روایی و پایایی پرسش نامه
۶۹.....	۱-۶-۳) روایی پرسشنامه
۷۲.....	۲-۶-۳) پایایی پرسشنامه
۷۴.....	۷-۳) روش تجزیه و تحلیل اطلاعات
۷۵.....	۱-۷-۳) شرح روش ANP فازی
۸۹.....	فصل چهارم
۹۰.....	۱-۴) مقدمه
۹۱.....	۲-۴) آمار توصیفی
۹۷.....	۳-۴) تحلیل عاملی تأییدی
۱۰۳.....	۴-۴) رتبه بندی عوامل مدل با روش ANP فازی
۱۰۸.....	فصل پنجم
۱۰۹.....	۱-۵) مقدمه
۱۰۹.....	۲-۵) نتایج تحقیق
۱۱۴.....	۳-۵) پیشنهادهای بر اساس نتایج تحقیق

۱۱۵.....	پیشنهادهای برای تحقیقات آینده (۴-۵)
۱۱۶.....	محدودیت‌های تحقیق (۵-۵)
۱۱۷.....	منابع تحقیق
۱۲۳.....	پیوست:

فهرست جداول

- جدول ۱-۲- جمع‌بندی پیشینه‌ی تحقیق و عوامل شناسایی شده ۶۱
- جدول ۱-۳: حداقل مقدار CVR قابل قبول بر اساس تعداد خبرگان نمره گذار: (۷۰) ۷۱
- جدول ۲-۳: مقیاس AHP ۷۹
- جدول ۳-۳: شاخص تصادفی ۸۱
- جدول ۳-۴: شاخصهای تصادفی (RI) ۸۵
- جدول ۱-۴: توصیف جنسیت پاسخ دهندگان ۹۱
- جدول ۲-۴: توصیف وضعیت تأهل پاسخ دهندگان ۹۲
- جدول ۳-۴: توصیف سن پاسخ دهندگان ۹۲
- جدول ۴-۴: توصیف متغیر سطح تحصیلات پاسخ دهندگان ۹۳
- جدول ۵-۴: توصیف سابقه کار پاسخ دهندگان ۹۴
- جدول ۶-۴: دسته بندی سؤالات برای مدل تحلیل عاملی تحقیق ۹۶

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: ارتباط بخش های مختلف حمل و نقل با یکدیگر ۴۷
- شکل ۲-۲: تقسیم بندی راه های بین شهری ۵۱
- شکل ۲-۴ ۹۸
- شکل ۱-۴: تحلیل عاملی تأییدی مدل در حالت استاندارد ۹۸

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱) مقدمه

قطار گونه‌ای از حمل و نقل ریلی است که از وسایل نقلیه به هم پیوسته تشکیل شده است و به منظور جابجایی بار یا مسافران روی ریل حرکت میکند. آتش‌سوزی در قطارها یکی از مهمترین خطراتی است که همواره ایمنی قطارها و مسافرهای آنها را تهدید می‌کند. پدیده آتش‌سوزی هر ساله خسارت جانی و مالی فراوانی را به مردم و دولت‌های جهان وارد میکند. سوختگی در افراد تبعات مالی و اجتماعی فراوانی همانند هزینه‌های درمانی مستمر و خسارت مربوط از کار افتادگی و... در پی خواهد داشت. در جهان حوادث ریلی متفاوتی رخ میدهد که باعث میشود این وسیله نقلی ایمن را به یک وسیله ناایمن تبدیل کند؛ از جمله در کشور ما بعد از حادثه قطار نیشابور یکی از مرگ بار ترین حوادث ریلی در ایران برخورد قطار در محور سمنان _ دامغان است که صبح روز جمعه ۵ آذر ۹۳۱۵ به وقوع پیوست. قطار سمنان به مشهد از پشت به قطار تبریز به مشهد که در همان ریل متوقف بود برخورد میکند. در پی برخورد این دو قطار، چهار واگن از ریل خارج شد و پنج واگن دچار حریق شدند که در این حادثه ۷۲ نفر کشته و ۹۰۳ نفر نیز مصدوم شدند. با توجه به اهمیت این موضوع، در این تحقیق ارائه‌ی الگو میزان تاثیر مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی اعلام و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی می‌پردازیم. در فصل اول تحقیق، به بیان کلیات تحقیق شامل بیان مسأله، ضرورت و اهداف تحقیق می‌پردازیم و چارچوب کلی تحقیق را بیان خواهیم کرد.

۱-۲) بیان مسأله

آتش یکی از ضروریات زندگی امروزی است و نمی‌توان آن را از زندگی انسان‌ها حذف کرد ولی نیاز به مدیریت ریسک حریق برای تعادل بین مزایا و معایب آن و پیشگیری از وقوع حوادث ناگوار ناشی از حریق، امری ضروری است. افزایش آمار وقوع حوادث ناشی از حریق در ساختمان‌ها و اماکن صنعتی، موجب ازدیاد توجه به این امر و تسریع روند رو به تکامل روش‌های حفاظت در برابر حریق گردیده است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۹). با وجود این که روش‌های زیادی برای ارزیابی ریسک و طراحی سیستم‌های پیش‌گیری و حفاظت از حریق وجود دارد، ولی مطالعات کمی در خصوص نحوه استفاده کاربردی و عملی از نتایج این روش‌ها وجود دارد. هم‌چنین اکثر تحقیقات در خصوص اطفاء حریق در صنایع، برای ارزیابی یک فرایند خاص کاربرد داشته، امکان تعمیم نتایج آن‌ها به تمامی واحدهای یک صنعت و صنایع مشابه وجود ندارد. لذا در این تحقیق الگو میزان تاثیر مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی اعلام و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی پرداخته می‌شود.

رشد صنعت حمل و نقل یکی از شاخص‌های مهمی است که میزان توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشوری را بخوبی نشان می‌دهد. گسترش و بهبود این سیستم جزء پایه‌های رشد اقتصادی بوده و نقشی اساسی را برای فرآیند توسعه هرچه بیشتر کشور ایفا می‌نماید. به بیان روشن‌تر توسعه حمل و نقل در سطح اقتصاد کلان باعث رشد اقتصادی و جذب سرمایه‌گذاران، و در سطح اقتصاد خرد نیز بهبود حمل و نقل مستقیماً باعث کاهش قیمت تمام‌شده کالاهای

صنعتی و غیرصنعتی گردیده و در نهایت اینکه توسعه در ساختارهای حمل و نقل به پیشرفت در بخش‌های صنعتی و غیرصنعتی می‌انجامد. حمل و نقل ریلی از ابزارهای اصلی و اساسی توسعه است و در مقایسه با سایر سیستم‌های حمل و نقل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

بهره برداری از زیرساخت و ناوگان موجود ریلی در کشور، دستیابی به سطوح بالاتر ایمنی در صنعت حمل و نقل ریلی، کاهش آلاینده‌های محیطی صنعت حمل و نقل، کنترل و برنامه ریزی هر چه بهتر، هدف گذاریها و سیاستگذاری‌ها در توسعه صنعت حمل و نقل ریلی در کشور، تحلیل ضعف‌ها، قوت‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی صنعت و ضرورت برخورداری از یک نظام مهندسی در مدیریت و برنامه ریزی صنعت راه آهن همگی ضروریاتی هستند که در تحقیقات تجربی و کاربردی باید مورد بررسی قرار گیرد.

با اضافه کردن فناوری‌های روز به ناوگان راه آهن و البته نوسازی واگن‌های فعلی میتوان بخش زیادی از ریسک آتش‌سوزی در قطارها را کاهش داد. واگن‌های مسافری به دلیل اینکه عمدتاً از مواد قابل توجهی که همگی دارای جنس پلاستیک و اشتغال پذیر هستند مقاومتی در برابر انتشار آتش ندارند و نرخ رشد آتش افزایش می‌یابد. لزوم نصب و طراحی سیستم اعلان اطفای حریق به عنوان یک سیستم امنیتی در واگنهای قطار بر اساس استانداردهای حریق و در چهار چوب استاندارد ریلی، قطعاً نقش به‌سزایی بر عدم وقوع حریق و پیامدهای ناشی از آن را خواهد داشت. اینگونه شغل‌ها لاجرم کارکنان را نیز در مواجهه باخطر قرار می‌دهند و می‌توانند آسیب‌های جدی روحی و فیزیکی برایشان ایجاد کنند. لذا یکی از مواردی که همواره موجب تنش و نگرانی کارکنان می‌شود ایمنی در محیط کار است. در واقع یکی از ارکان مهم مدیریتی خاصه در صنایع،

بالا بردن ضریب ایمنی و کاهش حوادث و آسیب‌های زیست‌محیطی در جهت افزایش رفاه نیروی انسانی با در نظر گرفتن برخورداری از محیطی کاری ایمن می‌باشد. بنابراین با بررسی میزان تاثیر مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی اعلام و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی می‌توان راهکارهای افزایش ایمنی در صنعت ریلی برای کارکنان و مسافران را ارائه نمود.

۱-۳) ضرورت انجام تحقیق

با رشد روز افزون تکنولوژی و ماشینی شدن، هر روزه شاهد آمار بالای حوادث صنعتی و اتلاف سرمایه‌های انسانی و مادی در محیط‌های شغلی هستیم. لذا نیاز به استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای بیش از پیش احساس می‌شود و چنانچه سازمانها از حدود مشخص شده تجاوز نمایند، مشکلات بیشمار و در نهایت ضرر و زیان جبران ناپذیری رقم خواهند زد (امینی‌فرد و مشکانی، ۱۳۹۱). در حال حاضر طول خطوط اصلی ریلی ایران ۹۹۹۲ کیلومتر است که حدود ۴۰٪ از این خطوط طی سیزده سال گذشته احداث گردیده است. در برنامه پنجم توسعه مقرر شده است که تا پایان سال ۱۳۹۴ طول خطوط اصلی به ۱۵۰۶۶ کیلومتر افزایش یابد که افزایش سوانح ریلی را به دنبال دارد، در نتیجه نیاز است به‌منظور کاهش سوانح ریلی اقدامات موثری صورت پذیرد. در این تحقیق با بررسی آماری سوانح ریلی ایران و مقایسه آن با سوانح ریلی کشورهای آمریکا و کانادا نتیجه گرفته شده که ایمنی ریلی ایران از استانداردهای کافی برخوردار نبوده و در شرایط مطلوب قرار ندارد. بر اساس نتایج تحقیق، در اولویت‌بندی سوانح ریلی بر حسب شدت سانحه، چهار نوع سانحه برخورد قطار با عابر، خروج از خط، برخورد قطار با وسایل نقلیه جاده‌ای و

برخورد آلات ناقله، با اختصاص ۸۸٪ از کل سوانح ریلی به خود طی سال‌های ۷۸ الی ۸۷ با فاصله‌ی زیادی نسبت به سوانح دیگر در صدر سوانح پر خطر کشور قرار دارند (گلی، ۱۳۹۱). بنابراین ضرورت دارد در تحقیقات متعدد به بررسی عوامل شناسایی حریق در صنعت حمل و نقل ریلی کشور پرداخته شود.

در این راستا پیش‌بینی و پیشگیری از خطرات حریق، اطلاعات پر دامنه و عمیق علمی و فنی را ایجاد می‌نماید و از یک قرن پیش ضرورت آن به طور کامل احساس می‌شود. این امر به ایجاد رشته مهندسی حفاظت از حریق منجر شد که همواره وسعت معلومات و اهمیت آن رشد صعودی سریعی دارد و با تکنولوژی روز همگام می‌شود. حریق ممکن است به هر نوع ساختمان یا تاسیسات مختلف حمله ور شود و به طور کلی هیچ خانه، مدرسه، اداره، کارخانه، کارگاه، دانشگاه، آزمایشگاه، انباری نیست که از خطر آتش سوزی مصون باشد. بنابراین آتش سوزی جنبه عمومی داشته و در هر جا و برای هر کس امکان اتفاق دارد و اغلب موجب خسارات سنگین مالی و تلفات و جراحات انسانی و غیره می‌شود (واچتر و یوریو^۱، ۲۰۱۴). لذا اطلاعات کافی از سیستم ایمنی و اطفای حریق و همچنین پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی برای سازمان‌ها و دستگاه‌های دولتی و خصوصی ضروری است. بنابراین برای شروع به کار در مراکز صنعتی نیاز وافر به آگاهی و دانش ایمنی نسبت به همان صنعت از ضروریات اولیه است. زیرا عدم اشراف به خطرهای موجود که همیشه در کمین کارکنان می‌باشد، یعنی استقبال از خطر و طبعاً به وقوع پیوستن

^۱ Wachter and Yorio

حوادث ناخواسته که منجر به از کارافتادگی موقت یا دائم و یا نقص عضو و یا حتی مرگ می گردد. بنابراین با انتخاب صنعت حمل و نقل ریلی، در این تحقیق به بررسی میزان تاثیر مولفه های تاثیرگذار در شناسایی و اطفاء حریق در صنعت حمل و نقل ریلی پرداخته می شود.

۴-۱) نوآوری تحقیق

با بررسی پیشینه ی تحقیقات در حوزه ی موضوع تحقیق مشخص شد تاکنون در مطالعات داخلی به ارائه ی الگوی میزان تاثیر مولفه های تاثیرگذار در شناسایی و اطفاء حریق پرداخته نشده است و در این زمینه شکاف پژوهشی وجود دارد. لذا نوآوری تحقیق، در برطرف نمودن این شکاف پژوهشی می باشد.

۵-۱) اهداف تحقیق

هدف کلی:

ارائه ی الگوی میزان تاثیر مولفه های تاثیرگذار در شناسایی و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی.

اهداف علمی

- ۱) شناسایی و تجزیه و تحلیل خطرات در صنایع حمل و نقل ریلی
- ۲) کاهش خسارت آتش سوزی و پیامدهای آن در صنایع حمل و نقل ریلی
- ۳) برنامه ریزی مناسب و شناسایی و پیشگیری از وقوع حریق در صنایع حمل و نقل ریلی

۴) روش‌های کاهش ریسک آتش سوزی در قطارها.

۶-۱) پرسش تحقیق

۱) الگوی میزان تاثیر مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی و اطفاء حریق در صنایع حمل و

نقل ریلی چگونه است؟

۲) اولویت‌بندی مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل

ریلی چگونه است؟

۷-۱) بیان مفاهیم متغیرهای تحقیق

حریق: حریق یا آتش، واکنش سریع مواد سوختنی با اکسیژن هوا است که همراه نور و

حرارت می‌باشد، عبارت دیگر هر نوع اکسیداسیون که نور و حرارت به‌همراه داشته باشد حریق

نامیده می‌شود (فروغی نسب و همکاران، ۱۳۹۲). برای آگاهی از یک آتش سوزی در اولین

لحظات وقوع و اطفاء سریع آن به یک سیستم اعلام و اطفاء حریق نیاز می‌باشد. سیستم اعلام

حریق به مجموعه‌ای از قطعات الکترونیکی گفته می‌شود که وظیفه آشکارسازی حریق در اماکن

مختلف را بر عهده دارد (پورخسروانی، ۱۳۹۲).

حمل و نقل: حمل و نقل، انتقال اشخاص و کالاها از نقطه‌ای به نقطه دیگر است. صنعتی که

به تجهیز ملزومات حمل و انتقال اشخاص و کالاها می‌پردازد بخش مهمی از اقتصاد ملی را تشکیل

می‌دهد که به صنعت حمل و نقل شهرت یافته است. حمل و نقل هوایی، ریلی، جاده‌ای و دریایی

انواع ساده حمل و نقل هستند (گلی، ۱۳۹۱).

صنایع حمل و نقل ریلی: حمل و نقل ریلی یکی از روش‌های ترابری بر روی زمین با استفاده از ریل است که در مصرف انرژی بسیار به صرفه عمل می‌کند. ریل‌ها رویه‌ای بسیار صیقلی و محکم فراهم می‌کنند که چرخ‌های قطار می‌توانند با کمترین اصطکاک ممکن بر روی آن‌ها بغلتند. این روش با خود راحتی و صرفه‌جویی در انرژی مصرفی به همراه دارد (مایار و همکاران، ۱۳۹۲).

فصل دوم

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱) مقدمه

به طور کلی مدیریت ایمنی، سازماندهی لازم جهت تعریف ساختارهای احتمالی مخاطرات و سیاست گذاری‌های ایمنی واحد را بر عهده دارد (خلیلی، ۱۳۹۱). پیچیدگی مدیریت ایمنی متناسب با نیازهای شرکت و محیط کار است. در این راستا سیاست گذاری ایمنی شامل روش‌ها و فرآیندهایی است که یک سازمان جهت نیل به میزان ایمنی مورد انتظار مورد استفاده قرار می‌دهد. در فرایند پیاده سازی سیستم ایمنی، مدیریت ارشد باید اعضا و پرسنل سازمان را مشارکت دهد تا احساس مسئولیت پذیری مشترک در ارتباط با فرهنگ ایمنی در بین کل اعضای سازمان تقویت شود (آزاده و همکاران^۱، ۲۰۰۸). در این راستا سامانه‌های اطفاء حریق بخش مهمی از تجهیزات ایمنی هستند که از بروز خسارت‌های مالی و جانی ناشی از آتش‌سوزی جلوگیری می‌کنند. برای شناخت رفتار آتش، به‌منظور برنامه‌ریزی در پیشگیری و کنترل حریق، لازم است با اصطلاحات، مفاهیم، علل و شرایط بروز، عوامل مؤثر بر گسترش حریق آشنا شویم و برای جلوگیری از آسیب‌ها، هزینه‌ها و خسارت ناشی از آتش‌سوزی‌ها، روشهای انتقال و انتشار شعله، مکانهای دارای خطرو طبقه‌بندی انواع حریق از نظر روش اطفاء را بیان کنیم و روش‌های عمومی اطفای حریق را توضیح دهیم. بنابراین در این فصل از پژوهش، مبانی نظری تحقیق شامل ماهیت حریق، سیستم‌های اطفای حریق به ویژه در صنعت حمل و نقل ریلی به تفصیل تشریح و بررسی

^۱ Azade et al.

خواهد شد سپس پیشینه ی تحقیقات داخلی و خارجی را که همسو با موضوع تحقیق حاضر صورت گرفته است ارائه خواهیم کرد.

۲-۲) مبانی نظری اطفای حریق

حریق یکی از خطرناکترین پدیده‌هایی است که خسارات جانی و مالی عمده‌ای را به وجود می‌آورد و بر طبق تجربیات حاصل شده در سالهای گذشته خطری مهم برای کلیه مراکز صنعتی، خدماتی، آموزشی، درمانی و تجاری از جمله صنعت حمل و نقل ریلی است.

۲-۲-۱) ماهیت حریق

عوامل موثر در ایجاد آتش سوزی متعدد می باشد ولی برای ایجاد آتش وجود سه عامل زیر که به مثلث حریق معروف است ضروری است و در صورت حذف تنها یکی از آنها ادامه حریق ممکن نیست:

۱- اکسیژن: میزان اکسیژن موجود در هوا در شرایط طبیعی ۱۲ درصد است اگر میزان آن به زیر ۱۲ درصد برسد آتش خاموش می شود.

۲- مواد سوختنی: تمام موادی که قابلیت سوختن داشته باشند ماده سوختنی تلقی می شوند این مواد می توانند مایع، جامد و یا گاز باشند. سرعت سوختن و گسترش شعله در مواد مختلف متفاوت است.

۳- حرارت: برای شروع حریق وجود حرارت الزامی است که این حرارت می تواند توسط سیگار، جریان برق، جرقه، الکتریسیته ساکن و... تامین گردد (گلمحمدی، ۱۳۹۵).

امروز برای جلوگیری از ادامه آتش سوزی و مهار سریع حریق عامل چهارمی تحت عنوان واکنشهای زنجیری در اثر متصاعد شدن گازها در نظر گرفته شده است. مطابق با آئین نامه پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی باید وسائل و تجهیزات کافی پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی موجود بوده و در تمام ساعات شبانه روز اشخاصی را که از تعلیمات لازم بهره مند و به طریقه صحیح استعمال وسائل و تجهیزات مربوطه آشنا باشند در اختیار داشته باشند.

۲-۲-۲ طبقه بندی انواع آتش

طبقه بندی انواع آتش به شکل زیر انجام می شود:

نوع اول (A): شامل سوختن هر مادهای که پس از سوختن از خود خاکستر بجا می گذارد مانند مقوا، کاغذ، لباس و چوب. برای خاموش کردن این نوع آتش از آب استفاده می شود و منبع آتش هدف گرفته می شود.

نوع دوم (B): شامل تمام مواد قابل اشتعال می باشد که از خود خاکستر بجا نمی گذارد. مانند فراورده های نفتی، روغن های صنعتی و رنگ ها. برای خاموش کردن این نوع آتش از خاموش کننده هایی نظیر Co_2 یا پودر خشک استفاده میشود تا اکسیژن از دسترس آتش دور گردد. استفاده از آب برای خاموش کردن این نوع آتش به توسعه آن کمک میکند.

نوع سوم (C): این نوع آتش از سوختن گازهای قابل اشتعال با موادی که سرعت به گاز تبدیل میشوند به وجود می‌آید. مثل پرویان مایع که سرعت تبدیل به گاز قابل اشتغال میشود. خاموش‌کننده‌هایی مانند پودر خشک، هالوژن‌ها، کف و دی‌اکسیدکربن برای مقابله با این نوع حریق استفاده میشوند.

نوع چهارم (D): حریق ناشی از سوختن برخی فلزات قابل اشتعال نظیر منیزیم، پتاسیم و آلومینیم. برای خاموش کردن این نوع حریق باید از پودرهای خاص استفاده کرد و در صورت دسترس نبودن امکانات کافی از شن و ماسه استفاده نمود. در این نوع از حریق، باید توجه کرد که پودرهای اطفاء را بایستی به آرامی روی مواد محرق ریخت و مراقب نور شدید ناشی از سوختن این فلزات بود.

نوع پنجم (E): این دسته شامل حریق‌های الکتریکی می‌باشد که در اثر استفاده نابجا از یک وسیله الکتریکی و نگهداری نادرست تجهیزات برقی یا اتصالات برقی ایجاد می‌شود. استفاده از فیوز در کاهش این نوع حریق بسیار مؤثر است. برای اطفاء باید ابتدا برق را قطع نمود و تا آن هنگام الاقل یک متر با برق فاصله داشت.

نوع ششم (F): مواد موجود در آشپزخانه‌ها (مانند چربی‌ها و روغن‌ها که شبیه به دسته‌ی نوع B می‌باشند) (جهانگیری و همکاران، ۱۳۹۱).

دلایل کلی نیاز به سیستم آتش‌نشانی و اطفاء حریق به شکل زیر است:

۱) پیشگیری از بروز آتش سوزی

۲) محافظت از ساختمان در برابر حریق

۳) تامین سلامت کارکنان در ساختمان

۴) به حداقل رساندن خسارت‌های مالی و اقتصادی (گلی، ۱۳۹۱).

عوامل و شرایط متعددی در بروز حریق ایفای نقش می‌نمایند که مهم‌ترین آنها شامل موارد

زیر است:

۱) آتش‌گیری مستقیم: مانند نزدیک نمودن شعله به مواد سوختنی

۲) افزایش تدریجی دما: افزایش دما در یک توده زغال سنگ یا مواد آلی و حیوانی که به

تدریج دمای آنها در اثر فشار و فعل و انفعالات بالا رفته و شروع به سوختن می‌کنند.

۳) واکنش‌های شیمیایی: واکنش‌های نظیر ترکیب آب و اسید

۴) اصطکاک: مالش بین دو جسم آتش‌گیر مانند دو قطعه چوب خشک

۵) تمرکز پرتوهای مرئی و غیر مرئی: در این حالت به دلیل خاصیت ذره بینی تمرکز نور روی

اشیاء باعث حریق می‌گردد.

۶) الکتریسیته جاری: حرارت حاصل از عبور جریان برق از یک هادی دارای مقاومت بالا می

تواند سبب حرارت و آتش گردد.

۷) الکتریسیته ساکن: به دلیل ایجاد جرقه ناشی از اختلافات پتانسیل در مکان‌هایی که دارای

گاز یا بخار مواد آتشگیر باشند می‌تواند داشته باشد.

۸) صاعقه: صاعقه دارای صدها هزار ولت اختلاف پتانسیل الکتریکی است و می‌تواند

براحتی سبب بروز حریق گردد.

۹) انفجار ناشی از مواد منفجره: دینامیت و بسیاری مواد منفجره دیگر در حین انفجار می

توانند آتش سوزیهای وسیعی را ایجاد نمایند.

۱۰) تراکم بیش از حد ماده سوختنی: تراکم بیش از حد مواد سوختنی در حالت بخار یا گاز

مشابه آنچه که در موتورهای درون سوز اتفاق می افتد همراه با یک عامل راه انداز مانند

جرقه می تواند سبب بروز حریق گردد (قندهاری، ۱۳۸۳).

در خصوص شرایط سوخت لازم است به بررسی انواع سوختها به اختصار پرداخته شود:

سوختهای جامد

اغلب جامدات سوختنی ترکیبات حاوی کربن، هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن هستند و لذا

موقع سوختن گاز دی اکسید کربن و بخار آب تولید می کنند. در شرایطی مثل اتاقهای بسته یا

فضاهای محصور که نفوذ هوا کم بوده و اکسیژن کافی وجود ندارد، سوختن مواد به صورت ناقص

رخ داده و بجای دی اکسید کربن، مونو کسید کربن که گازی سمی است تولید می شود. این گاز

سمی بی رنگ، بی بو و بی مزه عامل اصیل بسیاری از مرگهای ناشی از حریق است. مهمترین

عوامل مؤثر در اشتعال مواد جامد سطح تماس ماده با هوا، خاصیت هدایت حرارتی، میزان رطوبت

و سرعت انتشار شعله بر روی آنهاست (میرآبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

سوختهای مایع

این نوع سوختها مثل بنزین، الکل، نفت و گازوئیل تحت شرایط مختلف دما و فشار به شکل

بخار در می آیند. در این خصوص درجه فراریت و نقطه جوش (تبخیر) اهمیت بسیاری دارد. مثلاً

بنزین و الکل تحت شرایط دمائی معمولی به راحتی تبخیر می شود و اگر این بخارات در فضاهای بسته و بدون تهویه هوا جمع شوند می توانند با اولین جرقه خطر انفجار و آتش سوزی را به دنبال داشته باشند (مرزبان، ۱۳۹۴).

سوختهای گازی

معمولاً در محیطهای صنعتی این گازها تحت شرایط فشار و دما در داخل سیلندرها نگهداری می شوند مثل گاز استیلن، یا با داشتن مواد اولیه در مواقع مورد نیاز تولید می شوند مثل گاز استیلن که در انبار کاربرد تولید می شود و یا به شکل طبیعی خود تحت سیستم لوله کشی مصرف می شوند مثل گاز شهری، از مهمترین گازهای قابل اشتعال می توان به هیدروژن، استیلن، متان، پروپان و غیره اشاره کرد (مرزبان، ۱۳۹۴).

۳-۲-۲ روش های کلی اطفای حریق

اصولاً اگر بتوان یکی از اضلاع هرم حریق (حرارت، اکسیژن و مواد سوختنی یا واکنش های زنجیره ای) را کنترل و محدود نموده یا قطع کرد، حریق مهار می شود. اگر چه واکنش های زنجیره ای لازمه بروز حریق است ولی در درجه اول اهمیت نیست. بر این اساس روش های کلی اطفای حریق به صورت زیر می باشد:

(۱) سرد کردن (توسط آب، دی اکسید کربن)

(۲) خفه کردن (توسط کف، دی اکسید کربن، خاک)

(۳) سد کردن یا حذف ماده سوختنی

۴) کنترل واکنش‌های زنجیره‌ای (پودرهای مخصوص)

۵) رقیق کردن هوا (پورخسروانی، ۱۳۹۲).

تشریح روش سرد کردن

یک روش قدیمی و متداول و مؤثر برای کنترل حریق، سرد کردن است. این عمل عمدتاً به وسیله آب انجام می‌گیرد. یکی از خواص گاز دی اکسید کربن نیز سرد کردن آتش می‌باشد. میزان و روش به کارگیری آب در اطفاء حریق اهمیت دارد (حیدری نژاد و موسوی، ۱۳۹۶).

روش خفه کردن

خفه کردن، پوشاندن روی آتش با موادی است که مانع رسیدن اکسیژن به محوطه آتش گردد. این روش اگر چه در همه حریق‌ها مؤثر نیست ولی روش مطلوبی برای اکثر حریق‌ها می‌باشد. موادی که برای خفه کردن به کار می‌روند بایستی سنگین تر از هوا بوده و یا حالت پوششی داشته باشند. البته خاک، شن و ماسه و پتوی خیس نیز این کار را می‌توانند انجام دهند (فروغی نسب و همکاران، ۱۳۹۲).

حذف مواد سوختنی یا محدود کردن سوخت

این روش در ابتدای بروز حریق امکان پذیر بوده و با قطع جریان، جابجا کردن مواد، جدا کردن منابعی که تا کنون حریق به آن‌ها نرسیده، کشیدن دیوارهای حائل و یا خاکریز و همچنین رقیق کردن ماده سوختنی مایع را شامل می‌گردد. محدود کردن مقدار سوخت در دسترس از دو طریق به کاهش خطر حریق کمک می‌کند. اول از طریق کنترل مقدار موادی که قادرند بسوزند و

برای گسترش آتش تولید گرما کنند که به آن بار آتش سوخت گفته می شود. دوم مقدار دودی را که تولید می شود کنترل خواهد کرد. البته بسته به نوع موادی که می سوزند میزان دود فرق می کند. سوختی ممکن است میزان دود کم و میزان آتش زیادی داشته باشد یا برعکس (پورخسروانی، ۱۳۹۲).

کنترل واکنش های زنجیره ای

برای کنترل واکنش های زنجیره ای استفاده از برخی ترکیبات مانند جوش شیرین، کلرور پتاسیم و کربنات پتاسیم مؤثر می باشد. این عمل برای کنترل حریق مشکل تر و گران تر از سایر روش ها است ولی می تواند به صورت مکمل برای مواد پر ارزش به کار رود (گلی، ۱۳۹۱).

۲-۲-۴) مواد خاموش کننده آتش

موادی که به عنوان ماده خاموش کننده به کار می روند در چند دسته قرار می گیرند. به دلیل لزوم سرعت عمل و افزایش پوشش خاموش کننده ها، می توان از دو یا چند عنصر خاموش کننده به طور هم زمان استفاده نمود. طبعاً هر کدام از مواد یا شده در اطفاء انواع حریق ها دارای مزایا و معایبی می باشند.

۱. آب

۲. آب سبک یا آب نازک (آبی همراه با ماده ای به نام سورفکتانت)

۳. کف آتش نشانی:

➤ کف شیمیایی (سولفات آلومینیوم و محلول بیکربنات سدیم)

➤ کف مکانیکی

۴. پودر خاموش کننده

۵. پودر خشک

۶. گاز دی اکسید کربن

۷. ترکیبات هالوژنه (خلیلی، ۱۳۹۱).

تجهیزات خاموش کننده

بر اساس شیوه اطفای حریق، میزان گسترش حریق و نوع حریق تجهیزات متنوعی وجود

دارد. انواع این تجهیزات شامل دو گروه عمده می باشد:

الف- تجهیزات متحرک

ب- تجهیزات ثابت (مایار و همکاران، ۱۳۹۲).

تجهیزات متحرک

تجهیزات متحرک عبارتند از:

۱. وسایل ساده مانند سطل شن، سطل آب، پتوی خیس و پتوی نسوز آتش نشانی

۲. خاموش کننده‌های دستی با حداکثر ظرفیت ۱۴ کیلوگرم یا ۱۴ لیتر خاموش کننده در

انواع مختلف.

۳. خاموش کننده‌های چرخدار (تا ظرفیت ۹۰ کیلوگرم)

۴. خاموش کننده‌های بزرگ خودرویی یا قابل حمل توسط قایق، کشتی، هلی کوپتر و

هوایما. این تجهیزات دارای قابلیت امدادی نیز بوده و کارایی بسیار وسیعی دارند

(خلیلی، ۱۳۹۱).

تجهیزات ثابت

(۱) جعبه اطفاء حریق (شیلنگ با آب تحت فشار)

(۲) شبکه ثابت خاموش کننده میتنی بر آب (شبکه افشانه ای)، کف CO_2 ، پودر و ترکیبات

هالوژنه

(۳) شیرهای برداشت آب آتش نشانی (ایستاده) (گلی، ۱۳۹۱).

خاموش کننده‌ها

فراگیرترین وسیله خاموش کننده شامل این دسته می باشد، زیرا در لحظات اولیه بروز حریق

می توانند به طور مؤثری توسط افراد عادی به کار گرفته شوند. این دستگاه ها ارزان و ساده بوده و

در دسترس می باشند، نیاز به آموزش پیچیده ندارند و در اطفاء حریق های کوچک یا شروع حریق

های بزرگ کاملاً مناسب هستند (پورخسروانی، ۱۳۹۲).

تمام خاموش کننده های دستی به طور قراردادی باید دارای مشخصاتی باشند تا تشخیص و

استفاده از آن ها برای افراد براحتی صورت گرفته و در کوتاه ترین زمان ممکن آتش سوزی مهار

گردد (فروغی نسب و همکاران، ۱۳۹۲).

اساس انتخاب خاموش کننده ها به شکل زیر است:

- (۱) ماهیت مواد قابل اشتعال
 - (۲) تأثیر خاموش کننده بر روی خطرات
 - (۳) سهولت استفاده از خاموش کننده
 - (۴) مناسب بودن خاموش کننده برای محیط مورد استفاده
 - (۵) سرویس و نگهداری مورد نیاز خاموش کننده (پورخسروانی، ۱۳۹۲).
- مراحل اساسی کار با خاموش کننده‌ها عبارتست از:
- (۱) مشخص نمودن توان خاموش کردن فرد
 - (۲) حفظ خونسردی
 - (۳) تشخیص نوع حریق
 - (۴) تشخیص خاموش کننده با توجه به مشخصات کپسول و برجسب‌های سیلندر
 - (۵) حرکت به سوی خاموش کننده
 - (۶) انتخاب خاموش کننده مناسب و برداشتن آن
 - (۷) انتقال خاموش کننده مناسب و برداشتن آن
 - (۸) راه اندازی خاموش کننده
 - (۹) پشت به باد ایستادن
 - (۱۰) بکارگیری مود خاموش کننده در فرایند اطفاء
 - (۱۱) نشانه روی بر روی پایه یا ریشه حریق
 - (۱۲) حرکات جاروبی روی ریشه حریق

(۱۳) چشم دوختن روی حریق

(۱۴) ادامه اطفاء تا خاموش شدن کامل حریق (گلی، ۱۳۹۱).

۵-۲-۲ سامانه‌های اطفاء حریق

در این راستا سامانه‌های اطفاء حریق بخش مهمی از تجهیزات ایمنی هستند که از بروز خسارت‌های مالی و جانی ناشی از آتش‌سوزی جلوگیری می‌کنند. نمونه‌هایی از این سامانه عبارتند از سیستم‌های آب‌پاشی خودکار، اطفاء حریق گازی، و اطفاء حریق با ذرات آئروسول متراکم و غیره. وقتی آتش‌سوزی در مراحل اولیه‌ی آن اطفاء می‌شود، خسارات جانی به حداقل خود می‌رسند و ایمنی کارکنان تأمین می‌شود اما عوامل اطفاء حریق شیمیایی، به رغم اثربخشی بالایی که دارند، بی‌عیب نیستند. در اوایل قرن بیست و یکم از تتراکلرید کربن به شکل گسترده‌ای به عنوان یک حلال پاکسازی خشک، یک عامل خنک‌سازی و یک عامل اطفاء حریق استفاده می‌شد. اما بعدها مشخص شد که تتراکلرید کربن می‌تواند اثرات ناگواری بر سلامت داشته باشد (ژو و همکاران^۱، ۲۰۱۵). از اواسط دهه‌ی ۱۹۶۰ میلادی، ماده‌ی هالون ۱۳۰۱ به عنوان عامل استاندارد صنعت برای محافظت از اموال با ارزش در برابر آتش‌سوزی به شمار می‌رفت. به عنوان یک عامل اطفاء حریق، هالون ۱۳۰۱ از مزایای متعددی برخوردار است از جمله اینکه به سرعت عمل می‌کند، ایمنی اموال را خدشه دار نمی‌کند و فضای اندکی برای نگهداری لازم دارد.

^۱ Zhu et al.

عمده‌ترین ایرادات هالون ۱۳۰۱ عبارتند از تخریب لایه‌ی اوزون و مضر بودن بالقوه‌ی آن برای انسان. از سال ۱۹۸۷، ۱۹۱ کشور دنیا پروتکل مونترئال را در زمینه‌ی مواد تخریب کننده‌ی لایه‌ی اوزون امضاء کردند. این پروتکل یک معاهده‌ی بین‌المللی است که برای محافظت از لایه‌ی اوزون با توقف تدریجی تولید برخی از موادی که گمان می‌رود مسئول تخریب این لایه باشند، طراحی شده است. از جمله‌ی این مواد، هیدروکربن‌های هالوژن‌دار شده بودند که اغلب در اطفاء حریق بکار می‌روند. در نتیجه، تولید کنندگان روی مواد جایگزین هالون ۱۳۰۱ و هالون ۱۲۱۱ (هیدروکربن‌های هالوژن‌دار شده) متمرکز شدند (ون وینبرگ و دکرز^۱، ۲۰۱۴). همچنین برخی از کشورها گام‌هایی را برای اجباری کردن حذف سیستم‌های مبتنی بر هالونی که پیش از این نصب شده‌اند، برداشتند. آلمان و استرالیا اولین کشورهای دنیا بودند که این اقدام را الزامی اعلام کردند. در هر دوی این کشورها، بجز برخی موارد حیاتی، سیستم‌های مبتنی بر هالون بطور کامل برچیده شده‌اند. اکنون اتحادیه‌ی اروپایی نیز در صدد اجباری اعلام کردن برچیدن سیستم‌های مبتنی بر هالونی است که پیش از این نصب شده‌اند (آقابابایی و همکاران، ۱۳۹۶).

۶-۲-۲ لزوم کاربرد سیستم‌های اعلام حریق

آتش سوزی از جمله بلایی است که نه تنها جان انسان‌ها را در معرض خطر قرار می‌دهد بلکه میلیاردها ریال خسارت بر اقتصاد کشور و شرکت‌ها وارد می‌سازد. لذا کاربرد سیستم‌های اعلام

^۱ Van Weyenberge & Deckers

حریق اتوماتیک سرمایه اطلاعات با ارزش و جان پرسنل شاغل به کار را از گزند صدمات آتش سوزی دور خواهد داشت. البته پیشگیری از گسترش حریق در اماکن مختلف بوسیله این نوع از سیستم‌ها به همراه خاموش کننده‌های دستی در زمینه اطفاء حریق می‌باشد که باید توسط افراد مجرب و کار آزموده طراحی و مورد اجرا قرار گیرد تا بهترین راندمان را در موقع حریق از خود نشان دهد. این سیستم‌ها مبتنی بر تشخیص دود نشت گاز شعله که با نصب نمودن دتکتورهای متنا سب با آن و اعلام خطر اتوماتیک توسط دستگاه مرکزی انجام می‌پذیرد (حیدری نژاد و موسوی، ۱۳۹۶).

تعریف سیستم‌های اعلام حریق

از اینکه پس از وقوع آتش، رشد حریق بصورت نمایی می‌باشد اطلاع از وقوع حادثه و محل دقیق وقوع آن و سپس مطلع نمودن ساکنان و نیروهای آتش نشانی جهت تخلیه محل و بدنبال آن اطفاء حریق از نکات کلیدی و مهم برای رویارویی با آتش و مهار آن جهت تقلیل یافتن هر چه بیشتر خسارات احتمالی و نجات جان افراد می‌باشد که این امر توسط سیستم‌های اعلام حریق صورت می‌گیرد (مرزبان، ۱۳۹۴).

سامانه‌های اعلام حریق که جزئی از شبکه‌های اطلاع رسانی بشمار می‌روند خود بر حسب هدف اصلی آنها به دسته‌های ایمنی جانی افراد و یا محافظت از اموال تقسیم میشوند که برخی از این شبکه‌ها ممکن است هر دو هدف را تامین سازند بطور کلی این شبکه‌ها به نوعی با اعلام خطر

نیاز به آغاز عملیات تخلیه و تلاش برای محدود ساختن آتش و اطفاء آن را هشدار می‌دهند (قندهاری، ۱۳۸۳).

در تعریفی دیگر، سامانه‌های اعلام حریق به مجموعه دستگاه‌ها و ابزار و وسایلی که جهت مهار و خاموش نمودن آتش در حوادث آتش سوزی بکار گرفته می‌شوند اطلاق می‌گردد (جهانگیری و همکاران، ۱۳۹۱).

۷-۲-۲ عناصر تشکیل دهنده سیستم‌های اعلام حریق

این سیستم‌ها علاوه بر سیم کشی‌های لازم الکتریکی شامل تعدادی از ادوات حساس کشف حریق یا همان دتکتورها می‌باشند که دارای انواع مختلف با کاربری‌های متفاوت بوده و به دستگاه-های اعلام کننده صدا دار، زنگ‌ها، آژیرها و همچنین تابلوهای دیداری و... متصل می‌شوند. البته وسایلی نیز در بعضی اماکن (بیشتر در زمان گذشته) نصب می‌گردید که تنها با دست بکار می‌افتادند و زنگ خطر را بصدا در می‌آوردند امروزه با پیشرفت تکنولوژی کشف و اعلام حریق بصورت کاملاً الکتریکی صورت گرفته که با دست نیز قابل بکار گیری می‌باشند (گلمحمدی، ۱۳۹۵).

داده‌ها:

داده‌ها باید در معرض تفسیری هوشمندانه قرار گیرند تا اطلاعات لازم عاید شود و در نتیجه آن تصمیم‌گیری و حل مسائل مورد نظر شکل گیرد. داده‌ها در سیستم‌های اعلام حریق بصورت آنالوگ^۱ (مقایسه ای) و در حالت کاملتر دیجیتال است.

سخت افزار و نرم افزار

قسمت‌های سخت افزاری^۲ و نرم افزاری^۳ سیستم‌های اعلام حریق شامل دتکتورها، کنترل پانل، شستی اعلام حریق، دستگاه‌های اعلام کننده صدا دار (زنگ‌ها و آژیرها)، دستگاه‌های خبر کننده واحدهای آتش نشانی و نیروی تغذیه (برق شهر) همراه با باتری پشتیبان^۴ می‌باشند که امروزه در طراحی‌های کامپیوتری صورت گرفته و نرم افزارهای خاص توسط شرکت‌های فعال در این زمینه پشتیبانی می‌شوند (آقابابایی و همکاران، ۱۳۹۶).

کاربر

کاربر سیستم‌های اعلام حریق (مسئول کل سیستم کنترل پانل) باید دارای مهارت کافی و آشنا به مدارات الکترونیکی ترجیحاً کارشناس الکترونیک بوده و البته تمامی افراد شاغل در محل و

^۱ Analog

^۲ Hardware

^۳ Software

^۴ Back Up

ساکنین در صورت مشاهده هر گونه آتش سوزی با فشار دادن شستی‌های اعلام حریق و در غیر این صورت با تماس تلفنی واحد آتش نشانی را مطلع می‌سازند.

۸-۲-۲ انواع سیستم‌های اعلام حریق

سیستم‌های اعلام حریق به دو گروه خودکار و دستی تقسیم می‌شوند. در سیستم‌های دستی، شستی اعلام حریق تنها منبع تشخیص حریق است. در واقع کار تشخیص حریق در اینگونه سیستم‌ها فقط به انسان سپرده شده است و در مکان‌هایی که انسان حضور ندارد، کاربردی ندارند. بر خلاف اینگونه سیستم‌ها، سیستم‌های اعلام حریق خودکار وابستگی کمتری به تشخیص انسان دارند. سیستم‌های خودکار، به دو گروه آدرس‌پذیر و غیر آدرس‌پذیر تفکیک می‌شوند. در سیستم آدرس‌پذیر، علاوه بر اعلام حریق، محل دقیق وقوع آن نیز مشخص می‌شود (قندهاری، ۱۳۸۳).

اجزای تشکیل دهنده سیستم‌های اعلام حریق

۱) سنسورها:

سنسورهای اعلام حریق (بسته به اینکه به کدام مشخصه آتش حساس باشند) در گروه‌های سنسورهای دود، سنسورهای حرارت، سنسورهای منو اکسید کربن، سنسورهای شعله و سنسورهای ترکیبی جای دارند.

۲) سیستم کشف دود نوری^۱

این دسته از کاشف‌ها یک سلول نوری یا تله ی نوری و یک منبع تولید کننده نور، یک لنز (عدسی) جهت میزان نمودن پرتاب نور داخل محفظه (بیم) و یک فتودیود (دیود حساس به نور) و یا دیگر سنسورهای فتو الکتریک (عکس الکتریکی) می‌باشند. این دتکتور به نحوی ساخته شده که در شرایط عادی کار، پرتوهای نور در جلوی دتکتور عبور کرده در سلول‌های تعبیه شده گیر می‌افتند. وقتی که ذرات دود نمایان گردید تعدادی نور توسط ذرات دود متفرق گشته در نتیجه توسط دیود حسگر دریافت شده، سبب بکار افتادن دتکتور و با ارسال علائم به مرکز کنترل یا دستگاه مرکزی، وقوع حریق را اعلام می‌کنند (گلی، ۱۳۹۱).

۳) کاشف‌های پرتو افکن خطی فرستنده و گیرنده

برخی از دتکتورهای اپتیکی با عنوان بیم دتکتور^۲ نیازی به محدوده بسته ندارند. بدین صورت به پهنه ی وسیعی را (مانند سالن ورزشی، سالن کنفرانس و...) توسط بکارگیری در یک خط مستقیم دریافت کننده نور از یک جهت و قسمت فرستنده نور از سمت دیگر تشکیل شده است. نحوه عمل، دائم پرتوی از اشعه مادون قرمز از فرستنده به گیرنده ارسال می‌شود. به محض اینکه پرتو بین فرستنده -گیرنده توسط دود یا هر شیء دیگر قطع یا ضعیف گردد در نتیجه سیستم فعال شده علائم وقوع آتش سوزی به مرکز کنترل ارسال خواهد شد و دستگاه اعلام حریق می‌کند.

^۱ Optical Smoke Detector

^۲ Beam Detector

چون این دستگاه از دتکتورها با احساس جریان هوای گرم دود بوسیله یک اشعه نوری عمل می- کنند، از نوع تلاطم حرارتی به حساب می‌آورند (پورخسروانی، ۱۳۹۲).

۴) سیستم کشف دود یونیزه

این دتکتور به هر دو نوع دودهای مرئی و نامرئی حساس می‌باشد. البته امروزه دتکتورهای یونیزه بدلیل استفاده از ماده رادیواکتیو که دارای ظرافت‌های زیاد می‌باشد و هم بخاطر وجود منابع پرتو را خصوصا در بناهای مسکونی کمتر استفاده قرار می‌گیرد. در صورتیکه قبلا بیشتر در اتاق‌ها از این نوع دتکتور استفاده می‌شد. شعاع عمل این دتکتور حدود ۱۰۰ متر مربع می‌باشد. اتاق خواب (هتل‌ها - بخش عمومی بیمارستان)، فضاهای نگهداری بارها و محموله مساجد کوچک، راهرو یا کریدور بخش‌هایی مانند مراکز مخابراتی (بخش‌های تبادل اطلاعات) که دستگاه تاسیساتی در آنها نصب شده است که بخاطر پوشش^۱ پی وی سی آتش سوزی بیشتر همراه با دود است در مراحل اولیه تا اینکه حرارت قابل توجه تولید کند اتاق کنفرانس که می‌شود در آن همراه با دتکتورهای دیگر دتکتور حرارتی افزایشی نیز نصب نمود. مغازه‌ها، طبقات واحدها، بخش‌های الکترونیکی و مکانیکی - تاسیساتی، کارخانه سالن هتل‌ها، کتابخانه‌ها، عکاسی‌ها استودیوی ضبط، مدارس، راه پله‌ها سالن نمایش و تئاتر. توجه شود در بسیاری از این موقعیتها و اماکن در صورت

^۱ cover

داشتن قدرت مالی و یا اهمیت خاص موردی بهتر از دتکتورهای با برد و حساسیت بالاتر مانند بیم دتکتورها استفاده نمود (خلیلی، ۱۳۹۱).

۵) سیستم کاشف حرارتی^۱

این کاشف‌ها نسبت به درجه حرارت هوای اطراف محیط خود و افزایش آن حساس هستند که نمونه نقطه ای آن همانند سنسورهای یونیزه و فتوالکتریک می‌باشد با این تفاوت که بجای سنسور تشخیص دود از سنسور حرارتی^۲ بهره گرفته شده است و به دو نوع زیر تقسیم می‌شوند:

الف- کاشف‌های حرارتی ثابت

ب- کاشف‌های حرارتی افزایشی.

الف) کاشف‌های حرارتی ثابت (نقطه ای)

در انواع ابتدای این تشخیص دهنده‌ها از یک نوار فلزی برای حس کردن گرما استفاده می‌شد که در ساده ترین شکل آن با رسیدن به یک دمای از پیش تعیین شده بر اثر انبساط نوار فلزی خم شده و با قطع کردن جریان الکتریسیته از خود موجب فعال شدن سیستم می‌گردد. امروزه بجای نوار فلزی از یک مقاومت کوچک الکترونیکی بعنوان حسگر حرارت استفاده می‌شود دتکتور حرارتی که باید دارای عملکرد دقیق در حرارت مورد نظر ۸۲-۵۷ (معمولا ۶۵ درجه سانتیگراد)

^۱ Heating Detector

^۲ NTC

باشد جهت نصب در سیستمهای اتوماتیک اعلام حریق طراحی شده است. سنسور حساس بکار رفته در این دتکتور باید از (بی مثال) با کیفیت استاندارد باشد (گلی، ۱۳۹۱).

عملکرد دتکتور با استفاده از اصول ۲ ترمیستوری است که یکی بدون پوشش و تاثیر پذیر در مقابل گرم هوای محیط و دوی بصورت محبوس می باشد بطوریکه با افزایش درجه حرارت محیط حرارت آن و در نتیجه مقاومت آن تغییر کرده و با نامتعادل شدن از لحاظ الکتریکی وضعیت دتکتور از حالت نرمال به آلام تغییر کرده و جریان مصرفی تا ۶۰ میلی آمپر بالا می رود و بطور همزمان چراغ نشاندهنده آلام روشن می شود.

ب- کاشف های حرارتی افزایشی.

زمانیکه درجه حرارت بطور سریع بالا رود بسرعت عمل می کند. در صورت افزایش دمای محیط به میزان ۵ درجه سانتیگراد در دقیقه زمان پاسخ بین ۴ تا ۸ دقیقه خواهد بود در صورتیکه ۱۰ درجه سانتیگراد در دقیقه باشد بین ۳۰ ثانیه تا ۴ دقیقه عملکرد خواهد داشت. لازم بذکر است در حالتی که حرارت بتدریج بالا می رود فرقی بین دتکتور حرارتی ثابت و افزایشی نیست (بعنوان مثال دتکتور افزایشی با دامنه حرارتی ۵۸-۰ درجه سانتیگراد) (حیدری نژاد و موسوی، ۱۳۹۶).

۶) سیستم کاشف لیزری

این کاشف ها از نوع کاشف های تنفسی و دود از طریق یک سری لوله *pvc* فشرده که در اطراف محل زیر پوشش نصب می شوند توسط یک هواکش قوی به داخل محفظه کاشف مکیده شد و در جریان اشعه لیزر قرار میگرد بین کاشف های لیزری نیز تفاوت هایی وجود دارد و در بعضی

از آنها اشعه لیزر را در یک نقطه مرکزی در وسط محفظه متمرکز می‌کنند و هوای مکیده شده به داخل کاشف مستقیماً از آن نقطه عبور داده می‌شود و از نظر اندازه ذرات و تعداد ذرات مورد بررسی قرار می‌گیرند و پس با اطلاعات ثبت شده از حافظه کاشف چنانچه غلظت ذرات بیش از تعیین شده باشد کاشف فعال می‌شود و اعلام حریق می‌کند.

شستی اعلام حریق

شستی اعلام حریق^۱ یکی از تجهیزات لاینفک سیستم‌های اعلام حریق بوده که جهت اعلام آتش‌سوزی توسط اشخاص طراحی گردیده است. این دستگاه که شامل یک سوئیچ و یک مقاومت شبیه‌ساز حالت آتش‌سوزی می‌باشد که به همراه سایر قسمت‌های مکانیکی تعبیه شده به ما این امکان را می‌دهد که به محض مشاهده آتش‌سوزی بصورت دستی آن را فعال ساخته و آلام سیستم را به صدا در آوریم (گلمحمدی، ۱۳۹۵).

شستی‌ها در محل خروجی، پلکانهای خروجی هر طبقه و درب خروجی نصب می‌گردند. محل نصب شستی بایستی تمیز و با رنگ زمینه متمایز باشد. نصب شستی‌ها در ارتفاع حدود ۱/۴ متر بایستی رعایت شود.

سیستم صوتی آژیر

^۱ Manual Call Point

هر سیستم اعلام دارای یک مدار صوتی اعلام حریق می‌باشد که حداقل شدت صدا در محل‌های بدون آلودگی صوتی ۶۵ دسی بل می‌باشد و این صدا باید منحصر به فرد بوده یعنی از صدای آژیر سرقت یا ناهار و غیره متمایز باشد.

منبع تغذیه:

برای تغذیه سیستم‌های اعلام حریق از ولتاژ ۲۴ ولت استفاده می‌شود که به پنل کنترل وصل می‌شود. معمولاً در زیرپنل کنترل، باتریهای جاسازی شده که بتواند در صورت قطع شدن جریان اصلی به صورت اتوماتیک از این باتریها استفاده شود.

سیستم مرکزی

سیستم مرکزی، یک سامانه تشخیص حریق است. در این سامانه اعلام‌های سنسورها تجزیه و تحلیل شده و برای اعلام حریق یا در حالت‌های مشکوک و اعلام نیاز به بازبینی انسان تصمیم‌گیری می‌شود. این سیستم‌ها اغلب به یک صفحه کلید برای ورود فرامین توسط انسان و مانیتور برای مشاهده فرامین مجهز هستند. این سیستم‌ها امروزه به رایانه متصل شده و از طریق نرم‌افزار مخصوص خود، برنامه را دریافت می‌کنند. یکی دیگر از وظایف این سیستم‌ها انتخاب نوع خروجی (آژیر خطر عمومی، آژیر خطر در جاهای خاص، تماس با مرکز آتش‌نشانی و سایر خروجی‌ها) است (گلی، ۱۳۹۱).

مرکز کنترل اعلام حریق

مراکز کنترل اعلام حریق عموماً تمام الکترونیکی و از نوع مدوله هستند. بعضی از انواع آن شامل، برد اصلی پرسسور، کنترل اصلی تغذیه، شارژ اتوماتیک و پانل‌های مکمل برای مدارت اعلام حریق بوده و صفحه نمایش^۱ که دارای چراغ‌هایی برای تعیین نقاط حریق قطعی و احتمالی یا اتصالی مدار، قطع مدار آژیر، قطعی مدار برق و بطور کلی برای اعلام نقص می‌باشد و کلیدها و کنترل‌هایی برای به وضعیت عادی برگرداندن هر مدار بعد از اعلام حریق چراغی که حتی بعد از قطع صدار آژیر تا بحالت نرمال در آمدن دستگاه باید روشن بماند. دستگاه، سیگنال دریافتی از دتکتورها را که در معرض دود، حرارت یا شعله قرار گرفته اند تجزیه و تحلیل نموده و با ارسال فرمان به مدارات آژیر و دستگاه تکرار کننده^۲ باعث اعلام خطر می‌گردد (مایار و همکاران، ۱۳۹۲).

چراغ نشانگر^۳:

این چراغ وسیله مناسبی برای دست یابی سریع به کانون یا منطقه حریق است همچنین با استفاده صحیح از چراغ نشانگر می‌توان چند منطقه حریق را به یک مدار وصل کرد.

^۱ Display

^۲ Repeater

^۳ LED MONITOR

تکرار کننده اعلام حریق:

این دستگاه علاوه بر چراغهای نشان دهنده عملکرد و اشکالات هر مدار قادر است خطوط ارتباطی خود را نیز حفاظت نموده و اشکالات بوجود آمده را با یک چراغ چشمک زن مشخص نماید. این دستگاه کلیه عملیاتی را که در سیستم اعلام حریق بوقوع می پیوندد و روی دستگاه کنترل اصلی نشان داده می شوند تکرار کرده و محل دقیق آتش سوزی و یا خطوط معیوب را مشخص می نماید و امکان کنترل و بازرسی کل سیستم را فراهم می آورد (گلی، ۱۳۹۱).

تلفن کننده اتوماتیک:

این دستگاه قابلیت ضبط اعدادی شماره تلفن، به همراه پیغام مربوط را دارا بوده و با انواع مراکز کنترل حریق و حفاظتی مورد استفاده قرار گیرد بصورتی که بلافاصله پس از هر اعلام، بطور اتوماتیک با شماره تلفن های موجود در حافظه ارتباط برقرار کرده و پیغام مربوطه را مخابره می کند.

چراغ چشمک زن:

این چراغ نیز از دیگر اجزاء سیستم اعلام حریق است که می تواند در مراکز مراقبتی و در هر زمان یا مکانی که ضرورت داشته باشد مورد استفاده قرار گیرد و نیز قابلیت دید زیاد آن می تواند جهت نشان دادن محل دقیق آتش سوزی بکار رود.

خروجی ها:

خروجی سیستم های اعلام حریق، بسته به محل وقوع یا نوع حریق ایجاد شده می تواند شامل موارد مختلفی باشد. تماس خودکار با آتش نشانی محلی، روشن نمودن تابلوهای خروج اضطراری، فعال سازی سیستم اطفاء حریق خودکار، به صدا درآوردن آذیرهای خطر، قفل کردن یا از حالت قفل خارج کردن دربهای محل های مختلف (مانند درب خروجی های اضطراری) همگی از مواردی است که می تواند بسته به تصمیم سیستم انجام شود (گلمحمدی، ۱۳۹۵).

۲-۳) مبانی نظری حمل و نقل و حمل و نقل ریلی

از همان آغاز زندگی انسان در پهنه این کره خاکی، حمل و نقل همواره قسمت عمده ای از امکانات و منابع را به طور مستقیم یا غیر مستقیم به خود اختصاص داده است. سفر برای جستجوی غذا، اکتشافات منابع و معادن، تجارت و داد و ستد، جنگ ها و لشکرکشی ها و موارد مختلف دیگر همگی نمونه های از گستردگی و وسعت موضوع حمل و نقل می باشند که از همان ابتدای پیدایش انسان مطرح بوده اند و امروزه پس از گذشت قرن های متمادی و پیشرفت های عظیمی که در صنایع گوناگون به دست آمده است، بر پیچیدگی مسائل مربوط به حمل و نقل نیز افزوده شده است.

کیفیت سیستم حمل و نقل و ظرفیت آن تاثیر فراوانی بر روی اقتصاد یک منطقه یا یک کشور دارد. بررسی اجمالی در مورد اکثر کشورهای پیشرفته صنعتی نشان می دهند که این کشورها دارای سرویسهای حمل و نقلی با کیفیت بالا می باشند و همین مسئله حاکی از این واقعیت است که

حمل و نقل به عنوان یک عامل اساسی در پیشرفت اقتصادی یک منطقه یا یک کشور، بدون توسعه و بهبود وضعیت حمل و نقل در آن امکان پذیر نمی باشد (ابراهیمی، ۱۳۹۳). البته بهبود و توسعه حمل و نقل هم خود نیازمند صرف هزینه و انرژی زیادی می باشد و امکانات زیادی از قبیل زمین، مواد خام، پرسنل و غیره باید به این امر اختصاص یابد.

شبکه های حمل و نقل در شهرهای توسعه یافته بزرگ، درصد بالایی از مساحت شهر یعنی حتی تا ۵۰ درصد از آن را به خود اختصاص داده اند. با بررسی عکس های هوایی، مشاهده می شود که مناطق وسیعی از این شهرها به ترمینال ها، فرودگاه ها، پارکینگ ها، بزرگ راه ها، ایستگاه های راه آهن و... اختصاص دارند. این موضوع از طرفی مسئله گستردگی حمل و نقل را که قبلاً گفته شد تایید می کند و از سوی دیگر لزوم وجود امکانات و منابع کافی برای حصول و دستیابی به شبکه های حمل و نقل متناسب را یادآوری می گردد.

باتوجه به وسعت دامنه فعالیت های حمل و نقل، این موضوع روی برخی از مسائل دیگر جامعه نیز تاثیر می گذارد. تاثیرات مذکور بعضی مثبت، سازنده و مطلوب و برخی دیگر منفی و نامطلوب می باشند. در این قسمت به ذکر نمونه هایی از این موارد می پردازیم:

تاثیرات مثبت:

◀ بردن صنعت تا دورترین مناطق، که پیشرفت صنایع محلی را به دنبال خواهد داشت.

◀ تسریع رشد اقتصادی

◀ کاهش تعداد تصادفات (البته در حالتی که راه‌های موجود اصلاح شده و سطوح سرویس آنها به سطوح بالاتر ارتقاء می‌یابد)

تأثیرات منفی:

◀ تغییرات کاربری زمین و نتیجتاً تغییرات بی‌اندازه در ارزش اراضی (ملموس‌ترین نوع این تغییرات، تبدیل واحدهای مسکونی به واحدهای تجاری می‌باشد)

◀ آلودگی محیط زیست (شامل آلودگی هوا و تغییرات آب و هوا)

◀ آلودگی صوتی

◀ آلودگی منظره

◀ تراکم جمعیت

◀ برهم زدن عدالت اجتماعی، برای رعایت عدالت اجتماعی حتی الامکان باید سعی شود که مصرف‌کنندگان واقعی (دارندگان اتومبیل، استفاده‌کنندگان از اتوبان‌ها، جاده‌ها، راه آهن، فرودگاه‌ها، ...) پرداخت‌کننده هزینه‌ها باشند، نه اینکه هزینه‌ها از بیت‌المال عمومی جامعه تامین گردد.

◀ برخورد نابرابر روی گروه‌های معینی از جمعیت (کسانی که اتومبیل شخصی ندارند، دارندگان اتومبیل را از لحاظ ایجاد آلودگی صوتی (ایجاد سروصدا) مورد انتقاد قرار می‌دهند. همچنین افراد کم‌درآمد نمی‌توانند مانند افراد با درآمد بالا از شبکه موجود استفاده کنند و مواردی از این قبیل.

◀ افزایش تعداد تصادفات در حالت کلی (درحالت کلی مقایسه بین زمانی که شبکه‌های حمل و نقل وجود ندارند و زمانی که این شبکه‌ها در حال بهره برداری می‌باشند، نشان می‌دهد که وجود این تسهیلات حمل و نقل، از طرفی تعداد تصادفات رانسبت به حالت اول افزایش می‌دهند) (به نقل از احمدی فینی، ۱۳۸۶).

نهادها و ارگان‌های فعال در زمینه حمل و نقل

در سطح جامعه تعداد زیادی از نهادها، سازمان‌ها و شرکت‌ها دارای فعالیت‌هایی در ارتباط با حمل و نقل می‌باشند که با توجه به عملکرد و اهداف هر یک از آنها، به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:

◀ ارگان‌ها و سازمان‌های دولتی:

این گروه شامل نهادهای دولتی در سطح ملی و سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی استانی و محلی می‌باشد. زیر گروه نهادهای دولتی در سطح ملی مسئول اجرای قوانین و لوایح مربوط به حمل و نقل در سطح کشور بوده و جزء عمده‌ای از شاخه اجرایی در این زمینه را تشکیل می‌دهند (وزارت راه و ترابری نمونه بارزی از این گروه است).

زیر گروه دوم یعنی سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی استانی و محلی مسئولیت برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و تعمیر و نگهداری تجهیزات شبکه حمل و نقل استان و محل خود از قبیل فرودگاه‌ها، بنادر، شبکه راه آهن، جاده‌ها و سایر راه‌ها را برعهده دارند. (ادارات راه و ترابری استان‌ها و شهرستانها، ادارات راهنمایی و رانندگی شهرستانها و... نهادهایی از این قبیل هستند).

◀ شرکت های خصوصی:

که به منظور رفع نیازهای حمل و نقلی مسافران و کالا به وجود آمده اند و در مقابل سرویس دهی و خدمات خود، کرایه دریافت می کنند.

◀ سازمانها و نهادهای قانون مند:

این ارگانها عملکرد شرکت های حمل و نقل را در زمینه های سرویس دهی و سطح سرویس، ایمنی، قیمت گذاری، تنظیم و قانون مند نموده و بر اجرای قوانین نظارت و کنترل اعمال می نمایند (ابراهیمی، ۱۳۹۳).

◀ اتحادیه های تجاری و کارگری:

که نماینده گروه های حمل و نقلی خاصی از قبیل کارکنان راه آهن، رانندگان تاکسی، رانندگان اتوبوس های بین شهری و... بوده و به این گروه ها اطلاعات لازم را داده و درمباحث قانون گذاری و وضع قوانین از حقوق آنها دفاع می نمایند.

◀ شرکت ها و ارگان های حرفه ای:

مجموعه ای از افراد که دارای منافع مشترک کاری هستند، این نهادها را تشکیل می دهند. در جلسات و کمیته های تخصصی ای نهاد ها که در سطح ملی یا محلی برگزار می گردد، ضمن تبادل نظر و ارائه نتایج فعالیت های هر قسمت، از تجارب به دست آمده در جهت پیشرفت حرفه ها و مشاغل حمل و نقل از طریق فعالیت های گروهی استفاده می شود.

◀ برخی سازمانهای سرویس دهنده به استفاده کنندگان از سیستمهای حمل و نقل:

این نهادها ضمن ارائه اطلاعات لازم و مفید درباره سفرهای مختلف به اعضای خود، مایلند که روی قوانین و لوایح مربوطه نیز تاثیرگذار باشند.

علاوه براین، مجلات حرفه‌ای و تحقیقاتی، برنامه‌های آموزشی و تحقیقاتی در دانشگاه‌ها، گزارش‌ها و مطالعات نیز روش‌های دیگری برای تبادل اطلاعات و تجارب درباره موضوعات مختلف حمل و نقل می‌باشند (بهزادی، ۱۳۹۳).

عوامل موثر بر تغییر سیستم حمل و نقل

سیستم حمل و نقل در هر زمان با توجه به ترافیک حمل شده توسط هر یک از روش‌های حمل و نقل و سطح سرویس ارائه شده توسط آنها باید در حال تعادل باشد. به عبارت دیگر، با در نظر گرفتن تقاضا در هر یک از طرق حمل و نقل و صفات و مشخصه‌های سفر از قبیل زمان هزینه، تواتر، راحتی سیستم و... سیستم حمل و نقل، تحت تاثیر عوامل و نیروهای زیر به تعادل می‌رسد:

۱) تاثیر بازار

که شامل شرایط اقتصادی، رقابتها، هزینه‌ها و قیمت سرویس‌ها می‌باشد. بازبینی‌های کوتاه مدت در سطح سرویس‌ها از قبیل افزایش عوارض پلها و مالیات برسوخت، موجب تغییرات سریع شده و تغییرات در نحوه زندگی و شکل کاربری اراضی مانند نقل مکان به حومه شهرها پس از ساخت یک جاده و یا تولید وسایل نقلیه کوچکتر موجب تغییرات در دراز مدت می‌گردد. به عنوان مثال اگر قیمت سوخت افزایش چشمگیری پیدا کند، دردرازمدت جابجایی کالا از کامیون

به راه آهن منتقل خواهد شد و یا اگر قیمت بنزین در سطح بالایی نگه داشته شود، موجب می شود که وسایل نقلیه برقی یا گازائیلی در سطح وسیعی تولید شوند (احمدی نژاد و همکاران، ۱۳۸۵).

۲) اقدامات و ابزارهای دولت

اقدامات دولت شامل تدوین و اجرای قانون، تبلیغات، پرداخت سوبسیدها و غیره می باشد. اقدامات دولت تاثیر به سزایی در تعادل حمل و نقل دارد، دولت می تواند با ساخت سیستم جاده ای بین استانی موجب تغییر در تعادل بین کامیون و راه آهن در حمل و نقل کالا گردد. همچنین ساخت راه ها باعث می شود که اکثر سفرهای بلند (دارای مسافت طولانی) توسط وسایل نقلیه شخصی صورت پذیرد و نتیجتاً کاهش سرویس اتوبوس های بین شهری به مناطق دیگر و شهرهای کوچکتر را به دنبال خواهد داشت. دولت برای تحقق اهداف تعیین شده مورد نظر و به عنوان نماینده مردم، با در نظر گرفتن منافع عمومی با روش های مختلفی در مواردی مربوط به بازار دخالت می نماید، برخی از این روشها شامل موارد زیر است:

• سرمایه گذاری

حمایت های مالی دولت، مالکیت عمومی سیستم و سرویس های مختلف حمل و نقل جزیی از اقدامات دولت در جهت سرمایه گذاری به شمار می روند. پرداخت سوبسید به شرکت های خصوصی اتوبوسرانی به منظور ارائه سرویس به گروه های کم درآمد و ناتوان جامعه، مالکیت و نگهداری راه های عمومی در وضعیت مناسب برای استفاده عموم افراد جامعه و تعمیر و نگهداری

آنها، سرمایه گذاری و شرکت در ساخت فرودگاهها، خطوط راه آهن و بنادر از جمله اقدامات دولت در این زمینه اند (رحیمی و رنجبر، ۱۳۹۶).

• تشویق

دولت از این طریق می تواند بدون ایجاد قوانین خاص در مورد وضعیت ها و شرایط بخصوص موجبات گسترش و توسعه و یا برعکس عدم گسترش این وضعیت ها را فراهم سازد. به عنوان مثال دولت می تواند به منظور کاهش ترکم در ساعات اوج و یا عدم نیاز به ساخت راه های جدید و یا در جهت کاهش مصرف انرژی و یا حتی به منظور کاهش آلودگی هوا اقدام به ساخت و تولید برنامه های تبلیغاتی برای تشویق مردم به سفرهایی به صورت هم پیمانی صورت می گیرد، نماید (رسولی، ۱۳۹۵).

• قانون:

از جمله اقدامات دولت برای تامین منافع عمومی، وضع قوانین برای افراد و شرکتها می باشد. به عنوان مثال در این مورد می توان تدوین استانداردهایی برای کاهش سرعت وسایل نقلیه به منظور کاهش مرگ و میر ناشی از تصادفات، تدوین استانداردهایی برای کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت محیط زیست، تدوین استانداردهایی برای افزایش کارایی انرژی، قانونمند کردن نرخ های شرکت های حمل و نقل و غیره را نام برد.

۳) تکنولوژی های مربوط به حمل و نقل

منظور از تکنولوژی‌ها، تکنولوژی‌های تاثیر گذار بر پارامترهایی چون سرعت، ظرفیت، دامنه فعالیت، قابل اعتماد بودن طرق مختلف است. تکنولوژی‌های مذکور تاثیر بسزایی بر روی تعادل حمل و نقل دارند. جهت استفاده از این تکنولوژی‌ها رشته‌های مختلفی مانند رشته‌های مهندسی، برنامه‌ریزی، اقتصاد، مدیریت، علوم اجتماعی و... به منظور طراحی، ساخت، بهره برداری و تعمیر و نگهداری سیستم‌های گسترده حمل و نقل، مورد نیاز است (احمدی فینی، ۱۳۸۶).

در بیشتر کشورهای پیشرفته صنعتی، طراحی و ساخت وسایل نقلیه اکنون به صورت یک صنعت اصلی در حال توسعه در آمده است و از جمله موارد اشتغال زا در رابطه با حمل و نقل می‌باشد که به رشته‌های متعدد دیگری مانند مهندسی مکانیک، مهندسی برق و... هم نیازمند است. در سایر قسمت‌های جامعه مانند قسمت‌های خدماتی، قسمت‌های مطالعاتی و تحقیقاتی، اقتصاد و اجتماع، محیط زیست و... نیز مشاغلی که مستقیم یا غیرمستقیم با حمل و نقل در ارتباطند، وجود دارند ولی به طور اخص مهندسان رشته حمل و نقل در سازمان‌ها ذیربط در زمینه برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، راه اندازی و بهره برداری، تعمیر و نگهداری سیستم‌های حمل و نقل و یا شرکتهای مشاوره‌ای مربوطه مشغول کار می‌باشند و به صورت زیر انجام می‌شود:

(۱) **برنامه‌ریزی در حمل و نقل** با انتخاب پروژه برای طراحی و ساخت یا تعریف مسئله آغاز

شده و با جمع آوری آمار، تجزیه و تحلیل آمار جمع آوری شده، فرآیند پیش بینی ترافیک،

تخمین تاثیرات تسهیلات حمل و نقل بر محیط زیست و کاربری اراضی، تعیین هزینه‌ها و

استفاده‌های پروژه مذکور و درنهایت ارزیابی و ارائه راه حل‌های گوناگون ادامه می‌یابد.

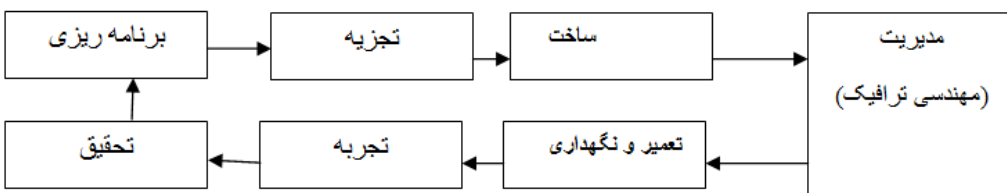
۲) **طراحی و ساخت** در حمل و نقل ارتباط بسیار نزدیکی با یکدیگر دارند. طراحی مشخصات عمومی و کلی سیستم حمل و نقل، کارایی آن، انطباق آن با قوانین و استانداردهای موجود را دنبال می‌نماید. به طور کلی طراحی مهندسی، طراحی روسازی، مسایل مربوط به زهکشی و مطابقت هر یک از مقادیر حاصل از طراحی با استانداردهای مربوطه، درمورد طراحی یک جاده وجود دارند.

۳) **ساخت** نیز کلیه زمینه‌های مربوط به فرآیند ساخت از آماده سازی و تسطیع تاریختن لایه-های مختلف روسازی و در نهایت آماده شدن مسیر نهایی برای عبور ترافیک را شامل می‌گردد.

۴) کلیه مسائل مورد بحث در **مدیریت و بهره برداری** از سیستم حمل و نقل پس از ساخت و آغاز بهره برداری در قلمرو مهندسی ترافیک قرار می‌گیرند. مدیریت پارکینگ، آنالیز تصادفات، بکارگیری علائم ترافیک و خط کشی معابر، بررسی عملکرد تقاطعهای دارای چراغ راهنمایی و بدون چراغ راهنمایی، کنترل سرعت و سایل نقلیه، تامین روشنایی معابر از جمله مسایل موجود در این زمینه می‌باشد (رحیمی و رنجبر، ۱۳۹۶).

۵) **تعمیر و نگهداری** نیز در برگیرنده فعالیت‌ها و اقداماتی در جهت نگهداری سیستم حمل و نقل در کیفیت مناسب برای ارائه خدمت (سرویس دهی) می‌باشد (معماری، ۱۳۸۷).

ارتباط تخصصهای مختلف حمل و نقل رامی‌توان به صورت زیر نشان داد:



شکل ۱-۲: ارتباط بخش های مختلف حمل و نقل با یکدیگر

۲-۳-۱) بررسی سیستم های حمل و نقل

سیستم های حمل و نقل را میتوان از دیدگاه های متفاوتی مورد بررسی قرار داد. در این

قسمت، این سیستم ها را از چند دیدگاه کلی و اساسی بررسی می نماییم.

◀ سیستم های حمل و نقل و اجزای تشکیل دهنده آنها:

یک سیستم حمل و نقل را میتوان بر اساس اجزاء تشکیل دهنده آن را تعریف نمود. از این

دیدگاه، یک سیستم حمل و نقل شامل قسمت های تسهیلات ثابت، نهادهای شناور و سیستم های

کنترلی خواهد بود. در یک سیستم حمل و نقل، انسان ها یا کالاها در زمان معینی فاصله جغرافیایی

مشخصی را طی می کنند و ضمن این جابجایی از نقطه ای به نقطه دیگر انتقال می یابند (صفری

زاده، ۱۳۹۳).

اجزای سیستم حمل و نقل عبارتند از:

۱) تسهیلات

تسهیلات ثابت، اجزاء فیزیکی و ثابت یک سیستم حمل و نقل می باشند که به صورت

شبکه ای از کمان ها و گره ها نمایش داده می شوند.

۲) نهادهای شناور و تکنولوژی

نهادهای شناور، واحدهایی هستند که تسهیلات ثابت را طی می‌کنند. این نهادها شامل وسایل نقلیه، کانتینرها، وسایل نقلیه مربوط به راه آهن و موارد دیگری از این قبیل می‌باشند. به عنوان مثال در یک بزرگراه، خود بزرگراه جزئی از تسهیلات ثابت بوده و کلیه انواع مختلف وسایل نقلیه کوچک و بزرگی که از آن عبور می‌کنند، نهادهای شناور به شمار می‌روند. (فاضلی، ۱۳۹۳: ۱۴-۱۶).

به منظور سهولت در امر طراحی هندسی، انستیتو بزرگراه‌های ایالتی و حمل و نقل امریکا، یکسری از وسایل نقلیه طراحی را که هریک نماینده گروه خاصی از وسایل نقلیه می‌باشند، به این امر اختصاص داده است. در مباحث حمل و نقلی، نهادهای شناور فقط از نظر خصوصیات نوعی آنها از قبیل اندازه، وزن، و قابلیت‌های افزایش یا کاهش شتاب مورد بررسی قرار می‌گیرند و طراحیهای تکنولوژیهای خاص این نهادها معمولاً به وسیله مهندسين مکانیک و برق صورت می‌گیرد. بنابراین حرکت وسایل نقلیه و معادلات مربوط به جریان وسایل نقلیه به صورت روابط کلی بین متغیرهای نوعی مذکور بیان می‌گردد که ضمناً برای محاسبات و طراحی تکنولوژی‌های بسیاری از وسایل نقلیه نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۳) سیستم کنترلی

سیستم کنترلی شامل دو قسمت کنترل وسیله نقلیه‌ای و کنترل جریان می‌باشد. منظور از کنترل وسیله نقلیه‌ای، روش تکنولوژیکی است که وسایل نقلیه را در تسهیلات ثابت هدایت می‌نماید. و

چنین کنترلی می‌تواند به صورت دستی یا اتوماتیک اعمال گردد. در طراحی هندسی تسهیلات ثابت باید علاوه بر مشخصات وسایل نقلیه، مشخصات سیستم کنترلی وسیله نقلیه نیز مورد توجه قرار گیرد (فاضلی، ۱۳۹۳: ۱۷).

سیستم کنترل جریان دربرگیرنده روشهایی است که با استفاده از آنها زنجیره‌ای از وسایل نقلیه به صورت یکنواخت و کارایی مناسب و همچنین با حداقل برخورد حرکت نمایند. این سیستم کنترلی دربرگیرنده انواع روش‌های کنترلی مانند علامت گذاری افقی و نصب علائم عمودی، سیستم‌های سیگنالی، ارائه و اجرای قوانین هماهنگ و متناسب برای بهره برداری از سیستم‌های مذکور می‌باشند (ابراهیمی، ۱۳۹۱).

◀ دسته‌بندی سیستم‌های حمل و نقل و زیرسیستم‌های اصلی آن

سیستم‌های حمل و نقل را می‌توان از جهات متعددی دسته بندی نمود. برای مثال می‌توان آنها را براساس نوع تکنولوژی به کار گرفته شده، عملکرد سیستم مورد استفاده، سرویس‌هایی که ارائه می‌دهند و یا براساس نوع مالکیت و یا مسئولیت اجراء و راه اندازی و... دسته بندی نمود. هریک از دسته بندی‌های مذکور، سیستم‌های حمل و نقل را از جنبه‌های گوناگونی مورد بررسی قرار می‌دهند که اعمال نمودن چنین تمایزهایی در ارزیابی‌ها و تصمیم گیری‌های مختلف مربوط به حمل و نقل مفید خواهند بود (ابراهیمی، ۱۳۹۳).

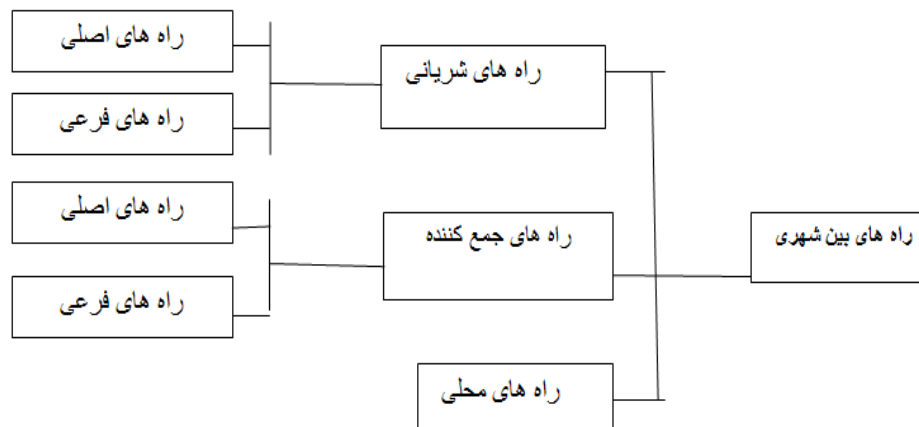
سیستمهای حمل و نقل براساس تسهیلاتی که برای اجزاء جریان فراهم می‌نمایند و اجزاء جریان به آنها تکیه می‌کنند، به چهار زیر سیستم اصلی تقسیم می‌شوند که به طور متداول به این زیر سیستم‌ها طرق یا مدل‌های حمل و نقل نیز گفته می‌شود:

(۱) حمل و نقل زمینی

زیر سیستم حمل و نقل زمینی، خود به دو گروه جاده‌ای و ریلی یا راه آهن تقسیم می‌گردد. این تقسیم بندی زیرگروهی به دلیل وجود تفاوت‌های اساسی در تکنولوژیهای مورد استفاده آنهاست و در واقع این دو زیرگروه دارای شبکه‌های جداگانه‌ای می‌باشند (سمرد، ۱۳۹۰).

به طور کلی در زیرگروه جاده‌ای، راه‌ها دارای دو خاصیت عمده اصلی می‌باشند که یکی ایجاد دسترسی به نقاط و کاربریهای اطراف آنها و دیگری تامین حرکت برای وسایل نقلیه عبوری می‌باشد. برای آنکه حرکت وسایل نقلیه با سرعت بیشتری انجام گیرد، لازم است که از توقف‌های پی در پی در سیستم به منظور مسافرگیری، بارگیری و تخلیه بار کاسته شود. بنابراین و به طور خلاصه خاصیت حرکت و دسترسی در خلاف جهت یکدیگر عمل می‌نمایند و بهبود یکی، موجب افت کیفیت در دیگری می‌گردد. به طور معمول در اکثر استانداردها و آیین نامه‌ها، معابر با توجه به موقعیت مکانی شان به دو گروه شهری و بین شهری (و یا روستایی) تقسیم می‌گردند. راههای شهری شامل معابری است که در مناطق شهری واقع می‌باشند و گروه راههای بین شهری در برگیرنده جاده‌هایی است که در خارج از مناطق شهری قرار گرفته اند (غلام پور و عراقی، ۱۳۹۳).

طبقه بندی راههای بین شهری در برخی از استانداردها به صورت شکل زیر است:



شکل ۲-۲: تقسیم بندی راه های بین شهری

لازم به ذکر است که در راه های شریانی اصلی، حرکت در بالاترین سطح خود و دسترسی در پایین ترین حد خود می باشد و رفته رفته این موارد در راه های دیگر تغییر کرده تا اینکه در راه های محلی، دسترسی در بالاترین حد و حرکت در پایین ترین سطح ممکن می باشد.

۲) حمل و نقل هوایی

این زیر سیستم نیز خود به دو گروه محلی یا داخلی و بین المللی تقسیم می گردد. در سیستم حمل و نقل هوایی از هواپیماها استفاده می شود و این هواپیماها نیز توسط وسایل ثابت و گردان مورد پشتیبانی قرار می گیرند. از آنجائیکه موضوع تحقیق حمل و نقل شهری است لذا از تشریح مفصل موارد دیگر حمل و نقل خودداری می کنیم تا اطالای مطلب صورت نگیرد.

۳) حمل و نقل آبی

زیر سیستم حمل و نقل آبی شامل زیرگروه‌های داخل خشکی، بندری و اقیانوسی می‌باشند. زیرگروه داخلی خشکی از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و کانالهای مصنوعی استفاده می‌نماید و اجزاء جریان در آن به صورت پشتیبانی شده از سکو (مثل قایق) می‌باشند. اجزاء جریان در زیر گروه های بندری و اقیانوسی، کشتی‌هایی با وزن ها و اندازه های مختلف می‌باشند.

۴) حمل و نقل از طریق خط لوله

دسته بندی و تعیین گروه های این زیرسیستم معمولاً با توجه به محصولی که از این طریق حمل می‌گردد، صورت می‌پذیرد (مثلاً نفت و گاز). به طور کلی زیر سیستم خطوط لوله‌ای نسبت به زیر سیستم های قبلی دارای تفاوت اساسی می‌باشد. این تفاوت به دلیل آن است که این زیر سیستم فقط برای حمل و نقل کالا مناسب بوده و وسیله نقلیه‌ای را نیز بکار نمی‌گیرد (صفری زاده، ۱۳۹۳).

علاوه بر دسته بندی فوق، سیستمهای حمل و نقل همچنین براساس سرویس های عمومی و خصوصی نیز تقسیم می‌شوند. این واژه ها به دلیل دسترسی عموم و یا پخش خصوصی بکار رفته است و مالکیت مورد نظر نمی‌باشد. سیستم های حمل و نقل عمومی به زیرگروه های حمل کننده های قراردادی و حمل کننده های عمومی تقسیم می‌شوند. حل کننده های قراردادی براساس قراردادهای فردی سرویس خود را در اختیار عموم قرار می‌دهند. حمل کننده های عمومی معمولاً سرویس زمان بندی شده‌ای را ارائه می‌دهند و برای پرداخت کنندگان کرایه سرویس دهی می‌نمایند. تاکسی ها، وسایل نقلیه کرایه و سرویس های فردی دیگر مربوط به گروه حمل کننده

های قراردادی بوده و واژه حمل و نقل انبوه معمولاً به حمل کننده های عمومی مسافر اتلاق می گردد (منتظری و ادواری، ۱۳۸۵).

۲-۳-۲) سیستم راه آهن

سیستم های ریلی جزو اجزای اصلی شبکه های حمل و نقل در سطح جهان بوده که این کار را با جابجایی کلان مسافر در جوامع شهری در کشورهای مختلف انجام می دهند.

امکان ارتقاء سرعت در ترابری مسافری و رقابت با حمل و نقل جاده ای و هوایی، بالا بودن نسبی سرمایه گذاری اولیه و دیر بازگشت شدن آن در مقایسه با جاده قابلیت برنامه ریزی و استمرار خدمات در شرایط مختلف منجمله شرایط بحرانی، استهلاك بسیار کمتر شبکه و ناوگان (کمتر از نصف استهلاك ترابری جاده ای) اشغال کمتر زمین (در مقایسه با حمل و نقل جاده ای) عوارض کمتر زیست محیطی و سازگاری با اهداف توسعه پایدار مصرف بسیار کمتر انرژی در حمل بار نسبت به جاده (حدود یک ششم) امکان استفاده از سوخت های غیر فسیلیمناسب برای جابجایی انبوه بار و مسافر رفاه و امنیت بالاتر مسافران و جاذبه برای آنها حجم بالای ترابری در بسیاری از محورهای برون شهری و حومه سهم پایین حمل و نقل ریلی از ترابری کشور و فاصله زیاد با سهم مطلوب از دیدگاه ملیانندک بودن طول شبکه راه آهن ایران نسبت به جمعیت و وسعت کشور بالا بودن نرخ سوانح و تصادفات جاده ای در کشور بالا بودن شاخص مصرف انرژی در بخش حمل و نقل جاده ای استهلاك بالای شبکه و ناوگان در بخش جاده ای در مقایسه با بخش ریلیافزایش شدید تقاضای حمل و نقل بویژه با رشد اقتصادی مورد انتظار وجود توانمندی بالا برای

احداث راه آهن در کشور حدود ۱۰۰۰ کیلومتر در سالایمی بسیار بالا نسبت به جاده (بین ۱۵ تا ۲۴ برابر) از بین سیستم های مختلف حمل و نقل، راه آهن بدلیل مزایایی از قبیل قابلیت اعتماد بیشتر، داشتن هزینه مناسب، آلودگی کمتر محیط زیست، مصرف سوخت کمتر و ... ، اهمیت ویژه ای در رشد و توسعه کشورها دارد . مزایای حمل و نقل کانتینری مانند کاهش زمان توقف وسائط نقلیه، صرفه جویی در هزینه های بسته بندی و انبار، کاهش هزینه های تخلیه و بارگیری، کاهش صدمات وارده به کالا، کاهش زمان حمل و ... باعث شده است که امر وزه کشورهای پیشرفته بیش از ۶۰ درصد کالاهای خود را با کانتینر حمل می نمایند. اما از طرف دیگر توان حمل راه آهن ایران در حمل کانتینر ۴۰ درصد پایین تر از سایر کشورهاست (مویدفر، ۱۳۹۵: ۲۶).

سیستم اعلان و اطفاء حریق در ایستگاه‌ها:

در قسمت های مختلف ایستگاه از قبیل سکوها، سالن فروش بلیط و... آشکارسازهای دودی به منظور کشف سریع دود و حریق نصب گردیده اند. به منظور اعلام سریع آتش سوزی به مرکز کنترل، شستی های قرمز رنگ اعلام حریق نیز بر روی دیواره سکوی ایستگاه نصب گردیده که با فشردن پوشش شیشه ای آن می توان مرکز کنترل را از وقوع حریق مطلع نمود. جهت خاموش کردن سریع آتش نیز کپسول ها و جعبه های اطفاء حریق قرمز رنگ در محوطه سکوی ایستگاه قرار داده شده که در مواقع بروز آتش سوزی لازم است مورد را فوراً به پرسنل ایستگاه اطلاع داده و یا در صورت آگاهی از نحوه استفاده، تجهیزات مذکور را در مقابل آتش گرفته و آن را خاموش نمایید.

ژانگ^۱ (۲۰۱۸) به تجزیه و تحلیل سیستم ایمنی در برابر آتش سوزی برای شرکت های ذخیره سازی مواد شیمیایی خطرناک پرداخته‌اند. در این مقاله برای ارزیابی ایمنی در برابر آتش سوزی، به شناسایی منبع خطر، تحلیل مدل آتش سوزی و انفجار، تحلیل سلسله مراتبی فرآیند ایمنی و نمره ایمنی در یک دوره زمانی یک ساله مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان داد وضعیت سیستم ایمنی در برابر آتش سوزی برای شرکت های مورد بررسی در حد بالاتر از متوسط قرار دارد.

تائو و همکاران^۲ (۲۰۱۷) در تحقیقی به شناسایی عوامل موثر بر حریق در حمل و نقل سوخت در صنعت ریلی کشور چین پرداخته‌اند. در این مقاله موارد نوع سوخت، شرایط آب و هوا، توپوگرافی، فعالیت های انسانی، اندازه و شدت آتشسوزی بررسی شده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که نوع سوخت بزرگترین عامل در وقوع آتش و اندازه آن است، اما فعالیت انسانی از احتمال کمتری برخوردار است. عوامل شناسایی شده برای شناسایی حریق در این تحقیق عبارتند از: اصطکاک، سایش و فشار بالای کاری و شرایط محیطی در موتورهای و گیربکس‌ها، اشکال در موتورهای احتراق، فشار و حرارت بر روی سطوح قطعات.

^۱ Zhang

^۲ Tao et al.

بیل و همکاران^۱ (۲۰۱۷) در تحقیقی به عوامل شناسایی حریق در شبکه‌های ریلی پرداخته‌اند. داده‌های تحقیق از طریق مصاحبه با خبرگان جمع‌آوری شده است. عوامل شناسایی حریق در شبکه‌های ریلی در این تحقیق عبارتند از: اختلال در سیستم ترکشن و ترمز، فرسودگی کلیدهای قدرت، وجود آب در مسیر کلیدهای قدرت، اختلال در عملکرد صحیح خشک‌کن، تعمیرات نامناسب، شکستگی بخش عایقی، مشکل در اتصالات، نشتی هوا در لوله‌های کمپرسور، عملکرد نامناسب شیرهای اطمینان کمپرسور.

آگراوال^۲ (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی عوامل موثر بر امکان رخ دادن حریق در صنعت ریلی با توجه به خطاهای انسانی پرداخته است. در این مقاله مخاطرات و ریسک‌های شغلی این صنعت بررسی شده و به مقایسه‌ی آمار حریق در این صنعت و علل انسانی آن پرداخته شده است. عوامل شناسایی شده در این تحقیق عبارتند از: خطای کنترلی در ایستگاه‌ها به علت ناشی بودن کارکنان، عدم برقراری ارتباط با لوکوموتیوران در مورد هشدارها، عدم توانایی پرسنل بخش هشدار و عملیات در اجرای دستورالعمل‌ها، عدم توجه کافی به اتصالات در گره‌ها، عدم توجه به نگهداری و تعمیرات، عدم تعویض به موقع قطعات الکتریکی، اشکال در کابل‌ها و اتصال غیرمنتظره.

^۱ Bıl et al.

^۲ Agarwal

واچتر و یوریو^۱ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای به ارائه‌ی یک سیستم مدیریت ایمنی و مشارکت کارکنان جهت کاهش و پیشگیری از حوادث شغلی در صنعت ریلی پرداخته‌اند. داده‌های تحقیق با استفاده از پرسشنامه توزیع شده بین مدیران ایمنی، سوپروایزرها و کارکنان شرکت‌ها و واحدهای کاری در کشور آمریکا جمع‌آوری شده‌اند و با استفاده از آزمون همبستگی تجزیه و تحلیل شده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد عوامل شناسایی شده در صنعت ریلی عبارتند از: عدم عملکرد مکانیکی کلیدهای قدرت، ضعیف شدن مقاومت‌ها، اتصال کوتاه در المنت‌های موجود در مقاومت‌های سقف قطار، طراحی نامناسب قطار، عدم همزمانی در فرمان میکروکامپیوترها، نحوه نادرست راهبری اپراتور قطار.

لطفعلی زاده و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای به بررسی ایمنی و مدیریت بحران حریق در مراکز داده‌های شرکت‌های فناوری اطلاعات پرداخته‌اند. در این تحقیق اشاره شده است که تمامی شرکتها نیازمند به آماده سازی یک طرح مدیریت بحران ناشی از حریق می‌باشند. این امر می‌تواند سازمان را در محافظت از کارمندان و تجهیزات، تداوم خدمات کلیدی و همچنین بازگشت به حالت اولیه توانمند سازد. بر این اساس در این مقاله، ایمنی در برابر حریق به عنوان یکی از عوامل مهم در ایمن سازی مرکز داده توضیح داده شده و طرح مربوطه جهت کنترل و خاموش کردن آتش سوزی در بستر مدیریت بحران شرح داده شده است.

^۱ Wachter and Yorio

دانشور و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به ارزیابی ریسک حریق مقاومت‌های سقفی قطارهای با جریان یکنواخت در مترو شهر تهران با روش درخت تجزیه و تحلیل خطا پرداخته‌اند. در اجرای این تحقیق پس از شناسایی انواع عوامل بوجود آورنده حریق در قطارهای مترو از طریق مشاهده، مصاحبه و بررسی مستندات با استفاده از تکنیک آنالیز درخت خطا مهم‌ترین علل بروز خطر حریق در قطارهای DC فعال در خطوط مترو شهر تهران تعیین شده است. بر اساس نتایج تحقیق، مهم‌ترین عوامل موثر در بروز حریق در قطارها عبارتند از: عدم وجود برنامه منظم تعمیرات پیشگیرانه، عدم انجام تعمیرات صحیح، کیفیت نامناسب تجهیزات، عدم تعبیه *data logger* جهت پایش تغییرات دمایی مقاومت‌های سقف قطار و نیز نحوه هدایت راهبران قطار.

فروغی نسب و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به بررسی مدیریت ریسک حریق در صنایع فرایندی پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه بیانگر این مهم بود که عوامل ایجاد حریق عبارتند از: طرح‌ریزی بازرسی‌های کیفی و ایمنی از اتصالات و تجهیزات کنترلی، بازرسی از تجهیزات اطفاء حریق از قبیل هیدرانت‌ها، مانیتورها، هوزریل‌ها و عدم اجرای مانورهای واکنش در شرایط اضطراری بصورت مدون و برنامه ریزی شده.

پورخسروانی (۱۳۹۲) به بررسی مدیریت و کنترل خطر حریق و ارائه طرح مدیریت خطر حریق پرداخته است. در این تحقیق ضمن شناسایی علل بروز، رشد و گسترش حریق، و معرفی آسیب‌های مستقیم و غیر مستقیم وارده توسط آن، از طریق مکانیسم‌های تعریف شده در مدیریت خطر و بحران، چارچوبی را به صورت شناسایی عوامل، تجزیه و تحلیل، ارزشیابی و کنترل خطر حریق پیشنهاد شده است. روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی توسعه‌ای و از نظر روش

توصیفی، پیمایشی بوده است. نتایج تحقیق نشان داد مهم ترین عللی که می‌توانند موجب بروز حریق در صنایع شوند عبارتند از: ایجاد حریق عمدی، زلزله، مناقشات و نقص در سیستم ها و تجهیزات الکتریکی و گازی که پس از اعمال توصیه های کنترلی تا حد زیادی دفع خطر می‌گردند اما مناقشات و ایجاد حریق عمدی از خطراتی هستند که مدیریت کمتر می‌تواند روی آنها تأثیر گذاشته و لذا آمادگی در برابر بحران ناشی از این خطرات الزامی است.

گلی (۱۳۹۱) در تحقیقی به بررسی افزایش ایمنی در حمل و نقل ریلی کشور ایران پرداخته است. در این تحقیق بیان شده است که در حال حاضر طول خطوط اصلی ریلی ایران ۹۹۹۲ کیلومتر است که حدود ۴۰٪ از این خطوط طی سیزده سال گذشته احداث گردیده است. در برنامه پنجم توسعه مقرر شده است که تا پایان سال ۱۳۹۴ طول خطوط اصلی به ۱۵۰۶۶ کیلومتر افزایش یابد که افزایش سوانح ریلی را به دنبال دارد، در نتیجه نیاز است به منظور کاهش سوانح ریلی اقدامات موثری صورت پذیرد. در این تحقیق با بررسی آماری سوانح ریلی ایران و مقایسه آن با سوانح ریلی کشورهای آمریکا و کانادا نتیجه گرفته شده که ایمنی ریلی ایران از استانداردهای کافی برخوردار نبوده و در شرایط مطلوب قرار ندارد. بر اساس نتایج تحقیق، در اولویت بندی سوانح ریلی بر حسب شدت سانحه، چهار نوع سانحه برخورد قطار با عابر، خروج از خط، برخورد قطار با وسایل نقلیه جاده‌ای و برخورد آلات ناقله، با اختصاص ۸۸٪ از کل سوانح ریلی به خود طی سال‌های ۷۸ الی ۸۷ با فاصله‌ی زیادی نسبت به سوانح دیگر در صدر سوانح پر خطر کشور قرار دارند. عوامل شناسایی حریق در این تحقیق عبارتند از: سیستم امنیت و مدیریت اورژانس، بازدید لنت ترمز، CBTC، حفاظت اتوماتیک قطار و توقف اتوماتیک قطار.

میرحسینی و میراکبری (۱۳۸۸) به بررسی وضعیت ایمنی در مقابل آتش سوزی کتابخانه های منطقه ۸ دانشگاه آزاد اسلامی پرداخته‌اند. این تحقیق چهار دیدگاه شامل (۱) بررسی وضعیت ساختار ساختمانی، (۲) مواد قابل اشتعال، (۳) تجهیزات مبارزه باحریق و (۴) میزان اطلاعات مربوط به آتش نشانی استفاده کنندگان را مورد ارزیابی قرار داده است. دیدگاه اول نوع اسکلت، قدمت، وضعیت سیم کشی های برق، دسترسی های خروج، سیستم های گرمایشی، دیدگاه دوم میزان بار اشتعال و مواد قابل اشتعال، دیدگاه سوم سیستم های اعلام و اطفاء حریق، علایم راهنما، روشنایی های اضطراری، دربهای ضد دود و دیدگاه چهارم اطلاعات استفاده کنندگان در مورد نحوه کار با تجهیزات آتش نشانی و نحوه خروج از ساختمان را در مقایسه با معیارها مورد ارزیابی قرار می دهد. روش تحقیق پیمایشی، ارزیابی و مشاهده عینی بوده که به وسیله چک لیستی مبتنی بر ۳۲ سوال، پرسشنامه ای مبتنی بر ۱۴ سوال انجام گرفته است. نتایج تحقیق نشان داد ۱۰۰٪ کتابخانه های دانشگاهی در زمینه ی معیارهای ایمنی از حریق، غیرایمن ارزیابی شده‌اند.

پورحسینی (۱۳۸۷) در مقاله‌ای با عنوان انقلابی نو در اطفاء حریق قطارها به این نتیجه دست یافته است که به منظور ارتقاء ایمنی در حمل و نقل ریلی به خصوص حمل محمولاتی که قابلیت اشتعال بالائی دارند با استفاده از سیستم اطفاء حریق غبارآب میتوان در هنگام بروز آتش سوزی در قطار، کمترین خسارت را با کمترین هزینه پیش بینی نمائیم چرا که ماده مصرفی در این سیستم آب می‌باشد که در قطارها در دسترس بوده و از طرفی تبدیل هر لیتر آب به ۱۷۰۰ لیتر غبار آب مشکل حداقل مصرف را نیز حل می‌نماید.

۵-۲) جمع‌بندی پیشینه‌ی تحقیق

در این بخش به جمع‌بندی پیشینه‌ی تحقیق و عوامل شناسایی شده در تحقیقات پرداخته شده

است.

جدول ۲-۱۲- جمع‌بندی پیشینه‌ی تحقیق و عوامل شناسایی شده

ردیف	نام محقق / سال	عنوان تحقیق	عوامل
۱	تائو و همکاران (۲۰۱۷)	شناسایی عوامل موثر بر حریق در حمل و نقل سوخت در صنعت ریلی کشور چین	اصطکاک، سایش و فشار بالای کاری و شرایط محیطی در موتورهای گیربکس‌ها، اشکال در موتورهای احتراق، فشار و حرارت بر روی سطوح قطعات
۲	بیل و همکاران (۲۰۱۷)	عوامل شناسایی حریق در شبکه‌های ریلی	اختلال در سیستم ترکشن و ترمز، فرسودگی کلیدهای قدرت، وجود آب در مسیر کلیدهای قدرت، اختلال در عملکرد صحیح خشک‌کن، تعمیرات نامناسب، شکستگی بخش عایقی، مشکل در اتصالات، نشی هوا در لوله‌های

کمپرسور، عملکرد نامناسب شیرهای اطمینان کمپرسور.			
خطای کنترلی در ایستگاه‌ها به علت ناشی بودن کارکنان، عدم برقراری ارتباط با لوکوموتیوران در مورد هشدارها، عدم توانایی پرسنل بخش هشدار و عملیات در اجرای دستورالعمل‌ها، عدم توجه کافی به اتصالات در گره‌ها، عدم توجه به نگهداری و تعمیرات، عدم تعویض به موقع قطعات الکتریکی، اشکال در کابل‌ها و اتصال غیرمنتظره	بررسی عوامل موثر بر امکان رخ دادن حریق در صنعت ریلی با توجه به خطاهای انسانی	آگراوال (۲۰۱۵)	۳
عدم عملکرد مکانیکی کلیدهای قدرت، ضعیف شدن مقاومت‌ها، اتصال کوتاه در المنت‌های موجود در مقاومت‌های سقف قطار، طراحی نامناسب قطار، عدم همزمانی در فرمان میکرو کامپیوترها، نحوه نادرست راهبری اپراتور قطار	ارائه‌ی یک سیستم مدیریت ایمنی و مشارکت کارکنان جهت کاهش و پیشگیری از حوادث شغلی در صنعت ریلی	واچتر و یوریو (۲۰۱۴)	۴

۵	دانشور و همکاران (۱۳۹۲)	ارزیابی ریسک حریق مقاومت‌های سقفی قطارهای با جریان یکنواخت	عدم وجود برنامه منظم تعمیرات پیشگیرانه، عدم انجام تعمیرات صحیح، کیفیت نامناسب تجهیزات، عدم تعبیه <i>data logger</i> جهت پایش تغییرات دمایی مقاومت‌های سقف قطار و نیز نحوه هدایت راهبران قطار
۶	فروغی نسب و همکاران (۱۳۹۲)	بررسی مدیریت ریسک حریق در صنایع فرایندی	طرح‌ریزی بازرسی‌های کیفی و ایمنی از اتصالات و تجهیزات کنترلی، بازرسی از تجهیزات اطفاء حریق از قبیل هیدرانت ها، مانیتورها، هوزریل ها و عدم اجرای مانورهای واکنش در شرایط اضطراری بصورت مدون و برنامه ریزی شده
۷	پورخسروانی (۱۳۹۲)	بررسی مدیریت و کنترل خطر حریق و ارائه طرح مدیریت خطر حریق	ایجاد حریق عمدی، زلزله، مناقشات و نقص در سیستم ها و تجهیزات الکتریکی و گازی
۸	گلی (۱۳۹۱)	بررسی افزایش ایمنی در	سیستم امنیت و مدیریت اورژانس، بازدید

لنت ترمز، <i>CBTC</i> ، حفاظت اتوماتیک قطار و توقف اتوماتیک قطار	حمل و نقل ریلی کشور ایران		
---	------------------------------	--	--

فصل سوم

روش شناسی تحقیق

۳-۱) مقدمه

تحقیق را می‌توان تلاشی منظم و سازمان یافته برای بررسی مسأله ای خاص که به یک راه‌حل نیاز دارد توصیف کرد و شامل گام‌هایی است که که طراحی و پیگیری می‌شوند تا پاسخهایی برای مسأله به دست آید (آذر و مؤمنی، ۱۳۹۲: ۴). دستیابی به اهداف تحقیق میسر نخواهد بود مگر زمانی که جستجوی شناخت با روش‌شناسی درست صورت پذیرد. پایه هر علمی روش شناخت آن است و اعتبار و ارزش قوانین علمی به روش شناختی مبتنی است که در آن علم به کار می‌رود. روش تحقیق مجموعه ای از قواعد، ابزارها و راه‌های معتبر (قابل اطمینان) و نظام یافته برای بررسی واقعیت‌ها، کشف مجهولات و دستیابی به راه حل مشکلات است. یکی از مهم‌ترین مراحل تحقیقات علمی انتخاب روش تحقیق متناسب با تحقیق است. منظور از انتخاب روش تحقیق این است که مشخص کنیم چه روش تحقیقی برای بررسی موضوع خاصی لازم است. انتخاب روش تحقیق به عهده‌ی محقق است و او باید در انتخاب روش صحیح تحقیق حساسیت لازم را به عمل آورد (خاکی، ۱۳۸۹: ۸). در این فصل به بررسی روش‌شناسی پژوهش خواهیم پرداخت که شامل بخش‌های روش تحقیق، جامعه‌ی آماری، نمونه‌ی آماری روش جمع‌آوری اطلاعات و روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات تحقیق خواهیم پرداخت.

۳-۲) روش پژوهش

تحقیق از نظر روش‌شناسی عبارت است از کاربرد روش‌های علمی در حل یک مسئله و یا پاسخگویی به سؤالات مطرح شده برای آن (خاکی، ۱۳۸۹: ۱۷). به طور کلی می‌توان انواع تحقیق در علوم اجتماعی و مدیریتی را با توجه به دو ملاک الف) هدف و ماهیت تحقیق و ب) نحوه

گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها تقسیم‌بندی نمود (آذر و مؤمنی، ۱۳۹۲: ۲۳). روش تحقیق در این پژوهش از نوع توصیفی کاربردی و به لحاظ هدف از نوع تحلیلی و از نظر فرآیند و روش جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها جزو تحقیقات پیمایشی می‌باشد. تحقیقات کاربردی، تحقیقاتی هستند که با استفاده از زمینه و بستر شناختی و معلوماتی که توسط تحقیقات بنیادی فراهم شده برای رفع نیازمندی‌های بشر مورد استفاده قرار می‌گیرند (همان، ۲۷). در زمینه تحقیقات کاربردی روش‌های متعددی وجود دارد که اهم این روش‌ها عبارتند از تاریخی، اکتشافی، توصیفی پیمایشی، همبستگی، علی و آزمایشگاهی. این تحقیق از نظر روش، از نوع توصیفی و به لحاظ روش جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها جزو تحقیقات پیمایشی می‌باشد. در تحقیق پیمایشی عمدتاً از پرسشنامه استفاده می‌شود، اما از فنون دیگری از قبیل مصاحبه، مشاهده و... نیز استفاده می‌شود. روش تحقیق پیمایشی، روشی است برای گردآوری داده‌ها که در آن از گروه‌های معینی از افراد خواسته می‌شود تا به تعدادی پرسش مشخص پاسخ دهند. این پاسخ‌ها مجموعه‌ای اطلاعات تحقیق را تشکیل می‌دهند. از این روش می‌توان در انواع مطالعات اکتشافی، توصیفی، تبیینی و ارزشیابی استفاده کرد (خاکی، ۱۳۸۹: ۴۳).

۳-۳ جامعه آماری

بر اساس تعریف، هر مجموعه‌ای از اشیاء یا افرادی که حداقل دارای یک صفت مشترک باشند را جامعه آماری می‌گویند (سکاران، ۱۳۸۶: ۴۳). بنابراین یک جامعه آماری عبارتست از مجموعه‌ای از افراد یا واحدها که دارای حداقل یک صفت مشترک باشند. معمولاً در هر پژوهش، جامعه مورد بررسی، یک جامعه آماری است که پژوهشگر مایل است درباره (صفت‌ها) متغیر واحدهای آن به مطالعه بپردازد. جامعه مجموعه اعضای فرضی یا حقیقی‌ای است که نتایج پژوهش به آن

تعمیم داده می‌شود (همان، ص ۴۴). جامعه آماری در این تحقیق کارکنان و مدیران مجرب فعال در صنعت حمل و نقل ریلی کشور است و پرسشنامه تحقیق در بین آنها توزیع و مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۴-۳) حجم نمونه و روش نمونه‌گیری

با توجه به اینکه مقدار جامعه‌ی آماری تحقیق به طور دقیق مشخص نیست لذا از قاعده‌ی تعیین حجم نمونه برای روش تحلیل عاملی و معادلات ساختاری استفاده می‌کنیم. حجم نمونه در این نوع تحقیقات باید حداقل ۵ برابر تعداد متغیرها (سوالات پرسشنامه) باشد. پرسشنامه‌ی تحقیق با ۳۶ سوال تدوین شده است بنابراین تعداد و حجم نمونه‌ی تحقیق عبارتست از ۳۶ ضربدر ۵ که می‌شود ۱۸۰ نفر از کارکنان و مدیران مجرب فعال در صنعت حمل و نقل ریلی می‌باشد.

۵-۳) روش و ابزار گرد آوری اطلاعات

برای جمع آوری اطلاعات روش‌های گوناگونی وجود دارد. انتخاب ابزار مناسب برای جمع‌آوری اطلاعات به ماهیت، هدف و روش تحقیق و همچنین به آزمون‌های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق بستگی دارد (خاکی، ۱۳۸۹: ۶۷). در این تحقیق داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش کتابخانه‌ای و روش میدانی پرسشنامه جمع‌آوری می‌شوند. لذا نخست در فصل دوم با روش کتابخانه‌ای به بررسی ادبیات و پیشینه‌ی تحقیق جهت شناسایی مولفه‌های لازم برای الگوی تحقیق پرداخته شد سپس با استفاده از مولفه‌ها، پرسشنامه‌ی مقایسات زوجی تحقیق برای روش *ANP* فازی طراحی گردید. بنابراین جمع‌آوری داده‌ها در این بخش با روش پیمایشی میدانی انجام می‌شود.

۶-۳ بررسی روایی و پایایی پرسش نامه

۱) ۱-۶-۳ روایی پرسشنامه

منظور از روایی این است که مقیاس و محتوای ابزار، به طور دقیق متغیرها و موضوع مورد مطالعه را بسنجد. یعنی باید داده های گردآوری شده از طریق ابزار، مازاد بر نیاز تحقیق نباشد و هم اینکه بخشی از داده های مورد نیاز در رابطه با سنجش متغیرها در محتوای ابزار حذف نشده باشد (خاکی، ۱۳۹۲: ۵۶). اندازه گیری های نامناسب و ناکافی می تواند هر گونه تحقیقات علمی را بی اعتبار سازد. در مبحث روایی، ذات واقعیت مورد پرسش قرار می گیرد. اعتبار را می توان بدون تفحص در باره ی مقیاس متغیرها مطالعه نمود. اما مطالعه ی روایی بدون بررسی ماهیت و معنای متغیرها امکان پذیر نیست (خاکی، ۱۳۸۶: ۱۱۷). شرط اساسی روایی یک پرسش نامه، طرح پرسش های درست با عباراتی است که ابهام آن به حداقل ممکن برساند. معنی اصطلاحات باید به روشنی تعریف شود به گونه ای که هر اصطلاح برای تمامی پاسخ دهندگان مفهومی واحد داشته باشد.

در این پژوهش برای تعیین اعتبار پرسشنامه از روش اعتبار محتوا استفاده شده است. اعتبار محتوا معمولاً جهت بررسی اجزای تشکیل دهنده ی یک ابزار اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرد. اعتبار محتوایی یک ابزار به ماهیت سؤال های آن بستگی دارد. اگر سؤال های ابزار معرف ویژگی هایی باشد که محقق قصد اندازه گیری آنها را داشته باشد، آزمون دارای اعتبار محتوا است. اولین گام در تعیین روایی هر آزمون، بررسی روایی محتوایی است (کوتاری، ۲۰۰۴: ۱۶۹). روایی محتوایی به تحلیل منطقی محتوای یک آزمون بستگی دارد و تعیین آن بر اساس قضاوت ذهنی و فردی است لذا اعتبار محتوا توسط افراد متخصص و نخبگان و کارشناسان دارای تخصص در زمینه ی موضوع مورد مطالعه و یا اجرای آن بر تعدادی از آزمودنی ها تعیین می گردد (سکاران،

۱۳۸۶: ۸۲). بنابراین در این تحقیق سؤال های آزمون در اختیار کارشناسان گذاشته شد و از آنها خواسته شد که مشخص کنند آیا سؤالات آزمون متغیر مورد نظر را اندازه گیری می کنند یا خیر و اینکه آیا سؤال ها کل محتوای آزمون را در بر می گیرد یا خیر. در صورتی که بین افراد مختلف در زمینه روایی آزمون توافق وجود داشته باشد، آزمون دارای روایی محتوایی است.

برای بررسی روایی محتوایی آزمون به دو شیوه عمل می شود:

الف) تعیین شاخص نسبت روایی محتوایی^۱ (CVR): جهت محاسبه ی این شاخص از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه محتوای آزمون مورد نظر استفاده می شود و با توضیح اهداف آزمون برای آن ها و ارائه ی تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات، از آن ها خواسته می شود تا هریک از سؤالات را بر اساس طیف سه درجه ای لیکرت شامل «گویه ضروری است»، «گویه مفید است ولی ضروری نیست» و «گویه ضرورتی ندارد» طبقه بندی کنند. سپس بر اساس فرمول (۳-۱)، نسبت روایی محتوایی محاسبه می شود (کوتاری، ۲۰۰۴: ۱۷۰):

$$CVR = \frac{\frac{\text{تعداد کل متخصصین}}{2} - \text{تعداد متخصصینی که گزینه ضروری را انتخاب کرده اند}}{\frac{\text{تعداد کل متخصصین}}{2}} \quad (۳-۱)$$

^۱ Content Validity Ratio

بر اساس تعداد خبرگانی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده اند، حداقل مقدار *CVR* قابل قبول باید بر اساس جدول زیر باشد:

جدول ۳-۱: حداقل مقدار *CVR* قابل قبول بر اساس تعداد خبرگان نمره گذار (منبع: کوتاری، ۲۰۰۴: ۷۰)

تعداد خبرگان	مقدار <i>CVR</i>	تعداد خبرگان	مقدار <i>CVR</i>	تعداد خبرگان	مقدار <i>CVR</i>
۵	۰/۹۹	۱۱	۰/۵۹	۲۵	۰/۳۷
۶	۰/۹۹	۱۲	۰/۵۶	۳۰	۰/۳۳
۷	۰/۹۹	۱۳	۰/۵۴	۳۵	۰/۳۱
۸	۰/۷۵	۱۴	۰/۵۱	۴۰	۰/۲۹
۹	۰/۷۸	۱۵	۰/۴۹		
۱۰	۰/۶۲	۲۰	۰/۴۲		

سؤالاتی که مقدار *CVR* محاسبه شده برای آن ها کمتر از میزان مورد نظر با توجه به تعداد خبرگان ارزیابی کننده ی سؤال باشد، باید از آزمون کنار گذاشته شوند چرا که بر اساس شاخص روایی محتوایی، روایی محتوایی قابل قبولی ندارند.

ب) شاخص روایی محتوایی^۱ (*CVI*): جهت بررسی شاخص روایی محتوا از روش والتز و باسل^۲ استفاده می شود. بدین صورت که کارشناسان «مربوط بودن»، «واضح بودن» و «ساده بودن» هر گویه را بر اساس یک طیف لیکرتی چهار درجه ای مشخص و به صورت زیر نمره دهی می کنند: عدد ۱ برای «مربوط نیست»، عدد ۲ برای «نسبتاً مربوط است»، عدد ۳ برای «مربوط است» و عدد ۴ برای «کاملاً مربوط است». ساده بودن گویه نیز به ترتیب با عدد ۱ برای «ساده نیست»،

^۱ Content Validity Index

^۲ Waltz & Bausell

عدد ۲ برای «نسبتاً ساده است»، عدد ۳ برای «ساده است»، و عدد ۴ برای «ساده‌ی مربوط است» و واضح بودن گویه نیز به ترتیب با عدد ۱ برای «واضح نیست»، عدد ۲ برای «نسبتاً واضح است»، عدد ۳ برای «واضح است» و عدد ۴ برای «واضح مربوط است» مشخص می‌شود (همان: ۷۲).

$$CVI = \frac{\text{تعداد متخصصینی که به گویه نمره ۳ و ۴ داده اند}}{\text{تعداد کل متخصصین}} \quad (2-3)$$

حداقل مقدار قابل قبول برای شاخص *CVI* برابر با ۰/۷۹ است و اگر شاخص *CVI* برای گویه ای کمتر از ۰/۷۹ باشد، باید از میان گویه ها حذف گردد (کوتاری، ۲۰۰۴: ۷۳). در این تحقیق، مقدار *CVI* ابعاد پرسشنامه در محدوده‌ی ۰/۸۱ تا ۰/۹۳ قرار گرفت و روایی پرسشنامه تایید گردید.

۲) ۲-۶-۳) پایایی پرسشنامه

پایایی ابزار که از آن به اعتبار، دقت و اعتماد پذیری نیز یاد می‌شود، عبارتست از اینکه اگر یک وسیله اندازه گیری که برای سنجش متغیر و صفتی ساخته شده در شرایط مشابه در زمان و مکان دیگر مورد استفاده قرار گیرد، نتایج مشابهی از آن حاصل شود. به عبارت دیگر، ابزار پایا ابزاری است که از خاصیت تکرارپذیری و سنجش نتایج یکسان برخوردار باشد. قابلیت اعتماد یا پایایی، یعنی ابزار اندازه گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی بدست می‌دهد. با توجه به این امر معمولاً دامنه‌ی ضریب پایایی از صفر (عدم ارتباط) تا ۱+ (ارتباط کامل) است. ضریب پایایی نشانگر آن است که تا چه اندازه ابزار اندازه گیری ویژگی های باثبات آزمودنی و یا ویژگی های

متغیر و موقتی آن را می‌سنجد. برای محاسبه ضریب قابلیت اعتماد ابزار اندازه‌گیری شیوه‌های مختلفی به کار برده می‌شود. از آن جمله می‌توان به روش‌های زیر اشاره نمود:

➤ روش بازآزمون (آزمون مجدد)

➤ روش موازی

➤ روش تصنیف (نصف کردن)

➤ روش کودر- ریچاردسون

➤ روش آلفای کرونباخ

در این تحقیق به منظور تعیین پایایی آزمون از روش آلفای کرونباخ استفاده گردیده است. آلفای کرونباخ یکی از معتبرترین روش‌های محاسبه پایایی می‌باشد که در اکثر موارد در تحقیقات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش آلفای کرونباخ برای محاسبه‌ی هماهنگی درونی ابزار اندازه‌گیری از جمله پرسشنامه‌ها یا آزمون‌هایی که خصیصه‌های مختلف را اندازه‌گیری می‌کنند، به کار می‌رود (هاگ، ۲۰۱۰: ۱۳۹). در اینگونه ابزار، پاسخ هر سؤال می‌تواند مقادیر عددی مختلفی اختیار کند. برای محاسبه‌ی آلفای کرونباخ ابتدا باید واریانس نمرات هر زیر مجموعه سؤالات پرسشنامه و واریانس کل را محاسبه نمود. سپس با استفاده از فرمول زیر و نرم افزار SPSS مقدار ضریب آلفا را محاسبه کرد (پولیت و بک^۱، ۲۰۰۶ به نقل از خاکی، ۱۳۸۹: ۱۸۸):

^۱ Polit & Beck

$$\alpha = \left(\frac{j}{j-1}\right) \left(1 - \frac{\sum S_j^2}{S^2}\right) \quad (3-3)$$

در فرمول فوق، α برآورد اعتبار آزمون، j تعداد سؤالات آزمون، S_j^2 واریانس زیر مجموعه j ام و S^2 نیز واریانس کل آزمون است (سکاران، ۱۳۸۶: ۱۰۱-۱۰۴). اگر ضریب آلفا بیشتر از ۰/۷ باشد، آزمون از پایایی قابل قبولی برخوردار است. در این تحقیق پایایی ابعاد پرسشنامه به دلیل دارا بودن ضریب آلفای بیشتر از ۰/۷ (بازه‌ی ۰/۷۳ تا ۰/۸۶) تایید شدند.

۷-۳ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

محقق پس از آنکه روش تحقیق خود را مشخص کرد و با استفاده از ابزارهای مناسب داده‌های مورد نیاز را برای آزمون فرضیه‌های خود جمع‌آوری کرد، با بهره‌گیری از تکنیک‌های آماری مناسب که با روش تحقیق و نوع متغیرها سازگاری دارد، داده‌های جمع‌آوری شده را دسته‌بندی و تجزیه و تحلیل می‌کند و در نهایت فرضیه‌هایی را که تا این مرحله او را در تحقیق هدایت کرده‌اند در بوته‌ی آزمون می‌دهد (آذر و مؤمنی، ۱۳۹۲: ۱۲۷). روش تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق حاضر روش تحلیل عاملی جهت ارائه‌ی الگو با استفاده از مولفه‌های شناسایی شده می‌باشد سپس برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی مولفه‌ها از تحلیل شبکه‌ای *ANP* فازی استفاده می‌شود. انجام محاسبات با استفاده از نرم افزارهای *SPSS*، *AMOS* و *Super Decision* انجام می‌گیرد و در فصل بعد نتایج آن ارائه می‌گردد.

(۳) ۱-۷-۳ شرح روش ANP فازی

برای شناسایی روش ANP فازی نخست لازم است به معرفی مختصر روش AHP پرداخته شود چراکه می‌توان روش ANP را به نوعی تکامل روش AHP دانست. روش AHP توسط فردی عراقی الاصل به نام ساعتی^۱ در دهه ۱۹۷۰ پیشنهاد شد. این روش مانند آنچه در مغز انسان انجام می‌شود، به تجزیه و تحلیل مسایل می‌پردازد. این روش تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد اثرات متقابل و همزمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین را تعیین می‌کند (مومنی، ۱۳۸۷: ۴۰).

روش AHP در سالهای اخیر از پیشرفت چشمگیری برخوردار بوده است. این روش تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا در محیط‌های پیچیده تصمیم‌گیری که معیارها و گزینه‌های کیفی یا کمی مختلفی وجود دارند و تعداد تصمیم‌گیرندگان نیز زیاد است به نحو مطلوبی اتخاذ نماید. این روش تحلیلی است زیرا از اعداد استفاده می‌کند. در نتیجه می‌توان از استدلال منطقی و ریاضی در آن استفاده نمود. مهمترین ویژگی روش AHP سلسله مراتبی بودن آن است. یعنی در این روش تصمیمات مهم به سادگی اتخاذ نمی‌شوند و نیازمند آن هستند که افراد مختلف طی جلسات گوناگون به تبادل نظر بپردازند و برآیند نظرات خود را به عنوان تصمیم نهایی اعلام نمایند.

به کار گیری این روش مستلزم چهار گام عمده زیر است:

^۱ Thomas L. Saaty

گام (۱): مدلسازی: در این گام مساله و هدف مورد نظر به صورت سلسله مراتبی از عناصر که با یکدیگر در ارتباط می‌باشند در می‌آید که این عناصر تصمیم شامل «شاخصهای تصمیم‌گیری» و «گزینه‌های تصمیم» می‌باشند.

گام (۲): قضاوت ترجیحی: مقایسه‌هایی بین گزینه‌های مختلف تصمیم بر اساس هر شاخص صورت گرفته و با انجام مقایسات زوجی اهمیت یک شاخص تصمیم نسبت به دیگری به دست می‌آید.

گام (۳): محاسبات وزنهای نسبی: وزن و اهمیت «عناصر تصمیم» نسبت به هم از طریق مجموعه‌ای از محاسبات عددی تعیین می‌شود.

گام (۴): ادغام وزنهای نسبی: این گام جهت رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم صورت می‌پذیرد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر سه اصل زیر است:

۴ اصل ترسیم درخت سلسله مراتبی

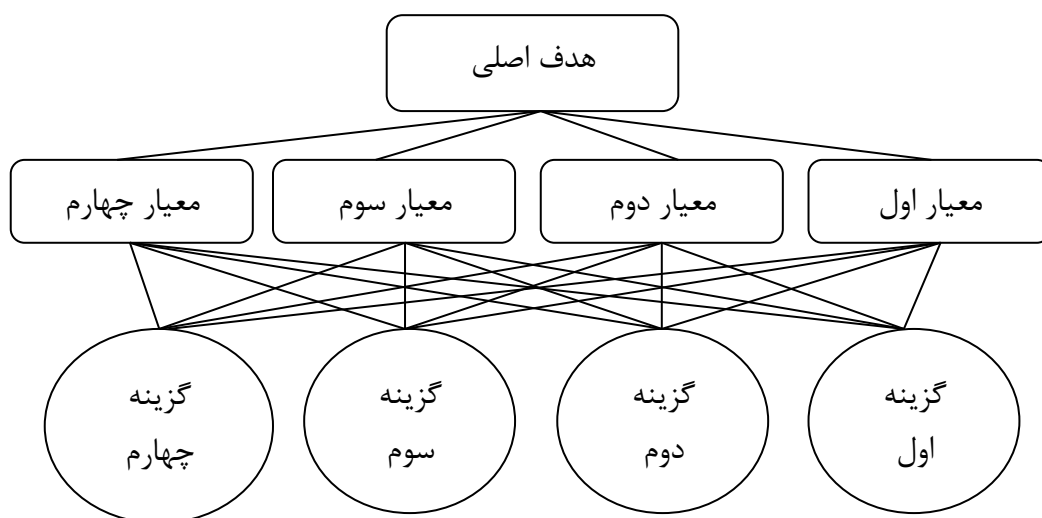
۵ اصل تدوین و تعیین اولویت‌ها

۶ اصل سازگاری منطقی قضاوت‌ها.

اصل ترسیم درخت سلسله مراتبی

از آنجا که درک و حل یک مساله در حالت کلی برای انسان بسیار دشوار است، رسم آن به صورت نمودار و یا پیاده سازی ذهنیت ما نسبت به آن مساله بر روی کاغذ کمک شایانی به ما می‌کند. همین طور با تجزیه و تفکیک یک مساله کلی به چند مساله جزئی و برقراری ارتباط

منطقی بین اجزای آن کار برای ما ساده تر خواهد شد. لازم به ذکر است که باید ارتباط هر عنصر با عنصر دیگر به دقت مورد بررسی قرار گیرد. با این کار درخت سلسله مراتبی تصمیم به وجود می‌آید و در درک و شناخت مساله کمک قابل توجهی به ما می‌کند. در درخت سلسله مراتبی تصمیم در سطح اول، «هدف» قرار می‌گیرد. در سطح میانی، «معیارها» بیان می‌شوند. در صورت وجود معیارهای فرعی آن‌ها را در سطح سوم ذکر می‌کنیم. در آخرین سطح، «گزینه‌ها» قرار می‌گیرد.



تعیین اولویت‌ها

همانطور که بیان گردید به دلیل دشوار بودن درک یک مساله به صورت کلی برای انسان باید آن‌ها را به مسایل کوچکتر تفکیک نمود. با توجه به معیارهای موجود و انجام مقایسات زوجی بین آنها برتری یک گزینه نسبت به گزینه دیگر مشخص می‌شود. با وارد نمودن این نتایج به مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری نتایج خوبی به دست خواهد آمد.

سازگاری منطقی قضاوت‌ها

ذهن انسان می‌تواند به نحوی بین اجزا، رابطه برقرار کند که بین آن‌ها سازگاری و ثبات منطقی وجود داشته باشد. سازگاری در دو مفهوم به کار می‌رود:

ایده‌ها و اشیاء مشابه، باتوجه به ارتباطشان، در یک گروه قرار می‌گیرند. برای نمونه یک انگور و یک مهره، از نظر معیار گردی، در یک گروه قرار می‌گیرند؛ ولی اگر معیار مورد نظر طعم باشد، بین این دو ارتباطی وجود ندارد. میزان ارتباط بین ایده‌های مختلف، با توجه به معیار خاص آنهاست. این ارتباطات، تأثیر نسبی اجزای هر سطح را به اجزای سطوح بالاتر نشان می‌دهد (مؤمنی، ۱۳۸۷: ۴۲).

الگوریتم *AHP*

پس از آن که معیارها و گزینه‌ها مشخص گردید، در مرحله اول درخت تصمیم را رسم می‌نماییم، در مرحله دوم داده‌ها را جمع‌آوری می‌کنیم. یعنی بین معیارها مقایسات زوجی انجام می‌دهیم و بین گزینه‌های هر معیار که توسط مدل کانو دسته‌بندی شده بود نیز مقایسات زوجی انجام می‌دهیم. سپس از الگوریتم زیر پیروی می‌کنیم:

الف) به هنجار کردن ماتریس مقایسات زوجی (به روش ساعتی): از تقسیم هر یک از

عناصر ماتریس بر مجموع عناصر ستون مربوطه به دست می‌آید.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} z \quad (3-4)$$

برای پر کردن ماتریس مقایسات زوجی، از مقیاس ۱ تا ۹ استفاده می‌شود تا اهمیت نسبی هر عنصر نسبت به عناصر دیگر، در رابطه با آن خصوصیت، مشخص شود. جدول (۳-۳) مقیاس را برای انجام مقایسات زوجی نشان می‌دهد.

جدول ۳-۲: مقیاس AHP

شرح	تعریف	درجه اهمیت
دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند	ترجیح یکسان	۱
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، نسبتاً ترجیح داده می‌شود.	ترجیح کم	۳
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، زیاد ترجیح داده می‌شود.	ترجیح متوسط	۵
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، بسیار زیاد ترجیح داده می‌شود.	ترجیح زیاد	۷
یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، ترجیح فوق العاده زیادی دارد.	ترجیح بسیار زیاد	۹
	ارزش‌های بینابین	۸، ۶، ۴، ۲

ب) به دست آوردن متوسط هر یک از سطرها (که به آن وزن‌های نسبی گفته می‌شود)

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n r_{ij}}{n} \quad (3-5)$$

برای اینکه نتایج تحقیق از اعتبار و درستی برخوردار باشد قبل از هر کاری باید نرخ ناسازگاری محاسبه شود تا دریابیم که نتایج تحقیق از سازگاری برخوردار است یا نه؟ برای محاسبه نرخ ناسازگاری مراحل زیر را طی می‌کنیم:

گام ۱) محاسبه بردار مجموع وزنی، WSV

ماتریس مقایسات زوجی (A) در بردار وزن‌های نسبی ضرب می‌شود. به بردار حاصل، بردار مجموع وزنی گفته می‌شود.

$$wsv = A \times w \quad (6-3)$$

گام ۲) محاسبه بردار سازگاری CV : از تقسیم عناصر بردار مجموع وزنی بر بردار وزن‌های نسبی به دست می‌آید. به بردار حاصل، بردار سازگاری گفته می‌شود.

$$cv = \frac{wsv}{w} \quad (7-3)$$

گام ۳) محاسبه بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی (λ_{max}): برای محاسبه

بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی، میانگین عناصر بردار سازگاری محاسبه می‌شود.

گام ۴) محاسبه شاخص ناسازگاری CI : شاخص ناسازگاری به صورت زیر حساب

می‌شود.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3-8)$$

گام ۵) محاسبه نرخ ناسازگاری CR : به این منظور، به ترتیب زیر عمل می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3-9)$$

RI (شاخص تصادفی) مقداری است بر اساس شبیه سازی به دست آمده است و در

جدول (۳-۳) نشان داده شده است:

جدول ۳-۳: شاخص تصادفی

جدول شاخص تصادفی															
n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
RI	۰	۰	۰.۵۸	۰.۹	۱.۱۲	۱.۲۴	۱.۳۲	۱.۴۱	۱.۴۵	۱.۴۹	۱.۵۱	۱.۴۸	۱.۵۶	۱.۵۷	۱.۵۹

در صورتی که نرخ ناسازگاری، کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد، در مقایسات زوجی،

سازگاری وجود دارد و به نتایج آن می‌توان اکتفا نمود.

روش تحلیل شبکه‌فازی ANP

در تحلیل شبکه‌فازی برای بررسی سازگاری دو ماتریس (عدد میانی و حدود عدد فازی) از

هر ماتریس فازی مشتق و سپس سازگاری هر ماتریس بر اساس روش ساعتی محاسبه شود.

مراحل محاسبه نرخ سازگاری ماتریس‌های فازی مقایسات زوجی به قرار زیر است:

مرحله ۱) در مرحله اول ماتریس مثلثی فازی را به دو ماتریس تقسیم کنید. ماتریس اول از

اعداد میانی قضاوت‌های مثلثی تشکیل می‌شود $A^m = [a_{ijm}]$ و ماتریس دوم شامل میانگین هندسی

حدود بالا و پایین اعداد مثلثی می‌شود $A^g = \sqrt{a_{iju} \cdot a_{ijl}}$.

مرحله ۲) بردار وزن هر ماتریس با استفاده از روش ساعتی به ترتیب زیر محاسبه می‌شود.

$$w_i^m = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ijm}}{\sum_{i=1}^n a_{ijm}} \quad (۱۰-۳)$$

که در آن $w^m = [w_i^m]$

$$w_i^g = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{\sqrt{a_{iju} \cdot a_{ijl}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{a_{iju} \cdot a_{ijl}}} \quad (۱۱-۳)$$

$$w^g = [w_i^g] \quad \text{که در آن}$$

مرحله ۳) بزرگترین مقدار ویژه برای هر ماتریس با استفاده از روابط زیر محاسبه می شود.

$$\lambda_{\max}^m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ijm} \left(\frac{w_j^m}{w_i^m} \right) \quad (۱۲-۳)$$

$$\lambda_{\max}^g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sqrt{a_{iju} \cdot a_{ijl}} \left(\frac{w_j^g}{w_i^g} \right) \quad (۱۳-۳)$$

مرحله ۴) شاخص سازگاری با استفاده از روابط زیر محاسبه می شود.

$$CI^m = \frac{(\lambda_{\max}^m - n)}{(n-1)} \quad (۱۴-۳)$$

$$CI^g = \frac{(\lambda_{\max}^g - n)}{(n-1)} \quad (۱۵-۳)$$

مرحله ۵: برای محاسبه نرخ ناسازگاری (CR)، شاخص CI را بر مقدار شاخص تصادفی (RI) تقسیم می‌شود. در صورتی که مقدار حاصل کمتر از ۰/۱ باشد، ماتریس سازگار و قابل استفاده تشخیص داده می‌شود.

ساعتی برای به دست آوردن مقادیر شاخص‌های تصادفی (RI)، ۱۰۰ ماتریس را با اعداد تصادفی و با شرط متقابل بودن ماتریس‌ها تشکیل داده و مقادیر ناسازگاری و میانگین آن‌ها را محاسبه نمود. اما از آنجا که مقادیر عددی مقایسات فازی همواره عدد صحیح نیستند و حتی در این صورت هم میانگین هندسی، آن‌ها را عموماً به اعداد غیر صحیح تبدیل می‌کند، حتی در صورت استفاده از مقیاس (۹-۱) ساعتی نیز نمی‌توان از جدول شاخص‌های تصادفی (RI) ساعتی استفاده کرد. بنابراین گوگوس و بوچر با تولید ۴۰۰ ماتریس تصادفی مجدداً جدول شاخص‌های تصادفی (RI) را برای ماتریس‌های مقایسات زوجی فازی تولید کردند.

جدول ۳-۴: شاخص‌های تصادفی (RI)

اندازه ماتریس	RI^m	RI^g
۱	۰	۰
۲	۰	۰
۳	۰/۴۸۹۰	۰/۱۷۹۶
۴	۰/۷۹۳۷	۰/۲۶۲۷
۵	۱/۰۷۲۰	۰/۳۵۹۷
۶	۱/۱۹۹۶	۰/۳۸۱۸
۷	۱/۲۸۷۴	۰/۴۰۹۰
۸	۱/۳۴۱۰	۰/۴۱۶۴
۹	۱/۳۷۹۳	۰/۴۳۴۸
۱۰	۱/۴۰۹۵	۰/۴۴۵۵
۱۱	۱/۴۱۸۱	۰/۴۵۳۶
۱۲	۱/۴۴۶۲	۰/۴۷۷۶
۱۳	۱/۴۵۵۵	۰/۴۶۹۱
۱۴	۱/۴۹۱۳	۰/۴۸۰۴
۱۵	۱/۴۹۸۶	۰/۴۸۸۰

برای تولید ماتریس‌های تصادفی ابتدا مقدار میانی عدد فازی مثلثی به صورت تصادفی در بازه

$[\frac{1}{9}, 9]$ و به صورت متقابل تولید شد. سپس مقدار حد پایین هر عدد مثلثی در بازه [مقدار میانی

تولید شده و $\frac{1}{9}$] و مقدار حد بالای آن در بازه $[\frac{1}{9}, 9]$ و مقدار میانی تولید شده] به صورت تصادفی

تولید و در نهایت با تقسیم ماتریس تصادفی حاصل به دو ماتریس حد میانی و میانگین هندسی

حدود بالا و پایین، مقدار شاخص تصادفی آن‌ها به دست آمد.

نکته قابل توجه این که مقدار ناسازگاری در ستون RI^m بیشتر از RI^g است. این تفاوت به این

جهت است که دامنه اعداد تصادفی تولید شده برای حد میانی $[\frac{1}{9}, 9]$ است اما دامنه اعداد تصادفی

حدود بالا و پایین بر اساس عدد میانی تولید شده، محدودتر است و بنابراین احتمال کمتری برای ناسازگاری در آنها وجود دارد.

با محاسبه نرخ ناسازگاری برای دو ماتریس بر اساس روابط زیر آنها را با آستانه ۰/۱ مقایسه

می کنیم:

$$CR^g = \frac{CI^g}{RI^g} \quad (۱۶-۳)$$

$$CR^m = \frac{CI^m}{RI^m} \quad (۱۷-۳)$$

در صورتی که هر دوی این شاخص ها کمتر از ۰/۱ بودند، ماتریس فازی سازگار است. در

صورتی که هر دو بیشتر از ۰/۱ بودند، از تصمیم گیرنده تقاضا می شود تا در اولویت های ارائه شده

تجدید نظر نماید و در صورتی که تنها $CR^m(CR^g)$ بیشتر از ۰/۱ بود، تصمیم گیرنده تجدید نظر در

مقادیر میانی (حدود) قضاوت های فازی را انجام می دهد.

مراحل به دست آوردن وزن مؤلفه ها با تحلیل شبکه ای فازی

بر اساس سوپر ماتریس، مراحل محاسبه وزن مؤلفه ها عبارتند از:

مرحله اول: جهت تجميع نظرات خبرگان، از مقايسات زوجي پاسخ دهندهگان ميانگين هندسي گرفته مي شود.

مرحله دوم: محاسبه بردار ويژه: براي محاسبه بردار ويژه هر يك از جداول مقايسات زوجي تجميع شده، طبق رابطه زير از روش لگاريتمي حداقل مجذورات، استفاده مي شود.

$$w_k^s = \frac{\left(\prod_{j=1}^n a_{kj}^s \right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{ij}^m \right)^{1/n}}, \quad s \in \{l, m, u\} \quad (18-3)$$

به طوري كه:

$$\tilde{w}_k = (w_k^l, w_k^m, w_k^u) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (19-3)$$

مرحله سوم: تشكيل ماتريس هاي بردار ويژه (W_{ij}) : اين ماتريس ها شامل بردارهاي ويژه اي هستند كه از مقايسات زوجي مرحله دوم به دست آمده اند.

به طور كلي مي توان اين ماتريس ها را به دو دسته تقسيم كرد:

۱- ماتريس هايي كه شامل بردارهاي ويژه اي هستند كه روابط بين سطحي (عمودي) را نشان مي دهند. اگر بين دو مؤلفه رابطه ي بين سطحي وجود نداشته باشد در محل تلاقي آن دو مؤلفه در

ماتریس مقدار $(0,0,0)$ قرار می‌گیرد. در سایر درایه‌ها هم با توجه به رابطه عمودی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژه‌ی به‌دست آمده از مرحله دوم قرار می‌گیرد.

۲- ماتریس‌هایی که شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که روابط افقی (درون سطحی) را نشان می‌دهد. این ماتریس‌ها مربعی بوده و قطر اصلی آن $(1,1,1)$ است. اگر بین دو مؤلفه رابطه‌ی درون سطحی وجود نداشته باشد در محل تلاقی آن دو مؤلفه در ماتریس مقدار $(0,0,0)$ قرار می‌گیرد. در سایر درایه‌ها هم با توجه به رابطه افقی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژه به‌دست آمده از مرحله دوم قرار می‌گیرد. توجه شود اگر در ماتریس بردار ویژه درون سطحی، یک یا چند درایه در قطر اصلی $(1,1,1)$ نشود بدین دلیل است که در آن ستون نرمال‌سازی صورت گرفته است. نرمال‌سازی بدین صورت است که تمامی اعداد فازی آن ستون بر جمع مقادیر میانی اعداد فازی آن ستون تقسیم می‌شوند. مرحله چهارم: محاسبه اوزان نهایی سطوح: برای محاسبه وزن نهایی مؤلفه‌های هر سطح (W_i^*) می‌بایست حاصلضرب ماتریس بردار ویژه روابط درونی در بردار ویژه همان سطح را در وزن نهایی سطح بالاتر ضرب شود.

$$W_i^* = W_{ii} \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad (20-3)$$

در صورتیکه برای یک سطح ماتریس W_{ii} وجود نداشت، لازم است یک ماتریس یکه هم درجه جایگزین آن گردد. به عبارت دیگر می‌بایست از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$W_i^* = I \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad (21-3)$$

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل اطلاعات

پژوهشگر پس از این که روش تحقیق خود را مشخص کرد و با استفاده از ابزارهای مناسب، داده‌های مورد نیاز را برای آزمون فرضیه‌های خود جمع آوری کرد، اکنون نوبت آن است که با بهره‌گیری از تکنیک‌های مناسبی که با روش تحقیق، نوع متغیرها و... سازگاری دارد، داده‌های جمع آوری شده را دسته‌بندی و تجزیه و تحلیل نماید تا در نهایت بتواند فرضیه‌هایی را که تا این مرحله از تحقیق او را هدایت کرده‌اند در بوته آزمون قرار دهد.

پیوند دادن موضوع تحقیق به رشته‌ای از اطلاعات موجود مستلزم اندیشه‌ای خلاق است. فرآیند تجزیه و تحلیل داده‌ها فرآیندی چند مرحله‌ای است که طی آن داده‌هایی که از طریق بکارگیری ابزارهای جمع آوری در جامعه (نمونه) آماری فراهم آمده‌اند جمع‌آوری، دسته‌بندی... و در نهایت پردازش می‌شوند تا زمینه برقراری انواع تحلیل‌ها و ارتباط بین این داده‌ها به منظور آزمون فرضیه‌ها فراهم آید. تجزیه و تحلیل اطلاعات به عنوان مرحله‌ای علمی از پایه‌های اساسی هر پژوهش علمی به شمار می‌رود که به وسیله آن کلیه فعالیت‌های پژوهش تا رسیدن به نتیجه، کنترل و هدایت می‌شوند. در این فصل جهت تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شده است. در ابتدا با آمار توصیفی، شناختی از وضعیت و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان حاصل می‌شود و در ادامه به کمک آزمون تحلیل عاملی اکتشافی ابعاد پرسشنامه مشخص، با تحلیل عاملی تأییدی به تأیید مدل‌ها پرداخته و به بررسی روابط بین متغیرهای موجود با استفاده از نرم افزار آموس ۱۸ می‌پردازیم. در نهایت نیز اولویت‌بندی ابعاد مدل با روش *ANP* فازی و بهره‌گیری از نرم‌افزار *Super Decision* ارائه

می‌شود. در ارائه‌ی نتایج سعی شده خروجی‌ها را در خود فایل توسط عکس از تصاویر نرم‌افزار و ... قرار دهیم تا نیازی به مراجعه به پیوست نباشد و نتایج شکل‌تر ارائه شوند.

۲-۴ آمار توصیفی

به منظور آشنایی با پاسخ دهندگان، متغیرهای جمعیت شناختی آنان از قبیل: جنسیت، سن و تحصیلات به تفصیل ارائه شده است.

متغیر جنسیت پاسخ دهندگان

جدول ۱-۴: توصیف جنسیت پاسخ دهندگان

فراوانی	درصد	
۱۶۳	۹۰/۵۶	مرد
۱۷	۹/۴۴	زن
۱۸۰	۱۰۰	کل

با توجه به جدول ۱-۴ مشاهده می‌شود که جنسیت ۱۶۳ نفر از پاسخ دهندگان مرد

(۹۰/۵۶ درصد) و ۱۷ نفر خانم (۹/۴۴ درصد) هستند.

متغیر وضعیت تأهل پاسخ دهندگان

جدول ۲-۴: توصیف وضعیت تأهل پاسخ دهندگان

درصد	فراوانی	
۸۷/۲۲	۱۵۷	متأهل
۱۲/۷۸	۲۳	مجرد
۱۰۰	۱۸۰	کل

با توجه به جدول ۲-۴ مشاهده می شود که وضعیت تأهل ۱۵۷ نفر از پاسخ دهندگان متأهل

(۸۷/۲۲ درصد) و ۲۳ نفر مجرد (۱۲/۷۸ درصد) می باشند.

توصیف متغیر سن پاسخ دهندگان

جدول ۳-۴: توصیف سن پاسخ دهندگان

درصد	فراوانی	
۷/۲۲	۱۳	کمتر از ۳۵ سال
۳۲/۷۸	۵۹	بین ۳۵ تا ۴۵ سال
۵۳/۸۹	۹۷	بین ۴۵ تا ۵۵ سال
۶/۱۱	۱۱	۵۵ سال به بالا
۱۰۰	۱۸۰	کل

مطابق جدول ۳-۴ مشاهده می‌شود که سن ۱۳ نفر از پاسخ دهندگان معادل ۷/۲۲ درصد کمتر از ۳۵ سال بوده است. ۵۹ نفر بین ۳۵-۴۵ سال (معادل ۳۲/۷۸ درصد)، ۹۷ نفر بین ۴۵ تا ۵۵ سال معادل ۵۳/۸۹ درصد و ۱۱ نفر نیز بیشتر از ۵۵ سال (معادل ۶/۱۱ درصد) سن داشته‌اند.

توصیف متغیر میزان تحصیلات پاسخ دهندگان

جدول ۴-۴: توصیف متغیر سطح تحصیلات پاسخ دهندگان

درصد	فراوانی	
۷/۲۲	۱۳	لیسانس
۸۶/۶۷	۱۵۶	فوق لیسانس
۶/۱۱	۱۱	دکتر
۱۰۰	۱۸۰	کل

مطابق جدول ۴-۴ مشاهده می‌شود که میزان تحصیلات ۱۳ نفر از پاسخ دهندگان (معادل ۷/۲۲ درصد) لیسانس، ۱۵۶ نفر (معادل ۸۶/۶۷ درصد) فوق لیسانس و ۱۱ نفر (معادل ۶/۱۱ درصد) دکتر بوده است.

توصیف متغیر سابقه کار پاسخ دهندگان

جدول ۴-۵: توصیف سابقه کار پاسخ دهندگان

درصد	فراوانی	
۲۱/۶۷	۳۹	کمتر از ۱۰ سال
۵۳/۸۹	۹۷	بین ۱۰ تا ۲۰ سال
۲۴/۴۴	۴۴	بیشتر از ۲۰ سال
۱۰۰	۱۸۰	کل

مطابق جدول ۴-۵ مشاهده می‌شود که سابقه کار ۳۹ نفر از پاسخ دهندگان (معادل ۲۱/۶۷ درصد)

کمتر از ۱۰ سال بوده است. ۹۷ نفر (معادل ۵۳/۸۹ درصد) و ۴۴ نفر (معادل ۲۴/۴۴ درصد) سابقه

کار داشته‌اند.

در بخش استنباطی، نخست به آرائه‌ی الگوی تحقیق با استفاده از متغیرها و سوالات

پرسشنامه‌ی تحقیق، با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی پرداختیم سپس بر اساس

مولفه‌های الگوی به‌دست‌آمده، پرسشنامه مقایسات زوجی تحقیق طراحی و میان خبرگان تحقیق

شرکت‌کننده در تحقیق توزیع شد و اولویت‌بندی مولفه‌ها با نظر ایشان و روش *ANP* فازی

انجام شد.

در این راستا، در آغاز تحلیل عاملی، باید شرایطی را بررسی می‌کردیم تا با برقراری آن شرایط اجازه ورود به تحلیل عاملی امکان‌پذیر باشد. برای این امر از آزمون KMO یا آزمون ارزیابی کفایت نمونه‌گیری استفاده کردیم. طبق نتایج آزمون مشخص شد مقدار KMO برابر با $0/69$ و مقدار معنی داری صفر ($0/00$) است که نشان از احتمال مفید بودن تحلیل عاملی برای داده‌های پرسشنامه‌ی تحقیق را داشت. سپس در بخش جدول اشتراکات، میزان همبستگی بین واریانس متغیر یا سوال مورد نظر (در پرسشنامه) با واریانس سایر متغیرها (یا سوالات) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بخش نشان‌دهنده‌ی مناسب بودن استفاده از تحلیل عاملی از نظر همبستگی واریانس‌ها بود. لذا در بخش بعدی «جدول واریانس کل استخراج شده» بررسی شد. مقدار ویژه در جدول واریانس کل، برای ۸ عامل بزرگتر از یک بود، لذا تعداد عوامل استخراجی پیشنهاد شده برای الگوی تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی ۸ عدد بود که تغییرات این ۸ عامل نزدیک به 86% تغییرات کلیه متغیرهای مورد بررسی را شامل می‌شد. سپس ماتریس ابعاد اولیه‌ی مدل ارائه و بررسی شد. حداقل بار عاملی مطلوب $0/4$ در نظر گرفته شد. از آنجایی که در عوامل استخراج شده هر سوال فقط و فقط باید به یک عامل اختصاص می‌یافت (یا به عبارت دیگر هر سوال در یک عامل دارای بار بزرگتر از $0/4$ باشد) و از سوی دیگر هیچ عاملی نباید بدون بار (بدون سوال اختصاص یافته) باقی می‌ماند، از چرخش واریماکس به منظور اصلاح ترکیب‌بندی عوامل استفاده کردیم. طبق نتایج این بخش مشخص شد عوامل شماره‌ی ۱، ۲، ۳، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۳۱، ۳۳، ۳۴ و ۳۵ دارای بار عاملی در دو بخش یا بیشتر هستند، لذا از این حیث دچار تناقض بودند. برای این منظور از روش‌های اصلاحی ماتریس چرخش یافته استفاده کردیم.

با حذف عامل‌های ۱۵ و ۱۹ در استفاده از روش‌های اصلاحی ماتریس چرخش یافته، دسته بندی نهایی بدست آمد. بر این اساس داده‌های موجود در ۸ عامل کلی طبقه‌بندی شده‌اند. تمامی عوامل حداقل در یک عامل دارای بار عاملی بالاتر از ۰/۴ می‌باشند.

با توجه به دسته بندی صورت گرفته سؤالات به شرح جدول ۴-۶ تقسیم بندی و با توجه به تشابه موجود عوامل موجود در هر دسته، دسته ها به شرح زیر نام گذاری گردیده اند.

جدول ۴-۶: دسته بندی سؤالات برای مدل تحلیل عاملی تحقیق

ردیف	نام پیشنهادی عامل	شماره متغیرها	نماد اختصاری عامل در مدل نرم افزار
۱	فرسودگی و سایش	۱، ۶
۲	عملکرد نیروی انسانی	۲، ۱۴، ۱۶، ۲۵	HR
۳	عوامل بیرونی و محیطی	۳، ۳۲ و ۳۳	Envi
۴	اختلالات عملکرد سیستم	۴، ۵، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۳۴	Dysf
۵	نگهداری و تعمیرات	۹، ۱۰، ۱۷، ۲۶	Main
۶	مخاطرات الکتریکی	۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴	Elec
۷	طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی	۲۳، ۲۷، ۳۱، ۳۵	PS
۸	بازرسی و کنترل	۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۶	Cont

عامل «فرسودگی و سایش» به دلیل اینکه حداقل سه متغیر (سؤال) را شامل نشده است، باید از بین عوامل حذف شود. در ادامه به منظور تأیید تخصیص این سئوالات به عامل مناسب از نتایج آزمون تحلیل عاملی تأییدی بهره گرفته می شود.

۳-۴ تحلیل عاملی تأییدی

تحلیل عاملی تأییدی توسط نرم افزار *AMOS* انجام شد و نتایج آن در ادامه ارائه می گردد.

شاخص های ارزیابی نرمال بودن یک متغیره و چندمتغیره

Assessment of normality (Group number ۱)

variable	min	max	skew	c.r.	kurtosis	c.r.
HR	۱.۰۰۰	۵.۰۰۰	-.۵۷۳	-۱.۲۱۸	-.۶۲۷	-۱.۴۱۲
Envi	۱.۰۰۰	۵.۰۰۰	.۱۴۹	۱.۷۲۶	-.۹۱۴	-۲.۳۳۷
Dysf	۱.۰۰۰	۵.۰۰۰	-.۲۱۶	-۱.۵۱۴	-۱.۶۳۱	-۱.۵۱۳
Main	۱.۰۰۰	۵.۰۰۰	-.۷۲۵	-.۸۲۸	-.۹۴۲	-۱.۴۶۸
Elec	۱.۰۰۰	۵.۰۰۰	.۵۳۶	۲.۲۱۶	-۱.۵۲۹	-۱.۶۵۱
PS	۱.۰۰۰	۵.۰۰۰	-.۲۱۸	-۲.۲۷۸	-۱.۳۲۷	-۲.۳۱۴
Cont	۱.۰۰۰	۵.۰۰۰	-.۶۲۴	-۱.۵۲۳	-.۴۱۶	-۱.۷۲۳
Multivariate					-۱.۴۳۶	-۱.۹۳۶

نسبت های بحرانی در ستون های کجی و کشیدگی نشان می دهد که عوامل و متغیرها از توزیع

نرمال برخوردارند. قدرمطلق نسبت های بحرانی و ضریب مردیا نیز از ۲/۵۸ کمتر می باشند.

بررسی دو شرط رتبه و مرتبه:

در بررسی نتایج مدل نتیجه گرفته می‌شود که مدل ساختاری از شرط رتبه برخوردار است چرا

که درجه آزادی ۹ می‌باشد:

Computation of degrees of freedom (Default model)

Number of distinct sample moments: ۲۳

Number of distinct parameters to be estimated: ۱۴

Degrees of freedom: ۹

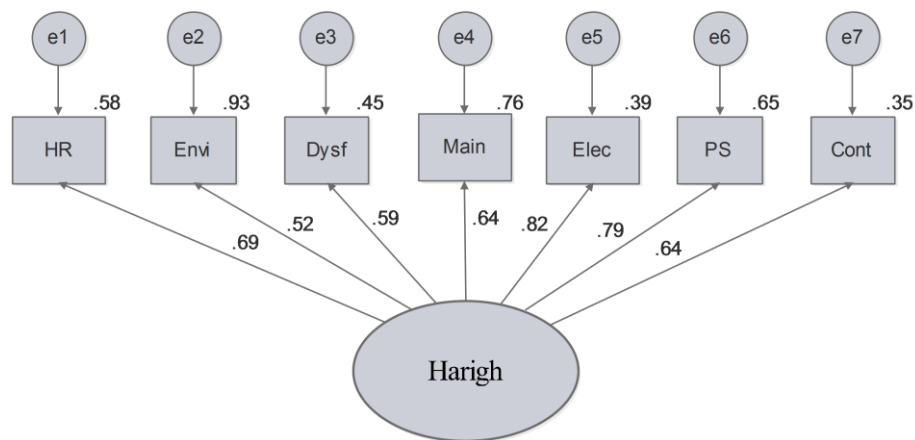
تعداد عناصر غیر زاید ماتریس واریانس کوواریانس متغیرهای مشاهده شده ۲۳ و تعداد

مؤلفه‌های آزاد معین شده در مدل ۱۴ و درجه آزادی نیز ۹ می‌باشد. بنابراین مدل شرط مرتبه را

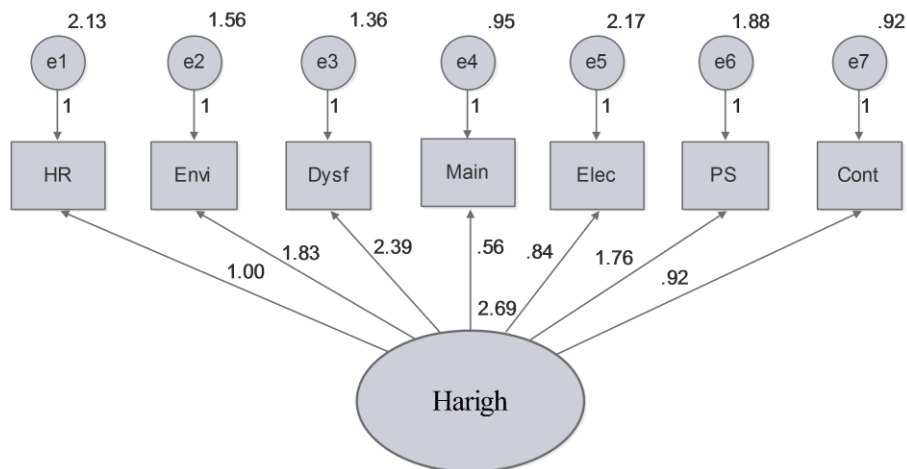
داراست. همچنین مدل، شرط مرتبه را ارضا می‌کند چون عملیات محاسباتی در جبر ماتریس ها به

منظور برآورد مؤلفه‌ها و بازتولید ماتریس واریانس کوواریانس متغیرهای مشاهده شده امکان پذیر

شده است.



شکل ۴-۲: تحلیل عاملی تأییدی مدل در حالت استاندارد



شکل ۴-۲) تحلیل عاملی تأییدی مدل در حالت غیر استاندارد

شاخص‌های برازش مدل در نرم‌افزار AMOS:

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	۱۴	۴۲.۴۱۱	۹	.۰۰۰	۳.۰۲۹
Saturated model	۲۳	.۰۰۰	۰		
Independence model	۱۰	۴۱۳.۳۲۲	۸	.۰۰۰	۴۱.۳۲۲

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta ^۱	RFI rho ^۱	IFI Delta ^۲	TLI rho ^۲	CFI
Default model	.۷۳۳	.۸۲۰	.۸۷۴	.۹۲۱	.۸۱۴
Saturated model	۱.۰۰۰		۱.۰۰۰		۱.۰۰۰
Independence model	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.۴۳۲	.۶۹۶	.۴۲۱
Saturated model	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰
Independence model	۱.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰

RMSEA

Model	RMSEA	LO ۹۰	HI ۹۰	PCLOSE
Default model	.۱۲۹	.۱۴۷	.۱۳۱	.۰۹۳
Independence model	.۲۱۸	.۳۳۶	.۳۸۱	.۰۰۰

نسبت کای اسکوئر به درجه آزادی ۳/۵۳۴ و شاخص های برازش تطبیقی کمتر از ۹۰ درصد می باشند بنابراین نامناسب محسوب می شوند و شاخص *RMSEA* بزرگتر از ۰/۰۵ است بنابراین نتیجه گرفته می شود که باید مدل را اصلاح نمود. شاخص های اصلاح مدل به شکل زیر بود:

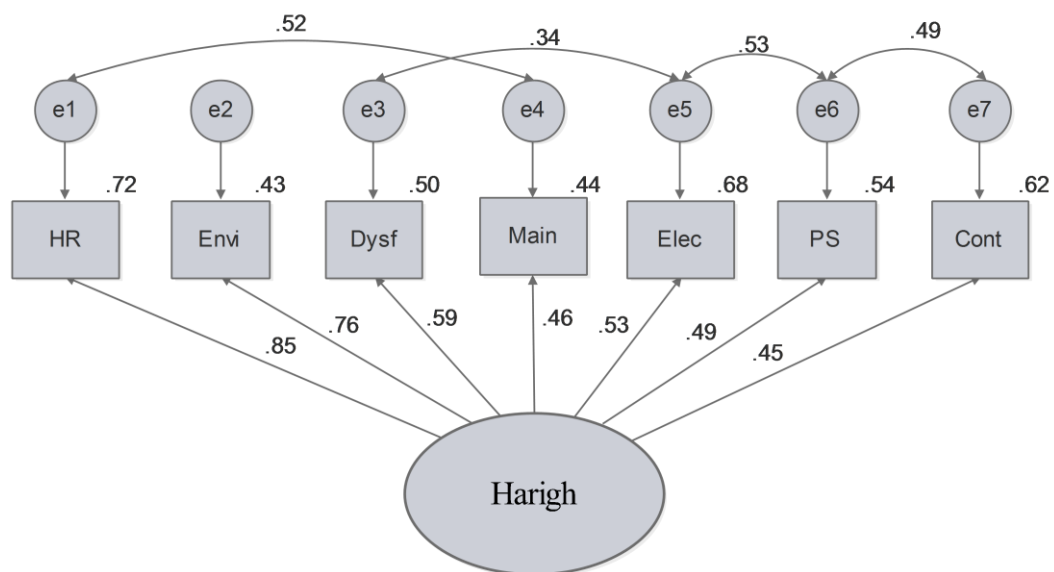
Covariances: (Group number ۱ - Default model)

	<i>M.I</i>	<i>Par Change</i>
e7 <--> e۷	۳۲.۱۲۷	.۵۶۲
e۵ <--> e۶	۱۳.۵۲۶	.۳۱۷
e۳ <--> e۵	۲۱.۲۴۲	.۴۸۷
e۱ <--> e۴	۹.۹۶۲	.۲۵۶

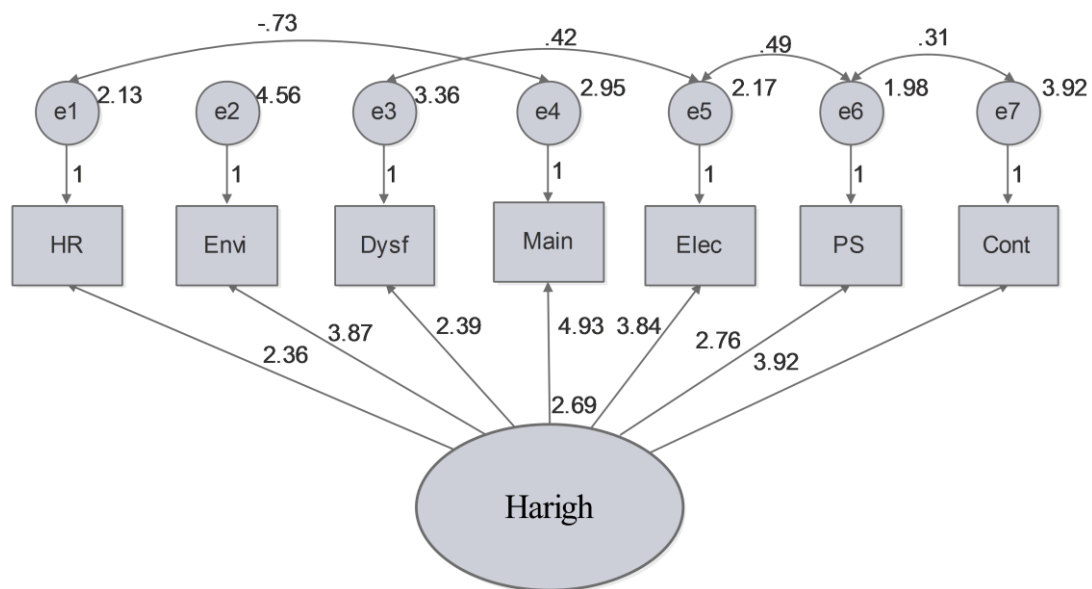
Regression Weights: (Group number ۱ - Default model)

	<i>M.I</i>	<i>Par Change</i>
<i>HR <--> Dysf</i>	۱۱.۵۸۷	.۰۸۴
<i>HR <--> Main</i>	۹.۲۶۳	- .۰۷۲
<i>Envi <--> Elec</i>	۱۲.۳۲۷	- .۰۹۶
<i>Main <--> PS</i>	۸.۴۱۶	.۱۲۵

بر این اساس مدل اصلاح شده به شکل زیر حاصل گردید:



شکل ۴-۳) مدل اصلاح شده در حالت استاندارد



شکل ۴-۴) مدل اصلاح شده در حالت غیراستاندارد (معنی داری)

شاخص‌های برازش مدل اصلاح شده در نرم‌افزار به شکل زیر به دست آمده:

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	۱۴	۳۷.۷۴۱	۷	.۰۷۸	۱.۸۸۷
Saturated model	۲۳	.۰۰۰	۰		
Independence model	۱۷	۲۳.۶۳۹	۸	.۰۰۰	۱.۳۹۱

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta ^۱	RFI rho ^۱	IFI Delta ^۲	TLI rho ^۲	CFI
Default model	.۹۴۶	.۹۱۱	.۹۲۷	.۹۰۳	.۹۲۴
Saturated model	۱.۰۰۰		۱.۰۰۰		۱.۰۰۰
Independence model	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.۵۴۶	.۵۱۳	.۶۷۳
Saturated model	.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰
Independence model	۱.۰۰۰	.۰۰۰	.۰۰۰

RMSEA

Model	RMSEA	LO ۹۰	HI ۹۰	PCLOSE
Default model	.۰۲۳	.۱۷۵	.۱۴۲	.۰۴۴
Independence model	.۱۴۲	.۲۰۶	.۲۳۲	.۰۰۰

با توجه به شاخص‌های برازش مدل فوق نسبت کای دو به درجه آزادی پس از اصلاح بهبود

یافت، شاخص‌های تطبیقی نیز بسیار مناسب شدند و شاخص‌های مقتصد نیز در نتیجه اصلاح

مناسب شدند. همچنین شاخص‌های جزئی برازش و نسبت بحرانی و سطح معنی داری نشان داد

تمام بارهای عاملی و واریانس‌های برآورد شده تفاوت معنی داری با صفر دارند ($p < ۰/۰۰۱$).

۴-۴) رتبه‌بندی عوامل مدل با روش ANP فازی

گام اول: تجميع نظرات خبرگان

در این تحقیق از میانگین هندسی نظرات خبرگان تحقیق که شامل ۱۳ نفر از نمونه‌های تحقیق که در زمینه‌ی موضوع تحقیق خبره محسوب می‌شوند استفاده کردیم و پرسشنامه‌ی مقایسات زوجی (که دقیقاً مطابق با جداول ۴-۱۳ تا ۴-۱۵ است) را در اختیارشان گذاشتیم.

برای محاسبه میانگین هندسی نظرات خبرگان، در صورتی که نظرات فرد K ام را در مورد الویت نسبی گزینه i نسبت به گزینه j بصورت r_{ijk} نشان دهیم، مقادیر تجميع شده (میانگین هندسی) نظرات تعداد K تصمیم گیرنده بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$r_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n r_{ijk}} \quad ۱-۴$$

گام دوم: بدست آوردن ماتریس W_{21}

ماتریس W_{21} نشانگر میانگین هندسی نظرات خبرگان در خصوص مقایسات معیارها نسبت به هدف است.

گام سوم: بدست آوردن ماتریس W_{22}

جهت بدست آوردن ماتریس W_{22} ابتدا باید میانگین هندسی هر یک از جداول مقایسات زوجی معیارها را محاسبه نمائیم، سپس از روش لگاریتمی حداقل مجزورات که در زیر نشان داده شده است برای بدست آوردن وزن های فازی استفاده می‌کنیم .

$$\begin{aligned} \tilde{W}_k &= (w_k^l, w_k^m, w_k^u) \\ w_k^s &= \frac{(\prod_{j=1}^n a_{kj}^s)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{kj}^m)^{1/n}}, s \in \{l, m, u\} \end{aligned} \quad \text{فرمول ۴-۲}$$

گام چهارم: محاسبه ماتریس w_i

با توجه به ماتریس های محاسبه شده در دو مرحله قبل، ماتریس w_i را به شرح زیر محاسبه

می نمائیم:

$$w_i = W_{22} * W_{21}$$

فرمول ۳-۴

گام پنجم : دیفازی کردن:

فرمول دیفازی کردن در نرم افزار نیز مطابق با فرمول زیر می باشد:

$$\frac{l + \epsilon m + u}{6}$$

(۴-۴)

نتایج روش

نتایج به دست آمده از نرم افزار در جداول ۴-۱۳ تا ۴-۱۷ ارائه شده است

جدول ۴-۱۳) میانگین مقایسات زوجی عامل‌ها یا مولفه‌های الگوی تحقیق (ماتریس W_{21})

W_{21}	عملکرد نیروی انسانی	عوامل بیرونی و محیطی	اختلالات عملکرد سیستم	نگهداری و تعمیرات	مخاطرات الکتریکی	طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی	بازرسی و کنترل
عملکرد نیروی انسانی	(۵.۲۴, ۶.۵۶, ۷.۲۷)	(۳.۱۸, ۴.۲۲, ۵.۲۴)	(۲.۲۴, ۲.۸۸)	(۲.۵۲, ۳.۵۶, ۴.۵۸)	(۱.۲۶, ۱.۴۴, ۱.۵۹)	(۱.۵۹, ۲.۰۸, ۵.۵۲)	(۱, ۱, ۱)
عوامل بیرونی و محیطی	(۳.۶۳, ۴.۷۲, ۵.۷۷)	(۲.۵۲, ۳.۵۶, ۴.۵۸)	(۱.۲۶, ۱.۴۴, ۱.۵۹)	(۲.۵۲, ۳.۵۶, ۴.۵۸)	(۰.۵, ۰.۶۹, ۱)	(۱, ۱, ۱)	(۰.۴۰, ۰.۴۸, ۱)
اختلالات عملکرد سیستم	(۴.۵۸, ۵.۷۴, ۶.۸۴)	(۳.۱۸, ۴.۲۲, ۵.۲۴)	(۱.۲۶, ۱.۴۴, ۱.۵۹)	(۳.۱۸, ۴.۲۲, ۵.۲۴)	(۱, ۱, ۱)	(۲, ۳, ۴)	(۰.۶۳, ۰.۶۹, ۰.۷۹)
نگهداری و تعمیرات	(۱, ۱.۴۴, ۲)	(۱, ۱, ۱)	(۰.۳۸, ۰.۴۹, ۰.۶۳)	(۱, ۱, ۱)	(۰.۱۹, ۰.۲۴, ۰.۳۲)	(۰.۲۲, ۰.۲۸, ۰.۴۰)	(۰.۲۲, ۰.۲۸, ۰.۴۰)
مخاطرات الکتریکی	(۲.۲۹, ۲.۷۶, ۳.۱۸)	(۲, ۲.۴۷, ۲.۸۸)	(۱, ۱, ۱)	(۳.۱۸, ۴.۲۲, ۵.۲۴)	(۰.۶۳, ۰.۶۹, ۰.۷۹)	(۰.۶۳, ۰.۶۹, ۰.۷۹)	(۰.۳۷, ۰.۴۱, ۰.۵)
طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی	(۱.۲۶, ۱.۴۴, ۱.۵۹)	(۱, ۱, ۱)	(۰.۳۷, ۰.۴۱, ۰.۵)	(۱, ۱, ۱)	(۰.۱۹, ۰.۲۴, ۰.۳۲)	(۰.۲۲, ۰.۲۸, ۰.۴۰)	(۰.۱۹, ۰.۲۴, ۰.۳۲)
بازرسی و کنترل	(۱, ۱, ۱)	(۰.۶۳, ۰.۶۹, ۰.۷۹)	(۰.۵, ۰.۵۲, ۰.۵۵)	(۰.۵, ۰.۶۹, ۱)	(۰.۱۴, ۰.۱۷, ۰.۲۲)	(۰.۱۷, ۰.۲۱, ۰.۲۸)	(۰.۱۷, ۰.۲۱, ۰.۲۲)

جدول ۴-۱۴) ماتریس W_{22} مولفه‌های مدل و الگوی تحقیق

W_{22}	عملکرد نیروی انسانی	عوامل بیرونی و محیطی	اختلالات عملکرد سیستم	نگهداری و تعمیرات	مخاطرات الکتریکی	طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی	بازرسی و کنترل
عملکرد نیروی انسانی	(۰.۰۸, ۰.۰۹۶, ۰.۱۲)	(۰.۱۶, ۰.۲۰, ۰.۲۴)	(۰.۱۳, ۰.۱۶, ۰.۲۰)	(۰.۱, ۰.۱۲, ۰.۱۵)	(۰.۲, ۰.۲۶, ۰.۳۳)	(۰.۲۴, ۰.۲۶, ۰.۳۳)	(۰, ۰, ۰)
عوامل بیرونی و محیطی	(۰.۱۵, ۰.۱۸, ۰.۲۲)	(۰.۲۲, ۰.۲۸, ۰.۳۴)	(۰.۰۸, ۰.۱, ۰.۱۳)	(۰.۱۵, ۰.۱۸, ۰.۲۱)	(۰.۱۰, ۰.۱۳, ۰.۱۷)	(۰, ۰, ۰)	(۰.۲۶, ۰.۳۲, ۰.۳۶)

اختلالات عملکرد سیستم	(۰.۲۲,۰.۲۶,۰.۲۹)	(۰.۱۹,۰.۲۲,۰.۲۷)	(۰.۲۳,۰.۳۱,۰.۳۸)	(۰.۲۱,۰.۲۶,۰.۳۱)	(۰,۰,۰)	(۰.۲۶,۰.۳۰,۰.۳۴)	(۰.۲۰,۰.۲۴,۰.۳۲)
نگهداری و تعمیرات	(۰.۰۸,۰.۱۰,۰.۱۲)	(۰.۰۶,۰.۰۷,۰.۰۹)	(۰.۲۱,۰.۲۷,۰.۳۴)	(۰,۰,۰)	(۰.۰۴,۰.۰۵,۰.۰۷)	(۰.۰۴,۰.۰۵,۰.۰۶)	(۰.۰۴,۰.۰۶,۰.۰۷)
مخاطرات الکتریکی	(۰.۱۲,۰.۱۵,۰.۱۹)	(۰.۱۴,۰.۱۷,۰.۲۰)	(۰,۰,۰)	(۰.۱۶,۰.۱۹,۰.۲۱)	(۰.۰۲,۰.۲۶,۰.۳۲)	(۰.۱۱,۰.۱۳,۰.۱۶)	(۰.۰۹,۰.۱۱,۰.۱۶)
طراحی و برنامه ریزی ایمنی	(۰.۱۸,۰.۲۱,۰.۲۵)	(۰,۰,۰)	(۰.۰۷,۰.۰۹,۰.۱۱)	(۰.۱۴,۰.۱۸,۰.۲۲)	(۰.۲۰,۰.۲۴,۰.۲۹)	(۰.۴۷,۰.۱۸,۰.۲۱)	(۰.۱۳,۰.۱۷,۰.۲۲)
بازرسی و کنترل	(۰,۰,۰)	(۰.۰۲,۰.۰۶,۰.۰۷)	(۰.۰۵,۰.۰۶,۰.۰۷)	(۰.۰۶,۰.۰۷,۰.۰۹)	(۰.۰۴,۰.۰۵,۰.۰۶)	(۰.۰۴,۰.۰۵,۰.۰۶)	(۰.۰۹,۰.۱۱,۰.۱۴)

جدول ۴-۱۵) ماتریس W_i مولفه های مدل

W_i	عملکرد نیروی انسانی	عوامل بیرونی و محیطی	اختلالات عملکرد سیستم	نگهداری و تعمیرات	مخاطرات الکتریکی	طراحی و برنامه ریزی ایمنی	بازرسی و کنترل
عملکرد نیروی انسانی	(۲.۵۰,۳.۸۰,۵.۴۹)	(۱.۸۳,۲.۸۷,۴.۲۰)	(۰.۸۷,۱.۲۰,۱.۶۲)	(۲.۰۲,۳.۲۶,۴.۵۶)	(۰.۵۱,۰.۷۲,۱.۰۴)	(۰.۷۷,۱.۱۹,۱.۷۹)	(۰.۳۷,۰.۵۱,۰.۸۴)
عوامل بیرونی و محیطی	(۲.۶۳,۴.۰۱,۵.۳۹)	(۱.۸۳,۲.۹۲,۴.۴۲)	(۰.۹۸,۱.۳۹,۱.۹۰)	(۱.۸۳,۳.۰۵,۴.۵۸)	(۰.۵۱,۰.۷۵,۱.۱۱)	(۰.۷۸,۱.۸۱,۱.۷۶)	(۰.۴۱,۰.۵۶,۰.۹۲)
اختلالات عملکرد سیستم	(۳.۶۶,۵.۲۲,۷.۷۳)	(۲.۵۲,۳.۹۲,۵.۶۴)	(۱.۲۵,۱.۷۹,۲.۴۱)	(۲.۳۵,۳.۷۶,۵.۵۱)	(۰.۷۳,۱.۰۲,۱.۳۸)	(۱.۱۶,۱.۹۱,۲.۸۷)	(۰.۵۷,۰.۷۸,۱.۱۶)
نگهداری و تعمیرات	(۱.۹۲,۲.۸۱,۴.۱۶)	(۱.۳۱,۲.۰۵,۳.۱۸)	(۰.۶۴,۰.۸۵,۱.۱۸)	(۱.۲۸,۲.۰۸,۳.۱۹)	(۰.۴۱,۰.۵۳,۰.۷۲)	(۰.۶۷,۱.۱۷,۱.۸۷)	(۰.۲۹,۰.۳۷,۰.۵۵)
مخاطرات الکتریکی	(۱.۵,۳.۰۲,۴.۴. ۸)	(۱.۱۱,۲.۲۶,۳.۲۳)	(۰.۵۹,۱.۰۷,۱.۴۸)	(۱.۰۴,۳.۶۲,۳.۶۶)	(۰.۳۰,۰.۶۱,۰.۹۱)	(۰.۴۳,۰.۷۷,۱.۱۲)	(۰.۲۶,۰.۴۵,۰.۷۲)
طراحی و برنامه ریزی ایمنی	(۱.۵۶,۳.۱۸,۴.۵۱)	(۱.۸۷,۲.۳۲,۳.۳۵)	(۰.۹۳,۱.۱۴,۱.۵۶)	(۱.۹۷,۲.۶۱,۳.۶۲)	(۰.۵۵,۰.۶۷,۰.۹۲)	(۰.۷۱,۱.۰۱,۱.۵۵)	(۰.۴۴,۰.۵۰,۰.۶۹)
بازرسی و کنترل	(۱.۲۹,۱.۳۰,۱.۴۸)	(۰.۶۲,۰.۷۶,۱.۱۱)	(۰.۴۵,۰.۵۰,۰.۶۰)	(۰.۷۶,۰.۸۵,۱.۲۲)	(۰.۱۱,۰.۱۸,۰.۲۶)	(۰.۲۸,۰.۳۲,۰.۵)	(۰.۱۷,۰.۱۵,۰.۲۴)

در جدول ۴-۱۶ نتایج اولویت‌بندی بر اساس وزن فازی و دیفازی شده‌ی هر یک از مولفه

های مدل تحقیق مشاهده می‌شود:

جدول ۴-۱۶) وزن فازی و دیفازی شده‌ی هر یک از مولفه‌های مدل تحقیق

رتبه	وزن دیفازی شده (واقعی)	وزن فازی	مولفه‌های مدل
۳	۰.۱۷	(۰.۱۱, ۰.۱۶, ۰.۲۳)	عملکرد نیروی انسانی
۷	۰.۰۵	(۰.۰۵, ۰.۰۴, ۰.۰۶)	عوامل بیرونی و محیطی
۶	۰.۰۹	(۰.۰۸, ۰.۱۲, ۰.۱۸)	اختلالات عملکرد سیستم
۴	۰.۱۵	(۰.۱, ۰.۱۵, ۰.۲)	نگهداری و تعمیرات
۵	۰.۱۳	(۰.۰۶, ۰.۱۳, ۰.۱۹)	مخاطرات الکتریکی
۲	۰.۱۸	(۰.۱۱, ۰.۱۸, ۰.۲۴)	طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی
۱	۰.۲۳	(۰.۱۵, ۰.۲۳, ۰.۳۲)	بازرسی و کنترل

فصل پنجم

بحث و نتیجه گیری

۵-۱) مقدمه

در فصل آخر پایان‌نامه به طور کلی، نتایج به دست آمده در تحقیق بیان خواهند شد تا در نهایت بتوان بر اساس نتایج، راهکارهای عملی ارائه گردد. در نهایت نیز پیشنهاداتی جهت انجام تحقیقات آتی بیان خواهد شد. نتایج و دستاوردهای تحقیق در پی پاسخ‌گویی به اهداف تحقیق که در فصل اول بیان شدند بدست آمده است. بنابراین با استفاده از نتایج تحقیق می‌توان پیشنهاداتی کاربردی و اثربخشی جهت حل مسأله‌ی تحقیق ارائه نمود. همچنین در نهایت پیشنهادات تحقیق در دو بخش ارائه خواهد شد.

۵-۲) نتایج تحقیق

همانطور که تا اینجا مشخص شد، در این تحقیق به ارائه‌ی الگوی میزان تاثیر مولفه‌های تاثیرگذار در شناسایی، اعلام و اطفاء حریق در صنایع حمل و نقل ریلی پرداخته شد. بر این اساس در فصل اول تحقیق، کلیات پژوهش و چارچوب انجام پژوهش مشخص شد. در فصل دوم مبانی نظری تحقیق و پیشینه‌ی تحقیقات انجام شده در راستای موضوع تحقیق بررسی گردید. در فصل سوم روش‌شناسی تحقیق ارائه شد و در فصل چهارم نیز، به تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق پرداخته شد. در این راستا جهت جمع‌آوری داده‌های تحقیق از پرسشنامه‌های محقق ساخته استفاده شد. جامعه آماری در این تحقیق کارکنان و مدیران مجرب فعال در صنعت حمل و نقل ریلی کشور است و پرسشنامه تحقیق در بین آنها توزیع و مورد بررسی قرار گرفتند. حجم نمونه‌ی تحقیق، ۱۸۰ نفر از کارکنان و مدیران مجرب فعال در صنعت حمل و نقل ریلی کشور بود و روش

تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق، روش تحلیل عاملی جهت ارائه‌ی الگو با استفاده از مولفه‌های شناسایی شده در فصل پیشینه و طی مشورت با خبرگان بود و برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی مولفه‌های الگوی ارائه شده در تحقیق از تحلیل شبکه‌ای *ANP* فازی استفاده شد. انجام محاسبات فوق با استفاده از نرم افزارهای *SPSS*، *AMOS* و *Super Decision* انجام شد. در این راستا نتایج تحقیق به طور کلی به شکل زیر می‌باشد:

پس از بررسی آمار توصیفی نمونه‌های تحقیق مشخص شد جنسیت ۱۶۳ نفر از پاسخ دهندگان مرد و ۹۰/۵۶ درصد و ۱۷ نفر خانم (۹/۴۴ درصد) بوده‌اند. وضعیت تأهل ۱۵۷ نفر از پاسخ دهندگان متأهل (۸۷/۲۲ درصد) و ۲۳ نفر مجرد (۱۲/۷۸ درصد) بوده است. سن ۱۳ نفر از پاسخ دهندگان معادل ۷/۲۲ درصد کمتر از ۳۵ سال بوده است. ۵۹ نفر بین ۳۵-۴۵ سال (معادل ۳۲/۷۸ درصد)، ۹۷ نفر بین ۴۵ تا ۵۵ سال معادل ۵۳/۸۹ درصد و ۱۱ نفر نیز بیشتر از ۵۵ سال (معادل ۶/۱۱ درصد) سن داشته‌اند. میزان تحصیلات ۱۳ نفر از پاسخ دهندگان (معادل ۷/۲۲ درصد) لیسانس، ۱۵۶ نفر (معادل ۸۶/۶۷ درصد) فوق لیسانس و ۱۱ نفر (معادل ۶/۱۱ درصد) دکترا بوده است. همچنین سابقه کار ۳۹ نفر از پاسخ دهندگان (معادل ۲۱/۶۷ درصد) کمتر از ۱۰ سال بوده است. ۹۷ نفر (معادل ۵۳/۸۹ درصد) و ۴۴ نفر (معادل ۲۴/۴۴ درصد) سابقه کار داشته‌اند.

در بخش استنباطی، نخست به ارائه‌ی الگوی تحقیق با استفاده از متغیرها و سوالات پرسشنامه‌ی تحقیق، با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی پرداختیم سپس بر اساس

مولفه‌های الگوی به‌دست‌آمده، پرسشنامه مقایسات زوجی تحقیق طراحی و میان خبرگان تحقیق توزیع شد و اولویت‌بندی مولفه‌ها با روش *ANP* فازی انجام شد.

در آغاز تحلیل عاملی، باید شرایطی را بررسی می‌کردیم تا با برقراری آن شرایط اجازه ورود به تحلیل عاملی امکان‌پذیر باشد. برای این امر از آزمون *KMO* یا آزمون ارزیابی کفایت نمونه‌گیری استفاده کردیم. مقدار *KMO* برابر با ۰/۶۹ و مقدار معنی داری صفر (۰/۰۰) نشان از احتمال مفید بودن تحلیل عاملی برای داده‌های پرسشنامه‌ی تحقیق را داشت. در بخش بعدی جدول اشتراکات ارائه و بررسی شد. در این بخش میزان همبستگی بین واریانس متغیر یا سوال مورد نظر (در پرسشنامه) با واریانس سایر متغیرها یا سوالات مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده مناسب بودن استفاده از تحلیل عاملی از نظر همبستگی واریانس‌ها بود. در ادامه جدول واریانس کل استخراج شده ارائه شد. مقدار ویژه در جدول واریانس کل، برای ۸ عامل بزرگتر از یک بود، لذا تعداد عوامل استخراجی پیشنهاد شده با استفاده از تحلیل عاملی ۸ عامل شد. تغییرات این ۸ عامل نزدیک به ۸۶٪ تغییرات کلیه متغیر مورد بررسی تحقیق را شامل می‌شود. در بخش بعد ماتریس ابعاد اولیه‌ی مدل ارائه شد. طبق نتایج به دست آمده در این بخش مشخص شد عوامل ۱، ۲، ۳، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۳۱، ۳۳، ۳۴ و ۳۵ دارای بار عاملی در دو بخش یا بیشتر هستند، لذا از این حیث دچار تناقض بوده و برای این منظور بایستی از روش‌های اصلاحی ماتریس چرخش یافته استفاده می‌کردیم. در جدول ماتریس چرخش یافته، پس از چرخش، با حذف عامل‌های ۱۵ و ۱۹ دسته‌بندی نهایی بدست آمد. بر این اساس داده‌های موجود در ۸ عامل کلی طبقه‌بندی شدند. لذا مولفه‌ها و عامل‌های الگوی تحقیق به صورت زیر نام‌گذاری شدند:

(۱) فرسودگی و سایش

(۲) عملکرد نیروی انسانی

(۳) عوامل بیرونی و محیطی

(۴) اختلالات عملکرد سیستم

(۵) نگهداری و تعمیرات

(۶) مخاطرات الکتریکی

(۷) طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی

(۸) بازرسی و کنترل.

عامل «فرسودگی و سایش» به دلیل اینکه حداقل سه متغیر (سؤال) را شامل نشده‌است، باید از بین عوامل حذف می‌شد. در ادامه به منظور تأیید تخصیص این سئوالات به عامل مناسب از نتایج آزمون تحلیل عاملی تأییدی بهره گرفتیم. تحلیل عاملی تأییدی توسط نرم‌افزار AMOS انجام شد. در نتایج شاخص‌های ارزیابی نرمال بودن یک متغیره و چندمتغیره، نسبت‌های بحرانی در ستون‌های کجی و کشیدگی نشان داد عوامل و متغیرها از توزیع نرمال برخوردارند. قدرمطلق نسبت‌های بحرانی و ضریب مردیا نیز از $2/58$ کمتر و مناسب بودند. در بررسی نتایج مدل نتیجه گرفته شد مدل ساختاری از شرط رتبه برخوردار است چرا که درجه آزادی ۹ بود. تعداد عناصر غیرزاید ماتریس واریانس کوواریانس متغیرهای مشاهده شده ۲۳ و تعداد مؤلفه‌های آزاد معین شده در مدل ۱۴ و درجه آزادی نیز ۹ می‌باشد. بنابراین مدل شرط مرتبه را دارا بود. همچنین مدل، شرط مرتبه را ارضا می‌کرد چون عملیات محاسباتی در جبر ماتریس‌ها به منظور برآورد مؤلفه‌ها و

بازتولید ماتریس واریانس کوواریانس متغیرهای مشاهده شده امکان پذیر شد. پس از ارائه مدل، شاخص‌های برازش مدل در نرم‌افزار *AMOS* نشان داد نسبت کای اسکوئر به درجه آزادی ۳/۵۳۴ و شاخص‌های برازش تطبیقی کمتر از ۹۰ درصد می‌باشند بنابراین نامناسب محسوب می‌شوند و شاخص *RMSEA* بزرگتر از ۰/۰۵ بود بنابراین نتیجه گرفتیم باید مدل را اصلاح نمود. در شاخص‌های برازش مدل اصلاح شده در نرم‌افزار، نسبت کای دو به درجه آزادی پس از اصلاح بهبود یافت، شاخص‌های تطبیقی نیز بسیار مناسب شدند و شاخص‌های مقتصد در نتیجه اصلاح مناسب شدند.

ضرایب و نسبت بحرانی و سطح معناداری و شاخص‌های جزئی برازش و نسبت بحرانی و سطح معنی داری نشان داد تمام بارهای عاملی و واریانس‌های برآورد شده تفاوت معنی‌داری با صفر دارند ($p < ۰/۰۰۱$) و معنی‌دار هستند. در بخش بعدی به رتبه‌بندی عوامل مدل ارائه شده در روش تحلیل عاملی، با روش *ANP* فازی پرداختیم. در این راستا از میانگین هندسی نظرات خبرگان تحقیق که شامل ۱۳ نفر از نمونه‌های تحقیق که در زمینه‌ی موضوع تحقیق خبره محسوب می‌شوند استفاده کردیم و پرسشنامه‌ی مقایسات زوجی را در اختیارشان گذاشتیم. نتایج اولویت‌بندی مولفه‌های مدل تحقیق نشان داد:

(۱) بازرسی و کنترل اولویت اول

(۲) طراحی و برنامه‌ریزی ایمنی اولویت دوم

(۳) عملکرد نیروی انسانی اولویت سوم

۴) نگهداری و تعمیرات اولویت چهارم

۵) مخاطرات الکتریکی اولویت پنجم

۶) اختلالات عملکرد سیستم اولویت ششم

۷) عوامل بیرونی و محیطی اولویت هفتم.

این امر اهمیت عامل نظارت، بازرسی و کنترل در صنعت ریلی کشور را نشان می‌دهد.

۳-۵) پیشنهادها بر اساس نتایج تحقیق

بر اساس نتایج به دست آمده در تحقیق مشخص شد عامل نظارت، بازرسی و کنترل در صنعت ریلی کشور از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است لذا پیشنهاد می‌شد مدیران و ذینفعان سازمان از آخرین تکنولوژی‌های نظارتی و بازرسی تجهیز گردند و مدام در حال به‌روز کردن آنها باشند. یکی از راه‌های ارتقای سطح ایمنی و پیشگیری از وقوع حوادث در شبکه حمل‌ونقل ریلی، استفاده از سیستم‌های اتوماتیک بازرسی است. این سیستم‌ها با بکارگیری تجهیزات ردیابی پیشرفته، برداشت اطلاعات، برقراری ارتباطات و یکپارچه‌سازی اطلاعات منجر به بهبود بهره‌وری و افزایش ایمنی شبکه حمل‌ونقل ریلی کشور می‌شوند. همچنین با توجه به اینکه شبکه ریلی کشور روز به روز در حال گسترش است، بسترسازی برای بکارگیری برخی سیستم‌های اتوماتیک مورد استفاده در کشورهای پیشرو که در حال حاضر در کشور موجود نبوده و از آنها بهره‌برداری نمی‌شود، ایمنی شبکه را افزایش می‌دهد و می‌تواند موجب کاهش خطای نیروی انسانی و کاهش وقوع حوادثی از قبیل حریق شود.

پیشنهاد دیگر محقق، مشخص نمودن برنامه‌های زمان‌بندی ارتقای ایمنی و مجموع ریسک‌ها و خطراتی که در آن حوزه در زمینه ایجاد سانحه مؤثر است توسط مدیران ستادی و نواحی می‌باشد. برنامه‌های ارائه‌شده در ابتدا بایستی با توجه به وضعیت و امکانات موجود شبکه ریلی باشد و سپس با توجه به میزان اعتبارات و اولویت‌بندی ریسک‌ها، نسبت به رفع آن و حرکت به سمت بهبود، اقدام شود.

سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی استانی و محلی مسئولیت برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و تعمیر و نگهداری تجهیزات شبکه حمل و نقل استان و محل خود از قبیل فرودگاه‌ها، بنادر، شبکه راه آهن، جاده‌ها و سایر راه‌ها را برعهده دارند لذا پیشنهاد می‌شود در طراحی و استراتژی‌های نت‌پیشگیرانه جهت کاهش احتمال ایجاد حریق در این صنعت استفاده گردد. در نهایت نیز به مدیران پیشنهاد می‌شود با آموزش مداوم کارکنان و نیازسنجی دوره‌های آموزشی موردنیاز، موجبات کاهش سوانح و افزایش ایمنی را فراهم نمایند.

۵-۴) پیشنهادها برای تحقیقات آینده

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی با تغییر جامعه و نمونه‌های آماری و نیز تغییر روش تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق حاضر، به مقایسه نتایج به دست آمده با نتایج تحقیق حاضر پرداخته شود. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، مدل و الگوی ارائه شده در تحقیق برای صنایع مختلف توسعه داده شود. همچنین می‌توان مولفه‌های مدل تحقیق را با استفاده از سایر روش‌های رتبه‌بندی

مانند *VIKOR*، *TOPSIS*، *AHP* در محیط فازی و غیرفازی اولویت‌بندی نمود و نتایج به دست آمده، با نتایج اولویت‌بندی عوامل در این تحقیق، مقایسه شود.

۵-۵ محدودیت‌های تحقیق

در طی انجام هر پژوهش محدودیت‌هایی وجود دارد که پژوهش حاضر نیز از این قاعده مستثنی نبود. در همین راستا موارد ذیل به عنوان محدودیت‌های اساسی و تأثیرگذار در این تحقیق بودند:

- جانب‌داری مدیران و کارکنان در پاسخ به پرسشنامه‌ها.
 - طولانی شدن مدت زمان تکمیل هر پرسشنامه و دسترسی محدود به نمونه‌ها و خبرگان تحقیق.
 - کمبود زمان لازم جهت بررسی بیشتر و دقیق‌تر
- همچنین جهت استفاده از نتایج تحقیق برای جامعه‌های آماری و نمونه‌های متفاوت، باید با احتیاط عمل نمود.

منابع تحقیق

- ۱) ابراهیمی، سمیه (۱۳۹۳). بررسی و مطالعه و تدوین طرح جامع حمل نقل ایمنی دورن شهری با هدف حذف تقاطعات همسطح و اجرای تقاطع غیر هم سطح به منظور روانسازی ترافیک درون شهری شهرهای غرب استان- شهرداری رویان، طرح پژوهشی مرکز تحقیقات کاربردی پلیس راهور ناجا.
- ۲) احمدی فینی، علیرضا (۱۳۸۶). ارائه سامانه فرماندهی حادثه برای مدیریت شبکه حمل و نقل جاده ای، پایان نامه، دانشگاه علم و صنعت، ایران.
- ۳) احمدی نژاد، محمود، شریعت، افشین و احمدی فینی، علیرضا (۱۳۸۵). بررسی جایگاه مدیریت سوانح در ارتقای بهره‌وری از شبکه حمل و نقل ایران مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای مدیریت ترافیک، ۳، ۱۵-۲۵.
- ۴) احمدی، سعید، عدل، جواد، قلعه نوی، مهران (۱۳۸۹). رتبه بندی نسبی خطر حریق و انفجار در یک صنعت پتروشیمی به روش شاخص حریق و انفجار، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دوره ۱۴، شماره ۴ (پیاپی ۵۷) صص ۵۰ تا ۵۶.
- ۵) امینی فرد، فاطمه و مشکانی، محسن (۱۳۹۱). بررسی رعایت و کاربرد استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه ای با استفاده از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی (SWOT)، بهداشت و ایمنی کار، دوره ۱، شماره ۴ (پیاپی ۴)، ۵۳ تا ۶۰.

- ۶) آقابابایی، امین، کشاورز، وحید و جهانی، مهرداد (۱۳۹۶). بررسی دلایل آتش سوزی در صنایع نفتی و روش های پیشگیری و مقابله با آن، نخستین کنفرانس ملی فرماندهی عملیات اطفای حریق.
- ۷) بابائیان، مریم (۱۳۹۵). بررسی مفهوم بهداشت روانی در محیط کار و عوامل موثر بر آن، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت، اقتصاد و حسابداری، تبریز، سازمان مدیریت صنعتی.
- ۸) بهزادی، غلامعلی (۱۳۹۳). بررسی و مطالعه و تدوین طرح جامع حمل نقل ایمنی دورن شهری به منظور روان سازی ترافیک درون شهری شهر آمل، طرح پژوهشی مرکز تحقیقات کاربردی پلیس راهور ناجا.
- ۹) پورحسینی، زینب (۱۳۸۷). انقلابی نو در اطفاء حریق قطارها، دهمین همایش حمل و نقل ریلی، تهران، انجمن حمل و نقل ریلی.
- ۱۰) پورخسروانی، سمیه (۱۳۹۲). مدیریت و کنترل خطر حریق در موزه ها و آرشیوها (نمونه موردی: ارائه طرح مدیریت خطر حریق)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده هنر.
- ۱۱) جهانگیری، مهدی، ساربان زاده، کیوان و ابدام، حجت (۱۳۹۱). اصول ایمنی حریق، نشر فن آوران.
- ۱۲) حافظ نیا، معین (۱۳۸۹). مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی. تهران: سمت.
- ۱۳) حیدری نژاد، قاسم و موسوی، عماد (۱۳۹۶). شبیه سازی عددی اطفاء حریق استخری توسط سیستم مه آب با بررسی اثر پارامترهای نازل، مقاله ۳۸، دوره ۱۷، شماره ۲، اردیبهشت، صفحه ۳۵۰-۳۵۸.
- ۱۴) خاکی، غلامرضا (۱۳۸۹). روش تحقیق در مدیریت. چاپ ششم، انتشارات دانشگاه آزاد.

۱۵) خلیلی، زهرا (۱۳۹۱). طراحی مدل ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE-MS)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده فنی و مهندسی.

۱۶) دانشور، سمیه، مرتضوی، سید باقر، عطرکار روشن، صدیقه (۱۳۹۲). ارزیابی ریسک حریق مقاومت های سقفی قطارهای با جریان یکنواخت در مترو شهر تهران با روش درخت تجزیه و تحلیل خطا. فصلنامه علمی تخصصی طب کار. ۵ (۳): ۴۲-۴۸.

۱۷) رحیمی، محمد و رنجبر، اورینب (۱۳۹۶). تبیین و برنامه ریزی عوامل مؤثر بر ارتقا و بهبود حمل و نقل (نمونه موردی شهر کرمان)، مجله علمی پژوهشی جاده، مقاله ۴، دوره ۲۵، شماره ۹۲، صفحه ۳۳-۴۴.

۱۸) سکاران، اوما (۱۳۸۶). روشهای تحقیق در مدیریت، ترجمه ی محمد صائبی و محمود شیرازی، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی.

۱۹) سمرد، امیرحسین (۱۳۹۰). بررسی عملکرد شرکت های حمل و نقل جاده ای بین المللی عضو اتحادیه بین المللی حمل و نقل (IRU) در ایران و ارائه راهکار بهبود با رویکرد تحلیل پوششی داده ها، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور مرکز - دانشکده علوم انسانی .

۲۰) شبیه سازی رفتار حریق در آتش سوزی تونل های جاده ای و بررسی پارامترهای مهم روی سرعت تهویه بحرانی

۲۱) صفری زاده، هادی (۱۳۹۳). نقش حمل و نقل دریایی در حمل و نقل ترکیبی در مرز شلمچه، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر - دانشکده اقتصاد.

۲۲) غلام پور، یداله و عراقی، مرتضی (۱۳۹۳). ارزیابی مدیریتی سیستم حمل و نقل در جهت دستیابی به حمل و نقل پایدار، ششمین دوره کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری.

۲۳) فاضلی، محمد (۱۳۹۳). شهر، حمل و نقل و زندگی روزمره، ناشر: تپسا.

۲۴) فروغی نسب، فرشاد، جباری قره باغ، موسی، حلوانی، غلامحسین و قدرشناس، علیرضا (۱۳۹۲). مدیریت ریسک حریق در صنایع فرایندی، چهارمین همایش بازرسی و ایمنی در صنایع نفت و انرژی.

۲۵) قندهاری، حمیدرضا (۱۳۸۳). نگرشی بر اجرای شبکه‌های اطفای حریق اسپرینکلر به روش اتصال شیاری (Grooved)، مجله‌ی علمی توسعه تأسیسات و تجهیزات، ۵، ۶۷ تا ۶۸.

۲۶) گلمحمدی، رستم (۱۳۹۵). مهندسی حریق، نشر فن آوران.

۲۷) گلی، محمد (۱۳۹۱). اوپرایش شده افزایش ایمنی در حمل و نقل ریلی کشور ایران با استفاده از سیستم‌های هوشمند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز - دانشکده مهندسی.

۲۸) لطفعلی زاده، بهنام؛ علوی، محمد و زارعی، محمد (۱۳۹۶). ایمنی و مدیریت بحران حریق در مراکز داده، اولین همایش ملی مرکز داده زیرساخت و سرویس‌ها، تهران، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.

۲۹) مایار، مریم حیدری نژاد، قاسم، پاسدار شهری، هادی، زرگرطالبی، حسین (۱۳۹۲). پانزدهمین کنفرانس دینامیک شاره‌ها (سیالات). انجمن فیزیک ایران.

- ۳۰) مرزبان، مصطفی (۱۳۹۴). ارزیابی و تحلیل هیدرولیکی شبکه اطفای حریق با رویکرد زیست محیطی و ارائه راهکارهای کنترلی؛ مطالعه موردی: نیروگاه سیکل ترکیبی سمنان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود - دانشکده فنی.
- ۳۱) معماری، مهشید (۱۳۸۷). ساخت و پرداخت مدل های ناهمفزود حمل و نقل برای شهر اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده مهندسی صنایع.
- ۳۲) منتظری، محمد و ادواری، مجید (۱۳۸۵). بررسی مولفه های ترافیکی سیستمهای حمل و نقل شهری و عوامل موثر بر آن. هشتمین همایش حمل و نقل ریلی، تهران، انجمن حمل و نقل ریلی، دانشگاه علم و صنعت.
- ۳۳) مویدفر، رضا (۱۳۹۵). طراحی زیرساخت، علائم و ارتباطات و سامانه های امنیتی در سیستم حمل و نقل ریلی، تهران، نشر سهادانش.
- ۳۴) میرآبادی، حسین، گیوه چی، سعید و جعفری، حمیدرضا (۱۳۹۲). اولویت بندی اقدامات پیشگیرانه بر مبنای شناسایی و اولویت بندی علل بروز حریق مطالعه موردی: سالن رنگ شرکت پارس خودرو، کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریانهای حیاتی، صنایع و مدیریت شهری.
- ۳۵) میرحسینی، زهره و میراکبری، محمود (۱۳۸۸). بررسی وضعیت ایمنی در مقابل آتش سوزی کتابخانه های منطقه ۸ دانشگاه آزاد اسلامی، دانش شناسی، دوره ۲، شماره ۴، از صفحه ۵۹ تا صفحه ۷۰.
- ۳۶) هومن، حیدر علی (۱۳۸۵). تحلیل داده های چند متغیری در پژوهش رفتاری. تهران انتشارات پیک فرهنگ. آذر، عادل و مؤمنی، منصور (۱۳۹۲). آمار و کاربرد آن در مدیریت، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها (سمت).

- ۳۷) Agarwal, Amitabh (۲۰۱۵). Human Interface in Railway Safety – A New Dimension, Dissertation of Director (Safety), Ministry of Railways in India.
- ۳۸) Azade. A., Mohammadfam, I., Azadeh, M. (۲۰۰۸). Integrated Health, safety, environment and ergonomics management system (HSEE-MS), Journal of scientific and industrial research ۶۷(۶): ۴۰۳-۴۱۱.
- ۳۹) Bíl, Michal Richard, Andrášik, Vojtěch, Nezval, Martin, Bílová (۲۰۱۷). Identifying locations along railway networks with the highest tree fall hazard, Applied Geography, Volume ۸۷, October ۲۰۱۷, Pages ۴۵-۵۳.
- ۴۰) Chandrakantan, Subramaniam, Faridahwati Mohd. Shamsudin, Md. Lazim Mohd Zin, Subramaniam Sri Ramalu, Zuraida H. (۲۰۱۶). Safety management practices and safety compliance in small medium enterprises: Mediating role of safety participation, Asia-Pacific Journal of Business Administration, Vol. ۸ Issue: ۳, pp. ۲۲۶-۲۴۴.
- ۴۱) Tao, Ye, Yao, Wang, Zhixing, Guo and Yijia Li (۲۰۱۷). Factor contribution to fire occurrence, size, and burn probability in a subtropical coniferous forest in East China, PLoS One.; ۱۲(۷): e۰۱۷۲۱۱۰.
- ۴۲) Van Weyenberge, Bart & Deckers, Xavier (۲۰۱۶). Development of a risk assessment method for fire in rail tunnels, Conference: Conference: International symposium on tunnel safety and security, At Marseille.
- ۴۳) Wachter, Jan K. and Yorio, Patrick L. (۲۰۱۶). A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation, Accident Analysis and Prevention, ۶۸, ۱۱۷-۱۳۰.
- ۴۴) Zhang, Cong (۲۰۱۸). Analysis of Fire Safety System for Storage Enterprises of Dangerous Chemicals, Elsevier: Procedia Engineering, Volume ۲۱۱, ۲۰۱۸, Pages ۹۸۶-۹۹۵.
- ۴۵) Zhu, Jie, Xiao, Ju, Li, Cheng, Feng Mie (۲۰۱۵). Combustion performance of flame-ignited high-speed train seats via full-scale tests, Case Studies in Fire Safety, Volume ۴, Pages ۳۹-۴۸.

پیوست:

پرسشنامه‌ی تحقیق

بسم تعالی

با سلام

ضمن عرض سلام و آرزوی موفقیت، به اطلاع می‌رساند پرسشنامه حاضر برای انجام یک تحقیق علمی و تهیه پایان نامه دوره کارشناسی ارشد تنظیم گردیده است. دقت در پاسخگویی به سئوالات و همکاری با پژوهشگر مسلماً نتایج این پژوهش را پربارتر ساخته و مسئولین مربوطه را در رفع نقایص و گسترش بهینه این سیستم یاری خواهد داد لذا صمیمانه تقاضا دارم که با تکمیل پرسشنامه و ارائه نظرات ارزنده خود، پژوهشگر را یاری فرمایید. خواهشمند است با علامت ضربدر (X) در برابر گزینه مورد نظر پاسخ صحیح را انتخاب نمائید.

با سپاس فراوان

دانشجوی کارشناسی ارشد

۱. سن

۲. جنسیت

۳. رشته‌ی تحصیلی

۴. میزان تحصیلات

۵. سابقه کار

ردیف	سؤالات	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
۱	عامل «اصطکاک و سایش» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۲	عامل «فشار بالای کاری» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۳	«شرایط محیطی در موتورها و گیربکس ها» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۴	«اشکال در موتورهای احتراق، فشار و حرارت بر روی سطوح قطعات» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۵	«اختلال در سیستم ترکشن و ترمز» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۶	« فرسودگی کلیدهای قدرت» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۷	«وجود آب در مسیر کلیدهای قدرت» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۸	«اختلال در عملکرد صحیح خشک کن» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					
۹	«تعمیرات نامناسب» تا چه میزان می تواند در صنعت حمل و نقل ریلی موجب بروز حریق شود؟					

					۱۰ «شکستگی بخش عایقی» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۱ «مشکل در اتصالات» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۲ «نشتی هوا در لوله‌های کمپرسور» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۳ «عملکرد نامناسب شیرهای اطمینان کمپرسور» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۴ «خطای کنترلی در ایستگاه‌ها به علت ناشی بودن کارکنان» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۵ «عدم برقراری ارتباط با لوکوموتیوران در مورد هشدارها» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۶ «عدم توانایی پرسنل بخش هشدار و عملیات در اجرای دستورالعمل‌ها» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۷ «عدم توجه به نگهداری و تعمیرات» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۸ «عدم تعویض به موقع قطعات الکتریکی» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۱۹ «اشکال در کابل‌ها و اتصال غیرمنتظره» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۰ «عدم عملکرد مکانیکی کلیدهای قدرت» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۱ «ضعیف شدن مقاومت‌ها» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟

					۲۲	«اتصال کوتاه در المنت‌های موجود در مقاومت‌های سقف قطار» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۳	«طراحی نامناسب قطار» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۴	«عدم همزمانی در فرمان میکروکامپیوترها» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۵	«نحوه نادرست راهبری اپراتور قطار» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۶	«عدم وجود برنامه منظم تعمیرات پیشگیرانه» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۷	«عدم تعبیه data logger جهت پایش تغییرات دمایی مقاومت‌های سقف قطار» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۸	«عدم انجام بازرسی‌های کیفی و ایمنی» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۲۹	«نداشتن تجهیزات کنترلی» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۳۰	«بازرسی از تجهیزات اطفاء حریق از قبیل هیدرانت‌ها، مانیتورها، هوزریل‌ها» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۳۱	«عدم اجرای مانورهای واکنش در شرایط اضطراری بصورت مدون و برنامه ریزی شده» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۳۲	«ایجاد حریق عمدی» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟
					۳۳	«زلزله و سایر حوادث طبیعی» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟

					«نقص در سیستم ها و تجهیزات گازی» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟	۳۴
					«نداشتن سیستم امنیت و مدیریت اورژانس» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟	۳۵
					«عدم بازدید از لنت ترمز، CBTC، حفاظت اتوماتیک و توقف اتوماتیک قطار» تا چه میزان می‌تواند در صنعت حمل‌ونقل ریلی موجب بروز حریق شود؟	۳۶

Abstract

In this research, we present a model of the effect of factors affecting the identification, declaration and firefighting of the railroad transportation industry of the country. Therefore, the main objective of the research is to provide a model for the effect of factors influencing fire detection and fire in the rail transport industry. The research method in this research is descriptive-applied in terms of the purpose of the analytical type, and in terms of process and method, data collection and analysis are among the survey research. The statistical population in this research is the personnel and managers who are active in the railway transportation industry and the sample size of the research is 140 employees and managers who are active in the railway transportation industry. The research questionnaire was distributed among them. The research questionnaire was designed to investigate the literature and the history of the research to identify the necessary components for the research model and its validity and reliability was confirmed and confirmed. Finally, fuzzy ANP network analysis was used to prioritize and rank the components. The results of the research and prioritization of the components of the model were as follows:

1) inspection and control, 2) safety design and planning, 3) manpower performance, 4) maintenance and repair, 5) electrical hazards, 6) system performance impairments 7) external and environmental factors. Therefore, the results of the research have shown the importance of monitoring, inspection and control factors in the rail industry of the country.

Keywords: Identification, Reporting and Fire Extinguishing Components, Rail Transport Industries, Fuzzy ANP Network Analysis.



Energy Institute For Higher Education
Faculty Of Engineering
Department Of Chemical Engineering-HSE
Thesis For
Degree Of Master Of Science (M.Sc)

Title:

**Presenting an Impact Parameters Effect on Fire Detection,
Reporting, and Fire Extinguishing in the Rail Transport Industry**

Supervisor

Mostafa Adelizadeh

By:

Hosein Taromi

Summer ۲۰۱۹

