

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



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

عنوان

شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت (مورد مطالعه: جایگاه‌های سوخت بنزین غرب کشور)

استادان راهنما:

دکتر یوسف یاسی

دکتر طاهر طاهریان

استاد مشاور:

دکتر مصطفی عادل‌زاده

پژوهشگر:

کاظم بهادری

تابستان ۹۵

چکیده

هدف از این پژوهش، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین در غرب کشور است. این پژوهش بر اساس نتیجه یا هدف از نوع تحقیقات کاربردی و نیز از نظر روش، جزء تحقیقات توصیفی-اکتشافی و نیز از حیث گردآوری اطلاعات از شاخه پیمایشی است. جامعه آماری این تحقیق، جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین در غرب کشور است که مدیران و کارشناسان واحد ایمنی صنعتی این جایگاه‌ها به‌عنوان واحد تحلیل آماری انتخاب شده‌اند. برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شده است که پس از محاسبه، تعداد ۳۷۶ نفر به‌عنوان حجم نمونه در نظر گرفته شده و به‌صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، از مصاحبه، پرسشنامه باز و پرسشنامه محقق ساخته استفاده گردیده است. به‌منظور روایی پرسشنامه تحقیق از روایی محتوا و روایی همگرایی استفاده شده است. به‌منظور پایایی پرسشنامه‌های تحقیق از آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی استفاده شده است. در این تحقیق، نخست مؤلفه‌های ابتدایی مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بررسی شده و سپس از طریق تکنیک تحلیل عاملی اکتشافی، عوامل مؤثر شناسایی شده است. در ادامه از طریق تکنیک تحلیل عاملی تأییدی، اثربخشی هریک از عوامل تعیین شده است. معیارهای ارزیابی این عوامل از سوی کارشناسان و متخصصان مشخص گردیده و وزن معیارها از طریق تکنیک تحلیل فرآیند شبکه فازی تعیین شده است. رتبه‌بندی هریک از عوامل شناسایی شده از طریق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی از قبیل ویکور فازی، آراس فازی و کوپراس فازی تعیین گردیده و برآیند نتایج رتبه‌بندی‌های این عوامل از طریق روش کپلند اولویت‌بندی شده است. در این تحقیق به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای EXCEL، SPSS و Smart PLS استفاده شده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که شش عامل "ایمنی تأسیسات مکانیکی"، "ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه"، "ایمنی تأسیسات الکتریکی"، "تجهیزات آتش نشانی"، "سیستم اعلام‌کننده" و "عوامل حفاظتی" به‌عنوان عوامل کلیدی مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین شناسایی شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که همه عامل‌های شناسایی شده می‌توانند در تأثیرگذاری و پیش‌بینی تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین در نظر گرفته شوند. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عامل "ایمنی تأسیسات الکتریکی" نسبت به عوامل دیگر از اولویت بالاتری برخوردار است.

واژگان کلیدی: ارزیابی و مدیریت ریسک، تحلیل عاملی، تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی، جایگاه‌های سوخت

بنزین

فهرست مطالب

شرح صفحه

فصل اول: کلیات تحقیق

مقدمه	۲
۱-۱ بیان مسأله	۲
۲-۱ اهمیت و ضرورت تحقیق	۴
۳-۱ اهداف تحقیق	۶
۱-۳-۱ هدف علمی تحقیق	۶
۲-۳-۱ هدف کاربردی تحقیق	۶
۴-۱ پرسش‌های پژوهش	۶
۵-۱ قلمرو تحقیق	۷
۱-۵-۱ قلمرو موضوعی	۷
۲-۵-۱ قلمرو زمانی تحقیق	۷
۳-۵-۱ قلمرو مکانی تحقیق	۷
۶-۱ روش تحقیق	۷
۷-۱ روش و ابزار گردآوری اطلاعات	۷
۱-۷-۱ روش گردآوری اطلاعات	۷
۲-۷-۱ ابزار گردآوری اطلاعات	۸
۸-۱ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها	۸
۹-۱ ساختار پژوهش	۸
۱۰-۱ مفاهیم و اصطلاحات مفهومی تحقیق	۹

فصل دوم: ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

مقدمه	۱۰
۱-۲ بخش اول: مدیریت	
ریسک	۱۱

۱۳.....	۱-۱-۲ مفهوم واژه ریسک.....
۱۴.....	۲-۱-۲ ابعاد مفهومی ریسک.....
۱۵.....	۳-۱-۲ عناصر اصلی ریسک.....
۱۷.....	۴-۱-۲ سطوح ریسک.....
۲۰.....	۵-۱-۲ انواع ریسک.....
۲۱.....	۶-۱-۲ دارایی در معرض ریسک شرکت‌ها.....
۲۳.....	۷-۱-۲ تعریف مدیریت ریسک.....
۲۴.....	۸-۱-۲ شکل‌گیری ریسک و مدیریت آن به‌عنوان یک فرآیند.....
۲۵.....	۹-۱-۲ اهداف، ضرورت‌ها و وظایف مدیریت ریسک.....
۲۵.....	۱۰-۱-۲ دلایل اهمیت نیاز به مدیریت ریسک.....
۲۷.....	۱۱-۱-۲ تصمیم‌گیری درباره پذیرش ریسک.....
۳۰.....	۱۲-۱-۲ فرآیندهای مدیریت ریسک.....
۳۱.....	۱۳-۱-۲ رویکردهای مدیریت ریسک.....
۳۳.....	۱۴-۱-۲ تحلیل علل ریشه‌ای.....
۳۴.....	۱۵-۱-۲ انواع مدل‌های مدیریت ریسک.....
۴۳.....	۱۶-۱-۲ معرفی مدل‌های مختلف ارزیابی ریسک.....
۴۹.....	۱۷-۱-۲ شاخص‌های ریسک.....
۵۶.....	۲-۲ بخش دوم: تصمیم‌گیری چند معیاره.....
۵۷.....	۱-۲-۲ مفهوم تصمیم‌گیری چند معیاره.....
۵۷.....	۲-۲-۲ دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره.....
۵۸.....	۳-۲-۲ مدل‌های گسسته و پیوسته.....
۶۰.....	۴-۲-۲ تصمیم‌گیری چند شاخصه.....
۶۰.....	۵-۲-۲ مفاهیم اساسی در تصمیم‌گیری چند شاخصه.....
۶۲.....	۶-۲-۲ انواع روش‌های حل مدل‌های چندشاخصه.....
۶۳.....	۷-۲-۲ مشخصه‌ها در مدل‌های چند شاخصه.....
۶۵.....	۸-۲-۲ محیط‌های تصمیم‌گیری.....
۶۵.....	۹-۲-۲ رویکرد مجموعه‌های فازی (مقدمه‌ای بر منطق فازی).....

۶۸.....	۳-۲ بخش سوم: مروری بر تحقیقات گذشته
۶۹.....	۱-۳-۲ تحقیقات داخلی
۷۱.....	۲-۳-۲ تحقیقات خارجی
۷۳.....	خلاصه فصل

فصل سوم: روش‌شناسی تحقیق

۷۵.....	مقدمه
۷۵.....	۱-۳ روش تحقیق
۷۶.....	۲-۳ جامعه و نمونه آماری
۷۶.....	۱-۲-۳ نمونه و نمونه‌گیری
۷۷.....	۳-۳ روش و ابزار جمع‌آوری داده‌ها
۷۷.....	۱-۳-۳ روش گردآوری داده‌ها
۷۷.....	۲-۳-۳ ابزار جمع‌آوری اطلاعات
۸۳.....	۴-۳ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها
۸۳.....	۵-۳ فرآیند حل مسأله تحقیق
۸۴.....	۱-۵-۳ تحلیل فرآیند شبکه‌ای
۸۷.....	۲-۵-۳ تکنیک آراس
۹۳.....	۳-۵-۳ ویکور
۹۸.....	۴-۵-۳ استراتژی‌های اولویت‌بندی

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده‌ها

۱۰۱.....	مقدمه
۱۰۱.....	۱-۴ بررسی و توصیف ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه آماری
۹۲.....	۲-۴ بررسی نرمال بودن داده‌ها
۱۰۵.....	۳-۴ بررسی پرسش‌های پژوهش
۱۰۵.....	۱-۳-۴ پرسش اول تحقیق: عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین کدام‌اند؟

۲-۳-۴ پرسش دوم تحقیق: اثربخشی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های

سوخت بنزین به چه میزان است؟ ۱۲۱

۳-۳-۴ پرسش سوم تحقیق: اولویت‌بندی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های

سوخت بنزین چگونه است؟ ۱۲۷

نتیجه‌گیری فصل ۱۵۶

فصل پنجم: بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مقدمه ۱۵۸

۱-۵ نتایج توصیفی پژوهش ۱۵۸

۲-۵ بررسی یافته‌های پژوهش ۱۵۹

۱-۲-۵ پرسش اول تحقیق: عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین کدام‌اند؟ ۱۵۹

۲-۲-۵ پرسش دوم تحقیق: اثربخشی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های

سوخت بنزین به چه میزان است؟ ۱۶۰

۳-۲-۵ پرسش سوم تحقیق: اولویت‌بندی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های

سوخت بنزین چگونه است؟ ۱۶۰

۳-۵ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۶۱

۴-۵ پیشنهادات تحقیق ۱۶۲

۱-۴-۵ پیشنهادات کاربردی ۱۶۲

۲-۴-۵ پیشنهادات محقق برای تحقیقات آتی ۱۶۳

۵-۵ محدودیت‌های انجام تحقیق ۱۶۴

منابع ۱۶۱

پیوست ۱۶۷

چکیده انگلیسی ۱۸۹

فصل اول

کلیات پژوهش

مقدمه

سالیانه حوادث اتفاق افتاده در جایگاه‌های سوخت موجب فوت تعداد زیادی از افراد در سراسر دنیا می‌گردند. این حوادث قابل پیشگیری می‌باشد و برای پیشگیری از آن‌ها لازم است تا بر اساس یک سیستم ارزشیابی، ریسک‌های موجود در این گونه محیط‌ها شناسایی و پس از تعیین سطح ریسک‌های غیرقابل تحمل نسبت به کنترل آن‌ها، با ارائه راه‌حل مناسب اقدام کرد (۱). بنا به تعریف فرایند تجزیه و تحلیل به کار رفته جهت تعیین سطح ریسک، برآورد ریسک را ارزیابی ریسک را گویند. ارزیابی ریسک فرآیندی است که سطح ریسک را تعیین می‌کند و هدف از انجام آن کاهش ریسک تا سطح قابل قبول (قابل تحمل) است (۲). با عنایت به اهمیت ایمنی و پیچیدگی کار در ایستگاه‌های سوخت‌رسانی عرضه بنزین و گازوئیل و تعدد این مراکز در مکان‌های عمومی و داخل شهری و نیز اهمیت نوع و شدت حوادث در این گونه مکان‌ها که در زمره مکان‌های پُر ریسک به‌شمار می‌آیند، ارائه مدل ارزیابی و مدیریت ریسک در این گونه اماکن از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بایستی حساسیت شناسایی خطرات در هر زمان مد نظر قرار گرفته شود.

در این فصل به بیان مسأله، اهمیت و ضرورت موضوع، اهداف و پرسش‌های تحقیق، قلمرو و روش‌شناسی پژوهش و در نهایت به بیان تعاریف عملیاتی و اصطلاحات تحقیق پرداخته خواهد شد.

۱-۱ بیان مسأله

شناسایی دقیق خطرات صنایع نفت و گاز به‌عنوان بخشی از یک تحلیل ایمنی، نه تنها امری کاملاً مهم تلقی شده است، بلکه توسط سازمان‌های ناظر رسمی نیز بر آن تأکید می‌گردد (۳). در فعالیت‌های صنعتی تکنیک‌های ارزیابی و مدیریت ریسک از طریق استفاده از رویکرد پیش‌گیرنده و با هدف بهبود ایمنی برای کاهش توان حوادث به کار گرفته می‌شود (۴).

با توجه به رشد سریع جمعیت و گسترش شهرنشینی که منجر به ازدیاد خودروهای مورد استفاده شده است، تأمین سوخت مورد نیاز آن‌ها در اولویت فعالیت‌های دولت قرار گرفته است. زیرا یکی از مهم‌ترین عوامل زیربنایی برای توسعه هر کشوری، وجود یک شبکه کارا و مناسب در

آن کشور در جهت رفع نیازهای حمل و نقل آن است. از جمله شبکه‌های گسترده حمل و نقل در ایران، شبکه توزیع فرآورده‌های نفتی اعم از بنزین و گازوئیل است، به‌طوری‌که مصرف فرآورده‌های نفتی در سال ۱۳۹۲ معادل ۴۲۳۷ هزار بشکه نفت خام بوده که از این میزان، ۳۹۱ هزار بشکه (معادل ۹/۲٪ نفت خام)، بنزین موتور می‌باشد. مصرف بنزین در سال ۱۳۹۲ به‌طور متوسط ۶۸/۴ میلیون لیتر در روز بوده و نسبت به سال قبل حدود ۸ درصد رشد داشته است. هم‌چنین مصرف بنزین از ۳۸۶۱ هزار لیتر در روز در سال ۱۳۵۰ به ۶۸۴۰۹ هزار لیتر در روز در سال ۱۳۹۲ رسیده است. به‌منظور تسهیل سوخت‌گیری وسیله نقلیه، جایگاه‌های سوخت در مناطق شلوغ شهری، برون شهری و کنار بزرگراه‌ها می‌باشند که باعث ایجاد ترافیک می‌شوند. نتایج تحقیق از ۸۴ پمپ بنزین در سطح شهرهای غرب کشور نیز نشان می‌دهد حدود ۳ درصد از این جایگاه‌ها هم‌جوار خانه‌ها و حدود ۵۴ درصد آن‌ها در مجاورت اماکن عمومی، تجاری و اداری قرار گرفته‌اند. بنزین ارائه شده توسط جایگاه‌های سوخت‌گیری وسیله نقلیه دارای ویژگی‌های احتراق و انفجار بوده و جایگاه‌ها دارای تجهیزات خطرناکی می‌باشند و از طرفی با توجه به این‌که شبکه حمل و نقل به‌طور معمول ۱۰٪ تا ۲۰٪ سطح شهر را پوشش می‌دهد، در صورت بروز یک خطا حوادث جبران ناپذیر و بزرگی رخ خواهد داد. طبق آمار از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ میلادی تعداد ۵۰۲۰ حریق و انفجار در پمپ بنزین‌ها رخ داده است که به‌طور میانگین به‌ازای هر ۱۳ پمپ بنزین یک حادثه اتفاق افتاده که سالیانه به‌طور میانگین منجر به ۲ مرگ، ۴۸ آسیب و جراحت و ۲۰ میلیون دلار خسارت شده است (۵).

از سوی دیگر توسعه پایدار را می‌توان به‌عنوان رفع نیازهای تعریف شده بدون به مخاطره انداختن توانایی نسل‌های آینده برای پاسخگویی به نیاز تعریف کرد و یکی از مهم‌ترین معیارهای دستیابی به توسعه پایدار، ایمنی فرایندها است (Wijnia & Nikolic, ۲۰۰۷) (۶). ایمنی ذاتی، که در سال ۱۹۷۰ توسط کلتز^۱ معرفی شد ادعا می‌کند که در یک فرایند می‌توان خطرات را شناسایی و با حذف زود هنگام (حتی قبل از پیاده‌سازی برنامه) خطرات را کاهش داد. کلتز از اولین افرادی بود که هر فعالیت در زمینه طراحی ذاتاً ایمن کارگاه‌های تولیدی را در پنج اصطلاح مشهور کاهش، جایگزینی، معتدل‌سازی، ساده‌سازی و محدود کردن اثرات خلاصه کرد و سپس مناسبات بهداشت حرفه‌ای ذاتی را به طبع آن ارائه داد. تئوری طراحی ذاتی توسط چندین نویسنده و مؤلف، دارای

۱. Coltez

روش و قاعده مشخصی شد. حوادث محل‌های ذخیره مواد یک اثر دومینو را در پی دارد و ممکن است روش‌های ذاتاً ایمن این اثرات را خنثی کند. بنابراین باید با روش‌های فعال و غیرفعال طراحی ذاتاً ایمن این خطر را کاهش داد. آون^۱، خطر را یک مفهوم دو بعدی می‌داند که شامل حوادث و پیامدهای آن‌ها و احتمالات نامشخص مرتبط با آن‌ها است (۷).

به‌طور کلی، مشکلات ایمنی توسط محققان بسیاری با استفاده از روش‌های مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است، اما پژوهش‌های اندکی به بررسی عمیق مؤلفه‌های ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین پرداخته است و نتایج به‌دست آمده از این تحقیقات نتوانسته است نیاز کارشناسان این حوزه را رفع نماید. در این مورد باید به مطالعه شناخت عوامل مؤثر بر ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین و نتایجی که شرکت با رعایت این عوامل به‌دست می‌آورد پرداخته شود. زیرا آگاهی از عوامل ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، کارشناسان را قادر می‌سازد تا موارد ایمنی را به‌طور موثرتری اجرا کرده و به اهداف تعیین شده نائل گردند. بنابراین هدف این تحقیق شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین است، به‌طوری‌که در نهایت با انجام این پژوهش عوامل مؤثر در ارزیابی ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین شناسایی شده و سپس اولویت این عوامل تعیین می‌گردد.

۱-۲ اهمیت و ضرورت تحقیق

در عصر جدید همراه با پیشرفت شتابان صنعت و فن‌آوری، نگرانی‌های بسیاری در مورد پیامدهای سوء مرتبط با آن زندگی بشر را تهدید می‌کند. اثرات تخریبی این پیشرفت‌ها همانند حوادث فیزن (فرانسه)، مکزیکوسیتی، پایپر آلفا (انگلستان) و چرنوبیل (روسیه) که به‌صورت فجایع انسانی و آلودگی‌های زیست محیطی و به‌طور کلی بر هم زدن اکوسیستم پدید آمده است، سبب تأمل عمیق‌تر بشر در پیامدهای عدم رعایت مسائل ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در فعالیت‌های صنعتی گردیده است (۸). مقایسه حوادث بزرگ در کشورهای مختلف صرف نظر از میزان توسعه یافتگی آن‌ها مبین شباهت‌های زیاد آن‌ها با یکدیگر است. عواملی نظیر خطاهای انسانی، اعتماد بیش از اندازه به ایمن بودن تأسیسات، اشکالات در طراحی، عدم آمادگی در شرایط

۱. Aven

بحرانی و در کشورهای کم‌تر توسعه یافته عدم رعایت موازین اصول HSE در انتقال فن‌آوری از دلایل عمده بروز فجایع انسانی و زیست محیطی بوده‌اند (۹). همه عوامل یاد شده بالا در صنایع کشور ما نیز وجود دارند که سبب بروز حوادث بزرگی شده‌اند.

یکی از پیامدهای بروز حوادث به‌خصوص در صنایع فرایندی نظیر صنایع نفت و پتروشیمی که با طیف وسیعی از مواد شیمیایی آلاینده و خطرناک سروکار دارند، تخریب غیر قابل جبران محیط زیست می‌باشد. این موضوع در کنار دیگر نگرانی‌های زیست محیطی مانند گرم شدن زمین، تخریب لایه اُزن، آلودگی آب‌ها، انقراض نسل جانوران و غیره به مهم‌ترین دغدغه جهانی حتی مهم‌تر از بحث‌هایی مانند تروریسم بدل گشته است (۱۰). در عصر حاضر به دلیل استفاده از فن-آوری‌های پیچیده، انعطاف‌ناپذیر و گران قیمت، هزینه‌های زیست محیطی، انسانی و اقتصادی حوادث در بسیاری از اوقات غیر قابل جبران است. برای مثال هزینه حادثه چرنوبیل معادل ۴۰۰ میلیارد دلار برآورد گردیده و هم‌چنین زمان لازم برای رفع آلودگی از مناطق پرتو گرفته ۲۰۰ سال تخمین زده شده است. در حادثه بوپال هند بیش از ۲۵ تن متیل ایزوسیانات از مخزن ذخیره‌سازی نشت کرد که منجر به مرگ بیش از ۱۰۰۰۰ نفر و مصدومیت حدود ۲۰۰۰۰۰ نفر گردیده است (۱۱).

در همین راستا، در جایگاه‌های سوخت‌رسانی به دلیل ذخیره‌سازی حجم بالایی از فراورده-های نفتی که دارای ریسک بالایی از خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی هستند، از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشند. بدیهی است که وجود مخاطرات حاصل از وجود این مراکز از لحاظ ایمنی و زیست محیطی دارای حساسیت بالایی بوده و خطرات زیادی را برای مجموعه کارکنان شاغل در آن و نیز ساختمان‌های مجاور آن ایجاد می‌نماید. از طرفی هدر رفتن بخشی از مواد ارزشمند از لحاظ اقتصادی غیرقابل قبول است. بنابراین موارد ذکر شده بیانگر بحرانی بودن موضوع و نیاز شناخت و به‌کارگیری عوامل مؤثر بر ایمنی پیشگیرانه و ارزیابی و مدیریت ریسک خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی جایگاه‌های سوخت عرضه بنزین و گازوئیل شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی منطقه غرب کشور است.

۱-۳ اهداف تحقيق

۱-۳-۱ هدف علمي تحقيق

اهداف علمي پژوهش عبارت‌اند از:

- (۱) شناسایی عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین
- (۲) تعیین میزان اثربخشی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین
- (۳) تعیین اولویت هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین

۱-۳-۲ هدف کاربردی تحقيق

هدف کاربردی این تحقیق، مربوط به جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین است.

۱-۴ پرسش‌های پژوهش

پرسش‌های این پژوهش به شرح زیر است:

- (۱) پرسش اول تحقیق: عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین کدام‌اند؟
- (۲) پرسش دوم تحقیق: اثربخشی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین به چه میزان است؟
- (۳) پرسش سوم تحقیق: اولویت‌بندی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین چگونه است؟

۱-۵ قلمرو تحقیق

۱-۵-۱ قلمرو موضوعی

موضوع پژوهش عبارت است از "شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت" که می‌توان بیان کرد این تحقیق در حوزه مدیریت ریسک و مهندسی ایمنی صنعتی قرار دارد.

۱-۵-۲ قلمرو زمانی تحقیق

قلمرو زمانی پژوهش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ است.

۱-۵-۳ قلمرو مکانی تحقیق

قلمرو مکانی پژوهش، جایگاه‌های سوخت بنزین در غرب کشور است.

۱-۶ روش تحقیق

این پژوهش بر اساس نتیجه یا هدف از نوع تحقیقات کاربردی و نیز از نظر روش، جزء تحقیقات توصیفی، اکتشافی و تبیینی است. این پژوهش از حیث گردآوری اطلاعات از شاخه پیمایشی است.

۱-۷ روش و ابزار گردآوری اطلاعات

۱-۷-۱ روش گردآوری اطلاعات

در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده می‌شود. در بخش کتابخانه‌ای، مبانی نظری و پیشینه تحقیق عمدتاً از مقالات متعدد اخذ شده از اینترنت، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها و مجلات تخصصی فارسی و لاتین که در دسترس می‌باشند گرد-آوری می‌شود. همچنین به منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز تحقیق، از روش میدانی استفاده می‌شود.

۱-۷-۲ ابزار گردآوری اطلاعات

به منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، از مصاحبه، پرسشنامه باز و پرسشنامه محقق ساخته استفاده می‌شود.

• روایی و اعتبار

به منظور روایی پرسشنامه‌های تحقیق از روایی محتوا و روایی سازه استفاده خواهد شد. پایایی پرسشنامه تحقیق نیز از طریق ضریب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی محاسبه می‌شود.

۱-۸ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق، ابتدا از طریق پرسشنامه باز و مصاحبه با کارشناسان و متخصصان واحد ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین، مؤلفه‌های ابتدایی مؤثر در ارزیابی ریسک جایگاه-های سوخت بررسی می‌شود و سپس از طریق تکنیک تحلیل عاملی اکتشافی این عوامل شناسایی می‌گردد. در ادامه از طریق تکنیک تحلیل عاملی تأییدی به تعیین میزان اثربخشی هریک از عوامل پرداخته می‌شود. معیارهای ارزیابی این عوامل از سوی کارشناسان و متخصصان مشخص می‌گردد و وزن معیارهای ارزیابی این عوامل از طریق تکنیک تحلیل فرآیند شبکه فازی (FANP) تعیین خواهد شد. رتبه‌بندی هریک از عوامل شناسایی شده از طریق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی از قبیل ویکور فازی (FVIKOR)، آراس فازی (FARAS) و کوپراس فازی (FCOPRAS) تعیین می‌شود و برآیند نتایج رتبه‌بندی‌های این عوامل از طریق روش کپلند اولویت‌بندی می‌گردد. لازم به ذکر است که به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق از نرم-افزارهای EXCEL، SPSS و Smart PLS استفاده خواهد شد.

۱-۹ ساختار پژوهش

این پژوهش از پنج فصل تشکیل شده است. فصل اول به معرفی عمومی پژوهش (کلیات پژوهش) می‌پردازد و یک زمینه مقدماتی در مورد حوزه تحقیق حاضر را مطرح می‌کند. هم‌چنین محقق در این فصل به تشریح رویکرد، اهداف و هم‌چنین ضرورت پژوهش می‌پردازد. فصل دوم، به بررسی ادبیات و مطالعات منتشرشده درباره مدیریت ریسک، سیستم‌های ایمنی صنعتی و

جایگاه‌های سوخت بنزین به شکل یک گام مهم برای چارچوب تحقیق می‌پردازد. فصل سوم از چارچوب پژوهش، از روش‌شناسی تحقیق، جامعه و نمونه آماری تحقیق، جمع‌آوری داده‌ها و تکنیک مورد استفاده در تجزیه و تحلیل داده‌ها برای رسیدن به اهداف تحقیق تشکیل شده است. فصل چهارم پژوهش، نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل داده‌ها را شامل می‌شود. در نهایت فصل پنجم، به بحث و نتیجه‌گیری از نتایج حاصله در مورد هریک از سؤالات تحقیق، خلاصه‌ای از یافته‌ها، محدودیت‌های تحقیق و پیشنهادات پژوهش می‌پردازد.

۱۰-۱ مفاهیم و اصطلاحات مفهومی تحقیق

مفاهیم و اصطلاحات مفهومی که در این تحقیق به کار می‌رود عبارت‌اند از:

- **ریسک:** واژه ریسک به معنی عدم قطعیت و نشانگر احتمال وقوع و شدت آن است. نتیجه ریسک تعیین می‌کند که با وقوع هر، خطر چه خسارتی بر سیستم تحمیل می‌شود و چه پیامدهای زیست محیطی را در بر خواهد داشت. به عبارتی، ریسک به‌عنوان میزانی از احتمال و شدت وقوع خطر و پیامد آن تعریف می‌گردد (۱۲).
- **مدیریت ریسک:** مدیریت ریسک کاربرد سیستماتیک سیاست‌های مدیریتی، رویه‌ها و فرایندهای مربوط به فعالیت‌های تحلیل، ارزیابی و کنترل ریسک است. مدیریت ریسک عبارت است از فرایند مستندسازی تصمیمات نهایی اتخاذشده و شناسایی و به‌کارگیری معیارهایی که می‌توان از آن‌ها جهت رساندن ریسک تا سطحی قابل قبول استفاده کرد (۷).
- **تصمیم‌گیری چندشاخصه:** شاخه‌ای از تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این نوع از تصمیم‌گیری شامل مدل‌ها و روش‌هایی می‌باشد که خود به دو دسته مدل‌های جبرانی و مدل‌های غیرجبرانی تقسیم می‌گردد. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار یا شاخص کمی یا کیفی باشد (۱۳).

فصل دوم

مبانی نظری تحقیق

مقدمه

این فصل به مبانی علمی و نظری تحقیق اشاره دارد که به سه بخش تقسیم شده است. در بخش اول، مدیریت ریسک و مفاهیم مربوط به آن معرفی می‌گردد. در بخش دوم موضوعات و تکنیک‌های مرتبط با تصمیم‌گیری چندمعیاره بررسی می‌شود و همچنین در بخش سوم، به تحقیقات داخلی و خارجی مشابهی که در زمینه موضوع مورد استفاده این تحقیق انجام شده است، اشاره خواهد شد.

۲-۱ بخش اول: مدیریت ریسک

ریسک‌ها در جهان پرتلاش وجود دارند و هنگامی که ما فعالیت‌هایمان را سرعت می‌بخشیم یا بیشتر از حد موجود می‌خواهیم انجام دهیم، ریسک‌ها ظاهر می‌شوند. کسب منافع زیاد و انجام برخی فعالیت‌های احساسی و پرهیجان در زمینه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی و حتی سیاسی ممکن است ما را چنان دچار غفلت نماید که نتوانیم از خطراتی که ما را تهدید می‌نمایند آگاهی یابیم. افزایش روزافزون فعالیت‌های تولیدی هم‌چون بهره‌برداری از منابع طبیعی، می‌تواند در نهایت به تهدیدهایی جدی نسبت به منافع عمومی مبدل شوند (۱۴).

خطرپذیری امری ضروری است که در عرصه زندگی بنا به دلایلی به آن نیاز پیدا می‌شود. این دلایل ممکن است اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و یا فرهنگی باشند. به همین دلیل تعجیبی ندارد که حوزه‌های مختلفی از تئوری‌سازی و تحقیقات تجربی در رابطه با ریسک وجود دارند. برای

مثال، در زمینه‌های اقتصاد، بیمه، ایمنی، ترافیک، بهداشت و تصمیم‌گیری پزشکی، حفاظت صنعتی و سیاستگذاری‌های زیست محیطی می‌توان با حوزه‌های مختلف خطرپذیری روبه‌رو شد (۱۵). در طول تاریخ افراد همواره مجبور بوده و هستند که دست به ریسک‌پذیری بزنند. ریسک‌ها جزو لاینفک زندگی روزمره بوده‌اند، ولی در زمان‌های اخیر، به‌نظر می‌رسد که جامعه مدرن به نحو چشمگیری به مسأله ریسک توجه نشان داده است. لایب^۱ تلاش کرده است ظهور «جامعه ریسک» را تبیین کند. وی می‌گوید: "جهان نسبت به گذشته بیشتر تحت کنترل و دستکاری انسان قرار گرفته و در نتیجه، اثرات منفی فعالیت‌های فن‌آورانه به‌طور بارزی عیان گشته است. به دلیل عدم مطالعات کافی در زمینه این اثرات، تصویر روشنی از وضعیت فرآیندهای حرفه‌ای طبیعت نداریم. تغییرات سریع فن‌آوری و تحولات اجتماعی باعث تضعیف قابلیت پیش‌بینی‌پذیری زندگی شده‌اند. پیچیدگی اجتماعی و انفجار اطلاعات باعث ایجاد ابهامات و سردرگمی‌های شدیدی شده و فردگرایی، کنترل اجتماعی را تضعیف کرده است. با توجه به تمام این‌ها در مقابل افزایش ثروت و مادیات تمایل به کسب امنیت بیشتر نیز افزایش یافته است" (۱۶).

۲-۱-۱ مفهوم واژه ریسک

واژه ریسک از واژه لاتین risicium ریشه گرفته است. واژه یونانی rhiza به خطرهای قایقرانی با قایق بادی در اطراف صخره‌های کنار دریا اشاره دارد. واژه فرانسوی risqué به معنای ضمنی خطر نکردن برابر است با عدم کسب منفعت می‌باشد. در سال ۱۹۶۶ کمیته اصطلاح‌شناسی انجمن بیمه و ریسک امریکا، ریسک را عدم اطمینان از پیامد حادثه‌ای که دو احتمال یا بیشتر دارد تعریف نموده است (۱۷). همچنین در سایر منابع علمی برای ریسک تعریف‌های زیر ارائه شده است (۱۱):

- امکان ورود خسارت‌های مالی و جانی، زیان، نابودی و انهدام
- شانس خطر، پیامدهای بد و خسارت
- عدم اطمینان از ورود خسارت
- عدم اطمینان از وقوع خسارت مالی
- خطرهایی که افراد در هر زمان ممکن است به‌صورت عینی در معرض آن‌ها قرار گیرند.

۱. Libe

- تفاوت در نتایجی که در یک دوره معین می‌تواند رخ دهد. اگر فقط امکان وقوع یک پیشامد وجود داشته باشد، بنابراین ریسک آن صفر است. اگر امکان وقوع پیشامدهای بسیاری وجود داشته باشد، ریسک صفر نیست.
- قابل پیش‌بینی نبودن پیشامدها.
- حالتی که امکان ورود خسارت وجود دارد و جز مضر بودن پیشامدها معنایی ندارد.
- شرایطی که در آن امکان انحراف نامساعد از پیشامد مطلوب موردانتظار وجود دارد.

برای روانشناسان این‌که چگونه افراد با خطرات شخصی خود روبه‌رو می‌شوند، مورد توجه است. از نظر آن‌ها، ارزیابی ریسک، پذیرش و کنترل آن همگی به هم مربوط هستند. ولی این‌که یک اجتماع بزرگ‌تر چگونه با خطرات جمعی و عمومی روبه‌رو می‌شود، امری کاملاً متفاوت است. در این زمینه، نیاز به عواملی چون تحلیل و برآورد کارشناسی، ارزیابی و تصمیم‌گیری اجتماعی-سیاسی و همچنین کنترل سازمان‌یافته ریسک داریم. این سه فعالیت اساسی می‌توانند به‌وسیله گروه‌های مختلفی که دانش، ارزش‌ها، قدرت تصمیم و توانایی‌های کنترل متفاوتی در خصوص ریسک دارند، اجرا شوند (۱۸).

در واقع، این سه فعالیت اساسی در امتداد سه سؤال اساسی است که هر چهارچوب نظری و روش‌شناسی عملی در خصوص ریسک باید پاسخگوی آن‌ها باشد. این سه سؤال عبارت است از (۱۹):

- ۱) میزان خطر در یک عمل یا وضعیت چقدر است؟
- ۲) آیا این عمل بیش از حد خطر آفرین نیست؟
- ۳) چقدر می‌توان از میزان خطرناک بودن آن کاست؟

پاسخ به این سؤالات مستلزم مفهوم‌سازی و روش‌شناسی برای آن‌ها است تا بتوان به موارد زیر دست یافت (۲۰):

- ۱) تحلیل و برآورد ریسک
- ۲) ارزیابی و تصمیم‌گیری درخصوص پذیرش یا عدم پذیرش ریسک
- ۳) کنترل مؤثر ریسک و مدیریت ایمنی عمومی

طراحی و به کارگیری مفاهیم و روش‌های مناسب کار آسانی نیست، چرا که تنوع انواع ریسک‌ها بسیار است و هم‌چنین گروه‌ها و طرف‌هایی که درگیر آن‌ها هستند، مختلف است. به این ترتیب، نیاز به طبقه‌بندی ریسک‌ها به منظور تنظیم مفاهیم، روش‌ها و دستورالعمل‌های ارزیابی، تصمیم‌گیری و کنترل کاملاً محسوس است (۲۱).

در اغلب موارد، ریسک عنصر ایستای یک فعالیت یا یک وضعیت نیست. در صورتی که ریسک به صورت یک عنصر ایستا در فعالیت مزبور باشد، به سادگی قابل اندازه‌گیری و تصمیم‌گیری خواهد بود. حال آن‌که در اغلب مسائلی که ما در زندگی واقعی با آن‌ها روبه‌رو هستیم، ریسک حاصل کارکرد عوامل بسیاری از جمله عوامل تکنیکی، فیزیکی، رفتاری، سازمانی و اجتماعی است. تعدد این عوامل باعث می‌شود که ریسک بیشتر به صورت یک معضل پیچیده ظاهر گردد نه چیزی که بتوان به آسانی با یک حرکت به آن اشاره کرد (سلیمان نسب و خوش سیما، ۱۳۹۴). بنابراین، ابزارهای مفهومی و روش‌های ارزیابی، تصمیم‌گیری و کنترل باید توأم با روش‌های مناسب برای استفاده از این ابزارها و روش‌ها در وضعیت‌های چند مرحله‌ای یا وضعیت‌هایی که طرف‌های مختلفی درگیر هستند، در نظر گرفته شوند (۲۲).

۲-۱-۲ ابعاد مفهومی ریسک

سال‌ها پیش، هنگامی که دانشمندان علوم اجتماعی وارد بحث‌هایی در مورد حداقل قبول ریسک شده بودند، به نظر می‌رسید در محافل آماری و مهندسی، ریسک به عنوان یک مفهوم تک بعدی که دامنه و اهمیت‌اش را می‌توان به صورت کمی برآورد کرد، مطرح شده بود (۲۳). به هر حال، دیری نپایید که این باور به شدت مورد انتقاد واقع شد. برخی از محققان انتقاد کردند که ریسک را نمی‌توان صرفاً به صورت یک عدد یا حتی یک نمودار ساده نشان داد. از نظر آن‌ها، بهترین تعریف ریسک عبارت است از: «یک توزیع احتمال از فراوانی‌های ممکن پیامدهای معنی‌دار آینده»، که خود این پیامدهای معتبر می‌توانند ذاتاً چند بعدی باشند (۲۴). از جمله وقایع

مأیوس‌کننده دیگر در این زمینه عبارت بود از شکل‌گیری تدریجی تعاریف متفاوت و گاه متناقضی از ریسک.

تنوع تعاریف ریسک بیانگر سخت بودن پاسخ‌گویی به یک سؤال اساسی است که برای هر مدیریت ریسک مطرح است و آن این‌که، «مفهومی که تحت عنوان ریسک مطرح می‌شود، چه نکاتی را باید و چه عناصری را نباید دربر گیرد» (۲۵).

ولک و کرن^۱ (۱۹۹۲) طی تحقیقی، فهرستی از ابعاد اساسی ریسک‌های شناخته شده مربوط به یک فعالیت یا یک وضعیت را فراهم کرده‌اند. با استفاده از این ابعاد شناسایی شده، می‌توان تشخیص داد که چرا یک فعالیت یا وضعیت را ریسکی می‌شناسیم و نیز به کمک آن‌ها می‌توان وضعیت مزبور را به‌گونه‌ای تغییر داد که خطرناک‌تر و یا ایمن‌تر از وضعیت قبل خود باشد. ابعاد اصلی خطرات شناخته شده یک فعالیت ریسکی معین توسط ولک و کرن عبارت است از (۱۶):

- ۱) میزان بالقوه زیان
- ۲) میزان خسارت مادی (محدوده خسارت دیده)
- ۳) میزان خسارت اجتماعی (تعداد افراد زیان دیده)
- ۴) توزیع زمانی خسارت (خسارت‌های فوری و بلندمدت)
- ۵) احتمال وقوع پیامد نامطلوب
- ۶) کنترل‌پذیری پیامدها
- ۷) داشتن تجربه، آشنایی با پیامدها یا قابل تصور بودن پیامدها
- ۸) داوطلب بودن برای انجام یک فعالیت خاص (آزادی انتخاب)
- ۹) وضوح و اهمیت منافع مورد انتظار
- ۱۰) توزیع اجتماعی ریسک‌ها و منافع
- ۱۱) قصدمندی زیان‌آور

ابعاد یازده‌گانه فوق، اکثریت ۷ استراتژی را که توسط ولک و کرن تنظیم شده‌اند، را در برمی‌گیرد.

۱. Velk & Krone

یازده جنبه مذکور را می‌توان به‌عنوان توضیحات دقیق‌تر یا به عبارت بهتر تکلمه‌ای درخصوص تعاریف و مفهوم ریسک به‌شمار آورد. ابعاد ۱ تا ۴ مشخصات مزبور به «پیامد نامطلوب» و «عناصر پیامدهای نامطلوب» در تعریف ریسک را نشان می‌دهند. ابعاد ۵ تا ۷ بیانگر اصطلاحات «احتمال» و «توزیع احتمال» در تعریف ریسک می‌باشند. همچنین آن‌ها بیان می‌کنند که این ابعاد ممکن است تحت کنترل نسبی افراد ذی‌نفع در یک فعالیت باشند. میزان کنترل بر پیامدهای احتمالی، اغلب با نظارت بر تصمیم‌گیری و آزادی انتخاب در مفهوم ریسک رابطه دارد. همچنین بُعد شماره ۹ می‌گوید میزان خطرناک بودن یک فعالیت براساس وضوح و اهمیت منافع قابل کسب در آن فعالیت تغییر می‌یابد. این بدان معناست که میزان خطرناک بودن یک فعالیت براساس منافع مورد انتظار از آن سنجیده می‌شود.

۲-۱-۳ عناصر اصلی ریسک

تمامی اشکال ریسک، چه آن‌ها که به‌عنوان ریسک سوداگرانه و چه آن‌هایی که به‌عنوان ریسک خطرناک طبقه‌بندی شده باشند، شامل چهار عنصر مشترک زیر هستند که عبارت‌اند از (۲۴):

(۱) محتوا، (۲) فعالیت، (۳) شرایط و (۴) پیامدها.

محتوا یعنی زمینه، وضعیت، یا محیطی که ریسک در آن منظور شده و مشخص‌کننده فعالیت‌ها و شرایط مرتبط با آن وضعیت است. به عبارت دیگر، محتوا نمایی از تمامی پیامدهای سنجیده شده فراهم می‌سازد. بدون تعیین یک محتوای مناسب، به‌طور قطع نمی‌توان تعیین نمود که کدامیک از فعالیت‌ها، شرایط و پیامدها می‌بایست در تجزیه و تحلیل ریسک و فعالیت‌های مدیریتی در نظر گرفته شوند. بنابراین، محتوا، مبنایی برای تمامی فعالیت‌های بعدی مدیریت ریسک فراهم می‌کند. بعد از ایجاد یک محتوا، عناصر باقی‌مانده در ریسک به‌طور مناسبی قابل بررسی هستند. عنصر فعالیت، یعنی عمل یا اتفاقی که باعث ریسک می‌شود. فعالیت، عنصر فعال ریسک است و می‌بایست با یک یا چندین شرط ویژه برای ظهور ریسک ترکیب شود. تمامی اشکال ریسک با یک فعالیت به‌وجود می‌آیند. به عبارتی بدون فعالیت، امکان ریسک وجود ندارد. در حالی که فعالیت، عنصر فعال ریسک است، شرایط تشکیل‌دهنده، عنصر منفعل ریسک است. این شرایط، تعیین‌کننده وضعیت جاری یا یک مجموعه از اوضاع و احوال است که می‌تواند به ریسک

منجر شود. شرایط، وقتی با یک فعالیت آغازگر خاص ترکیب می‌شود، می‌تواند یک مجموعه از پیامدها یا خروجی‌ها را تولید کند. پیامدها، به‌عنوان آخرین عنصر ریسک، نتایج یا اثرات بالقوه یک فعالیت در ترکیب با یک شرط یا شرایط خاص است (۲۶).

۲-۱-۴ سطوح ریسک

میزان ریسکی بودن، بسته به تعاریف مورد استفاده و یا ابعاد قصور شده از ریسک می‌تواند مفید باشد. اجازه بدهید به این منظور وضعیتی را مدنظر قرار دهیم. در انتهای یک پیوستار ریسک و ریسک‌پذیری ممکن است کاملاً شخصی باشد که در این صورت، ارزیابی، تصمیم‌گیری و کنترل وضعیت عمدتاً به مسئولیت فردی وی بستگی خواهد داشت. در انتهای دیگر این پیوستار، ریسک‌ها ممکن است نتیجه منفی تصمیم‌گیری‌های گروهی از افراد باشند (آثار منفی که خود تصمیم‌گیرندگان تاوان آن را نمی‌پردازند). در این حالت، ریسک یک امر جمعی است که آثار جمعی آن می‌توان حتی طی زمانی طولانی پنهان بماند. در حالی که در بُعد فردی آثار همین ریسک بر فرد، مشهود است (۲۷).

تفاوت‌های اصولی میان مسائل مدیریت ریسک و نحوه ایجاد ریسک زمانی بهتر قابل درک خواهد بود که این مسائل را براساس هفت مقیاس در زمینه عملکرد انسان و پیامدهای آن مرتب کنیم. این مقیاس‌ها به همراه کلید واژه‌های ریسک در جدول ۲-۱ آورده شده است. ریسک‌ها از سطح فردی تا سطح جهانی را دربر می‌گیرد. بدیهی است که ماهیت و تعداد خطرکنندگان، قربانیان بالقوه و مدیران ریسک در هفت سطح مذکور از یکدیگر متفاوت هستند. به این ترتیب، ایجاد ریسک و مسئولیت کنترل آن از مقیاس «کاملاً شخصی» به مقیاس «کاملاً جمعی» میل می‌کند. ریسک‌های جهانی در مقایسه با ریسک‌های فردی بیشتر جنبه‌های اجتماعی و جغرافیایی را دربر گرفته و آثار بلندمدت‌تری به جای می‌گذارند. هم‌چنین ارزیابی آن‌ها سخت‌تر بوده و قابلیت کنترل کمتری دارند. آن‌ها آن‌چنان شناخته شده نیستند و به لحاظ اجتماعی، توزیع ناهمگن‌تری دارند (۲۸).

جدول ۱-۲. سطوح هفت گانه ریسک و مدیریت ریسک (۲۷)

سطح	مثال کلید واژه‌های تبیین ریسک
فردی	سیگار کشیدن، مشروب خوردن، بیماری
خانواده یا منزل	وضعیت تهویه هوا، حوادث منزل
محلی	ترافیک، صنایع پرخطر، مه دود شیمیایی
منطقه‌ای	آلودگی اتمسفر، خاک و آب‌های زیرزمینی
فرامنطقه‌ای	آلوده‌سازی رودها، دریاچه‌ها، مناطق ساحلی
قاره‌ای	باران‌های اسیدی، افزایش گاز دی اکسید کربن، تخریب جنگل‌های در مقیاس وسیع
جهانی	تخریب لایه اوزون، تاثیر گلخانه‌ای بر آب و هوا

ابعاد شماره ۸ و ۹ خطرات شناخته شده یک فعالیت ریسکی، که تحت عناوین «داوطلب بودن برای انجام فعالیتی خاص» و «وضوح و اهمیت منافع مورد انتظار» آورده شده‌اند، ویژگی متمایز کننده سطوح فردی از سطوح جهانی ریسک‌اند.

در حرکت از سطح فردی به سطح جهانی ریسک در جدول ۱-۲، در هر سطح افراد بیشتری نسبت به سطح قبل در معرض تأثیر ریسک قرار می‌گیرند. بنابراین باید نتیجه بگیریم ریسک‌هایی که در مقیاس جهانی قرار دارند، به لحاظ زمانی و مکانی حاصل مجموعه‌ای از تأثیرات منفی بیرونی است که این تأثیرات منفی بیرونی از مجموع فعالیت‌های فردی که در راستای کسب منافع صورت می‌گیرد، ناشی می‌شوند. به این ترتیب، منافع می‌توانند برای تک‌تک افراد ذی‌نفع که داوطلبانه به جستجوی آن‌ها می‌پردازند، روشن و مهم باشند ولی ریسک‌های جهانی از پیامد غیر داوطلبانه جمعی برمی‌خورند و به سختی می‌توان آن‌ها را براساس منافع فردی تبیین کرد. کنترل چنین ریسک‌هایی تنها از طریق ایجاد تغییراتی در رفتارهای هزینه فایده‌گرایانه افراد ذی‌نفع امکان‌پذیر است (۲۸). به‌طور کلی مفهوم اصلی جدول ۱-۲ این است که روند ارزیابی ریسک، تصمیم‌گیری درخصوص پذیرش ریسک و کنترل آن در هرکدام از سطوح هفت‌گانه عمومیت، با سطوح دیگر متفاوت است. به این ترتیب، نظریه، روش‌ها و استراتژی‌های مربوط به این سه بخش مهم مدیریت ریسک (یعنی ارزیابی، تصمیم‌گیری درخصوص پذیرش ریسک و کنترل آن) در

سطوح پایین می‌تواند نسبت به سطح بالاتر و کلی‌تر کاملاً متفاوت باشند. این تقسیم‌بندی نسبی بین سطوح پایین و سطوح بالا، مشخص می‌کند که هرچه به طرف سطوح وسیع‌تر و جهانی ریسک حرکت می‌کنیم، تشخیص روند ایجاد ریسک مثلاً شکل‌گیری تدریجی هزینه یا زیان از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود (۲۷).

۲-۱-۵ انواع ریسک

از دیدگاه هیمز و پناک^۱، ریسک‌ها به دو دسته کلی ریسک‌های فنی و ریسک‌های برنامه‌ای تقسیم می‌شوند (۲۵).

- (۱) **ریسک فنی:** ریسک‌های فنی بیانگر آن ریسک‌هایی هستند که سازمان/ پروژه در برآوردن معیارهای عملکرد خود دچار ناکامی می‌شود، این دسته از ریسک‌ها دربرگیرنده خطاهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، کسری‌های ملزومات و موارد مشابه هستند.
- (۲) **ریسک برنامه‌ای:** ریسک‌های برنامه‌ای دارای دو زیرمؤلفه‌ی اصلی ۱- تفاوت هزینه واقعی و پیش‌بینی شده و ۲- تأخیر در برنامه زمان‌بندی می‌باشند.

از منظر دیگر، منابع ریسک به دو دسته کلی داخلی و خارجی تقسیم شده‌اند (۲۸):

۱- داخلی

- اندازه پروژه
- پیچیدگی پروژه
- نوآوری در پروژه
- سرعت طراحی و ساخت در پروژه
- محل فیزیکی

۲- خارجی

- تورم جامعه
- هزینه‌های دستمزد

۱. Himes & Penack

- فراهم بودن نیروی کار
- شرایط سیاسی
- آب و هوا
- طیف محدوده تکنولوژی

تقسیم‌بندی دیگری برای ریسک به‌صورت زیر ارائه گردیده است (۲۳، ۲۹):

الف) ریسک‌های سیاسی: مور^۱ پیشنهاد می‌کند که برای سرمایه‌گذاری سنگین، پایداری سیاسی هر دو کشور میزبان و مهمان باید بررسی شود. سرمایه‌گذاران محتاط و دور اندیش مایل هستند که بتوانند دست‌کم ۱۵ سال آینده کشوری را که در آن سرمایه‌گذاری می‌کنند، پیش‌بینی کنند که این خود البته معادل چند دوره پارلمان یا ریاست جمهوری یک کشور و تغییرات بسیار در قوانین و سیاست کشور مزبور است.

ب) ریسک‌های مرتبط با وضعیت اقتصادی: به‌طور کلی، ریسک‌های مرتبط با وضعیت

اقتصادی به شرح زیر است:

- پیش‌بینی نرخ تورم
- ریسک صنایع جانبی و مرتبط با محصول
- رشد زیرساختارهای اقتصادی جامعه
- نرخ تاریخی تورم جامعه مورد نظر
- الگوی موازنه هزینه‌ها
- سطح بدهی‌های خارجی
- تغییرات در سیاست‌های خارجی دولت‌ها با ملاحظه جهانی‌سازی اقتصادی

ج) ریسک‌های مرتبط با شرایط اقلیمی: به‌طور کلی، ریسک‌های مرتبط با شرایط اقلیمی به

شرح زیر است:

سطح تنش فیزیکی محیط

۱. Mour

- سطح تنش فیزیکی محیط
- گرایش‌های زیست محیطی میان جناح‌های مختلف
- حکومت‌های محلی
- گرایش و سیاست‌های تجارت و سرمایه‌گذاری در آن محدوده
- محدودیت‌ها و قانون‌گذاری‌های جدید حفاظت از محیط زیست

(د) **ریسک‌های اجتماعی:** به‌طور کلی، ریسک‌های اجتماعی به شرح زیر است:

- مسائل جغرافیایی
- نوع زندگی
- ارزش‌های اجتماعی
- فرهنگ‌های متفاوت
- آلودگی‌های محیط اجتماعی

(ه) **ریسک‌های مستقیم:** به‌طور کلی، ریسک‌های مستقیم به شرح زیر است:

- ریسک‌های پروژه‌های بزرگ و پیچیده
- ۱. ریسک‌های میان زیرپروژه‌ها
- ۲. مشکلات مربوط به تخصیص منابع پروژه‌های بزرگ: معمولاً در پروژه‌های بزرگ به دلایل متفاوتی انحراف از زمان به چشم می‌خورد و متولیان و مسئولین پروژه برای جبران این انحراف مجبور به تخصیص منابع بیشتری برای انجام کارها می‌شوند که این عامل خود منجر به افزایش ریسک‌های پروژه شده و در خاتمه پروژه به‌صورت تجمع نیروی انسانی متخصص، تسهیلات و امکانات و دانش استفاده از کار تجلی می‌یابد.

- ریسک‌های مرتبط با مشکلات مفهومی پروژه
- ریسک‌های مرتبط با مدیریت پروژه توسط موسسه خارجی:
- ۱. توانایی مؤسسه

۲. تجربه در زمینه پروژه‌های مشابه

• ریسک‌های مرتبط با نوع قرارداد

برای از بین بردن چنین ریسک‌هایی لازم است که در هنگام تنظیم قرارداد، اصول آن با دقت بیشتری تنظیم و آماده شوند. معمولاً شرکت‌ها برای افزودن بر کیفیت کار خود پروژه‌هایشان را با همکاری چند پیمانکار و در غالب یک کار گروهی انجام می‌دهند که اصطلاحاً به آن کنسرسیوم گفته می‌شود. اجرای پروژه‌ها به صورت کنسرسیوم باعث بهبود کار و استفاده از مهارت و تخصص چند پیمانکار و شرکت می‌شود، اما به نوبه خود ریسک‌های ناشی از عدم هماهنگی و ارتباط مناسب بین شرکت‌های درگیر را افزایش می‌دهد.

• ریسک ناشی از قصور پیمانکار

۱. نبود نظارت دقیق
۲. محدودیت‌های مالی
۳. عدم تجربه لازم
۴. اشتغال به چند کار مختلف
۵. عدم جریان نقدینگی لازم

در تقسیم‌بندی دیگری ریسک‌ها با توجه به صنعت و سازمان یا نوع پروژه دسته‌بندی می‌شوند (۳۰):

انواع متعددی از ریسک‌ها می‌توانند یک سازمان/ پروژه را تحت تأثیر قرار دهند. ریسک‌های خاص با توجه به سازمان/ پروژه و نوع صنعت متفاوت هستند. این گروه‌ها عبارت‌اند از:

• ریسک‌های کسب و کار

• ریسک‌های محصول

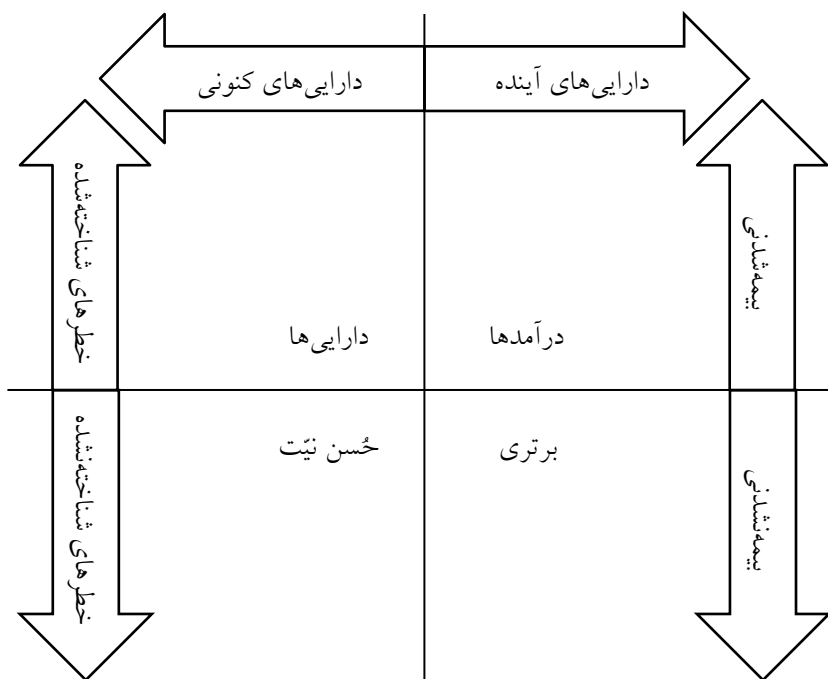
• ریسک‌های پروژه

۲-۱-۶ دارایی در معرض ریسک شرکت‌ها

منبع برتری رقابتی یک شرکت دارایی اصلی آن است که باید دست‌کم با همان میزان حفاظتی که از زیرساختار شرکت به‌عمل می‌آید، تحت حفاظت و پاسداری قرار گیرد. در عمل ممکن است برای بسیاری از شرکت‌ها یک حق انحصاری، نیروی کار بسیار وفادار یا یک تصور ایده‌آل از شرکت در اذهان عمومی، بسیار مهم‌تر از حفظ و نگهداری ساختمان‌ها باشد. به‌طور کلی دارایی‌های شرکت‌ها که در معرض ریسک قرار دارند عبارت است از (۳۱، ۳۲):

(۱) دارایی‌های فیزیکی، (۲) جریان نقدی، (۳) حسن نیت و (۴) برتری رقابتی.

این چهار دارایی از نظر قابلیت بیمه‌پذیری و قابلیت پیش‌بینی خطرات تقسیم‌بندی شده و در قالب شکل ۱-۲ به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱-۲. بیمه‌پذیری دارایی و قابلیت شناخت خطرات (۳۳)

۲-۱-۷ تعریف مدیریت ریسک

هنری فایول در کتاب خود در سال ۱۹۱۶ مدیریت ریسک را به عنوان یک وظیفه تأمین در بین شش وظیفه اساسی بنگاه تجاری شناسایی کرد (۳۴). با تأسیس انجمن مدیریت ریسک و بیمه در سال ۱۹۷۵ شرکت‌های چندملیتی به جنبه‌های علمی و نوین مدیریت ریسک روی آوردند. روند عمومی مدیریت ریسک از اوایل دهه ۱۹۵۰ آغاز شده است. یکی از منابع اولیه درباره مفهوم مدیریت ریسک مقاله راسل کالاگر^۱ است که در ساتل ۱۹۵۶ چاپ شده است. در اکتبر ۱۹۸۸ اولین کنگره جهانی مدیریت ریسک را فدراسیون بین‌المللی ریسک و انجمن‌های مدیریت بیمه برگزار کرد که امروز ۲۲ عضو در سراسر جهان دارد. در سال‌های پایانی دهه ۱۹۸۰، آخرین انجمن‌های ملی مدیریت ریسک در کشورهای سنگاپور، مالزی و فیلیپین ایجاد شدند (۳۵).

مدیریت ریسک از مدیریت بیمه نشأت گرفته شده است و از آن‌جا که مدیریت ریسک با انتخاب تکنیک‌های مناسب برای برخورد با ریسک‌های خالص که شامل بیمه نیز می‌شود درگیر است، دامنه آن به مراتب وسیع‌تر از مدیریت بیمه است. سازمان‌ها عمدتاً با ریسک‌های جدید و پویا سرو کار دارند و شناسایی آن‌ها به عنوان نقاط قوت مدیران به حساب می‌آید (۳۶).

مدیریت ریسک، یک بخش اصلی از مدیریت استراتژیک در هر سازمان است و فرآیندی است که از طریق آن سازمان‌ها به صورتی روش‌مند با خطراتی که مربوط به فعالیت‌هایشان است، روبه‌رو می‌شوند تا بتوانند منافع پایدار در فعالیت خود کسب کنند. نقطه تمرکز یک مدیریت ریسک کارآمد عبارت است از: شناسایی و برطرف کردن این خطرات (۳۷). هدف مدیریت ریسک، افزودن ارزشی پایدار به کلیه فعالیت‌های یک سازمان است. مدیریت ریسک به فهم بهتر رابطه میان سطوح بیرونی و درونی بالقوه کلیه عواملی که می‌توانند بر سازمان اثرگذار باشد، کمک می‌کند و احتمال موفقیت را افزایش و احتمال شکست و ابهام در نیل به اهداف سازمان را کاهش می‌دهد (۳۸). در واقع مدیریت ریسک باید یک فرآیند مستمر و روبه رشد باشد و در کلیه برنامه‌ها و استراتژی‌های سازمان و نحوه اجرای آن‌ها مورد توجه قرار گیرد. این مدیریت باید به صورتی روش‌مند برای کلیه خطراتی که در حول و حوش فعالیت‌های سازمان در گذشته، حال و به خصوص آینده ظاهر می‌شوند، پاسخی متقاعدکننده داشته باشد (۳۹).

۱. Rasell Calager

مدیریت ریسک می‌تواند از طریق سیاست‌های مؤثری که توسط مدیران ارشد سازمان ارائه می‌شود، جزئی از فرهنگ سازمان شود و استراتژی‌های سازمان را بر اساس اهداف تاکتیکی و عملیاتی تنظیم کند و مسئولیت‌پذیری را در سراسر سازمان عینیت بخشد، به‌طوری‌که هر مدیر و کارمندی به‌عنوان بخشی از شرح وظایف خود، در قبال مدیریت ریسک خود را مسئول بداند (۲۴).

تعاریف برخی واژه‌های مربوط به مدیریت ریسک به شرح زیر است (۴۰):

- مخاطره: هر وضعیت واقعی یا بالقوه که می‌تواند باعث صدمه، بیماری یا مرگ افراد، آسیب یا تخریب یا از دست دادن تجهیزات و دارایی سازمان شود.
- ریسک: احتمال مخاطره یا عواقب بد یا احتمال قرار گرفتن در معرض آسیب.
- شدت: نتیجه قابل انتظار از لحاظ درجه صدمه، آسیب به اموال و یا دیگر موارد ضرر، زیان و مضری که می‌تواند اتفاق بیفتد.
- احتمال: درصد رخ دادن یک رویداد

۸-۱-۲ شکل‌گیری ریسک و مدیریت آن به‌عنوان یک فرآیند

یکی از قوانین طلایی برای حل هر نوع مسأله عبارت است از: (۱) تشخیص، (۲) تصمیم و (۳) جلوگیری از وقوع مشکل (۴۱). به‌منظور رعایت این قانون در امر مدیریت ریسک، قبل از هرگونه تصمیمی درباره پذیرش ریسک و کنترل آن، باید ریشه‌ها و علت‌ها دقیقاً شناسایی و تقسیم‌بندی شوند. به‌عبارت دیگر، همواره باید یک تعامل مستمر بین سه عامل برآورد ریسک (تشخیص و ارزیابی)، تصمیم‌گیری درخصوص پذیرش ریسک و کنترل آن وجود داشته باشد. چنین تشخیصی که به کنترل ریسک منتهی می‌شود، می‌تواند با استفاده از ابزارهای شناختی، اجتماعی و یا فنی انسان، به‌صورت کاملاً واضح قابل مشاهده باشد، ولی در جریان زندگی روزمره مراحل تشخیصی، پیشگیری و کنترل ریسک اغلب به‌صورت خودکار و به‌واسطه رفتارهای نهادینه شده‌ای انجام می‌گیرد که به‌روشنی قابل تفکیک از یکدیگر نیستند (۴۲).

الگوهای چند مرحله‌ای شکل‌گیری، تصمیم‌گیری و کنترل ریسک به‌وسیله چندین محقق پیشنهاد شده است. در جدول ۲-۲، خلاصه سه دیدگاه مختلف مطرح شده توسط هونمسر و همکاران^۱ (۱۹۸۳)، مرکوفر^۲ (۱۹۸۷) و ولک و کرن (۱۹۹۲) ارائه شده است (۴۳).

جدول ۲-۲. الگوهای چند مرحله‌ای شکل‌گیری ریسک و مدیریت آن (۱۶)

هونمسر و همکاران (۱۹۸۳)	مرکوفر (۱۹۸۷)	ولک و کرن (۱۹۹۲)
- نیازهای انسان	- منبع ریسک	- برانگیخته شدن نیاز و تعیین هدف
- خواسته‌های انسان	- فرآیندهای در معرض ریسک	- طرح فعالیت‌های مرتبط با هدف
- انتخاب تکنولوژی	- کلیه اثرات	- ارزیابی راه‌های ممکن
- حوادث آغازکننده	- ارزیابی پیامد	- انتخاب فعالیت یا راهی معین
- آزاد شدن انرژی یا مواد	- اجرای فعالیت انتخاب شده	
- در معرض مواد قرار گرفتن	- بررسی و کنترل فعالیت	
- تأثیرات انسانی / محیطی	- وضعیت استراتژی	
	- وقوع حادثه	
	- ارزیابی کلیه فرآیند بالا	

۲-۱-۹ اهداف، ضرورت‌ها و وظایف مدیریت ریسک

به‌طور کلی اهداف زیر همواره مدنظر مدیریت ریسک بوده است (۴۴):

- شناخت و تعریف ریسک‌های سازمان/ پروژه و ارزیابی آن‌ها به‌صورت کمی
- حذف یا کاهش ریسک‌های پروژه صرفنظر از این‌که ریسک موردنظر بر عهده کدام یک از اعضای سازمان/ پروژه است.
- توزیع و انتقال صحیح و عادلانه ریسک در بین اعضای سازمان/ پروژه

اهم ضرورت‌های مدیریت ریسک عبارت است از (۴۵):

- در تمامی اقدامات سازمانی، امکان تصمیم‌گیری متعدد است.

۱. Hohenemser
۲. Merkofer

- شرایط تصمیم‌گیری در زمان‌ها و مکان‌های مختلف متفاوت است.
- عواقب تصمیم‌گیری در شرایط مختلف متفاوت است.
- وقایع آینده عمدتاً غیرقابل پیش‌بینی و عدم قطعیت قاعده عام است.
- درجه پیچیدگی سازمان‌ها و میزان تعامل آن‌ها با محیط، با میزان توجه به مدیریت ریسک ارتباط مستقیم دارد.
- همیشه می‌توان با اعمال مدیریت علمی و تحلیل ریسک، احتمال ضرر و زیان به شرکت را به حداقل رساند.

اهم وظایف مدیریت ریسک عبارت است از (۴۶)، (۴۷):

- تعریف مدیریت ریسک و هدف سازمان از اجرای برنامه‌های مدیریت ریسک
- تعیین نقش و وظایف مدیر و یا کمیته مدیریت ریسک
- تعیین ارتباط بین بیمه و وظایف مربوط به دعاوی با برنامه‌های مدیریت ریسک
- تعیین ارتباط بین مدیریت توسعه فراگیر و برنامه‌های مدیریت ریسک
- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به برنامه‌های مدیریت ریسک و تعیین روش‌های مربوط به شناسایی ریسک
- تعیین مناطق پرخطر و پرحادثه و همچنین سوء مدیریت‌های احتمالی و مقایسه آن با شاخص‌های ملی
- تعیین نحوه پوشش‌های بیمه‌ای و جبران هزینه‌ها و خسارات احتمالی
- بررسی سوابق دعاوی سازمان
- اقدامات مربوط به پیشگیری از حوادث و سوء استفاده‌های احتمالی
- پیشگیری از صدمات و خسارات و سوء استفاده از مشتریان و تعیین مسئولیت‌های ناشی از اجرای نادرست وظایف و فعالیت‌ها، کاهش مسئولیت کلی از طریق اجرای موثر مدیریت ریسک و اجرای سیستم‌های دقیق نظارتی
- تعیین جایگاه دولت در پذیرش مسئولیت خسارات مالی و صدمات جانبی

۲-۱-۱۰ دلایل اهمیت نیاز به مدیریت ریسک

اهم دلایل اهمیت نیاز به مدیریت ریسک به شرح زیر است (۴۸):

- کسب و کار خوب و اجرای درست وظایف مدیریت
- کمک به برنامه‌ریزی ریسک
- کاهش رخدادهای پرهزینه و پیش‌بینی نشده (غیرمتقربه)
- تخصیص کارا تر و مؤثرتر منابع
- کسب نتایج بهتر از پروژه‌ها و برنامه‌ها
- کمک به تعریف واضح و آشکار نیازمندی‌های بیمه
- کسب اطلاعات بهتر برای تصمیم‌گیری
- کسب اطلاعات از ملزومات آیین‌نامه
- کمک به آماده‌سازی برای حسابرسی
- ترغیب افراد برای شرکت در فعالیت‌های سازمان به منظور کاهش ریسک
- هم تراز کردن فرصت و ریسک

۱۱-۱-۲ تصمیم‌گیری درباره پذیرش ریسک

بر اساس تحقیقات تجربی انجام شده توسط ولک و استالن^۱، به نظر می‌رسد که پذیرش ریسک در فعالیت یا وضعیتی معین، به سه سؤال اساسی بستگی دارد (۴۹):

- ۱- آیا فایده موردنظر به اندازه کافی زیاد است؟
- ۲- آیا حوادث ممکن در شدیدترین حالت خود به اندازه کافی پایین است؟
- ۳- آیا فعالیت یا وضعیت مزبور به‌طور مطلوب قابل کنترل است یا خیر؟

به زبان ساده‌تر، می‌توان گفت قواعد پذیرش ریسک می‌گویند: «در صورتی که این و این پیش بیاید، این کار یا آن کار را بکن». مثلاً هنگامی که شما می‌خواهید از یک راه‌پله پایین بروید، به این قواعد عمل می‌کنید: «آرام قدم بردار و چند وجهی داریم. حال بیایید ببینیم فرد به هنگام بروز یک چند وجهی چگونه عمل می‌کند؟ به هنگام روبرو شدن با چنین خطری، فرد ممکن است از سه الگو پیروی کند که عبارت است از (۱۸)، (۲۲):

۱. Velk & Stalen

(۱) مدل اول که با عنوان حداکثرسازی^۱ شناخته می‌شود، بیانگر مقایسه دو یا چند راه و درجه‌بندی این راه‌ها براساس وجوه مختلف ریسک است. براساس این الگو، خطرناک‌ترین و ایمن‌ترین راه یا این‌که کدام راه بهترین شرایط خطر را دارد، شناسایی می‌گردد.

(۲) الگوی دوم تصمیم‌گیری که با عنوان رضایت‌بخش^۲ نامیده می‌شود، شامل در نظر گرفتن شرح یک ریسک چندوجهی در یک زمان و بررسی اثرات واقعی آن در مقایسه با اثرات از قبل برآورد شده وجود مختلف آن ریسک است. در این روش، یک فعالیت معین در مقایسه با استانداردهای معمول ریسک مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

(۳) الگوی سوم که در مسائل روزمره استفاده می‌شود، شامل استفاده از قواعدی پاداش‌دهنده برای ایجاد راه‌های انتخاب بیشتر است. هرچند پذیرش ریسک به این‌صورت به دلیل خصلت از پیش تعیین نشده و خودکاری که دارد، مشکل می‌تواند نام تصمیم‌گیری را به خود بگیرد. ولی در هر صورت، بسیار مؤثر بوده و باعث صرفه‌جویی در وقت می‌گردد.

جدول ۲-۳ بیانگر سه طریق تصمیم‌گیری است و نوع مشکلی که درباره آن تصمیم‌گیری می‌شود و نیز کیفیت تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۳. راه‌های عمومی تصمیم‌گیری در زمینه پذیرش ریسک (۲۵)

ماهیت تصمیم	رهیافت تصمیم‌گیری	نوع مسأله
بهترین گزینه	تحلیلی: روش حداکثرسازی	استراتژیک
گزینه قابل قبول	استاندارد شده: روش رضایت‌بخش	تاکتیکی
نتیجه مثبت	خودکار شده: روش پاداش‌دهی	عملیاتی

۱. Maximizing

۲. Satisfying

۲-۱-۱۲ فرآیندهای مدیریت ریسک

ارزیابی ریسک عبارت است از فرآیند همه جانبه شناسایی، توصیف، برآورد و کنترل ریسک (۲۶)، (۹). فرآیند ارزیابی مدیریت ریسک در ذیل به تفصیل شرح داده شده است.

(۱) شناسایی ریسک

منظور از شناسایی ریسک، میزان درگیر شدن یک سازمان در یک وضعیت مهم است. این کار مستلزم داشتن نگاه عمیق در مورد سازمان، بازاری که سازمان در آن فعالیت دارد، بستر حقوقی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی آن سازمان و نیز اطلاعاتی درست از اهداف استراتژیک و عملیاتی سازمان از قبیل عوامل مؤثر در موفقیت و یا شکست در نیل به این اهداف است.

شناسایی ریسک باید به صورتی روشمند انجام گیرد تا اطمینان حاصل شود که کلیه فعالیت‌های مهم درون سازمان شناسایی شده و کلیه ریسک‌هایی که ممکن است از آن‌ها ناشی شود تعریف گردیده است. هم‌چنین لازم است کلیه بی‌نظمی‌ها و بی‌ثباتی‌های ممکن در این فعالیت شناسایی و طبقه‌بندی گردد. به‌طور کلی، تصمیمات و فعالیت‌های اقتصادی یک سازمان را می‌توان به شرح ذیل طبقه‌بندی کرد (۱۶):

- استراتژیک: این گروه اهداف استراتژیک و بلندمدت سازمان را دربر می‌گیرد. عوامل مؤثر بر این گروه از اهداف و فعالیت‌ها عبارت است از: میزان دسترسی به سرمایه، ریسک‌های سیاسی، تغییرات حقوقی و قانون‌گذاری، اعتبار شرکت و تغییرات در محیط فیزیکی.

- عملیات: این دسته شامل مسائل روزمره‌ای هستند که سازمان در راه تلاش برای نیل به اهداف استراتژیک خود با آن‌ها روبه‌رو است.

- مالی: این شامل مدیریت کارآمد و کنترل منابع مالی سازمان و تأثیرات عوامل خارجی از قبیل دسترسی به اعتبارات نرخ ارز و نحو حرکت آن و دیگر تغییرات بازار است.

- مدیریت اطلاعات: این مفهوم، مدیریت کارآمد و کنترل منابع اطلاعاتی سازمان را شامل می‌گردد. از عوامل خارجی در این زمینه می‌توان به استفاده غیرمجاز یا تخریب دارایی‌های اطلاعاتی، عدم به‌روز نمودن سیستم‌های اطلاعاتی و تکنولوژی رقابتی اشاره

کرد. از عوامل داخلی در این زمینه نیز می‌توان از عدم عملکرد مناسب سیستم‌های اطلاعاتی یا فقدان کارکنان واجد شرایط نام برد.

● پذیرش: در این مفهوم عواملی چون بهداشت و ایمنی محیط زیست، حمایت از مصرف‌کننده، حفاظت از اطلاعات، استخدام نیرو و مقولات قانون‌گذاری مطرح می‌گردد.

اگر چه شناسایی ریسک برای یک سازمان می‌تواند توسط مشاوران خارج از آن نیز ارائه شود، ولی در صورتی که این کار توسط متخصصان داخل آن بر مبنای اوضاع و شرایط سازمان انجام گردد، بسیار مؤثرتر خواهد بود (۵۰).

به‌طور کلی، انواع منابع اطلاعاتی برای شناسایی ریسک‌ها عبارت است از (۵۱):

- تجارب قبلی
- افراد با تجربه در سازمان
- اسناد و مدارک، گزارش‌ها، پروتکل‌ها، روش‌های اجرایی، برنامه‌ها، آموزش و ...
- بازرسی، ممیزی داخلی، هشدارها، حوادث و سوانح ثبت شده، شکایات و ...
- مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و ...

در پایان باید بیان نمود که ما نمی‌توانیم ۱۰۰ درصد از خطرات را تحت پوشش قرار دهیم، لذا برای شناسایی ریسک‌ها، باید سؤالات زیر را مد نظر قرار دهیم (۵۲):

- از کدام خطرات می‌خواهیم جلوگیری کنیم یا آن‌ها را به حداقل برسانیم؟
- ما توانایی مقابله با چه سطحی از خطر را داریم؟

(۲) توصیف ریسک

هدف از توصیف ریسک عبارت است از نمایش ریسک شناسایی شده به‌صورت ساخت یافته. برای تسهیل در توصیف ریسک، می‌توان از جدول ۲-۴ استفاده نمود. به‌طور کلی، استفاده از یک ساختار قوی برای شناسایی توصیف و برآورد جامع انواع ریسک‌های ممکن، ضروری است. با ملاحظه پیامدها و احتمال وقوع هریک از ریسک‌هایی که در جدول ۲-۴ توصیف شده است،

اولویت‌بندی ریسک‌های عمده که نیاز به تحلیل عمیق‌تری دارند، ممکن می‌گردد. شناسایی ریسک مربوط به فعالیت‌های شغلی و تصمیم‌گیری‌های آن، تحت عناوین استراتژیکی، تاکتیکی، عملیاتی و پروژه‌ای طبقه‌بندی شده است. به عبارتی این امر مهم است که مدیریت ریسک را نه فقط در طول زمان اجرای یک پروژه، بلکه از همان ابتدای کار یعنی از مرحله طراحی در جریان انجام پروژه وارد نمود (۵۳).

جدول ۲-۴. توصیف ریسک (۵۳)

موارد توصیف	شرح
نام ریسک	نام‌گذاری ریسک
دامنه ریسک	توصیف وقایع، ابعاد و نوع آن‌ها و این که به چه چیزهایی بستگی داشته‌اند و تعداد آن
ماهیت ریسک	برای مثال: استراتژیکی، عملیاتی، مالی، اطلاعاتی و ...
افراد ذی‌نفع	افراد ذی‌نفع و انتظارات
کمیت ریسک	میزان اهمیت و احتمال ریسک
تولرانس ریسک	امکان بالقوه خسارت تأثیر مالی ریسک، احتمال و اندازه زیان با موفقیت بالقوه اهداف کنترل ریسک و تعیین سطح مطلوب عملکرد
مکانیزم‌های مبارزه یا کنترل ریسک	ابزار اصلی که ریسک تحت آن‌ها مدیریت می‌شود. سطح اعتمادپذیری ابراز در کنترل فعلی، شناسایی و تعیین طرح‌هایی برای مشاهده کار و بازنگری در عملکرد
کنش بالقوه برای بهبود	توصیه‌هایی برای کاهش ریسک
محصولات استراتژیک و سیاست‌گذاری	شناسایی عملکرد که مسئول تغییر استراتژی و سیاست‌گذاری است.

۳) تخمین یا برآورد ریسک

تخمین ریسک می‌تواند بر حسب احتمال رخداد و پیامد آن، کمی یا نیمه کمی و حتی کیفی باشد (۱۶).

۴) کنترل ریسک

در مبحث مدیریت ریسک، پس از شناسایی، توصیف و اندازه‌گیری ریسک، به مرحله کنترل ریسک وارد می‌شویم. در این مرحله، با تأکید بر این که کنترل ریسک می‌بایستی اقتصادی باشد، با سه راه مواجه هستیم (۵۴):

الف) کاهش ریسک

کاهش ریسک را در این جا می‌توانیم کاهش خسارت بنامیم که شامل موارد زیر است:

- کاهش خسارت قبل از حادثه: مانند صدور دستورالعمل استفاده از بیمارستان‌های اختصاصی برای بیماران در جهت اجتناب از استفاده بی‌رویه خدمات احتمالی آتی بر منافع سازمان. معمولاً مدیر ریسک به‌ندرت در جریان تغییرات قرار می‌گیرد و در نتیجه، اقدامات وی برای کاهش خسارت قبل از حادثه معمولاً محدود است.
- کاهش خسارت پس از حادثه: به‌طوری که پس از وقوع حادثه، شدت و گستردگی آن محدود شود.

ب) نگهداری ریسک

وقتی ریسک شناسایی شد و تا حد امکان کاهش یافت، تصمیم بعدی مسلماً تمایل به این است که به سرعت آن را انتقال دهیم، ولی قبل از انتقال باید متقاعد شویم که این کار اقتصادی است و یا نمی‌توانیم آن را ذخیره سازیم؛ یعنی این که ریسک ممکن است در سطحی باشد که انتقال آن صرفه اقتصادی نداشته باشد. بنابراین باید از روش‌های مختلف تأمین مالی ریسک و هزینه‌های آن اطلاع داشت، زیرا اولاً سازمان را با نگهداری ریسکی که بالا است در معرض زیان قرار نداده و ثانیاً ریسک‌هایی که در سطوح پایین‌تری قرار دارند با ارزیابی و برآورد دقیق هزینه‌های متحمل، بدون انتقال آن‌ها، نزد خود نگه دارد.

ج) انتقال ریسک

در این مرحله مدیر ریسک با مطالعه روی ریسک‌های سازمان و تجزیه و تحلیل آن‌ها، به انتقال ریسک اقدام نموده و آثار مالی آن را به‌طرف دیگری منتقل می‌نماید. متداول‌ترین روش انتقال ریسک از طریق فرآیند بیمه‌گری است. برای یک مدیر ریسک، بیمه تنها یک مکانیزم انتقال

است. برای یک بیمه‌گذار، حق بیمه هزینه‌ای است که به میزان معین برای پوشش خسارت‌های احتمالی پرداخت می‌شود و دارای این مزیت است که می‌تواند به جای آن‌که منتظر وقوع خسارتی که از میزان آن اطلاعی ندارد و برای آن به همان میزان بودجه در نظر نگرفته باشد، بماند، برای آن بودجه‌بندی نماید.

۲-۱-۱۳ رویکردهای مدیریت ریسک

روش‌های مختلفی برای شناسایی، ارزیابی و تحلیل ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش‌ها از منظر کلی به دو دسته روش‌های بلادرنگ (پیش از واقعه یا آینده‌نگر) و واکنشی (یا گذشته‌نگر) تقسیم می‌شوند (۸).

(۱) رویکرد بلادرنگ: به‌طور کلی رویکرد "بلادرنگ" با استفاده از تکنیک‌های مختلف بر ارزیابی و کنترل خطرات پیش از وقوع حوادث تأکید دارد. در این رویکرد سیستم و فرآیندهای آن مورد بررسی قرار می‌گیرد، خطرات بالقوه موجود شناسایی شده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در نهایت با اتخاذ تدابیر لازم و پیاده‌سازی برخی مداخلات، این خطرات کنترل شده و احتمال بروز خطاها کاهش می‌یابد.

(۲) رویکرد واکنشی: رویکرد "واکنشی" پس از وقوع خطاها به کار گرفته می‌شود. این رویکرد سعی دارد با بررسی سیستماتیک حوادث ناگوار، کلیه علل ریشه‌ای و اصلی وقوع آن‌ها را شناسایی و با اتخاذ تدابیر محافظتی و حذف این علل، از تکرار حوادث مشابه در آینده جلوگیری کند. در روش تحلیل علل ریشه‌ای^۱ (RCA) که نوعی روش تجسسی است علل ریشه‌ای حوادث، مورد شناسایی و بررسی قرار می‌گیرد. در این روش ابتدا تیمی متشکل از کارشناسان و افراد واجد شرایط برای بررسی حادثه در دست بررسی تشکیل می‌شود و اطلاعات لازم برای بررسی حادثه مورد نظر را از منابع گوناگون جمع‌آوری می‌کنند. پس از جمع‌آوری کلیه اطلاعات لازم و بررسی عوامل دخیل در وقوع حادثه، علت‌های ریشه‌ای یا اصلی وقوع حادثه با استفاده از ابزارهای مناسب شناسایی می‌شوند. هدف از اجرای این فرآیند پیدا کردن فرد خاطی یا مقصر نیست، بلکه یافتن و رفع نقایص و نقاط ضعف پنهان سازمانی است که موجب بروز یک حادثه شده‌اند (۵۵).

۱. Root Cause Analysis (RCA)

۲-۱-۱۴ تحلیل علل ریشه‌ای (RCA)

تحلیل علت ریشه‌ای (RCA)، روش تحقیقی است که اجازه می‌دهد تا سازمان با روش گذشته‌نگر به شناسایی عوامل اساسی خطاها بپردازد و دریابد چرا برخی نتایج رخ داده‌اند. همچنین می‌تواند در تحلیل رویدادهای "نزدیک بود که" مورد استفاده قرار گیرد (۵۶). به عبارتی تحلیل علت ریشه‌ای، بخشی از فرآیند ایمنی و کیفیت و یک فرایند پرسشی است و سازمان را برای یادگیری و توسعه حمایت می‌کند. فرایندهای تحلیل علت ریشه‌ای به شرح زیر است (۴۶):

- (۱) تشکیل و سازماندهی تیم
- (۲) تعریف رویداد: مسأله‌ای که به‌خوبی تعریف شود به ما می‌گوید که "چه" اتفاق اشتباهی افتاده و بر پیامدهای اتفاق اشتباه متمرکز می‌شود و نه بر این‌که "چرا" این اتفاق اشتباه افتاده است.
- (۳) جمع‌آوری و نگاشت اطلاعات
- (۴) شناسایی علل سطحی (مثل شناسایی مسائل مرتبط با مراقبت یا خدمات)
 - مرتبط با درمان^۱: بیشتر به افراد بر می‌گردد.
 - مرتبط با خدمات^۲: بیشتر به سیستم بر می‌گردد.
- (۵) شناسایی علل ریشه‌ای
- (۶) شناسایی استراتژی‌های کاهش خطر (ارائه راه‌حل)
- (۷) استقرار استراتژی‌ها (اجرای راه‌حل)
- (۸) گزارش و ارزیابی اثربخشی اقدامات صورت گرفته

به‌طور کلی، دو ابزار مهم تحلیل حادثه و شناسایی عوامل دخیل و علل ریشه‌ای عبارت است از:

- (۱) نمودار استخوان ماهی^۳: علل سطحی و ریشه‌ای را شناسایی می‌کند و تمام سطوح را در نظر می‌گیرد. سر ماهی، منطقه یا فرایند مورد مطالعه قرار دارد. در تیغه-

۱. Care delivery problem
۲. Service delivery problem
۳. Fishbon Diagram

های اصلی ماهی، گروه‌های مختلف ریسک و یا دسته‌بندی‌های مختلف ریسک وجود دارد. در هر تیغه کوچک از ماهی نیز ریسک‌های ویژه مشخص شده برای هر دسته‌بندی نشان داده می‌شود.

(۲) پنج چرا: به شناسایی علل ریشه‌ای کمک می‌کند (چرا، چگونه، کجا، چه موقع و چه کسی)

تحلیل مانع، اقدامی کنترلی است که برای پیشگیری از وارد شدن آسیب به موارد آسیب‌پذیر طراحی و اجرا می‌شود. انواع موانع به چهار گروه دسته‌بندی می‌شوند که عبارت است از: ۱- فیزیکی، ۲- طبیعی، ۳- اجرایی و مدیریتی و ۴- انسانی. برخی از موانع تحلیل علل ریشه‌ای وقایع عبارت است از (۶):

- فرهنگ تنبیه
- تأثیر احساسی رویداد بر پرسنل
- اطلاعات ناکافی در مورد رویداد
- زمان کم پرسنل برای شرکت در فرایند تحلیل علل ریشه‌ای
- کمبود منابع لازم برای اجرای استراتژی‌های بهبود
- مقاومت در برابر تغییر
- ارزیابی اثربخشی اقدامات صورت گرفته
- عدم حمایت از طرف رهبران
- عدم حمایت سیاسی در رابطه با مقوله ایمنی و کیفیت
- غرور
- کمبود دانش

در راستای رفع این موانع، راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود (۶):

- ساده کردن فرایندها
- کاهش افراد درگیر یک فرایند
- آموزش کافی
- کار تیمی

• بهبود ارتباطات

۲-۱-۱۵ انواع مدل‌های مدیریت ریسک

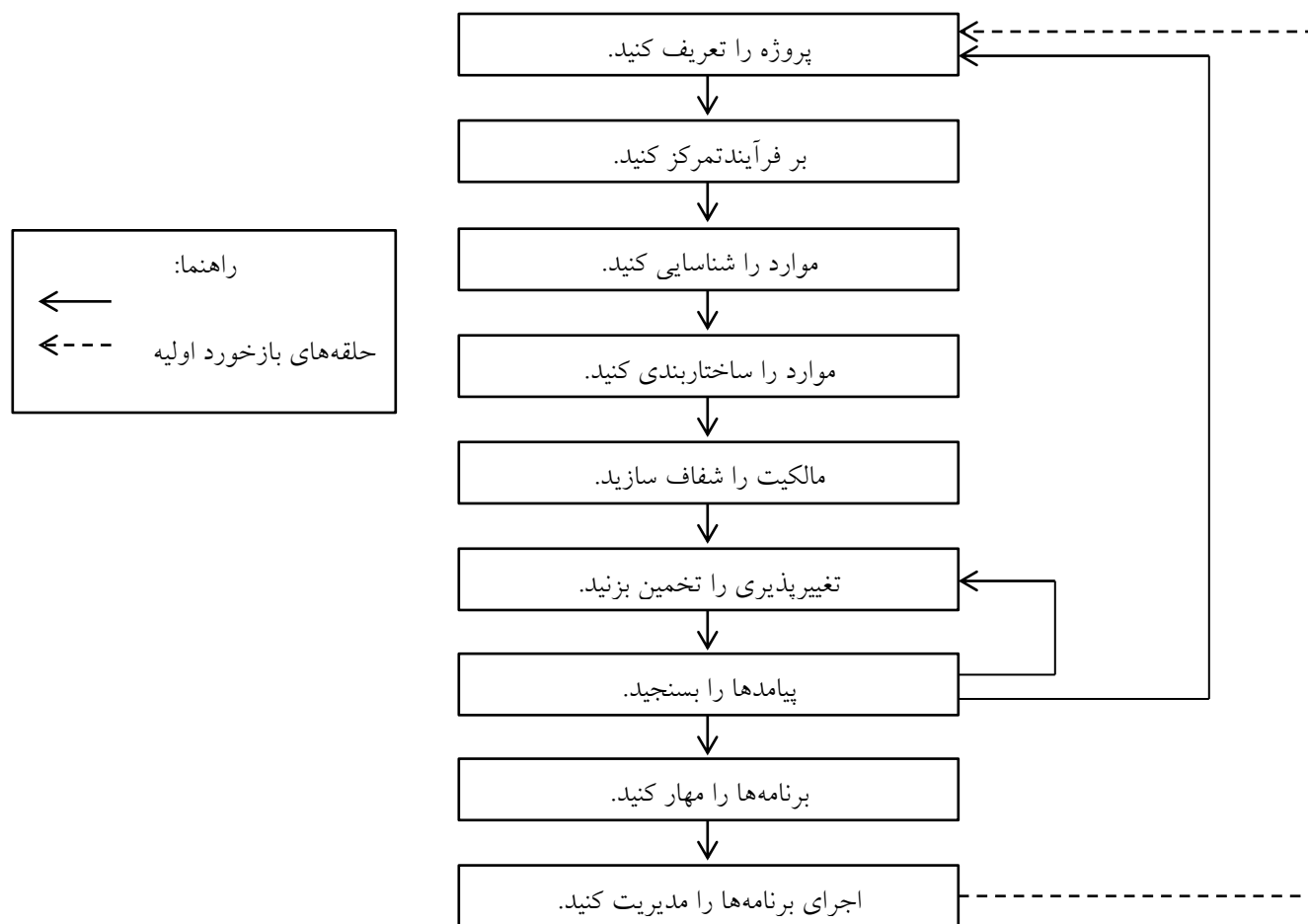
در این بخش، مدل‌های مدیریت ریسک به اختصار در اشکال مختلف نشان داده شده است.

(۱) مدل SHAMPU^۱

این مدل (شکل ۲-۲) توسط چپمن و وارد^۲ (۲۰۰۳) ارائه شده و به مدل SHAMPU معروف است (۱۶).

^۱. Shape, Harness and Manage Project Uncertainty (SHAMPU)

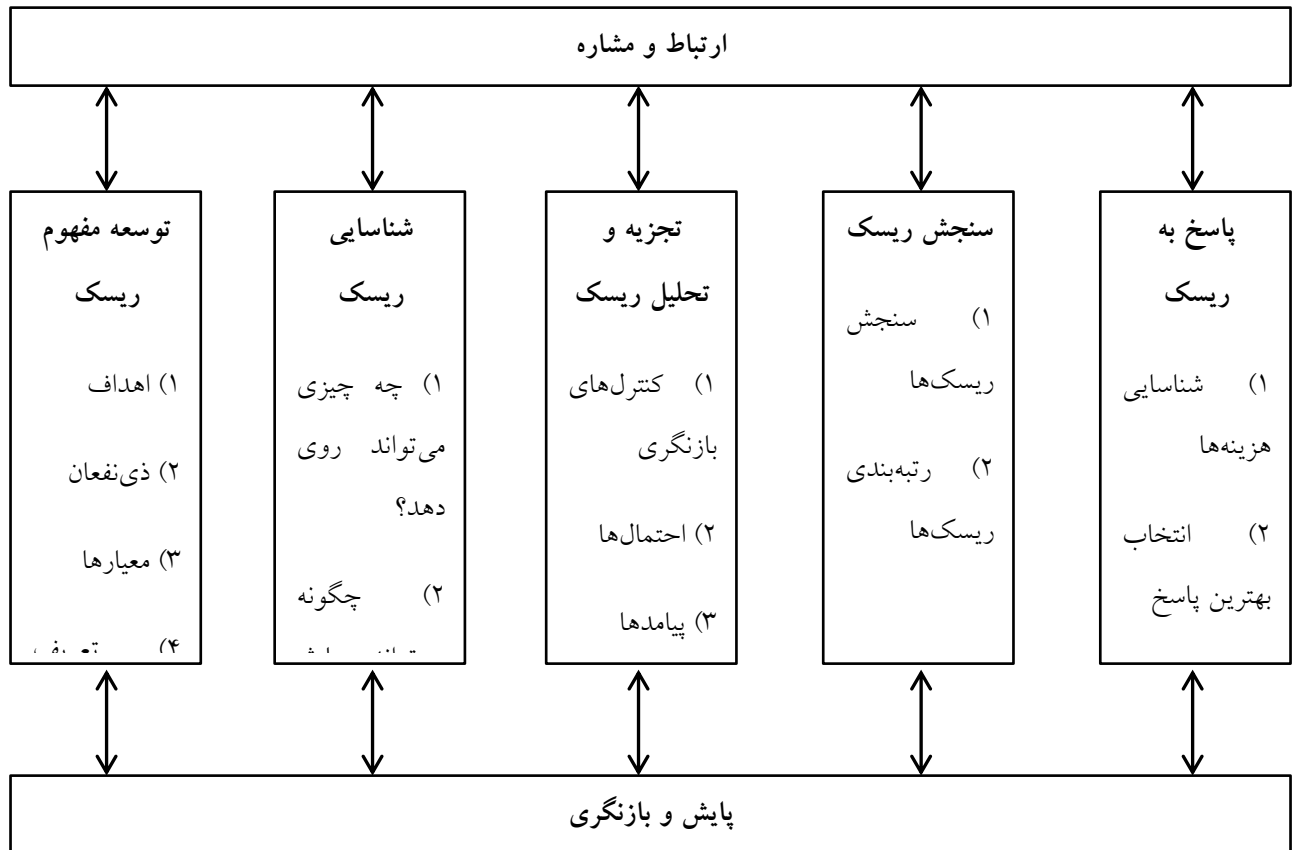
^۲. Chapman & Ward



شکل ۲-۲. نمای مدل SHAMPU (۱۶)

مدل PRMA (۲)

این مدل در سال ۲۰۰۴ به رسمیت شناخته شده و در شکل ۲-۳ آمده است (۵۷).

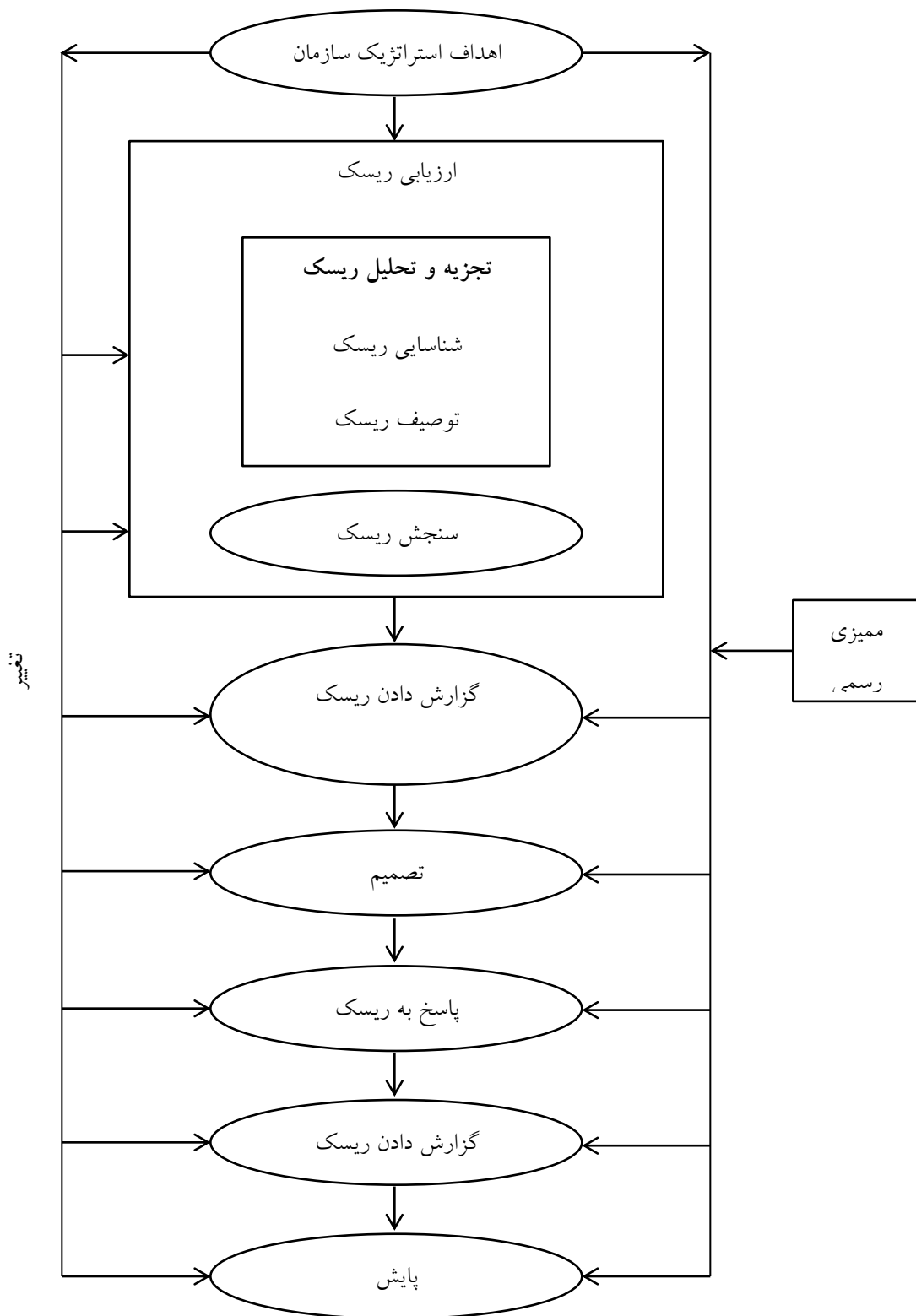


شکل ۲-۳. مدل PRMA (۵۷)

مدل ALARM (۳)

مدل ALARM (شکل ۲-۴) در سال ۲۰۰۲ توسط سه مؤسسه انگلیسی که به پژوهش در

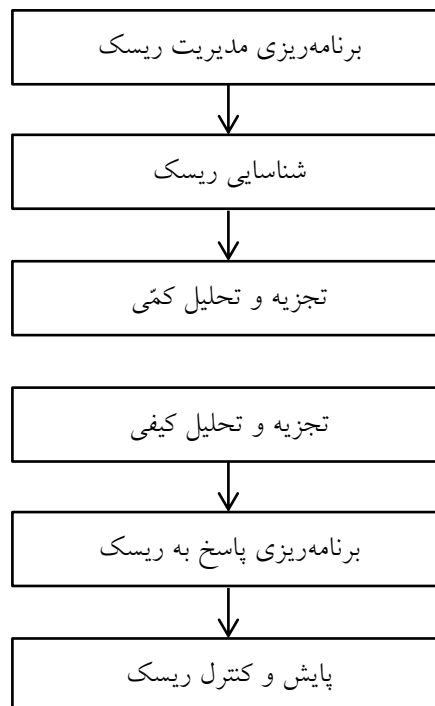
زمینه مدیریت ریسک پرداخته بودند، ارائه شده است (۲۹).



شکل ۲-۴. مدل ALARM (۲۹)

(۴) مدل PMBOK^۱

استاندارد PMBOK که توسط مؤسسه PMI^۲ ایالات متحده ارائه شده است، مدل خود را در شش فاز فرموله کرده است. این استاندارد هر ساله توسط سازمان مزبور مورد بازنگری قرار گرفته و ویرایش‌های جدید بر آن اعمال می‌شود. اما از سال ۲۰۰۰ تاکنون تغییرات اعمال شده جزئی بوده و مدل مدیریت ریسک آن هم‌چنان ثابت باقی‌مانده است. انجمن مدیریت پروژه آمریکا در سال ۱۹۶۹ با هدف جمع‌آوری سوابق و تجربیات محیط‌های مختلف مدیریتی تأسیس شد و طی سمیناری در سال ۱۹۷۶ در مونترال، ایده مستندسازی تجربیات را در قالب استاندارد مطرح و سرآغازی برای تبیین (مدیریت پروژه) به‌عنوان یک حرفه گشت. با شروع دهه هشتاد، پروژه‌ای توسط این انجمن برای ایجاد رویه‌ها و مفاهیم موردنیاز حرفه مدیریت پروژه با سه محور عمده «تعیین مشخصه‌های علمی حرفه‌ای اخلاقیات»، «مفاهیم و ساختار مدیریت پروژه استاندارد»، «تعیین نحوه حرفه‌ای شدن گواهینامه» تبیین شد (۵۸). مدل مدیریت ریسک استاندارد PMBOK در شکل ۲-۵ نشان داده شده است.



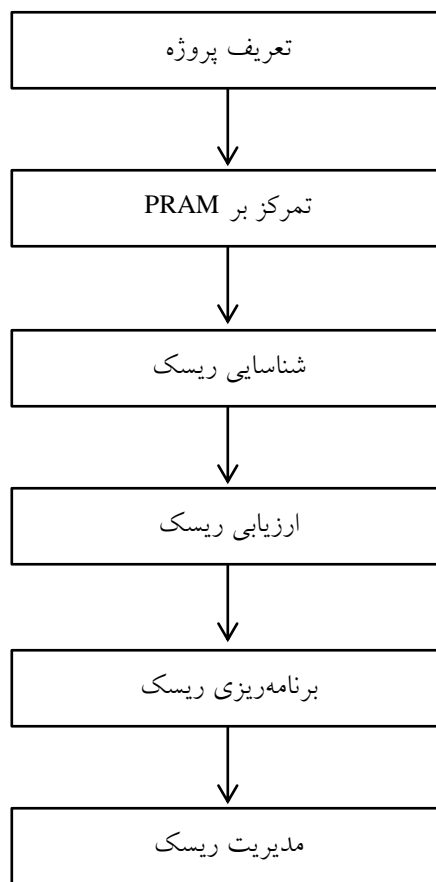
^۱. Project Management Body of Knowledge (PMBOK)

^۲. Project Management Institute (PMI)

شکل ۲-۵. مدل PMBOK (۵۸)

(۵) مدل PRAM^۱

مدل دیگری که در همین زمینه توسط پژوهشگران ارائه شده است، مدل PRAM می‌باشد. این مدل و گام‌های آن در شکل ۲-۶ آمده است (۱۶).

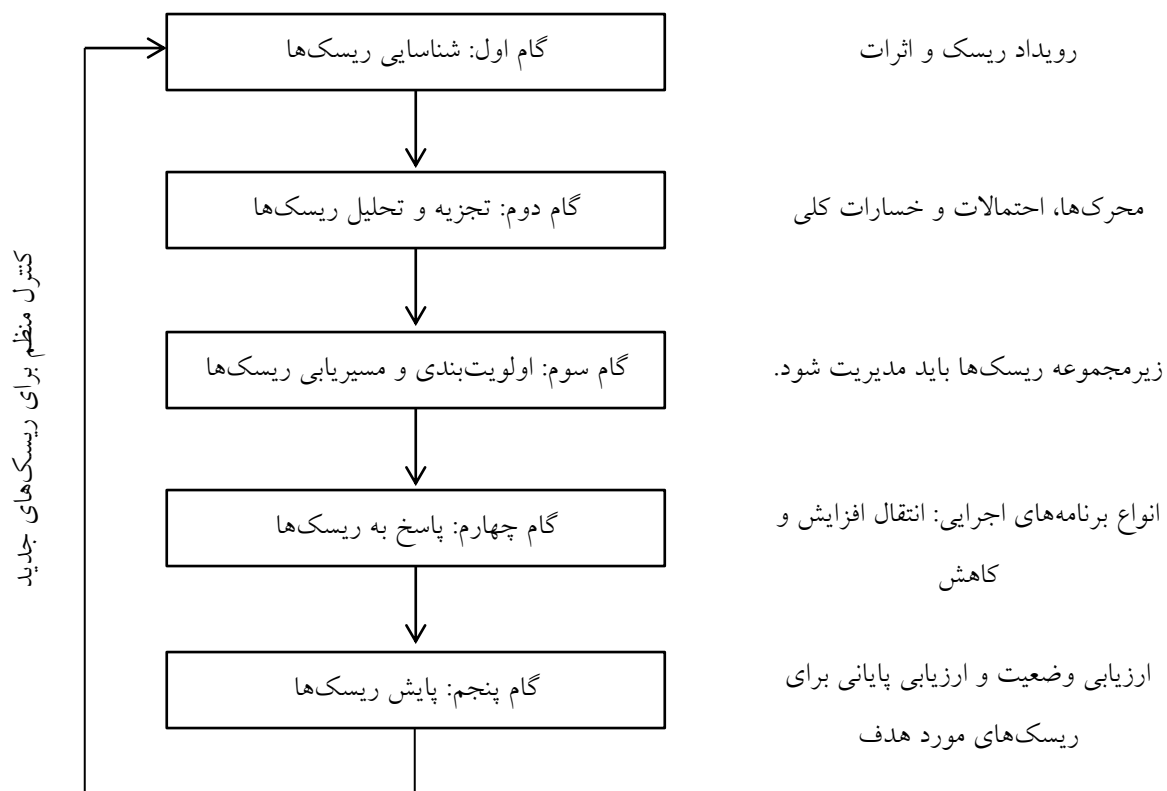


شکل ۲-۶. مدل PRAM (۱۶)

^۱. Project Risk Analysis and Management (PRAM)

۶) مدل G.Smith

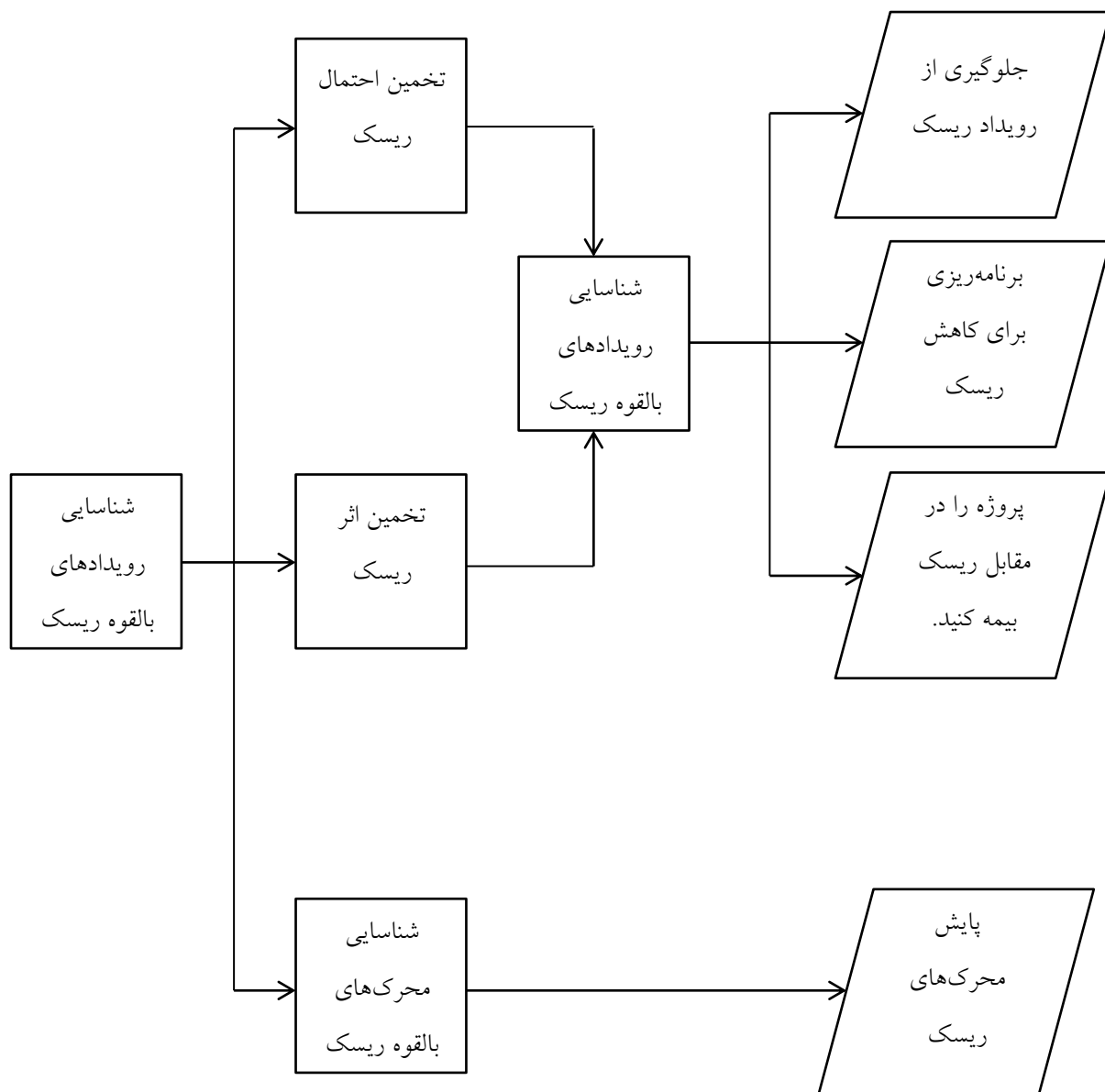
این مدل به وسیله اسمیت در سال ۲۰۰۲ تعریف و ارائه شده است. گام‌های این مدل مانند گام‌های مدل‌های پیشین بوده و برای اجرای هرکدام از گام‌ها از ابزارهای مشابهی استفاده می‌شود (۵۹). این مدل در شکل ۷-۲ نشان داده شده است.



شکل ۷-۲. مدل G.Smith (۵۹)

مدل Leach (۷)

مدل زیر که یک مدل علی می‌باشد توسط لیچ^۱ (۲۰۰۰) ارائه شده است. در این مدل (شکل ۸-۲) ارتباط بین فازهای مختلف مدل به صورت علت و معلولی نشان داده شده و تأثیر هر فاز بر سایر فازها به صورت شهودی و ملموس قابل درک است (۶۰).

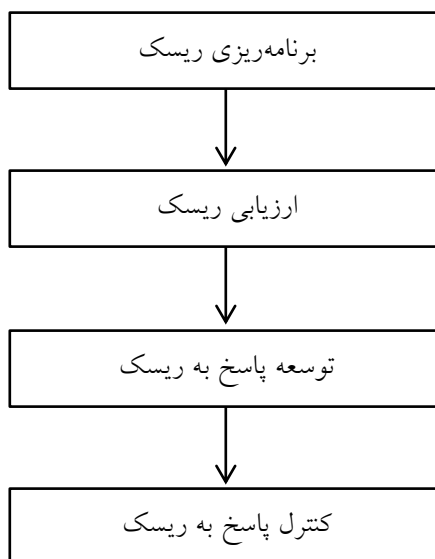


شکل ۸-۲. مدل Leach (۶۰)

۱. Leach

(۸) مدل Pritchard

پریت چارد مدل خود را در قالب چهار فاز به نام‌های ۱- برنامه‌ریزی ریسک، ۲- ارزیابی ریسک، ۳- توسعه پاسخ به ریسک و ۴- فاز کنترل پاسخ به ریسک ارائه کرده است (شکل ۲-۹). فاز ارزیابی ریسک شامل سه فعالیت شناسایی، تعیین خاصیت و اولویت‌بندی ریسک می‌باشد و فاز کنترل پاسخ به ریسک نیز دو وظیفه سنجش کنترل و مستندسازی ریسک را انجام می‌دهد (۶۱).

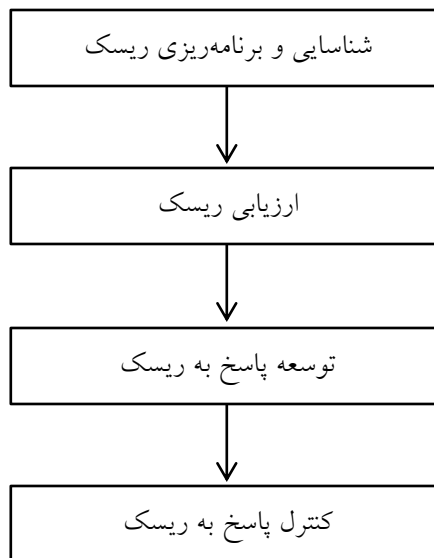


شکل ۲-۹. مدل Pritchard (۶۱)

(۹) مدل wideman

وایدمن^۱ فرایندی چهار فازه برای مدیریت ریسک پروژه فرموله کرده است. مدل وی در شکل ۲-۱۰ ترسیم شده است (۶۲).

۱. Wideman



شکل ۲-۱۰. مدل wideman

۱۰. مدل Boehm

بوهم^۱ برای مدیریت ریسک فرایندی با دو فاز اصلی بیان می‌کند. یکی از این فازها "ارزیابی ریسک" می‌باشد که شامل مراحل شناسایی، تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی می‌شود. دومین فاز "کنترل" می‌باشد که خود دربردارنده مراحل برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، تفکیک ریسک، برنامه‌ریزی پایش ریسک، ردیابی و اقدام اصلاحی است (۶۳)، (۱۶).

۱. Boehm

(۱۱) مدل Fairley

فیرلی^۱ در مدل خود سخن از هفت گام مجزا به میان می‌آورد. این گام‌ها به ترتیب عبارت است از (۲۸)، (۲۹):

- ۱- شناسایی فاکتورهای ریسک
- ۲- ارزیابی احتمالات و اثرهای ریسک
- ۳- توسعه استراتژی با هدف کاهش ریسک‌های شناسایی شده
- ۴- پایش فاکتورهای ریسک
- ۵- به‌کارگیری برنامه‌های پیشامد
- ۶- مدیریت بحران
- ۷- پوشش در برابر بحران

(۱۲) مدل مؤسسه مهندسی نرم‌افزار

مؤسسه مهندسی نرم‌افزار^۲ به مدیریت ریسک پروژه به‌صورت فرایندی با پنج فاز متمایز می‌نگرد. این فازها عبارت‌اند از (۶۴):

- ۱- شناسایی
- ۲- تجزیه و تحلیل
- ۳- برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک
- ۴- ردیابی
- ۵- کنترل

تمام این پنج فاز به‌وسیله فعالیت مستمر ارتباطات به یکدیگر متصل می‌باشند.

^۱. Fairley

^۲. Software Engineering Institute

لودین و کیلم^۱ فرایندی چهار فازی (شناسایی، تجزیه و تحلیل، کنترل و گزارش‌دهی) را برای مدیریت ریسک توصیف می‌کنند که معادل چهار گام چرخه دمینگ برای مدیریت کیفیت (برنامه‌ریزی، اجرا، کنترل و اقدام) می‌باشد (۵۶).

۲-۱-۱۶ معرفی مدل‌های مختلف ارزیابی ریسک

امروزه استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک در صنایع مختلف رو به گسترش است، به طوری که در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع مختلف کیفی و کمی، روش ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد. این روش‌ها معمولاً برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات به کار می‌روند (۱۸). عمده روش‌های موجود ارزیابی ریسک روش‌های مناسب جهت ارزیابی خطرات بوده و نتایج آن‌ها را می‌توان جهت مدیریت و تصمیم‌گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدهای آن بدون نگرانی به کار برد و هریک از صنایع بسته به نیاز خود می‌تواند از روش‌های مذکور بهره لازم را کسب نمایند. این روش‌ها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایب مختلف هستند. لذا یکی از وظایف سیستم‌های ایمنی و بهداشت^۲ موجود در هر صنعت، بررسی کلیه روش‌های ارزیابی ریسک‌ها و خطرات و انتخاب روش مناسب جهت اجرا در صنعت و سازمان مطبوع خود می‌باشد. به طور کلی می‌توان بیان نمود که از نوع روش استفاده شده در ارزیابی ریسک و عمق ارزیابی آن، تا حدی می‌توان به توانایی سیستم ایمنی موجود و در نتیجه نحوه مدیریت ایمنی در صنعت مذکور پی برد (۶۵).

معمولاً سطح ریسک قابل قبول برای هر سازمان یا هر فرد متفاوت بوده و بستگی به منابع مالی و اقتصادی، محدودیت‌های تکنولوژیکی، عوامل انسانی مجرب، صلاحدید و تصمیم مدیریت و ریسک‌های زمینه‌ای مانند ریسک‌های مخفی دارد (۶۶). سازمان‌ها معمولاً نیاز به سیستمی دارند که علاوه بر ارزیابی فعالیت‌ها و فرآیندها، بتوانند در خصوص وضعیت ریسک، تعیین معیارهای ریسک قابل تحمل و مشخص نمودن دقیق ریسک دقیق فرآیندهایشان و ... آنان را رهنمون نماید که با توجه به پیچیدگی فعالیت هر صنعت نوع سیستمی که بتواند آنان را به هدف مذکور برساند متفاوت است. لذا سازمان‌ها باید بتوانند از انواع روش‌های ارزیابی ریسک یکی یا تلفیقی از چند

۱. Ludin & Kilm

۲. HSE

مورد را انتخاب نمایند. در برخی از موارد و جهت پاره‌ای از فرآیندهای حساس، به‌خصوص در صنایع شیمیایی تولید محصولات انفجاری و احتراقی بایستی قبل از تعیین نوع روش، کلیه روش‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بهترین روش با توجه به منابع مالی، نیاز به اطلاعات کیفی و کمی، محدودیت زمان، محدودیت نیروی انسانی کارآزموده، نوع کاربرد روش‌شناسایی ریسک، مزایا و معایب هریک از سیستم‌های مذکور انتخاب نمایند (۶۷).

اصولاً تجزیه و تحلیل سیستم‌ها یک روش پُرمهارت بوده و بایستی توسط تیم کاملی از کارشناسان که نسبت به سازمان خود شناخت کامل دارند، صورت پذیرد. انتخاب درست روش شناسایی ریسک، به کارایی روش انتخابی و تعیین دقیق ریسک‌ها می‌انجامد و در صورتی‌که ریسک هر فرآیند به‌درستی شناخته شده باشد، تعیین ریسک قابل قبول و اقدامات اصلاحی جهت کاهش ریسک ملموس‌تر است (۳۴)، (۴۶).

به‌طور کلی، مدل‌های مختلف ارزیابی ریسک به شرح ذیل است:

(۱) ارزیابی مقدماتی ریسک یا خطر به روش PHA^۱

هدف این روش شناسایی مناطق بحرانی در سیستم، شناسایی نسبی خطرهای و توجه به معیارهای طراحی ایمن است. در واقع هدف اصلی این روش شناسایی خطرات اولیه است که در آن از تجارب کامل ایمنی موجود استفاده شده است. از جمله معایب این روش آن است که نمی‌توان اطمینان حاصل کرد که همه خطرات کشف شده‌اند.

(۲) فهرست مقدماتی خطر^۲ (PHL)

این روش به‌صورت کاملاً ابتدایی و تجربی به ارزیابی ریسک‌ها می‌پردازد و ساده‌ترین روش ارزیابی ریسک به‌حساب می‌آید. در این روش، فهرستی از خطرات توسط کارشناس یا خبره لیست می‌شود (۶۸).

^۱. Preliminary Hazard Analysis (PHA)

^۲. Preliminary Hazard List (PHL)

(۳) روش HAZOP

این روش کیفی بوده و برای شناسایی ریسک‌های بسیار خطرناک به کار می‌رود. در این روش، از تیمی متخصص در همه علوم بهره گرفته می‌شود. هدف این روش، شناسایی خطرات بالقوه فرآیند است که قبل از آن انحراف سیستم از اهداف تعیین شده شناسایی می‌گردد. این روش برای سیستم‌های پیچیده مناسب بوده و سخت‌افزار سیستم را به گونه‌ای جامع بررسی می‌نماید و نتایج حاصله نیز بسیار مفصل و دقیق هستند. از جمله معایب این روش می‌توان به وقت‌گیر بودن و امکان حصول نتیجه در نقص‌های چند عاملی اشاره کرد. در این روش، تیم منتخب تلفیق عبارات راهنما (هیچ، بیشتر، کمتر و معکوس) که در مورد فرآیند صادق است و با حالات مختلف و وضعیت‌های فرآیند (جریان، فشار، دما و ...) ارتباط پیدا می‌کند را از طریق طوفان ذهنی بررسی کرده و می‌تواند انحرافات احتمالی بدترین پیامد را دنبال نماید (۳۲).

(۴) چه می‌شود اگر (WHAT IF METHOD)

در این روش با پرسش نتایج حاصل از وقوع یک رویداد مشخص، ریسک‌ها شناسایی شده و روش‌های کنترل پیشنهاد می‌گردد. هدف این روش، شناسایی اثرات رویدادهای ناخواسته بر سیستم است (۳۱).

(۵) ارزیابی ریسک زیرسیستم^۱ (SSHA)

این روش برای شناسایی خطرات ناشی از طراحی سیستم‌های بزرگ انجام می‌گردد و خطاها، نقص‌ها و تجهیزات، نرم‌افزارها و خطاهای انسانی به صورت جداگانه یا همراه یکدیگر بررسی می‌شوند. معمولاً این روش با توجه به پیچیدگی زیرسیستم توسط سازنده وسیله مذکور صورت می‌گیرد (۶۹).

^۱. Sub System Hazard Analysis

(۶) ارزیابی ریسک به روش (SHA)^۱

این روش وضعیت ایمنی کل سیستم را ارزیابی می‌کند و خروجی و نتایج روش SSHA را جمع‌بندی می‌کند. به عبارتی این روش، دربرگیرنده خطرات کشف شده در SSHA و نیز توصیف این خطرات خواهد بود. این روش در واقع ارتباط زیرسیستم‌ها را از لحاظ مطابقت با معیارهای ایمنی بررسی می‌نماید. به‌طور کلی مجموعه‌ای از رویدادهای خطرناک که سبب نقص می‌شود به شرح زیر است (۶۹):

- تغییرات در طراحی
- عملکرد کنترل سیستمی
- عملکرد کنترل انسانی

(۷) ارزیابی ریسک به روش O&SHA

بر خلاف اغلب روش‌ها، این روش با هدف شناسایی و ارزیابی خطرات محیط، کارکنان و روش‌های انجام کار و تجهیزات به‌کار گرفته می‌شود و سراسر عملکرد سیستم را بررسی می‌نماید. این روش، خطرات ناشی از انجام فعالیت‌ها یا وظایف افراد را شناسایی، ثبت و ارزیابی می‌نماید که شامل موارد زیر است (۷۰):

- تغییرات برنامه‌ریزی شده سیستم
- واسطه‌ها و رابط‌های تأسیسات و دستگاه‌ها
- محیط‌های برنامه‌ریزی شده، وسایل پشتیبانی و دیگر تجهیزات
- توانایی فعالیت‌ها یا وظایف
- اثرات وظایف همزمان و محدودیت‌های آن
- نیازمندی‌های سیستم به پرسنل ایمنی و بهداشت
- پتانسیل وقوع رویداد

(۸) ارزیابی درخت خطا (FTA)

^۱. System Hazard Analysis

در این روش یک وضعیت نامطلوب یا بحرانی در نظر گرفته شده و سپس با توجه به محیط و عملکرد سیستم همه راه‌هایی که می‌توانند سبب بروز آن وضعیت ناخواسته و نامطلوب شوند، جستجو می‌گردد. در واقع درخت خطا یک مدل تصویری از خطا را فراهم می‌آورد. این روش یک مدل کیفی است که می‌توان آن را به صورت کمی اجرا نمود (۹).

(۹) ارزیابی خطرات نرم‌افزار (SWHA)

این روش خطاهای نرم‌افزاری را بررسی می‌نماید و شامل موارد زیر است (۷۱):

- خطاهای برنامه‌نویسان
- خطاهای خصوصیات نادرست نرم‌افزار ناشی از عدم درک کامل سیستم از عملکرد آن

(۱۰) روش شناسایی کانون خطرات (FMEA)

تمرکز بر نقص‌هایی است که یک وضعیت غیر قابل اعتماد در سیستم را به وجود می‌آورد. به عبارتی این روش بررسی می‌کند که جزء مورد بررسی چگونه می‌تواند خراب شده و یا از کار بیفتد و نتایج خرابی در سیستم مذکور چگونه خواهد بود (۷۲)، (۴).

(۱۱) روش غفلت مدیریت و درخت ریسک (MORT)

در این روش، رویداد اصلی همان زیان است. این روش دو مفهوم ریسک‌های پذیرفته شده و سهل‌انگاری و غفلت را مورد بررسی قرار می‌دهد (۱۶).

(۱۲) روش ردیابی انرژی و ارزیابی حفاظها (ETBA)

این روش بر وجود انرژی در سیستم و موانع موجود برای کنترل انرژی تمرکز دارد (۴۲).

(۱۳) روش Aden.S.L.J.Heat

این روش یک فرم ساده با توجه به احتمال خطر و شدت خطر ارائه می‌دهد (۶۳).

(۱۴) روش Kroner

این روش شامل درجه‌بندی ریسک برای خطرات معین با ضرب شدت در تکرار خطر است (۴۵).

(۱۵) روش William Fine

این روش ریسک را تابعی از احتمال وقوع خطر، پیامد ناشی از آن و میزان تماس با خطر می‌داند (۴۲).

(۱۶) روش M.Toak

این روش برای ارزیابی ریسک، چهار عامل (۱ شدت، ۲ آسیب، ۳ احتمال و ۴ آسیب را مدنظر قرار می‌دهد (۶۳).

(۱۷) روش Robert N.Anderson

این روش ارزیابی ریسک را بر اساس دو عنصر اولیه ریسک یعنی شدت آسیب و احتمال وقوع یک خطر بنا نهاده است که احتمال وقوع خطر بر اساس میزان تماس با خطر، تعداد افرادی که با خطر مواجه هستند، فاکتورهای محیطی و قابلیت اعتماد عملکرد ایمنی تعیین می‌شود (۵۱).

(۱۸) روش یا الگوی سازمان HSE انگلستان

این روش شامل پنج مرحله است که عبارت‌اند از (۷۲):
۱. شناسایی خطرات، ۲. چه کسی و چگونه ممکن است آسیب ببیند، ۳. ارزیابی ریسک ناشی از خطر، ۴. ثبت یافته‌ها و ۵. بازنگری ارزیابی.

(۱۹) روش Rolin Geronsin

این روش نیز ارزیابی ریسک را فرآیند برآورد احتمال وقوع یک رویداد و اهمیت یا شدت اثرات زیان‌آور آن در نظر می‌گیرد (۵۱).

(۲۰) روش Robin Tait و Sue cox

این روش ارزیابی ریسک را در دو بخش تجزیه تحلیل ریسک و ارزشیابی ریسک در نظر می‌گیرد که ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس پیامد و احتمال وقوع خطر استوار است (۵۱).

(۲۱) روش Nick w.hurst

این روش ارزیابی ریسک را در قالب برآورد ریسک و ارزشیابی ریسک مورد مطالعه قرار می‌دهد، به‌طوری که در برآورد ریسک، بزرگی ریسک و در ارزشیابی ریسک، میزان اهمیت ریسک تعیین می‌شود (۵۱).

(۲۲) روش Milery w.merkhofer, Vinceent T.Covello

این روش، فرآیند ارزیابی ریسک را شامل ارزیابی آزادسازی (عوامل ریسک)، ارزیابی تماس، ارزیابی پیامد و برآورد ریسک می‌دانند (۵۱).

(۲۳) روش Lars Harms – Ringdahl

این روش ارزیابی ریسک را تابعی از احتمال وقوع حادثه و پیامد ناشی از آن در نظر می‌گیرد و آن را به‌صورت سه دسته ارزیابی غیررسمی، ارزیابی کیفی و ارزیابی کمی تقسیم‌بندی می‌کند (۵۱).

۲-۱-۱۷ شاخص‌های ریسک

شاخص‌های ریسک یک عدد و یا جداولی از اعداد هستند که به‌منظور اندازه‌گیری ریسک برآزش شده‌اند. بعضی از شاخص‌های ریسک مقادیر نسبی و بدون بُعدی هستند که فقط در یک رویه ارزیابی ریسک دارای معنی می‌باشند و از این جهت نسبی نامیده می‌شوند که در مقایسه با یکدیگر رتبه‌بندی شده‌اند و برخی دیگر مطلق و دارای بُعد بوده و از ریسک‌های فردی و جمعی

محاسبه شده و در واقع شکل ساده شده و خلاصه‌ای از اطلاعات موجود در ریسک‌های فردی و جمعی هستند (۸). در ذیل انواع شاخص‌های ریسک به‌طور مختصر توضیح داده شده است.

(۱) نرخ حوادث مرگبار^۱

تعداد تلفات ناشی از حوادث مختلف به‌ازای تعداد تقریبی ۱۰۰۰ نفر از پرسنل یک واحد در یک بازه زمانی کاری به مدت ۱۰^۸ ساعت می‌باشد. این شاخص به‌صورت یک عدد ارائه می‌شود و به‌طور مستقیم متناسب با متوسط ریسک فردی است، با این تفاوت که در اندازه‌گیری متوسط ریسک فردی، بازه زمانی یک سال در نظر گرفته می‌شود (۶۵).

(۲) شاخص خطر فردی^۲

تعداد تلفات به‌ازای یک بازی زمانی ۱۰^۸ ساعته در مواجهه با مخاطرات احتمالی است. تفاوت نرخ حوادث مرگبار و شاخص ریسک فردی در این است که در مورد نرخ حوادث مرگبار در بخشی از بازه زمانی ۱۰^۸ ساعته پرسنل ممکن است در معرض خطر نباشند، ولی در محاسبه شاخص خطر فردی فرض بر این است که در تمام بازه زمانی ۱۰^۸ ساعت پرسنل در معرض مخاطرات محتمل باشند. به همین دلیل از نظر عددی شاخص خطر فردی بزرگتر از نرخ حوادث مرگبار است (۶۵).

(۳) نرخ متوسط تلفات^۳

تعداد تلفات در یک بازه زمانی مشخص و ناشی از حوادث مختلف می‌باشد. نرخ متوسط تلفات به‌صورت یک عدد ارائه شده و در واقع متوسط ریسک جمعی است. شاخص‌های نسبی ریسک بسیار متنوع بوده و به سه دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند که عبارت است از (۶۶):

ا) شاخص معادل بهای اجتماعی^۴: فرم اصلاح شده‌ای از نرخ متوسط تلفات می‌باشد که نارضایتی عمومی جامعه از پیامدهای حوادث ناگوار را نیز در نظر می‌گیرد.

۱. Fatal accidental Rate (FAR)
۲. Individual Hazard Index (IHI)
۳. Average Rate of Death (ROD)
۴. Equivalent Social Cost Index

ب) شاخص مرگ و میر^۱: از این شاخص به منظور تعیین میزان خطرناک بودن یک مخزن محتوی مواد سمی و با در نظر گرفتن سوابق گذشته استفاده می شود، لذا این شاخص بیشتر یک شاخص خطر است تا شاخص ریسک چون فاکتور تکرارپذیری در آن لحاظ نشده است.

ج) شاخص اقتصادی^۲: از این شاخص به منظور تعیین میزان خسارت اقتصادی استفاده می شود.

۴) ریسک فردی^۳

ریسک فردی به معنای احتمال صدمه دیدن یک شخص در نزدیکی محل حادثه می باشد و تابع عوامل مختلفی نظیر نوع صدمه ایجاد شده، احتمال اتفاق افتادن حادثه و شدت حادثه مورد نظر است. از آن جا که به غیر از مرگ، برای سطح سایر صدمات تعریف یکسانی نمی توان ارائه کرد، لذا منظور از صدمه در این تعریف، صدمات جبرانناپذیر و در اکثر موارد مرگ است (۶۵).

۵) ریسک جمعی^۴

ریسک جمعی معیاری از ریسک جمعیتی است که در نزدیکی محل خطر قرار گرفته اند. این معیار ریسک مانند ریسک فردی تابعی از احتمال رخ دادن حادثه و شدت پیامدهای آن است با این تفاوت که برای تعیین ریسک جمعی، توزیع جمعیت افراد در نزدیکی محل خطر نیز باید تعیین شده باشد. بنابراین امکان تعیین هر کدام از آن معیارهای ریسک با در اختیار داشتن دیگری وجود ندارد و یا به عبارت ساده تر این که ریسک جمعی تابعی از توزیع جمعیت حاضر در محل حادثه است در حالی ریسک فردی تابع توزیع جمعیت نیست (۸).

۲-۲ بخش دوم: تصمیم گیری چند معیاره

تصمیم گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه حل های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هریک از راه حل ها و بالاخره انتخاب و

۱. Mortality Index

۲. Economic Index

۳. Individual Risk

۴. Societal Risk

اجرای آن است. کیفیت مدیریت، اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها به دست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید (۷۳).

بسیاری از صاحب‌نظران مدیریت معتقدند که کانون اصلی مدیریت را تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهد. به عبارتی تصمیم‌گیری یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است (۷۴).

۲-۲-۱ مفهوم تصمیم‌گیری چند معیاره^۱

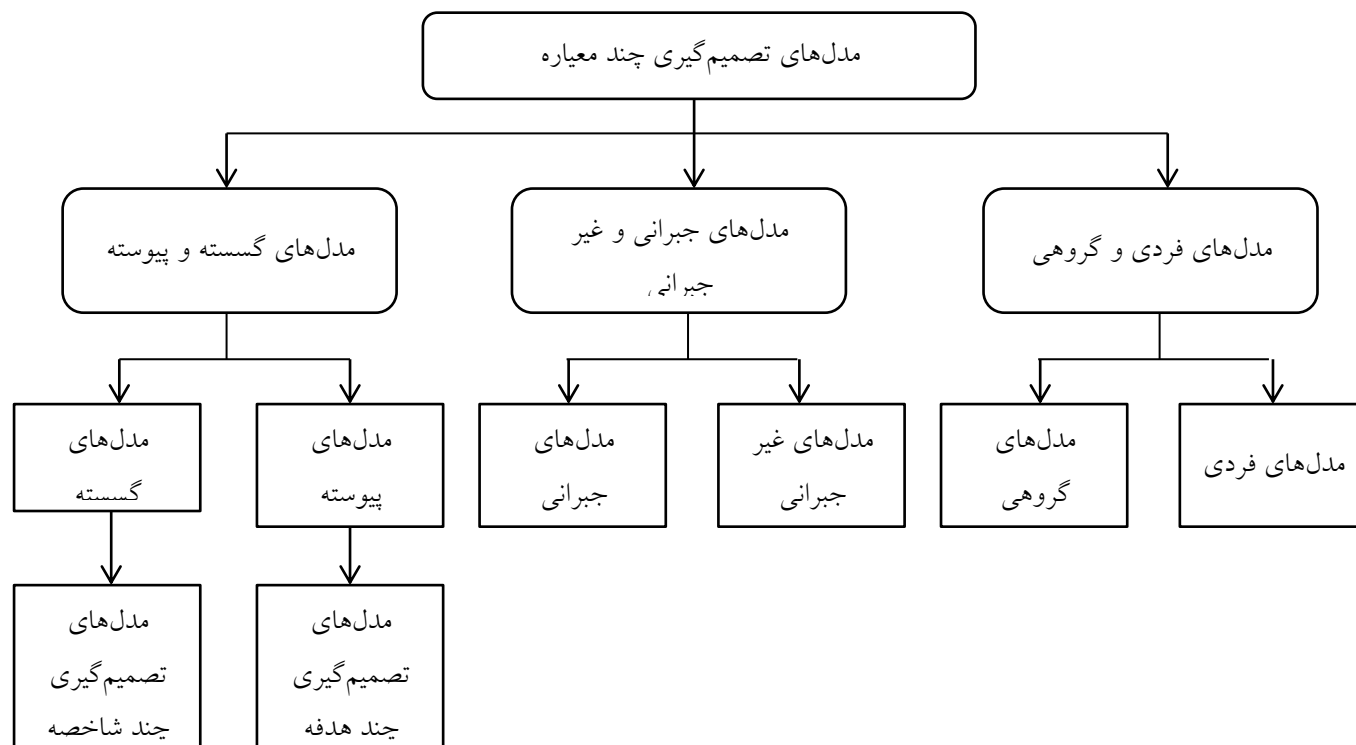
یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی، تصمیم‌گیری چند معیاره است. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاهی با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می‌شود (۱۳).

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه مبحثی است که به فرآیند تصمیم‌گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض با یکدیگر می‌پردازد. هر مسأله می‌تواند دارای اهداف چندگانه یا معیارهای چندگانه باشد. معیارها ممکن است در تعارض با هم باشند، اهداف و معیارهای متفاوت ممکن است دارای مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت نیز باشند. حل این‌گونه مسائل می‌تواند یا به معنای طراحی بهترین جواب و یا انتخاب بهترین جواب از میان جواب‌های موجود باشد (۷۵).

۲-۲-۲ دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم نمود. در شکل ۲-۱۱ دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چندمعیاره نشان داده شده است (۷۶).

۱. Multi Criteria Decision Making (MCDM)



شکل ۲-۱۱. دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره (۷۶)

۲-۲-۳ مدل‌های گسسته و پیوسته

می‌توان مدل‌های چند معیاره را از نظر تعداد گزینه به دو دسته گسسته و پیوسته تقسیم نمود. اگر تعداد مجموعه جواب‌های قابل قبول (F_d) قابل شمارش باشد، مسأله چند معیاره را گسسته می‌نامیم (کارهانی و همکاران، ۱۹۹۲). برخی از مؤلفین مانند هوانگ و یون (هوانگ و یون، ۱۹۸۱) و زیمرمن (زیمرمن، ۱۹۹۶) این نوع مسائل را به اختصار مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه نام‌گذاری کرده‌اند. اگر تعداد مجموعه جواب‌های قابل قبول (F_d) غیرقابل شمارش باشد، در این صورت مسأله چند معیاره را پیوسته می‌نامیم.

هوانگ و مسعود (۱۹۷۹) و همچنین زیمرمن این نوع مسائل را (با برخی استثنائات مانند برنامه‌ریزی عدد صحیح) مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه نامیده‌اند.

از دیدگاه کلیمی توان مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را به دو دسته اصلی ذیل تقسیم نمود:

- ۱- مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه^۱
- ۲- مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه^۲

در مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه می‌بایست بهترین آلت‌رناتیو، بر اساس محدودیت‌های سیستم، اهداف متفاوت و نیز مقدار مطلوب موردنظر تصمیم‌گیرنده برای این اهداف طراحی گردد. مسائل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه را می‌توان به صورت کلی زیر در نظر گرفت:

$$(\text{Max } (f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)))$$

$$\text{St: } g_i(x) \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، با تعدادی از آلت‌رناتیوهای از پیش تعریف‌شده و محدود می‌باشد که هریک از آلت‌رناتیوها، سطحی از مشخصه‌های مورد نظر تصمیم‌گیرنده را ارضا می‌کنند. حال می‌بایست تصمیم‌گیرنده بر اساس میزان و نوع اطلاعات در دسترس از آلت‌رناتیوها و معیارها، بهترین آلت‌رناتیو را انتخاب نماید (۷۳).

مقایسه تصمیم‌گیری چندشاخصه و تصمیم‌گیری چندهدفه در جدول ۲-۵ آمده است.

جدول ۲-۵. مقایسه تصمیم‌گیری چندشاخصه و تصمیم‌گیری چندهدفه (۷۴)

شرح	تصمیم‌گیری چند شاخصه	تصمیم‌گیری چند هدفه
معیارها	شاخص‌ها	اهداف
اهداف	صریح و آشکار بیان شده‌اند.	مبهم بیان شده‌اند.
شاخص‌ها	صریح و آشکار بیان شده‌اند.	ضمنی بیان شده‌اند.
محدودیت‌ها	غیر مشخص	کاملاً مشخص
گزینه‌ها	تعداد محدود، مشخص	تعداد نامحدود

۱. Multiple Objective Decision Making (MODM)

۲. Multiple Attribute Decision Making (MADM)

تعامل با تصمیم گیرنده	کم	زیاد
نحوه استفاده	ارزیابی و انتخاب	طراحی

۲-۲-۴ تصمیم گیری چند شاخصه

در دو دهه اخیر، تصمیم گیری چندشاخصه مورد توجه محققین در حوزه تصمیم گیری بوده است. این تکنیک ها مسائل مربوط به تصمیم گیری را در قالب یک ماتریس تصمیم گیری فرموله می کنند و تحلیل های لازم را روی آن ها انجام می دهند (۷۴). مدل ها و تکنیک های تصمیم گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب ترین گزینه از بین m گزینه موجود به کار می روند. در MADM معمولاً داده های مربوط به گزینه ها، از منظر شاخص های مختلف، در یک ماتریس نمایش داده می شود. مدل های تصمیم گیری چند شاخصه از نظر نوع شاخص های مورد نظر به مدل های جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می شوند (۱۳).

۲-۲-۵ مفاهیم اساسی در تصمیم گیری چند شاخصه

پنج لغت اصلی در ادبیات مدل های تصمیم گیری چند شاخصه عبارتند از (۷۶): مشخصه ها، اهداف، آرمان ها، معیارها و ماتریس تصمیم گیری.

• مشخصه ها^۱

مشخصه، عبارت است از خاصیتی که می بایست در یک آلترناتیو باشد. هر آلترناتیو بسته به خواسته های تصمیم گیرنده می تواند با تعدادی از مشخصه ها مرتبط باشد.

• اهداف^۲

^۱. Attributes
^۲. Objectives

هدف، آن چیزی است که تا دست یافتن نهایی به آن تعقیب می‌شود. تفاوت هدف و آرمان نیز در همین نکته است. هدف باید دست‌یافتنی باشد، در حالی که آرمان ممکن است هرگز دست‌یافتنی نباشد.

• آرمان^۱

آرمان، مقداری است که مطلوب یک خواسته می‌باشد. ممکن است به آرمان دست یافت، یا به آن نرسید و یا حتی از آن گذشت.

• معیار^۲

معیار، به معنای اندازه‌گیری مؤثر بودن است. معیار، پایه ارزیابی است.

• ماتریس تصمیم‌گیری^۳

یک مسأله چند شاخصه را می‌توان به‌طور کامل، به فرم ماتریسی تعریف نمود. یک ماتریس تصمیم D ، ماتریسی است $m \times n$ که درایه X_{ij} آن نمایانگر ارزش مشخصه j ام برای آلترناتیو i ام است. آلترناتیو i ام را با A_i و مشخصه j ام را با X نمایش می‌دهند. در این صورت، A_i ، $i=(1,2,\dots,m)$ به‌صورت زیر نیز می‌توان نشان داده شود:

$$X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in})$$

و یا به‌صورت بردار ستونی زیر:

$$X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^T$$

در مسأله چند شاخصه آلترناتیو ایده‌آل، آن آلترناتیوی است که تمامی مشخصه‌های آن، بالاترین و بهترین مقادیر را دارا باشد:

$$A^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_j^*, \dots, x_n^*)$$

۱. Goal

۲. Criterion

۳. Decision Matrix

$$x_j^* = \max_i U_j(x_{ij}) \quad i=1,2,\dots,m$$

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nn} \end{bmatrix}$$

که $U_j(0)$ نشان‌دهنده تابع ارزش J امین مشخصه می‌باشد. در تصمیم‌گیری چندشاخصه، آترناتیو ایده‌آل وجود خارجی ندارد، لذا تمام تلاش بر این خواهد بود تا آترناتیوی یافت شود که تا حد امکان به این آترناتیو ایده‌آل نزدیک باشد (۷۳).

۲-۶ انواع روش‌های حل مدل‌های چندشاخصه

همان‌گونه که گفته شد، به‌طور کلی می‌توان مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را از نظر تعداد گزینه به دو دسته گسسته و پیوسته تقسیم نمود. در این قسمت به دسته‌بندی کلی روش‌های حل مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه پرداخته می‌شود. انواع روش‌های حل مدل‌های چند شاخصه عبارتند از: روش‌های بدون وزن‌دهی، روش‌های وزن‌دهی روی معیارها و روش‌های وزن‌دهی روی گزینه‌ها.

❖ روش‌های بدون وزن‌دهی مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

در این روش‌ها هیچ نوع ترجیحی از طرف تصمیم‌گیرنده مشخص نشده و فقط ماتریس تصمیم بیان می‌شود. به عبارت دیگر معیارها و عملکرد هر گزینه روی معیارها مشخص است، اما از طرف تصمیم‌گیرنده ترجیحی روی معیارها و یا آترناتیوها بیان نمی‌گردد (۷۴).

❖ روش‌های وزن‌دهی روی معیارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه

در این روش، ترجیحات معیارها نسبت به هم مشخص است و ممکن است به یکی از صورت‌های زیر بیان گردد (۷۴):

- سطح استاندارد روی معیار
- ترجیح معیارها به صورت کیفی

• ترجیح معیارها به صورت کمی

❖ روش‌های وزن‌دهی روی گزینه‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

در این روش، ترجیح بین آترناتیوها (به صورت دو به دو) توسط تصمیم‌گیرنده بیان می‌شود و هدف تعیین بهترین آترناتیو در کل است (۷۴).

۲-۲-۷ مشخصه‌ها در مدل‌های چند شاخصه

هر آترناتیو در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه معمولاً با دو نوع مشخصه تعریف می‌گردند که عبارت‌اند از:

• مشخصه‌های کمی

• مشخصه‌های کیفی

سؤال مهم این است که چگونه می‌توان این دو نوع مشخصه (کمی و کیفی) را با هم مقایسه نمود؟

از آن‌جا که تبدیل مشخصه‌های کیفی به مقیاس نسبی^۱ بسیار دشوار است، اکثر مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از مقیاس‌های ترتیبی^۲ و یا فاصله‌ای^۳ برای تبدیل مشخصه‌های کیفی به کمی استفاده می‌کنند. یک روش عمومی در اندازه‌گیری یک شاخص کیفی با مقیاس فاصله‌ای استفاده از مقیاس دوقطبی^۴ فاصله‌ای است، به قرار زیر است:



۱. Ratio
۲. Ordinal
۳. Interval
۴. Bipolar – scale

این اندازه‌گیری (به‌صورت فوق برای شاخصه‌ای با جنبه مثبت) بر اساس یک مقیاس ده نقطه‌ای می‌باشد، به‌طوری که صفر مشخص‌کننده مینیمم ارزش ممکن و ۱۰ مشخص‌کننده ماکزیمم ارزش ممکن از شاخص مورد نظر است. همچنین نقطه وسط نیز نقطه شکست مقیاس بین مساعدها و نامساعدها است.

این مقیاس اندازه‌گیری به‌طور مشابه برای شاخص‌های با جنبه منفی به‌منظور هماهنگی در محاسبات به‌صورت ذیل تنظیم می‌گردد:



مورد توجه است که ارزش‌های صفر و ۱۰ عملاً در مقیاس‌های فوق کم‌تر مورد استفاده واقع می‌شوند. ضمناً ارزش‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ را می‌توان به عنوان ارزش‌های واسطه از مقیاس‌های فوق به کار برد.

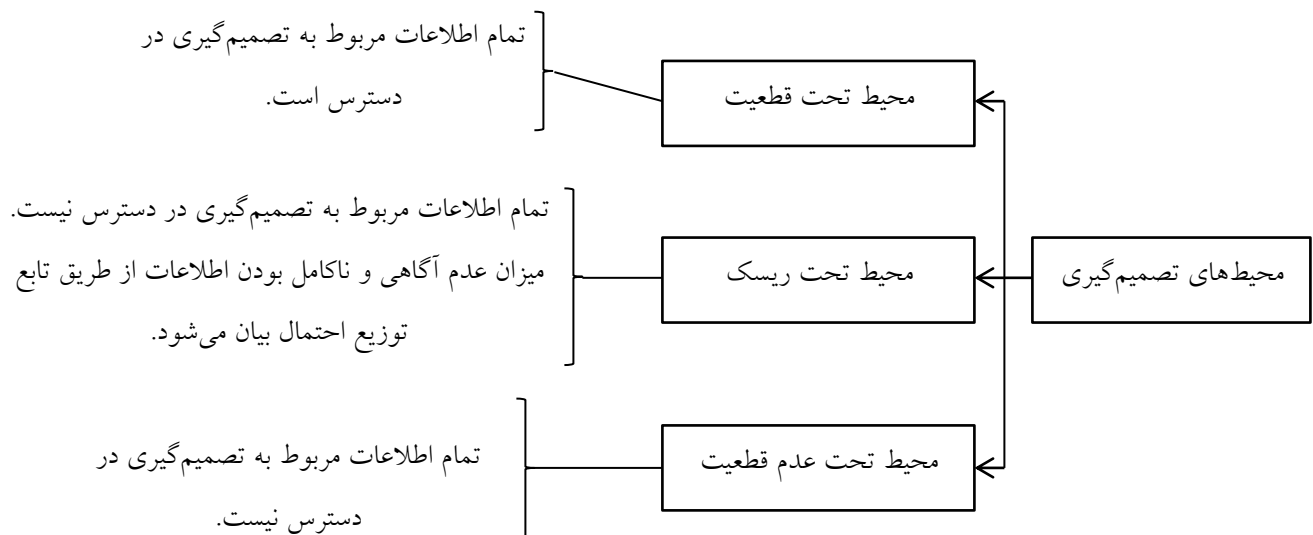
به‌منظور قابل مقایسه شدن مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری (به ازای شاخص‌های گوناگون) باید از "بی‌مقیاس کردن" استفاده نمود، که بدان طریق عناصر شاخص‌های تبدیل شده (n_{ij}) بدون بُعد اندازه‌گیری می‌شوند. یکی از طرق بی‌مقیاس کردن استفاده از "نرم" است. در این روش، هر عنصر (r_{ij}) از ماتریس تصمیم‌گیری مفروض را بر نرم موجود از ستون j ام (به‌ازای شاخص x_j) تقسیم می‌کنیم، یعنی:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}}$$

بدین طریق کلیه ستون‌های ماتریس مفروض دارای واحد طول مشابه (از بردار نظیر) شده و مقایسه کلی آن‌ها در نتیجه سهل می‌گردد. برای بی‌مقیاس کردن از روش‌های دیگری مانند "بی‌مقیاس کردن خطی" و "بی‌مقیاسی فازی" نیز استفاده می‌گردد (۷۷).

۸-۲-۲ محیط‌های تصمیم‌گیری

محیط‌های تصمیم‌گیری را می‌توان به سه دسته اصلی محیط تحت قطعیت، محیط تحت ریسک و محیط تحت عدم قطعیت تقسیم نمود. شکل ۲-۱۲، ویژگی‌های هر یک از این محیط‌ها را نشان می‌دهد. از دیدگاه در دسترس بودن داده‌ها، قطعیت و عدم قطعیت نشانگر دو نقطه غایی هستند، در حالی که ریسک، یک موقعیت بینابینی را نشان می‌دهد (۷۶).



شکل ۲-۱۲. انواع محیط‌های تصمیم‌گیری (۷۶)

۹-۲-۲ رویکرد مجموعه‌های فازی (مقدمه‌ای بر منطق فازی)

اکثر اتفاقات و رویدادهایی که در زندگی روزمره برای ما اتفاق می‌افتد دارای ابهام هستند. ابهام ممکن است با شکل، مکان، رنگ، ترکیب و محتوی رویدادها همراه باشد و معناها چه بودن آنها را تشریح می‌کنند. یعنی انسان با استفاده از معانی مختلف، چه بودن و ماهیت آنها را تشریح و توصیف می‌کند (۷۷).

نظریه مجموعه‌های فازی برای اولین بار توسط پروفیسور لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۴ مطرح گردید و ایده آن با این عبارت توسط ایشان ایجاد شد: "ما نیاز به یک نوع مختلف از ریاضیات هستیم تا بتوانیم ابهامات و عدم دقت رویدادها را مدلسازی نماییم، مدلی که متفاوت از نظریه احتمالات است." نظریه فازی برای بیان و تشریح عدم قطعیت و عدم دقت در رویدادها به کار می‌رود و کلید اصلی نظریه فازی از منطق چند ارزشی به وجود آمده است. نظریه احتمال برای پیش‌بینی نتیجه یک رویداد در آینده به کار می‌رود. رویدادی که در آینده قرار است اتفاق بیافتد و نتیجه آن در حال حاضر مشخص نیست. در واقع نظریه احتمال به رویدادهای تصادفی مرتبط است. در حالی که فازی به "بی‌دقتی" و مفاهیم نادقیق که در زبان طبیعی به کار می‌روند مرتبط است و همیشه با یک رویداد همراه نیست. در واقع نظریه فازی عدم قطعیت غیر احتمالی را پشتیبانی می‌کند. منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است. بر خلاف دیگران که معتقدند که باید تقریب‌ها را دقیق‌تر کرد تا بهره‌وری افزایش یابد، پروفیسور لطفی‌زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل کند (۷۷).

در یک فرایند تصمیم‌گیری، تصمیم گیرندگان معمولاً با تردیدها، مسائل و عدم قطعیت‌هایی روبرو می‌شوند. به عبارت دیگر، زبان طبیعی برای بیان ادراک یا قضاوت همواره به صورت ذهنی، غیرقطعی یا مبهم است. برای رفع ابهام و ذهنی بودن قضاوت تصمیم گیرنده، نظریه مجموعه‌های فازی (لطفی‌زاده، ۱۹۶۵) برای بیان واژه‌های کلامی در فرایند تصمیم‌گیری معرفی گردید. بلمن و لطفی‌زاده (۱۹۷۰) متدولوژی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی را برای فقدان دقت در تخصیص اوزان اهمیت معیارها توسعه دادند، بطوری که رتبه بندی‌های گزینه‌ها باتوجه به معیارهای ارزیابی صورت گرفت. برای ارائه روش پیشنهادی، لازم است که در ابتدا برخی تعاریف و نمادهای مهم نظریه مجموعه‌های فازی بر اساس دوبیوس و پراد (۱۹۸۰)، کافمن و گوپتا (۱۹۹۱) و تسو (۲۰۰۹) مرور شوند (۷۷):

• اعداد فازی

یک عدد فازی $\tilde{A} = [a_1, a_2, a_3, a_4]$ به‌طوری که $-\infty < a_1 < a_2 < a_3 < a_4 < +\infty$ و $a_1, a_2, a_3, a_4 \in R$ به‌عنوان یک زیرمجموعه فازی در R بیان می‌شود که دارای تابع عضویت $F_\lambda(x)$ است. تابع عضویت $F_\lambda(x)$ یک تصویر پیوسته از R به بازه بسته $[0, 1]$ ؛ $F_\lambda(x) = 0$ است

که برای همه $x \in (-\infty, a_1]$ و $x \in [a_2, +\infty)$ روی $f_\lambda(x)$ اکیداً صعودی است؛
همچنین $f_\lambda(x) = 1$ برای $f_\lambda(x)$ روی $x \in [a_2, a_3]$ اکیداً نزولی است. $\tilde{B} = [b_1, b_2, b_3]$ به عنوان
یک عدد فازی مثلثی تعریف می‌شود، اگر $f_{ij}(x)$ به صورت زیر باشد (۱۰):

$$f_{ij} = \begin{cases} (x - b_1)/(b_2 - b_1), & b_1 \leq x \leq b_2 \\ (x - b_3)/(b_2 - b_3), & b_2 \leq x \leq b_3 \end{cases}$$

• عملیات استاندارد ریاضی در مجموعه فازی

روابط زیر عملیات استاندارد ریاضی برای اعداد فازی مثلثی $\tilde{A} = [a_1, a_2, a_3]$ و
 $\tilde{B} = [b_1, b_2, b_3]$ و عدد غیر فازی n که می‌توان آن را به صورت $\tilde{n} = [n, n, n]$ بیان کرد را در
مجموعه R نشان می‌دهد (۷۷):

$$(\tilde{A} \oplus \tilde{B}) = [a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3]$$

$$(\tilde{A} \ominus \tilde{B}) = [a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3]$$

$$(\tilde{A} \otimes \tilde{B}) \cong [a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3]$$

$$(\tilde{A} \otimes n) \cong [a_1 n, a_2 n, a_3 n]$$

• عملیات فازی زدایی

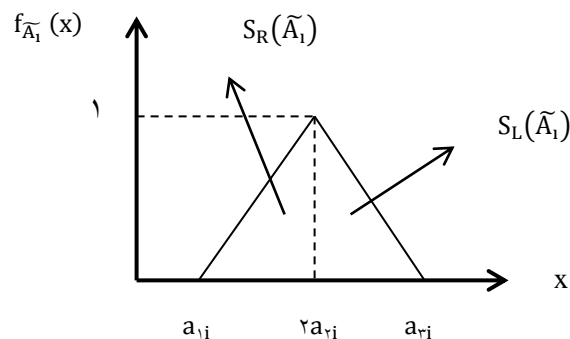
فازی زدایی روش تبدیل یک مجموعه اعداد فازی به مقادیر غیر فازی به منظور رتبه‌بندی
ترتیب آن‌ها است. بسیاری از روش‌های فازی زدایی در دهه‌های گذشته توسعه یافته‌اند. بررسی
پیرامون توسعه این روش‌ها را می‌توان در وانگ و کره (۲۰۰۱)، لیکویچ و کره (۱۹۹۹) جستجو
کرد. در روش مقدار میانگین، از تفکیک‌های چپ و راست (کافمن و گوپتا، ۱۹۸۸؛ چو و لین،
۲۰۰۹)، که علاوه بر ساده بودن از همه اطلاعات تابع عضویت نیز استفاده می‌کنند، برای فازی
زدایی استفاده می‌شود.

مجموعه اعداد فازی $\tilde{A}_i = [a_{1i}, a_{ri}, a_{ri}]$ برای $i = 1, \dots, I$ در نظر بگیرید. مقدار فازی زدایی شده \tilde{A}_i که توسط روش مقدار میانگین $S(\tilde{A}_i)$ نمایش داده می‌شود را به صورت زیر تعریف می‌کنند (۷۷):

$$S(\tilde{A}_i) = \frac{1}{3} (S_L(\tilde{A}_i) + S_R(\tilde{A}_i))$$

$$S(\tilde{A}_i) = \frac{1}{3} \left(\left(a_{ri} - \int_{a_{1i}}^{a_{ri}} f_{\lambda i}(x) \right) + \left(a_{ri} + \int_{a_{ri}}^{a_{ri}} f_{\lambda i}(x) \right) \right) = \frac{a_{1i} + 2a_{ri} + a_{ri}}{3}$$

به طوری که $S_L(\tilde{A}_i)$ و $S_R(\tilde{A}_i)$ به ترتیب ناحیه چپ و راست عدد فازی \tilde{A}_i را مطابق شکل ۲-۱۳ نمایش می‌دهد.



شکل ۲-۱۳. عملیات فازی زدایی (۷۷)

۲-۳ بخش سوم: مروری بر تحقیقات گذشته

بررسی پیشینه تحقیق معمولاً نقدی از دانش موجود درباره موضوع پژوهش است. اگر این بررسی به درستی صورت گیرد، به بیان مسأله کمک می‌کند و یافته‌های تحقیق را به پژوهش‌های قبلی متصل می‌سازد. بررسی پیشینه تحقیق، به تعریف و تحدید مسأله، قرار گرفتن یافته‌های

تحقیق در چارچوب تحقیقات قبلی، اجتناب از دوباره‌کاری و انتخاب روش‌ها و ابزار اندازه‌گیری دقیق‌تر کمک می‌کند.

در این بخش، به تحقیقات مختلف داخلی و خارجی انجام شده در رابطه با موضوع تحقیق، پرداخته شده است. در نهایت جدول ۲-۶، خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه موضوع پژوهش را نشان می‌دهد.

۲-۳-۱ تحقیقات داخلی

➤ سیفی و غفرانی (۱۳۸۴) تحقیقی تحت عنوان «تحلیل ریسک و ارزیابی قابلیت اطمینان در ایستگاه‌های سوخت‌رسانی CNG به روش FMEA» انجام دادند. نتایج این تحقیق به بررسی شناسایی خرابی‌های منجر به رها شدن گاز در ایستگاه به‌طور کیفی گردیده است (۷۸).

➤ تحقیقی توسط اصفهانی و والی نژاد (۱۳۸۸) تحت عنوان «جایگاه تحلیل درخت خطا در ارزیابی ریسک شرکت ملی نفت ایران» انجام شده است. در این تحقیق، FTA به‌عنوان یکی از ابزارهای کارآمد در شناسایی علل ریشه‌ای و احتمال وقوع یک رویداد نامطلوب معرفی شده است و توضیح می‌دهد که این تحلیل در سیستم‌هایی که از پیچیدگی اجزای بیشتری برخوردار هستند قدرت خود را بهتر نشان می‌دهد (۷۹).

➤ تحقیقی توسط نوری و همکاران (۱۳۹۲) با عنوان «ارائه الگوی ارزیابی ریسک‌های بهداشت حرفه‌ای و محیطی در حمل و نقل فرآورده‌های نفتی» انجام شده است. در این تحقیق پارامترهایی مانند موقعیت انبار، ماشین حمل‌کننده، نوع ماده، عوارض محیطی و نوع جاده و لایه‌های ایمنی مسیر و شرایط راننده مدنظر قرار گرفته شده و پارامترهای موثر بر میزان ریسک با استفاده از تکنیک AHP وزن‌دهی و بر اساس منطق FMEA میزان ریسک آن‌ها تعیین شده است (۸۰).

➤ جلالی و همکاران (۱۳۹۲) تحقیق تحت عنوان «ارزیابی ریسک بهداشتی مواجهه شغلی با ترکیبات BTEX جایگاه‌های توزیع سوخت بنزین شهر مشهد» انجام داده‌اند. هدف این مطالعه ارزیابی ریسک بهداشتی مواجهه شغلی با مواد فرار موجود در

بنزین در کارکنان شاغل در جایگاه‌های توزیع سوخت بنزین شهر مشهد به‌منظور ارائه راهکارهای کنترلی است. در این تحقیق به‌منظور ارزیابی ریسک بهداشتی مواد شیمیایی از روش ارائه شده واحد ایمنی و بهداشت وزارت کار سنگاپور استفاده گردیده است. برای این منظور ابتدا وظایف شغلی و فرآیندهای شغلی تعیین و درجه خطر و درجه مواجهه کارکنان با هریک از مواد شیمیایی تعیین گردیده است. در نهایت با قرار دادن این دو پارامتر در فرمول نهایی، سطوح ریسک برای هریک از مواد به‌دست آمده است. نتایج مطالعه نشان داد بیش‌ترین ریسک بهداشتی در وهله اول مربوط به شغل پمپچی و مواجهه با بنزن می‌باشد و در مرحله بعد نیز بیش‌ترین ریسک با بنزن و در شغل تخلیه چمی به دست آمد. نتایج نشان داد که پرسنل شاغل در جایگاه‌های توزیع سوخت بنزین در سطوح بالایی در مواجهه با ترکیبات فرار موجود در بنزین می‌باشند. استفاده از اقدامات کنترلی مانند نصب سیستم بازیافت بخارات، تعمیر و نگهداری مناسب تجهیزات توزیع سوخت و همچنین طراحی اتاقک مخصوص برای پمپچی ممکن است به میزان قابل توجهی باعث کاهش ریسک مواجهه با این ترکیبات گردد (۸۱).

➤ سلیمان نسب و خوش سیما (۱۳۹۴) پژوهشی را تحت عنوان "رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر موفقیت مدیریت ریسک در صنعت بیمه با استفاده از روش پرامتی" انجام داده‌اند. در این پژوهش به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر موفقیت مدیریت ریسک پرداخته شده است. در این پژوهش ابتدا با توجه به مطالعات انجام شده و تحقیقات میدانی، ارکان و متغیرهای اصلی سنجش، دسته‌بندی، برنامه‌ریزی، نظارت، کاهش و ارزیابی ریسک استخراج شده و سپس به رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته شده است. نتیجه‌گیری کلی که می‌توان از این تحقیق ارائه نمود آن است که اصولاً بهره‌مندی از شیوه‌های نوین مدیریت می‌تواند کلیه ارکان مربوط به مدیریت ریسک را بهبود بخشد. به این معنا که مدیران هرچه دسترسی و امکان استفاده بیشتری از امکانات به‌روزتر داشته باشند، در سرعت انجام کارها و نیز کاهش میزان خطا در فعالیت‌هایشان و نیز در کاهش میزان ریسک تأثیر خواهد داشت. همچنین پس از رتبه‌بندی و اندازه‌گیری امتیاز شاخص‌های مربوط به هریک از متغیرها، شاخص‌های بازدهی دوره‌ای، وجود اطلاعات به‌روز، ارائه چهارچوب عملی به‌منظور نظارت و بهره‌مندی از تجربیات و تشکیل کمیته تخصصی به-

عنوان بالاترین رتبه‌ها و ارائه سناریو، زیرساخت‌های قوی، مقایسه پیش‌بینی‌های انجام شده، ارائه برنامه، شناسایی فعالیت‌های جاری به‌عنوان پایین‌ترین شاخص‌ها شناسایی شده‌اند (۱۲).

➤ تحقیقی توسط یاری (۱۳۹۴) با عنوان «طراحی ذاتاً ایمن در ساخت پمپ بنزین‌های شهری» انجام شد. یافته‌های تحقیق نشان داد که در طراحی پمپ بنزین‌ها اصول ایمنی ذاتی ۶۳ درصد به دقت رعایت نشده است و می‌توان استنباط کرد که رعایت اصول ایمنی ذاتی بیشتر برای دریافت تأییدیه می‌باشد. همچنین از ابزارها و سیستم‌های ایمنی فعال به‌نحو مطلوبی استفاده نشده است (۸۲).

۲-۳-۲ تحقیقات خارجی

➤ در مطالعه‌ای که کریستین و همکاران (۲۰۰۹) در رابطه با «بررسی ریسک مجاورت مناطق مسکونی با پمپ بنزین‌ها در حومه شهر بخارست» انجام دادند به این نتیجه رسیدند که از مجموع ۶۰ پمپ بنزین ۲۱ پمپ بنزین در مجاورت مناطق مسکونی و ۳۹ پمپ بنزین دیگر در مجاورت مناطق غیرمسکونی احداث شده‌اند که نشان‌دهنده توسعه برنامه‌ریزی نشده است و تراکم مسکونی از عواقب اصلی می‌باشد. در این راستا استفاده نامناسب از اراضی و توسعه آن‌ها نیازمند ارزیابی سلسله مراتبی در شروع برنامه منسجم جدید برای توسعه فضا است. از طرفی مجاورت جایگاه‌های سوخت شهری با پیاده‌روها و معابر عمومی نیز مشکلات عدیده‌ای را به‌وجود می‌آورد که علاوه بر طراحی ایمن جایگاه‌های سوخت فرهنگ رانندگی رانندگان در رعایت حقوق تقدم را نیز می‌طلبد.

➤ در مطالعه‌ای که باجکار و همکارانش (۲۰۱۰) تحت عنوان «مدلی برای ارزیابی خطر کمی در اندازه‌گیری تهویه طبیعی و تمیزی جایگاه‌های گاز طبیعی» انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که فاصله از منبع خطرناک، بر کل خطر نسبی هر رویداد خطرناک تأثیرگذار است.

➤ هسیم و همکارانش (۲۰۱۳) تحقیقی را تحت عنوان «روش ساده گرافیکی برای ارزیابی بهداشت حرفه‌ای ذاتی» انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که بهداشت حرفه‌ای ذاتی در یک فرایند شیمیایی می‌تواند به‌راحتی با روش ساده گرافیکی

ارائه شود که این R&D در مرحله خود تأییدکننده استقرار سیستم ایمنی در مرحله طراحی است.

➤ راجا و همکاران (۲۰۱۴) تحقیقی با عنوان «برنامه تجزیه و تحلیل فازی درخت خطا و استنباط متخصصان برای ارزیابی ریسک در ایستگاه سوخت‌گیری گاز مایع» انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که نگرش برای رویکرد قابلیت اطمینان احتمالی، زمانی که اطلاعات کمی شکست تاریخی در دسترس نیست، مناسب است. در انجام این تحقیق نقطه قوت، مطالعه روی طراحی با رویکرد ذاتاً ایمن بود که این خود باعث حذف ریسک‌ها می‌شود و ارجح‌تر به روش‌های کنترلی است، اما در مقابل نقاط ضعف آن نیز گستردگی مباحث ایمنی می‌باشد.

➤ در مطالعه‌ای که هونگ (۲۰۱۵) با عنوان تحقیق در زمینه «پیشگیری از حریق در جایگاه‌های سوخت‌گیری اتومبیل» انجام داده است، بیان می‌کند که نفت و گاز ارائه شده توسط ایستگاه‌های سوخت‌گیری وسیله نقلیه، ویژگی‌های احتراق و انفجار دارد و در حوادث آن‌ها، تلفات جدی و زیان‌های اقتصادی اغلب با آتش ایجاد می‌شود.

جدول ۲-۶. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه موضوع پژوهش

نویسنده/ نویسندگان	سال	عنوان تحقیق
سیفی و غفرانی	۱۳۸۴	تحقیقی تحت عنوان «تحلیل ریسک و ارزیابی قابلیت اطمینان در ایستگاه‌های سوخت‌رسانی CNG به روش FMEA
اصفهانی و والی نژاد	۱۳۸۸	تحت عنوان «جایگاه تحلیل درخت خطا در ارزیابی ریسک شرکت ملی نفت ایران
نوری و همکاران	۱۳۹۲	با عنوان «ارائه الگوی ارزیابی ریسک‌های بهداشت حرفه‌ای و محیطی در حمل و نقل فرآورده‌های نفتی
جلالی و همکاران	۱۳۹۲	تحقیق تحت عنوان «ارزیابی ریسک بهداشتی مواجهه شغلی با ترکیبات BTEX جایگاه‌های توزیع سوخت بنزین شهر مشهد
سلیمان نسب و خوش سیما	۱۳۹۴	پژوهشی را تحت عنوان "رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر موفقیت مدیریت ریسک در صنعت بیمه با استفاده از روش پرامتی"
یاری	۱۳۹۴	با عنوان «طراحی ذاتاً ایمن در ساخت پمپ بنزین‌های شهری»
کریستین و همکاران	۲۰۰۹	در رابطه با «بررسی ریسک مجاورت مناطق مسکونی با پمپ بنزین‌ها در حومه شهر بخارست

تحت عنوان «مدلی برای ارزیابی خطر کمی در اندازه‌گیری تهویه طبیعی و تمیزی جایگاه‌های گاز طبیعی»	۲۰۱۰	باجکار و همکارانش
تحقیقی را تحت عنوان «روش ساده گرافیکی برای ارزیابی بهداشت حرفه‌ای ذاتی»	۲۰۱۳	هسیم و همکارانش
تحقیقی با عنوان «برنامه تجزیه و تحلیل فازی درخت خطا و استنباط متخصصان برای ارزیابی ریسک در ایستگاه سوخت‌گیری گاز مایع	۲۰۱۴	راجا و همکاران
با عنوان تحقیق در زمینه «پیشگیری از حریق در جایگاه‌های سوخت‌گیری اتومبیل»	۲۰۱۵	هونگ

خلاصه فصل

فصل حاضر در سه بخش تشریح گردیده است. بخش اول مرتبط با مفاهیم ریسک و مدیریت ریسک است. بخش دوم موضوعات و تکنیک‌های مرتبط با تصمیم‌گیری چندمعیاره را شرح می‌دهد. بخش سوم پیشینه موضوع تحقیق که شامل تحقیقات داخلی و خارجی انجام شده می‌باشد، را به نمایش گذاشته شده است.

فصل سوم

روش‌شناسی پژوهش

مقدمه

پژوهش، مجموعه فعالیت‌هایی است که پژوهش‌گر با استفاده از آن‌ها به قوانین و واقعیت‌ها پی می‌برد و روش، عبارت است از مجموعه فعالیت‌هایی که برای رسیدن به هدفی خاص صورت می‌پذیرد. بنابراین پژوهش، فرآیندی است که از طریق آن می‌توان درباره موضوعی ناشناخته به جستجو پرداخت و نسبت به آن شناخت لازم را کسب کرد. در این فرآیند از چگونگی گردآوری شواهد و تبدیل آن‌ها به یافته‌ها، تحت عنوان روش‌شناسی یاد می‌شود. روش علمی یا روش پژوهش علمی، فرآیند جستجوی منظم برای مشخص کردن یک موقعیت نامعین است. در این فصل، روش‌شناسی تحقیق حاضر، ابعاد و موضوعات مرتبط با آن تشریح و تبیین خواهد شد.

۳-۱ روش تحقیق

روش اجرای تحقیق در واقع مجموعه فعالیت‌هایی است که به کمک آن‌ها تعیین می‌کنیم که اطلاعات موردنظر را از کجا، چگونه و با چه ابزاری جمع‌آوری نموده و تجزیه و تحلیل نماییم تا به نتایج لازم دست یابیم. تحقیق حاضر را می‌توان بر اساس هدف از نوع تحقیقات کاربردی به-شمار آورد. تحقیقات کاربردی با استفاده از زمینه و بسترشناختی و معلوماتی که از طریق تحقیقات بنیادی فراهم شده برای رفع نیازمندی‌های بشر و بهبود و بهینه‌سازی ابزارها و اشیاء و الگوها در توسعه رفاه و آسایش و ارتقای سطح زندگی انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند. هم‌چنین این پژوهش را می‌توان جزء تحقیقات توصیفی-اکتشافی به‌شمار آورد. در تحقیقات توصیفی-اکتشافی، محقق به دنبال چگونه بودن موضوع و اکتشاف است و می‌خواهد بداند پدیده متغیر یا مطلب چه چیزی و چگونه است. به عبارتی از نظر روش‌شناسی تحقیق می‌توان بیان نمود که این پژوهش بر اساس نتیجه یا هدف از نوع تحقیقات کاربردی و نیز از نظر روش، جزء تحقیقات توصیفی-اکتشافی است. این پژوهش از حیث گردآوری اطلاعات از شاخه پیمایشی است.

۳-۲ جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری باید جامع و مانع باشد، یعنی باید چنان بیان شود که از نقطه زمانی و مکانی همه واحدهای مورد مطالعه را در برگیرد و در ضمن با توجه به آن از واحدهایی که نباید به مطالعه آن پرداخته شود، جلوگیری به عمل آید.

جامعه آماری این تحقیق، جایگاههای سوخت‌رسانی بنزین در غرب کشور است که مدیران و کارشناسان واحد ایمنی صنعتی این جایگاهها به‌عنوان واحد تحلیل آماری انتخاب شده‌اند. مدیران و کارشناسان واحد ایمنی صنعتی جایگاههای سوخت از نظر تعداد ۵۸۱ نفر هستند. هم-چنین برای پاسخ‌دهی به پرسشنامه‌های تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، فقط مدیران و کارشناسانی انتخاب شدند که دارای سابقه و تجربه مفید بالای ۲۰ سال و حداقل مدرک کارشناسی ارشد بودند که تعداد آنها ۹ نفر است.

۳-۲-۱ نمونه و نمونه‌گیری

گروه نمونه، مجموعه کوچکی از جامعه آماری است، مشتمل بر برخی اعضا که از جامعه آماری انتخاب شده‌اند. در واقع گروه نمونه یک مجموعه فرعی از جامعه آماری است که با مطالعه آن محقق قادر است نتیجه را به کل جامعه آماری تعمیم دهد. نمونه‌گیری، فرآیند انتخاب کردن تعداد کافی از میان اعضای جامعه آماری است به طوری‌که با مطالعه گروه نمونه و فهمیدن خصوصیات یا ویژگی‌های آزمودنی‌های گروه نمونه قادر خواهیم بود این خصوصیات یا ویژگی‌ها را به اعضای جامعه آماری تعمیم دهیم.

مدیران و کارشناسان واحد ایمنی صنعتی جایگاههای سوخت از نظر تعداد ۵۸۱ نفر هستند و برای تعیین حجم نمونه مناسب، از فرمول تعیین حجم نمونه کوکران در جامعه محدود استفاده شده است که پس از محاسبه، تعداد ۳۷۶ نفر به‌عنوان حجم نمونه در نظر گرفته شده است. در این تحقیق، نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی از میان افراد جامعه آماری انجام شده است.

$$n = \frac{N \times \frac{z_{\alpha}^2}{4} \times P(1-P)}{\varepsilon^2 (N-1) + \frac{z_{\alpha}^2}{4} \times P(1-P)} = \frac{581 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.03^2 \times (581-1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} \cong 376$$

۳-۳ روش و ابزار جمع‌آوری داده‌ها

۳-۳-۱ روش گردآوری داده‌ها

یکی از اصلی‌ترین بخش‌های هر کار پژوهشی را گردآوری اطلاعات تشکیل می‌دهد. چنان‌چه این کار به شکل منظم و صحیح صورت پذیرد، کار تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری از داده‌ها با سرعت و دقت خوبی انجام خواهد شد. برای جمع‌آوری اطلاعات در کارهای پژوهشی، روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به روش‌های استفاده از اطلاعات و مدارک موجود، مصاحبه، پرسشنامه و ... اشاره کرد.

در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. در بخش کتابخانه‌ای، مبانی نظری و پیشینه تحقیق عمدتاً از مقالات متعدد اخذ شده از اینترنت، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها و مجلات تخصصی فارسی و لاتین که در دسترس می‌باشند گردآوری شده است. همچنین به منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز تحقیق، از روش میدانی استفاده شده است.

۳-۳-۲ ابزار جمع‌آوری اطلاعات

ابزار سنجش و اندازه‌گیری، وسایلی هستند که محقق به کمک آن‌ها می‌تواند اطلاعات مورد نیاز را برای تجزیه و تحلیل و بررسی پدیده مورد مطالعه و در نهایت کشف حقیقت گردآوری نماید. اطلاعات را می‌توان به روش‌های گوناگون در مکان‌های مختلف و از منابع مختلفی گردآوری کرد.

به منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، از مصاحبه، پرسشنامه باز و پرسشنامه محقق ساخته استفاده گردیده است.

● پرسشنامه

پرسشنامه مجموعه سوالات از قبل تدوین شده است که پاسخ دهندگان خود را درون دامنه‌ای از گزینه‌های معین انتخاب می‌کنند. وقتی محقق واقعا می‌داند که چه اطلاعاتی نیاز دارد و نحوه سنجش متغیرهای مورد توجه‌اش را نیز می‌داند، پرسشنامه ابزار کارآمد و مفیدی برای جمع‌آوری داده است.

پرسشنامه‌های مربوط به این پژوهش شامل دو بخش عمومی و تخصصی است:

(الف) سوالات عمومی: این بخش از پرسشنامه به سنجش ویژگی‌ها و صفات دموگرافیک (جمعیت‌شناختی) پاسخ‌گویان اختصاص دارد. سؤالاتی نظیر جنسیت، سن، تحصیلات و سابقه کاری مطرح شده است.

(ب) سوالات تخصصی: سوالات تخصصی در این تحقیق شامل دو نوع پرسشنامه است که به شرح زیر است:

(۱) پرسشنامه محقق ساخته برای شناسایی عوامل مؤثر در ارزیابی ریسک که با طیف پنج-گانه لیکرتی از خیلی کم تا خیلی زیاد سنجیده شده است و شامل ۷۱ سؤال است.

(۲) پرسشنامه مربوط به تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه که به صورت استاندارد است. در این تحقیق، تعداد ۵۰۰ پرسشنامه از طریق ایمیل بین مدیران و کارشناسان واحد ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت توزیع گردیده است که تعداد ۳۸۵ پرسشنامه از سوی پاسخ‌دهندگان بازگشت داده شده است. نرخ بازگشت پرسشنامه‌ها ۷۷ درصد بوده است.

الف) روایی پرسشنامه

یک آزمون خوب باید از تعداد ویژگی مطلوب مانند عنیت، سهولت اجرا، عملی بودن، سهولت تعبیر و تفسیر، روایی و پایایی برخوردار باشد. مهم‌ترین موارد ذکر شده در این ویژگی‌ها، روایی و پایایی است.

روایی پرسشنامه تعیین می‌کند که ابزار تهیه شده تا چه حد مفهوم خاص مورد نظر را اندازه می‌گیرد. به بیان دیگر روایی به ما می‌گوید که مفهوم واقعی را اندازه می‌گیریم. آزمون روایی در ۳ گروه دسته‌بندی کرده‌اند که عبارت‌اند از:

روایی محتوا^۱، روایی وابسته به معیار^۲ و روایی سازه^۳.

روایی محتوا: اطمینان می‌دهد که ابزار مورد نظر به تعداد کافی پرسش‌های مناسب برای اندازه‌گیری مفهوم مورد سنجش را در بر دارد. روایی محتوا نشان می‌دهد که ابعاد و عناصر یک مفهوم تا چه حد تحت پوشش دقیق قرار گرفته است. روایی ظاهری، یک شاخص ابتدایی و حداقل برای روایی محتوایی به شمار می‌آید. این نوع روایی نشان می‌دهد که عناصر مورد سنجش به‌طور ظاهری توانایی اندازه‌گیری مفهوم را دارند. هدف از روایی محتوا این است که تعیین می‌کند تا چه اندازه سؤالات یک آزمون معرف محتوایی هستند که برای سنجش آن‌ها تهیه شده‌اند. برای تعیین روایی محتوایی عموماً از قضاوت خبرگان درباره سؤالات آزمون (این‌که تا چه میزان سؤالات در زمینه پژوهش تعریف شده و منطقی به نظر می‌رسند) استفاده نمود.

روایی وابسته به معیار: عبارت است از کارآمدی یک ابزار اندازه‌گیری در پیش‌بینی رفتار یک فرد در موقعیت‌های خاص.

روایی سازه: اعتبار سازه یک ابزار اندازه‌گیری، نمایانگر آن است که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد اندازه یک سازه یا خصیصه را که مبنای نظری دارد می‌سنجد. به‌منظور روایی پرسشنامه‌های تحقیق از روایی محتوا و روایی همگرا استفاده شده است. بدین معنا که پرسش‌نامه پژوهش، توسط اساتید صاحب‌نظر در دانشگاه از نظر روایی محتوا تأیید شده و با استفاده از میانگین واریانس استخراج شده شاخص‌های پژوهش، روایی همگرایی تأیید شده است.

در این بخش به بررسی روایی پرسشنامه مورد استفاده در پژوهش حاضر پرداخته شده است. در جدول ۳-۱، متغیرهای پژوهش به همراه نام اختصاری آن‌ها آورده شده است.

۱. Content Validity
۲. Criterion Validity
۳. Construct Validity

جدول ۳-۱. جدول ابعاد اختصاری متغیرهای پژوهش

علامت اختصاری		متغیر
MIS	Mechanical Installations Safety	ایمنی تأسیسات مکانیکی
SBPS	Safety of Buildings and Place Structures	ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه
EIS	Electrical Installations Safety	ایمنی تأسیسات الکتریکی
FFE	Fire-Fighting Equipment	تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)
AS	Annunciator System	سیستم اعلام کننده
PF	Protective Factors	عوامل حفاظتی

•روایی همگرا

روایی همگرا بدین معنا است که سؤالات هر شاخص در نهایت تفکیک مناسبی را به لحاظ اندازه گیری نسبت به سازه های دیگر مدل فراهم آورند. به عبارت ساده تر هر سوال فقط شاخص خود را اندازه گیری کند و ترکیب آن ها به گونه ای باشد که تمام شاخص ها به خوبی از یکدیگر تفکیک شوند. برای بررسی روایی همگرا از میانگین واریانس استخراج شده^۱ استفاده خواهد شد. میانگین واریانس استخراج شده، خلاصه ای از میزان تبیین واریانس متغیرهای آشکار در یک متغیر مکنون است. میانگین واریانس استخراج شده برای یک متغیر مکنون عبارت است از مجموع مربعات بارهای عاملی تقسیم بر تعداد آن ها. برای برقراری روایی همگرا بایستی که میزان میانگین واریانس استخراج شده محاسبه شده برای هر شاخص، بزرگتر از مقدار ۰/۵ باشد. میانگین واریانس استخراج شده متغیرهای مکنون پژوهش، در جدول ۳-۲ داده شده است. فرمول محاسبه AVE در زیر آمده است.

$$AVE = \frac{\sum(\lambda_i^2)}{\sum(\lambda_i^2) + \sum \text{var } e}$$

۱ . Average Variance Extracted (AVE)

جدول ۲-۳. بررسی مقادیر میانگین واریانس استخراج شده متغیرهای مکنون پژوهش

شاخص	میانگین واریانس استخراج شده	سطح قابل قبول	نتیجه
ایمنی تأسیسات مکانیکی	۰/۵۸۷	۰/۵	برقراری روایی همگرا
ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	۰/۶۵۰	۰/۵	برقراری روایی همگرا
ایمنی تأسیسات الکتریکی	۰/۵۷۷	۰/۵	برقراری روایی همگرا
تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	۰/۵۹۸	۰/۵	برقراری روایی همگرا
سیستم اعلام کننده	۰/۶۴۴	۰/۵	برقراری روایی همگرا
عوامل حفاظتی	۰/۶۰۳	۰/۵	برقراری روایی همگرا

همان‌طور که از داده‌های جدول ۲-۳ مشخص است، مقدار میانگین واریانس استخراج شده تمامی متغیرهای مکنون پژوهش بالاتر از مقدار ۰/۵ است. بنابراین روایی همگرایی پرسشنامه مورد قبول است.

ب) پایایی پرسشنامه

به‌طور کلی پایایی عبارت است از این‌که آیا در صورت تکرار تحقیق با آزمونی یکسان، نتیجه یکسانی به‌دست خواهد آمد. در پژوهش حاضر پایایی پرسشنامه‌های مرتبط با پژوهش در زیر توضیح داده شده است.

کسانی که برای تحلیل داده‌های خود از نرم‌افزار SPSS استفاده می‌کنند، می‌توانند قابلیت اعتماد ابزار اندازه‌گیری را با روش آلفای کرونباخ محاسبه نمایند که البته برای محاسبه آن فرمولی

نیز وجود دارد. هر چه درصد به دست آمده به ۱۰۰٪ نزدیک تر باشد بیانگر قابلیت اعتماد بیش تر پرسش نامه است و اصولاً ضریب آلفای کرونباخ^۱ بالای ۷۰٪ به عنوان پایایی خوب و مورد قبول برای پرسشنامه در نظر گرفته می شود.

قبل از انجام هرگونه تحلیل روی داده های جمع آوری شده و استنباط آماری، نخست باید از پایایی ابزار اندازه گیری اطمینان حاصل شود. برای بررسی پایایی سازه های تحقیق، دو ملاک پیشنهاد شده است.

۱- اعتبار هر یک از سازه ها: برای بررسی اعتبار هر یک از سازه ها از آلفای کرونباخ استفاده می شود. آلفای کرونباخ معیاری برای سنجش انسجام درونی متغیرهای مشاهده شده است. در این مورد پیشنهاد می شود که مقدار آلفای کرونباخ باید بزرگ تر از مقدار ۰/۷ باشد.

۲- پایایی مرکب یا ترکیبی^۲: پایایی مرکب معیاری برای سنجش همبستگی درونی متغیرهای مشاهده شده هر بلوک در یک متغیر مکنون است. فرنل و لارکر (۱۹۸۱)، مقادیر بالاتر از ۰/۷ را برای پایایی ترکیبی پیشنهاد کرده اند. مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی متغیرهای مکنون پژوهش در جدول ۳-۳ ارائه شده است. هم چنین به دلیل این که پرسشنامه تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه استاندارد است، لذا این پرسشنامه ها دارای پایایی هستند. لازم به ذکر است که تعیین نرخ سازگاری در تکنیک تحلیل فرآیند شبکه، خود به عنوان پایایی و قابلیت اعتماد به پرسشنامه تکنیک مذکور می باشد که در فصل چهارم آمده است.

جدول ۳-۳. مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی مؤلفه های پژوهش

شاخص ها یا متغیرها	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	سطح قابل قبول	نتیجه
ایمنی تأسیسات مکانیکی	۰/۸۴۵	۰/۸۶۰	۰/۷	برقراری پایایی
ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	۰/۷۹۳	۰/۷۰۲	۰/۷	برقراری پایایی
ایمنی تأسیسات الکتریکی	۰/۷۶۲	۰/۷۴۶	۰/۷	برقراری پایایی
تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	۰/۸۱۷	۰/۷۴۰	۰/۷	برقراری پایایی
سیستم اعلام کننده	۰/۷۰۹	۰/۷۱۶	۰/۷	برقراری پایایی
عوامل حفاظتی	۰/۷۱۰	۰/۷۰۴	۰/۷	برقراری پایایی

۱. Cronbach's Alpha

۲. Composite Reliability (CR)

با توجه به این که مقادیر به دست آمده آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی هریک از متغیرهای مکنون تحقیق (جدول ۳-۳) بالاتر از مقدار ۰/۷ است، بنابراین همه شاخص‌ها و متغیرهای مکنون پژوهش از پایایی مناسبی برخوردار هستند و نتیجه می‌گیریم که پایایی پرسشنامه تحقیق مورد تأیید است.

۳-۴ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق، ابتدا از طریق پرسشنامه باز و مصاحبه با کارشناسان و متخصصان واحد ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین، مؤلفه‌های ابتدایی مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بررسی شده است و سپس از طریق تکنیک تحلیل عاملی اکتشافی، عوامل مؤثر شناسایی شده‌اند. در ادامه از طریق تکنیک تحلیل عاملی تأییدی به تعیین میزان اثربخشی هریک از عوامل پرداخته شده است. معیارهای ارزیابی این عوامل از سوی کارشناسان و متخصصان مشخص گردیده و وزن معیارهای ارزیابی این عوامل از طریق تکنیک تحلیل فرآیند شبکه فازی (FANP) تعیین شده است. رتبه‌بندی هریک از عوامل شناسایی شده از طریق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی از قبیل ویکور فازی (FVIKOR)، آراس فازی (FARAS) و کوپراس فازی (FCOPRAS) تعیین گردیده و برآیند نتایج رتبه‌بندی‌های این عوامل از طریق روش کپلند اولویت‌بندی شده است. لازم به ذکر است که به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق از نرم‌افزارهای EXCEL، SPSS و Smart PLS استفاده شده است.

۳-۵ فرآیند حل مسأله تحقیق

همان‌طور که در فصل دوم توضیح داده شد، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با اتخاذ انواع مشخصه‌های کمی و کیفی و وزن‌دهی آن‌ها، ابزارهای مناسبی در تحلیل تصمیم‌گیری می‌باشند. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه گوناگونی وجود دارند که هریک، ویژگی‌ها و شرایط کاربرد خاص خود را دارد. در پژوهش حاضر، برای تصمیم‌گیری با توجه به کلیه مواردی که ذکر شد از چهار تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی (تکنیک تحلیل شبکه‌ای فازی، ویکور فازی، آراس

فازی و کوپراس فازی) و استراتژی اولویت‌بندی کپ‌لند استفاده شده است. در ذیل به معرفی
اجمالی این تکنیک‌ها و روش حل آن‌ها اشاره شده است.

۳-۵-۱ تحلیل فرآیند شبکه‌ای

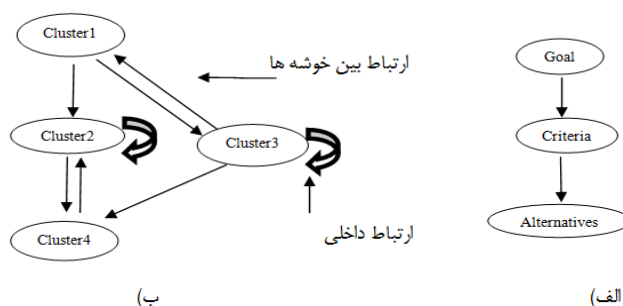
فرآیند تحلیل شبکه‌ای، یک تئوری ریاضی است که به‌طور سیستماتیک با انواع وابستگی‌ها
سروکار داشته و به‌طور موفقیت‌آمیزی در زمینه‌های گوناگون به‌کار گرفته شده است. این روش از
سوی ساعتی توسعه یافت تا اولویت‌هایی را برای تصمیم‌ها، بدون آن که فرضیاتی درباره رابطه
سلسله‌مراتبی یک سویه میان سطوح تصمیم انجام گیرد، فراهم آورد. روش تحلیل فرآیند شبکه بر
اساس تحلیل مغز انسان برای مسایل پیچیده با ساختار غیررده‌ای و به‌منظور اصلاح روش فرآیند
تحلیل سلسله‌مراتبی ارایه شده است. در این روش برای مدل کردن مسئله شبکه‌ای که گره‌های
موجود در این شبکه معادل هدف، معیارها و گزینه‌ها است، رسم می‌شود. بردارهای جهت‌داری که
این گره‌ها را به هم وصل می‌کنند، نشان‌دهنده جهت اثر گره‌ها بر یکدیگر است. فرآیند تجزیه و
تحلیل شبکه‌ای مسئله تصمیم‌گیری را با به‌کارگیری دیدگاه سیستمی توأم با بازخورد مدل‌سازی
می‌کند (۷۴).

فرآیند تحلیل شبکه‌ای نظریه جدیدی است که فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی را برای پرداختن
به وابستگی در بازخورد توسعه می‌دهد و به این منظور از رهیافت ابر ماتریس استفاده می‌کند. اگر
چه هم فرآیند تحلیل شبکه‌ای و هم فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی اولویت‌ها را با انجام مقایسات
زوجی اتخاذ می‌کنند، اما تفاوت‌هایی میان آن‌ها وجود دارد. اولین تفاوت آن است که فرآیند
تحلیل سلسله‌مراتبی حالت خاصی از فرآیند تحلیل شبکه‌ای است، چرا که فرآیند تحلیل شبکه‌ای،
وابستگی درون خوشه‌ای (وابستگی درونی) و میان خوشه‌ای (وابستگی برونی) را در نظر می‌گیرد.
دومین تفاوت آن است که فرآیند تحلیل شبکه‌ای ساختاری غیرخطی دارد. به‌طور کلی مدل فرآیند
تحلیل سلسله‌مراتبی چهارچوب تصمیم‌گیری است که رابطه‌ای یک سویه و سلسله‌مراتبی را میان
سطوح تصمیم در نظر می‌گیرد. در عوض، فرآیند تحلیل شبکه‌ای نیازی به این ساختار اکیداً سلسله
مراتبی و عمودی ندارد.

تکنیک تحلیل فرآیند شبکه با چارچوب جامع و فراگیر، تمامی تعاملات و روابط میان
سطوح تصمیم‌گیری را که تشکیل یک ساختار شبکه‌ای می‌دهد، می‌تواند در نظر گیرد. خوشه‌ها

معرف سطوح تصمیم‌گیری هستند و کمان‌ها تعاملات میان سطوح تصمیم‌گیری را نشان می‌دهند. جهت کمان‌ها وابستگی را مشخص می‌کند.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، ساختار سلسله‌مراتبی حالت خاص و ویژه‌ای از ساختار شبکه‌ای است. شکل ۳-۱، مقایسه ساختار سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای را نشان می‌دهد (الف-فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و ب-ساختار شبکه‌ای).



شکل ۳-۱. مقایسه ساختار سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای (۷۴)

ساده‌ترین شبکه، از تعدادی خوشه به همراه عناصر درون آن‌ها ساخته می‌شود. در مواردی که عناصر یک خوشه روی همه یا برخی عناصر خوشه دیگر اثر می‌گذارند (یا از آن‌ها اثر می‌پذیرند)، ارتباطی بین دو خوشه ایجاد می‌شود که آن را وابستگی بیرونی می‌نامیم. وابستگی دو سویه بین دو خوشه به عنوان چرخه بازخورد بیان می‌شود و هنگامی که عناصر به عناصر درون خوشه خودشان مرتبط می‌شوند، وابستگی درونی وجود دارد. کاربرد وابستگی‌های درونی و بیرونی در حقیقت بهترین روشی است که می‌توان در شناسایی و معرفی مفاهیم تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری در میان خوشه‌ها و عوامل با توجه به یک عامل خاص، مورد استفاده قرار داد.

در مرحله مدل‌سازی، هدف تصمیم‌گیری، شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه ممکن مشخص می‌شود. از طریق مقایسه زوجی می‌توان وزن نسبی معیارها و زیرمعیارها را مشخص کرد. مقایسه زوجی عناصر در هر سطح با توجه به اهمیت نسبی آن نسبت به معیار کنترل، شبیه روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام می‌شود. در چنین مقایسه‌هایی، یک

معیار نسبی از ۱ تا ۹ جهت مقایسه دو عامل به کار می‌رود. در مرحله بعد وزن‌های داخلی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها که در مرحله مدل‌سازی مشخص شده بودند، محاسبه می‌شود. در این مرحله وابستگی‌های درونی و بازخوردی مدنظر می‌باشند.

نکته مهم در قضاوت‌ها و مقایسه‌های زوجی، کنترل سازگاری آن‌ها است. این مهم به‌ویژه در تصمیم‌گیری‌های کلان، اهمیت فراوانی دارد، زیرا افراد ممکن است در قضاوت‌های خود به‌صورت ضد و نقیض عمل کنند. در حالت کلی میزان ناسازگاری کم‌تر از ۰/۱ در ماتریس‌های مقایسات زوجی قابل قبول است. نسبت سازگاری (CR) هر ماتریس محاسبه می‌گردد که در آن CI شاخص سازگاری ماتریس مقایسه زوجی بوده و با استفاده از بزرگترین مقدار بردار ویژه (λ_{max}) و بعد آن (n)، برآورد می‌گردد (ولی سامانی و دلاور، ۱۳۸۹). نرخ ناسازگاری توسط نرم‌افزار برای هر ماتریس مقایسه زوجی محاسبه و ارائه می‌شود که اگر از ۰/۱ فراتر رود آن قضاوت ناسازگار است و در نحوه قضاوت باید تجدیدنظر شود (۷۴).

سوپرماتریس برای تجزیه و تحلیل وابستگی‌های داخلی میان اجزای سیستم، به کار می‌رود. اجزای سوپرماتریس از ماتریس‌های مقایسات زوجی وابستگی‌های درونی حاصل شده و در آن جای‌گذاری می‌شوند. هر ارزش غیر صفر در ستون سوپرماتریس، نشانگر اهمیت نسبی وزن حاصل شده از ماتریس‌های مقایسات زوجی وابستگی‌های درونی می‌باشد. یک سوپرماتریس در حقیقت یک ماتریس جزءبندی شده است که در آن هر بخش از ماتریس، رابطه میان ۲ گره (سطح تصمیم‌گیری) را در کل مسئله تصمیم‌گیری نشان می‌دهد. فرم استاندارد یک سوپرماتریس که توسط ساعتی (۱۹۹۶) معرفی شده است، در جدول ۳-۴ قابل مشاهده است که C بیانگر گره‌ها و e بیانگر عناصر درون گره‌ها است. بردارهای W درون ماتریس نیز بردارهای وزنی حاصل از مقایسات زوجی عناصر گره‌ها با یکدیگر است.

جدول ۳-۴. ساختار کلی سوپرماتریس (۲)

		C_1				C_r				...	C_N			
		e_{11}	e_{12}	...	e_{1N}	e_{r1}	e_{r2}	...	e_{rN}		e_{N1}	e_{N2}	...	e_{NN}
C_1	e_{11}	W_{11}				W_{1r}				...	W_{1N}			
	e_{12}													
	...													
	e_{1N}													
C_r	e_{r1}	W_{r1}				W_{rr}				...	W_{rN}			

	e_{r1}				
	...				
	e_{rN}				
\vdots	
C_N	e_{N1}	W_{N1}	W_{N2}	...	W_{NN}
	e_{N2}				
	...				
	e_{NN}				

همان‌طور که ذکر شد، هریک از خوشه‌های مدل در مدل‌سازی تحلیل فرآیند شبکه، دارای سه وضعیت سوپر ماتریس غیروزی (ماتریس حاوی اولویت‌ها که از مقایسه دودویی به‌دست آمده است)، وزنی (عناصر ماتریس در وزن خوشه ضرب می‌شود) و حدی (از به توان رساندن ماتریس وزن‌دار تا زمانی که همه عناصر برابر شوند و به پاسخ برسد، به دست می‌آید) هستند. لازم به ذکر است که درایه‌های صفر موجود در ماتریس، این مطلب را می‌رساند که عامل متناظر موجود در ستون این سوپر ماتریس روی دیگر عوامل تأثیرگذار نبوده است، زیرا دارای رابطه تعاملی با یکدیگر نیستند. در نهایت، وزن کلی هر کدام از جایگزین‌ها با ضرب نمودن وزن‌های به‌دست آمده از هر کدام از مراحل پیشین مشخص شده و با توجه به آن تصمیم نهایی اتخاذ می‌شود (۱۳).

۳-۵-۲ تکنیک آراس

نمونه بارزی از مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره، مربوط به رتبه‌بندی تعداد متناهی از گزینه‌های تصمیم‌گیری است، که هریک از آن‌ها به وضوح بر حسب ضوابط تصمیم‌گیری متفاوت که باید به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شود، توصیف شده است. مطابق روش آراس مقدار یک تابع مطلوبیت مجموعه بازده نسبی (کارایی نسبی) یک گزینه ممکن، به‌طور مستقیم متناسب با اثر نسبی ارزش‌ها و وزن معیارهای اصلی که در یک پروژه مطرح شده است را تعیین می‌کند.

در طول زمان، تعداد زیادی از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره مانند روش‌های ساو^۱ (مک کریمن^۲، ۱۹۸۶)، روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی^۱ (ساعتی^۲، ۱۹۸۰)، روش

۱. Simple Additive Weighting (SAW)

۲. MacCrimon

تاپسیس^۳ (هوانگ^۴ و یون^۵، ۱۹۸۱)، روش پرامتی^۶ (برانس^۷ و وینکه^۸، ۱۹۸۵)، روش الکتیه^۹ (روی^{۱۰}، ۱۹۹۱) روش کاپراس^{۱۱} (زاوادیسکاز^{۱۲} و دیگران، ۱۹۹۴)، روش ویکور^{۱۳} (اُپریکوویچ^{۱۴}، ۱۹۹۸)، روش مورا^{۱۵} (براورز^{۱۶} و زاوادیسکاز، ۲۰۰۶)، روش مولتی مورا^{۱۷} (براورز و زاوادیسکاز، ۲۰۱۰) شکل گرفته است (۸۳).

با استفاده از هریک از این روش‌ها در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان مسأله را به صورت تصمیم‌گیری تک معیاره به صورت مناسب تبدیل کرد و بر این اساس بسیاری از آن‌ها به سادگی حل می‌شوند.

روش آراس توسط زاوادیسکاز و تورسکیز^{۱۸} در سال ۲۰۱۰ طراحی شد و می‌تواند به‌عنوان یکی از جدیدترین، مؤثرترین و در عین حال ساده‌ترین روش‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره مورد استفاده قرار گیرد. روش آراس برای حل مسائل تصمیم‌گیری مختلف به‌کار برده می‌شود. این روش هم‌چنین می‌تواند به شکل فازی و خاکستری طراحی شود که به آراس فازی^{۱۹} و آراس خاکستری^{۲۰} نام‌گذاری شده‌اند (۸۳).

فرآیند حل مسئله با استفاده از روش آراس می‌تواند به‌طور خیلی دقیق با استفاده از گام‌های زیر شرح داده شود:

(۱) گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری^{۲۱}

۱. Analytic Hierarchy Process (AHP)

۲. Saaty

۳. Technique for Ordering Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

۴. Hwang

۵. Yoon

۶. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHE)

۷. Brans

۸. Vincke

۹. ELimination and Choice Expressing Reality (ELECTRE)

۱۰. Roy

۱۱. COMplex PROportional Assessment (COPRAS)

۱۲. Zavadskas

۱۳. Vlsekriterijumska optimizacija i Kompromisno Resenje (VIKOR) (in Serbian means: Multicriteria Optimization and Compromise Solution)

۱۴. Opricovic

۱۵. Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis (MOORA)

۱۶. Brauers

۱۷. Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis plus Full Multiplicative Form (MULTIMOORA)

۱۸. Turskis

۱۹. ARAS-F (FuzzyAdditive Ratio Assessment)

۲۰. ARAS-G (Grey Additive Ratio Assessment)

۲۱. Decision-Making Matrix (DMM)

اولین گام در حل هر مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. در تصمیم‌گیری چندمعیاره از مسأله بهینه‌سازی گسسته هر مسئله‌ای که باید حل شود با ماتریس تصمیم‌گیری به شکل زیر نمایش داده می‌شود. که برای m گزینه ممکن ارزیابی شده (ردیف) روی n معیار معین (ستون) تنظیم می‌شود (۸۳).

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n},$$

در این ماتریس؛

m تعداد گزینه‌ها

n تعداد معیار معین هر گزینه تصمیم

x_{ij} ارزشی که مقدار کارایی گزینه i در شرایط معیار j را بیان می‌کند

$x_{.j}$ مقدار بهینه معیار j

۲) گام دوم: تعیین مقدار بهینه‌ی هر معیار

بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، گام بعدی در این روش تعیین مقدار بهینه هر معیار

است. اگر مقدار بهینه معیار j برای تصمیم‌گیرندگان مشخص نبود آن‌گاه:

اگر مقدار بیشینه (ماکزیمم) برتری داشت:

$$x_{.j} = \max_i x_{ij}$$

و چنانچه مقدار کمینه (مینیمم) برتری داشت:

$$x_{.j} = \min_i x_{ij}^*$$

که در آن x_{ij} مقدار بهینه گزینه i در ارتباط با معیار j است (۸۳).

مقادیر بیشینه به معنی مجموعه‌ای از معیارهای از نوع سود است. یعنی جهت و سوی بهینگی بیشینه‌سازی است و مقادیر کمینه به معنی مجموعه‌ای از معیارهای از نوع هزینه است. یعنی جهت و سوی بهینگی کمینه‌سازی است.

معمولاً، مقادیر عملکرد (کارایی) x_{ij} و وزن معیارها w_i به عنوان ورودی در ماتریس تصمیم‌گیری نمایش داده می‌شود. معیارها، هم‌چنین مقادیر و وزن‌های اولیه معیارها به وسیله کارشناسان و خبرگان تعیین می‌شود. اطلاعات به‌دست آمده می‌توانند به وسیله اشخاص ذینفع با توجه به اهداف و فرصت‌های آنان تصحیح شوند. سپس تعیین اولویت‌های گزینه‌ها است که در چند مرحله (گام) انجام می‌شود (۸۳).

۳) گام سوم: محاسبه ماتریس تصمیم نرمال^۱

معمولاً معیارها اهمیت، اندازه و مقیاس‌های متفاوتی دارند. هدف گام بعدی این است که از معیارهای نسبی به مقادیر ارزش‌های وزن‌دهی شده برسد. به‌منظور جلوگیری از مشکلات ناشی از ابعاد مختلف معیارها، از نسبت (نرخ) ارزش بهینه استفاده شده است. نظریه‌های مختلفی در توصیف نسبت (نرخ) ارزش بهینه وجود دارد. با این حال مقادیر با استفاده از نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری در بازه یا فاصله (۰ و ۱) یا بازه (۰ و ∞) ترسیم شده است.

در گام سوم مقادیر اولیه همه معیارها نرمال می‌شود. مقادیر \bar{x}_{ij} که با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌گردد، ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده \bar{X} را معین می‌کند (۸۳).

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \cdots & \bar{x}_{0j} & \cdots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \cdots & \bar{x}_{ij} & \cdots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \cdots & \bar{x}_{mj} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{0, m}; \quad j = \overline{1, n}.$$

^۱. Normalized Decision Matrix

معیاری که ارزش مورد نظر (ترجیحی) آن بیشینه است، به شکل زیر نرمال می‌شود:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$$

معیاری که ارزش ترجیحی آن کمینه است، با استفاده از گام زیر نرمال می‌شود:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \quad \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$$

هنگامی که مقادیر بدون مقیاس (نرمال) هر معیار مشخص شد، در اصل، همه معیارهایی که در ابتدا مقیاس‌های متفاوتی داشتند می‌توانند با یکدیگر مقایسه شوند (۸۳).

۴) گام چهارم: محاسبه ماتریس تصمیم نرمال وزن‌دار^۱

گام چهارم تعریف (معین کردن) ماتریس نرمال وزن‌دار شده، \hat{X} است. می‌توان وزن معیار را با $0 < w_j < 1$ ارزیابی نمود. فقط وزن‌های کاملاً سنجیده (به درستی تعیین شده) باید استفاده گردد، زیرا وزن‌ها همیشه ذهنی هستند و در جواب مسأله تأثیر دارند. ارزش وزن w_j معمولاً به وسیله روش ارزیابی کارشناس تعیین می‌گردد. مجموع وزن‌های w_j باید به شکل زیر محدود شوند (۸۳).

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \cdots & \hat{x}_{0j} & \cdots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \cdots & \hat{x}_{ij} & \cdots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \cdots & \hat{x}_{mj} & \cdots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{0, m}; \quad j = \overline{1, n}.$$

^۱. Normalized-Weighted Decision Matrix

مقادیر وزن داده شده- نرمال شده تمام معیارها به شکل زیر محاسبه می گردد:

$$\widehat{x_{ij}} = \overline{x_{ij}} w_j ; i = \overline{1, m}$$

که در آن w_j وزن (اهمیت) معیار j است و $\overline{x_{ij}}$ مقدار نرمال شده از معیار j است (۸۳).

(۵) گام پنجم: تعیین مقادیر بهینه برای هر گزینه

تعیین مقادیر تابع بهینگی برای هر گزینه می تواند به صورت مجموع مقادیر نرمال وزن دار به روش زیر محاسبه گردد (۸۳).

$$s_i = \sum_{j=1}^n \widehat{x_{ij}} ; i = \overline{1, m}$$

که در آن S_i مقدار بهینه تابع به ازای گزینه i ام است.

بزرگترین مقدار بهترین است، و کمترین آن بدترین. با توجه به روند محاسبه شده، تابع بهینگی S_i دارای یک رابطه مستقیم و متناسب با مقادیر $\widehat{x_{ij}}$ و وزنهای w_j از معیارهای بررسی شده و تأثیر نسبی آنها روی نتیجه نهایی است. بنابراین، بیشترین مقدار (ارزش) تابع بهینگی S_i اثربخشترین متغیر است. اولویت های گزینه ها می تواند با توجه به مقدار S_i تعیین گردد. در نتیجه استفاده از این روش برای ارزیابی و رتبه بندی گزینه های تصمیم گیری مناسب است (۸۳).

(۶) گام ششم: محاسبه درجه مطلوبیت هر گزینه

در مورد ارزیابی گزینه ها نه تنها تعیین بهترین رتبه اهمیت دارد بلکه مهم است که کیفیت (مطلوبیت) نسبی هر گزینه مطرح شده نیز مشخص شود. به همین منظور از درجه مطلوبیت هر گزینه استفاده می گردد. درجه مطلوبیت هر گزینه (آلترناتیو) به وسیله مقایسه ی متغیر (که تجزیه و

تحلیل شده است) با حالت ایده آل یعنی S_+ مشخص می گردد. معادله مورد استفاده برای محاسبه درجهی مطلوبیت K_i از یک گزینه a_i به صورت زیر است:

$$K_i = \frac{S_i}{S_+}; i = \overline{1, m}$$

که در آن S_i و S_+ مقادیر بهینه معیار، به دست آمده از معادله است (۸۳).

۷) گام هفتم: رتبه بندی گزینه ها و یا انتخاب مؤثرترین آن ها

روشن است که ارزش های محاسبه شده K_i در بازه ی (۱ و ۰) هستند و می توانند به صورت صعودی مرتب شوند، که به ترتیب اولویت مرتب شده اند. کارایی نسبی مختلط هر گزینه ممکن، می تواند با توجه به مقدار ارزش های تابع مطلوبیت مشخص گردد (۸۳).
گزینه های مطرح شده با غربالگری K_i ها رتبه بندی می گردد. به عنوان مثال گزینه با مقدار بزرگتر K_i برتری و رتبه بیش تری دارد و گزینه با بزرگترین مقدار K_i در بهترین مکان و رتبه قرار دارد. بنابراین انتخاب بهترین گزینه می تواند با استفاده از فرمول زیر صورت پذیرد (۸۳).

$i = \overline{1, 2, \dots, m}$.

$$\{A_i | \max_i K_i\} A^* =$$

۳-۵-۳ ویکور^۱

اپریکوویت^۲ و تزنگ^۳ در سال ۱۹۸۸ روش VIKOR را ارائه و سال های ۲۰۰۲ ، ۲۰۰۳ ، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ این روش را توسعه دادند. این روش که مبتنی بر برنامه ریزی توافقی مسائل تصمیم گیری چند معیاره است، مسائلی با معیارهای نامتناسب و ناسازگار را مورد ارزیابی قرار می دهد. در شرایطی که فرد تصمیم گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری های یک مسأله در زمان

۱. Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)

۲. Opricovic

۳. Tzeng

شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای تصمیم‌گیری مطرح شود (عطایی، ۱۳۸۹).

کاربردهای گوناگونی از روش VIKOR ارائه شده است که مهم‌ترین آن‌ها در جدول ۳-۵ ارائه شده است.

جدول ۳-۵. کاربردهای مختلفی از روش VIKOR (۷۳)

عنوان	ارائه دهنده
کاربرد روش VIKOR در مهندسی زلزله	Opricovic& Tzeng , ۲۰۰۲
مدل چند معیاره فازی در مهندسی زلزله	Opricovic& Tzeng , ۲۰۰۳
مقایسه روش VIKOR و TOPSIS	Opricovic& Tzeng , ۲۰۰۴
توسعه روش VIKOR	Opricovic& Tzeng , ۲۰۰۶
مقایسه روش VIKOR با سایر روش‌های رتبه‌بندی	Opricovic& Tzeng , ۲۰۰۷
انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه آلومینا - سیمان	عطائی، میکائیل (۱۳۸۶)

مراحل روش حل تکنیک ویکور به شرح زیر است:

اگر در یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره، n معیار و m گزینه وجود داشته باشد، به‌منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از این روش، مراحل روش به شرح ذیل است (۷۳):

۱) مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم

با توجه به تعداد معیارها، تعداد گزینه‌های ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف ماتریس تصمیم به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ X_{m1} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

که در آن x_{ij} عملکرد گزینه i ($i=1,2,\dots,m$) در رابطه با معیار j ($j=1,2,\dots,n$) است.

۲) مرحله دوم: بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم

در این مرحله سعی می‌شود معیارها با ابعاد مختلف به معیارهایی بی‌بعد تبدیل شوند و ماتریس F به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$f = \begin{bmatrix} f_{11} & \dots & f_{1n} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ f_{m1} & \dots & f_{mn} \end{bmatrix}$$

که در این ماتریس:

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

۳) مرحله سوم: تعیین بردار وزن معیارها

در این مرحله با توجه به ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، برداری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

۴) مرحله چهارم: تعیین بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر معیار

بهترین (f_j^*) مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$f_j^* = \max_i f_{ij}$$

$$f_j^* = \min_i f_{ij}$$

بدترین (f_j^-) مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$f_j^- = \min_i f_{ij}$$

$$f_j^- = \max_i f_{ij}$$

در این روابط (f_j^*) بهترین مقدار معیار z از بین تمام گزینه ها و (f_j^-) بدترین مقدار معیار z از بین تمام گزینه ها می باشد.

(۵) مرحله پنجم: محاسبه مقدار سودمندی $^1(S)$ و مقدار تأسف $^2(R)$

مقادیر S و R با توجه به روابط زیر محاسبه می شوند:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}$$

$$R_i = \max \left\{ w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right\}$$

که w_j مقدار وزن مورد نظر برای معیار z می باشد.

در روش برنامه ریزی توافقی اگر پارامتر P مساوی یک باشد، همان مقدار S_i به دست می -

آید:

$$L(A_i) = \sum_{j=1}^n w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} = S_i$$

در روش برنامه ریزی توافقی اگر پارامتر P مساوی ∞ باشد، همان مقدار R_i به دست می آید:

$$L_{\infty}(A_i) = \max \left[w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right) \right] = R_i$$

(۶) مرحله ششم: محاسبه شاخص VIKOR (مقدار Q)

مقدار Q با توجه به رابطه زیر محاسبه می شود:

^۱. Utilit measure
^۲. Regret measure

$$Q_i = V \left[\frac{S_i - S^-}{S^* - S^-} \right] + (1 - V) \left[\frac{R_i - R^-}{R^* - R^-} \right]$$

$$S^- = \min S_i \quad S^* = \max S_i \quad R^- = \min R_i \quad R^* = \max R_i$$

در این روابط:

$\frac{S^* - S^-}{S_i - S^-}$ بیان کننده نرخ فاصله از حد ایده آل و $\frac{R^* - R^-}{R_i - R^-}$ بیان کننده نرخ فاصله از حد فاصله از حد ضد ایده آل است و پارامتر V با توجه به میزان توافق گروه تصمیم گیرنده انتخاب می شود. در صورت توافق بالا، مقدار آن بیش از $0/5$ ، در صورت توافق با اکثریت آراء مقدار آن مساوی $0/5$ و در صورت توافق پایین، مقدار آن کم تر از $0/5$ خواهد بود. مقدار Q تابعی از S_i و R_i بوده که خود این مقادیر به ترتیب مقادیر فاصله از حل ایده آل به ازای $P=1$ و $P=\infty$ در برنامه ریزی توافقی می باشد.

(۷) مرحله هفتم: مرتب کردن گزینه ها بر اساس مقادیر S ، R و Q

در این مرحله با توجه به مقادیر S ، R و Q گزینه ها در سه گروه، از کوچک تر به بزرگ تر مرتب می شوند. در نهایت گزینه ای به عنوان گزینه برتر انتخاب می شود که در هر سه گروه به عنوان گزینه برتر شناخته شود. لازم به ذکر است که در گروه Q گزینه ای به عنوان گزینه برتر انتخاب می شود که بتواند دو شرط زیر را ارضاء کند:

شرط (۱) اگر گزینه های A_1 و A_2 به ترتیب اولین و دومین گزینه برتر در گروه و n بیان گر تعداد گزینه ها باشد، رابطه زیر برقرار باشد:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{n-1}$$

شرط (۲) گزینه A_1 باید حداقل در یکی از گروه های R و S به عنوان رتبه برتر شناخته شود. زمانی که شرط اول برقرار نباشد، مجموعه ای از گزینه ها به صورت زیر به عنوان گزینه های برتر انتخاب می شود:

$$= A_1, A_2, \dots, A_m \text{ گزینه های برتر}$$

بیشترین مقدار m با توجه به رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Q(A_m) - Q(A_1) < \frac{1}{n-1}$$

زمانی که شرط دوم برقرار نباشد، دو گزینه A_1 و A_2 به عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند.

۳-۵-۴ استراتژی‌های اولویت‌بندی

در یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره، ممکن است از چند روش تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شود که نتایج این روش‌ها همیشه یکسان نیستند. در این مواقع سؤالی که مطرح می‌شود، آن است که کدام گزینه باید انتخاب شود؟ در چنین وضعیتی باید از روش‌های مختلف ادغام از جمله روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا و روش کپلند استفاده کرد (۷۳).

۱- روش میانگین رتبه‌ها

در این روش برای هر گزینه، میانگین حسابی رتبه‌های به‌دست آمده با استفاده از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره تعیین می‌شود و بر این اساس گزینه‌ها اولویت‌بندی می‌شوند. بدیهی است که گزینه‌های با میانگین حسابی بالاتر در اولویت خواهند بود (۷۷).

۲- روش بردا^۱

در این روش برای تصمیم‌گیری، ماتریس مقایسه زوجی بین گزینه‌ها ایجاد می‌شود. در صورتی که براساس روش‌های مختلف تصمیم‌گیری، تعداد ارجحیت گزینه‌ای بر گزینه دیگر بیش از تعداد مغلوب شدن آن گزینه دیگری باشد، در ماتریس مقایسه زوجی عدد ۱ گذاشته می‌شود و

^۱. Borda method

در صورتی که رأی اکثریت وجود نداشت و یا آرا با هم مساوی باشند، در ماتریس مقایسه زوجی عدد صفر گذاشته می‌شود. عدد ۱ به منزله آن است که سطر بر ستون ارجحیت دارد و عدد صفر به منزله آن است که ستون بر سطر ارجحیت دارد. پس از $\frac{m(m-1)}{2}$ مقایسه زوجی (m تعداد گزینه-ها)، ماتریس مقایسه زوجی شکل خواهد گرفت. مجموع عناصر هر سطر، تعداد مسلط شدن هر گزینه را نشان می‌دهد و گزینه‌ها بر اساس تعداد مسلط شدن اولویت‌بندی می‌شوند (۷۷).

۳- روش کپلند^۱

این روش اصلاح شده روش بردا است با این تفاوت که در اولویت‌بندی علاوه بر تعداد مسلط شدن (مجموع عناصر هر سطر)، تعداد مغلوب شدن (مجموع عناصر هر ستون) نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین منظور گزینه‌ها بر اساس تفاضل مقادیر تعداد مسلط شدن و تعداد مغلوب شدن اولویت‌بندی می‌شوند (۷۷).

خلاصه فصل

در انتهای این فصل می‌توان بیان کرد که نوع و کاربرد تحقیق، ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات، پایایی و روایی ابزارها و شیوه‌ی تجزیه و تحلیل اطلاعات مشخص گردیده است. هم-چنین محقق با روش حل تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته، آشنا شده است. در این راستا، محقق با شیوه‌ها و ابزارهای گردآوری اطلاعات و نیز شیوه تجزیه و تحلیل داده‌ها آشنا شده و بهتر می‌تواند فصل بعدی پژوهش را درک کرده و انجام دهد.

۱. Copeland method

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

مقدمه

تجزیه و تحلیل داده‌ها فرآیندی چندمرحله‌ای است که طی آن داده‌هایی که از طریق به-کارگیری ابزارهای جمع‌آوری در نمونه آماری فراهم آمده‌اند؛ خلاصه، کدبندی، دسته‌بندی و در نهایت پردازش می‌شوند تا زمینه برقراری انواع تحلیل‌ها و ارتباط‌ها بین این داده‌ها به منظور آزمون فرضیه‌ها فراهم آید. در این فرآیند، داده‌ها هم از لحاظ مفهومی و هم از جنبه تجربی پالایش می‌شوند و تکنیک‌های گوناگون آماری نقش به‌سزایی در استنتاج‌ها و تعمیم‌ها به عهده دارند. مطالب این فصل، بخش مهمی از پایان‌نامه است که مبتنی بر کلیه مطالب عنوان شده در سه فصل قبلی است. در این فصل ابتدا به آمار توصیفی مربوط به اطلاعات جمعیت‌شناختی پاسخ-دهندگان (افراد نمونه) پرداخته می‌شود. در ادامه برای پاسخگویی به سؤالات پژوهش، از روش-های تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی و نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS استفاده می‌گردد. در نهایت از طریق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی به اولویت‌بندی عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین پرداخته می‌شود.

۴-۱ بررسی و توصیف ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه آماری

در این قسمت به توصیف داده‌های مربوط به ویژگی‌های عمومی پاسخ‌دهندگان مانند: جنسیت، سن، میزان تحصیلات و سابقه کاری پرداخته شده است. در مورد هر جدول، وضعیت پاسخ‌دهندگان شامل تعداد فراوانی، درصد فراوانی و درصد فراوانی تجمعی آمده است.

الف- جنسیت

بر اساس یافته‌های جدول ۴-۱، تقریباً ۸۹ درصد (۳۴۱ نفر) پاسخ‌دهندگان را مرد و مابقی را زن تشکیل داده‌اند.

جدول ۴-۱. فراوانی نسبی نمونه آماری بر حسب جنسیت

جنسیت	فراوانی	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
مرد	۳۴۱	۸۸/۵۷	۸۸/۵۷
زن	۴۴	۱۱/۴۳	۱۰۰
جمع کل	۳۸۵	۱۰۰	----

ب) سن

پاسخ‌دهندگان در چهار سطح کم‌تر از ۳۰ سال، ۳۰ تا ۴۰ سال، ۴۱ تا ۵۰ سال، بالای ۵۰ مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۲-۴ آمده است.

جدول ۲-۴. توزیع فراوانی افراد پاسخ‌دهنده از نظر سن

سن	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی
کمتر از ۳۰ سال	۸۹	۲۳/۱۲	۲۳/۱۲
۳۰ تا ۴۰ سال	۱۱۰	۲۸/۵۷	۵۱/۶۹
۴۱ تا ۵۰ سال	۱۴۵	۳۷/۶۶	۸۹/۳۵
بالای ۵۰ سال	۴۱	۱۰/۶۵	۱۰۰
جمع کل	۳۸۵	۱۰۰	-----

همان‌طور که از داده‌های جدول ۲-۴ مشخص است، سن اکثر افراد پاسخ‌دهنده (۳۷/۶۶٪) بین ۴۱ تا ۵۰ سال و کم‌ترین آن‌ها (۱۰/۶۵٪) بالای ۵۰ سال است.

ج) میزان تحصیلات

پاسخ‌دهندگان از نظر تحصیلات در سه سطح لیسانس، فوق لیسانس و دانشجوی دکتری و دکتری مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۳-۴ نمایش داده شده است.

جدول ۳-۴. توزیع فراوانی افراد پاسخ‌دهنده از نظر میزان تحصیلات

میزان تحصیلات	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی
لیسانس	۲۶۱	۶۷/۷۹	۶۷/۷۹
فوق لیسانس	۱۱۵	۲۹/۸۷	۹۷/۶۶
دانشجوی دکتری و دکتری	۹	۲/۳۴	۱۰۰
جمع کل	۳۸۵	۱۰۰	-----

همان‌طور که از داده‌های جدول ۴-۳ مشخص است، میزان تحصیلات اکثر افراد پاسخ‌دهنده (۶۷/۷۹٪) کارشناسی و کم‌ترین آن‌ها (۲/۳۴٪) دانشجوی دکتری و دکتری است.

د) سابقه کار

پاسخ‌دهندگان از نظر سابقه کاری در چهار سطح کم‌تر از ۱۰ سال، ۱۰ تا ۱۵ سال، ۱۶ تا ۲۰ سال و بیش‌تر از ۲۰ سال مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۴-۴ نشان داده شده است.

جدول ۴-۴. توزیع فراوانی افراد پاسخ‌دهنده از نظر سابقه کار

سابقه کار	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی
کمتر از ۱۰ سال	۱۰۲	۲۶/۴	۲۶/۴۹
۱۰ تا ۱۵ سال	۱۱۹	۳۰/۹۱	۵۷/۴۰
۱۶ تا ۲۰ سال	۱۳۸	۳۵/۸۵	۹۳/۲۵
بالای ۲۰ سال	۲۶	۶/۷۵	۱۰۰
جمع کل	۳۸۵	۱۰۰	----

همان‌طور که از داده‌های جدول ۴-۴ مشخص است، سابقه کار اکثر افراد پاسخ‌دهنده (۳۵/۸۵٪) بین ۱۶ تا ۲۰ سال و کم‌ترین آن‌ها (۶/۷۵٪) بالاتر از ۲۰ سال است.

۴-۲ بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

برای اجرای روش‌های آماری و محاسبه آماره آزمون مناسب و استنتاج منطقی درباره فرضیه‌های پژوهش مهم‌ترین عمل قبل از هر اقدامی، انتخاب روش آماری مناسب برای پژوهش است برای این منظور آگاهی از توزیع داده‌ها از اولویت اساسی بر خوددار است. در این راستا در پژوهش حاضر، از آزمون معتبر کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده شده است.

آزمون کولموگروف اسمیرنوف که به افتخار دو آماردان روسی به نام‌های ا.ن. کولموگروف و ن.و. اسمیرنوف به این نام خوانده می‌شود، روش ناپارامتری ساده‌ای برای تعیین همگونی اطلاعاتی تجربی با توزیع‌های آماری منتخب است. بنابراین آزمون کولموگروف اسمیرنوف روشی برای تشخیص نرمال بودن توزیع فراوانی مشاهدات جمع‌آوری شده است. این آزمون برای گرفتن مجوز لازم جهت استفاده از رگرسیون و ضریب همبستگی که در ضرایب مسیر در مدل‌یابی معادلات ساختاری وجود دارد، اعمال می‌گردد تا نرمال بودن اطلاعات اثبات گردد. در این آزمون با توجه به فرضیات زیر، گام بررسی نرمال بودن داده‌ها گذاشته شده است.

$$\left[\begin{array}{l} H_0: \text{داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند.} \\ H_1: \text{داده‌ها دارای توزیع نرمال نیستند.} \end{array} \right.$$

با توجه به جدول ۴-۵، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف اگر سطح معنی‌داری برای کلیه متغیرها بزرگ‌تر از سطح آزمون (۰/۰۵) باشد، توزیع داده‌ها نرمال است.

جدول ۴-۵. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف متغیرهای پژوهش

ردیف	متغیرها	حجم نمونه	آماره‌ی آزمون K-S	سطح معنی‌داری	نتیجه آزمون
۱	ایمنی تأسیسات مکانیکی	۵۹	۰/۸۸۷	۰/۴۱۱	نرمال است
۲	ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	۵۹	۰/۷۷۳	۰/۵۸۸	نرمال است
۳	ایمنی تأسیسات الکتریکی	۵۹	۱/۰۳۰	۰/۲۴۰	نرمال است
۴	تجهیزات آتش‌نشانی (دستی و اتوماتیک)	۵۹	۰/۷۷۹	۰/۵۷۸	نرمال است
۵	سیستم اعلام‌کننده	۵۹	۱/۱۰۶	۰/۱۷۳	نرمال است
۶	عوامل حفاظتی	۵۹	۰/۸۵۶	۰/۴۵۶	نرمال است

همان‌طور که از نتایج جدول ۴-۵ مشخص است، سطح معناداری آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای تمامی متغیرهای پژوهش بزرگ‌تر از مقدار ۰/۰۵ است. در نتیجه دلیلی برای رد

فرض صفر وجود ندارد و تمامی متغیرهای مورد بررسی در پژوهش حاضر دارای توزیع نرمال هستند.

۳-۴ بررسی پرسش‌های پژوهش

۳-۴-۱ پرسش اول تحقیق: عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین کدام‌اند؟

برای رسیدن به عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، محقق ابتدا به شناسایی مؤلفه‌های مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین پرداخته و سپس از تحلیل عاملی اکتشافی برای رسیدن به این امر استفاده کرده است.

• شناسایی مؤلفه‌های مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین

در این قسمت، محقق با استفاده از یک پرسشنامه باز که بین افراد جامعه آماری توزیع کرده است، ۷۱ متغیر را به‌عنوان مؤلفه‌های مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین مشخص کرده است. جدول ۴-۶ مؤلفه‌های به‌دست آمده را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۶. مؤلفه‌های مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین (محقق ساخته)

شماره مؤلفه	تشریح مؤلفه
۱	درب‌های بیرون بازشونده کلیه ساختمان‌ها
۲	ایجاد بتون غیرلغزنده سطوح در فاصله ۳/۶ متری پمپ‌ها و تانکر تخلیه
۳	ایجاد مخزن جمع‌آوری مواد نفتی از طریق شیب‌بندی و کانال‌کشی و عدم تخلیه به جوی و معابر عمومی
۴	وجود دیوار مقاوم به حریق بین محل تخلیه سوخت از سایر قسمت‌ها
۵	ایجاد سوئیچ اضطراری
۶	آزمایش دوره‌ای و مرتب سیستم اتصال به زمین در کلیه دستگاه‌ها و ادوات برقی
۷	نصب پمپ‌های توزیع‌کننده غیر از بنزین در فاصله بیش از ۶ متری تجهیزات بنزینی و دارای شرایط

استاندارد استفاده از سیستم آشکارساز نشت در لوله‌های زیرزمینی دارای جریان با فشار زیاد	
۸ استفاده شیرآلات ضد جرقه و ضد زنگ	
۹ تناسب منافذ بالای تانک با تعداد اتصالات	
۱۰ وسیله مناسب برای تخلیه آب‌های مخزن	
۱۱ تمهیدات پیشگیری از زنگ زدگی در فیتینگ اتصالات	
۱۲ انجام سرویس‌های مداوم و منظم جهت تست کارایی مطلوب و مطمئن خاموش‌کننده‌های دستی	
۱۳ در دسترس بودن خاموش‌کننده‌های دستی در مسیرهای خروجی در ارتفاع مناسب ۱۲۰ سانتیمتر از کف	
۱۴ اعلام‌کننده اتوماتیک سمعی و بصری	
۱۵ تجهیز مکان به سیستم اطفاء اتوماتیک با عامل خاموش‌کننده کف پروتئینی	
۱۶ اعلام‌کننده دستی	
۱۷ اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع شعله‌ای	
۱۸ اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع خطی حرارتی کابلی	
۱۹ اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع دودی خطی (بیم)	
۲۰ اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع لیزری	
۲۱ نصب یک سوئیچ اضطراری که تمام تجهیزات نشان‌دهنده و توزیع‌کننده و روشنایی‌ها را عایق می‌کند و به‌همراه یک نوشته هشداردهنده در محوطه جلو پمپ بنزین که به آسانی قابل دسترس برای مأموران آتش‌نشانی و مردم کمک‌دهنده باشد.	
۲۲ سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک و دستی با عامل خاموش‌کننده آب و کف	
۲۳ اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع حرارتی	
۲۴ متصل بودن پمپ بنزین به شبکه آب آتش‌نشانی به‌صورت مستقل و سیستم پمپاژ اتوماتیک با قدرت ۴ اتمسفر فشار و آب‌دهی ۹۵۰ لیتر در دقیقه	
۲۵ در نظر گرفتن منبع ذخیره آب شبکه اطفاء حداقل ۲۰۰۰۰ لیتر (در مناطق شهری در صورت نصب هایدرانت ۶۰۰۰ لیتر)	
۲۶ تجهیز کلیه کارکنان به وسایل حفاظت شخصی	
۲۷ آموزش و اخذ گواهینامه از سازمان آتش‌نشانی جهت پرسنل به‌ویژه نگهبانان به‌منظور افزایش سطح آگاهی آن‌ها	
۲۸ استفاده از لوله گالوانیزه جهت خطوط لوله بنزین	
۲۹ وجود حداقل اتصالات در لوله انتقال و استفاده از جوش ضد الکتریکی	
۳۰ نصب تابلو تقسیم برق استاندارد	
۳۱ تعبیه نور افکن و لامپ‌های مجهز به محافظ از نوع مقاوم در برابر انفجار	

۳۲	تعویض لامپ‌های التهابی با لامپ‌های فلورسنت
۳۳	عدم راهیابی نزولات جوی به مجاری تخلیه سوخت
۳۴	پوشش مناسب و ایده‌آل کف ساختمان
۳۵	استفاده از مصالح ضد احتراق جهت سایبان
۳۶	پوشاندن منافذ و پنجره‌ها با توری سیمی ریزبافت
۳۷	جنس مخزن ذخیره
۳۸	دیواره‌های جداکننده مخزن
۳۹	ارتفاع سکوهاستقرار پمپ‌های توزیع‌کننده
۴۰	تهیه وسایل عایق‌سازی و کنترل واحد پمپ که به‌طور همزمان تمام کابل‌های برق را عاری از برق کند.
۴۱	تعویض مخزن بیش از ۵ سال کارکرده
۴۲	عبور کابل حامل جریان فشار قوی از بالای پمپ‌ها (عبور دادن برق سایت به‌صورت زیرزمینی)
۴۳	میله ترمینال و اتصال به زمین
۴۴	اتصال زمین در کلیه دستگاه‌ها در داخل جلد خارجی آن‌ها
۴۵	ساختمان پمپ بنزین دارای تهویه خوب و دارای هوای پاک
۴۶	علامت‌گذاری مخزن‌ها جهت شناسایی نسبت به سایر مخزن‌ها
۴۷	در نظر گرفتن دو جعبه آتش نشانی با تجهیزات کامل و مناسب در مکان مناسب در جایگاه و نیز در بخش اداری
۴۸	سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک ودستی با عامل خاموش‌کننده پودری
۴۹	نصب یک سوئیچ قطع‌کننده برق با یک راهنمای هشداردهنده در محلی که در دسترس مأمورین آتش-نشانی باشد. (به‌منظور انجام اقدامات لازم در مواقع اضطراری)
۵۰	انجام آموزش‌های کافی همراه با تمرین‌های مناسب برای تمام پرسنل که در یک پمپ بنزین مشغول کار هستند.
۵۱	نصب یک سوئیچ اضطراری جهت خاموش کردن تمام پمپ‌های توزیع‌کننده در مواقع اضطراری در یک محل قابل دسترس
۵۲	تأیید نقشه‌های طراحی ساختمان‌های جایگاه توسط سازمان آتش‌نشانی قبل از اجرای سیستم کشف و اعلام حریق و شبکه آب آتش‌نشانی به‌منظور پیشگیری از مشکلات بعدی
۵۳	تجهیز جایگاه سوخت به شبکه اسپرینگلر آب و کف پروتئینی با پوشش‌دهی کامل محدوده مخازن ثابت و تانکر حمل‌ونقل
۵۴	تهیه و استقرار دستگاه پرتابل اطفاء آب و کف با حجم مناسب
۵۵	تجهیز مکان به سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک و دستی با عامل خاموش‌کننده آب و کف

۵۶	اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع دودی
۵۷	نصب دستگاه خاموش‌کننده ۶ کیلویی در ابتدا و انتهای سکویای عرضه سوخت، ورودی بخش‌های اداری و در فاصله ۲/۵ متری تابلوهای برق اصلی و فرعی
۵۸	نصب دستگاه خاموش‌کننده پودر و گاز ۱۲ کیلویی در محوطه مخازن و استقرار تانکرهای حمل سوخت
۵۹	تهیه و نصب قرقره‌های آتش‌نشانی مجهز به شیرفلکه و شیلنگ فشار قوی در بخش اداری (در نقاطی قابل دسترس به‌طوری که در کانون حریق قرارنگیرد).
۶۰	لوله‌های هواکش مستقل در بالاترین سطح زمین
۶۱	محافظت کامل کانال و مجراهای عبور کابل‌ها در محل‌های تردد خودروها
۶۲	نصب کفپوش لاستیکی حداقل ۶ میلیمتری سطح زمین جلوی تابلو اصلی برق با ابعاد مناسب
۶۳	ضد جرقه بودن اجزاء شبکه برق‌رسانی و نیز تهویه‌ها و هواکش‌ها
۶۴	درب ضد حریق برای موتورخانه
۶۵	غیرقابل اشتعال بودن جنس دیوارها و سقف
۶۶	شبکه برق گیر
۶۷	ارتفاع بیش از حداکثر مایع موجود در تانکرهای حمل جهت لوله‌های هواکش مخازن زیرزمینی (حداکثر ۵ متر)
۶۸	رعایت حداقل فاصله ۴/۲۵ متر خطوط مرکزی محفظه پمپ‌ها از محل عبور مردم
۶۹	استقرار مناسب پمپ‌ها بدون مانع شدن اتومبیل‌ها برای سایر خودروها
۷۰	استفاده از موادی با جنس ضد جرقه برای میله عمق‌سنج (برنج، چوب و ...)
۷۱	در معرض هوای آزاد بودن پمپ‌های توزیع‌کننده سوخت

• اجرای تحلیل عاملی

در انجام تحلیل عاملی باید از این مسأله اطمینان حاصل شود که آیا می‌توان داده‌های موجود را برای تحلیل مورد استفاده قرارداد یا خیر؟ به عبارت دیگر، آیا تعداد داده‌های موردنظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند یا خیر؟ بدین منظور از شاخص KMO و آزمون بارتلت استفاده گردیده است. بر اساس این دو آزمون، داده‌ها زمانی برای تحلیل عاملی مناسب هستند که شاخص KMO بیشتر از (۰/۶) و نزدیک به یک و Sig آزمون بارتلت کم‌تر از (۰/۰۵) باشد. خروجی این آزمون‌ها در جدول ۴-۷ ارائه گردیده است.

جدول ۴-۷. آماره کیزر، مایر و اولکین (KMO) و نتایج آزمون کرویت بارتلت برای متغیرهای یافت شده

۰/۷۶۰	آزمون KMO	
۱۰۴۵۰/۵۲۱	χ^2	آزمون بارتلت
۲۴۸۵	درجه آزادی	
۰/۰۰۰	Sig	

جدول ۴-۷، به ترتیب مقدار شاخص KMO، مقدار آماره آزمون بارتلت (که تقریبی از آماره کای دو است)، درجه آزادی و سطح معنی داری آزمون (Sig) را نشان می دهد. مقدار شاخص KMO برابر ۰/۷۶۰ است (بیش تر از ۰/۶ و نزدیک به یک)، لذا تعداد نمونه (تعداد پاسخ دهندگان) برای تحلیل عاملی کافی است. همچنین مقدار Sig آزمون بارتلت، کوچک تر از ۰/۰۵ است که نشان می دهد تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار مدل عاملی، مناسب است و فرض واحد بودن ماتریس همبستگی، رد می شود. به عبارتی متغیرهای به کار رفته در تحلیل عاملی با یکدیگر همبسته هستند. در تحلیل عاملی اکتشافی برای استخراج عامل ها از روش مؤلفه های اصلی^۱ و برای چرخش عامل ها از روش واریماکس^۲ با نرمال سازی کیسر^۳ بهره گرفته شده است.

جدول ۴-۸ به ترتیب اشتراک اولیه و اشتراک استخراجی را نشان می دهد. اشتراک یک متغیر، برابر مربع همبستگی چندگانه (R^2) برای متغیرهای مربوطه با استفاده از عامل ها (به عنوان پیش بینی کننده) است. اشتراک اولیه، نشان دهنده مقدار کل واریانس هر متغیر است که مجموعه عوامل می توانند (نه این که توانسته اند) آن را تبیین کنند. به دلیل این که ستون اشتراک اولیه، اشتراک ها را قبل از استخراج عامل یا عامل ها بیان می کند، تمامی اشتراک های اولیه برابر ۱ است. اشتراک استخراجی، نشان دهنده مقدار واریانس هر متغیر است که مجموعه عوامل استخراج شده توانسته اند آن را تبیین کنند. هرچه مقادیر اشتراک استخراجی بزرگ تر باشد، عامل های استخراج شده، متغیرها را بهتر نمایش می دهند. ملاک تصمیم گیری در مورد بقا یا حذف متغیرها (سؤالات پرسشنامه) از تحلیل عاملی، مقادیر اشتراک استخراجی^۴ آن ها است. بدین ترتیب که اگر مقدار اشتراک استخراجی هریک از سؤالات کم تر از (۰/۵) باشد، آن سؤال را از تحلیل عاملی کنار می گذاریم.

۱. Principle Component

۲. Varimax Rotation

۳. Kaiser Normalization

۴. Communalities Extraction

جدول ۴-۸ جدول اشتراکات (اشتراک اولیه و اشتراک استخراجی)

متغیرها	اشتراک اولیه (Initial)	اشتراک استخراجی (Extrection)
X_1	۱/۰۰۰	۰/۷۱۳
X_2	۱/۰۰۰	۰/۵۹۷
X_3	۱/۰۰۰	۰/۵۵۰
X_4	۱/۰۰۰	۰/۶۳۰
X_5	۱/۰۰۰	۰/۶۱۴
X_6	۱/۰۰۰	۰/۵۸۹
X_7	۱/۰۰۰	۰/۶۰۸
X_8	۱/۰۰۰	۰/۵۵۲
X_9	۱/۰۰۰	۰/۶۰۱
X_{10}	۱/۰۰۰	۰/۵۹۸
X_{11}	۱/۰۰۰	۰/۵۰۸
X_{12}	۱/۰۰۰	۰/۵۹۳
X_{13}	۱/۰۰۰	۰/۵۶۴
X_{14}	۱/۰۰۰	۰/۵۷۳
X_{15}	۱/۰۰۰	۰/۵۳۵
X_{16}	۱/۰۰۰	۰/۷۲۹
X_{17}	۱/۰۰۰	۰/۵۲۶
X_{18}	۱/۰۰۰	۰/۵۰۹
X_{19}	۱/۰۰۰	۰/۶۹۲
X_{20}	۱/۰۰۰	۰/۵۰۵
X_{21}	۱/۰۰۰	۰/۹۲۰
X_{22}	۱/۰۰۰	۰/۹۴۴
X_{23}	۱/۰۰۰	۰/۶۲۸
X_{24}	۱/۰۰۰	۰/۶۳۱
X_{25}	۱/۰۰۰	۰/۹۲۵
X_{26}	۱/۰۰۰	۰/۹۴۱
X_{27}	۱/۰۰۰	۰/۶۲۰

X _{тл}	1/...	•/937
X _{тq}	1/...	•/626
X _{т.}	1/...	•/548
X _{т1}	1/...	•/643
X _{т2}	1/...	•/688
X _{т3}	1/...	•/634
X _{т4}	1/...	•/722
X _{т5}	1/...	•/716
X _{т6}	1/...	•/617
X _{тv}	1/...	•/669
X _{тл}	1/...	•/606
X _{тq}	1/...	•/598
X _{т.}	1/...	•/557
X _{т1}	1/...	•/613
X _{т2}	1/...	•/671
X _{т3}	1/...	•/725
X _{т4}	1/...	•/741
X _{т5}	1/...	•/808
X _{т6}	1/...	•/732
X _{тv}	1/...	•/622
X _{тл}	1/...	•/650
X _{тq}	1/...	•/714
X _{д.}	1/...	•/614
X _{д1}	1/...	•/632
X _{д2}	1/...	•/650
X _{д3}	1/...	•/589
X _{д4}	1/...	•/565
X _{д5}	1/...	•/736
X _{д6}	1/...	•/582
X _{дv}	1/...	•/561

X_{58}	۱/۰۰۰	۰/۶۴۱
X_{59}	۱/۰۰۰	۰/۶۳۵
X_{60}	۱/۰۰۰	۰/۸۳۷
X_{61}	۱/۰۰۰	۰/۸۱۲
X_{62}	۱/۰۰۰	۰/۸۳۰
X_{63}	۱/۰۰۰	۰/۷۳۳
X_{64}	۱/۰۰۰	۰/۶۴۷
X_{65}	۱/۰۰۰	۰/۷۶۰
X_{66}	۱/۰۰۰	۰/۷۵۸
X_{67}	۱/۰۰۰	۰/۷۹۸
X_{68}	۱/۰۰۰	۰/۹۷۲
X_{69}	۱/۰۰۰	۰/۶۵۵
X_{70}	۱/۰۰۰	۰/۶۵۱
X_{71}	۱/۰۰۰	۰/۶۴۹

روش استخراج : آنالیز مولفه های اصلی

همان‌گونه که در جدول ۴-۸ مشاهده می‌شود، همه میزان اشتراک‌ها بالاتر از ۵۰ درصد است و بیانگر توانایی عامل‌های تعیین‌شده (استخراج‌شده) در تبیین واریانس متغیرهای مورد مطالعه است. با وجود این در بین مقادیر اشتراک استخراجی، تفاوت‌هایی نیز مشاهده می‌شود. برای مثال، مقدار مشترک مربوط به متغیر X_1 ، ۰/۶۱۳ و برای متغیر X_2 ، ۰/۵۲۷ است.

جدول ۴-۹، حاوی سه قسمت است. قسمت اول (با برچسب Initial Eigenvalues) مربوط به مقادیر ویژه است و تعیین‌کننده‌ی عامل‌هایی است که در تحلیل باقی می‌ماند (عامل‌هایی که دارای مقدار ویژه کمتر از یک هستند از تحلیل خارج می‌شوند). عوامل خارج شده از تحلیل، عواملی هستند که حضور آن‌ها باعث تبیین بیشتر واریانس نمی‌شود. در این قسمت، مقادیر ویژه اولیه برای هریک از عامل‌ها در قالب مجموع واریانس تبیین‌شده برآورد می‌شود. واریانس تبیین‌شده بر حسب درصدی از کل واریانس و درصد تجمعی است. مقدار ویژه هر عامل، نسبتی از واریانس کل متغیرها است که توسط آن عامل تبیین می‌شود. مقدار ویژه از طریق مجموع مجذورات بارهای عاملی مربوط به تمام متغیرها در آن عامل قابل محاسبه است. از این‌رو مقادیر

ویژه، اهمیت اکتشافی عامل‌ها را در ارتباط با متغیرها نشان می‌دهد. پایین بودن این مقدار برای یک عامل به این معنی است که آن عامل نقش اندکی در تبیین واریانس متغیرها داشته است.

قسمت دوم (با برچسب Extraction Sums of Squared Loadings) مربوط به مقدار ویژه عوامل استخراجی بدون چرخش است. به عبارتی در این ستون، واریانس تبیین‌شده‌ی عامل‌هایی ارائه شده است که مقادیر ویژه‌ی آن‌ها بزرگ‌تر از عدد ۱ است. قسمت سوم (با برچسب Rotation Sums of Squared Loadings) نشان‌دهنده مقدار ویژه عوامل استخراجی بعد از چرخش (با چرخش واریماکس) است.

جدول ۴-۹. درصد واریانس کل و مقادیر ویژه عامل‌های مختلف (روش استخراج: تحلیل مؤلفه اصلی)

ردیف	مقدار ویژه عوامل استخراجی بدون چرخش			مقدار ویژه عوامل استخراجی بعد از چرخش			مقدار ویژه عوامل استخراجی بعد از چرخش		
	درصد تبیین	درصد واریانس	مقدار	درصد تبیین	درصد واریانس	مقدار	درصد تبیین	درصد واریانس	مقدار
۱	۱۹/۱۱۳	۱۹/۱۱۳	۵/۸۹۰	۱۹/۱۱۳	۱۹/۱۱۳	۵/۸۹۰	۱۹/۱۱۳	۱۹/۱۱۳	۵/۹۲۴
۲	۲۷/۰۵۴	۱۶/۹۴۱	۴/۳۷۳	۲۷/۰۵۴	۱۶/۹۴۱	۴/۳۷۳	۲۷/۰۵۴	۱۶/۹۴۱	۵/۳۷۳
۳	۳۹/۳۷۲	۱۲/۳۱۸	۵/۰۵۳	۳۹/۳۷۲	۱۲/۳۱۸	۴/۴۸۶	۳۹/۳۷۲	۱۲/۳۱۸	۵/۰۵۳
۴	۴۸/۴۴۷	۹/۰۷۵	۴/۵۸۶	۴۸/۴۴۷	۹/۰۷۵	۳/۶۰۳	۴۸/۴۴۷	۹/۰۷۵	۴/۵۸۶
۵	۵۶/۱۰۰	۸/۶۵۳	۳/۷۷۷	۵۶/۱۰۰	۸/۶۵۳	۲/۳۰۴	۵۶/۱۰۰	۸/۶۵۳	۳/۷۷۷
۶	۶۳/۸۷۲	۷/۷۷۲	۳/۵۹۵	۶۳/۸۷۲	۷/۷۷۲	۱/۶۷۸	۶۳/۸۷۲	۷/۷۷۲	۳/۵۹۵

همان‌طور که در جدول ۴-۹ مشاهده می‌شود شش عامل دارای مقدار ویژه‌ی بزرگ‌تر از یک هستند و در تحلیل باقی می‌مانند. به عبارتی تحلیل عاملی به روش مؤلفه‌های اصلی، به استخراج شش عامل با مقادیر ویژه بالاتر از یک منجر شده است. این شش عامل تقریباً ۶۴ درصد از تغییرپذیری (واریانس) متغیرها را توجیه و تبیین می‌کنند (توضیح می‌دهند). اگر عامل‌های به-دست آمده را با روش واریماکس چرخش دهیم، عامل‌های اول تا ششم به ترتیب ۱۹/۱۱۳،

۱۶/۹۴۱، ۱۲/۳۱۸، ۹/۰۷۵، ۸/۶۵۳ و ۷/۷۷۲ و در مجموع ۶۳/۸۷۲ درصد از واریانس را در بردارند.

توجه داشته باشید که در چرخش عامل‌های باقی مانده، نسبتی از کل تغییرات که توسط این ششم عامل توضیح داده می‌شود، ثابت است (۶۳/۸۷۲ درصد) ولی برخلاف روش بدون چرخش، که در آن عامل اول درصد بیشتری از تغییرات (۶۳/۸۷۲ درصد) را تبیین می‌کند، در روش چرخش عامل‌ها، هریک از آن‌ها نسبت تقریباً یکسانی از تغییرات را توضیح می‌دهند. این ویژگی چرخش واریماکس است که تغییرات را میان عامل‌ها به شکل یکنواخت توزیع می‌کند.

در تحلیل عاملی اکتشافی، ماتریس اجزاء شامل بارهای عاملی (نمرات عاملی) هریک از متغیرها در عامل‌های باقی مانده است (در پیوست آمده است). به عبارتی سهم متغیرها را در عامل-ها قبل از چرخش نشان می‌دهد. اگر بارهای عاملی متغیرهای هر عامل را به توان دو رسانده و با هم جمع کنیم، ارقام جدول ماتریس اجزاء به دست می‌آید. این ضرایب از یک سو نشان‌دهنده‌ی توانایی عامل‌های تعیین شده در تبیین واریانس متغیرهای مورد مطالعه است و از سویی می‌تواند برای بررسی تناسب متغیرها برای تحلیل عاملی استفاده شود.

تفسیر بارهای عاملی بدون چرخش، ساده نیست. بنابراین عامل‌ها را می‌چرخانیم تا قابلیت تفسیر آن‌ها افزایش یابد. جدول ۴-۱۰، ماتریس چرخیده شده‌ی اجزا را نشان می‌دهد که شامل بارهای عاملی هریک از متغیرها در عامل‌های باقی مانده پس از چرخش است. به عبارتی سهم متغیرها را در عامل‌ها بعد از چرخش نشان می‌دهد. هر متغیر در عاملی قرار می‌گیرد که با آن عامل، همبستگی معنی‌داری بالایی داشته باشد. هرچه قدر مقدار قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، عامل مربوطه نقش بیش‌تری در کل تغییرات (واریانس) متغیر مورد نظر دارد.

جدول ۴-۱۰. ماتریس عاملی دوران یافته (روش چرخش واریماکس)

$\begin{matrix} \text{متغیر} \\ \text{شماره} \end{matrix}$	اجزاء					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
Q۶۸	۰/۸۰۴					
Q۶۲	۰/۷۹۳					
Q۶۷	۰/۷۸۹					
Q۶۵	۰/۷۷۶					
Q۶۰	۰/۷۱۴					

Q66	.696					
Q61	.671					
Q63	.770					
Q69	.700					
Q70	.718					
Q71	.717					
Q64	.013					
Q59	.079					
Q24	.077					
Q23	.072					
Q27	.013					
Q22		.126				
Q26		.114				
Q28		.794				
Q25		.794				
Q21		.786				
Q45		.766				
Q44		.718				
Q46		.702				
Q43		.663				
Q34		.647				
Q35		.619				
Q49		.618				.300
Q37		.616				
Q50		.588				
Q32			.782			
Q42			.766			
Q48			.667			
Q31			.656			
Q33			.652			
Q29			.646			
Q41			.623			
Q38			.577			
Q39			.573			.308
Q54			.531			
Q57			.507			
Q40			.487			
Q30			.471			
Q55				.719		.333

Q47				.۶۵۲		
Q36				.۶۲۲		
Q7				.۶۱۵		
Q9				.۶۱۰		
Q6				.۵۷۵		
Q14				.۵۱۲		
Q13				.۴۹۲		
Q8				.۴۵۴		
Q15				.۴۴۹		
Q17				.۴۳۵		
Q18				.۴۲۶		
Q16					.۷۰۵	
Q1					.۶۴۷	
Q19					.۶۳۴	
Q52					.۵۹۶	
Q58					.۵۹۵	
Q51			.۳۶۸		.۵۳۶	
Q5					.۵۱۲	
Q12					.۴۷۸	
Q10					.۴۵۸	
Q56					.۴۳۷	
Q4						.۶۸۳
Q53						.۶۰۹
Q2						.۵۹۱
Q3						.۵۶۰
Q11						.۵۳۵
Q20						.۵۲۷

روش استخراج: آنالیز اجزای اساسی.

روش چرخش: واریماکس با کایزر عادی - یک چرخش در ۱۰ تکرار همگرا.

همان‌گونه که در جداول ۴-۹ و ۴-۱۰ ملاحظه می‌شود عامل اول شامل شانزده متغیر است و ۱۹/۱۱۳ درصد از واریانس کل آزمون را تبیین می‌کند. بررسی محتوایی این متغیرها نشان می‌دهد که محور مشترک آن‌ها بر ریسک‌های تأسیسات مکانیکی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین تمرکز دارد. لذا این عامل را "ایمنی تأسیسات مکانیکی" نام‌گذاری کرده‌ایم. عامل دوم دارای چهارده متغیر است و در مجموع ۱۶/۹۴۱ درصد واریانس کل آزمون را تبیین می‌کند. محتوای این

متغیرها، مربوط به ریسک‌های ساختمان و ساختار جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین است. از این‌رو این عامل، "ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه" نام گرفته است. عامل سوم با سیزده متغیر به‌عنوان "ایمنی تأسیسات الکتریکی" نام‌گذاری گردیده است. این عامل نیز حدود ۱۲/۳۱۸ درصد واریانس را تبیین می‌کند. عامل چهارم شامل ۱۲ متغیر است، ۹/۰۷۵ درصد از واریانس کل آزمون را توجیه می‌کند. بررسی محتوایی این متغیرها نشان می‌دهد که محور مشترک آن‌ها به ریسک‌های تجهیزات دستی و اتوماتیک آتش‌نشانی مربوط می‌شود. لذا این عامل را "تجهیزات آتش‌نشانی" نام‌گذاری کرده‌ایم. عامل پنجم دارای ۱۱ متغیر است و در مجموع ۸/۶۵۳ درصد واریانس کل آزمون را تبیین می‌کند. محتوای این متغیرها، با محوریت ریسک‌های مربوط به سیستم‌های اعلام‌کننده است. لذا این عامل را "سیستم اعلام‌کننده" نام‌گذاری کرده‌ایم. عامل ششم با شش متغیر به‌عنوان "عوامل حفاظتی" نام‌گذاری گردیده است. این عامل نیز حدود ۷/۷۷۲ درصد واریانس را تبیین می‌کند (جدول ۴-۱۱).

جدول ۴-۱۱. عامل‌های شناسایی‌شده و دسته‌بندی متغیرهای مربوط به هر عامل

شماره عامل	نام عامل	شماره متغیر	تشریح متغیر
۱	ایمنی تأسیسات مکانیکی	۶۸	ارتفاع بیش از حداکثر مایع موجود در تانکرهای حمل جهت لوله‌های هواکش مخازن زیرزمینی (حداکثر ۵ متر)
		۶۲	در معرض هوای آزاد بودن پمپ‌های توزیع‌کننده سوخت
		۶۷	رعایت حداقل فاصله ۴/۲۵ متر خطوط مرکزی محفظه پمپ‌ها از محل عبور مردم
		۶۵	استقرار مناسب پمپ‌ها بدون مانع شدن اتومبیل‌ها برای سایر خودروها
		۶۰	تناسب منافذ بالای تانک با تعداد اتصالات
		۶۶	استفاده از موادی با جنس ضد جرقه برای میله عمق‌سنج (برنج، چوب و ...)
		۶۱	وسیله مناسب برای تخلیه آب‌های مخزن

		۶۳	استفاده از لوله گالوانیزه جهت خطوط لوله بنزین
		۶۹	وجود حداقل اتصالات در لوله انتقال و استفاده از جوش ضد الکتریکی
		۷۰	تمهیدات پیشگیری از زنگ زدگی در فیتینگ اتصالات
		۷۱	استفاده شیرآلات ضد جرقه و ضد زنگ
		۶۴	استفاده از سیستم آشکارساز نشت در لوله‌های زیرزمینی دارای جریان با فشار زیاد
		۵۹	لوله‌های هواکش مستقل در بالاترین سطح زمین
		۲۴	نصب پمپ‌های توزیع‌کننده غیر از بنزین در فاصله بیش از ۶ متری تجهیزات بنزینی و دارای شرایط استاندارد
		۲۳	ساختمان پمپ بنزین دارای تهویه خوب و دارای هوای پاک
		۲۷	علامت‌گذاری مخزن‌ها جهت شناسایی نسبت به سایر مخزن‌ها
۲	ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	۲۲	جنس مخزن ذخیره
		۲۶	دیواره‌های جداکننده مخزن
		۲۸	ارتفاع سکوهاست استقرار پمپ‌های توزیع‌کننده
		۲۵	ایجاد بتون غیرلغزنده سطوح در فاصله ۳,۶ متری پمپ‌ها و تانکر تخلیه
		۲۱	عدم راهپایی نزولات جوی به مجاری تخلیه سوخت
		۴۵	پوشش مناسب و ایده‌آل کف ساختمان
		۴۴	درب‌های بیرون بازشونده کلیه ساختمان‌ها
		۴۶	استفاده از مصالح ضد احتراق جهت سایبان
		۴۳	پوشاندن منافذ و پنجره‌ها با توری سیمی ریزبافت
		۳۴	وجود دیوار مقاوم به حریق بین محل تخلیه سوخت از سایر قسمت‌ها
		۳۵	درب ضد حریق برای موتورخانه
		۴۹	غیرقابل اشتعال بودن جنس دیوارها و سقف
		۳۷	ایجاد مخزن جمع‌آوری مواد نفتی از طریق شیب‌بندی و کانال‌کشی و عدم تخلیه به جوی و معابر عمومی
		۵۰	تعویض مخزن بیش از ۵ سال کارکرده
۳	ایمنی تأسیسات الکتریکی	۳۲	عبور کابل حامل جریان فشار قوی از بالای پمپ‌ها (عبور دادن برق سایت به‌صورت زیرزمینی)

نصب تابلو تقسیم برق استاندارد	۴۲		
تعبیه نور افکن و لامپ‌های مجهز به محافظ از نوع مقاوم در برابر انفجار	۴۸		
تعویض لامپ‌های التهابی با لامپ‌های فلورسنت	۳۱		
تهیه وسایل عایق‌سازی و کنترل واحد پمپ که به‌طور همزمان تمام کابل‌های برق را عاری از برق کند.	۳۳		
ایجاد سوئیچ اضطراری	۲۹		
میله ترمینال و اتصال به زمین	۴۱		
اتصال زمین در کلیه دستگاه‌ها در داخل جلد خارجی آن‌ها	۳۸		
محافظت کامل کانال و مجراهای عبور کابل‌ها در محل‌های تردد خودروها	۳۹		
نصب کفپوش لاستیکی حداقل ۶ میلیمتری سطح زمین جلوی تابلو اصلی برق با ابعاد مناسب	۵۴		
ضد جرقه بودن اجزاء شبکه برق‌رسانی و نیز تهویه‌ها و هواکش‌ها	۵۷		
آزمایش دوره‌ای و مرتب سیستم اتصال به زمین در کلیه دستگاه‌ها و ادوات برقی	۴۰		
شبکه برق گیر	۳۰		
نصب دستگاه خاموش‌کننده ۶ کیلویی در ابتدا و انتهای سکوها عرض سوخت، ورودی بخش‌های اداری و در فاصله ۲/۵ متری تابلوهای برق اصلی و فرعی	۵۵		
نصب دستگاه خاموش‌کننده پودر و گاز ۱۲ کیلویی در محوطه مخازن و استقرار تانکرهای حمل سوخت	۴۷		
تهیه و نصب قرقه‌های آتش نشانی مجهز به شیرفلکه و شیلنگ فشار قوی در بخش اداری (در نقاطی قابل دسترس به‌طوری که در کانون حریق قرارنگیرد).	۳۶	تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	۴
انجام سرویس‌های مداوم و منظم جهت تست کارایی مطلوب و مطمئن خاموش‌کننده‌های دستی	۷		
در دسترس بودن خاموش‌کننده‌های دستی در مسیرهای خروجی در ارتفاع مناسب ۱۲۰ سانتیمتر از کف	۹		
متصل بودن پمپ بنزین به شبکه آب آتش‌نشانی به‌صورت مستقل و	۶		

		سیستم پمپاژ اتوماتیک با قدرت ۴ اتمسفر فشار و آب‌دهی ۹۵۰ لیتر در دقیقه	
		در نظر گرفتن منبع ذخیره آب شبکه اطفاء حداقل ۲۰۰۰۰ لیتر (در مناطق شهری در صورت نصب هایدرانت ۶۰۰۰ لیتر)	۱۴
		در نظر گرفتن دو جعبه آتش نشانی با تجهیزات کامل و مناسب در مکان مناسب در جایگاه و نیز در بخش اداری	۱۳
		تهیه و استقرار دستگاه پرتابل اطفاء آب و کف با حجم مناسب	۸
		تجهیز مکان به سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک و دستی با عامل خاموش‌کننده آب و کف	۱۵
		تجهیز مکان به سیستم اطفاء اتوماتیک با عامل خاموش‌کننده کف پروتئینی	۱۷
		تجهیز جایگاه سوخت به شبکه اسپرینگلر آب و کف پروتئینی با پوشش-دهی کامل محدوده مخازن ثابت و تانکر حمل و نقل	۱۸
		اعلام‌کننده دستی	۱۶
۵	سیستم اعلام‌کننده	اعلام‌کننده اتوماتیک سمعی و بصری	۱
		اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع دودی	۱۹
		اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع شعله‌ای	۵۲
		اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع خطی حرارتی کابلی	۵۸
		اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع دودی خطی (بیم)	۵۱
		اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع لیزری	۵
		سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک و دستی با عامل خاموش-کننده پودری	۱۲
		سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک و دستی با عامل خاموش-کننده آب و کف	۱۰
		اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع حرارتی	۵۶
		نصب یک سوئیچ اضطراری جهت خاموش کردن تمام پمپ‌های توزیع-کننده در مواقع اضطراری در یک محل قابل دسترس	۴
۶	عوامل حفاظتی	نصب یک سوئیچ اضطراری که تمام تجهیزات نشان‌دهنده و توزیع‌کننده و روشنایی‌ها را عایق می‌کند و به‌همراه یک نوشته هشداردهنده در محوطه جلو پمپ بنزین که به‌آسانی قابل دسترس برای مأموران آتش‌نشانی و	۵۳

مردم کمک‌دهنده باشد.			
نصب یک سوئیچ قطع‌کننده برق با یک راهنمای هشداردهنده در محلی که در دسترس مأمورین آتش‌نشانی باشد. (به‌منظور انجام اقدامات لازم در مواقع اضطراری)	۲		
انجام آموزش‌های کافی همراه با تمرین‌های مناسب برای تمام پرسنل که در یک پمپ بنزین مشغول کار هستند.	۳		
تجهیز کلیه کارکنان به وسایل حفاظت شخصی	۱۱		
آموزش و اخذ گواهینامه از سازمان آتش‌نشانی جهت پرسنل به‌ویژه نگهبانان به‌منظور افزایش سطح آگاهی آنها	۲۰		

۴-۳-۲ پرسش دوم تحقیق: اثربخشی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین به چه میزان است؟

در این قسمت با استفاده از روش تحلیل عاملی تأییدی در نرم افزار Smart PLS به بررسی پرسش دوم پژوهش پرداخته شده است.

• مدل‌یابی معادلات ساختاری و تحلیل عاملی تأییدی در نرم‌افزار Smart PLS

در پژوهش‌هایی که هدف، آزمون مدل خاصی از رابطه بین متغیرها است از تحلیل مدل‌یابی معادلات ساختاری^۱ استفاده می‌شود. مدل‌یابی معادلات ساختاری یک تکنیک بسیار کلی و نیرومند از خانواده رگرسیون چند متغیری و به بیان دقیق‌تر، بسط مدل خطی عمومی^۲ است که به محقق امکان می‌دهد مجموعه‌ای از معادلات رگرسیون را به‌گونه‌ای همزمان مورد آزمون قرار دهد. این مدل یک رویکرد جامع برای آزمون فرضیه‌هایی درباره روابط متغیرهای مشاهده شده و مکنون است. برای اجرای مدل‌یابی معادلات ساختاری روش‌های متنوعی وجود دارد که یکی از جدیدترین رویکردها در مدل‌یابی معادلات ساختاری، روش حداقل مجذورات جزئی^۳ است. روش حداقل مجذورات جزئی (PLS)، به جای باز تولید ماتریس کواریانس تجربی، بر بیش‌ترین

۱. Structural Equation Modeling (SEM)

۲. General Liner Model (GLM)

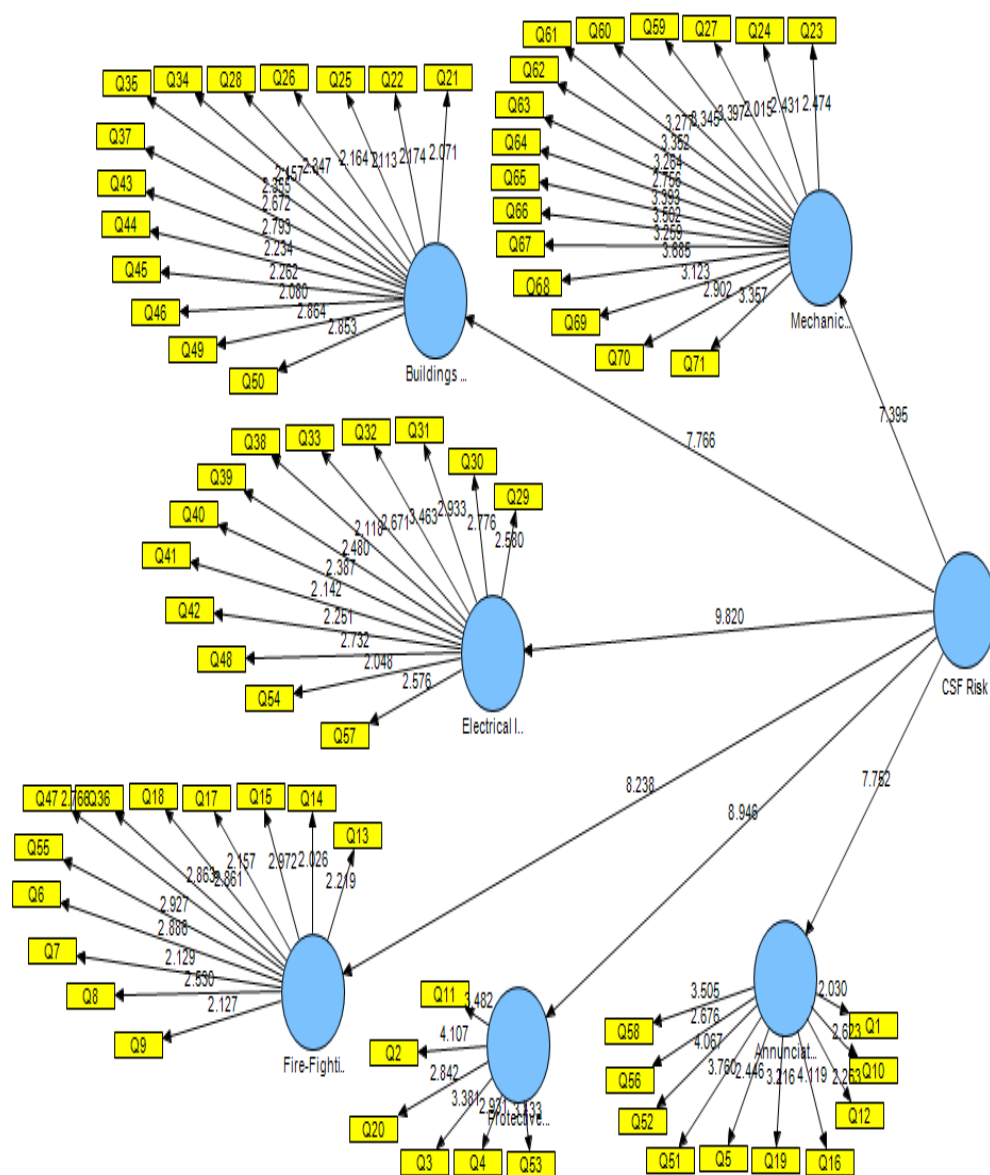
۳. Partial Least Squares (PLS)

واریانس تبیین شده متغیرهای وابسته به وسیله متغیرهای مستقل در حجم نمونه کم تمرکز دارد. همانند هر مدل‌یابی معادلات ساختاری، مدل کم‌ترین مجذورات جزئی از یک بخش ساختاری که ارتباط بین متغیرهای مکنون را نشان می‌دهد و یک قسمت اندازه‌گیری که نحوه ارتباط بین متغیرهای مکنون و نشانگرهای آن‌ها را منعکس می‌کند، تشکیل شده است. به علاوه این‌که در این بین، می‌توان متغیر تعدیلگر را نیز در نظر گرفت.

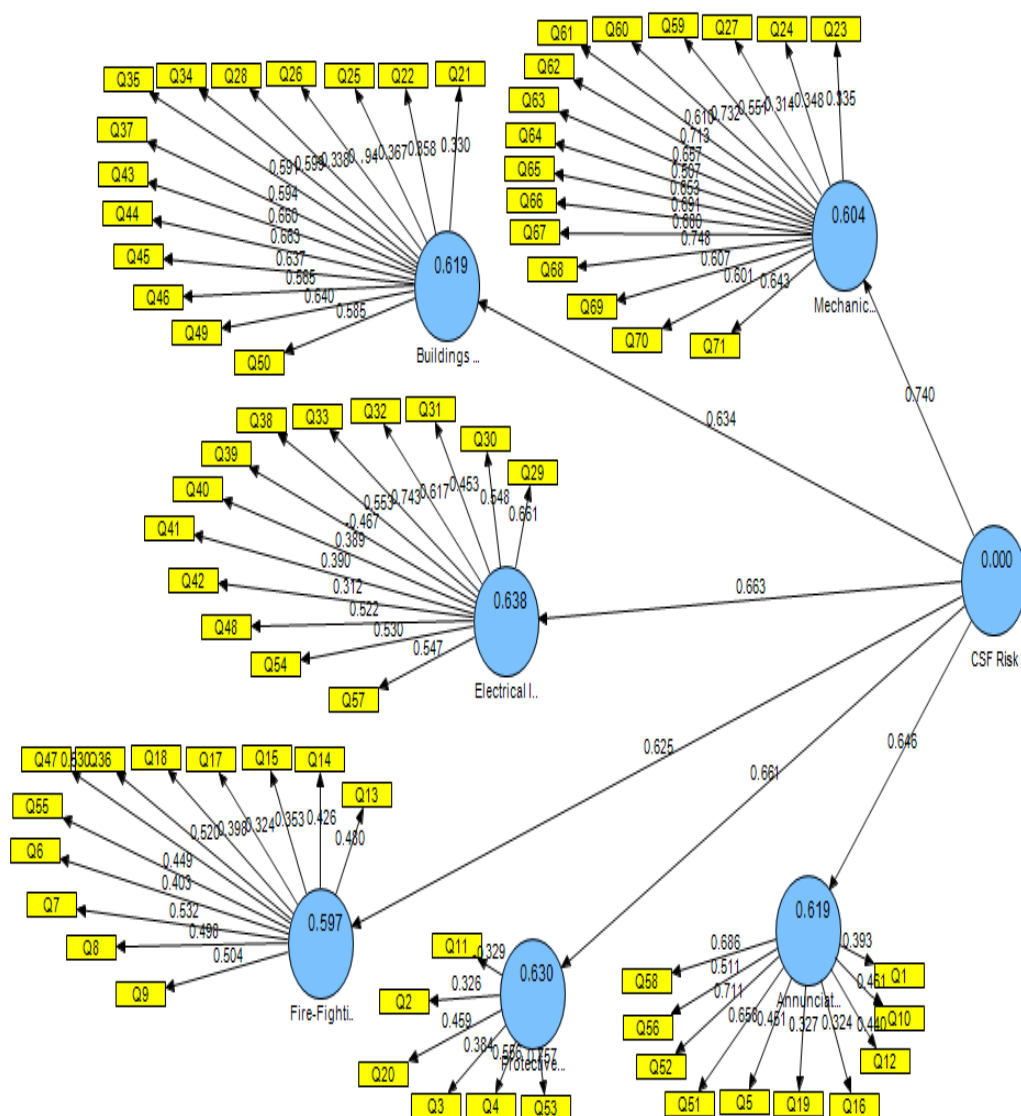
در این تحقیق، جهت برازش مدل مفهومی پژوهش و آزمون تحلیل عاملی تأییدی (تأیید اثربخشی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین) از روش تحلیل عاملی تأییدی به کمک نرم‌افزار Smart PLS استفاده شده است.

در این تحقیق، با استفاده از آزمون تحلیل عاملی تأییدی، روایی سازه‌ها مورد آزمون قرار گرفته است. به عبارتی تحلیل عاملی تأییدی، به منظور بیان تأثیر عوامل (شاخص) در نظر گرفته شده در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین انجام شده است.

در تحلیل عاملی تأییدی اگر مقدار آماره آزمون (T-Value) هر متغیر، بزرگ‌تر از $1/96$ باشد، مدل از برازش خوبی برخوردار است و به عبارتی از تقریبی معقول از جامعه برخوردار می‌باشد. پس از تعیین مدل اندازه‌گیری به منظور ارزیابی مدل مفهومی تحقیق و همچنین اطمینان یافتن از وجود یا عدم وجود رابطه علی میان متغیرهای تحقیق و بررسی تناسب داده‌های مشاهده شده با مدل مفهومی تحقیق، هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین به عنوان یک فرضیه در نظر گرفته می‌شود. نتایج آزمون در شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲ منعکس شده است.



شکل ۴-۱. مقدار آماره t مدل ساختاری پژوهش



شکل ۴-۲. ضریب تعیین تعدیل شده مدل ساختاری پژوهش (مقادیر بارهای عاملی)

نتایج به دست آمده از آزمون نشان می‌دهد (شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲) که تمامی متغیرهای (شاخص) در نظر گرفته شده در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین مورد تأیید قرار گرفته است. جدول ۴-۱۲ ضرایب بارهای عاملی، ضریب تعیین تعدیل شده، عدد معناداری و نتایج مربوط به هر متغیر (شاخص) مطرح شده در تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱۲. نتایج حاصل از ارزیابی متغیرهای تحقیق

عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین	ضرایب بارهای عاملی (Factor Loadings) (Coefficients	ضریب تعیین تعدیل شده R Square) (Adjust	معناداری (t-value)	نتیجه (Result)
ایمنی تأسیسات مکانیکی	۰/۷۴۰	۰/۶۰۴	۷/۳۹۵	تایید
ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	۰/۶۳۴	۰/۶۱۹	۷/۷۶۶	تایید
ایمنی تأسیسات الکتریکی	۰/۶۶۳	۰/۶۳۸	۹/۸۲۰	تایید
تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	۰/۶۲۵	۰/۵۹۷	۸/۲۳۸	تایید
سیستم اعلام‌کننده	۰/۶۶۱	۰/۶۳۰	۸/۹۴۶	تایید
عوامل حفاظتی	۰/۶۴۶	۰/۶۱۹	۷/۷۵۲	تایید

در ادامه با توجه به نتایج به دست آمده (جدول ۴-۱۲)، به بیان و بررسی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین پرداخته شده است.

۱. تجزیه و تحلیل آماری در راستای تأیید اثربخشی ایمنی تأسیسات مکانیکی در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، نشان می‌دهد که عدد معنی‌داری مسیر ما بین دو متغیر برابر ۷/۳۹۵ است و چون این مقدار بزرگ‌تر از ۱/۹۶ می‌باشد، از این‌رو این تأثیر مورد تأیید قرار می‌گیرد. از طرفی چون عدد معنی‌داری به دست آمده مثبت می‌باشد، این اثر، مستقیم است. هم‌چنین ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر ۰/۶۰۴ به-دست آمده است و نشان می‌دهد که ایمنی تأسیسات مکانیکی توانسته است ۶۰ درصد از تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را تبیین و توجیه نماید.

۲. تجزیه و تحلیل آماری در راستای تأیید اثربخشی ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، نشان می‌دهد که عدد معنی‌داری مسیر ما بین دو متغیر برابر ۷/۷۶۶ است و چون این مقدار بزرگ‌تر از ۱/۹۶ می‌باشد، از این‌رو این تأثیر مورد تأیید قرار می‌گیرد. از طرفی چون عدد معنی‌داری به دست آمده مثبت می‌باشد، این اثر، مستقیم است. هم‌چنین ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر

۰/۶۱۹ به دست آمده است و نشان می‌دهد که ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه توانسته است حدود ۶۲ درصد از تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را تبیین و توجیه نماید.

۳. تجزیه و تحلیل آماری در راستای تأیید اثربخشی ایمنی تأسیسات الکتریکی در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، نشان می‌دهد که عدد معنی‌داری مسیر ما بین دو متغیر برابر ۹/۸۲۰ است و چون این مقدار بزرگ‌تر از ۱/۹۶ می‌باشد، از این‌رو این تأثیر مورد تأیید قرار می‌گیرد. از طرفی چون عدد معنی‌داری به دست آمده مثبت می‌باشد، این اثر، مستقیم است. هم‌چنین ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر ۰/۶۳۸ به - دست آمده است و نشان می‌دهد که ایمنی تأسیسات الکتریکی توانسته است حدود ۶۴ درصد از تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را تبیین و توجیه نماید.

۴. تجزیه و تحلیل آماری در راستای تأیید اثربخشی تجهیزات آتش‌نشانی در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، نشان می‌دهد که عدد معنی‌داری مسیر ما بین دو متغیر برابر ۸/۲۳۸ است و چون این مقدار بزرگ‌تر از ۱/۹۶ می‌باشد، از این‌رو این تأثیر مورد تأیید قرار می‌گیرد. از طرفی چون عدد معنی‌داری به دست آمده مثبت می‌باشد، این اثر، مستقیم است. هم‌چنین ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر ۰/۵۹۷ به - دست آمده است و نشان می‌دهد که تجهیزات آتش‌نشانی توانسته است حدود ۶۰ درصد از تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را تبیین و توجیه نماید.

۵. تجزیه و تحلیل آماری در راستای تأیید اثربخشی سیستم اعلام‌کننده در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، نشان می‌دهد که عدد معنی‌داری مسیر ما بین دو متغیر برابر ۸/۹۴۶ است و چون این مقدار بزرگ‌تر از ۱/۹۶ می‌باشد، از این‌رو این تأثیر مورد تأیید قرار می‌گیرد. از طرفی چون عدد معنی‌داری به دست آمده مثبت می‌باشد، این اثر، مستقیم است. هم‌چنین ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر ۰/۶۳۰ به دست آمده است و نشان می‌دهد که سیستم اعلام‌کننده توانسته است حدود ۶۳ درصد از تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را تبیین و توجیه نماید.

۶. تجزیه و تحلیل آماری در راستای تأیید اثربخشی عوامل حفاظتی در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، نشان می‌دهد که عدد معنی‌داری مسیر ما بین دو متغیر برابر ۷/۷۵۲ است و چون این مقدار بزرگ‌تر از ۱/۹۶ می‌باشد، از این‌رو این تأثیر مورد تأیید قرار می‌گیرد. از طرفی چون عدد معنی‌داری به دست آمده مثبت می‌باشد، این اثر، مستقیم است. هم‌چنین ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر ۰/۶۱۹ به دست آمده است و نشان می‌دهد که عوامل حفاظتی توانسته است ۶۲ درصد از تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را تبیین و توجیه نماید.

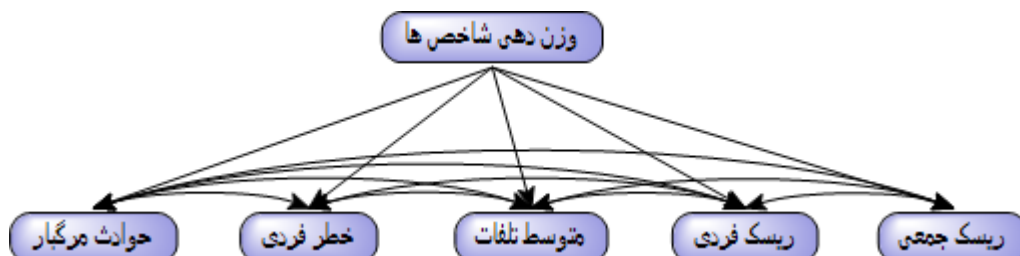
۴-۳-۳ پرسش سوم تحقیق: اولویت‌بندی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین چگونه است؟

پس از شناسایی عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، محقق درصدد است که مؤلفه‌های شناسایی شده را با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی (ویکور فازی، آراس فازی و کوپراس فازی) رتبه‌بندی نموده و نتایج حاصل از آن‌ها را به کمک استراتژی (روش) کپلند اولویت‌بندی نماید. در ابتدا به منظور وزن‌دهی معیارهای (شاخص‌های) ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین از تکنیک تحلیل فرآیند شبکه فازی (FANP) استفاده شده است. معیارهای ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین با توجه به ادبیات نظری و با تأیید خبرگان این تحقیق انتخاب شده‌اند که عبارت است از: ۱- نرخ حوادث مرگبار، ۲- شاخص خطر فردی، ۳- نرخ متوسط تلفات، ۴- ریسک فردی و ۵- ریسک جمعی.

نتایج محاسبات وزن‌دهی شاخص‌ها و رتبه‌بندی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین در ذیل آمده است.

۱) تکنیک تحلیل فرآیند شبکه فازی

نمودار شبکه‌ای تحقیق حاضر در شکل ۳-۴ نشان داده شده است.



شکل ۳-۴. نمودار شبکه‌ای تحقیق

به منظور دستیابی به وزن معیارهای ارزیابی ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین، پرسشنامه‌های مقایسات زوجی طراحی و بین خبرگان توزیع شده است. با توجه به رویکرد فازی در این پژوهش، از عبارات کلامی و اعداد فازی مندرج در جدول ۴-۱۲ استفاده گردیده است.

جدول ۴-۱۲. طیف فازی و عبارت کلامی متناظر

کد	عبارات کلامی	عدد فازی
۱	ترجیح برابر	(۱،۱،۱)
۲	ترجیح کم	(۱،۳،۵)
۳	ترجیح زیاد	(۳،۵،۷)
۴	ترجیح خیلی زیاد	(۵،۷،۹)
۵	ترجیح کاملاً زیاد	(۷،۹،۹)

در این قسمت با توجه به شکل ۴-۱۲، جداول مقایسات زوجی انجام شده و روش اصلاح شده سمی و همکارانش (۲۰۰۹)، وزن مؤلفه‌ها به دست آورده شده است. لازم به ذکر است که به منظور محاسبه سازگاری از روش گوگوس و بوچر استفاده شده است که توضیحات آن در ذیل آمده است.

❖ روش بررسی سازگاری گوگوس و بوچر

گوگوس و بوچر (۱۹۹۸)، پیشنهاد دادند 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 را با استفاده از روش ساعتی به ترتیب زیر محاسبه کنید.

$$w_i^m = [w_i^m] \quad \text{که در آن} \quad w_i^m = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ijm}}{\sum_{i=1}^n a_{ijm}}$$

$$w_i^g = [w_i^g] \quad \text{که در آن} \quad w_i^g = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{\sqrt{a_{iju} \cdot a_{ijl}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{a_{iju} \cdot a_{ijl}}}$$

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

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

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

مرحله ۴) شاخص سازگاری را با استفاده از روابط زیر محاسبه کنید.

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

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

مرحله ۵) برای محاسبه نرخ ناسازگاری (CR)، شاخص CI را بر مقدار شاخص تصادفی (RI) تقسیم کنید. 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 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 ۴-۱۳).

جدول ۴-۱۳. 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

اندازه ماتریس	RI^m	RI^g
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 $\frac{1}{9}$ 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 آمده است. نکته قابل توجه این - که مقدار ناسازگاری در ستون RI^m بیش‌تر از RI^g است. این تفاوت بدین 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 می‌کنیم:

$$CR^g = \frac{CI^g}{RI^g}$$

$$CR^m = \frac{CI^m}{RI^m}$$

در صورتی که هر دوی این شاخص‌ها کم‌تر از ۰/۱ بودند، ماتریس فازی سازگار است. در صورتی که هر دو بیش‌تر از ۰/۱ بودند، از تصمیم‌گیرنده تقاضا می‌شود تا در اولویت‌های ارائه شده تجدیدنظر نماید و در صورتی که تنها $CR^m(CR^g)$ بیش‌تر از ۰/۱ بود، تصمیم‌گیرنده تجدید نظر در مقادیر میانی (حدود) قضاوت‌های فازی را انجام می‌دهد.

❖ مراحل به‌دست آوردن وزن مؤلفه‌ها با تحلیل شبکه‌ای فازی

براساس سوپرماتریس، مراحل محاسبه وزن مؤلفه‌ها عبارتند از:

مرحله اول) جهت تجمیع نظرات خبرگان، از مقایسات زوجی پاسخ‌دهندگان، میانگین هندسی گرفته شده است (جداول ۴-۱۴، ۴-۱۵، ۴-۱۶ و ۴-۱۷).

مرحله دوم) محاسبه بردار ویژه: برای محاسبه بردار ویژه، هریک از جداول مقایسات زوجی تجمیع شده، طبق رابطه زیر از روش لگاریتمی حداقل مجذورات استفاده می‌شود.

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

به‌طوری‌که:

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

در جداول ۴-۱۴، ۴-۱۵، ۴-۱۶، ۴-۱۷، ۴-۱۸ و ۴-۱۹ میانگین هندسی نظرات خبرگان نشان داده شده است. در ستون آخر این جداول، بردار ویژه نشان داده شده است.

جدول ۴-۱۴. میانگین مقایسات زوجی نسبت به وزن دهی شاخص‌ها

بردار ویژه	ریسک جمعی	ریسک فردی	متوسط تلفات	خطر فردی	حوادث مرگبار	وزن دهی شاخص‌ها
(۰,۱۰۵۰,۱۴۴,۰۴۰۴)	(۰,۵۶۳,۰۹۳۷,۱,۵۷۱)	(۰,۳۹۸,۰,۶۶۷,۱,۰۱)	(۰,۴۴۲,۰,۵۹۱,۰,۹۱۸)	(۰,۳۳۸,۰,۵۷۴,۰,۸۱۹)	(۱,۰,۱)	حوادث مرگبار
(۰,۱۵۷,۰,۲۲۴,۰,۳۱۷)	(۰,۹۹۱,۰,۱۶۱۶,۲,۳۷۵)	(۰,۵۱۳,۰,۸۱۳,۱,۴۸۴)	(۰,۵۲۸,۰,۸۳۶,۱,۳۵۱)	(۱,۰,۱)	(۱,۲۲,۱,۷۴۱,۲,۲۸۳)	خطر فردی
(۰,۱۷۵,۰,۲۴۲,۰,۳۲۳)	(۰,۷۰۷,۱,۰,۵۸۱,۴۹۷)	(۰,۹۶۴,۱,۳۱۴,۱,۸۵۷)	(۱,۰,۱)	(۰,۷۴۰,۱,۹۶۱,۲,۸۹۵)	(۱,۰,۸۹,۱,۶۹۲,۲,۲۶۴)	متوسط تلفات
(۰,۱۳۲,۰,۱۸۵,۰,۲۵۵)	(۰,۳۷۷,۰,۵۲۷,۰,۷۱۹)	(۱,۰,۱)	(۰,۵۳۹,۰,۷۶۱,۱,۰۳۷)	(۰,۶۷۴,۱,۲۳۰,۱,۹۵)	(۰,۹۹۱,۱,۴۹۹,۲,۵۱۱)	ریسک فردی
(۰,۱۴۹,۰,۲۰۴,۰,۲۸۸)	(۱,۰,۱)	(۱,۳۹۱,۱,۸۹۷,۲,۶۵۵)	(۰,۶۶۸,۰,۹۴۵,۱,۴۱۵)	(۰,۴۲۱,۰,۶۱۹,۱,۰۱)	(۰,۶۳۶,۱,۰,۶۷,۱,۷۷۵)	ریسک جمعی
$CR^m = ۰,۰۳۶$ $CR^g = ۰,۰۹۸$ سازگار						

جدول ۴-۱۵. میانگین مقایسات زوجی نسبت به حوادث مرگبار

بردار ویژه	ریسک جمعی	ریسک فردی	متوسط تلفات	خطر فردی	حوادث مرگبار
(۰,۱۰۳,۰,۱۳۹,۰,۱۹۸)	(۰,۲۶۸,۰,۳۵۹,۰,۵۹۶)	(۰,۳۴۶,۰,۵۳۸,۰,۹۱۹)	(۰,۴۱,۰,۶۴۹,۰,۹۴۵)	(۱,۱,۱)	خطر فردی
(۰,۱۵۳,۰,۲۰۴,۰,۲۹)	(۰,۶۳۱,۱,۰۲۹,۱,۶۱۶)	(۰,۲۷۳,۰,۳۶۲,۰,۶۰۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۰۵۸,۱,۵۴۱,۲,۴۴)	متوسط تلفات
(۰,۲۶۳,۰,۳۷۷,۰,۵۰۴)	(۰,۸۷۷,۱,۳۱۴,۲,۰۴۲)	(۱,۱,۱)	(۱,۶۶۳,۲,۷۵۹,۳,۶۵۸)	(۱,۰۸۸,۱,۸۵۹,۲,۸۹۳)	ریسک فردی
(۰,۱۹۸,۰,۲۸,۰,۳۷۷)	(۱,۱,۱)	(۰,۴۹,۰,۷۶۱,۱,۱۴۱)	(۰,۶۱۹,۰,۹۷۲,۱,۵۸۵)	(۱,۶۷۷,۲,۷۸۶,۳,۷۲۷)	ریسک جمعی
$CR^m = ۰,۰۵۶$ $CR^g = ۰,۰۳۱$ سازگار					

جدول ۴-۱۶. میانگین مقایسات زوجی نسبت به خطر فردی

بردار ویژه	ریسک فردی	متوسط تلفات	حوادث مرگبار	خطر فردی
(۰,۴۵۸,۰,۵۸۳,۰,۶۸۸)	(۲,۱۴۳,۲,۹۷۴,۳,۶۵۳)	(۱,۸۱,۲,۶۸۳,۳,۵۸۷)	(۱,۱,۱)	حوادث مرگبار
(۰,۱۹۴,۰,۲۳۸,۰,۳۰۶)	(۱,۰۵۸,۱,۴۵۶,۲,۰۸)	(۱,۱,۱)	(۰,۲۷۹,۰,۳۷۳,۰,۵۵۳)	متوسط تلفات
(۰,۱۴۸,۰,۱۷۹,۰,۲۲۲)	(۱,۱,۱)	(۰,۴۸۱,۰,۶۸۷,۰,۹۴۵)	(۰,۲۷۴,۰,۳۳۶,۰,۴۶۷)	ریسک فردی
$CR^m = ۰,۰۰۸$ $CR^g = ۰,۰۲۸$ سازگار				

جدول ۴-۱۷. میانگین مقایسات زوجی نسبت به متوسط تلفات

متوسط تلفات	حوادث مرگبار	خطر فردی	ریسک جمعی	ریسک فردی	بردار ویژه
حوادث مرگبار	(۱،۱،۱)	(۰،۷۶۹،۱،۱۴۱،۱،۶۲۹)	(۰،۴۸،۰،۷۷۶،۱،۲۵۳)	(۰،۶۰۸،۱،۱۴،۱،۷۱)	(۰،۱۶۸،۰،۲۴۵،۰،۳۳۴)
خطر فردی	(۰،۶۱۴،۰،۸۷۷،۱،۳)	(۱،۱،۱)	(۰،۶۱۳،۰،۸۲۹،۱،۲۰۷)	(۰،۳۸۷،۰،۵۹۶،۱،۰۰۹)	(۰،۱۵۱،۰،۱۹۸،۰،۲۷۴)
ریسک جمعی	(۰،۷۹۸،۱،۲۸۹،۲،۰۸۲)	(۰،۸۲۸،۱،۲۰۶،۱،۶۳۱)	(۱،۱،۱)	(۰،۲۸۱،۰،۳۷۳،۰،۵۵۹)	(۰،۱۶،۰،۲۱۳،۰،۲۸۷)
ریسک فردی	(۰،۵۸۵،۰،۸۷۸،۱،۶۴۵)	(۰،۹۹۱،۱،۶۷۷،۲،۵۸۲)	(۱،۷۹،۲،۶۸۴،۳،۵۵۵)	(۱،۱،۱)	(۰،۲۴۶،۰،۳۴۴،۰،۴۸۱)
$CR^m = ۰،۰۷۱$ $CR^g = ۰،۰۶۲$ سازگار					

جدول ۴-۱۸. میانگین مقایسات زوجی نسبت به ریسک فردی

ریسک فردی	حوادث مرگبار	خطر فردی	ریسک جمعی	متوسط تلفات	بردار ویژه
حوادث مرگبار	(۱،۱،۱)	(۰،۲۶۱،۰،۳۴۹،۰،۵۲۲)	(۰،۳۲۱،۰،۴۳۸،۰،۶۱۳)	(۰،۳۶۶،۰،۵۵۹،۰،۹۴۵)	(۰،۰۹۸،۰،۱۲۷،۰،۱۷۴)
خطر فردی	(۱،۹۱۶،۲،۸۶۴،۳،۸۳)	(۱،۱،۱)	(۰،۴۷۱،۰،۸۵۳،۱،۶۳۱)	(۰،۷۳۴،۱،۲۴،۱،۷۲۵)	(۰،۲۱۲،۰،۳۱،۰،۴۲۶)
ریسک جمعی	(۱،۶۳۱،۲،۲۸۵،۳،۱۱۴)	(۰،۶۱۳،۱،۱۷۳،۲،۱۲۳)	(۱،۱،۱)	(۰،۸۵۳،۱،۲۸۹،۱،۹۴۹)	(۰،۲۲۶،۰،۳۲۱،۰،۴۴۶)
متوسط تلفات	(۱،۰۵۸،۱،۷۹،۲،۷۳۳)	(۰،۵۸،۰،۸۰۶،۱،۳۶۳)	(۰،۵۱۳،۰،۷۷۶،۱،۱۷۳)	(۱،۱،۱)	(۰،۱۷۶،۰،۲۴۲،۰،۳۴)
$CR^m = ۰،۰۰۶$ $CR^g = ۰،۰۱۸$ سازگار					

جدول ۴-۱۹. میانگین مقایسات زوجی نسبت به ریسک جمعی

ریسک جمعی	حوادث مرگبار	متوسط تلفات	ریسک فردی	بردار ویژه
حوادث مرگبار	(۱,۱,۱)	(۰,۸۹۴,۱,۳۴۹,۱,۹۴۹)	(۱,۲۰۶,۲,۲۲۶,۳,۵۲۵)	(۰,۳۲۸,۰,۴۶۲,۰,۶۰۹)
متوسط تلفات	(۰,۵۱۳,۰,۷۴۱,۱,۱۱۹)	(۱,۱,۱)	(۰,۷۷۶,۱,۱۷۳,۱,۶۷۷)	(۰,۲۳۶,۰,۳۰۶,۰,۳۹۵)
ریسک فردی	(۰,۲۸۴,۰,۴۴۹,۰,۸۲۹)	(۰,۵۹۶,۰,۸۵۳,۱,۲۸۹)	(۱,۱,۱)	(۰,۱۷۷,۰,۲۳۳,۰,۳۲۷)
$CR^m = ۰,۰۱۳$ $CR^g = ۰,۰۳۱$ سازگار				

مرحله سوم) تشکیل ماتریس‌های بردار ویژه (W_{ij}): این ماتریس‌ها شامل بردارهای ویژه-

ای هستند که از مقایسات زوجی مرحله دوم به دست آمده‌اند.

به طور کلی می‌توان این ماتریس‌ها را به دو دسته تقسیم کرد:

۱- ماتریس‌هایی که شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که روابط بین سطحی (عمودی) را نشان می‌دهند. اگر بین دو مؤلفه رابطه‌ای بین سطحی وجود نداشته باشد در محل تلاقی آن دو مؤلفه در ماتریس مقدار (۰,۰,۰) قرار می‌گیرد. در سایر درایه‌ها هم با توجه به رابطه عمودی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژه به دست 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 (۱,۱,۱) است. اگر بین دو مؤلفه رابطه درون سطحی وجود نداشته باشد در محل تلاقی آن دو مؤلفه در ماتریس مقدار (۰,۰,۰) قرار می‌گیرد. در سایر درایه‌ها هم با توجه به رابطه افقی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژه به دست آمده از مرحله دوم قرار می‌گیرد.

توجه شود اگر در ماتریس بردار ویژه درون سطحی، یک یا چند درایه در قطر اصلی (۱,۱,۱) 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 می شوند.

جداول (۲۰-۴ و ۲۱-۴) ماتریس های بردار ویژه را نشان می دهد.

جدول ۲۰-۴. ماتریس بردار ویژه سطح ۲ نسبت به سطح ۱

شاخص ها	وزن دهی شاخص ها
حوادث مرگبار	(۰,۱۰۵,۰,۱۴۴,۰,۲۰۴)
خطر فردی	(۰,۱۵۷,۰,۲۲۴,۰,۳۱۷)
متوسط تلفات	(۰,۱۷۵,۰,۲۴۲,۰,۳۲۳)
ریسک فردی	(۰,۱۳۲,۰,۱۸۵,۰,۲۵۵)
ریسک جمعی	(۰,۱۴۹,۰,۲۰۴,۰,۲۸۸)

جدول ۲۱-۴. ماتریس بردار ویژه سطح ۲ نسبت به سطح ۲

شاخص ها	ریسک جمعی	ریسک فردی	متوسط تلفات	خطر فردی	حوادث مرگبار
حوادث مرگبار	(۰,۱۶۴,۰,۲۳۱,۰,۳۰۴)	(۰,۰۴۹,۰,۰۶۴,۰,۰۸۷)	(۰,۰۸۴,۰,۱۲۲,۰,۱۶۷)	(۰,۰۲۲۹,۰,۰۲۹۲,۰,۰۳۴۴)	(۰,۰۵,۰,۰۵,۰,۰۵)
خطر فردی	(۰,۰,۰,۰)	(۰,۱۰۶,۰,۱۵۵,۰,۲۱۳)	(۰,۰۷۵,۰,۰۹۹,۰,۱۳۷)	(۰,۰۵,۰,۰۵,۰,۰۵)	(۰,۰۰۵۲,۰,۰۰۷,۰,۰۰۹۹)
متوسط تلفات	(۰,۱۱۸,۰,۱۵۳,۰,۱۹۷)	(۰,۰۸۸,۰,۱۲۱,۰,۱۷)	(۰,۰۵,۰,۰۵,۰,۰۵)	(۰,۰۹۷,۰,۱۱۹,۰,۱۵۳)	(۰,۰۰۷۶,۰,۰۱۰۲,۰,۰۱۴۵)
ریسک فردی	(۰,۰۸۹,۰,۱۱۶,۰,۱۶۴)	(۰,۰۵,۰,۰۵,۰,۰۵)	(۰,۱۲۳,۰,۱۷۲,۰,۲۴۱)	(۰,۰۰۷۴,۰,۰۰۸۹,۰,۰۱۱۱)	(۰,۰۱۳۱,۰,۰۱۸۸,۰,۰۲۵۲)
ریسک جمعی	(۰,۰۵,۰,۰۵,۰,۰۵)	(۰,۱۱۳,۰,۱۶,۰,۲۲۳)	(۰,۰۰۸,۰,۰۱۰۶,۰,۰۱۴۳)	(۰,۰,۰,۰)	(۰,۰۰۹۹,۰,۰۱۴,۰,۰۱۸۸)

مرحله چهارم) محاسبه اوزان نهایی سطوح: برای محاسبه وزن نهایی مؤلفه‌های هر سطح (W_i^*) می‌بایست حاصل ضرب ماتریس بردار ویژه روابط درونی در بردار ویژه همان سطح را در وزن نهایی سطح بالاتر ضرب کنیم.

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

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

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

جدول ۴-۲۲، اوزان نهایی را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۲۲. ماتریس اوزان نهایی معیارها نسبت به وزن‌دهی عوامل بر اساس تکنیک تحلیل شبکه فازی

مؤلفه	وزن فازی نهایی	وزن قطعی نهایی مؤلفه‌ها
حوادث مرگبار	(۰,۱۳۴,۰,۲۲۶,۰,۳۷۵)	۰,۲۳۵
خطر فردی	(۰,۱۱۱,۰,۱۷۵,۰,۲۷۸)	۰,۱۸۱
متوسط تلفات	(۰,۱۴,۰,۲۱۶,۰,۳۴)	۰,۲۲۴
ریسک فردی	(۰,۱۲۶,۰,۲۰۵,۰,۳۳۹)	۰,۲۱۴
ریسک جمعی	(۰,۱۱۴,۰,۱۷۸,۰,۲۸۶)	۰,۱۸۵

همان‌طور که در جدول ۴-۲۲ مشاهده می‌شود معیارهای حوادث مرگبار، خطر فردی، متوسط تلفات، ریسک فردی و ریسک جمعی به ترتیب وزن‌های ۰/۲۳۶، ۰/۱۸۱، ۰/۲۲۴، ۰/۲۱۴ و ۰/۱۸۵ را به خود را به خود اختصاص داده‌اند.

۲) تکنیک ویکور فازی

برای انجام ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها در این تکنیک، از عبارات کلامی در جدول ۴-۲۳ استفاده گردیده است (روشندل، ۲۰۱۳).

جدول ۴-۲۳. اعداد فازی و عبارت کلامی

عبارت کلامی	عدد فازی
خیلی کم	(۱،۱،۳)
کم	(۱،۳،۵)
متوسط	(۳،۵،۷)
زیاد	(۵،۷،۹)
خیلی زیاد	(۷،۹،۹)

ارزیابی گزینه‌ها براساس معیارها، بر اساس اعداد فازی و عبارات جدول ۴-۲۴، انجام شده است. اعداد مندرج در جدول ۴-۲۴، امتیازات فازی نظرات خبرگان است.

جدول ۴-۲۴. امتیازات فازی ارزیابی گزینه‌ها (ماتریس تصمیم‌گیری)

نوع معیار		C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵
شرح گزینه	کد گزینه	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
ایمنی تأسیسات مکانیکی	A _۱	(۶،۳۳۳،۸،۳۳۳،۹)	(۶،۳۳۳،۸،۳۳۳،۹)	(۳،۶۶۷،۵،۶۶۷،۷،۶۶۷)	(۶،۳۳۳،۸،۳۳۳،۹)	(۶،۳۳۳،۸،۳۳۳،۹)
ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	A _۲	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)	(۶،۳۳۳،۸،۳۳۳،۹)	(۲،۳۳۳،۴،۳۳۳،۶،۳۳۳)	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)
ایمنی تأسیسات الکتریکی	A _۳	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)	(۶،۳۳۳،۸،۳۳۳،۹)	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)
تجهیزات آتش نشانی - دستی و اتوماتیک	A _۴	(۳،۶۶۷،۵،۶۶۷،۷،۶۶۷)	(۳،۶۶۷،۵،۶۶۷،۷،۶۶۷)	(۵،۶۶۷،۷،۶۶۷،۹)	(۳،۶۶۷،۵،۶۶۷،۷،۶۶۷)	(۳،۶۶۷،۵،۶۶۷،۷،۶۶۷)

سیستم اعلام کننده	A ₅	(۳,۶۶۷,۵,۶۶۷,۷,۶۶۷))	(۱,۶۶۷,۳,۶۶۷,۵,۶۶۷)	(۲,۳۳۳,۴,۳۳۳,۶,۳۳۳)	(۲,۳۳۳,۴,۳۳۳,۶,۳۳۳)	(۱,۶۶۷,۳,۶۶۷,۵,۶۶۷)
عوامل حفاظتی	A ₆	(۲,۳۳۳,۴,۳۳۳,۶,۳۳۳))	(۲,۳۳۳,۴,۳۳۳,۶,۳۳۳)	(۲,۳۳۳,۴,۳۳۳,۶,۳۳۳)	(۲,۳۳۳,۴,۳۳۳,۶,۳۳۳)	(۱,۶۶۷,۳,۶۶۷,۵,۶۶۷)
	وزن معیار	(۰,۲۳۶,۰,۲۳۶,۰,۲۳۶))	(۰,۱۸۱,۰,۱۸۱,۰,۱۸۱)	(۰,۲۲۴,۰,۲۲۴,۰,۲۲۴)	(۰,۲۱۴,۰,۲۱۴,۰,۲۱۴)	(۰,۱۸۵,۰,۱۸۵,۰,۱۸۵)

در ادامه به یافته‌های مراحل تکنیک ویکور فازی جهت رتبه‌بندی گزینه‌های مورد مطالعه پرداخته شده است.

گام اول) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری ارزیابی گزینه‌ها: این ماتریس در جدول ۴-۲۴ نشان داده شده است.

گام دوم) بی‌مقیاس نمودن ماتریس تصمیم‌گیری: در این گام بایستی ماتریس تصمیم‌گیری فازی را به یک ماتریس بی‌مقیاس شده فازی تبدیل نمائیم. برای به‌دست آوردن ماتریس، بایستی مراحل زیر طی شود:

- تعیین بهترین و بدترین مقدار برای هر معیار

بهترین و بدترین هریک از مقادیر در هر معیار شناسایی شده و به ترتیب \tilde{f}_j^* و \tilde{f}_j° نامیده می‌شود.

در صورتی که معیار زام، معرف سود باشد \tilde{f}_j^* و \tilde{f}_j° از روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$i=1,2,\dots,n \quad \tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{f}_{ij} \quad \text{for } j \in j^b \quad (\text{سود باشند})$$

$$i=1,2,\dots,n \quad \tilde{f}_j^\circ = \min_i \tilde{f}_{ij} \quad \text{for } j \in j^b \quad (\text{سود باشند})$$

ولی در صورتی که معیار زام، معرف هزینه باشد \tilde{f}_j^* و \tilde{f}_j° از روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$i=1,2,\dots,n \quad \tilde{f}_j^* = \min_i \tilde{f}_{ij} \quad \text{for } j \in j^c \quad (\text{هزینه باشند})$$

$$i=1,2,\dots,n \quad f_i^* = \max_{j \in J^c} f_{ij} \quad \text{for } j \in J^c \text{ (هزینه باشند)}$$

- به دست آوردن مقادیر نرمالیزه شده مقادیر نرمالیزه شده بدین صورت به دست می آید:

$$\text{اگر } \tilde{f}_j^* = (l_j^*, m_j^*, r_j^*) \text{ و } \tilde{f}_{ij}^* = (l_{ij}^*, m_{ij}^*, r_{ij}^*)$$

$$\tilde{d}_{ij} = (\tilde{f}_{ij}^* \ominus \tilde{f}_j^*) / (r_j^* - l_j^*) \quad \text{برای معیارهای معرف سود}$$

$$\tilde{d}_{ij} = (\tilde{f}_{ij} \ominus \tilde{f}_j^*) / (r_j^* - l_j^*) \quad \text{برای معیارهای معرف هزینه}$$

جدول ۴-۲۵، مقادیر نرمالیزه شده ماتریس ارزیابی را نشان می دهد.

جدول ۴-۲۵. جدول بی مقیاس تصمیم گیری (نرمالیزه شده)

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵
A۱	(-۰,۴,۰,۰,۴)	(-۰,۳۶۴,۰,۰,۳۶۴)	(-۰,۳,۰,۳,۰,۸)	(-۰,۴,۰,۰,۴)	(-۰,۳۶۴,۰,۰,۳۶۴)
A۲	(-۰,۴,۰,۱,۰,۵)	(-۰,۳۶۴,۰,۰,۳۶۴)	(-۰,۱,۰,۵,۰,۱)	(-۰,۴,۰,۱,۰,۵)	(-۰,۳۶۴,۰,۰,۹۱,۰,۴۵۵)
A۳	(-۰,۴,۰,۱,۰,۵)	(-۰,۳۶۴,۰,۰,۹۱,۰,۴۵۵)	(-۰,۵,۰,۰,۰,۵)	(-۰,۴,۰,۰,۴)	(-۰,۳۶۴,۰,۰,۹۱,۰,۴۵۵)
A۴	(-۰,۲,۰,۴,۰,۸)	(-۰,۱۸۲,۰,۳۶۴,۰,۷۲۷)	(-۰,۵,۰,۰,۰,۵)	(-۰,۲,۰,۴,۰,۸)	(-۰,۱۸۲,۰,۳۶۴,۰,۷۲۷)
A۵	(-۰,۲,۰,۴,۰,۸)	(۰,۰,۹۱,۰,۶۳۶,۱)	(-۰,۱,۰,۵,۰,۱)	(۰,۰,۶,۱)	(۰,۰,۹۱,۰,۶۳۶,۱)
A۶	(۰,۰,۶,۱)	(۰,۰,۵۴۵,۰,۹۰۹)	(-۰,۱,۰,۵,۰,۱)	(۰,۰,۶,۱)	(۰,۰,۹۱,۰,۶۳۶,۱)

گام سوم) محاسبه \tilde{R}_i و \tilde{S}_i :

اگر $\tilde{R}_i = (R_i^l, R_i^m, R_i^r)$ و $\tilde{S}_i = (S_i^l, S_i^m, S_i^r)$ باشد:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^J (\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij})$$

$$\tilde{R}_i = \max_j (\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij})$$

گام پنجم) محاسبه \tilde{Q}_i :
اگر $\tilde{Q}_i = (Q_i^l, Q_i^m, Q_i^r)$ باشد:

$$\tilde{Q}_i = v \frac{(\tilde{s}_i \ominus \tilde{s}^*)}{\tilde{s}^r - \tilde{s}^* l} \oplus (1 - v) \frac{(\tilde{R}_i \ominus \tilde{R}^*)}{\tilde{R}^r - \tilde{R}^* l}$$

که:

$$\tilde{s}^* = \min_i \tilde{s}_i$$

$$\tilde{s}^r = \max_i s_i^r$$

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i$$

$$\tilde{R}^r = \max_i R_i^r$$

پارامتر V وزنی برای بیشینه مطلوبیت گروهی است که مقدار آن می تواند بین ۰ و ۱ باشد و در این تحقیق ۰,۵ در نظر گرفته شده است.

مقادیر فازی S ، R و Q با توجه به فرمول زیر قطعی می شوند:

اگر $\tilde{N} = (l, m, r)$ باشد (\tilde{N} یک عدد فازی است).

$$Crisp(\tilde{N}) = \frac{2m+l+r}{4}$$

جدول ۴-۲۶، مقادیر فازی و قطعی S ، R و Q را نشان می دهد.

جدول ۴-۲۶. مقادیر S، R و Q

	S	Sg	R	Rg	Q	Qg
A۱	(-۰,۳۸۰,۰,۰۶۷,۰,۴۹۲)	۰,۰۶۲	(-۰,۰۶۶,۰,۰۶۷,۰,۱۷۹)	۰,۰۶۲	(-۰,۶۰۲,۰,۰۷۶,۰,۷۲۳)	۰,۰۶۸
A۲	(-۰,۳۳۵,۰,۱۷۴,۰,۵۹۹)	۰,۱۵۳	(-۰,۰۲۲,۰,۱۱۲,۰,۲۲۴)	۰,۱۰۶	(-۰,۵۱۵,۰,۱۸۷,۰,۸۳۴)	۰,۱۷۳
A۳	(-۰,۴۲۵,۰,۰۵۷,۰,۴۸۲)	۰,۰۴۳	(-۰,۰۶۶,۰,۰۲۴,۰,۱۱۸)	۰,۰۲۵	(-۰,۶۱۸,۰,۰,۰۶۱۸)	۰
A۴	(-۰,۲۶۹,۰,۳۱۳,۰,۷۳۸)	۰,۲۷۴	(-۰,۰۳۳,۰,۰۹۴,۰,۱۸۹)	۰,۰۸۶	(-۰,۵۰۹,۰,۲۰۶,۰,۸۲۳)	۰,۱۸۱
A۵	(-۰,۰۳۶,۰,۵۶۸,۰,۹۹۳)	۰,۵۲۳	(۰,۰۱۷,۰,۱۲۸,۰,۲۲۴)	۰,۱۲۴	(-۰,۳۴۷,۰,۳۵۰,۰,۹۷)	۰,۳۳۱
A۶	(-۰,۰۰۶,۰,۵۹۸,۱,۰۲۴)	۰,۵۵۴	(۰,۰۱۷,۰,۱۴۲,۰,۲۳۶)	۰,۱۳۴	(-۰,۳۳۶,۰,۳۸۲,۱)	۰,۳۵۷

گام ششم) رتبه بندی نزولی S، R و Q گزینه‌ها

در این گام گزینه‌ها بر اساس مقادیر S، R و Q رتبه‌بندی می‌شوند. جدول ۴-۲۷، رتبه‌بندی گزینه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۲۷. رتبه گزینه‌ها بر اساس S، R و Q

	R	S	Q
A۱	۲	۲	۲
A۲	۴	۳	۳
A۳	۱	۱	۱
A۴	۳	۴	۴
A۵	۵	۵	۵
A۶	۶	۶	۶

گام هفتم) تعیین جواب نهایی

در این مرحله با توجه به مقادیر S، R و Q مربوط به گزینه‌ها که به صورت نزولی مرتب می‌شوند (جدول ۴-۲۷) تصمیم‌گیری می‌کنیم. برای تصمیم‌گیری دو شرط بررسی و بر اساس این دو شرط، سه حالت به وجود می‌آید که بر اساس آن تصمیم گرفته می‌شود:

شرط ۱: شرط مزیت قابل قبول

اگر $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(n)}$ به ترتیب اولین، دومین و بدترین گزینه بر اساس مقدار Q باشد و n بیانگر تعداد گزینه‌ها باشد، رابطه زیر برقرار باشد:

$$Q(A^{(1)}) - Q(A^{(n)}) \geq 1/n - 1$$

شرط ۲: شرط ثبات قابل قبول در تصمیم‌گیری
گزینه $A^{(1)}$ باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S به عنوان رتبه برتر شناخته شود. در این صورت حالت‌هایی که پیش می‌آید:
حالت اول: زمانی که شرط اول برقرار نباشد، مجموعه‌ای از گزینه‌ها به صورت زیر به عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند:

$$A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(M)} = \text{گزینه های برتر}$$

بیشترین مقدار M با توجه به رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Q(A^{(M)}) - Q(A^{(1)}) < 1/n - 1$$

حالت دوم: زمانی که تنها شرط دوم برقرار نباشد، دو گزینه $A^{(1)}$ و $A^{(2)}$ به عنوان گزینه-های برتر انتخاب می‌شوند.

حالت سوم: اگر هر دو شرط برقرار بود، رتبه‌بندی براساس Q خواهد بود. (به صورت کاهشی: هر چه Q کمتر باشد آن گزینه بهتر است)
با توجه به آن‌چه گفته شد گزینه‌های نهایی با توجه به حالت سوم تعیین می‌شود که عبارتند از (جدول ۴-۲۸):

جدول ۴-۲۸. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها بر اساس تکنیک ویکور فازی

رتبه	نام گزینه‌ها	گزینه‌ها
۱	ایمنی تأسیسات الکتریکی	A۳
۲	ایمنی تأسیسات مکانیکی	A۱
۳	ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	A۲
۴	تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	A۴
۵	سیستم اعلام‌کننده	A۵
۶	عوامل حفاظتی	A۶

۳) تکنیک آراس فازی

برای انجام ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها در این تکنیک، از عبارات کلامی در جدول ۴-۲۹ استفاده گردیده است. عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر با آن‌ها در جدول ۴-۲۹ نشان داده شده است.

جدول ۴-۲۹. طیف اعداد فازی و عبارت کلامی

عبارت کلامی	طیف اعداد فازی	عدد مربوط به هر طیف فازی
خیلی ضعیف	(۰,۵,۱,۱,۵)	۱
ضعیف	(۱,۵,۲,۲,۵)	۲
متوسط	(۲,۵,۳,۳,۵)	۳
خوب	(۳,۵,۴,۴,۵)	۴
خیلی خوب	(۴,۵,۵,۵,۵)	۵

وزن معیارهای به‌دست آمده از تکنیک تحلیل شبکه فازی به شرح جدول ۴-۳۰ است که به اعداد فازی تبدیل شده‌اند.

جدول ۴-۳۰. تبدیل وزن معیارهای به دست آمده از تکنیک تحلیل شبکه فازی به اعداد فازی

گزینه‌ها	وزن گزینه‌ها	L	M	U
C۱	۰,۲۳۶	۰,۱۷۷	۰,۲۳۶	۰,۲۹۵
C۲	۰,۱۸۱	۰,۱۳۶	۰,۱۸۱	۰,۲۲۶
C۳	۰,۲۲۴	۰,۱۶۸	۰,۲۲۴	۰,۲۸۰
C۴	۰,۲۱۴	۰,۱۶۱	۰,۲۱۴	۰,۲۶۸
C۵	۰,۱۸۵	۰,۱۳۹	۰,۱۸۵	۰,۲۳۱

در ادامه به یافته‌های مراحل تکنیک آراس فازی جهت رتبه‌بندی گزینه‌های مورد مطالعه می‌پردازیم.

- گام اول) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی ارزیابی گزینه‌ها:** این ماتریس در جدول ۴-۳۱ نشان داده شده است. در ادامه باید برآیند نظرات خبرگان گرفته شود که در جدول ۴-۳۲ نشان داده شده است. برای مثال، نحوه برآیند نظرات خبرگان به شرح زیر است:
- برای تعیین آلفا از نمرات آلفایی (حد پایین) که پنج تصمیم‌گیرنده برای کارایی گزینه اول در معیار اول مشخص کرده‌اند، کوچک‌ترین را انتخاب می‌کنیم.
 - برای تعیین گاما از نمرات گامایی (حد بالا) که پنج تصمیم‌گیرنده برای کارایی گزینه اول در معیار اول مشخص کرده‌اند، بزرگ‌ترین را انتخاب می‌کنیم.
 - برای تعیین بتا از نمرات بتایی (حد متوسط) که پنج تصمیم‌گیرنده برای کارایی گزینه اول در معیار اول مشخص کرده‌اند، میانگین هندسی می‌گیریم.

گام دوم) تعیین مقدار بهینه هر معیار: بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، گام بعدی در این روش تعیین مقدار بهینه هر معیار است (جدول ۴-۳۳). اگر مقدار بهینه معیار j برای تصمیم‌گیرندگان مشخص نبود آن‌گاه:

اگر مقدار بیشینه (ماکزیمم) برتری داشت:

$$x_{.j} = \max_i x_{ij}$$

و چنانچه مقدار کمینه (مینیمم) برتری داشت:

$$x_{.j} = \max_i x_{ij}^*$$

جدول ۴-۳۱. ماتریس تصمیم فازی

Criterion	Decision maker	Alternatives																		Criterion weight (FANP Method)
		A۱			A۲			A۳			A۴			A۵			A۶			
		l	M	u	l	M	u	l	M	u	L	m	u	l	m	U	L	m	U	
C۱	D۱	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۰,۲۳۶
	D۲	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۳	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۴	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۵	۱,۵	۲	۲,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۶	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۷	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۸	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۹	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
C۲	D۱	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۰,۱۸۱
	D۲	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	

	D۳	۳,۵	۴	۴,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۴	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۵	۳,۵	۴	۴,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۶	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۱,۵	۲	۲,۵	
	D۷	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۸	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۹	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۲,۵	۳	۳,۵	
C۳	D۱	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۰,۲۲۴
	D۲	۱,۵	۲	۲,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۱,۵	۲	۲,۵	
	D۳	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	
	D۴	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۶	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۰,۲۱۴
	D۷	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۸	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۹	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۲,۵	۳	۳,۵	

Cf	D۱	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۴,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	
	D۲	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۳	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۲	۲,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۴	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۵	۱,۵	۲	۲,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۶	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۷	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۸	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۹	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
C۵	D۱	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۱,۵	۲	۲,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	•,۱۸۵
	D۲	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۳	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۴	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	
	D۶	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۷	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	

	D۸	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۴,۵	۵	۵,۵	
	D۹	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۳,۵	۴	۴,۵	۴,۵	۵	۵,۵	۲,۵	۳	۳,۵	۳,۵	۴	۴,۵	

جدول ۴-۳۲. ماتریس تصمیم‌گیری فازی (میانگین نظرات خبرگان)

Criterion/ Alternative	A۱			A۲			A۳			A۴			A۵			A۶			Criterion weight (FANP Method)		
	L	m	u	l	m	U	l	m	u	l	m	u	l	M	U	l	m	U	L	m	U
C _۱	۱,۵۰۰	۳,۸۶۴	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۳,۹۸۹	۵,۵۰۰	۳,۵۰۰	۴,۲۰۳	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۱۴۳	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۰۴۲	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۲۷۸	۵,۵۰۰	۰,۱۷۷	۰,۲۳۶	۰,۲۹۵
C _۲	۲,۵۰۰	۴,۰۹۰	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۳,۸۶۴	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۳۰۹	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۲۷۸	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۱۴۳	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۴,۴۱۷	۵,۵۰۰	۰,۱۳۶	۰,۱۸۱	۰,۲۱۶
C _۳	۱,۵۰۰	۳,۹۶۱	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۳,۷۶۹	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۲۰۳	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۴,۱۱۳	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۴,۱۴۳	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۴,۴۱۷	۵,۵۰۰	۰,۱۶۸	۰,۲۲۴	۰,۲۸۰
C _۴	۱,۵۰۰	۳,۸۶۴	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۳,۴۹۰	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۰۷۱	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۴,۲۷۸	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۰۱۳	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۵۲۸	۵,۵۰۰	۰,۱۶۱	۰,۲۱۴	۰,۲۶۸
C _۵	۲,۵۰۰	۳,۹۶۱	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۳,۴۹۰	۵,۵۰۰	۳,۵۰۰	۴,۱۷۳	۵,۵۰۰	۱,۵۰۰	۴,۳۸۵	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۰۱۳	۵,۵۰۰	۲,۵۰۰	۴,۴۱۷	۵,۵۰۰	۰,۱۳۹	۰,۱۸۵	۰,۲۳۱

جدول ۴-۳۳. ماتریس تصمیم‌گیری فازی تغییر یافته

Criterion/ Alternative	A _۱	A _۱			A _۲			A _۳			A _۴			A _۵			A _۶			Total			Criterion weight (FANP Method)		
		l	m	U	l	M	l	m	U	u	l	m	u	L	M	U	l	M	u	l	M	U	l	m	U
C _۱	۰,۶۶۷	۰,۶۶۷	۰,۲۵۹	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۵۱	۰,۱۸۲	۰,۲۸۶	۰,۲۳۸	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۴۱	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۴۸	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۳۴	۰,۱۸۲	۳,۴۸۶	۲,۱۳۷	۱,۷۵۸	۰,۱۷۷	۰,۲۳۶	۰,۲۹۵
C _۲	۰,۶۶۷	۰,۴۰۰	۰,۲۴۵	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۵۹	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۳۲	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۳۴	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۴۱	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۲۶	۰,۱۸۲	۳,۶۰۰	۲,۱۰۴	۱,۷۵۸	۰,۱۳۶	۰,۱۷۱	۰,۲۲۶
C _۳	۰,۶۶۷	۰,۶۶۷	۰,۲۵۲	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۶۵	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۳۸	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۴۰	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۴۱	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۲۶	۰,۱۸۲	۴,۱۳۳	۲,۱۳۰	۱,۷۵۸	۰,۱۶۱	۰,۲۲۴	۰,۲۷۰
C _۴	۰,۶۶۷	۰,۶۶۷	۰,۲۵۹	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۸۷	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۴۶	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۳۴	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۴۹	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۲۱	۰,۱۸۲	۳,۸۶۷	۲,۱۶۱	۱,۷۵۸	۰,۱۶۱	۰,۲۱۴	۰,۲۶۰
C _۵	۰,۶۶۷	۰,۴۰۰	۰,۲۵۲	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۸۷	۰,۱۸۲	۰,۲۸۶	۰,۲۴۰	۰,۱۸۲	۰,۶۶۷	۰,۲۲۸	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۴۹	۰,۱۸۲	۰,۴۰۰	۰,۲۲۶	۰,۱۸۲	۳,۲۱۹	۲,۱۴۹	۱,۷۵۸	۰,۱۳۹	۰,۱۷۱	۰,۲۳۱

گام سوم) محاسبه ماتریس تصمیم نرمال فازی: در این گام مقادیر اولیه همه معیارها نرمال می‌شود. مقادیر \bar{x}_{ij} که با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌گردد، ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده \bar{X} را معین می‌کند.

معیاری که ارزش مورد نظر (ترجیحی) آن بیشینه است، به شکل زیر نرمال می‌شود:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$$

معیاری که ارزش ترجیحی آن کمینه است، با استفاده از گام زیر نرمال می‌شود:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*} ; \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$$

جدول ۴-۳۴، مقادیر نرمالیزه شده فازی ماتریس تصمیم را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۳۴. ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه شده

Criterion/ Alternative	A۰			A۱			A۲			A۳			A۴			A۵			A۶			Criterion weight (FANP Method)		
	l	m	u	l	m	U	l	m	u	l	m	u	L	m	U	l	m	u	l	M	u	l	m	U
C۱	۰,۳۷۹	۰,۳۱۲	۰,۱۹۱	۰,۳۷۹	۰,۱۲۱	۰,۰۵۲	۰,۳۷۹	۰,۱۱۷	۰,۰۵۲	۰,۱۶۳	۰,۱۱۱	۰,۰۵۲	۰,۲۷۹	۰,۱۱۳	۰,۰۵۲	۰,۲۷۹	۰,۱۱۶	۰,۰۵۲	۰,۲۷۹	۰,۱۰۹	۰,۰۵۲	۰,۱۸۱	۰,۳۳۶	۰,۲۹۵
C۲	۰,۳۷۹	۰,۳۱۷	۰,۱۸۵	۰,۲۲۸	۰,۱۱۶	۰,۰۵۱	۰,۳۷۹	۰,۱۳۳	۰,۰۵۱	۰,۲۲۸	۰,۱۱۰	۰,۰۵۱	۰,۲۷۹	۰,۱۱۱	۰,۰۵۱	۰,۲۲۸	۰,۱۱۵	۰,۰۵۱	۰,۳۷۹	۰,۱۰۸	۰,۰۵۱	۰,۱۳۶	۰,۱۸۱	۰,۲۲۶
C۳	۰,۳۷۹	۰,۳۱۳	۰,۱۶۱	۰,۳۷۹	۰,۱۱۹	۰,۰۴۴	۰,۲۲۸	۰,۱۲۵	۰,۰۴۴	۰,۲۲۸	۰,۱۱۲	۰,۰۴۴	۰,۳۷۹	۰,۱۱۳	۰,۰۴۴	۰,۳۷۹	۰,۱۱۳	۰,۰۴۴	۰,۳۷۹	۰,۱۰۶	۰,۰۴۴	۰,۱۶۱	۰,۲۲۴	۰,۲۸۰
C۴	۰,۳۷۹	۰,۳۰۸	۰,۱۷۲	۰,۳۷۹	۰,۱۲۰	۰,۰۴۷	۰,۳۷۹	۰,۱۳۳	۰,۰۴۷	۰,۲۲۸	۰,۱۱۴	۰,۰۴۷	۰,۳۷۹	۰,۱۰۷	۰,۰۴۷	۰,۲۲۸	۰,۱۱۵	۰,۰۴۷	۰,۲۲۸	۰,۱۰۲	۰,۰۴۷	۰,۱۶۱	۰,۲۱۴	۰,۲۶۶
C۵	۰,۳۷۹	۰,۳۱۰	۰,۲۰۷	۰,۲۲۸	۰,۱۱۷	۰,۰۵۶	۰,۲۲۸	۰,۱۳۳	۰,۰۵۶	۰,۱۶۳	۰,۱۱۲	۰,۰۵۶	۰,۳۷۹	۰,۱۰۶	۰,۰۵۶	۰,۲۲۸	۰,۱۱۶	۰,۰۵۶	۰,۲۲۸	۰,۱۰۵	۰,۰۵۶	۰,۱۳۹	۰,۱۸۵	۰,۲۳۱

گام چهارم) محاسبه ماتریس تصمیم نرمال شده وزن دار فازی: این گام تعریف (معین کردن) ماتریس نرمال وزن دار شده فازی، \tilde{X} است. جدول ۴-۳۵، ماتریس تصمیم نرمال شده موزون فازی را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۳۵. ماتریس تصمیم نرمال شده موزون فازی

Criterion/ Alternative	A۰			A۱			A۲			A۳			A۴			A۵			A۶		
	l	m	u	l	m	U	l	m	u	L	M	u	L	m	u	l	m	u	l	M	u
C۱	۰.۰۶۷	۰.۰۷۴	۰.۰۵۶	۰.۰۶۷	۰.۰۲۹	۰.۰۱۵	۰.۰۶۷	۰.۰۲۸	۰.۰۱۵	۰.۰۲۹	۰.۰۲۶	۰.۰۱۵	۰.۰۴۰	۰.۰۲۷	۰.۰۱۵	۰.۰۴۰	۰.۰۲۷	۰.۰۱۵	۰.۰۴۰	۰.۰۲۶	۰.۰۱۵
C۲	۰.۰۵۱	۰.۰۵۷	۰.۰۴۲	۰.۰۳۱	۰.۰۲۱	۰.۰۱۱	۰.۰۵۱	۰.۰۲۲	۰.۰۱۱	۰.۰۳۱	۰.۰۲۰	۰.۰۱۱	۰.۰۳۱	۰.۰۲۰	۰.۰۱۱	۰.۰۳۱	۰.۰۲۱	۰.۰۱۱	۰.۰۵۱	۰.۰۱۹	۰.۰۱۱
C۳	۰.۰۶۴	۰.۰۷۰	۰.۰۴۵	۰.۰۶۴	۰.۰۲۷	۰.۰۱۲	۰.۰۳۸	۰.۰۲۸	۰.۰۱۲	۰.۰۳۸	۰.۰۲۵	۰.۰۱۲	۰.۰۶۴	۰.۰۲۵	۰.۰۱۲	۰.۰۶۴	۰.۰۲۵	۰.۰۱۲	۰.۰۶۴	۰.۰۲۴	۰.۰۱۲
C۴	۰.۰۶۱	۰.۰۶۶	۰.۰۴۶	۰.۰۶۱	۰.۰۲۶	۰.۰۱۳	۰.۰۶۱	۰.۰۲۸	۰.۰۱۳	۰.۰۳۷	۰.۰۲۴	۰.۰۱۳	۰.۰۶۱	۰.۰۲۳	۰.۰۱۳	۰.۰۳۷	۰.۰۲۵	۰.۰۱۳	۰.۰۳۷	۰.۰۲۲	۰.۰۱۳
C۵	۰.۰۵۳	۰.۰۵۷	۰.۰۴۷	۰.۰۳۲	۰.۰۲۲	۰.۰۱۳	۰.۰۳۲	۰.۰۲۵	۰.۰۱۳	۰.۰۲۳	۰.۰۲۱	۰.۰۱۳	۰.۰۵۳	۰.۰۲۰	۰.۰۱۳	۰.۰۳۲	۰.۰۲۱	۰.۰۱۳	۰.۰۳۲	۰.۰۱۹	۰.۰۱۳
S۱	۰.۲۹۶	۰.۳۲۵	۰.۳۳۷	۰.۲۵۴	۰.۱۲۴	۰.۰۶۵	۰.۲۴۹	۰.۱۳۱	۰.۰۶۵	۰.۱۵۷	۰.۱۱۶	۰.۰۶۵	۰.۲۴۱	۰.۱۱۵	۰.۰۶۵	۰.۲۰۳	۰.۱۲۰	۰.۰۶۵	۰.۲۲۴	۰.۱۱۰	۰.۰۶۵

گام پنجم) تعیین مقادیر بهینه برای هر گزینه

تعیین مقادیر تابع بهینگی برای هر گزینه می‌تواند به صورت مجموع مقادیر نرمال وزن‌دار به روش زیر محاسبه گردد.

$$s_i = \sum_{j=1}^n \widehat{x}_{ij} ; i = \overline{1, m}$$

که در آن S_i مقدار بهینه تابع به ازای گزینه‌ی i ام است.

گام ششم) محاسبه درجه مطلوبیت هر گزینه: درجه مطلوبیت هر گزینه (آلترناتیو) به وسیله مقایسه متغیر با حالت ایده‌آل یعنی S_0 مشخص می‌گردد. معادله مورد استفاده برای محاسبه درجه مطلوبیت K_i از یک گزینه a_i به صورت زیر است:

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} ; i = \overline{1, m}$$

که در آن S_0 و S_i مقادیر بهینه معیار، به دست آمده از معادله است.

گام هفتم: رتبه‌بندی گزینه‌ها و یا انتخاب مؤثرترین آن‌ها: گزینه‌های مطرح شده با غربالگری K_i ها رتبه‌بندی می‌گردد. گزینه با مقدار بزرگ‌تر K_i برتری و رتبه بیش‌تری دارد و گزینه با بزرگ‌ترین مقدار K_i در بهترین مکان و رتبه قرار دارد. بنابراین انتخاب بهترین گزینه با استفاده از فرمول زیر صورت می‌پذیرد.

: $i=1, 2, \dots, m$.

$$\{A_i | \max_i K_i\} A^* =$$

نتایج به دست آمده از تکنیک آراس فازی به منظور رتبه بندی گزینه ها، در جداول ۴-۳۶ و ۴-۳۷ آمده است.

جدول ۴-۳۶. نتایج حل تکنیک آراس فازی

	Si			Defuzzify Si	Ki	Ranking by Ki
	L	M	U			
S _۱	۰,۲۵۴	۰,۱۲۴	۰,۰۶۵	۰,۱۴۸	۰,۵۱۶	۲
S _۲	۰,۲۴۹	۰,۱۳۱	۰,۰۶۵	۰,۱۴۸	۰,۵۱۹	۱
S _۳	۰,۱۵۷	۰,۱۱۶	۰,۰۶۵	۰,۱۱۳	۰,۳۹۴	۶
S _۴	۰,۲۴۸	۰,۱۱۵	۰,۰۶۵	۰,۱۴۳	۰,۴۹۹	۳
S _۵	۰,۲۰۳	۰,۱۲۰	۰,۰۶۵	۰,۱۲۹	۰,۴۵۲	۵
S _۶	۰,۲۲۴	۰,۱۱۰	۰,۰۶۵	۰,۱۳۳	۰,۴۶۵	۴
S _۰	۰,۲۹۶	۰,۳۲۵	۰,۲۳۷	۰,۲۸۶	۱,۰۰۰	----

جدول ۴-۳۷. رتبه بندی نهایی گزینه ها بر اساس تکنیک آراس فازی

رتبه	شرح گزینه ها	گزینه ها
۱	ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	A _۲
۲	ایمنی تأسیسات مکانیکی	A _۱
۳	تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	A _۴
۴	عوامل حفاظتی	A _۶
۵	سیستم اعلام کننده	A _۵
۶	ایمنی تأسیسات الکتریکی	A _۳

(۴) کوپراس فازی

برای انجام ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها در این تکنیک، از عبارات کلامی در جدول ۴-۳۸ استفاده گردیده است. عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر با آن‌ها در جدول ۴-۳۸ نشان داده شده است.

جدول ۴-۳۸. طیف اعداد فازی و عبارت کلامی

عبارات کلامی	l	m	u
(VL) خیلی کم	۰	۰	۰,۱
(L) کم	۰	۰,۱	۰,۳
(ML) نسبتاً متوسط	۰,۱	۰,۳	۰,۵
(M) متوسط	۰,۳	۰,۵	۰,۷
(MH) نسبتاً بالا	۰,۵	۰,۷	۰,۹
(H) بالا	۰,۷	۰,۹	۱
(VH) خیلی بالا	۰,۹	۱	۱

برای وزن معیارها، از اوزان به‌دست آمده از تکنیک تحلیل شبکه فازی به شرح جدول ۴-۲۲ استفاده شده است. در ادامه به یافته‌های مراحل تکنیک کوپراس فازی جهت رتبه‌بندی گزینه‌های مورد مطالعه می‌پردازیم.

گام اول) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی: این ماتریس در جدول ۴-۳۹ نشان داده شده است. در ادامه باید میانگین حسابی نظرات خبرگان گرفته شود که در جدول ۴-۴۰ نشان داده شده است.

جدول ۴-۳۹. ماتریس تصمیم‌گیری فازی

معیار		C۱			C۲			C۳			C۴			C۵		
جهت معیار		-			-			-			-			-		
تصمیم‌گیرنده	گزینه‌ها	l	m	u	l	m	u	l	M	u	l	M	u	l	m	u
DM۱	A۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۲	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱
	A۳	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱
	A۴	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۶	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۷	۰,۹	۱
DM۲	A۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۷	۰,۹	۱
	A۲	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱
	A۳	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱
	A۴	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۶	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۷	۰,۹	۱
DM۳	A۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱
	A۲	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱
	A۳	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱
	A۴	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱
	A۶	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۷	۰,۹	۱
DM۴	A۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۲	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱
	A۳	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱
	A۴	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۶	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۷	۰,۹	۱
DM۵	A۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱
	A۲	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱
	A۳	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱
	A۴	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱
	A۶	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۷	۰,۹	۱
DM۶	A۱	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵

	A۲	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۳	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۴	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵
	A۵	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۶	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹
DM۷	A۱	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵
	A۲	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۳	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۴	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۶	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵
DM۸	A۱	۰,۹	۱	۱	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۲	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۳	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۴	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۹	۱	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۶	۰,۹	۱	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵
DM۹	A۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۲	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹
	A۳	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۴	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۹	۱	۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۵	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷
	A۶	۰,۹	۱	۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۷	۰,۹	۱	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۰,۱	۰,۳	۰,۵

جدول ۴-۴۰. ماتریس تصمیم‌گیری فازی (میانگین نظرات خبرگان)

معیار		C۱			C۲			C۳			C۴			C۵		
جهت معیار		-			-			-			-			-		
تصمیم- گیرنده	گزینه- ها	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	U
DM۱	A۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱
		۳	۶	۸	۱	۳	۶	۱	۳	۶	۳	۶	۸	۶	۸	۰
	A۲	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۶	۸	۰	۸	۰	۱	۰	۱	۱
	A۳	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۰	۱	۱	۶	۸	۰	۶	۸	۰	۰	۱	۱	۸	۰	۱
DM۲	A۴	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۱	۳	۶	۳	۶	۸	۱	۳	۶	۰	۱	۱	۸	۰	۱
	A۵	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۶	۸	۰	۶	۸	۰	۳	۶	۸
	A۶	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۳	۶	۸	۳	۶	۸	۳	۶	۸	۳	۶	۸	۸	۰	۱
DM۳	A۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۱	۳	۶	۱	۳	۶	۳	۶	۸	۸	۰	۱
	A۲	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۶	۸	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱
	A۳	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱
		۰	۱	۱	۶	۸	۰	۶	۸	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱
DM۴	A۴	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۱	۳	۶	۰	۱	۱	۸	۰	۱
	A۵	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۶	۸	۰	۶	۸	۰	۶	۸	۰
	A۶	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۶	۸	۰	۳	۶	۸	۸	۰	۱
DM۵	A۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۱	۳	۶	۱	۳	۶	۶	۸	۰	۸	۰	۱
	A۲	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۸	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱
	A۳	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱
		۰	۱	۱	۸	۰	۱	۶	۸	۰	۸	۰	۱	۰	۱	۱
DM۶	A۴	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱
		۸	۰	۱	۶	۸	۰	۱	۳	۶	۰	۱	۱	۶	۸	۰
	A۵	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۱	۳	۶	۸	۰	۱	۶	۸	۰	۸	۰	۱
	A۶	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۶	۸	۰	۸	۰	۱	۸	۰	۱
DM۷	A۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱
		۶	۸	۰	۱	۳	۶	۱	۳	۶	۶	۸	۰	۶	۸	۰

		A ₂	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{1}$	0	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$
		A ₃	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$
		A ₄	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$
		A ₅	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0
		A ₆	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$
DM ₀	A ₁	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	1	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₂	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	0	1	1	0	1	1	
	A ₃	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	0	1	1	0	1	1	
	A ₄	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	0	1	1	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₅	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₆	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
DM ₆	A ₁	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₂	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	0	1	1	0	1	1	
	A ₃	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	0	1	1	0	1	1	
	A ₄	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	0	1	1	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₅	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₆	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
DM _v	A ₁	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₂	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	0	1	1	0	1	1	
	A ₃	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	0	1	1	0	1	1	
	A ₄	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	0	1	1	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₅	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	
	A ₆	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	1	3	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{6}$	

		۶	۸	۰	۳	۶	۸	۳	۶	۸	۶	۸	۰	۱	۳	۶
DM _۸	A _۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۲	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱
	A _۳	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۴	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۵	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۶	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
DM _۹	A _۱	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۲	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱
	A _۳	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۴	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۵	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
	A _۶	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰
		۱,۸	۲,۱	۲,۳	۱,۵	۱,۸	۲,۱	۱,۷	۲,۰	۲,۲	۱,۹	۲,۱	۲,۳	۱,۷	۲,۰	۲,۲
		۸	۴	۳	۳	۸	۵	۴	۳	۴	۴	۸	۴	۹	۷	۶

گام دوم) محاسبه ماتریس بی‌مقیاس

در این گام برای بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم (ماتریس ۴-۴۱) از رابطه زیر استفاده شده

است.

$$\bar{D} = [\bar{d}_{1j}, \bar{d}_{2j}, \bar{d}_{3j}], \text{ Where } \bar{d}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k \bar{q}_k \bar{d}_{ij}^k}{\sum_{k=1}^k \bar{q}_k}$$

$$\bar{d}_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m d_{ij}}} \quad (1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n)$$

جدول ۴-۴۱. بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم

معیار		C۱			C۲			C۳			C۴			C۵		
جهت معیار		-			-			-			-			-		
تصمیم گیرنده	گزینه ها	l	m	u	l	m	u	l	M	u	l	m	u	l	m	u
DM۱	A۱	۰.۰۱۸	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۰۷	۰.۰۱۸	۰.۰۲۶	۰.۰۰۶	۰.۰۱۶	۰.۰۲۵	۰.۰۱۷	۰.۰۲۵	۰.۰۳۳	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴
	A۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۲	۰.۰۲۱	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴	۰.۰۴۰	۰.۰۴۵	۰.۰۴۷	۰.۰۵۵	۰.۰۵۳	۰.۰۶۰
	A۳	۰.۰۵۳	۰.۰۵۱	۰.۰۴۷	۰.۰۳۶	۰.۰۴۱	۰.۰۴۶	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴	۰.۰۵۱	۰.۰۵۰	۰.۰۴۷	۰.۰۴۳	۰.۰۴۷	۰.۰۴۹
	A۴	۰.۰۰۶	۰.۰۱۵	۰.۰۲۴	۰.۰۲۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۰۶	۰.۰۱۶	۰.۰۲۵	۰.۰۵۱	۰.۰۵۰	۰.۰۴۷	۰.۰۴۳	۰.۰۴۷	۰.۰۴۹
	A۵	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۲	۰.۰۲۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴	۰.۰۲۷	۰.۰۳۵	۰.۰۴۲	۰.۰۳۱	۰.۰۲۷	۰.۰۳۴
	A۶	۰.۰۱۷	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۲۱	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۱۰	۰.۰۲۷	۰.۰۳۴	۰.۰۱۷	۰.۰۲۵	۰.۰۳۳	۰.۰۴۳	۰.۰۴۷	۰.۰۴۹
DM۲	A۱	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۲	۰.۰۰۷	۰.۰۱۸	۰.۰۲۶	۰.۰۰۶	۰.۰۱۶	۰.۰۲۵	۰.۰۱۷	۰.۰۲۵	۰.۰۳۳	۰.۰۴۳	۰.۰۴۷	۰.۰۴۹
	A۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۲	۰.۰۲۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴	۰.۰۵۱	۰.۰۵۰	۰.۰۴۷	۰.۰۵۵	۰.۰۵۳	۰.۰۶۰
	A۳	۰.۰۵۳	۰.۰۵۱	۰.۰۴۷	۰.۰۳۶	۰.۰۴۱	۰.۰۴۶	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴	۰.۰۵۱	۰.۰۵۰	۰.۰۴۷	۰.۰۵۵	۰.۰۵۳	۰.۰۶۰
	A۴	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۲	۰.۰۲۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۰۶	۰.۰۱۶	۰.۰۲۵	۰.۰۵۱	۰.۰۵۰	۰.۰۴۷	۰.۰۴۳	۰.۰۴۷	۰.۰۴۹
	A۵	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۲	۰.۰۲۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴	۰.۰۲۷	۰.۰۳۵	۰.۰۴۲	۰.۰۳۱	۰.۰۲۷	۰.۰۳۴
	A۶	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۴۲	۰.۰۲۲	۰.۰۲۹	۰.۰۳۶	۰.۰۳۱	۰.۰۳۷	۰.۰۴۴	۰.۰۱۷	۰.۰۲۵	۰.۰۳۳	۰.۰۴۳	۰.۰۴۷	۰.۰۴۹

[illegible]

گام سوم) دیفازی کردن ماتریس بی‌مقیاس

در این گام، برای دیفازی کردن ماتریس بی‌مقیاس (ماتریس ۴-۴۲) و تبدیل آن به اعداد قطعی از طریق رابطه زیر محاسبات انجام شده است.

$$w_j = \frac{[(w_r - w_1) - (w_r - w_1)]}{3} + w_1$$

جدول ۴-۴۲. دیفازی کردن ماتریس بی‌مقیاس

معیار		C۱	C۲	C۳	C۴	C۵
تصمیم گیرنده	گزینه ها					
DM۱	A۱	۰,۰۲۰	۰,۰۱۰	۰,۰۰۹	۰,۰۲۰	۰,۰۳۳
	A۲	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۴۰	۰,۰۵۴
	A۳	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۴۳
	A۴	۰,۰۰۹	۰,۰۲۴	۰,۰۰۹	۰,۰۵۰	۰,۰۴۳
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۲۱
	A۶	۰,۰۲۰	۰,۰۲۴	۰,۰۲۱	۰,۰۲۰	۰,۰۴۳
DM۲	A۱	۰,۰۳۱	۰,۰۱۰	۰,۰۰۹	۰,۰۲۰	۰,۰۴۳
	A۲	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۵۴
	A۳	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۵۴
	A۴	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۰۹	۰,۰۵۰	۰,۰۴۳
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۶	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۲۰	۰,۰۴۳
DM۳	A۱	۰,۰۳۱	۰,۰۱۰	۰,۰۰۹	۰,۰۳۱	۰,۰۴۳
	A۲	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۴۴	۰,۰۵۰	۰,۰۵۴
	A۳	۰,۰۵۱	۰,۰۵۰	۰,۰۳۴	۰,۰۴۰	۰,۰۵۴
	A۴	۰,۰۴۱	۰,۰۳۸	۰,۰۰۹	۰,۰۵۰	۰,۰۳۳
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۱۰	۰,۰۴۴	۰,۰۳۱	۰,۰۴۳
	A۶	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۴۰	۰,۰۴۳
DM۴	A۱	۰,۰۳۱	۰,۰۱۰	۰,۰۰۹	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۲	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۴۰	۰,۰۵۴

	A۳	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۵۴
	A۴	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۰۹	۰,۰۵۰	۰,۰۴۳
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۶	۰,۰۲۰	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۲۰	۰,۰۴۳
DM۵	A۱	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۰۹	۰,۰۳۱	۰,۰۴۳
	A۲	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۵۴
	A۳	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۵۴
	A۴	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۰۹	۰,۰۵۰	۰,۰۴۳
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۴۳
	A۶	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۴۴	۰,۰۲۰	۰,۰۴۳
DM۶	A۱	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۰۹
	A۲	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۵۵	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۳	۰,۰۳۱	۰,۰۶۲	۰,۰۴۴	۰,۰۵۰	۰,۰۳۳
	A۴	۰,۰۵۱	۰,۰۵۰	۰,۰۵۵	۰,۰۳۱	۰,۰۰۹
	A۵	۰,۰۴۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۶	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۴۴	۰,۰۲۰	۰,۰۳۳
DM۷	A۱	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۰۹
	A۲	۰,۰۴۱	۰,۰۳۸	۰,۰۴۴	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۳	۰,۰۴۱	۰,۰۶۲	۰,۰۵۵	۰,۰۵۰	۰,۰۳۳
	A۴	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۵۵	۰,۰۳۱	۰,۰۰۹
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۶	۰,۰۳۱	۰,۰۲۴	۰,۰۲۱	۰,۰۳۱	۰,۰۰۹
DM۸	A۱	۰,۰۵۱	۰,۰۱۰	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۲۱
	A۲	۰,۰۴۱	۰,۰۳۸	۰,۰۵۵	۰,۰۳۱	۰,۰۳۳
	A۳	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۵۵	۰,۰۳۱	۰,۰۲۱
	A۴	۰,۰۳۱	۰,۰۱۰	۰,۰۵۵	۰,۰۵۰	۰,۰۲۱
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۴۰	۰,۰۲۱
	A۶	۰,۰۵۱	۰,۰۳۸	۰,۰۲۱	۰,۰۳۱	۰,۰۰۹
DM۹	A۱	۰,۰۴۱	۰,۰۱۰	۰,۰۳۴	۰,۰۵۰	۰,۰۲۱
	A۲	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۵۵	۰,۰۴۰	۰,۰۳۳
	A۳	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۵۵	۰,۰۴۰	۰,۰۲۱
	A۴	۰,۰۳۱	۰,۰۱۰	۰,۰۴۴	۰,۰۵۰	۰,۰۲۱
	A۵	۰,۰۳۱	۰,۰۳۸	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۰,۰۲۱
	A۶	۰,۰۵۱	۰,۰۵۰	۰,۰۴۴	۰,۰۳۱	۰,۰۰۹

گام چهارم) محاسبه ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار

در این گام، ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار (ماتریس ۴-۴۳) از طریق رابطه زیر محاسبه شده است.

$$\hat{d}_{ij} = \bar{d}_{ij} \times q_j \quad (1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n)$$

جدول ۴-۴۳. ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار

معیار		C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	
تصمیم گیرنده	گزینه‌ها						
DM _۱	A _۱	۰,۰۰۵	۰,۰۰۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۴	۰,۰۰۶	۰,۰۱۹
	A _۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۹	۰,۰۱۰	۰,۰۳۸
	A _۳	۰,۰۱۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۸	۰,۰۱۱	۰,۰۰۸	۰,۰۴۵
	A _۴	۰,۰۰۲	۰,۰۰۴	۰,۰۰۲	۰,۰۱۱	۰,۰۰۸	۰,۰۲۷
	A _۵	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۳۰
	A _۶	۰,۰۰۵	۰,۰۰۴	۰,۰۰۵	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۲۶
DM _۲	A _۱	۰,۰۰۷	۰,۰۰۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۲۳
	A _۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۱۱	۰,۰۱۰	۰,۰۴۰
	A _۳	۰,۰۱۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۸	۰,۰۱۱	۰,۰۱۰	۰,۰۴۷
	A _۴	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۲	۰,۰۱۱	۰,۰۰۸	۰,۰۳۲
	A _۵	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۷	۰,۰۰۶	۰,۰۳۲
	A _۶	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۳۱
DM _۳	A _۱	۰,۰۰۷	۰,۰۰۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۸	۰,۰۲۶
	A _۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۱۰	۰,۰۱۱	۰,۰۱۰	۰,۰۴۲
	A _۳	۰,۰۱۲	۰,۰۰۹	۰,۰۰۸	۰,۰۰۹	۰,۰۱۰	۰,۰۴۷
	A _۴	۰,۰۱۰	۰,۰۰۷	۰,۰۰۲	۰,۰۱۱	۰,۰۰۶	۰,۰۳۵
	A _۵	۰,۰۰۷	۰,۰۰۲	۰,۰۱۰	۰,۰۰۷	۰,۰۰۸	۰,۰۳۴
	A _۶	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۹	۰,۰۰۸	۰,۰۳۶
DM _۴	A _۱	۰,۰۰۷	۰,۰۰۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۶	۰,۰۲۴
	A _۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۹	۰,۰۱۰	۰,۰۳۸
	A _۳	۰,۰۱۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۸	۰,۰۱۱	۰,۰۱۰	۰,۰۴۷
	A _۴	۰,۰۰۷	۰,۰۰۷	۰,۰۰۲	۰,۰۱۱	۰,۰۰۸	۰,۰۳۵

	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ Σ
	A _ϕ	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ Σ
DM _Δ	A ₁	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ ΣΛ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ Δ0
	A _Σ	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ ΔV
	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _ϕ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
DM _ϕ	A ₁	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΔΔ
	A _Δ	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ ΔΣ
	A _Δ	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΣV
	A _ϕ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
DM _V	A ₁	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ Δ0
	A _Δ	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _ϕ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
DM _Λ	A ₁	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΔΣ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣV
	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _ϕ	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ ΣΣ
DM _Δ	A ₁	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ϕ	*,* ⁰⁰ ΔΣ
	A _Σ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ 11	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣΔ
	A _Δ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Λ	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ ΣΣ
	A _ϕ	*,* ⁰⁰ 12	*,* ⁰⁰ Δ	*,* ⁰⁰ 10	*,* ⁰⁰ V	*,* ⁰⁰ Σ	*,* ⁰⁰ ΣΔ

گام پنجم) محاسبه مجموع ارزش‌های معیار نرمال شده برای گزینه‌های با ترجیح بالاتر
مجموع ارزش‌های معیار نرمال شده برای گزینه‌های با ترجیح بالاتر از طریق رابطه زیر
حاصل شده است:

$$P_i = \sum_{j=1}^l \hat{d}_{ij}$$

گام ششم) محاسبه مجموع ارزش‌های معیار نرمال شده برای گزینه‌های با ترجیح پایین-
تر و تعیین حداقل آن‌ها
مجموع ارزش‌های معیار نرمال شده برای گزینه‌های با ترجیح پایین‌تر از طریق رابطه زیر
حاصل شده است:

$$R_i = \sum_{j=1}^m \hat{d}_{ij}$$

به‌طوری که $(m - 1)$ تعداد ارزش‌های معیارها است که باید حداقل شود.

گام هفتم) محاسبه وزن نسبی هر گزینه (معیار بهینه) و تعیین حداکثر آن‌ها
محاسبه وزن نسبی هر گزینه از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$Q_i = P_i + \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{R_i \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}}$$

گام هشتم) رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس معیار بهینه

گزینه‌ها براساس معیار بهینگی به ترتیب نزولی رتبه‌بندی شده است. سپس گزینه با بالاترین نمره به‌عنوان بهترین ترجیح انتخاب شده است.

گام نهم) محاسبه درجه مطلوبیت هر گزینه و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

محاسبه درجه مطلوبیت هر گزینه با استفاده از فرمول زیر انجام شده است و در ادامه با توجه به درصد مطلوبیت هریک از گزینه‌ها، به ترتیب نزولی رتبه‌بندی نهایی صورت گرفته است.

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \times 100$$

نتایج گام‌های پنجم تا دهم در جدول ۴-۴ نشان داده شده است.

جدول ۴-۴. نتایج نهایی رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش کوپراس فازی

شرح گزینه‌ها	کد گزینه‌ها	P	Q	N	RANK
ایمنی تأسیسات مکانیکی	A۱	۰,۲۵۸۹۹۹	۰,۲۵۸۹۹۹	۰,۶۳۹۷۷۲	۶
ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	A۲	۰,۳۵۸۶۸۸	۰,۳۵۸۶۸۸	۰,۸۱۶۰۱۹	۲
ایمنی تأسیسات الکتریکی	A۳	۰,۴۰۴۸۳۱	۰,۴۰۴۸۳۱	۱	۱
تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	A۴	۰,۳۱۵۴۱۴	۰,۳۱۵۴۱۴	۰,۷۷۹۱۲۵	۳
سیستم اعلام‌کننده	A۵	۰,۲۹۸۴۳۸	۰,۲۹۸۴۳۸	۰,۷۳۷۱۹۱	۴
عوامل حفاظتی	A۶	۰,۲۸۸۵۰۷	۰,۲۸۸۵۰۷	۰,۷۱۲۶۶	۵

(۵) روش کپلند

رتبه هریک از گزینه‌ها در تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره (ویکور فازی، آراس فازی و کوپراس فازی) در این تحقیق، به شرح جدول ۴-۵ است. برای تعیین اولویت‌بندی عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین با استفاده از روش کپلند، ماتریس مقایسه زوجی بین گزینه‌ها به‌صورت جدول ۴-۶ ایجاد شده و پس از مجموع سطری و

ستونی آراء اکثریت، تقاضل مجموع سطری و ستونی نیز محاسبه شده است. لازم به ذکر است که روش کپلند بر اساس تقاضل مجموع سطری و ستونی، گزینه‌ها را اولویت‌بندی می‌کند.

جدول ۴-۴۵. رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش‌های ویکور فازی، آراس فازی و کوپراس فازی

شرح گزینه‌ها	کد گزینه-ها	روش FVIKOR	روش FARAS	روش FCOPRAS
ایمنی تأسیسات مکانیکی	A _۱	۲	۲	۶
ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	A _۲	۳	۱	۲
ایمنی تأسیسات الکتریکی	A _۳	۱	۶	۱
تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	A _۴	۴	۳	۳
سیستم اعلام‌کننده	A _۵	۵	۵	۴
عوامل حفاظتی	A _۶	۶	۴	۵

جدول ۴-۴۶. اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش کپلند (ماتریس مقایسات زوجی)

	A _۱	A _۲	A _۳	A _۴	A _۵	A _۶	مجموع سطری	تفاضل مجموع سطری و ستونی
A _۱	-	۰	۰	۱	۱	۱	۳	۱
A _۲	۱	-	۰	۱	۱	۱	۴	۳
A _۳	۱	۱	-	۱	۱	۱	۵	۵
A _۴	۰	۰	۰	-	۱	۱	۲	-۱
A _۵	۰	۰	۰	۰	-	۱	۱	-۳
A _۶	۰	۰	۰	۰	۰	-	۰	-۵
مجموع ستونی	۲	۱	۰	۳	۴	۵	-----	-----

بر اساس نتایج به‌دست آمده از روش کپلند، ترتیب اولویت عوامل به‌صورت جدول ۴-۴۷ است.

جدول ۴-۴۷. اولویت‌بندی عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین با استفاده از روش

کپلند

مؤلفه	عوامل	اولویت
A _۱	ایمنی تأسیسات مکانیکی	۳
A _۲	ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	۲
A _۳	ایمنی تأسیسات الکتریکی	۱
A _۴	تجهیزات آتش‌نشانی (دستی و اتوماتیک)	۴
A _۵	سیستم اعلام‌کننده	۵
A _۶	عوامل حفاظتی	۶

با توجه به روش کپلند، اولویت‌بندی عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه-های سوخت بنزین به شرح زیر است:

$$A_3 > A_2 > A_1 > A_4 > A_5 > A_6$$

با توجه به نتایج استراتژی اولویت‌بندی کپلند، می‌توان نتیجه گرفت که عامل "ایمنی تأسیسات الکتریکی" نسبت به سایر عوامل از اولویت برتری برخوردار است. همچنین با توجه به نتایج جدول ۴-۴۷، می‌توان بیان نمود که عامل "عوامل حفاظتی" نسبت به سایر عوامل از اولویت کم‌تری برخوردار هستند.

نتیجه‌گیری فصل

در انتهای این فصل می‌توان بیان نمود که شش عامل "ایمنی تأسیسات مکانیکی"، "ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه"، "ایمنی تأسیسات الکتریکی"، "تجهیزات آتش‌نشانی"، "سیستم اعلام-کننده" و "عوامل حفاظتی" به‌عنوان عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین شناسایی و تأیید شده‌اند و سپس با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی اولویت‌بندی این عوامل مشخص شده است. در این راستا محقق با توجه به نتایج یافته‌های این فصل، به ارائه نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات لازم در فصل بعدی می‌پردازد.

فصل پنجم

بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات

مقدمه

در این فصل، نتایج به دست آمده در فصل قبلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در ادامه به راهکارها و پیشنهادات کاربردی و آتی و محدودیت‌های انجام تحقیق اشاره می‌گردد.

۵-۱ نتایج توصیفی پژوهش

نتایج حاصل از جداول توصیفی فصل چهارم نشان می‌دهد که:

- (۱) از نظر جنسیت، تقریباً ۸۹ درصد پاسخ‌دهندگان را مرد تشکیل می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشتر مدیران و کارشناسان ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین، مرد هستند که این امر ممکن است به دلیل وجود محیط کاری مناسب برای مردان در این مکان‌ها باشد.
- (۲) بیش‌ترین فراوانی برای سن مدیران و کارشناسان ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین در گروه سنی ۴۱ تا ۵۰ سال قرار دارد که بیانگر آن است که بیش‌تر مدیران و کارشناسان ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین دوره جوانی خود را طی کرده و کم‌تر دچار احساسات در کارشان می‌شوند. این امر را می‌توان بدین‌گونه تشریح کرد که با افزایش سن افراد، احساسی کار کردن آن‌ها نیز کاهش می‌یابد.
- (۳) از نظر سطح تحصیلات، همه مدیران و کارشناسان ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین دارای تحصیلات دانشگاهی در مقاطع مختلف هستند. همچنین ۳۲ درصد نیز دارای تحصیلات تکمیلی (فوق لیسانس و دکتری) می‌باشند و این نشان‌دهنده آن است که مدیران و کارشناسان ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین به مقوله تحصیلات توجه خاصی دارند.
- (۴) از نظر توزیع میزان سابقه کاری، بیش‌ترین درصد سابقه کاری مدیران و کارشناسان ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین، بین ۱۶ تا ۲۰ سال قرار دارد، که این امر نشان‌دهنده این است که مدیران و کارشناسان ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین دارای تجربه‌های مناسبی در زمینه کاری خود می‌باشند.

۵-۲ بررسی یافته‌های پژوهش

۵-۲-۱ پرسش اول تحقیق: عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین کدام‌اند؟

بر اساس پرسش اول تحقیق، ۶ عامل (ایمنی تأسیسات مکانیکی، ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه، ایمنی تأسیسات الکتریکی، تجهیزات آتش نشانی، سیستم اعلام‌کننده و عوامل حفاظتی) به عنوان عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین شناسایی شده است. توجیه این که چرا عامل ایمنی تأسیسات مکانیکی، جزو عامل‌های اثرگذار در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین قرار گرفته، این است که می‌توان به این موضوع اشاره نمود که اگر واحد ایمنی صنعتی جایگاه‌های سوخت بنزین به تأسیسات مکانیکی به کار گرفته شده در جایگاه توجه نداشته باشند، مطمئناً خطرات احتمالی حاصل از این عامل می‌تواند هزینه‌های جبران‌ناپذیری را برای جایگاه به همراه داشته باشد. یکی دیگر از عامل‌های شناسایی شده، ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه است. ماهیت این عامل بر مواردی که در محل ایستگاه جایگاه‌های سوخت بنزین قرار دارند، می‌باشد. مطمئناً مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت، مستلزم آن است که محل جایگاه و مواردی که در آن قرار دارد مورد توجه واقع شوند. عامل دیگر شناسایی شده مربوط به ایمنی تأسیسات الکتریکی است. در توجیه و تفسیر این عامل می‌توان به این موضوع اشاره نمود که ایمنی تأسیسات الکتریکی همیشه از الزامات اولیه هر کاری بوده است و چنانچه ایمنی مربوط به این عامل با دقت مورد توجه قرار نگیرد، به نظر می‌رسد خسارات جبران‌ناپذیری را می‌تواند به همراه داشته باشد. لذا یکی مهم‌ترین موضوعات مورد توجه در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت رسانی بنزین، توجه به ایمنی تأسیسات الکتریکی است. تجهیزات آتش-نشانی، سیستم اعلام‌کننده و عوامل حفاظتی از دیگر عامل‌های کلیدی مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین هستند. در این باره باید بیان کرد که وجود تجهیزات آتش‌نشانی به صورت دستی و اتوماتیک می‌تواند در وقوع آتش‌سوزی، از خسارات جبران‌ناپذیر وارده جلوگیری کند. همچنین وجود سیستم‌های اعلام‌کننده در جایگاه، می‌تواند اقدامات صورت گرفته در مقابل خطر را تسریع کند و جلوی خسارات بیشتر گرفته شود. در این راستا، شناخت عوامل حفاظتی از سوی کارکنان می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از خطر احتمالی داشته باشد.

۵-۲-۲ پرسش دوم تحقیق: اثربخشی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین به چه میزان است؟

نتایج به دست آمده از پرسش دوم تحقیق، اثربخشی عوامل شناسایی شده مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را تأیید می‌کند. به عبارتی نتایج نشان می‌دهد که عامل - های "ایمنی تأسیسات مکانیکی"، "ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه"، "ایمنی تأسیسات الکتریکی"، "تجهیزات آتش نشانی"، سیستم اعلام‌کننده و "عوامل حفاظتی" می‌توانند به ترتیب ۰/۶۰۴، ۰/۶۱۹، ۰/۶۳۸، ۰/۵۹۷، ۰/۶۳۰ و ۰/۶۱۹ درصد از تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را پیش‌بینی، تبیین و توجیه نمایند.

۵-۲-۳ پرسش سوم تحقیق: اولویت‌بندی هریک از عوامل مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین چگونه است؟

بر اساس نتایج به دست آمده از روش کپ‌لند، عامل "ایمنی تأسیسات الکتریکی" اولویت اول، عامل "ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه" اولویت دوم، عامل "ایمنی تأسیسات مکانیکی" اولویت سوم، عامل "تجهیزات دستی و اتوماتیک آتش‌نشانی" اولویت چهارم، عامل "سیستم اعلام‌کننده" اولویت پنجم و عامل "عوامل حفاظتی" اولویت ششم را به خود اختصاص داده است (جدول ۵-۱). این اولویت‌بندی نشان می‌دهد که عامل "ایمنی تأسیسات الکتریکی" در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین از بیش‌ترین اهمیت برخوردار است. به عبارتی می‌توان بیان نمود که لازمه موفقیت در مدیریت ریسک جایگاه سوخت بنزین در نظر گرفتن یک طرح و اجرای تأسیسات الکتریکی ایمن و پایدار است که این امر با داشتن شناخت کامل از نوع سیستم نیروی تغذیه‌کننده آن و انتخاب صحیح روش‌های ایمنی و وسایل حفاظتی و لوازم و تجهیزات به- کار رفته در تأسیسات الکتریکی امکان‌پذیر خواهد بود.

جدول ۵-۱. اولویت‌بندی عوامل کلیدی مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین

اولویت	عوامل	مؤلفه
۱	ایمنی تأسیسات الکتریکی	A۳
۲	ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه	A۲
۳	ایمنی تأسیسات مکانیکی	A۱
۴	تجهیزات آتش نشانی (دستی و اتوماتیک)	A۴
۵	سیستم اعلام‌کننده	A۵
۶	عوامل حفاظتی	A۶

۳-۵ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

امروزه عمومی‌ترین و در دسترس‌ترین بخش‌های مرتبط با صنایع شیمیایی خصوصاً صنعت نفت و مشتقات آن، جایگاه‌های سوخت‌گیری بنزین می‌باشند. اشتعال‌پذیری و قابلیت انفجار مخازن بنزین بر کسی پوشیده نیست. خصوصاً که جایگاه‌های بنزین در سطح شهرها واقع هستند و شهروندان و رانندگان زیادی به این جایگاه‌ها مراجعه می‌کنند و این امر مشخص می‌سازد که در صورت بروز حوادث احتمالی نه تنها خسارات مالی بلکه تلفات انسانی زیادی به علت واقع شدن جایگاه‌ها در سطح شهرها، محتمل است. بنابراین ارزیابی و مدیریت ریسک و ایمن‌سازی حداکثری محل جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا هدف از این پژوهش، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین در غرب کشور است.

در این پژوهش، ابتدا به شناسایی مؤلفه‌های ابتدایی مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین پرداخته شده است و پس از شناسایی مؤلفه‌ها، با به‌کارگیری تکنیک تحلیل عاملی اکتشافی، شش عامل "ایمنی تأسیسات مکانیکی"، "ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه"، "ایمنی تأسیسات الکتریکی"، "تجهیزات آتش نشانی"، "سیستم اعلام‌کننده" و "عوامل حفاظتی" به‌عنوان عوامل کلیدی مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین شناسایی شده است که با توجه به محتوای عامل‌های شناسایی شده و به کمک متخصصان حوزه ایمنی صنعتی، این عامل‌ها نام‌گذاری شده است. در ادامه با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی تأییدی به تأیید عامل‌های شناسایی شده پرداخته شده است. نتایج این آزمون حاکی از آن است که

همه عامل‌های شناسایی شده می‌توانند در تأثیرگذاری و پیش‌بینی تغییرات ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین در نظر گرفته شوند. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عامل "ایمنی تأسیسات الکتریکی" نسبت به عوامل دیگر از اولویت بالاتری برخوردار است و جایگاه‌های سوخت‌رسانی بنزین به‌منظور ارزیابی و مدیریت ریسک، علاوه بر توجه به شش عامل ذکر شده، باید در راستای مدیریت هرچه بهتر ریسک‌های مربوط به تأسیسات الکتریکی خود در بخش‌های مختلف جایگاه تلاش کند. لازم به ذکر است که اولویت‌بندی این عوامل بر اساس ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه انجام شده است و این نشان از قدرتمندی این اولویت‌بندی دارد و می‌توان با اطمینان بیش‌تری به نتایج آن توجه نمود.

۴-۵ پیشنهادات تحقیق

۴-۵-۱ پیشنهادات کاربردی

اکنون بر اساس نتایج حاصله و تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده از پرسش‌های تحقیق و نیز با توجه به عوامل شناسایی شده مؤثر در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین می‌توان برخی پیشنهاداتی را به شرح زیر ارائه داد:

- پیشنهاد می‌شود از شیرآلات ضد جرقه و ضد زنگ و سیستم آشکارساز نشت در لوله‌های زیرزمینی دارای جریان با فشار زیاد استفاده شود (مربوط به عامل ایمنی تأسیسات مکانیکی).

- پیشنهاد می‌شود از لوله گالوانیزه جهت خطوط لوله بنزین استفاده شود و لوله‌های انتقال دارای حداقل اتصالات و جوش باشند (مربوط به عامل ایمنی تأسیسات مکانیکی).

- پیشنهاد می‌شود از مصالح ضد احتراق جهت سایبان، پوشش‌های مناسب و ایده‌آل برای کف ساختمان و غیرقابل اشتعال بودن جنس دیوارها و سقف استفاده شود (مربوط به عامل ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه).

- پیشنهاد می‌شود مخازن کارکرده بیش از ۵ سال تعویض گردد (مربوط به عامل ایمنی ساختمان و ساختار جایگاه).

- پیشنهاد می‌شود از تابلو تقسیم برق استاندارد، سوئیچ‌های اضطراری و میله ترمینال و اتصال به زمین استفاده شود (مربوط به عامل ایمنی تأسیسات الکتریکی).

- پیشنهاد می‌شود کابل حامل جریان فشار قوی از بالای پمپ‌ها و برق محل جایگاه به‌صورت زیرزمینی عبور داده شود (مربوط به عامل ایمنی تأسیسات الکتریکی).
- پیشنهاد می‌شود دستگاه‌های خاموش‌کننده پودر و گاز در محوطه مخازن، ابتدا و انتهای سکوهاى عرضه سوخت و ورودی بخش‌های اداری نصب گردد (مربوط به عامل تجهیزات آتش نشانی).
- پیشنهاد می‌شود از اعلام‌کننده دستی، اتوماتیک سمعی و بصری و اتوماتیک و کاشف از نوع دودی، اشعه‌ای حرارتی کابلی، دودی خطی و لیزری استفاده گردد (مربوط به عامل سیستم اعلام‌کننده).
- پیشنهاد می‌شود کلیه کارکنان به وسایل حفاظت شخصی تجهیز شده و آموزش‌های لازم در خصوص مواجهه با آتش‌سوزی را بگذرانند (مربوط به عوامل حفاظتی).

۵-۴-۲ پیشنهادات محقق برای تحقیقات آتی

- با انجام تحقیق حاضر، علاوه بر استخراج نتایج آن، با موضوعاتی روبه‌رو شدیم که به‌منظور راهنمایی برای سایر محققان می‌توان پیشنهاد کرد:
- بررسی تأثیر عوامل کلیدی مؤثر در ارزیابی ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین بر عملکرد جایگاه
 - بررسی تأثیر عوامل کلیدی مؤثر در ارزیابی ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین بر عملکرد کارکنان
 - تدوین مدل مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین بر اساس عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی ریسک
 - بررسی میزان ریسک عوامل مؤثر در ارزیابی ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین به کمک روش FMEA
 - مقایسه روش‌های تعیین میزان ریسک عوامل مؤثر در ارزیابی ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین

۵-۵ محدودیت‌های انجام تحقیق

محدودیت‌های انجام این تحقیق عبارت‌اند از:

- ممکن است برخی از پاسخگویان، ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت بنزین را به‌طور کامل و با توجه به عامل‌های بیان شده اجرا نکرده باشند و پاسخگویان بر اساس ذهنیت خود به پرسش‌ها پاسخ داده باشند و نه بر اساس تجربه عملی.
- این تحقیق در جایگاه سوخت‌رسانی بنزین صورت گرفته است و ممکن است با توجه به تغییر جایگاه سوخت به گاز CNG، نتیجه متفاوتی حاصل شود.

منابع و مأخذ

- (۱) Sawik, T., ۲۰۱۱. Selection of supply portfolio under disruption risks. *Omega* ۳۹ (۲), ۱۹۴-۲۰۸.
- (۲) Standard AS/NZS ISO ۳۱۰۰۰:۲۰۰۹, Risk management - Principles and guidelines
- (۳) Shafieezadeh, A., Cha, E.J., Ellingwood, B.R., ۲۰۱۵. A decision framework for managing risk to airports from terrorist attack. *Risk Anal.* ۳۵ (۲), ۲۹۲-۳۰۶.
- (۴) Oke, A., Gopalakrishnan, M., ۲۰۰۹. Managing disruptions in supply chains: a case study of a retail supply chain. *Int. J. Prod. Econ.* ۱۱۸ (۱), ۱۶۸-۱۷۴.
- (۵) Wulan, M., Petrovic, D., ۲۰۱۲. A fuzzy logic based system for risk analysis and evaluation within enterprise collaborations. *Comput. Ind.* ۶۳ (۸), ۷۳۹-۷۴۸.
- (۶) Vinnem, J.E., Aven, T., Husebø, T., Seljelid, J., Tveit, O.J., ۲۰۰۶. Major hazard risk indicators for monitoring of trends in the Norwegian offshore petroleum sector. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* ۹۱ (۷), ۷۷۸-۷۹۱.
- (۷) ابدالی، علی و ناصری، رضا، (۱۳۹۰)، بسط فرآیند ریسک برای اداره فرصت‌ها، ماهنامه تدبیر، شماره ۱۳۶.
- (۸) Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V.-M., Tuominen, M., ۲۰۰۴. Risk management processes in supplier networks. *Int. J. Prod. Econ.* ۹۰ (۱), ۴۷-۵۸.
- (۹) Liu, H.C., You, J.X., Lin, Q.L., Li, H., ۲۰۱۵b. Risk assessment in system FMEA combining fuzzy weighted average with fuzzy decision-making trial and evaluation laboratory. *Int. J. Comput. Integr. Manuf.* ۲۸ (۷), ۷۰۱-۷۱۴.
- (۱۰) Heckmann, I., Comes, T., Nickel, S., ۲۰۱۵. A critical review on supply chain risk – definition, measure and modeling. *Omega* ۵۲, ۱۱۹-۱۳۲.
- (۱۱) ISO ۲۷۰۰۵, ۲۰۰۸. Information Security Risk Management. International Organization for Standardization.
- (۱۲) سلیمان نسب، زهره و خوش سیما، رضا، (۱۳۹۴)، رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر موفقیت مدیریت ریسک در صنعت بیمه با استفاده از روش پرامتی، پنجمین کنفرانس ملی و سومین کنفرانس بین‌المللی حسابداری و مدیریت.
- (۱۳) آذر، عادل، رجب زاده، علی، (۱۳۹۰). تصمیم‌گیری کاربردی، تهران، انتشارات نگاه دانش.
- (۱۴) Christopher, M., Mena, C., Khan, O., Yurt, O., ۲۰۱۱. Approaches to managing global sourcing risk. *Supply Chain Manage.: Int. J.* ۱۶ (۲), ۶۷-۸۱.

- (۱۵) Agedal, J.O., Den Braber, F., Dimitrakos, T., Gran, B.A., Raptis, D., Stolen, K., ۲۰۰۲. Model-based risk assessment to improve enterprise security. In: Enterprise Distributed Object Computing Conference, ۲۰۰۲. EDOC'۰۲. Proceedings. Sixth International. IEEE, pp. ۵۱–۶۲.
- (۱۶) Chapman, C & Ward, S., Project Risk Management (Processes, Techniques and Insights), John Wiley & Sons Ltd, ۲۰۰۳.
- (۱۷) Holzmann, R., Jørgensen, S., ۲۰۰۱. Social Risk Management: a new conceptual framework for Social Protection, and beyond. Int. Tax Pub. Finance ۸ (۴), ۵۲۹–۵۵۶.
- (۱۸) Harland, C., Brenchley, R., Walker, H., ۲۰۰۳. Risk in supply networks. J. Purchasing Supply Manage. ۹ (۲), ۵۱–۶۲.
- (۱۹) Williams R.C. ۱۹۹۶. Continuous Risk Management Guidebook. Carnegie.
- (۲۰) Greenberg, M.R., Lahr, M., Mantell, N., ۲۰۰۷. Understanding the economic costs and benefits of catastrophes and their aftermath: a review and suggestions for the U.S. federal government. Risk Anal. : Off. Publ. Soc. Risk Anal. ۲۷ (۱), ۸۳–۹۶.
- (۲۱) Ebrahim Nejad, A., Niroomand, I., Kuzgunkaya, O., ۲۰۱۴. Responsive contingency planning in supply risk management by considering congestion effects. Omega ۴۸, ۱۹–۳۵.
- (۲۲) Finch, P., ۲۰۰۴. Supply chain risk management. Supply Chain Manage.: Int. J. ۹ (۲), ۱۸۳–۱۹۶.
- (۲۳) Chopra, S., Reinhardt, G., Mohan, U., ۲۰۰۷. The importance of decoupling recurrent and disruption risks in a supply chain. Naval Res. Logist. ۵۴ (۵), ۵۴۴–۵۵۵.
- (۲۴) Kelly, D.L., Smith, C.L., ۲۰۰۹. Bayesian inference in probabilistic risk assessment – the current state of the art. Reliab. Eng. Syst. Saf. ۹۴, ۶۲۸–۶۴۳.
- (۲۵) Fera, M., Macchiaroli, R., ۲۰۱۰. Appraisal of a new risk assessment model for SME. Saf. Sci. ۴۸ (۱۰), ۱۳۶۱–۱۳۶۸.
- (۲۶) Kliem, R.L & Ludin, I.S, Reducing Project Risk, Gower Publishing, Ltd, ۱۹۹۷.
- (۲۷) Feng, N., Wang, H.J., Li, M., ۲۰۱۴. A security risk analysis model for information systems: causal relationships of risk factors and vulnerability propagation analysis. Inform. Sci.; Bus. Intell. Risk Manage. ۲۵۶, ۵۷–۷۳.
- (۲۸) Clarke, C.J., Varma, S., ۱۹۹۹. Strategic risk management: the new competitive edge. Long Range Plan. ۳۲ (۴), ۴۱۴–۴۲۴.

- (۲۹) Stamatis, D.H., ۲۰۰۳. Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. ASQC Quality Press.
- (۳۰) PMI (۲۰۰۰). A Guide to the Project Management Book of Knowledge: PMBOK (Project)
- (۳۱) Tjoa, S., Jakoubi, S., Quirchmayr, G., ۲۰۰۸. Enhancing business impact analysis and risk assessment applying a risk-aware business process modeling and simulation methodology. In: Third International Conference on Availability, Reliability and Security, pp. ۱۷۹–۱۸۶.
- (۳۲) Torabi, S.A., Baghersad, M., Mansouri, A., ۲۰۱۵. Resilient supplier selection and order lot-sizing under operational and disruption risks. *Transport. Res. Part E: Logist. Transport. Rev.* ۷۹, ۲۲–۴۸.
- (۳۳) Ou Yang, Y.P., Shieh, H.M., Tzeng, G.H., ۲۰۱۳. A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment. *Inf. Sci.* ۲۳۲, ۴۸۲–۵۰۰.
- (۳۴) Chen, C.W., ۲۰۱۰. An earthquake disaster management mechanism based on risk assessment information for the tourism industry-a case study from the island of Taiwan. *Tourism Manage.* ۳۱ (۴), ۴۷۰–۴۸۱.
- (۳۵) Olson, D.L., Wu, D.D., ۲۰۱۰. A review of enterprise risk management in supply chain. *Kybernetes* ۳۹ (۵), ۶۹۴–۷۰۶.
- (۳۶) Trkman, P., McCormack, K., ۲۰۰۹. Supply chain risk in turbulent environments—a conceptual model for managing supply chain network risk. *Int. J. Prod. Econ.* ۱۱۹ (۲), ۲۴۷–۲۵۸.
- (۳۷) Wreathall, J., ۲۰۰۴. Assessing risk: the role of probabilistic risk assessment (PRA) in patient safety improvement. *Qual. Saf. Health Care* ۱۳ (۳), ۲۰۶–۲۱۲.
- (۳۸) Tsai, C.H., Chen, C.W., ۲۰۱۰. An earthquake disaster management mechanism based on risk assessment information for the tourism industry-a case study from the island of Taiwan. *Tourism Manage.* ۳۱ (۴), ۴۷۰–۴۸۱.
- (۳۹) Beyer, H., Sendhoff, B., ۲۰۰۷. Robust optimization – a comprehensive survey. *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.* ۱۹۶ (۳۳–۳۴), ۳۱۹۰–۳۲۱۸.
- (۴۰) ISO ۳۱۰۱۰, ۲۰۰۹. Risk Management-Risk Assessment Techniques. International Organization for Standardization.

- (۴۱) Kangas, A.S., Kangas, J., ۲۰۰۴. Probability, possibility and evidence: approaches to consider risk and uncertainty in forestry decision analysis. *For. Policy Econ.* ۶(۲), ۱۶۹–۱۸۸.
- (۴۲) Leach, C. *Assessment and Control of Software Risks*. Yourdon Press, Prentice Hall, ۲۰۰۰.
- (۴۳) Tang, C.S., ۲۰۰۶. Perspectives in supply chain risk management. *Int. J. Prod. Econ.* ۱۰۳ (۲), ۴۵۱–۴۸۸.
- (۴۴) Mellon University Software Engineering Institute.
- (۴۵) Liu, Y., Fan, Z.-P., Yuan, Y., Li, H., ۲۰۱۴. A FTA-based method for risk decision-making in emergency response. *Comput. Oper. Res.* ۴۲, ۴۹–۵۷.
- (۴۶) Shafiee, M., ۲۰۱۵. A fuzzy analytic network process model to mitigate the risks associated with offshore wind farms. *Expert Syst. Appl.* ۴۲ (۴), ۲۱۴۳–۲۱۵۲.
- (۴۷) Wijnia, Y., Nikolic, I., ۲۰۰۷. Assessing business continuity risks in IT. ۲۰۰۷ IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, ۳۵۴۷–۳۵۵۳.
- (۴۸) Asgary, A., Anjum, M.I., Azimi, N., ۲۰۱۲. Disaster recovery and business continuity after the ۲۰۱۰ flood in Pakistan: case of small businesses. *Int. J. Disaster Risk Reduction* ۲, ۴۶–۵۶.
- (۴۹) Hozimas, J., ۲۰۰۴. Risk assessment in IT outsourcing using fuzzy decision-making approach: an Indian perspective. *Expert Syst. Appl.* ۴۱ (۸), ۴۰۱۰–۴۰۲۲.
- (۵۰) Lai, I.K.W., Lau, H.C.W., ۲۰۱۲. A hybrid risk management model: a case study of the textile industry. *J. Manuf. Technol. Manage.* ۲۳ (۵), ۶۶۵–۶۸۰.
- (۵۱) Karimi, I., Hüllermeier, E., ۲۰۰۷. Risk assessment system of natural hazards: a new approach based on fuzzy probability. *Fuzzy Sets Syst.* ۱۵۸ (۹), ۹۸۷–۹۹۹.
- (۵۲) Ganguly, K.K., Guin, K.K., ۲۰۱۰. Supply side risk assessment: an application of Yager's methodology based on fuzzy sets. *Int. J. Bus. Continuity Risk Manage.* ۱ (۲), ۱۳۶–۱۵۰.
- (۵۳) Manuj, I., Mentzer, J.T., ۲۰۰۸. Global supply chain risk management strategies. *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manage.* ۳۸ (۳), ۱۹۲–۲۲۳.
- (۵۴) Nocco, B.W., Stulz, R.M., ۲۰۰۶. Enterprise risk management: theory and practice. *J. Appl. Corp. Finance* ۱۸ (۴), ۸–۲۰.

- (۵۵) Wu, T., Blackhurst, J., Chidambaram, V., ۲۰۰۶. A model for inbound supply risk analysis. *Comput. Ind.* ۵۷ (۴), ۳۵۰–۳۶۵.
- (۵۶) Kleindorfer, P., Saad, G., ۲۰۰۵. Managing disruption risks in supply chains. *Prod. Oper.* ۱۴ (۱), ۵۳–۶۸.
- (۵۷) Norrman, A., Jansson, U., ۲۰۰۴. Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident. *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manage.* ۳۴ (۵), ۴۳۴–۴۵۶.
- (۵۸) Parnell, G.S., Smith, C.M., Moxley, F.I., ۲۰۱۰. Intelligent adversary risk analysis: a bioterrorism risk management model. *Risk Anal.: Off. Publ. Soc. Risk Anal.* ۳۰ (۱), ۳۲–۴۸.
- (۵۹) Skogdalen, J.E., Vinnem, J.E., ۲۰۱۱. Quantitative risk analysis offshore—human and organizational factors. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* ۹۶ (۴), ۴۶۸–۴۷۹.
- (۶۰) Lavastre, O., Gunasekaran, A., Spalanzani, A., ۲۰۱۴. Effect of firm characteristics, supplier relationships and techniques used on Supply Chain Risk Management (SCRM): an empirical investigation on French industrial firms. *Int. J. Prod. Res.* ۵۲ (۱۱), ۳۳۸۱–۳۴۰۳.
- (۶۱) Dorofee A.J., Walker J.A., Alberts C.J., Higuera R.P., Murphy R.L., &
- (۶۲) Lockamy III, A., ۲۰۱۴. Assessing disaster risks in supply chains. *Ind. Manage. Data Syst.* ۱۱۴ (۵), ۷۵۵–۷۷۷.
- (۶۳) Chang, K.-H., Cheng, C.-H., ۲۰۱۰. A risk assessment methodology using intuitionistic fuzzy set in FMEA. *Int. J. Syst. Sci.* ۴۱ (۱۲), ۱۴۵۷–۱۴۷۱.
- (۶۴) Halliday, S., Badenhorst, K., Von Solms, R., ۱۹۹۶. A business approach to effective information technology risk analysis and management. *Inform. Manage. Comput. Secur.* ۴ (۱), ۱۹–۳۱.
- (۶۵) Tuncel, G., Alpan, G., ۲۰۱۰. Risk assessment and management for supply chain networks: a case study. *Comput. Ind.* ۶۱ (۳), ۲۵۰–۲۵۹.
- (۶۶) Trammell, S.R., Davis, B.J., ۲۰۰۱. Using a modified HAZOP/FMEA methodology for assessing system risk. In: *Engineering Management for Applied Technology*, ۲۰۰۱. EMAT ۲۰۰۱. Proceedings. ۲nd International Workshop on. IEEE, pp. ۴۷–۵۳.
- (۶۷) World Economic Forum, ۲۰۱۵. *Global Risks ۲۰۱۵*, ۱۰th ed. Retrieved from <http://www.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_۲۰۱۵_Report۱۵.pdf>.

(۶۸) Smith, G., Coles, E., & Tombs, S., Risk Management and Society, Springer Science & Business Media, ۲۰۰۲.

(۶۹) Samantra, C., Datta, S., Mahapatra, S.S., ۲۰۱۴. Risk assessment in IT outsourcing using fuzzy decision-making approach: an Indian perspective. *Expert Syst. Appl.* ۴۱ (۸), ۴۰۱۰-۴۰۲۲.

(۷۰) Management Book of Knowledge Guide (۲۰۰۰ edn). Upper Darby, PA: Project Management.

(۷۱) Ritchie, B., Brindley, C., ۲۰۰۷. Supply chain risk management and performance: a guiding framework for future development. *Int. J. Oper. Prod. Manage.* ۲۷ (۳), ۳۰۳-۳۲۲.

(۷۲) OGC (۲۰۰۲). Management of Risk: Guidance for Practitioners (Office of Government

(۷۳) عطایی، محمد، (۱۳۸۹)، تصمیم‌گیری چند معیاره، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود؛ شاهرود.

(۷۴) اصغری‌پور، محمد جواد (۱۳۸۹)، تصمیم‌گیری چند معیاره، دانشگاه تهران.

(۷۵) Kull, T., Closs, D., ۲۰۰۸. The risk of second-tier supplier failures in serial supply chains: implications for order policies and distributor autonomy. *Eur. J. Oper. Res.* ۱۸۶ (۳), ۱۱۵۸-۱۱۷۴.

(۷۶) مرادی، اصغر محمد و اختر کاوان، مهدی، (۱۳۸۸)، روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، آرمانشهر، شماره ۲، صص ۱۱۳-۱۲۵.

(۷۷) مومنی، منصور. (۱۳۹۰). مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات تهران.

(۷۸) سیفی، سعید و غفرانی، محمد باقر، (۱۳۸۴)، تحلیل ریسک و ارزیابی قابلیت اعتماد در ایستگاه‌های سوخت رسانی CNG، اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE.

(۷۹) اصفهانی، سیدحمید و والی‌نژاد، محمد، (۱۳۸۸)، جایگاه تحلیل درخت خطا در ارزیابی ریسک شرکت ملی نفت ایران، سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE.

(۸۰) نوری، جعفر، امیدواری، منوچهر، نورمرادی، حشمت الله و شمائی، آذین، (۱۳۹۲)،
ارائه الگوی ارزیابی ریسک های بهداشت حرفه ای و محیطی در حمل و نقل فرآورده
های نفتی، مجله تحقیقات نظام سلامت، دوره ۹، شماره ۲.

(۸۱) جلالی، مهدی، جلالی، سمیه، شفیعی مطلق، مسعود، مردی، حسین، نگهبان، سید
امیر رضا، فرجی طومار کندی، وحدت و جهانگیری، محمد، (۱۳۹۲)، ارزیابی ریسک
بهداشتی مواجهه شغلی با ترکیبات BTEX جایگاه‌های توزیع سوخت بنزین شهر مشهد،
مجله دانشکده علوم پزشکی نیشابور، سال اول، شماره ۱، صص: ۱۹-۲۷.

(۸۲) یاری، سمیرا، (۱۳۹۴)، طراحی ذاتاً ایمن در ساخت پمپ بنزین‌های شهری، مجله
ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دوره ۳. شماره ۲ صص: ۱۲۵-۱۴۰.

(۸۳) Zavadskas, E. K, & Turskis, Z (۲۰۱۰), A new additiveratio assessment (ARAS)
method in multicriteria decision-making. Technological and Economic Development
of Economy, ۱۶(۲), ۱۵۹-۱۷۲.

(۸۴) www.mop.ir

پیوست

الف) پرسشنامه

با سلام و احترام

پرسشنامه زیر در راستای پژوهشی تحت عنوان "شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت (مورد مطالعه: جایگاه‌های سوخت غرب کشور)" تهیه شده است. لذا با تخصیص زمان ارزشمندتان به‌طور دقیق آن را تکمیل و به پژوهشگر عودت دهید. شایان ذکر است این اطلاعات کاملاً محرمانه تلقی شده و صرفاً جهت دستیابی به اهداف پژوهش به‌صورت کلی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. پیشاپیش از همکاری صمیمانه شما سپاسگزاری می‌شود.

❖ سؤالات عمومی

۱. نام و نام‌خانوادگی: شماره تماس:

۲. جنسیت:

☐ مرد ☐ زن

۳. سن:

کم‌تر از سی سال ☐ ۳۰ تا ۴۰ سال ☐ ۴۱ تا ۵۰ سال ☐ ۵۰ سال به بالا ☐

۴. میزان تحصیلات:

کارشناسی ☐ کارشناسی ارشد ☐ دکترا ☐

۵. سطح سابقه خدمت (تجربه کاری)

کم‌تر از ۵ سال ☐ بین ۵ تا ۱۰ سال ☐ بین ۱۱ تا ۱۵ سال ☐ بین ۱۶ تا ۲۰ سال ☐

سال ☐

بالاتر از ۲۰ سال ☐

❖ سؤالات تخصصی (پرسشنامه تحلیل عاملی)

هدف: این پرسشنامه جهت شناسایی عوامل کلیدی موفقیت در ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاه‌های سوخت مورد استفاده قرار گرفته است.

نحوه تکمیل: برای سنجش هریک از متغیرها از طیف پنج گزینه‌ای خیلی کم تا خیلی زیاد استفاده شده است.

ردیف	شرح متغیر	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	اعلام‌کننده اتوماتیک سمعی و بصری					
۲	نصب یک سوئیچ قطع‌کننده برق با یک راهنمای هشداردهنده در محلی که در دسترس مأمورین آتش‌نشانی باشد. (به‌منظور انجام اقدامات لازم در مواقع اضطراری)					
۳	انجام آموزش‌های کافی همراه با تمرین‌های مناسب برای تمام پرسنل که در یک پمپ بنزین مشغول کار هستند.					
۴	نصب یک سوئیچ اضطراری جهت خاموش کردن تمام پمپ‌های توزیع‌کننده در مواقع اضطراری در یک محل قابل دسترس					
۵	اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع لیزری					
۶	متصل بودن پمپ بنزین به شبکه آب آتش‌نشانی به‌صورت مستقل و سیستم پمپاژ اتوماتیک با قدرت ۴ اتمسفر فشار و آب‌دهی ۹۵۰ لیتر در دقیقه					
۷	انجام سرویس‌های مداوم و منظم جهت تست کارایی مطلوب و مطمئن خاموش‌کننده‌های دستی					
۸	تهیه و استقرار دستگاه پرتابل اطفاء آب و کف با حجم مناسب					
۹	در دسترس بودن خاموش‌کننده‌های دستی در مسیرهای خروجی در ارتفاع مناسب ۱۲۰ سانتیمتر از کف					
۱۰	سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک ودستی با عامل خاموش‌کننده آب و کف					
۱۱	تجهیز کلیه کارکنان به وسایل حفاظت شخصی					
۱۲	سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک ودستی با عامل					

					خاموش کننده پودری	
					در نظر گرفتن دو جعبه آتش نشانی با تجهیزات کامل و مناسب در مکان مناسب در جایگاه و نیز در بخش اداری	۱۳
					در نظر گرفتن منبع ذخیره آب شبکه اطفاء حداقل ۲۰۰۰۰ لیتر (در مناطق شهری در صورت نصب هایدرانت ۶۰۰۰ لیتر)	۱۴
					تجهیز مکان به سیستم کشف و اعلام حریق و اطفاء اتوماتیک و دستی با عامل خاموش کننده آب و کف	۱۵
					اعلام کننده دستی	۱۶
					تجهیز مکان به سیستم اطفاء اتوماتیک با عامل خاموش کننده کف پروتئینی	۱۷
					تجهیز جایگاه سوخت به شبکه اسپرینگلر آب و کف پروتئینی با پوشش دهی کامل محدوده مخازن ثابت و تانکر حمل و نقل	۱۸
					اعلام کننده اتوماتیک و کاشف از نوع دودی	۱۹
					آموزش و اخذ گواهینامه از سازمان آتش نشانی جهت پرسنل به ویژه نگهبانان به منظور افزایش سطح آگاهی آن ها	۲۰
					عدم راهیابی نزولات جوی به مجاری تخلیه سوخت	۲۱
					جنس مخزن ذخیره	۲۲
					ساختمان پمپ بنزین دارای تهویه خوب و دارای هوای پاک	۲۳
					نصب پمپ های توزیع کننده غیر از بنزین در فاصله بیش از ۶ متری تجهیزات بنزینی و دارای شرایط استاندارد	۲۴
					ایجاد بتون غیرلغزنده سطوح در فاصله ۳,۶ متری پمپ ها و تانکر تخلیه	۲۵
					دیواره های جدا کننده مخزن	۲۶
					علامت گذاری مخزن ها جهت شناسایی نسبت به سایر مخزن ها	۲۷
					ارتفاع سکوها ای استقرار پمپ های توزیع کننده	۲۸
					ایجاد سوئیچ اضطراری	۲۹
					شبکه برق گیر	۳۰
					تعویض لامپ های التهابی با لامپ های فلورسنت	۳۱
					عبور کابل حامل جریان فشار قوی از بالای پمپ ها (عبور دادن برق سایت به صورت زیرزمینی)	۳۲
					تهیه وسایل عایق سازی و کنترل واحد پمپ که به طور همزمان تمام کابل های برق را عاری از برق کند.	۳۳

۳۴	وجود دیوار مقاوم به حریق بین محل تخلیه سوخت از سایر قسمت‌ها				
۳۵	درب ضد حریق برای موتورخانه				
۳۶	تهیه و نصب قرقه‌های آتش نشانی مجهز به شیرفلکه و شیلنگ فشار قوی در بخش اداری (در نقاطی قابل دسترس به‌طوری که در کانون حریق قرارنگیرد).				
۳۷	ایجاد مخزن جمع‌آوری مواد نفتی از طریق شیب‌بندی و کانال‌کشی و عدم تخلیه به جوی و معابر عمومی				
۳۸	اتصال زمین در کلیه دستگاه‌ها در داخل جلد خارجی آن‌ها				
۳۹	محافظت کامل کانال و مجراهای عبور کابل‌ها در محل‌های تردد خودروها				
۴۰	آزمایش دوره‌ای و مرتب سیستم اتصال به زمین در کلیه دستگاه‌ها و ادوات برقی				
۴۱	میله ترمینال و اتصال به زمین				
۴۲	نصب تابلو تقسیم برق استاندارد				
۴۳	پوشاندن منافذ و پنجره‌ها با توری سیمی ریزبافت				
۴۴	درب‌های بیرون بازشونده کلیه ساختمان‌ها				
۴۵	پوشش مناسب و ایده‌آل کف ساختمان				
۴۶	استفاده از مصالح ضد احتراق جهت سایبان				
۴۷	نصب دستگاه خاموش‌کننده پودر و گاز ۱۲ کیلویی در محوطه مخازن و استقرار تانکرهای حمل سوخت				
۴۸	تعبیه نور افکن و لامپ‌های مجهز به محافظ از نوع مقاوم در برابر انفجار				
۴۹	غیرقابل اشتعال بودن جنس دیوارها و سقف				
۵۰	تعویض مخزن بیش از ۵ سال کارکرده				
۵۱	اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع دودی خطی (بیم)				
۵۲	اعلام‌کننده اتوماتیک و کاشف از نوع شعله‌ای				
۵۳	نصب یک سوئیچ اضطراری که تمام تجهیزات نشان‌دهنده و توزیع‌کننده و روشنایی‌ها را عایق می‌کند و به‌همراه یک نوشته هشداردهنده درمحوطه جلو پمپ بنزین که به‌آسانی قابل دسترس برای مأموران آتش‌نشانی و مردم کمک‌دهنده باشد.				

۵۴	نصب کفپوش لاستیکی حداقل ۶ میلیمتری سطح زمین جلوی تابلو اصلی برق با ابعاد مناسب				
۵۵	نصب دستگاه خاموش کننده ۶ کیلویی در ابتدا و انتهای سکوها عرض سه سوخت، ورودی بخش های اداری و در فاصله ۲/۵ متری تابلوهای برق اصلی و فرعی				
۵۶	اعلام کننده اتوماتیک و کاشف از نوع حرارتی				
۵۷	ضد جرقه بودن اجزاء شبکه برق رسانی و نیز تهویه ها و هواکش ها				
۵۸	اعلام کننده اتوماتیک و کاشف از نوع خطی حرارتی کابلی				
۵۹	لوله های هواکش مستقل در بالاترین سطح زمین				
۶۰	تناسب منافذ بالای تانک با تعداد اتصالات				
۶۱	وسیله مناسب برای تخلیه آب های مخزن				
۶۲	در معرض هوای آزاد بودن پمپ های توزیع کننده سوخت				
۶۳	استفاده از لوله گالوانیزه جهت خطوط لوله بنزین				
۶۴	استفاده از سیستم آشکارساز نشت در لوله های زیرزمینی دارای جریان با فشار زیاد				
۶۵	استقرار مناسب پمپ ها بدون مانع شدن اتومبیل ها برای سایر خودروها				
۶۶	استفاده از موادی با جنس ضد جرقه برای میله عمق سنج (برنج، چوب و ...)				
۶۷	رعایت حداقل فاصله ۴/۲۵ متر خطوط مرکزی محفظه پمپ ها از محل عبور مردم				
۶۸	ارتفاع بیش از حداکثر مایع موجود در تانک های حمل جهت لوله های هواکش مخازن زیرزمینی (حداکثر ۵ متر)				
۶۹	وجود حداقل اتصالات در لوله انتقال و استفاده از جوش ضد الکتریکی				
۷۰	تمهیدات پیشگیری از زنگ زدگی در فیتینگ اتصالات				
۷۱	استفاده شیرآلات ضد جرقه و ضد زنگ				

❖ سؤالات تخصصی (پرسشنامه تکنیک تحلیل فرآیند شبکه فازی)

هدف: این پرسشنامه جهت وزندهی معیارهای ارزیابی و مدیریت ریسک جایگاههای سوخت مورد استفاده قرار گرفته است.

نحوه تکمیل: برای سنجش مقایسه زوجی شاخصها، ارجحیت هر شاخص را با توجه به میزانی که در سمت آن آمده است، پر کنید.

ارزیابی شاخصها نسبت به هدف

خطر فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	ریسک فردی

ارزیابی شاخصها نسبت به حوادث مرگبار

متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	ریسک فردی

ارزیابی شاخص‌ها نسبت به خطر فردی

متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	ریسک فردی

ارزیابی شاخص‌ها نسبت به متوسط تلفات

خطر فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	ریسک فردی

ارزیابی شاخص‌ها نسبت به ریسک فردی

خطر فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک جمعی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات

ارزیابی شاخص‌ها نسبت به هدف

خطر فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	حوادث مرگبار
متوسط تلفات	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	خطر فردی
ریسک فردی	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	متوسط تلفات

الف) خروجی نرم افزار

Factor Analysis

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	Analysis N
Q۱	۳,۸۷۳۴	.۷۴۹۴۷	۳۱۶
Q۲	۴,۱۱۰۸	.۷۱۵۱۹	۳۱۶
Q۳	۳,۸۰۰۶	.۷۸۵۶۶	۳۱۶
Q۴	۴,۲۹۷۵	.۷۸۸۸۹	۳۱۶
Q۵	۳,۸۵۱۳	.۹۰۵۰۳	۳۱۶
Q۶	۴,۷۱۸۴	.۵۴۶۰۸	۳۱۶
Q۷	۴,۶۷۴۱	.۵۳۲۸۲	۳۱۶
Q۸	۴,۵۸۲۳	.۷۴۰۷۹	۳۱۶
Q۹	۴,۷۰۲۵	.۵۱۰۳۳	۳۱۶
Q۱۰	۳,۶۴۵۶	.۸۵۸۷۶	۳۱۶
Q۱۱	۳,۷۳۷۳	.۷۱۰۹۱	۳۱۶
Q۱۲	۳,۵۳۸۰	.۹۵۰۴۳	۳۱۶
Q۱۳	۴,۲۶۲۷	.۶۶۴۷۶	۳۱۶
Q۱۴	۴,۳۵۱۳	.۵۸۰۱۲	۳۱۶
Q۱۵	۴,۴۶۸۴	.۵۷۰۹۵	۳۱۶
Q۱۶	۴,۳۴۴۹	.۷۳۳۳۴	۳۱۶
Q۱۷	۴,۲۷۲۲	.۷۴۸۷۴	۳۱۶

Q18	£,30££	.78101	316
Q19	£,0380	.77161	316
Q20	£,2703	.7£970	316
Q21	3,6£87	1,16293	316
Q22	3,0696	1,0£720	316
Q23	3,7000	1,16£62	316
Q2£	3,7722	1,29173	316
Q20	3,0918	1,1£689	316
Q26	3,6171	1,03070	316
Q27	3,6082	1,08038	316
Q28	3,6082	1,03703	316
Q29	£,0886	.86830	316
Q30	£,1001	.87178	316
Q31	3,6019	.99107	316
Q32	£,1£87	.88732	316
Q33	3,8829	1,12781	316
Q3£	£,0918	.903£2	316
Q30	£,2£37	.86966	316
Q36	£,£007	.8£399	316
Q37	£,3209	.80706	316
Q38	3,9209	.99367	316
Q39	2,8196	1,12788	316
Q£0	1,9£62	1,11801	316
Q£1	2,8£81	1,£786£	316
Q£2	£,2690	.7£301	316
Q£3	£,2210	.80072	316
Q££	£,161£	.76088	316
Q£0	£,2£37	.76891	316
Q£6	£,2310	.73£92	316
Q£7	£,0££3	.908£7	316
Q£8	£,3133	.77201	316
Q£9	£,3160	.89100	316
Q00	£,0127	.82£1£	316
Q01	£,0696	.70901	316
Q02	£,0791	.73202	316
Q03	£,22£7	.82620	316
Q0£	3,8906	1,03018	316
Q00	£,1392	.90£79	316
Q06	£,0090	.81838	316
Q07	3,9082	.99207	316
Q08	£,3291	.861£7	316

Q٥٩	٤,٤٦٨٤	.٧٢٧٤٣	٣١٦
Q٦٠	٤,٥٣٨٠	.٧٨٩٩١	٣١٦
Q٦١	٤,٢٧٨٥	.٩٢٨٣٨	٣١٦
Q٦٢	٤,٥٠٩٥	.٨٥٦٣٠	٣١٦
Q٦٣	٤,٤٠١٩	.٨٥٠٦٩	٣١٦
Q٦٤	٤,٣٧٣٤	.٨١٢٤٨	٣١٦
Q٦٥	٤,٣٨٩٢	.٨٠٦٩٦	٣١٦
Q٦٦	٤,٣٢٢٨	.٧٣٢٦٣	٣١٦
Q٦٧	٤,٢٧٥٣	.٧٢٨٢٢	٣١٦
Q٦٨	٤,٣٠٠٦	.٧٢٢٥٢	٣١٦
Q٦٩	٤,٣١٩٦	١,١١٠٨٧	٣١٦
Q٧٠	٤,٦٢٦٦	.٦٥٢٠٧	٣١٦
Q٧١	٤,٤٨٤٢	.٧٨٢٥٩	٣١٦

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.٧٦٠
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	١٠٤٥٠,٥٢١
	df	٢٤٨٥
	Sig.	.٠٠٠

Communalities

	Initial	Extraction
Q١	١,٠٠٠	.٢١١٣
Q٢	١,٠٠٠	.١٢٢٧
Q٣	١,٠٠٠	.١٥٠٠
Q٤	١,٠٠٠	.٢٣٠٠
Q٥	١,٠٠٠	.٣١١٤
Q٦	١,٠٠٠	.٤٤٤٢
Q٧	١,٠٠٠	.٥٤٤٥
Q٨	١,٠٠٠	.٣٠٠٩
Q٩	١,٠٠٠	.٤٦٦٤
Q١٠	١,٠٠٠	.٢٠٠٩
Q١١	١,٠٠٠	.٠٨٨٥
Q١٢	١,٠٠٠	.٢٩٩٣
Q١٣	١,٠٠٠	.٤١١٤
Q١٤	١,٠٠٠	.٣٧٣٣
Q١٥	١,٠٠٠	.٣٣٥٠
Q١٦	١,٠٠٠	.٢٣٠٠
Q١٧	١,٠٠٠	.٢٩٩٣

Q18	1,000	.276
Q19	1,000	.090
Q20	1,000	.000
Q21	1,000	.740
Q22	1,000	.744
Q23	1,000	.726
Q24	1,000	.719
Q25	1,000	.002
Q26	1,000	.747
Q27	1,000	.708
Q28	1,000	.717
Q29	1,000	.476
Q30	1,000	.270
Q31	1,000	.213
Q32	1,000	.388
Q33	1,000	.034
Q34	1,000	.472
Q35	1,000	.426
Q36	1,000	.237
Q37	1,000	.379
Q38	1,000	.386
Q39	1,000	.008
Q40	1,000	.378
Q41	1,000	.713
Q42	1,000	.311
Q43	1,000	.490
Q44	1,000	.441
Q45	1,000	.008
Q46	1,000	.432
Q47	1,000	.330
Q48	1,000	.300
Q49	1,000	.434
Q50	1,000	.314
Q51	1,000	.401
Q52	1,000	.400
Q53	1,000	.180
Q54	1,000	.470
Q55	1,000	.336
Q56	1,000	.282
Q57	1,000	.401
Q58	1,000	.370

Q09	1,000	.330
Q10	1,000	.037
Q11	1,000	.412
Q12	1,000	.030
Q13	1,000	.433
Q14	1,000	.347
Q15	1,000	.460
Q16	1,000	.408
Q17	1,000	.498
Q18	1,000	.707
Q19	1,000	.300
Q20	1,000	.301
Q21	1,000	.418

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	0.890	11.113	11.113	0.890	19.113	19.113	0.924	19.113	19.113
2	4.348	8.941	20.054	4.348	17.941	27.054	0.373	17.941	27.054
3	4.486	7.318	27.372	4.486	12.318	39.372	0.053	12.318	39.372
4	3.703	0.070	31.447	3.703	9.070	48.447	4.086	9.070	48.447
5	2.304	4.703	36.100	2.304	8.703	57.100	3.777	8.703	57.100
6	1.718	3.772	39.872	1.718	7.772	63.872	3.090	7.772	63.872
7	.990	3.190	43.062						
8	.992	2.701	45.763						
9	.986	2.484	48.247						
10	.982	2.389	50.636						
11	.981	2.132	52.768						
12	.979	2.053	54.821						
13	.977	1.938	56.759						
14	.971	1.819	58.578						
15	.970	1.800	60.378						
16	.969	1.789	62.167						
17	.966	1.729	63.896						
18	.960	1.069	65.271						
19	.962	1.479	66.750						
20	.960	1.470	68.220						
21	.909	1.309	69.528						

۲۲	.۹۵۶	۱,۳۴۶	۷۰,۹۲۴					
۲۳	.۹۳۱	۱,۳۱۲	۷۲,۲۳۶					
۲۴	.۹۱۵	۱,۲۸۸	۷۳,۵۲۴					
۲۵	.۸۴۲	۱,۱۸۶	۷۴,۷۱۰					
۲۶	.۷۸۶	۱,۱۰۶	۷۵,۸۱۷					
۲۷	.۷۴۷	۱,۰۵۳	۷۶,۸۶۹					
۲۸	.۷۳۳	۱,۰۳۲	۷۷,۹۰۱					
۲۹	.۶۹۴	.۹۷۷	۷۸,۸۷۸					
۳۰	.۶۸۷	.۹۶۷	۷۹,۸۴۶					
۳۱	.۶۵۹	.۹۲۸	۸۰,۷۷۴					
۳۲	.۶۳۳	.۸۹۲	۸۱,۶۶۶					
۳۳	.۵۹۸	.۸۴۳	۸۲,۵۰۹					
۳۴	.۵۹۶	.۸۴۰	۸۳,۳۴۸					
۳۵	.۵۷۶	.۸۱۱	۸۴,۱۵۹					
۳۶	.۵۴۸	.۷۷۳	۸۴,۹۳۱					
۳۷	.۵۳۹	.۷۵۹	۸۵,۶۹۰					
۳۸	.۵۲۷	.۷۴۲	۸۶,۴۳۲					
۳۹	.۵۰۰	.۷۰۴	۸۷,۱۳۵					
۴۰	.۴۷۴	.۶۶۸	۸۷,۸۰۳					
۴۱	.۴۶۷	.۶۵۸	۸۸,۴۶۱					
۴۲	.۴۵۸	.۶۴۵	۸۹,۱۰۶					
۴۳	.۴۴۱	.۶۲۱	۸۹,۷۲۷					
۴۴	.۴۳۴	.۶۱۱	۹۰,۳۳۸					
۴۵	.۴۰۹	.۵۷۷	۹۰,۹۱۵					
۴۶	.۳۹۳	.۵۵۴	۹۱,۴۶۹					
۴۷	.۳۷۸	.۵۳۳	۹۲,۰۰۲					
۴۸	.۳۶۵	.۵۱۴	۹۲,۵۱۶					
۴۹	.۳۵۴	.۴۹۹	۹۳,۰۱۵					
۵۰	.۳۴۲	.۴۸۱	۹۳,۴۹۶					
۵۱	.۳۲۳	.۴۵۵	۹۳,۹۵۱					
۵۲	.۳۱۵	.۴۴۴	۹۴,۳۹۵					
۵۳	.۳۰۸	.۴۳۴	۹۴,۸۳۰					
۵۴	.۲۹۰	.۴۰۹	۹۵,۲۳۹					
۵۵	.۲۸۸	.۴۰۶	۹۵,۶۴۵					
۵۶	.۲۶۱	.۳۶۸	۹۶,۰۱۲					
۵۷	.۲۵۹	.۳۶۵	۹۶,۳۷۷					
۵۸	.۲۵۱	.۳۵۳	۹۶,۷۳۰					
۵۹	.۲۳۱	.۳۲۵	۹۷,۰۵۵					
۶۰	.۲۲۲	.۳۱۳	۹۷,۳۶۸					
۶۱	.۲۱۴	.۳۰۲	۹۷,۶۷۰					
۶۲	.۲۰۷	.۲۹۱	۹۷,۹۶۱					

٦٣	.١٩٩	.٢٨٠	٩٨,٢٤١					
٦٤	.١٩٦	.٢٧٦	٩٨,٥١٦					
٦٥	.١٨٦	.٢٦٢	٩٨,٧٧٨					
٦٦	.١٦٧	.٢٣٥	٩٩,٠١٣					
٦٧	.١٥٩	.٢٢٤	٩٩,٢٣٧					
٦٨	.١٥٥	.٢١٨	٩٩,٤٥٥					
٦٩	.١٤١	.١٩٩	٩٩,٦٥٤					
٧٠	.١٣٠	.١٨٤	٩٩,٨٣٨					
٧١	.١١٥	.١٦٢	١٠٠,٠٠٠					

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix^a

	Component					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
Q٦٠	.٦٦٨					
Q٦٦	.٥٧٦		-.٣٠٢			
Q٦٨	.٥٦٧		-.٤٥٣			
Q٦٢	.٥٥١		-.٤٣٦			
Q٧١	.٥٤١		-.٣٢٨			
Q٦٧	.٥٣٨		-.٣٣٨			
Q٦٣	.٥٣٦		-.٣١٥			
Q٦٥	.٥١٢		-.٣٨٥			
Q٥٩	.٥٠١					
Q٧٠	.٤٩١		-.٣١٠			
Q٦٩	.٤٩١					
Q٥١	.٤٧٢					.٤٥١
Q٦١	.٤٦٧		-.٤١٤			
Q٤٨	.٤٦٣		.٣٠٦			
Q٣٢	.٤٤٠			-.٣١١		
Q٤٧	.٤٣٩					
Q٥٥	.٤٢٥					
Q٥٨	.٤٢٣					.٣٠٧
Q٥٠	.٤١٨					
Q٤٣	.٤١١	.٣٠٠			-.٣٩٨	
Q٥٧	.٣٩٤				.٣٥٩	
Q٦٤	.٣٨٣					-.٣٠٥
Q٤٩	.٣٨٢					.٣٤٠
Q٣٦	.٣٦٩					
Q٥٣	.٣٦٠					
Q٢٠						

Q۳۳		.۷۴۴				
Q۲۴		.۷۲۰				
Q۲۱		.۶۹۹				
Q۲۲		.۶۶۰				
Q۲۵		.۶۴۸				
Q۲۷		.۶۰۸		-۰.۳۲۶		
Q۴۱		.۵۵۶		.۴۳۹		.۳۳۴
Q۲۸		.۵۴۴	-۰.۳۵۲	-۰.۳۱۴		
Q۲۶		.۵۳۹		-۰.۴۱۹		
Q۳۴		.۴۶۵			-۰.۳۰۷	
Q۳۵	.۳۷۴	.۴۲۶				
Q۴۴		.۴۱۳			-۰.۳۴۲	
Q۴۵		.۴۰۵	.۳۳۶		-۰.۳۸۹	
Q۴۶		.۳۸۴	.۳۵۵			
Q۶		.۳۵۵			.۳۵۳	
Q۱۸			.۴۰۲			
Q۱۵			.۳۷۱			-۰.۳۴۲
Q۱۶			.۳۵۱			
Q۱۴			.۳۰۸			
Q۳۱						
Q۱۹						
Q۳۳	.۳۹۱			-۰.۴۷۲		
Q۱۲				.۴۳۴		
Q۳۸				-۰.۴۳۱		
Q۳۹		.۴۱۵		.۴۲۱		.۳۶۰
Q۲۹	.۳۰۱		.۳۵۸	-۰.۴۲۱		
Q۵				.۴۰۳		
Q۳۰	.۳۰۰			-۰.۳۱۸		
Q۱۷			.۳۱۳	.۳۱۵		
Q۱۰						
Q۳						
Q۱۱						
Q۷		.۳۶۴			.۴۴۳	-۰.۳۳۴
Q۵۴	.۳۵۴				.۳۹۷	
Q۱۳			.۳۲۸		.۳۷۲	
Q۵۶	.۳۴۷				.۳۷۱	
Q۳۷	.۳۲۸	.۳۰۱			-۰.۳۵۰	
Q۱					.۳۱۰	
Q۴۲					-۰.۳۰۵	
Q۴					.۳۰۱	
Q۲						

Q٥٢	.٤٢٣				.٤٦٩
Q٩		.٣٤٧		.٣٤٢	-.٣٥١
Q٤٠		.٣٠٦	.٣٠٣		.٣٢٨
Q٨					

Extraction Method: Principal Component Analysis.
a. ٦ components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
Q٦٨	.٨٠٤					
Q٦٢	.٧٩٣					
Q٦٧	.٧٨٩					
Q٦٥	.٧٧٦					
Q٦٠	.٧١٤					
Q٦٦	.٦٩٦					
Q٦١	.٦٧١					
Q٦٣	.٦٦٠					
Q٦٩	.٦٥٠					
Q٧٠	.٦١٨					
Q٧١	.٦١٧					
Q٦٤	.٥٨٣					
Q٥٩	.٥٦٩					
Q٢٤	.٥٦٦					
Q٢٣	.٥٦٢					
Q٢٧	.٥١٣					
Q٢٢		.٨٢٦				
Q٢٦		.٨١٤				
Q٢٨		.٧٩٤				
Q٢٥		.٧٩٤				
Q٢١		.٧٨٦				
Q٤٥		.٧٦٦				
Q٤٤		.٧١٨				
Q٤٦		.٧٠٢				
Q٤٣		.٦٦٣				
Q٣٤		.٦٤٧				
Q٣٥		.٦١٩				
Q٤٩		.٦١٨				.٣٠٠
Q٣٧		.٦١٦				
Q٥٠		.٥٨٨				
Q٣٢			.٧٨٢			

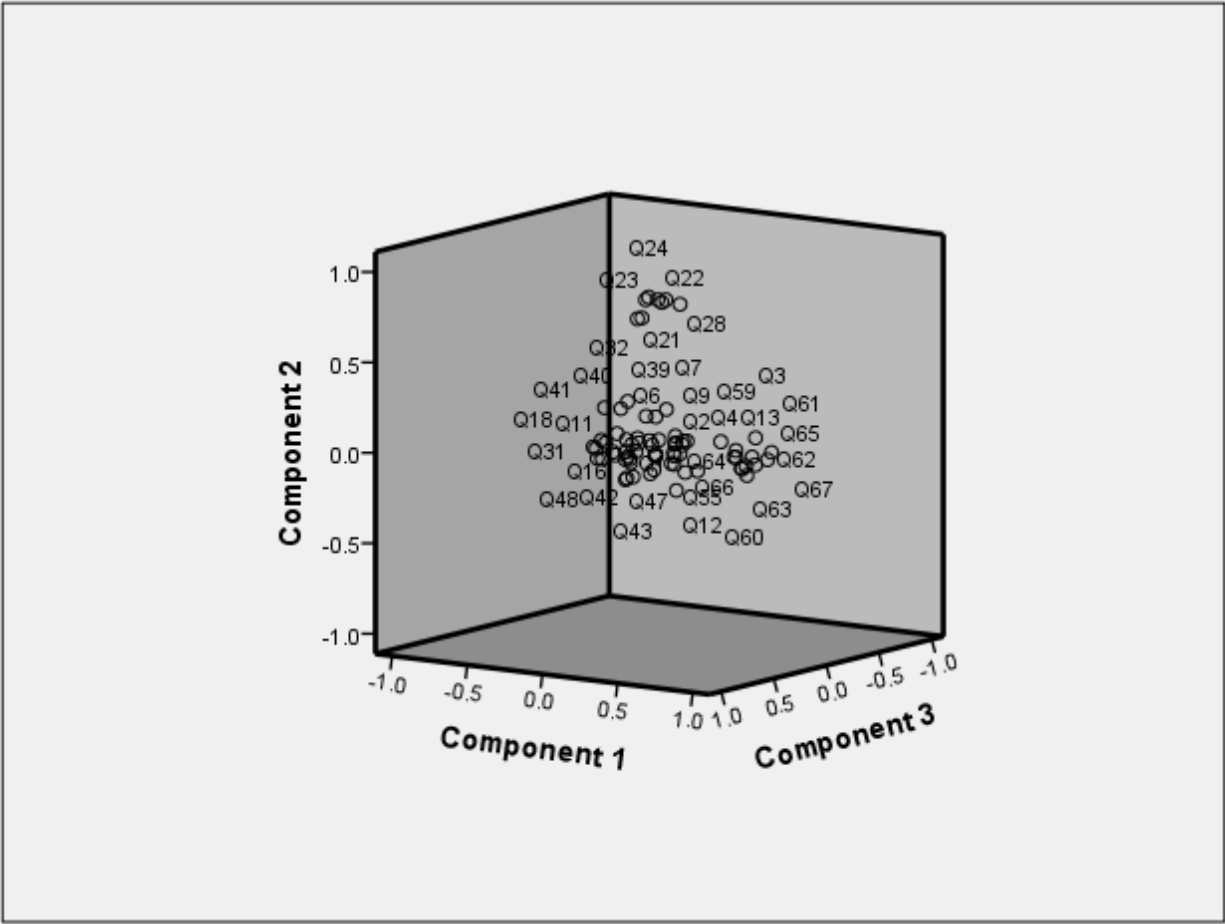
Q٤٢			.٧٦٦			
Q٤٨			.٦٦٧			
Q٣١			.٦٥٦			
Q٣٣			.٦٥٢			
Q٢٩			.٦٤٦			
Q٤١			.٦٢٣			
Q٣٨			.٥٧٧			
Q٣٩			.٥٧٣			.٣٠٨
Q٥٤			.٥٣١			
Q٥٧			.٥٠٧			
Q٤٠			.٤٨٧			
Q٣٠			.٤٧١			
Q٥٥				.٧١٩		.٣٣٣
Q٤٧				.٦٥٢		
Q٣٦				.٦٢٢		
Q٧				.٦١٥		
Q٩				.٦١٠		
Q٦				.٥٧٥		
Q١٤				.٥١٢		
Q١٣				.٤٩٢		
Q٨				.٤٥٤		
Q١٥				.٤٤٩		
Q١٧				.٤٣٥		
Q١٨				.٤٢٦		
Q١٦					.٧٠٥	
Q١					.٦٤٧	
Q١٩					.٦٣٤	
Q٥٢					.٥٩٦	
Q٥٨					.٥٩٥	
Q٥١			.٣٦٨		.٥٣٦	
Q٥					.٥١٢	
Q١٢					.٤٧٨	
Q١٠					.٤٥٨	
Q٥٦					.٤٣٧	
Q٤						.٦٨٣
Q٥٣						.٦٠٩
Q٢						.٥٩١
Q٣						.٥٦٠
Q١١						.٥٣٥
Q٢٠						.٥٢٧

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 10 iterations.

Component Transformation Matrix						
Component	1	2	3	4	5	6
1	.573	-.182	.423	.414	.053	.340
2	.040	.502	.478	-.291	.346	.024
3	-.090	-.369	.460	.281	.466	.044
4	.147	-.393	-.110	-.503	.374	.420
5	-.077	.312	-.077	.410	.441	.400
6	-.302	.121	.184	-.002	-.071	.506

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Component Plot in Rotated Space



Component Score Coefficient Matrix

	Component					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
Q۱	.۰۰۴	-.۰۱۱	-.۰۳۵	.۰۱۱	.۰۹۰	.۰۷۳
Q۲	.۰۰۰	.۰۰۲	-.۰۳۴	-.۰۰۶	.۰۴۷	.۰۸۲
Q۳	-.۰۰۲	-.۰۰۴	-.۰۵۸	-.۰۲۳	.۰۳۷	.۰۸۷
Q۴	.۰۱۳	.۰۰۵	-.۰۳۵	-.۰۱۲	.۰۷۱	.۰۹۷
Q۵	.۰۱۶	-.۰۲۵	-.۰۴۸	-.۰۳۲	.۰۴۷	.۱۲۸
Q۶	-.۰۰۳	.۰۱۶	-.۰۲۸	.۰۰۸	.۱۷۱	.۰۱۵
Q۷	.۰۱۸	.۰۲۷	-.۰۵۰	.۰۲۵	.۱۹۷	.۰۰۲
Q۸	.۰۳۱	-.۰۰۵	-.۰۳۲	.۰۱۲	.۱۵۴	-.۰۰۸
Q۹	.۰۱۵	.۰۲۱	-.۰۲۶	.۰۳۹	.۱۸۰	-.۰۲۷
Q۱۰	-.۰۰۵	-.۰۰۳	-.۰۲۱	-.۰۱۴	.۰۲۶	.۱۲۳
Q۱۱	-.۰۳۲	-.۰۰۵	-.۰۰۳	-.۰۲۰	.۰۲۷	.۰۶۷
Q۱۲	.۰۰۴	-.۰۵۰	-.۰۰۵	-.۰۶۲	.۰۱۱	.۱۲۵
Q۱۳	-.۰۰۷	-.۰۰۹	-.۰۳۰	.۰۰۹	.۱۶۰	.۰۵۳
Q۱۴	.۰۰۳	-.۰۰۹	-.۰۱۹	-.۰۰۲	.۱۶۲	.۰۱۳
Q۱۵	.۰۰۳	-.۰۳۱	.۰۲۶	-.۰۰۷	.۱۴۱	-.۰۶۷
Q۱۶	-.۰۳۸	-.۰۲۸	.۰۱۸	-.۰۲۷	.۰۹۳	.۰۲۹
Q۱۷	-.۰۰۱	-.۰۳۸	.۰۳۴	-.۰۴۷	.۱۱۴	.۰۰۲
Q۱۸	-.۰۳۸	-.۰۱۱	.۰۴۱	-.۰۰۶	.۰۹۹	-.۰۱۱
Q۱۹	-.۰۱۵	.۰۰۴	.۰۰۵	.۰۴۰	.۰۶۴	-.۰۳۲
Q۲۰	-.۰۰۷	-.۰۲۲	.۰۲۲	-.۰۰۲	-.۰۰۷	.۰۴۱
Q۲۱	-.۰۱۸	.۱۲۷	.۰۰۹	-.۰۴۲	-.۰۰۸	.۰۷۸
Q۲۲	.۰۱۲	.۱۵۳	-.۰۱۲	.۰۱۶	-.۰۰۳	.۰۰۲
Q۲۳	.۰۰۳	.۱۴۹	.۰۱۰	-.۰۱۶	-.۰۱۳	.۰۰۵
Q۲۴	.۰۰۶	.۱۵۵	.۰۰۲	.۰۱۲	-.۰۰۲	-.۰۱۸
Q۲۵	-.۰۰۲	.۱۳۴	.۰۱۹	.۰۰۵	-.۰۱۸	-.۰۰۱
Q۲۶	-.۰۰۵	.۱۶۲	-.۰۳۲	.۰۶۸	-.۰۰۲	-.۰۱۷
Q۲۷	.۰۱۵	.۱۵۵	-.۰۲۹	.۰۳۷	.۰۱۱	-.۰۳۱
Q۲۸	.۰۲۴	.۱۵۳	-.۰۴۳	.۰۳۹	.۰۰۶	-.۰۲۵
Q۲۹	-.۰۴۷	.۰۱۲	.۰۱۹	.۱۵۳	.۰۱۰	.۰۰۳
Q۳۰	-.۰۳۷	.۰۲۴	.۰۳۹	.۱۰۴	-.۰۲۲	.۰۳۰
Q۳۱	-.۰۴۳	.۰۰۷	.۰۶۷	.۰۶۷	-.۰۲۰	.۰۱۸
Q۳۲	-.۰۱۹	.۰۳۰	.۰۸۸	.۰۷۸	-.۰۴۴	.۰۲۲
Q۳۳	-.۰۲۴	.۰۲۳	.۰۰۲	.۱۶۷	-.۰۰۶	.۰۰۳
Q۳۴	-.۰۰۹	-.۰۰۳	.۱۳۰	-.۰۶۲	-.۰۱۵	.۰۳۱
Q۳۵	-.۰۰۷	.۰۱۹	.۱۱۷	-.۰۱۸	-.۰۲۷	.۰۴۳
Q۳۶	.۰۱۷	.۰۰۳	.۰۴۲	.۰۷۱	.۰۳۴	-.۰۳۸

Q37	.020	-.014	.111	-.010	-.001	-.071
Q38	-.016	.016	-.002	.146	.011	-.030
Q39	-.028	.020	.037	-.142	-.040	.119
Q40	-.040	.020	.034	-.111	-.046	.096
Q41	-.033	.010	.081	-.149	-.022	.108
Q42	.020	-.043	.093	-.010	.049	-.087
Q43	.040	-.030	.120	-.020	.023	-.081
Q44	-.011	-.007	.138	-.020	.000	-.031
Q45	.001	-.021	.140	-.019	.026	-.070
Q46	-.016	-.003	.128	.011	.018	-.049
Q47	.019	-.014	.072	.074	.027	-.053
Q48	-.020	-.019	.087	.052	-.010	.034
Q49	-.038	-.004	.120	-.010	-.056	.083
Q50	-.017	.010	.092	.033	-.036	.040
Q51	-.034	.018	.071	.029	-.074	.142
Q52	-.016	.020	.041	-.009	-.070	.172
Q53	.006	-.006	.018	.007	-.011	.089
Q54	-.024	.020	-.042	.130	-.018	.092
Q55	-.002	-.002	-.018	.083	-.013	.084
Q56	.001	.020	-.036	.070	.024	.107
Q57	-.018	.043	-.022	.116	-.020	.090
Q58	-.016	.004	-.008	.049	-.019	.143
Q59	.084	.024	.008	.020	-.007	-.014
Q60	.103	-.001	.009	.003	-.023	.023
Q61	.113	.027	-.033	.010	-.000	-.010
Q62	.130	.001	-.028	-.023	.000	-.001
Q63	.107	-.018	-.011	-.032	-.001	.022
Q64	.116	-.008	.001	-.022	.029	-.080
Q65	.120	.000	-.006	-.026	.000	-.027
Q66	.113	-.007	-.004	-.019	.010	.003
Q67	.133	-.011	-.010	-.029	.031	-.037
Q68	.149	.007	-.021	-.044	.018	-.039
Q69	.107	-.012	-.012	-.011	.021	-.021
Q70	.098	.002	-.003	-.013	-.011	.003
Q71	.086	.010	-.000	-.011	-.028	.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Component Score Covariance Matrix

Component	1	2	3	4	5	6
1	1.000	.000	.000	.000	.000	.000

٢	.٠٠٠	١,٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠
٣	.٠٠٠	.٠٠٠	١,٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠
٤	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	١,٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠
٥	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	١,٠٠٠	.٠٠٠
٦	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	.٠٠٠	١,٠٠٠

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	٣١٦	١٠٠,٠
	Excluded ^a	.	.٠
	Total	٣١٦	١٠٠,٠

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.٨٤١	٧١

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Q١	٣,٨٧٣٤	.٧٤٩٤٧	٣١٦
Q٢	٤,١١٠٨	.٧١٥١٩	٣١٦
Q٣	٣,٨٠٠٦	.٧٨٥٦٦	٣١٦
Q٤	٤,٢٩٧٥	.٧٨٨٨٩	٣١٦
Q٥	٣,٨٥١٣	.٩٠٥٠٣	٣١٦
Q٦	٤,٧١٨٤	.٥٤٦٠٨	٣١٦
Q٧	٤,٦٧٤١	.٥٣٢٨٢	٣١٦
Q٨	٤,٥٨٢٣	.٧٤٠٧٩	٣١٦
Q٩	٤,٧٠٢٥	.٥١٠٣٣	٣١٦
Q١٠	٣,٦٤٥٦	.٨٥٨٧٦	٣١٦
Q١١	٣,٧٣٧٣	.٧١٠٩١	٣١٦
Q١٢	٣,٥٣٨٠	.٩٥٠٤٣	٣١٦
Q١٣	٤,٢٦٢٧	.٦٦٤٧٦	٣١٦
Q١٤	٤,٣٥١٣	.٥٨٠١٢	٣١٦
Q١٥	٤,٤٦٨٤	.٥٧٠٩٥	٣١٦
Q١٦	٤,٣٤٤٩	.٧٣٣٣٤	٣١٦
Q١٧	٤,٢٧٢٢	.٧٤٨٧٤	٣١٦

Q18	£,3044	.78101	316
Q19	£,0380	.77161	316
Q20	£,2703	.74970	316
Q21	£,7487	1,16293	316
Q22	£,0696	1,04720	316
Q23	£,7000	1,16462	316
Q24	£,7722	1,29173	316
Q25	£,0918	1,14689	316
Q26	£,7171	1,03070	316
Q27	£,7082	1,08038	316
Q28	£,7082	1,03703	316
Q29	£,0886	.86830	316
Q30	£,1001	.87178	316
Q31	£,7019	.99107	316
Q32	£,1487	.88732	316
Q33	£,8829	1,12781	316
Q34	£,0918	.90342	316
Q35	£,2437	.86966	316
Q36	£,4007	.84399	316
Q37	£,3209	.80706	316
Q38	£,9209	.99377	316
Q39	£,8196	1,12788	316
Q40	1,9462	1,11801	316
Q41	£,8481	1,47874	316
Q42	£,2790	.74301	316
Q43	£,2210	.80072	316
Q44	£,1614	.76088	316
Q45	£,2437	.76891	316
Q46	£,2310	.73492	316
Q47	£,0443	.90847	316
Q48	£,3133	.77201	316
Q49	£,3160	.89100	316
Q50	£,0127	.82414	316
Q51	£,0696	.70901	316
Q52	£,0791	.73202	316
Q53	£,2247	.82620	316
Q54	£,8906	1,03018	316
Q55	£,1392	.90479	316
Q56	£,0090	.81838	316
Q57	£,9082	.99207	316
Q58	£,3291	.87147	316

Q09	£,£78£	.727£3	316
Q10	£,0380	.78991	316
Q11	£,2780	.92838	316
Q12	£,0090	.80630	316
Q13	£,£019	.80069	316
Q1£	£,373£	.812£8	316
Q10	£,3892	.80696	316
Q16	£,3228	.73263	316
Q17	£,2703	.72822	316
Q18	£,3006	.72202	316
Q19	£,3196	1,11087	316
Q70	£,6266	.60207	316
Q71	£,£8£2	.78209	316

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q1	287,6266	313,9£3	.177	.8£0
Q2	287,3892	310,£26	.129	.8£1
Q3	287,699£	318,738	-.000	.8£3
Q£	287,2020	311,8£0	.2£2	.839
Q0	287,6£87	313,601	.1£8	.8£1
Q6	280,7816	31£,078	.223	.8£0
Q7	280,8209	313,7££	.27£	.839
Q8	280,9177	312,723	.226	.839
Q9	280,7970	313,86£	.281	.839
Q10	287,80££	311,877	.217	.8£0
Q11	287,7627	317,72£	.038	.8£2
Q12	287,9620	31£,729	.106	.8£2
Q13	287,2373	312,8£8	.201	.839
Q1£	287,1£87	31£,£90	.212	.8£0
Q10	287,0316	316,101	.13£	.8£1
Q16	287,1001	316,677	.076	.8£2
Q17	287,2278	313,637	.189	.8£0
Q18	287,1£06	310,090	.101	.8£0
Q19	287,£620	316,338	.083	.8£2
Q20	287,22£7	316,£0£	.082	.8£2
Q21	287,8013	300,302	.309	.838
Q22	287,930£	306,878	.306	.838
Q23	287,7000	306,277	.28£	.838

Q2ε	287,7278	30,5203	.272	.839
Q2o	287,9082	30,7217	.291	.838
Q2γ	287,8829	310,701	.200	.840
Q2ν	287,8418	30,9,783	.218	.840
Q2λ	287,8418	310,027	.208	.840
Q2η	287,8114	314,022	.127	.841
Q30	287,3449	311,772	.220	.839
Q31	287,8481	311,094	.204	.840
Q32	287,3013	30,0,972	.401	.837
Q33	287,7171	311,323	.177	.841
Q3ε	287,8082	30,4,744	.407	.837
Q3o	287,2073	30,4,097	.473	.830
Q3γ	287,0443	310,701	.270	.839
Q3ν	287,1741	30,9,770	.309	.838
Q3λ	287,0791	314,771	.098	.842
Q3η	287,7804	314,077	.097	.842
Q40	288,0038	318,089	-.003	.840
Q41	287,7019	30,7,000	.212	.841
Q42	287,2310	313,423	.199	.840
Q43	287,2780	308,270	.374	.837
Q44	287,3387	30,9,304	.347	.838
Q4o	287,2073	30,9,734	.328	.838
Q4γ	287,2790	30,9,270	.373	.837
Q4ν	287,4007	308,274	.297	.838
Q4λ	287,1877	30,9,822	.323	.838
Q4η	287,1830	30,7,077	.379	.837
Q50	287,4873	308,178	.308	.837
Q51	280,9304	308,440	.380	.837
Q52	280,9209	308,283	.404	.837
Q53	287,2703	311,248	.249	.839
Q54	287,7044	313,130	.137	.841
Q5o	287,3708	312,428	.187	.840
Q5γ	287,4900	310,314	.280	.838
Q5ν	287,0918	30,9,701	.247	.839
Q5λ	287,1709	310,029	.271	.839
Q5η	287,0317	30,9,740	.349	.838
Q60	280,9720	30,7,224	.410	.837
Q61	287,2210	30,9,233	.279	.838
Q62	280,9900	308,8809	.321	.838
Q63	287,0981	30,9,244	.309	.838
Q64	287,1277	311,311	.202	.839

Q٦٥	٢٨٦,١١٠٨	٣٠٩,١٨٥	.٣٣٠	.٨٣٨
Q٦٦	٢٨٦,١٧٧٢	٣٠٩,١٤٩	.٣٦٩	.٨٣٧
Q٦٧	٢٨٦,٢٢٤٧	٣٠٩,٨٧٠	.٣٤٣	.٨٣٨
Q٦٨	٢٨٦,١٩٩٤	٣٠٨,٩٧٩	.٣٨٢	.٨٣٧
Q٦٩	٢٨٦,١٨٠٤	٣٠٧,٣٦٧	.٢٧٢	.٨٣٩
Q٧٠	٢٨٥,٨٧٣٤	٣١١,٧٤٩	.٣٠٥	.٨٣٨
Q٧١	٢٨٦,٠١٥٨	٣٠٨,٦٨٩	.٣٦٠	.٨٣٧

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
٢٩٠,٥٠٠٠	٣١٩,٢٠٣	١٧,٨٦٦٢٦	٧١

AVE

	AVE
Annunciator System	٠.٦٤٣٦٢٠
Buildings and Place Structures Safety	٠.٦٥٠٣٢٥
Electrical Installations Safety	٠.٥٧٧٠٤٨
Fire-Fighting Equipment	٠.٥٩٨٠٠٩
Mechanical Installations Safety	٠.٥٨٧١٥١
Protective Factors	٠.٦٠٢٥٢٣

Composite Reliability

	Composite Reliability
Annunciator System	٠,٧١٥٦٧٧
Buildings and Place Structures Safety	٠,٧٠٢١٧١
Electrical Installations Safety	٠,٧٤٦٠٢٨
Fire-Fighting Equipment	٠,٧٣٩٩٤٧
Mechanical Installations Safety	٠,٨٥٩٨٤٤
Protective Factors	٠,٧٠٤١٧٠

R Square

	R Square
Annunciator System	٠.٦٢٩٩١٩
Buildings and Place Structures Safety	٠,٦١٩٥٢٥
Electrical Installations Safety	٠,٦٣٨٠٣٨
Fire-Fighting Equipment	٠,٥٩٦٨١٠
Mechanical Installations Safety	٠,٦٠٤٢٧٧
Protective Factors	٠,٦١٩٠٨٤

November 30, -0001

Dear Kazem,

Based on the reviewer's recommendations, I am delighted to inform you that your following manuscript has been accepted for the publication in *International Business Management*.

Title	IDENTIFYING THE KEY FACTORS OF SUCCESS IN RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF FILLING STATIONS (CASE STUDY: GASOLINE FILLING STATIONS, WEST OF IRAN)
Authors	1. Yousef Yasi, 2. Taher Taherian, 3. Mostafa Adeli Zadeh, and 4. Kazem Bahadori*
Received on	November 07, 2016
Accepted on	November 30, -0001

Thank you very much for submitting your article to "*International Business Management*".

We look forward to receive more articles in future.

Best Regards

Muhammad Kamran
International Business Management

November 30, -0001

Dear Kazem,

Based on the reviewer's recommendations, I am delighted to inform you that your following manuscript has been accepted for the publication in *International Business Management*.

Title	IDENTIFYING THE KEY FACTORS OF SUCCESS IN RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF FILLING STATIONS (CASE STUDY: GASOLINE FILLING STATIONS, WEST OF IRAN)
Authors	1. Yousef Yasi, 2. Taher Taherian, 3. Mostafa Adeli Zadeh, and 4. Kazem Bahadori*
Received on	November 07, 2016
Accepted on	November 30, -0001

Thank you very much for submitting your article to "*International Business Management*".

We look forward to receive more articles in future.

Best Regards

Muhammad Kamran
International Business Management

Identification and ranking of key success factors in risk assessment and management in gasoline stations (Case Study: the gasoline stations in West Country)

Abstract

The aim of this study is identification and ranking the key success factors in risk assessment and management of gasoline stations in the West Country, in Iran. This study, from the results view point is ranked as a applied research work. However, when the methodology is concerned then, it is classed as an exploratory- descriptive work. Also, it may be regarded as a survey on the bases of the data collected. The survey population consists of managers and experts in industrial safety department of afore mentioned gas stations. Cochran formula has been used to determine the sample size, and number 376 is calculated as the sample and selected randomly. In this study, the data has been collected through field research and library research. For the purpose of data collection personal interviews, open questionnaire and researcher's questionnaire have been used. In order to investigate the questionnaire validity the content validity and convergent validity approach have been applied. Also for the appraisal of the questionnaire reliability, Cronbach's alpha and composite reliability methods were applied. In this study, initially the primary components in the risk assessment and management of gasoline stations were appraised, and then through exploratory factor analysis risk factors were determined. Evaluation criteria have been identified by the experts, and weights of criteria have been determined through the fuzzy analytic network process. Ranking each of the factors has been determined through Multi Attribute Decision Making (MADM) techniques such as fuzzy VIKOR, fuzzy ARAS and fuzzy COPRAS. Finally, these factors have been prioritized through the Copeland method. In this study computer softwares such as EXCEL, SPSS and have been applied. The results show six factors (mechanical installations safety, safety of buildings and station structures, electrical installations safety, fire-fighting equipment, alarm system and protective factors) have been identified as key factors of the risk assessment and management in gasoline stations. The results indicate that all factors can predict changes of the assessment and management of risk in gasoline stations. The results of this study show "electrical installations safety" have higher priority than other factors.

Key words: Risk Assessment and Management, Factor Analysis, Fuzzy MADM, Gasoline Stations



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

Title:

**Identification and ranking of key success
factors in risk assessment and management
in gasoline stations (Case Study: the
gasoline stations in West Country)**

Supervisor:

**Dr. Yousef yasşı
Dr. Taher Taherian**

Advisor:

Dr. Mostafa Adelizadeh

By:

Kazem bahadori

Summer / 2016