

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت
پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی

ارائه مدل ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند جهت ارزیابی فرآیند تولید

نگارنده

ناهید خدای بردی

استاد راهنما

دکتر علی اکبر حسنی

دی ۱۳۹۸

شماره: ۲۰۹۲ - ۹۸ - ۱۴
تاریخ: ۹/۱/۲۸

باسمه تعالی



فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای خدای پردی ناهید با شماره دانشجویی ۹۶۰۵۹۸۴ رشته مدیریت صنعتی - تولید و عملیات گرایش تحت عنوان ارائه مدل ارزیابی ریسک مبتنی بر فرایند جهت ارزیابی فرایند تولید که در تاریخ ۹۸-۱۰-۲۳ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| قبول (با درجه:) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| مردود | <input type="checkbox"/> |
| نظری | <input type="checkbox"/> |
| عملی | <input checked="" type="checkbox"/> |

| عضو هیأت داوران | نام و نام خانوادگی | مرتبه علمی | امضاء |
|---------------------------|--------------------|------------|-------|
| ۱- استاد راهنمای اول | حسی علی اکبر | | |
| ۲- استاد راهنمای دوم | | | |
| ۳- استاد مشاور | | | |
| ۴- نماینده تحصیلات تکمیلی | | | |
| ۵- استاد ممتحن اول | دکتر رضا شیخ | | |
| ۶- استاد ممتحن دوم | دکتر میرلوحی | | |

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تصوه: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (فرسودت مجاز) تحصیل می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم بہ

خدائی کہ آفرید جهان را، انسان را، عقل را، معرفت را، عشق را

و

پدر و مادر عزیزتر از جانم

و

بہ کسانی کہ عشقان را در وجودم دمید۔

با تشکر از

استاد راهنمای کرامت‌دین جناب آقای دکتر علی اکبر حسینی برای راهنمایی‌های ارزنده و بی‌دریغ به اینجانب که بدون
مساعده و نظرات یاری‌دهنده ایشان، این پایان‌نامه به نتیجه مطلوب نمی‌رسید. همچنین از تمامی اساتیدی که
در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد افتخار ساگردی در محضرشان را داشتم تشکر می‌نمایم.

تعهد نامه

اینجانب **ناهید خدای بردی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد (دکتری) رشته مدیریت صنعتی دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **ارائه مدل ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند جهت ارزیابی فرآیند تولید تحت راهنمایی دکتر علی اکبر حسنی** متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد .

چکیده

ارزیابی ریسک قادر است اطلاعات ارزشمندی را جهت تصمیم‌سازی در زمینه کاهش ریسک، بهینه‌سازی سیستم‌های کنترلی و برنامه‌ریزی جهت ارائه واکنش مطلوب فراهم سازد. در این پژوهش یک روش ارزیابی ریسک ترکیبی با قابلیت تحلیل داده‌های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و آمار بیزین ارائه شده است. ابتدا خطرات درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آن از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک، شناسایی شده است. خطرات شناسایی شده ابتدا به صورت کیفی و در نهایت به صورت کمی و سپس با استفاده از شبکه بیز روابط مابین آن‌ها مدل‌سازی می‌شود تا ریسک موجود در این فرآیند مورد ارزیابی قرار گیرد. شبکه‌های بیز برای بسیاری از مسائل همراه با عدم قطعیت و استدلال احتمالی یک سیستم پشتیبانی تصمیم فراهم می‌آورند و به‌عنوان یک روش کارا در مدل‌سازی مسائل تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرند. سپس، سناریوهای (طرح‌های) فرآیند تولید با استفاده از شبکه تحلیل بیزین تجزیه و تحلیل می‌شوند. در نهایت، هر یک از سناریوهای فرآیند تولید بر اساس شاخص مطلوبیت، توسط روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مکبث ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند. مدل پیشنهادی جهت تحلیل ریسک فرآیند در یک نیروگاه برق به‌عنوان نمونه موردی پیاده‌سازی شده است. نتایج تحقیق حاکی از کارایی روش پیشنهادی جهت تحلیل ریسک به دستاوردهای آن است.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، تصمیم‌گیری چند معیاره، مدل‌سازی فرآیند، مکبث، شبکه بیزین

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۱ | فصل اول : کلیات پژوهش..... |
| ۲ | ۱-۱ مقدمه..... |
| ۳ | ۱-۲ بیان مساله..... |
| ۵ | ۱-۳ ضرورت و اهمیت پژوهش..... |
| ۶ | ۱-۴ اهداف پروژه..... |
| ۶ | ۱-۵ سوالات پژوهش..... |
| ۷ | ۱-۶ روش انجام پژوهش..... |
| ۷ | ۱-۶-۱ روش پژوهش..... |
| ۷ | ۱-۶-۱ قلمرو پژوهش..... |
| ۸ | ۱-۷ نوآوری در تحقیق..... |
| ۹ | فصل دوم : ادبیات پژوهش و پیشینه پژوهش..... |
| ۱۰ | مقدمه..... |
| ۱۱ | بخش اول..... |
| ۱۱ | ۲-۱ ریسک..... |
| ۱۵ | ۲-۲ مدیریت ریسک..... |
| ۱۷ | ۲-۲-۱ مزایا مدیریت ریسک..... |
| ۱۸ | ۲-۲-۲ شناسایی ریسک..... |
| ۲۰ | ۲-۳ ارزیابی ریسک..... |
| ۲۱ | ۲-۳-۱ ارزیابی ریسک کیفی..... |

| | |
|----|---|
| ۲۳ | ۲-۳-۲ ارزیابی ریسک کمی |
| ۲۶ | بخش دوم |
| ۲۶ | ۲-۴ پیشینه تحقیق |
| ۳۱ | فصل سوم: روش تحقیق |
| ۳۲ | ۳-۱ روش شناسی تحقیق |
| ۳۲ | ۳-۱-۱ مقدمه |
| ۳۳ | ۳-۱-۲ انواع تحقیق |
| ۳۵ | ۳-۲ روش پژوهش |
| ۳۵ | ۳-۳ قلمرو پژوهش |
| ۳۵ | ۳-۳-۱ قلمرو موضوعی |
| ۳۵ | ۳-۳-۲ قلمرو مکانی |
| ۳۵ | ۳-۳-۳ قلمرو زمانی |
| ۳۵ | ۳-۴ نوع پژوهش از نظر تکنیک |
| ۳۶ | ۳-۵ روش جمع آوری داده |
| ۳۹ | ۳-۶ جامعه آماری |
| ۳۹ | ۳-۷ روش تجزیه و تحلیل تحقیق |
| ۴۰ | ۳-۸ مدل جامع ارزیابی ریسک |
| ۴۱ | ۳-۹ روش پیشنهادی ارزیابی ریسک مبتنی بر تحلیل بیزین و تصمیم گیری چندمعیاره |
| ۴۲ | ۳-۹-۱ گام یک: مرحله ایجاد زمینه |
| ۴۲ | ۳-۹-۲ گام دو: مدلسازی و تحلیل ریسک |
| ۴۲ | ۳-۹-۲-۱ شناسایی ریسک هدف |
| ۴۳ | ۳-۹-۳ گام سه: تجزیه و تحلیل ریسک مبتنی بر فرآیند |
| ۴۴ | ۳-۹-۳-۱ تجزیه و تحلیل ریسک از طریق شبکه بیزین |

| | |
|----|---|
| ۴۵ | ۳-۹-۴ گام چهار: ارزیابی و جمع‌آوری ریسک از طریق تصمیم‌گیری چندمعیاره..... |
| ۴۵ | ۳-۱۰ تصمیم‌گیری چندمعیاره..... |
| ۴۶ | ۳-۱۰-۱ مدل مجموع ساده وزنی..... |
| ۴۶ | ۳-۱۰-۲ رتبه‌بندی بر اساس تشابه به حل ایده آل..... |
| ۴۷ | ۳-۱۰-۳ حذف و انتخاب سازگار با واقعیت..... |
| ۴۷ | ۳-۱۰-۴ فرآیند تحلیل سلسه مراتبی..... |
| ۴۸ | ۳-۱۱ اندازه‌گیری جذابیت به وسیله ارزیابی رسته ایی MACBETH..... |
| ۵۰ | ۳-۱۲ انتگرال چوکت..... |
| ۵۱ | فصل چهارم : تحلیل داده ها..... |
| ۵۲ | ۴-۱ مقدمه..... |
| ۵۲ | ۴-۲ بکارگیری مدل پیشنهادی در مطالعه موردی..... |
| ۵۷ | فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات..... |
| ۵۸ | ۵-۱ مقدمه..... |
| ۵۸ | ۵-۲ خلاصه..... |
| ۵۹ | ۵-۳ مرور کلی بر تحقیق..... |
| ۵۹ | ۵-۴ نتیجه گیری..... |
| ۶۰ | ۵-۵ پیشنهادات برای محققین آینده..... |
| ۶۰ | ۵-۶ محدودیت‌های تحقیقاتی پژوهش..... |
| ۶۲ | منابع و ماخذ..... |

فهرست جداول

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۱۳ | ۲-۱ نمونه‌هایی از منابع ریسک طبیعی، فنی و انسانی..... |
| ۱۸ | ۲-۲ جدول مراحل شناسایی ریسک..... |
| ۲۲ | ۲-۳ ماتریس احتمال ضریب ریسک..... |
| ۲۳ | ۲-۴ مراحل ریسک کمی..... |
| ۲۵ | ۲-۵ مراحل برنامه ریزی واکنش به ریسک..... |
| ۲۶ | ۲-۶ مروری بر مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی ریسک فرآیند..... |
| ۴۹ | ۳-۱ اختلاف جذابیت بین دو گزینه با مقیاس کلامی در هفت سطح..... |
| ۵۵ | ۴-۱ نتایج نرم افزار Agena risk برای طرح های فرآیند تولید..... |
| ۵۶ | ۴-۲ حالات ریسک (مقادیر ریسک نرمال با مکبث)..... |
| ۵۶ | ۴-۳ شاخص ریسک کلی فرآیندها..... |

فهرست اشکال و نمودار

صفحه

عنوان

| | |
|---------|--|
| ۱۴..... | ۲-۱ رابطه بین اطلاعات و آگاهی در مورد پیامدها و احتمال وقوع حوادث..... |
| ۳۳..... | ۳-۱ مدل کلی برای روش علمی تحقیق..... |
| ۴۰..... | ۳-۲ عامل ریسک و ارتباط آن با هدف..... |
| ۴۱..... | ۳-۳ نمای کلی از گام های اجرای روش پیشنهادی..... |
| ۵۳..... | ۴-۱ شرح فرآیند تولید برق در نیروگاه سیکل ترکیبی..... |
| ۵۴..... | ۴-۱ ریسک توربین گازی مبتنی بر نظر خبرگان..... |
| ۵۵..... | ۴-۲ خروجی نهایی نرم افزار مکبث برای ریسک فرآیندها..... |

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱ مقدمه

با گسترش سطح زندگی در جوامع امروزی، نیاز به منابع انرژی در شکل‌های جدیدتر بیشتر نمایان می‌شود. تقریباً در تمام مواقع، هدف، تبدیل سایر اشکال انرژی به انرژی برق می‌باشد. با پیشرفت تکنولوژی و ظهور تجهیزات و ابزارهای الکتریکی و الکترونیکی شدن خیلی از ابزارها در زندگی روزمره، نیاز به انرژی برق نیز افزایش یافته و ارائه انرژی برق به صورت مستمر و پایدار اهمیت بیشتری یافته‌است. یکی از مکان‌های تبدیل انرژی به انرژی الکتریکی نیروگاه برق می‌باشد. برای پایداری و استمرار تولید انرژی برق و همچنین افزایش روزافزون هزینه دستگاه‌ها و ماشین‌آلات و لزوم دستیابی به سطح بالایی از قابلیت اطمینان در آنها جهت جلوگیری از حوادث و ریسک‌های ناشی از آن، اهمیت وجود رویکردی برای ارزیابی ریسک را روز به روز در این حوزه بیشتر می‌کند. برق، به عنوان یکی از انواع انرژی‌های تبدیلی، سهمی قابل توجه در سبد انرژی هر کشور بر عهده داشته و بخش عمده‌ای از آن در سراسر جهان، از طریق تبدیل سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. در ایران، ۸۴ درصد از انرژی الکتریکی مصرفی، توسط توربین‌های گاز و بخار نیروگاه‌های حرارتی تولید می‌شود، بنابراین شناسایی و ارزیابی ریسک‌های موجود در این حوزه اهمیت فراوانی دارد [آمار صنعت برق ایران، ۱۳۹۲]. هیچ فرآیند تولیدی و پروژه‌ای وجود ندارد که ریسک نداشته باشد. ریسک را می‌توان مدیریت کرد، کاهش داد، به اشتراک گذاشت، انتقال داد یا پذیرفت، اما نمی‌توان نادیده گرفت. امروزه سازمان‌ها با پیچیدگی و عدم قطعیت فزاینده‌ای مواجه هستند که مدیریت ریسک‌های تخصصی را بیش از گذشته دشوارتر ساخته است و وجود رویکردی برای ارزیابی ریسک را الزامی ساخته است. مطالعه حاضر با شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های موجود در فرآیندهای نیروگاه برق و تعیین روبربط موجود در بین ریسک‌ها، به ارزیابی آن می‌پردازد.

۲-۱ بیان مسئله

متفکران و اندیشمندان مدرن معتقدند دنیا به همان صورتی است که ما به آن می‌نگریم. عدم قطعیت مفهومی ذاتی در کنش‌های رفتاری و به ویژه فعالیت‌هایی است که مستلزم قضاوت و ارزیابی ذهنی بشر می‌باشد. مشکل اصلی تحلیل‌گران در مواجهه با سیستم‌های دارای عدم قطعیت آن است که باید با وجود محدودیت داده‌ها، ساختار ذاتی سیستم و روابط بین اجزای آن را تعیین کنند. بدین منظور محققان و صاحب‌نظران سعی در ارائه چارچوب‌های مختلف برای تجسمی صریح و صحیح از عدم قطعیت سیستم‌ها داشته‌اند. در دنیای امروزی خطرات و ریسک‌های مرتبط با آن‌ها بسیار متنوع‌اند و اغلب شدت آن‌ها به حدی بالا است که در عمل امکان جبران پیامدهای حاصله غیر ممکن است (زارعی اسماعیل و همکاران، ۱۳۹۳). پیچیدگی فضای امروز کسب و کار و لزوم حفظ مزیت رقابتی پایدار برای سازمان‌ها بر اهمیت مقوله نظام ارزیابی عملکرد کارا و متناسب با نیازمندی‌های سازمان افزوده است. این ضرورت به گونه‌ای خود را نمایان ساخته است که عدم وجود نظام ارزیابی عملکرد، به عنوان یکی از نقاط ضعف سازمان شناخته می‌شود (حاجی خانی پریسا، ۱۳۹۵). محدوده مجاز برای شکست در مدیریت ریسک از سوی ذینفعان سازمان همچون جامعه و سهامداران به شدت کاهش یافته است. از سوی دیگر، قوانین و مقررات همچون استانداردهای مدیریتی نیز به نوبه خود الزامات سخت‌گیرانه‌تری را مطرح می‌نمایند. ارزیابی ریسک به عنوان یکی از گام‌های مهم در مدیریت ریسک، این امکان را فراهم می‌سازد تا با توجه به ویژگی‌های خاص هر فرآیند و ارتباط آن با دیگر فرآیندها و اهداف مدنظر، زمینه مناسبی جهت دسترسی به داده‌های مورد نیاز جهت تحلیل فراهم شود. از این رو هدف از ارزیابی ریسک، اندازه‌گیری ریسک‌ها بر اساس شاخص‌های مختلف از قبیل میزان تاثیر، احتمال وقوع و احتمال کشف هر ریسک می‌باشد (هالیاکس و همکاران، ۲۰۰۴) (تانسل و آلپن، ۲۰۱۶). در زمینه فرآیند، ریسک، ناشی از عدم اطمینان در مورد توانایی یک فرآیند برای ارائه «ارزش پیشنهادی» و پیامدهای آن است. ارزش پیشنهادی اشاره به وعده ضمنی یا صریح به ذینفعان خود دارد تا ترکیب خاصی از ارزش‌ها را به آنها ارائه دهند (مارتینز هرناندز، ۲۰۰۳). ارزش پیشنهادی ترکیبی متمایز از عناصری است که نیازهای بخشی از مشتریان را برآورده کرده و از این طریق خلق ارزش می‌کند. ارزش‌ها ممکن است کمی (مانند قیمت، سرعت خدمات رسانی) و

یا کیفی (مانند طراحی، تجربه مشتری) باشند. ریسک در فرآیند باید مدل سازی و ارزیابی شود تا عدم قطعیت و عواقب آن در «ارزش پیشنهادی» مورد توجه قرار گیرد. مدیریت ریسک جهت محافظت و به حداکثر رساندن ارزش فرآیند برای ذینفعان انجام می‌شود (سینو، لامین و پینگود، ۲۰۰۸) (شاه، ۲۰۱۲). اگر چه، خطر یک عنصر است که می‌تواند فرآیند (کسب و کار) را به طور ناگهانی تحت تأثیر قرار دهد، اما هنوز هم به طور مستقل مدیریت می‌شود. پیوند کافی بین فرآیند و مدل های کمی ریسک وجود دارد (اسکات و وسی، ۲۰۰۲). برای مدیریت بهتر ریسک یک فرآیند، باید به صورت پویا در فرآیند یکپارچه و ارزیابی شود تا عدم اطمینان و زنجیره ای از حوادث مرتبط با فعالیت های یک فرآیند را در نظر بگیرد. شناسایی عوامل خطر برای نظارت و کنترل خطر ضروری است. برای به حداقل رساندن احتمال وقوع خطر، عوامل خطر باید شناسایی شوند، اولویت بندی شوند و خطرات رفع شود. سلسله مراتب خطر و شبکه های فاکتور ریسک کافی است تا تمامی خطرات مربوط به آن و دلایل آنها در هر سناریوی مشخصی را نشان دهند. با این وجود، خطرات شناسایی شده با عوامل خطر آنها نمی‌توانند مورد ارزیابی قرار گیرند زیرا از آنها اطلاعات دقیقی ندارند. برای این منظور، آنها بیشتر در محیط فرآیندی (کسب و کار) مورد بررسی قرار می‌گیرند که ممکن است رخ دهد.

افزایش پیچیدگی و پویایی در پروژه ها و فرآیندهای کسب و کار و ایجاد زیان های مالی و زمانی و گاه جبران ناپذیر، وجود مدیریت ریسک را انکار ناپذیر کرده است. ارزیابی ریسک، مهم ترین گام در راستای شناسایی و تحت کنترل درآوردن ریسک ها و به بیان دیگر مدیریت آنهاست. برای به حداقل رساندن احتمال وقوع خطر، عوامل خطر باید شناسایی و سپس اولویت بندی شوند تا خطرات رفع شود. جهت پیشبرد این امر، هدف از این تحقیق ارائه یک مدل ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند جهت ارزیابی فرآیند تولید با قابلیت تحلیل داده های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم گیری چندمعیاره و آمار بیزین می‌باشد.

۳-۱ ضرورت و اهمیت پژوهش

با توجه به محیط رقابتی بازار، صنایع در حال تلاش برای مقابله با نیازهای نامشهود و تغییر کسب و کار هستند تا نیاز مشتریان را با ارائه محصولات با کیفیت بالا و با قیمت پایین و در زمان مناسب، برآورده سازند. این امر منجر به توسعه بسیاری از شیوه‌های مدیریتی نظیر تولید به موقع، سرمایه گذاری در فناوری‌های پیشرفته تولید، تاکید بر کیفیت، مهندسی همزمان و طراحی یکپارچه محصول و فرآیند شده است (دیوید و رابرت، ۲۰۰۵). برای سنجش موفقیت در اجرای این تکنیک‌ها، شرکت‌ها از سنجش عملکرد استفاده می‌کنند. با این حال، متوجه شدند که اقدامات سنتی عملکرد دیگر برای ارزیابی عملکرد صنعتی مناسب نیست. در واقع، ارزیابی عملکرد طولانی مدت بر هزینه بالا استوار است. اقدامات سنتی عملکرد تا اواسط دهه ۷۰ عمدتاً تنها معیار ارزیابی عملکرد بود. از آن به بعد، صنعت متوجه شد که اقدامات سنتی، عملکرد واقعی آنها را منعکس نمی‌کند (کاپلان و کوپر، ۱۹۹۷). افزایش پیچیدگی و پویایی در صنایع، آن‌ها را دچار خطرهای زیان‌های زیادی کرده است. بنابراین، مدیریت و ارزیابی ریسک برای بهبود عملکرد و تضمین موفقیت حیاتی می‌باشد. ارزیابی ریسک مهمترین گام در راستای شناسایی و تحت کنترل در آوردن ریسک‌ها و به بیان دیگر مدیریت آن‌هاست. لازمه واکنش مناسب به ریسک‌های موجود، شناسایی آنها و قابلیت اندازه‌گیری تاثیر آنها بر اهداف پروژه و تعیین ریسک‌هایی است که اقدامات کنترلی و مدیریتی فوری را می‌طلبند. از مجموع دلایل ذکر شده می‌توان به این نتیجه رسید که ایجاد و به کارگیری یک سیستم ارزیابی ریسک ضرورتی اجتناب ناپذیر است.

۴-۱ اهداف پروژه

در تحقیق پیش‌رو، تلاش شده است که متدولوژی مربوط به ارزیابی ریسک ارائه گردد. در این تحقیق اهداف زیر دنبال می‌شود:

- ✓ ارائه روش ارزیابی ریسک ترکیبی با قابلیت تحلیل داده‌های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و آمار بیزین.
- ✓ شناسایی ریسک‌های درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آنها از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک.
- ✓ تجزیه و تحلیل خطرات ابتدا به صورت کیفی و سپس کمی و مدلسازی روابط مابین آنها و رتبه‌بندی آنها.

۵-۱ سوالات پژوهش

برای بررسی بهتر موضوع سوالات زیر مطرح شده است:

- ✓ چگونه می‌توان مدلی برای ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند جهت ارزیابی فرآیند تولید با در نظر گرفتن وابستگی مابین ریسک‌ها ارائه کرد؟
- ✓ عواملی که باعث ایجاد ریسک در فرآیند تولید می‌شود کدام است؟
- ✓ چه عواملی بر ارزیابی فرآیند تولید تاثیر می‌گذارد؟
- ✓ کدام روش جهت ارائه یک مدل ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند جهت ارزیابی فرآیند تولید مناسب است؟

۱-۶ روش انجام پژوهش

۱-۶-۱ روش پژوهش

تنوع در روش تجزیه و تحلیل ریسک به گونه‌ایی است که تکنیک‌های مناسب زیادی برای هر شرایط وجود داشته و انتخاب بر مبنای سلیقه محقق با توجه به زمینه و معیارهای تحقیق صورت می‌پذیرد. می‌توان ریسک را بر مبنای کمیت در نظر گرفت که به کمک داده‌های تصادفی واقعی ارزیابی شده و توسط روابط ریاضی بیان می‌گردد. روش تحقیق مورد استفاده در پژوهش حاضر توصیفی است و از لحاظ هدف، پژوهشی کاربردی است زیرا از نتایج آن می‌توان برای حل مسایل پیشرو استفاده کرد.

روش مورد استفاده در این پژوهش به صورت زیر می‌باشد :

- ✓ شناسایی خطرات درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آنها از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک
- ✓ خطرات شناسایی شده ابتدا کیفی و سپس کمی سازی شده و مدل‌سازی روابط مابین آنها با استفاده از شبکه بیزین
- ✓ تجزیه و تحلیل طرح‌های تولید با استفاده از شبکه تحلیل بیزین و رتبه بندی و توسعه بر اساس مطلوبیت با استفاده از روش مکبث

۱-۶-۲ قلمرو پژوهشی

قلمرو موضوعی:

قلمرو پژوهش پیش رو به لحاظ موضوعی در حیطه ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند و از لحاظ تکنیک تحلیل در قلمرو تصمیم‌گیری کمی قرار دارد.

قلمرو مکانی و زمانی

پژوهش حاضر جهت ارزیابی ریسک فرآیندهای تولیدی، به بررسی و ارزیابی و مدلسازی ریسک فرآیندها در نیروگاه سیکل ترکیبی برق شاهرود پرداخته است. از نظر زمانی، قلمرو زمانی این پژوهش مربوط به زمان اجرای پژوهش می باشد. این قلمرو دربرگیرنده سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ است.

۱-۷ نوآوری در تحقیق

- ✓ ارائه یک مدل برنامه ریزی احتمالی برای ارزیابی ریسک تجمیعی
- ✓ ارائه رویکرد جامع جهت مدیریت یکپارچه ریسک با لحاظ نمودن اثر برهم کنش های موجود

فصل دوم

ادبیات و پیشینه پژوهش

مقدمه

امروزه اتخاذ تصمیم‌های کلیدی در صنعت بدون شناسایی و ارزیابی مخاطرات احتمالی امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این رو آشنایی با روش‌های شناسایی عوامل بالقوه خطر و بکارگیری صحیح آنها متناسب با فعالیت، عامل مهمی در جهت پیاده‌سازی و حفظ سیستم‌های مدیریت ایمنی و کاهش هزینه‌های ناشی از آن خواهد گردید و امکان مقابله صحیح و واکنش مناسب در زمان وقوع خطرات را امکان‌پذیر می‌سازد (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۰). آثار برهم‌کنش بین ریسک‌ها سبب می‌شود که اثر تجمیعی به وجود آمده، از مجموع آثار ریسک‌ها بیشتر شود که در رویکردهای متداول ارزیابی ریسک، این موضوع چندان در کانون توجه قرار نمی‌گیرد. از طرف دیگر، توجه به ریسک و مدیریت آن در صنعت برق، به سبب حساسیت زیاد این پروژه‌ها در کشور (به لحاظ استراتژیک بودن، حجم بالای سرمایه‌گذاری، ارتباط با تأمین‌کنندگان مختلف داخلی و خارجی) اهمیت دو چندان می‌یابد و لزوم طراحی رویکردی برای ارزیابی ریسک را ضروری می‌کند. افزایش پیچیدگی و پویایی در پروژه‌ها و فرآیندهای کسب و کار و ایجاد زیان‌های مالی و زمانی و گاه‌ها جبران‌ناپذیر، وجود مدیریت ریسک را انکارناپذیر کرده است. ارزیابی ریسک، مهم‌ترین گام در راستای شناسایی و تحت‌کنترل درآوردن ریسک‌ها و به بیان دیگر مدیریت آنهاست. برای به حداقل رساندن احتمال وقوع خطر، عوامل خطر باید شناسایی و سپس اولویت بندی شوند تا خطرات رفع شود. جهت پیشبرد این امر، هدف از این تحقیق ارائه یک مدل ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند جهت ارزیابی فرآیند تولید با قابلیت تحلیل داده‌های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و آمار بیزین می‌باشد.

هر پژوهشی دارای یک چارچوب نظری می‌باشد که بیان‌کننده مفاهیم و نظریات مورد استفاده در پژوهش است. این فصل به سه بخش عمده تقسیم شده است:

- ✓ بخش اول به مفاهیم ریسک، مدیریت و ارزیابی ریسک پرداخته شده است.
- ✓ در بخش دوم این پژوهش، پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی مورد بررسی قرار گرفته و از تجربیات گذشته در انجام این پژوهش استفاده شده است.

✓ در خاتمه این فصل نیز به روش انجام پژوهش پیشنهاد شده مورد بحث قرار گرفته شده است.

بخش اول

۱-۲ ریسک

پیش از آن که به تعریف ریسک بپردازیم، ابتدا به مفهوم خطر که در ذات ریسک نهفته است اشاره می‌نماییم. کلمه خطر از واژه عربی الزهر به معنی مردن آمده است که به یک بازی شانس کهن با تاس اشاره دارد. یک خطر به صورت ویژگی یا مجموعه‌ای از ویژگی‌ها که بالقوه برای زیان را فراهم می‌کنند، تعریف می‌شود. اما باید این موضوع را در نظر گرفته که بین ریسک و خطر تفاوت وجود دارد. از این لحاظ که ما می‌توانیم ریسک را بدون تغییر خطر، تغییر دهیم. به بیان ساده‌تر خطر وجود دارد اما ریسک قابل تخفیف یا از بین بردن است (مالبور، ۲۰۰۴).

ریسک از یک واژه ایتالیایی به معنای "به چالش طلبیدن" نشأت گرفته است. این واژه در طول زمان تکامل یافته و بسته به ادراکات متفاوت، معانی مختلفی به خود گرفته است. مطالعه ریسک در قرن هفدهم با کار پژوهشگران در مورد تئوری احتمال آغاز گردید. این واژه سال‌ها با قمار پیوند خورده بود. ریسک در قرن نوزدهم از طریق صنعت بیمه در کشور انگلستان مورد توجه قرار گرفت و سپس در سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ با پیشرفت تکنولوژی و جهانی شدن سازمان‌ها ریسک و مدیریت آن در جامعه بزرگ کسب و کار مورد توجه قرار گرفت (خان و برنز، ۲۰۰۷).

از واژه ریسک بر حسب موارد استفاده در زمینه‌های مختلف، تعابیر متفاوتی به عمل آمده است که برخی از این تعاریف عبارتند از (تانگ، موسی، ۲۰۰۱) (تامالا، شونر، ۲۰۱۱) (آنکارا، ۲۰۱۱) (تانسل، آلپن، ۲۰۱۰):

✓ رویدادهایی که با احتمال کم ولی به طور ناگهانی ممکن است رخ دهد.

✓ رویدادهایی که موجب عواقب منفی قابل توجهی در سیستم می‌شوند.

✓ رویداد یا مجموعه‌ای از رویدادهای نامطمئن است که در صورت وقوع در دستیابی به یک یا تعدادی از اهداف اثر دارند.

✓ احتمال وقوع نتایج خاص.

✓ پیامد یا شدت حاصل از وقوع رویداد خاص.

✓ مسیرهایی که منجر به بروز حادثه میشوند.

✓ امکان حادث شدن واقعه‌های از پیش برنامه ریزی نشده که ماهیتی منفی در آن نهفته، بر حسب احتمال وقوع، شدت و پیامدهای ناشی از آن واقعه.

✓ انحراف در پیشامدهایی که می‌توانند در طول یک دوره مشخص در یک موقعیت واقع شوند.

✓ ریسک هم فرصت است و هم تهدید.

مفهوم کمی ریسک براساس تعریفی که در "روش تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن" بیان شده عبارت از حاصل ضرب سه عامل شدت ریسک، احتمال وقوع ریسک و احتمال کشف ریسک در یکدیگر می‌باشد (آنگارا، ۲۰۱۱).

در استاندارد ایزو ۳۱۰۰۰ که در سال ۲۰۰۹ منتشر شد تا برای سازمان‌ها چارچوبی را برای مدیریت ریسک تهیه، اجرا و دائما بهبود بخشد و هدفش یکپارچه کردن فرآیند مدیریت ریسک در رابطه با اداره، استراتژی و برنامه‌ریزی، مدیریت و گزارش‌دهی، سیاست‌ها، ارزش‌ها و فرهنگ می‌باشد، ریسک را به صورت "اثر عدم اطمینان بر اهداف و مقاصد" سازمان‌ها تعریف نموده است. "اثر" در اینجا به صورت فاصله گرفتن سازمان از اهداف از پیش تعیین شده تعریف می‌شود و می‌تواند هم شامل اثرات منفی (نرسیدن به اهداف) و هم اثرات مثبت (فرا رفتن از اهداف) باشد. "عدم اطمینان" حالتی است که در آن کمبود اطلاعات، هر چند جزئی، در زمینه فهم و یا آگاهی از یک حادثه، پیامدها و احتمال وقوع آن وجود داشته باشد. اهداف و مقاصد جنبه‌های گوناگونی می‌توانند داشته باشند (مانند مالی، ایمنی و بهداشتی و محیطی) می‌توانند در سطوح مختلف اعمال گردند، مانند (سطوح استراتژیک، کل سازمان، محصول و فرآیند). ریسک اغلب به صورت ترکیبی از پیامدهای

یک حادثه (شامل تغییر در شرایط) و احتمال وقوع آن حادثه بیان می‌شود. در اینجا لازم است چند مفهوم مهم در حوزه مدیریت ریسک توضیح داده شوند (عسگری علی، ۱۳۸۸):

✓ حادثه

حادثه، "وقوع و یا تغییر مجموعه مشخصی از شرایط و وضعیت‌ها" است. هر حادثه می‌تواند شامل یک یا چند رویداد باشد و می‌تواند دلایل متعدد داشته باشد. حادثه می‌تواند شامل چیزی باشد که اتفاق نیفتد مانند: عدم بارش باران در زمانی که انتظار باریدن آن وجود دارد. همچنین لزوماً هر حادثه‌ای منجر به پیامد نمی‌شود مثل قطعی برق در یک روز تعطیل.

✓ منبع ریسک

منبع ریسک "عنصری است که به تنهایی و یا با ترکیبی از عناصر دیگر، دارای پتانسیل ذاتی در بروز و ظهور ریسک می‌باشد". منابع ریسک معمولاً به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند: طبیعی، فنی و انسانی. به عنوان مثال، منبع ریسک قطع برق می‌تواند طبیعی (طوفان)، فنی (آتش سوزی در نیروگاه) و یا انسانی (خطای انسانی یا خرابکاری در شبکه) باشد. جدول ۱-۲ نمونه‌هایی از منابع ریسک طبیعی، فنی و انسانی را ارائه می‌دهد.

جدول ۱-۲ نمونه‌های از منابع ریسک طبیعی، فنی و انسانی

| منابع طبیعی | منابع فنی | منابع انسانی |
|-----------------|---------------------|-------------------|
| آتش سوزی | برق | هکر |
| زلزله | خرابی کامپیوتر | بدافزار |
| گردباد | خرابی سرور | خرابکاری کارمندان |
| باد شدید | خرابی خدمات ارتباطی | آشوب در محل کار |
| سیل | سقوط هواپیما | آتش سوزی عمدی |
| بیماری واگیردار | کمبود انرژی | جنگ |

✓ پیامدها

پیامدها عبارتند از "نتایج و خروجی‌های یک حادثه که بر اهداف اثرگذارند". بنابراین اگر حادثه‌ای دارای پیامدهایی است که بر اهداف سازمان مورد نظر تاثیر ندارند، آن حادثه برای آن سازمان نوعی حادثه خنثی می‌باشد. پیامد می‌تواند محسوس یا نامحسوس، قطعی و یا غیرقطعی، کمی و یا کیفی باشد. ممکن است هر پیامدی دارای پیامدهای تبعی باشد به عبارت دیگر "پیامدهای اولیه از طریق اثرات بعدی گسترش یابد" که این پیامدهای تبعی نباید از نظرها دور بماند.

✓ احتمال وقوع

✓ احتمال وقوع در حقیقت همان "شانس وقوع چیزی" است. در شکل ۱-۲ رابطه بین اطلاعات و آگاهی در مورد پیامدها و احتمال وقوع حوادث آورده شده است. چنانچه ملاحظه می‌شود، زمانیکه اطلاعات در مورد پیامدهای یک حادثه و همچنین احتمال وقوع آن کم باشد، در وضعیت جهل و ناآگاهی قرار داریم. بر عکس زمانی که اطلاعات کافی در مورد احتمال وقوع و یا پیامدهای احتمال آن داریم، در وضعیت ریسک قرار داریم. وضعیت‌های دیگر مانند عدم اطمینان و یا ابهام، حالت‌هایی هستند که به ترتیب اطلاعات ما در مورد احتمال وقوع حادثه و یا پیامدهای احتمالی آن محدود است.



شکل ۱-۲ رابطه بین اطلاعات و آگاهی در مورد پیامدها و احتمال وقوع حوادث

به طور مختصر ریسک را با سه سوال می توان مطرح می کرد:

۱- چه اشتباهی منجر به مواجهه با یک خطر می شود؟

۲- احتمال وقوع این حالت چقدر است؟

۳- اگر این حالت اتفاق بیفتد، عواقب آن چه خواهد بود؟

۲-۲ مدیریت ریسک

اصل اساسی در هر کسب و کار حداکثر کردن سود نیست، بلکه اجتناب از زیان است، از این رو اولین وظیفه هر کسب و کاری حفظ بقا می باشد که تمامی شرکت ها و کارخانه هایی که با هدف ماندگاری و سودآوری تاسیس می شوند در این راستا موفق نیستند. شناسایی نقاط و فعالیت هایی که می تواند خساراتی را به سیستم تحمیل کرده و یا پرسنل را با خطر مواجه سازند و بقای سازمان را تهدید کنند امری حیاتی می باشد. در این راستا اهمیت شناسایی ریسک و تکنیک های مدیریت ریسک نمایان می شود (PMI، ۲۰۰۲). مدیریت ریسک فرایند نظام یافته ی شناسایی، تحلیل و واکنش به ریسک پروژه می باشد. این امر متضمن بیشینه نمودن احتمال و پیامد رویدادهای مثبت و کمینه نمودن احتمال و پیامد رویدادهای نامطلوب در راستای اهداف پروژه است (هندی امیر مهدی، ۱۳۸۶). در منابع مختلف، تعاریف دیگری نیز ارائه شده است. بنا بر نظر بوهیم، مدیریت ریسک فرآیندی شامل دو فاز اصلی است: فاز تخمین ریسک (شامل شناسایی، تحلیل و اولویت بندی) و فاز کنترل ریسک (شامل مراحل برنامه ریزی مدیریت ریسک، برنامه ریزی نظارت ریسک و اقدامات اصلاحی) می باشد.

بنا به اعتقاد فیروزی مدیریت ریسک دارای هفت فاز است: (۱) شناسایی فاکتورهای ریسک، (۲) تخمین احتمال رخداد ریسک و میزان تأثیر آن، (۳) ارائه راهکارهایی جهت تعدیل ریسک های شناسایی شده، (۴) نظارت بر فاکتورهای ریسک، (۵) ارائه یک طرح احتمالی، (۶) مدیریت بحران، (۷) احیا سازمان بعد از بحران.

انجمن مدیران پروژه آمریکا برای مدیریت ریسک فرآیندهای اصلی زیر را بر شمرده اند (هندی امیرمهدی، ۱۳۸۶):

۱- برنامه ریزی مدیریت ریسک: تصمیم گیری در مورد نحوه نگرش و برنامه ریزی فعالیت های مدیریت ریسک یک پروژه.

۲- شناسایی ریسک: تعیین ریسک هایی که ممکن است بر پروژه اثر بگذارند و مستندسازی ویژگی های آنها.

۳- تحلیل کیفی ریسک: انجام یک تحلیل کیفی از ریسک ها و وضعیت ها به منظور اولویت بندی اثرهای آنها بر اهداف پروژه.

۴- تحلیل کمی ریسک: اندازه گیری احتمال و پیامدهای ریسک و برآورد آثار آنها بر اهداف پروژه.

۵- برنامه ریزی واکنش به ریسک: تهیه رویه ها و تکنیک هایی جهت افزایش فرصت ها و کاهش تهدیدها بر اهداف پروژه.

۶- کنترل و نظارت ریسک: نظارت بر ریسک های باقیمانده، شناسایی ریسک های جدید، اجرای برنامه جهت کاهش ریسک و ارزیابی اثربخشی آنها در سراسر چرخه حیات پروژه.

مدیریت ریسک را می توان به عنوان روشی برای افزایش کیفیت در نظر گرفت. در صورتی که این مقوله به بهترین نحو کابردی شود، از طریق مسائل ایمنی می تواند جوانب کیفیتی کنترل هزینه، برنامه ریزی و رضایت مشتری را مورد خطاب قرار دهد. برای آنانی که کیفیت را با رقابتی بودن و بقا در دنیای کسب و کار مرتبط می دانند، یک رابطه مستقیم با مدیریت ریسک وجود دارد (مالبور، ۲۰۰۴).

به طور کلی تر، مدیریت موثر ریسک در چهار مرحله صورت می گیرد (نیتو، ۲۰۱۱):

۱- شناسایی ریسک: فرآیند تعیین اینکه کدام ریسک ممکن است روی پروژه تاثیر بگذارد و مستندسازی ویژگی های آنها.

۲- **ارزیابی ریسک:** فرآیند اولویت بندی ریسک برای تحلیل های بیشتر از طریق ارزیابی و ترکیب احتمال وقوع و تاثیر آنها.

۳- **واکنش به ریسک:** فرآیند توسعه گزینه ها و فعالیت ها به منظور افزایش فرصت ها و کاهش تهدیدها برای اهداف پروژه.

۴- **نظارت و بازبینی ریسک:** فرآیند اجرای یک برنامه پاسخ به ریسک، پیگیری ریسک های معین شده، نظارت بر ریسک های باقیمانده، شناسایی ریسک های جدید و ارزیابی میزان اثربخشی فرآیند ریسک در طول مدت پروژه.

چهار نوع عمل در محتوای مدیریت ریسک مورد توجه قرار می گیرند (ظفرا و همکاران، ۲۰۰۴):

۱- **تخفیف:** کاهش اثر منبع ریسک.

۲- **پیش گیری:** تغییر احتمال وقوع.

۳- **اجتناب:** برنامه ای برای اجتناب از منبع ریسک به خصوص.

۴- **پذیرش:** پذیرفتن قرار گرفتن در معرض ریسک، اما کاری برای آن انجام ندادن.

به طور کلی مدیریت ریسک فرآیندی نظام یافته است که با فراهم کردن رویکردی شفاف و ساخت یافته جهت شناسایی ریسک به سازمان اجازه می دهد تا با داشتن درکی روشن از تمامی ریسک ها به ارزیابی، اولویت بندی و اقدامات مناسب جهت کاهش آنها بپردازد (جاتنز، ۲۰۰۵).

۱-۲-۲ مزایای مدیریت ریسک

مدیریت ریسک مزایای متعددی برای سازمان ها به همراه دارد که عبارتند از (جاتنز، ۲۰۰۵) (تانگ، ۲۰۰۶):
صرفه جویی و حفظ منابع ارزشمند سازمان، حفظ شهرت و تصویر عمومی سازمان، جلوگیری یا کاهش مسئولیت حقوقی و افزایش ثبات عملیات، حفاظت نیروی انسانی از آسیب ها، حفاظت از محیط زیست، افزایش توانایی جهت مواجه شدن با شرایط مختلف، کمک به تعریفی روشن از نیازهای بیمه ای سازمان، حمایت برنامه ریزی استراتژیک و کسب و کار، ارتقاء بهبود مستمر، درک سریع از فرصت های جدید، افزایش ارتباط بین واحدهای سازمانی، اطمینان سهامداران، کمک به برنامه ریزی داخلی و غیره.

به طور کلی یک مدیریت ریسک موثر و عملیاتی می‌تواند سازمان را نسبت به کاهش یا پیشگیری از ریسک متعهد نموده و آن را در رویارویی با ریسک مطمئن سازد.

شکست در مدیریت ریسک می‌تواند سبب از دست دادن نیروی انسانی حرفه‌ایی، شرکای تجاری، بازار یا فرصت‌های درآمدزایی و از همه بدتر از دست دادن کامل عملیات کسب و کار شود. سازمانی با ریسک دست و پنجه نرم می‌کند، اما در صورت درک و مدیریت درست ریسک، آن ریسک می‌تواند به مزیت رقابتی تبدیل شود چرا که امروزه سازمان‌ها مدیریت ریسک را به عنوان عامل فعال کننده کسب و کار می‌دانند. این دیدگاه جدید نه تنها ریسک را تهدید نمی‌داند بلکه آن را فرصت جدیدی تلقی می‌کند که می‌تواند اهرمی برای ساخت محصولات جدید، خدمات جدید، مدل‌های جدید کسب و کار و راه‌های جدیدی برای رقابت در بازار باشد (تانگ، ۲۰۰۶).

۲-۲-۲ شناسایی ریسک

اولین مرحله در فرآیند مدیریت ریسک زنجیره تامین شناسایی ریسک می‌باشد که به درک عدم اطمینان‌هایی که در آینده ممکن است زنجیره تامین را فرا گیرد کمک می‌کند که این به معنی تشخیص ریسک‌های بالقوه به منظور مدیریت کردن موثر آنها است (تانسل، آلپن، ۲۰۱۰).

به عبارت دیگر شناسایی ریسک شامل یک انتخاب جامع و ساخت یافته از ریسک‌های بالقوه‌ای است که ممکن است بر زنجیره تامین اثر بگذارند و در نتیجه ارائه تمامی ریسک‌های ممکن امری بعید به نظر می‌رسد، در این مرحله تنها بر اهمیت‌ترین ریسک‌ها بر حسب تاثیر آنها بر زنجیره تامین پوشش داده می‌شوند (تامالا، شونر، ۲۰۱۱). به طور کلی شناسایی ریسک سخت‌ترین و مهم‌ترین مرحله از فرآیند مدیریت ریسک زنجیره تامین است که دیگر مراحل این فرآیند بر آن استوار می‌باشد، چرا که اگر ریسک شناسایی نشود مراحل بعدی بی‌اثر شده و نمی‌توان پاسخ مناسبی به مخاطرات داد. شناسایی ریسک فرآیندی پیوسته است که تنها برای یک بار رخ نمی‌دهد، بلکه به صورت مستمر و با توجه به سطح ریسک و شرایط سازمان در زمان‌های مختلف تکرار می‌گردد (جاننر، ۲۰۰۵) (تانگ، ۲۰۰۶).

جدول (۲-۲) مراحل شناسایی ریسک

| خروجی‌ها | ابزارها و تکنیک‌ها | ورودی‌ها |
|-------------------------|--|---|
| ریسک‌ها ✓ نشانگرها ✓ | بازنگری‌های مستندسازی ✓ تکنیک جمع‌آوری اطلاعات ✓ فهرست واریسی ✓ تحلیل مفروضات ✓ تکنیک‌های ترسیمی ✓ | برنامه مدیریت ریسک ✓ خروجی‌های برنامه‌ریزی ✓ دسته‌های ریسک ✓ اطلاعات گذشته ✓ |

ورودی های شناسایی ریسک عبارت اند از:

۱- برنامه های مدیریت ریسک

۲- خروجی های برنامه ریزی پروژه

۳- دسته های ریسک: ریسک هایی که ممکن است تأثیر بهتر یا بدتر بر فرآیند داشته باشند، می توانند در دسته های ریسک شناسایی و سازمان دهی شوند. دسته های ریسک می بایست مشخص بوده و نیز منعکس کننده منابع متداول ریسک برای صنعت یا حوزه ی کاربردی باشند. دسته ها شامل موارد زیر می باشند:

- ✓ ریسک های فنی، کیفیتی یا عملکردی مثل اعتماد به فناوری اثبات نشده یا پیچیده، اهداف عملکرد نامعقول، تغییر در فناوری مورد استفاده یا در استانداردهای صنعت مورد نظر.
- ✓ ریسک های مدیریت مثل تخصیص ناکافی زمان و منابع، کیفیت نامناسب.
- ✓ ریسک های سازمانی مثل اهداف هزینه، زمان و محدوده که ذاتا ناسازگار می باشند، فقدان اولویت بندی پروژه ها، عدم کفایت یا وقفه در سرمایه گذاری اولیه و تعارض های منبعی با سایر پروژه های سازمان.
- ✓ ریسک های خارجی مثل تغییر محیط قانونی یا مقرراتی، مسائل کارگری، تغییر اولویت های کارفرما، ریسک کشور و آب و هوا.
- ✓ ریسک های مربوط به حوادث قهری از جمله زلزله، سیل و آشوب های مدنی معمولاً به جای مدیریت ریسک مستلزم اقدامات کشف حادثه ی ناگوار می باشند (PMI، ۲۰۰۹).

۴-اطلاعات گذشته: از بین تکنیک ها، تکنیک های جمع آوری اطلاعات و تکنیک واریسی و تکنیک های ترسیمی از سایر مراحل اهمیت بیشتری دارند که تکنیک های جمع آوری اطلاعات شامل تکنیک طوفان ذهنی، تکنیک دلفی، مصاحبه می باشد.

✓ فهرست های واریسی

برای شناسایی ریسک می توانند بر اساس اطلاعات گذشته و دانشی که از پروژه های مشابه پیشین و از سایر منابع اطلاعاتی اندوخته شده، تهیه شوند. مزیت استفاده از فهرست واریسی این است که شناسایی ریسک سریع و ساده می گردد و ضعف استفاده از آن، این است که تهیه ی فهرست واریسی کاملی از ریسک ها غیرممکن و استفاده کننده ممکن است عملاً محدود به دسته های موجود در فهرست گردد. می بایست توجه کافی به جستجوی اقلامی که در یک فهرست واریسی استاندارد مشاهده نمی شوند اما با پروژه ی خاصی مرتبط هستند، مبذول گردد. این فهرست واریسی می بایست تمامی انواع ریسک های ممکن پروژه را قلم به قلم ذکر نماید (PMI، ۲۰۱۳).

تکنیک های ترسیمی می توانند شامل موارد زیر باشند:

- ✓ نمودارهای علت و معلول (همچنین با عنوان نمودارهای استخوان ماهی نیز شناخته می شوند) برای شناسایی علل ریسک
- ✓ نمودارهای سیستم یا جریان فرایند نشان دهنده ی چگونگی ارتباط درونی عناصر مختلف یک سیستم و مکانیزم علیت می باشند. تأثیرهای ریشه ای، ترتیب زمانی رویدادها و سایر روابط بین متغیرها و ماحصل ها را نشان می دهد.

۳-۲ ارزیابی ریسک

برای بسیاری از مدیران که با مشکلات و مسایل مختلفی روبرو هستند، تصمیم گیری در مورد اولویت بندی کارهایی که باید انجام شود کار بسیار سختی است. در مدیریت ریسک نیز از آنجا که امکان مدیریت و پاسخ به تمامی ریسک های شناسایی شده در اغلب اوقات وجود ندارد، می بایست ریسک ها را بر اساس اهمیت آنها رتبه بندی کرد. برای این منظور از فرآیند ارزیابی ریسک استفاده می شود (صالحی صادقیانی، ۱۳۸۸).

بعد از شناسایی ریسک ها، مرحله بعدی ارزیابی احتمال وقوع و میزان تاثیر هر یک از آنها برای اقدامات مدیریت ریسک می باشد. این کار باعث می شود ریسک ها رتبه بندی شده و مدیریت آنها بر اساس اولییتی که هر یک از ریسک ها دارد، انجام شود. این فرآیند یک ارتباط مهم بین شناسایی سیستماتیک ریسک ها و مدیریت منطقی بر اساس اهمیت آنها برقرار می کند (راز و میشل، ۲۰۰۱).

در مرحله ارزیابی ریسک، در صورت وجود، کفایت برنامه های ایمنی موجود مورد بررسی قرار می گیرد و در نهایت با توجه به سطح ریسک قابل تحمل به اولویت بندی عملیات اجرایی پرداخته می شود (بشیری نسب محمود، ۱۳۸۵).

به بیان ساده تر ارزیابی ریسک یک آزمایش دقیق از چگونگی ایجاد آسیب به افراد و خسارت به اموال و دارایی ها می باشد. بنابراین در ارزیابی ریسک می توان نتیجه گرفت که آیا اقدامات کنترلی انجام شده اند یا فعالیت های بیشتری برای پیشگیری از آسیب و صدمه وجود دارد (افشار سعید، ۱۳۹۲)؟

به طور کلی برای ارزیابی ریسک ۵ گام در نظر گرفته می شود (سلمانی احسان، ۱۳۸۵):

- ✓ **گام اول:** جستجوی خطرات: یافتن اینکه چه چیزی می تواند باعث وارد آمدن صدمه و آسیب شود.
- ✓ **گام دوم:** تعیین اینکه چه کسی و چگونه ممکن است آسیب ببیند: در این مرحله باید هر کس که در معرض ریسک خاصی است، هر کس که به طور تمام وقت در محیط کار نیست و افرادی که شما در محیط کارتان با آن ها سهیم هستید و در صورت ایجاد تغییر آنها نیز در اثر فعالیت های شما می توانند آسیب ببینند، در نظر گرفته شوند.

✓ **گام سوم:** ارزیابی ریسک‌ها و تصمیم‌گیری در مورد اینکه آیا اقدامات احتیاطی موجود کافی است یا باید اقدامات بیشتری انجام گیرد: آنچه باید بررسی شود این است که هر یک از خطرات موجود در محیط کار چگونه می‌تواند آسیب‌رسان باشد و آنچه باید در مورد هر خطر چشم‌گیری برای آن تصمیم‌گیری شود این است که ریسک باقی‌مانده زیاد، متوسط و یا کم است.

✓ **گام چهارم:** ثبت یافته‌ها: یافته‌ها در مورد خطرات شدید و نتایج آن‌ها باید یادداشت شوند تا مرجعی شوند که در آینده در مواردی مثل خطرات خاص و اقدامات احتیاطی بتوان به آن‌ها رجوع کرد.

✓ **گام پنجم:** مرور ارزیابی‌ها و الزامات: در صورت ایجاد هر گونه تغییرات جدیدی ممکن است خطرات جدیدی نیز به همراه آنها باشند، بنابراین لازم است که اقدامات اصلاحی به روز شوند.

ریسک‌ها از نظر میزان اثرات بالقوه در هر یک از فرآیندها بر اساس اهداف پیشرو می‌تواند اولویت بندی و دسته بندی شوند. به منظور ارزیابی ریسک می‌توان از روش‌های کیفی و کمی جهت اولویت بندی ریسک‌ها استفاده نمود.

۱-۳-۲ ارزیابی ریسک کیفی

تحلیل کیفی ریسک فرآیند سنجش تأثیر و شانس وقوع ریسک‌های شناسایی شده می‌باشد. این فرآیند، ریسک‌ها را بر اساس اثرهای بالقوه‌ی آنها بر اهداف پروژه اولویت بندی می‌کند. تحلیل کیفی ریسک یک راه تعیین اهمیت پرداختن به ریسک‌های خاص و هدایت واکنش‌ها به ریسک می‌باشد. بحرانی بودن زمان اقدامات مرتبط با ریسک ممکن است اهمیت یک ریسک را بزرگ جلوه دهد. همچنین ارزیابی کیفیت اطلاعات در دسترس به اصلاح سنجش ریسک کمک می‌نماید. تحلیل کیفی ریسک مستلزم این است که احتمال و پیامدهای ریسک‌ها با استفاده از ابزارها و روش‌های تثبیت شده‌ی تحلیل کیفی ارزیابی شوند. هنگامی که تحلیل کیفی تکرار می‌شود، روندهای نتایج می‌توانند نشانگر نیاز به اقدام بیشتر یا کمتر مدیریت ریسک باشند. استفاده از این ابزارها به اصلاح جهت‌گیری‌هایی که اغلب در یک برنامه‌ی پروژه ارائه می‌شوند، کمک می‌نماید. برای این که تحلیل کیفی ریسک پایدار بماند، می‌بایست در حین چرخه‌ی حیات پروژه بازبینی شود. این فرآیند می‌تواند به تحلیل بیشتر در تحلیل کمی ریسک یا مستقیماً به برنامه ریزی واکنش به ریسک منتهی شود.

ابزارها و تکنیک‌های تحلیل کیفی ریسک عبارت است از:

۱- احتمال و تأثیر ریسک:

با تکیه بر استاندارد PMBOK، احتمال ریسک و پیامدهای ریسک می‌توانند با واژه‌هایی کیفی مثل بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین و بسیار پایین توصیف گردند. احتمال ریسک شانس به وقوع پیوستن یک ریسک

می‌باشد. پیامدهای ریسک عبارت است از تأثیر بر اهداف، در صورتی که یک رویداد دارای ریسک به وقوع پیوندد. این دو بعد ریسک برای رویدادهای خاص دارای ریسک به کار می‌روند. تحلیل ریسک‌ها با استفاده از احتمال و پیامدها به شناسایی ریسک‌هایی کمک می‌نماید که می‌بایست به طور جسورانه مدیریت شوند (PMI، ۲۰۱۳).

جدول (۲-۳) ماتریس احتمال ضریب ریسک

| ضریب ریسک برای یک ریسک خاص | | | | | |
|--|------|------|------|------|--------|
| احتمال * تأثیر = ضریب ریسک | | | | | احتمال |
| ۰.۷۲ | ۰.۳۶ | ۰.۱۸ | ۰.۰۹ | ۰.۰۵ | ۰.۹ |
| ۰.۵۶ | ۰.۲۸ | ۰.۱۴ | ۰.۰۷ | ۰.۰۴ | ۰.۷ |
| ۰.۴۰ | ۰.۲۰ | ۰.۱۰ | ۰.۰۵ | ۰.۰۳ | ۰.۵ |
| ۰.۲۴ | ۰.۱۲ | ۰.۰۶ | ۰.۰۳ | ۰.۰۲ | ۰.۳ |
| ۰.۰۸ | ۰.۰۴ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ | ۰.۰۱ | ۰.۱ |
| ۰.۸۰ | ۰.۴۰ | ۰.۲۰ | ۰.۱۰ | ۰.۰۵ | |
| تأثیر بر یک هدف (به عنوان مثال، هزینه، زمان یا محدوده) | | | | | |
| مقیاس نسبت | | | | | |

۲- ماتریس رتبه بندی احتمال / تأثیر ریسک

"می‌توان ماتریسی ساخت که بر اساس ترکیب مقیاس‌های احتمال و تأثیر، رتبه‌ی ریسک (بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین و بسیار پایین) را برای ریسک‌ها یا وضعیت‌ها تعیین نماید. ریسک‌های دارای احتمال بالا و تأثیر بالا احتمالاً مستلزم تحلیل بیشتر از جمله کمی‌نمایی و مدیریت جسورانه ریسک می‌باشند. رتبه بندی ریسک با استفاده از یک ماتریس و مقیاس‌های ریسک برای هر ریسک انجام می‌شود. یک مقیاس احتمال ریسک طبیعتاً بین ۰ (نامحتمل) و ۱ (قطعی) قرار می‌گیرد. به دلیل اینکه اغلب بدون بهره‌گیری از داده‌های گذشته و صرفاً از رأی صاحب نظر استفاده می‌شود، سنجیدن احتمال ریسک می‌تواند مشکل باشد. یک مقیاس ترتیبی که بیانگر ارزش‌های احتمال نسبی از بسیار نامحتمل تا تقریباً قطعی می‌باشد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد" (PMI، ۲۰۱۳).

۳- رده بندی دقت داده‌ها

اگر تحلیل کیفی ریسک بخواهد مفید واقع شود، مستلزم داده‌های صحیح و منصفانه می‌باشد. رده بندی دقت داده‌ها یک تکنیک برای ارزیابی درجه میزان مفید بودن داده‌های مربوط به ریسک‌ها برای مدیریت ریسک می‌باشد. این تکنیک دربرگیرنده بررسی موارد زیر می‌باشد:

- ✓ حد درک از ریسک
- ✓ داده‌های در دسترس درباره ریسک
- ✓ کیفیت داده‌ها
- ✓ قابلیت اطمینان و درستی داده‌ها

۴- **قضاوت خبرگان**: خبرگان افرادی هستند که که تجربه کار کردن در پروژه های مشابه را داشته یا درگیر بوده اند. در این حالت می‌توان از طریق امتیاز دهی یا با استفاده از تکنیک‌های فازی، خاکستری و تصمیم‌گیری چند معیاره پروژه‌ها ارزیابی نمود.

۲-۳-۲ ارزیابی ریسک کمی

فرآیند تحلیل کمی ریسک، تحلیل عددی احتمال هر ریسک و پیامدهای آن بر اهداف پروژه را همچون مقدار ریسک کلی پروژه در نظر می‌گیرد. این فرآیند تکنیک‌هایی مثل شبیه‌سازی مونت کارلو و تحلیل تصمیم را برای موارد زیر به کار می‌گیرد:

- ✓ تعیین احتمال تحقق یک هدف خاص
- ✓ کمی‌نمایی نمایش ریسک و تعیین اندازه اندوخته اقتضایی زمان و هزینه که ممکن است مورد نیاز باشد.
- ✓ شناسایی ریسک‌هایی که بیشترین توجه را لازم دارند از طریق کمی‌نمایی سهم نسبی آنها در ریسک
- ✓ شناسایی اهداف واقع بینانه و قابل دستیابی هزینه، زمان بندی یا محدوده
- ✓ تحلیل کمی ریسک معمولاً در پی تحلیل کیفی ریسک انجام می‌گیرد. این فرایند مستلزم شناسایی ریسک می‌باشد (PMI، ۲۰۰۹).

جدول (۲-۴) مراحل ریسک کمی

| ورودی | ابزارها و تکنیک‌ها | خروجی |
|--|--------------------|--------------------------------------|
| ✓ برنامه مدیریت ریسک | ✓ مصاحبه | ✓ فهرست اولویت بندی شده ریسک‌های کمی |
| ✓ ریسک شناسایی شده | ✓ تحلیل حساسیت | ✓ تحلیل احتمالی پروژه |
| ✓ فهرست اولویت بندی ریسک | ✓ تحلیل درخت تصمیم | ✓ احتمال تحقق اهداف هزینه و زمان |
| ✓ فهرست ریسک برای تحلیل و مدیریت بیشتر | ✓ شبیه سازی | ✓ روند نتایج تحلیل کمی ریسک |
| ✓ اطلاعات گذشته | | |
| ✓ رای صاحب نظر | | |
| ✓ سایر خروجی برنامه‌ریزی | | |

ابزارها و تکنیک های تحلیل کمی ریسک عبارت اند از :

✓ مصاحبه

تکنیک های مصاحبه برای کمی نمایی احتمال و پیامدهای ریسک ها در اهداف مدنظر مورد استفاده قرار می گیرند. یک مصاحبه ریسک با ذی نفعان پروژه و صاحب نظران موضوعی می تواند نخستین گام در کمی نمایی ریسک ها باشد. اطلاعات مورد نیاز به نوع توزیع های احتمالی مورد استفاده بستگی دارد. به عنوان مثال، در صورتی که از توزیع های مثلثی یا همچنین از میانگین و انحراف استاندارد توزیع های نرمال و نرمال لگاریتم (لوگ نرمال) استفاده شود، اطلاعات به صورت بدبینانه (پایین)، خوش بینانه (بالا) و محتمل ترین سناریوها جمع آوری خواهند شد.

✓ تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت به تعیین ریسک هایی که دارای بیشترین تأثیر بالقوه هستند، کمک می نماید. تحلیل حساسیت هنگامی که همه ی عناصر دیگر عدم قطعیت در ارزش های مبنایشان نگه داشته می شوند، به بررسی حد عدم قطعیت هر عنصر تأثیرگذار بر هدف تحت بررسی پروژه می پردازد.

✓ تحلیل درخت تصمیم

تحلیل تصمیم معمولاً به صورت یک درخت تصمیم ساختاردهی می شود. درخت تصمیم نموداری است که یک تصمیم را تحت ملاحظات و آثار انتخاب یک یا دیگر گزینه های در دسترس تشریح می نماید. درخت تصمیم احتمالات ریسک ها و هزینه ها یا پاداش های هر مسیر منطقی رویدادها و تصمیم های آتی را در برمی گیرد. هنگامی که تمام آثار غیرقطعی، هزینه ها، پاداش ها و تصمیم های بعدی کمی شدند، حل درخت تصمیم نشان می دهد که کدام تصمیم بیشترین ارزش مورد انتظار را برای تصمیم گیرنده نتیجه می دهد.

✓ شبیه سازی

شبیه سازی از مدلی استفاده می کند که عدم قطعیت های تعیین شده در یک سطح تفصیلی را به صورت تأثیر بالقوه ی آنها بر اهداف بیان شده در سطح کلی تبدیل می نماید. شبیه سازی معمولاً با استفاده از تکنیک مونت کارلو انجام می شود (PMI، ۲۰۰۹).

برنامه ریزی واکنش به ریسک فرآیند تکوین انتخاب ها و تعیین اقداماتی جهت افزایش فرصت ها و کاهش تهدیدها بر اهداف می باشد. این فرآیند دربرگیرنده ی شناسایی و تخصیص افراد یا قسمت هایی به منظور پذیرش مسئولیت هر واکنش مورد توافق به ریسک می باشد. این فرآیند اطمینان می دهد که به ریسک های شناسایی شده به نحو شایسته ای پرداخته می شود. اثربخشی برنامه ریزی واکنش مستقیماً تعیین خواهد نمود که آیا ریسک پروژه افزایش یا کاهش می یابد. برنامه ریزی واکنش به ریسک باید با شدت ریسک متناسب

باشد، در مواجهه با چالش‌ها از نظر هزینه‌ای اثربخش باشد، برای موفقیت آمیز بودن به هنگام باشد، با توجه به شرایط پروژه واقع بینانه باشد، مورد توافق همه‌ی قسمت‌های درگیر باشد و توسط یک شخص مسؤول پذیرفته شده باشد. اغلب انتخاب بهترین واکنش به ریسک از میان گزینه‌های مختلف الزامی می‌باشد.

جدول (۵-۲) مراحل برنامه‌ریزی واکنش به ریسک

| خروجی‌ها | ابزارها و تکنیک‌ها | ورودی‌ها |
|--|--------------------|--|
| ✓ برنامه واکنش به ریسک | ✓ اجتناب | ✓ برنامه مدیریت ریسک |
| ✓ ریسک‌های باقی مانده | ✓ انتقال | ✓ فهرست ریسک‌های اولویت بندی شده |
| ✓ ریسک‌های ثانویه | ✓ تعدیل | ✓ رده بندی ریسک |
| ✓ توافق‌های پیمانی | ✓ پذیرش | ✓ فهرست اولویت بندی شده ریسک‌های کمی شده |
| ✓ مقادیر اندوخته مورد نیاز | | ✓ تحلیل احتمالی |
| ✓ ورودی‌هایی به سایر فرآیندها | | ✓ احتمال تحقق اهداف هزینه و زمان |
| ✓ ورودی‌هایی به برنامه‌ی تجدید نظر شده | | ✓ فهرست واکنش‌های بالقوه |
| | | ✓ آستانه‌های ریسک |
| | | ✓ مالکان ریسک |
| | | ✓ علل عمومی ریسک |
| | | ✓ روند نتایج تحلیل کمی و کیفی ریسک |

بخش دوم

۴-۲ پیشینه تحقیق

در هر تحقیق عملی توجه خاص محقق به تحقیقات مشابه و سابقه آنها نشان از عمق کار محقق و جامعیت کار او دارد. هر چه محقق تحقیقات مشابه بیشتری را بررسی کند علاوه بر اینکه توانمندی و اقتدار وی بر موضوع تحقیق افزایش می‌یابد، بر اعتبار تحقیق او نیز می‌افزاید و نشان از درک کامل و صحیح وی از ابعاد مختلف تحقیق دارد (آقاجانی و همکاران، ۲۰۱۰) (گورنوریمی و همکاران، ۲۰۱۲). در ادامه نتایج تعدادی از مطالعات مرتبط با تحقیق حاضر به طور خلاصه بیان شده است.

پژوهشگران از روش‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک استفاده کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن، تحلیل درخت خطا، شبیه‌سازی مونت کارلو و شبکه‌های بیز اشاره کرد. در ادامه، برخی از مطالعات انجام شده در این زمینه معرفی می‌شود.

برای مقابله با ریسک در زمینه محصول / سیستم / پروژه، ابزار و تکنیک‌های مختلفی تاکنون توسعه یافته است. بررسی جامعی از این ابزارها و تکنیک‌ها در مطالعات (مولر، ۲۰۰۷) (تیکسیر و همکاران، ۲۰۰۲) و استانداردهای مدیریت ریسک یافت می‌شود (نایت، ۲۰۱۰) (ISO، ۲۰۱۰). این تکنیک‌ها اهداف متفاوتی دارند، برخی از آن‌ها برای ارزیابی چندین سناریو مورد استفاده قرار می‌گیرند (کلیانو، گرمالدی و رافائل، ۲۰۱۵). تکنیک‌های دیگری وجود دارد که بر ریشه و پیامدهای رویداد خطر تمرکز دارد. تکنیک‌های معمول استفاده شده در این دسته عبارت‌اند از: حالت‌های شکست و تجزیه و تحلیل اثرات (کیس و نور، ۲۰۱۰) (لیو، ۲۰۱۳)، حالت و اثرات شکست و تجزیه و تحلیل بحرانی (کتلانی و همکاران، ۲۰۱۳)، تجزیه و تحلیل درخت خطا (چنگ و همکاران، ۲۰۰۸)، تجزیه و تحلیل درخت رویداد (اوان، ۲۰۰۸). علاوه بر تکنیک‌های تحلیلی ذکر شده، روش شبیه‌سازی مونت کارلو رویکرد آماری نسبت به ارزیابی ریسک را فراهم می‌کند (مون، ۲۰۰۶) (مقدم، ۲۰۰۵). با توجه به اهمیت مسئله ارزیابی ریسک، مطالعات متعددی در زمینه ادبیات موضوع در طی سال‌های اخیر انجام شده است. به‌طور کلی مطالعات پیشین را می‌توان در دو دسته کلی مدیریت ریسک در فرایندهای (کسب‌وکار) (سینو، لامین و پینگود، ۲۰۰۸) (سوریدی و همکاران، ۱۹۹۶) و مدیریت ریسک مبتنی بر فرآیند (کوسیاک، ۱۹۹۶) (ساکمن، ۲۰۰۸) مورد بررسی قرار داد. دو جریان تحقیقاتی به وجود آمد که در ابتدا مدیریت ریسک فرآیند کسب‌وکار و سپس مدیریت ریسک فرآیند گرا نامیده شده است. در هر صورت، این همگرایی مدیریت ریسک و مدیریت فرآیند یک پیشرفت مثبت برای به حداکثر رساندن ارزش فرآیند است. مدیریت ریسک و در نتیجه تکنیک‌های آن به طور جداگانه از جهت فرایندهای کسب و کار توسعه یافته است (به عنوان مثال تولید، فروش، مدیریت موجودی، و غیره). اهمیت چنین تحقیقاتی در تعدادی از مطالعات تأیید شده (چمپمن، ۲۰۰۶) (بکر و همکاران، ۲۰۱۰). لارسون و کوسیاک یک رویکرد ارزیابی ریسک را

پیشنهاد داده‌اند اما، تنها ساختار تصمیم‌گیری کلان در فرایند طراحی هم‌زمان را مدل نموده‌اند (لارسون و کوسیاک، ۱۹۹۶).

صیادی، حیاتی و منجزی، ارزیابی ریسک‌های پروژه ساخت تونل را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بررسی کردند (صیادی، حیاتی و منجزی، ۱۳۹۰). آنها پس از شناسایی ریسک‌های پروژه، وزن معیارها را بر اساس نظر خبرگان و روش آنترپی شانون به دست آوردند. در مرحله بعد، برای ارزیابی و اولویت‌بندی نهایی ریسک‌ها، از تلفیق روش‌های اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه حل ایده ایده‌آل یا تاپسیس، تخصیص خطی و مجموع وزین استفاده کردند.

در پژوهش دیگر، امین‌بخش، گانداز و سونمز، چارچوبی برای ارزیابی ریسک ایمنی بر اساس مدل هزینه ایمنی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ارائه کردند (امین‌بخش و همکاران، ۲۰۱۳). این چارچوب مدل پایداری را برای اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی در پروژه‌های ساخت فراهم کرد تا اهداف واقع‌گرایانه بدون به خطر افتادن ایمنی تنظیم شود. چاترجی، زاوادکاس، تموسیتین، ادھیکاری و کر، ارزیابی ریسک‌ها در پروژه‌های ساخت با چندین ذینفع را بررسی کردند و به منظور ایجاد توازن بین ذینفعان مختلف، از منطق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بهره بردند. آنان با هدف غلبه بر عدم قطعیت‌های موجود و به کار بردن تئوری اعداد دی، روش تحلیل شبکه‌ای را توسعه دادند. همچنین پایایی مدل ارائه شده را با استفاده از تحلیل حساسیت، ارزیابی و صحت‌گذاری کردند (چاترجی و همکاران، ۲۰۱۸).

چنگ و لو، یک متدولوژی ارزیابی ریسک را برای مواجهه با ریسک ساخت و ساز در شرایط پیچیده توسعه دادند. در مطالعه آنها از مدل ارزیابی ریسک مبتنی بر منطق فازی و رویکرد تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد که تکنیک منطق فازی در این رویکرد، ابزار سودمندی برای مقابله با عدم قطعیت‌ها در فرآیند ساخت بود (چنگ و لو، ۲۰۱۵). ولی‌پور و قاسم‌نیا، ریسک شکست تجهیزات پزشکی را مطالعه کردند. آنها پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به انواع تجهیزات پزشکی و همچنین ریسک‌های شکست بالقوه، به ارزیابی ریسک پرداختند. بدین منظور از روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن که با منطق فازی ترکیب شده بود، بهره بردند و ریسک‌های اصلی مرتبط با شکست تجهیزات پزشکی را شناسایی کردند (ولی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).

دیکمن، برگونال و هان، روش ارزیابی ریسک فازی را برای ساخت و ساز بین‌المللی را پیشنهاد دادند. آنها علاوه بر متدولوژی توسعه داده شده، ابزاری برای پیاده‌سازی آن ارائه کردند. در روش پیشنهاد شده آنان، از روش نمودار تاثیر برای ایجاد مدل ریسک و از روش ارزیابی ریسک فازی برای تخمین درجه ریسک افزایش هزینه استفاده شده است (دیکمن و همکاران، ۲۰۰۷). وانگ، ژانگ، وانگ و لی، چارچوب تصمیم‌گیری چند معیاره‌ای را برای ارزیابی ریسک با استفاده از اطلاعات تصویر فازی توسعه دادند. آنها پس از شناسایی محدودیت‌های

موجود در مدل های تصویرسازی فازی، یک مدل تصویرسازی نرمال فازی را به منظور غلبه بر محدودیت ها ارائه دادند، سپس از وزن های آنروپی برای وزن دهی به معیارها استفاده کردند (یانگ و همکاران، ۲۰۰۶).

رودریگرز، اورتگا و کانسپسیون، از ترکیب فرایند تحلیل سلسه مراتبی فازی و سیستم استنتاج فازی، یک روش ارزیابی ریسک برای پروژه های فناوری اطلاعات پیشنهاد دادند که در آن، سطوح مختلف عدم قطعیت، روابط متقابل بین گروه های عوامل ریسکی و امکان افزودن یا حذف گزینه ها بدون ازدست دادن سازگاری با ارزیابی های قبلی، مدنظر قرار گرفته است (رودریگرز و همکاران، ۲۰۱۶). ژنگ، آن و اسمیت، از طریق ترکیب روش های استنتاج فازی با تکنیک تجزیه و تحلیل حالت و اثرات شکت، رویکردی برای ارزیابی ریسک پیشنهاد دادند تا ریسک های فنی بالقوه را شناسایی و اولویت بندی کنند. این مدل رابطه بین احتمال رخداد، شدت اثر و احتمال کشف را با سطح بحرانی بودن ریسک ها، در سه مرحله شامل فازی سازی، استنباط فازی و غیرفازی سازی، ترسیم کرده است (ژنگ، اسمایت، ۲۰۰۷). چارچوب یکپارچه ای مبتنی بر ترکیب روش های FMEA فازی و تحلیل خاکستری معرفی کردند تا ریسک را از طریق بررسی عدم قطعیت ها در پروژه های برنامه ریزی منابع انسانی تحلیل کنند. در این چارچوب، روش سیستماتیکی برای درنظر گرفتن وابستگی بین فرایندهای ارزیابی پیشنهاد شده است.

جدول (۶-۲) مروری بر مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی ریسک فرآیند

| منبع | مدیریت ریسک | | | نتیجه |
|---------------------------|-------------|-------|----------|---|
| | شناسایی | تحلیل | پاسخگویی | |
| لارسون و کوسیاک، ۱۹۹۶ | | * | | تعیین قابلیت اطمینان کلی سیستم و شناسایی مسیرهای تصمیم گیری در فرآیند |
| تکسیر و همکاران، ۲۰۰۲ | * | * | * | عدم وجود یک روش کلی جهت مقابله با ریسک |
| مون، ۲۰۰۶ | | | * | شرح کاربرد عملی تجزیه و تحلیل ریسک |
| چمپن، ۲۰۰۶ | | * | * | ارائه تکنیک جهت پیاده سازی رویکرد روشمند برای بهبود مدیریت ریسک |
| ریکاردسون و همکاران، ۲۰۰۸ | | * | * | ارائه رویکردی جهت به حداکثر رساندن ارزش فرآیند |

^۱FMEA

| | | | | | |
|--|---------------|--|---|---|-------------------------|
| معرفی مقدماتی در مورد چالش های مدیریت ریسک در سطح سازمانی | صنایع خدماتی | تکنیک مقابله با ریسک در زمینه محصول، سیستم و پروژه | * | * | مولر، ۲۰۰۷ |
| پیچیدگی ارزیابی ریسک با توجه به احتمالات خلاصه شده و ارزش های مورد انتظار | صنایع خدماتی | ارزیابی بر اساس اطلاعات پشتیبانی شده توسط تحلیلگران | * | * | اون، ۲۰۰۸ |
| شرح کاربرد تکنیک تجزیه و تحلیل در مراحل اولیه توسعه سیستم | صنایع خدماتی | تکنیک تجزیه و تحلیل حالت و اثرات شکست | * | * | کیس، نور و تئو، ۲۰۱۰ |
| نگاه کلی به وضعیت فرآیند مدل سازی | صنایع خدماتی | تکنیک مدل سازی و تجزیه و تحلیل روند کسب و کار | * | * | بکر و همکاران، ۲۰۱۰ |
| احتمال خرابی به عنوان یک عامل از متغیرهایی مانند سن و شرایط کار | صنایع تولیدی | تکنیک حالت های شکست و تجزیه و تحلیل اثرات | * | * | براکسما و همکاران، ۲۰۱۲ |
| برخورد با معایب شناخته شده رویکرد مرتبط با روش تجزیه و تحلیل حالت و اثرات شکست | صنایع تولیدی | تکنیک عدد اولویت ریسک | * | * | لئو و همکاران، ۲۰۱۳ |
| جلوگیری از ریسک های احتمالی | عمومی | تحلیل حالت های بحرانی، اثرات و نقاط ضعف با هدف طبقه بندی وقایع، شدت و تأثیر مکانیسم های شکست احتمالی | * | * | کتلانی و همکاران، ۲۰۱۳ |
| کاهش موجودی و میزان گردش آن | صنایع هوا فضا | تحلیل درخت رویداد برای اولویت بندی گزینه های بهبود جهت کاهش ریسک | * | * | چنگ و همکاران، ۲۰۰۸ |

^۱RPN
^۲FMEA
^۳FMECA
^۴FTA

| | | | | | | |
|---|-------------------------|---|---|---|---|------------------------|
| شناسایی و ارزیابی خطرات کیفیت بالقوه در سیستم های تولیدی | صنایع تولیدی | رویکرد آماری نسبت به ارزیابی ریسک | * | | * | لی و همکاران، ۲۰۱۳ |
| مقابله با عدم اطمینان و معرفی چارچوب روش شناختی جهت ارزیابی ریسک | عمومی | مدل مفهومی با استفاده از سیستم اندازه گیری پیشرفت پروژه مبتنی بر ارزش برند | | * | | شاه، ۲۰۱۲ |
| ارائه چند حالت اثر تجزیه و تحلیل بحرانی، جایگزینی روش ارزیابی اولویت خطر سنتی | نیروگاه حرارتی زغال سنگ | تحلیل ریسک با تمرکز بر ریشه رویدادهای خطر | | * | * | داس و همکاران، ۲۰۱۴ |
| فراهم شدن رویکرد آماری نسبت به ارزیابی ریسک | عمومی | مدل بهینه سازی چند هدفه توسط شبیه سازی مونت کارلو | * | | | مقدم، ۲۰۱۵ |
| ارائه چارچوب نظری برای طبقه بندی تکنیک های ارزیابی ریسک | عمومی | تجزیه و تحلیل تکنیک های ارزیابی ریسک | | * | | کلیانا و همکاران، ۲۰۱۵ |
| ایجاد فرآیند شناسایی و ارزیابی ریسک و ابزار و تکنیک هایی برای توسعه ریسک کلی | سناریو تولید | ارزیابی ریسک مبتنی بر فرآیند با استفاده از مدل سازی، شبیه سازی و تکنیک - های تصمیم گیری | | * | * | لیاقت و همکاران، ۲۰۱۶ |
| ارائه یک مدل ارزیابی کارا جهت ارزیابی ریسک فرایند | فرایند | ارزیابی ریسک مبتنی بر شبکه بیزین و تصمیم گیری چندمعیاره | * | * | * | مطالعه حاضر |

فصل ۳

روش شناسی تحقیق

۱-۳ روش شناسی تحقیق

۱-۱-۳ مقدمه

تحقیق را می‌توان تلاش منظم و سازمان یافته برای بررسی مسأله‌ای خاص که به یک راه حل نیاز دارد توصیف کرد و آن شامل گام‌هایی است که طراحی و پیگیری می‌شوند تا پاسخ‌هایی برای مسأله مورد علاقه بدست آید (سکاران و اوما، ۱۳۹۵). این تلاش‌های منظم و سازمان یافته و گام‌های اساسی تحقیق باید در قالب روش تحقیق تبیین گردند. لذا، انتخاب روش تحقیق یکی از مراحل بسیار حساس در انجام یک تحقیق است و روش انجام تحقیق یکی از مهمترین عواملی است که بر تحقیق و نتایج حاصله اثر جدی می‌گذارد (عزتی مرتضی، ۱۳۷۶).

شایان ذکر است با وجود اصول مشترک برای انجام تحقیق، با توجه به سطح تحقیق، سطح دقت مورد نظر، تجربه محقق، محیط سازمان مورد تحقیق و عوامل دیگر، در عمل هر تحقیق دارای روش تحقیقی منحصر به فرد است. در روش‌های تحقیق مسیر جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مشخص شده تبیین می‌گردد. بیشتر مطالعاتی که بر پایه تحقیقات صورت می‌گیرند، یک روش مشخص برای تحقیق دارند که به سادگی قابل تشخیص است، این روش‌ها شامل رویه‌های خاص مشترک مانند بیان مسأله، جمع‌آوری اطلاعات و نتیجه‌گیری هستند. جزئیات این رویه‌ها تا حدودی با روش تحقیق مشخص می‌گردند.

پایه هر علمی، روش شناخت آن است و اعتبار و ارزش قوانین هر علمی به روش شناختی مبتنی است که در آن علم بکار می‌رود. روش تحقیق مجموعه‌ایی از قواعد، ابزار و راه‌های معتبر و نظام یافته برای بررسی واقعیت‌ها، کشف مجهولات و دستیابی به راه حل مشکلات است. به طوری که انتخاب متدولوژی تحقیق یکی از مهم‌ترین و فنی‌ترین مراحل است که پژوهشگر با حساسیت ویژه آن را دنبال کند. به طور کلی، به وسایل، تکنیک‌ها و قالب‌های مراجعه که به وسیله آن محقق به مسائل می‌نگرد و آنها را تحلیل می‌کند، روش تحقیق گویند (بوشا و هرتر، ۱۹۸۰).

اصولاً تحقیق را به دو منظور متفاوت انجام می‌دهند، نخست حل مشکلاتی که در حال حاضر در سازمان وجود دارد و دوم به منظور افزودن به مجموعه دانش در زمینه خاصی که مورد علاقه محقق است. هنگامی که با هدف برخورداری از نتایج یافته‌ها برای حل مسائل در پروژه یا سازمان به تحقیق می‌پردازیم، آن تحقیق را تحقیق کاربردی می‌نامیم. اما وقتی اساساً برای بهبود درک خود درباره مسائل بخصوصی که به طور معمول در محیط‌های سازمانی یا پروژه‌ها روی می‌دهند و نیز چگونگی حس آن‌ها تحقیق می‌کنیم، آن تحقیق را بنیادی (پایه‌ایی محض) می‌خوانیم (قرجه‌لو، ۱۳۸۴).

مدل کلی برای روش علمی تحقیق از نظر بوشا و هرتر به صورت زیر است (بوشا و هرتر، ۱۹۸۰):



شکل (۳-۱) مدل کلی برای روش علمی تحقیق (بوشا و هرتر، ۱۹۸۰)

۲-۱-۳ انواع تحقیق

انواع تحقیق بر اساس هدف به پنج گروه تقسیم میشود:

- ✓ **تحقیقات پایه‌ای (بنیادی):** تحقیقات بنیادی به منظور ایجاد و پایش نظریه‌ها صورت می‌گیرد و کاربرد عملی نتایج تحقیق مورد انتظار نیست.
- ✓ **تحقیقات کاربردی:** تحقیقاتی هستند که نظریه‌ها و اصولی که در تحقیقات بنیادی تدوین می‌شوند را برای حل مسائل اجرایی و واقعی بکار می‌گیرد.
- ✓ **تحقیقات عملی:** هدف این نوع تحقیقات حل مسائل کسب و کار و مدیریت از طریق کاربرد روش علمی است. این تحقیق در یک محیط محلی به اجرا در می‌آید.

- ✓ **تحقیقات ارزیابی:** این نوع تحقیقات فرآیندی جهت جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات برای تصمیم‌گیری هستند.
- ✓ **تحقیقات توسعه‌ای:** هدف اصلی این نوع تحقیقات، نظریه‌پردازی یا آزمون نظریه‌ها نیست، بلکه توسعه محصولات یا فرآیندهای جدید است (خاکی غلامرضا، ۱۳۸۲).
- تحقیقات بر اساس روش یا نحوه گردآوری داده‌ها نیز به گروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند که عبارتند از:
 - ✓ **روش توصیفی:** در این روش یک موقعیت یا یک سری شرایط توصیف می‌شوند. تحقیق توصیفی نوعی پژوهش است که به توصیف عینی، واقعی و منظم خصوصیات یک موقعیت یا یک موضوع می‌پردازد. به عبارت دیگر پژوهشگر در اینگونه تحقیقات سعی می‌کند تا آنچه هست را بدون هیچگونه دخالت یا استنتاج ذهنی گزارش دهد و نتایجی عینی از موقعیت بگیرد (خلیلی ناصر، دانشوری ابراهیم).
 - ✓ **روش تاریخی:** تحقیق تاریخی شامل مطالعه و شرح رویدادهای گذشته است.
 - ✓ **روش پیمایشی:** در این روش با کنار هم گذاشتن اطلاعات بدست آمده از طریق پرسشنامه، مصاحبه، مشاهده و ... به مجموعه‌ی ساختارمندی از داده‌ها می‌رسیم.
 - ✓ **روش تحلیل محتوا:** روشی است برای تشریح کمی، نظام‌مند و عینی محتوای آشکار پیام.
 - ✓ **تحقیق میدانی:** یک بررسی علمی غیر آزمایشی است که هدف آن کشف روابط بین متغیرها در شرایط واقعی مورد بررسی است.
 - ✓ **تحقیق موردی:** تحقیقی است برای مطالعه سیستماتیک و همه‌جانبه یک پدیده.
 - ✓ **تحقیق همبستگی:** هدف این تحقیق بررسی وجود اندازه و شدت رابطه بین دو یا چند متغیر کمی است.
 - ✓ **تحقیقات علی (آزمایشی):** در تحقیقات علی رابطه بین دو متغیر بررسی می‌شود.
 - ✓ **روش پانل:** در این روش تاثیر عامل زمان بر تغییر عقاید، نظرات و حالات مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد (خاکی غلامرضا، ۱۳۸۲). همچنین می‌توان تحقیقات را بر اساس ماهیت داده‌ها، به دو نوع کمی و کیفی تقسیم بندی کرد.

۲-۳ روش پژوهش

با توجه به تعاریف فوق، تحقیق حاضر را می توان با توجه به دسته بندی عالی زاده (عالی زاده عبدالرضا، ۱۳۸۵) از روش اجرای تحقیق در مقدمه کتاب خود، به لحاظ نتیجه و هدف، تحلیلی و کاربردی است زیرا جهت ارزیابی و رتبه بندی ریسک جهت لحاظ نمودن همبستگی مابین ریسک ها اتخاذ شده است، به لحاظ زمان مداری روش، پیمایشی (حال)، به لحاظ ماهیت و موضوع مورد مطالعه، پهنانگر (عام)، به لحاظ محیط پژوهشی، میدانی و به لحاظ شخص پژوهشگر، ناظر صرف دانست.

۳-۳ قلمرو پژوهش

قلمرو تحقیق در حیطه موضوعی، مکانی و زمانی به شرح زیر می باشد:

۱-۳-۳ قلمرو موضوعی

این پژوهش از نظر موضوعی در حوزه ارزیابی ریسک مبتنی بر فرایند قرار دارد.

۲-۳-۳ قلمرو مکانی

قلمرو مکانی نیروگاه برق شهید بسطامی شاهرود می باشد.

۳-۳-۳ قلمرو زمانی

قلمرو زمانی این پژوهش سال ۹۷ و ۹۸ می باشد.

۴-۳ نوع پژوهش از نظر تکنیک و روش

در این پژوهش یک روش ارزیابی ریسک ترکیبی با قابلیت تحلیل داده های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم گیری چندمعیاره و آمار بیزین ارائه شده است. ابتدا خطرات درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آن از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک، شناسایی می شوند. خطرات شناسایی شده ابتدا به صورت کیفی و در نهایت به صورت کمی و با استفاده از شبکه بیز روابط مابین آن ها مدل سازی می شود تا ریسک موجود در این فرایند مورد ارزیابی قرار گیرد. سپس، سناریوهای (طرح های) فرآیند تولید با استفاده از شبکه تحلیل بیزین تجزیه و تحلیل می شوند. در نهایت، هر یک از سناریوهای فرایند تولید بر اساس شاخص مطلوبیت توسط روش تصمیم گیری چندمعیاره مکبث ارزیابی و رتبه بندی می شوند.

۵-۳ روش جمع آوری داده

یکی از مهم‌ترین مراحل تحقیق، گردآوری اطلاعات است. اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحقیق را به طرق مختلف می‌توان جمع‌آوری نمود. ابزارهای گوناگونی مانند مشاهده، مصاحبه، پرسشنامه و اسناد و مدارک کتابخانه‌ای، برای به دست آوردن داده‌ها وجود دارد. هر یک از این ابزارها معایب و مزایایی دارند که هنگام استفاده از آنها باید مورد توجه قرار گیرد تا اعتبار پژوهش دچار خدشه نشود.

مزایا و معایب اصلی‌ترین روش‌های جمع‌آوری داده‌ها به شرح زیر می‌باشد (خاکی غلامرضا، ۱۳۸۲):

✓ استفاده از اطلاعات و مدارک موجود

در برخی تحقیقات اطلاعاتی که باید به عنوان داده، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرند از پیش آماده هستند. بدین صورت که محقق بدنبال اطلاعات جدید نیست بلکه می‌تواند نسبت به جمع‌آوری اطلاعاتی که از قبل تهیه شده‌اند و در پرونده‌های (درمانگاهی، بیمارستانی، ثبت احوال، دانشجویی، دانش‌آموزی و مراجعین به مراکز مختلف شهرداری‌ها و...) موجود است اقدام کند.

مزایا: به واسطه موجود بودن اطلاعات، ارزان است. در وقت صرفه‌جویی می‌شود. مهمترین مزیت آن امکان ارزیابی روند موضوع مورد بررسی در گذشته است که در مطالعات گذشته‌نگر بسیار حائز اهمیت است.

معایب: ناقص بودن و دردسترس نبودن برخی اطلاعات از اشکالات عمده این روش است. گاهی ملاحظات اخلاقی مانع از دستیابی به اطلاعات مورد نظر می‌باشد. قدیمی و کهنه بودن اطلاعات هم ممکن است در برخی موارد مطرح باشد.

✓ مشاهده

مشاهده یکی از روش‌های جمع‌آوری اطلاعات است که در آن رفتار و مشخصات موجودات زنده، اشیا و پدیده‌ها با استفاده از ویژگی‌های گوناگون آنها ملاحظه و ثبت می‌گردد. منظور از مشاهده ثبت دقیق تمام جوانب بروز حادثه ویژه یا رفتار و گفتار فرد یا افراد از راه حواس و یا سایر راه‌های ادراکی (کمک گرفتن از ابزار خاص) می‌باشد.

مشاهده باید به هدف تحقیق مربوط بوده و برنامه و نحوه عمل آن از قبل مشخص و تنظیم شده باشد، به طور دقیق و منظم ثبت شود و میزان اعتبار و صحت انجام آن قابل سنجش و بررسی باشد. مشاهده ممکن است منبع اصلی جمع‌آوری اطلاعات باشد و گاهی نیز برای تکمیل یا اصلاح اطلاعاتی که از روش‌های دیگر بدست آمده است استفاده شود.

مزایا: امکان بررسی جزئیات موضوع وجود دارد. می‌توان صحت اطلاعات جمع‌آوری شده را با وسایل دیگر آزمایش کرد. برای جمع‌آوری اطلاعات زمینه‌ای مناسب است. در زمان کوتاه اطلاعات زیادی بدست می‌آید و اعتبار علمی اطلاعات بالاست.

معایب: حضور مشاهده‌گر می‌تواند بر روند فعالیت مورد مشاهده تاثیر گذار باشد. تمایلات شخصی مشاهده‌گر و میزان توانایی او در مشاهده و ثبت دقیق فعالیت مورد مشاهده ممکن است تاثیرگذار باشد. عوامل محیطی بر نوع و روش گردآوری اطلاعات موثر است. استاندارد کردن و طبقه‌بندی اطلاعات مشکل است (بویژه در ثبت رفتار انسانی). مشکلات اخلاقی در مشاهده اعمال شخصی وجود دارد. برای نمونه‌های زیاد وقت‌گیر و پرهزینه است.

✓ مصاحبه

مصاحبه یکی از روش‌های جمع‌آوری اطلاعات است که در آن به صورت حضوری یا غیرحضوری از افراد یا گروهی از آنان، پرسش می‌شود. نکته مهم آن است که سوالات مصاحبه از پیش اندیشیده شده و تعیین شده است. مصاحبه را یکی از روش‌هایی دانسته‌اند که امکان دریافت پاسخ در آن بیش از روش‌های دیگر است، زیرا در هنگام مصاحبه امکان تحریک شخص برای دادن پاسخ وجود دارد و نیز می‌توان در صورت ابهام با توضیح موضوع را روشن ساخت. آنچه مصاحبه را به صورت‌های مختلف طبقه‌بندی می‌کند میزان انعطاف‌پذیری آن و یا نحوه اجرای آن است. مهمترین انواع مصاحبه به شرح زیر عنوان شده‌اند:

مصاحبه انعطاف پذیر یا آزاد: این نوع چارچوب و حدود پرسش‌ها برای مصاحبه‌گر مشخص است ولی زمان و توالی پرسش به سلیقه مصاحبه‌گر بستگی دارد. در این حالت اطلاعات واقعی تری بدست می‌آید و مصاحبه‌گر می‌تواند سوالات اضافی نیز طرح کند. این روش برای تحقیق‌هایی با مقیاس کوچک، مطالعات کیفی و یا مصاحبه با اشخاص و گروه‌هایی که اطلاعات اصلی از آنها بدست می‌آید، مناسب است. هدف در این گونه مصاحبه‌ها جمع‌آوری اطلاعات عمیق و کیفی است.

مصاحبه با انعطاف پذیری متوسط یا منظم: در این نوع مصاحبه، مصاحبه‌گر از پرسشنامه‌ای با پرسش‌های مشخص و با توالی ثابت استفاده می‌کند، اما معمولاً پرسش‌ها به صورت باز هستند. تلاش می‌شود شرایط برای همه یکنواخت نگه داشته شود. هدف در این جا جمع‌آوری اطلاعات کمی و سطحی است.

مصاحبه انعطاف ناپذیر یا پرسشنامه همراه با مصاحبه: مصاحبه‌گر از پرسشنامه‌ای با پرسش‌های مشخص و با توالی استاندارد استفاده می‌کند. پاسخ‌ها ثابت و از قبل پیش‌بینی و طبقه‌بندی شده‌اند و معمولاً پرسش‌ها به صورت بسته هستند. این روش در مطالعات بزرگ و زمانی که پژوهشگر از تنوع پاسخ‌ها اطلاع دارد بکار می‌رود.

مزایا: مصاحبه، قابلیت استفاده برای کم یا بی سوادان و کودکان و بیماران را دارد. امکان روشن کردن مفهوم سوالات و همچنین امکان بدست آمدن درصد بیشتری از پاسخها وجود دارد.

معایب: این روش وقت گیر و پرهزینه است و در مقایسه با روش مشاهده، ثبت وقایع ناقص تر است. همچنین طبقه بندی و تجزیه و تحلیل اطلاعات در هنگامی که سوالات باز هستند مشکل بوده و امکان دخالت دادن نظرات شخصی مصاحبه گر وجود دارد.

✓ پرسشنامه

پرسشنامه شامل دسته ای از پرسشهاست که بر طبق اصول خاصی تدوین گردیده است و به صورت کتبی به افراد ارائه می شود و پاسخگو بر اساس تشخیص خود جوابها را در آن می نویسد. هدف از ارائه پرسشنامه کسب اطلاعات معین در مورد موضوعی مشخص است. بزرگ بودن گروه یا جامعه مورد مطالعه یکی از دلایل مهم برای استفاده از پرسشنامه است. کیفیت تنظیم پرسشنامه در بدست آمدن اطلاعات صحیح و درست و قابل تعمیم، بسیار با اهمیت است.

بر اساس نحوه اجرای پرسشنامه و نیز نوع سوالات پرسشنامه می توان آنرا به انواع متفاوت تقسیم نمود.

طبقه بندی پرسشنامه بر اساس نوع سوالات پرسشنامه

پرسشنامه باز: در این نوع پرسشنامه با سوالات باز روبرو هستیم. در اینجا پاسخگو می تواند بدون محدودیت هر پاسخی را که مد نظرش باشد در مورد آن پرسش بنویسد و یا در آن زمینه توضیح دهد. در اینگونه سوالات، اطلاعات دقیق تر، کامل تر و دارای ارزش بیشتر هستند ولی طبقه بندی و نتیجه گیری از آنها مشکل تر و به تجربه زیاد نیازمند است.

پرسشنامه بسته: پرسشهای بسته در این نوع پرسشنامه ارائه می شود، برای هر پرسش تعدادی گزینه و پاسخ انتخاب شده است که فرد پاسخ دهنده باید یکی از آنها را به عنوان پاسخ برگزیند. هریک از پاسخها به گونه ای تنظیم شده است که در عین منطقی بودن برای آن سوال از پاسخ مربوط به دیگر سوالات مجزاست. در اینجا پاسخها را می توان به سرعت نوشت و تجزیه و تحلیل و طبقه بندی پاسخها نیز ساده تر است اما اطلاعات به دقت و کاملی پرسشنامه باز نیست.

طبقه بندی پرسشنامه بر اساس نحوه اجرا

پرسشنامه همراه با مصاحبه: این پرسشنامه همان مصاحبه انعطافناپذیر است که به صورت حضوری پرسشها از افراد پرسیده می شود و پاسخها را پرسشگر در برگه پرسشنامه وارد می کند.

پرسشنامه خود ایفا: پرسشنامه در اختیار فرد یا گروه قرار می گیرد و فرد به تنهایی و یا به صورت گروهی به پرسشها پاسخ می دهند.

پرسشنامه پستی: پرسشنامه برای افراد از طریق پست ارسال می‌شود. فرد پس از تکمیل آن را برای محقق عودت می‌دهد.

پرسشنامه الکترونیک: در این نوع از پرسشنامه که به تازگی موارد استفاده از آن گسترش یافته است، محقق با استفاده از شبکه‌های اطلاع‌رسانی و اینترنت، اقدام به ارسال پرسشنامه الکترونیک برای افراد می‌کند و افراد پاسخ‌ها را در همان پرسشنامه وارد و با پست الکترونیک برای محقق باز می‌گردانند. در برخی موارد ممکن است افراد نسخه‌ای از پرسشنامه را چاپ کرده و بعد از پاسخگویی به شکل پستی باز گردانند.

مزایا: استفاده از پرسشنامه ساده و ارزان بوده و طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل آن آسان می‌باشد و به دلیل عدم نیاز به حضور شخص مصاحبه‌گر، امکان تاثیر نظرات شخصی او بر پاسخ‌ها وجود ندارد. پاسخ‌ها بواسطه محرمانه ماندن افراد از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد و امکان انجام مطالعات بزرگ در این روش وجود دارد.

معایب: پرسشنامه قابلیت استفاده برای بی‌سوادان را ندارد و امکان درک نکردن مفهوم سوال و ارائه تصویر کاذب توسط فرد از خود، وجود دارد. در پرسشنامه پستی درصد پاسخ‌های رسیده کاهش می‌یابد.

در این پژوهش ابتدا از طریق مصاحبه و بررسی اسناد، ریسک‌های فرآیند مورد نظر شناسایی می‌شود. سپس با کمک گرفتن از گروه کانونی شامل افراد خبره پروژه (مدیران ارشد) تجزیه و تحلیل کیفی تهیه شده است. و با مراجعه به کتب، پایان‌نامه‌ها و مقالات و سایر منابع، از روش کتابخانه‌ای برای گردآوری مطالب مورد نیاز جهت تدوین بخش‌های مربوط به پیشینه تحقیق و همچنین مبانی نظری تحقیق استفاده شده است.

۶-۳ جامعه آماری

جامعه آماری عبارت است از کلیه افراد، وقایع یا چیزهایی که محقق می‌خواهد به تحقیق در مورد آنها بپردازد به طوری که حداقل در یک صفت مورد نظر مشترک باشند. معمولاً در هر پژوهش، جامعه مورد بررسی یک جامعه آماری است که پژوهشگر مایل است درباره صفت یا صفتهای متغیرهای واحدهای آن به مطالعه بپردازد. به علت اینکه خبرگان در شناسایی ریسک نیروگاه برق توانایی بهتری دارند بنابراین به منظور شناسایی ریسک، جامعه آماری تحقیق شامل مدیران ارشد نیروگاه می‌باشند. در این بخش به دلیل آنکه از جامعه آماری پرسش می‌شود بنابراین فاقد نمونه‌گیری است.

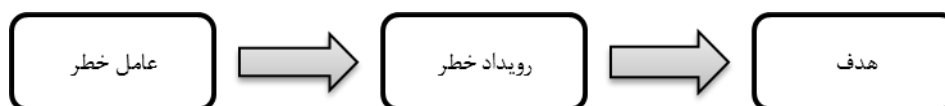
۷-۳ روش تجزیه و تحلیل تحقیق

هدف از ارزیابی ریسک‌ها، کاهش احتمال یا آثار ناشی از ریسک‌های منفی است که مدیران در طول اجرای فرآیندهای تولیدی با آن روبه‌رو می‌شوند. بر همین اساس، در این پژوهش یک روش ارزیابی ریسک ترکیبی

با قابلیت تحلیل داده‌های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و آمار بیزین ارائه شده است. ابتدا خطرات درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آن از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک، شناسایی می‌شوند. خطرات شناسایی شده ابتدا به صورت کیفی و در نهایت به صورت کمی و با استفاده از شبکه بیز روابط مابین آن‌ها مدل‌سازی می‌شود تا ریسک موجود در این فرآیند مورد ارزیابی قرار گیرد. سپس، سناریوهای (طرح‌های) فرآیند تولید با استفاده از شبکه تحلیل بیزین تجزیه و تحلیل می‌شوند. در نهایت، هر یک از سناریوهای فرآیند تولید بر اساس شاخص مطلوبیت توسط روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مکبث ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند.

۸-۳ مدل جامع ارزیابی ریسک

از دیدگاه فرآیند، عامل خطر (منبع خطر)، عاملی بالقوه است که می‌تواند منجر به وقوع رویداد خطر شود. شناسایی و سپس ارزیابی تأثیرات رویدادهای خطر، ناشی از عوامل خطر (داخلی و خارجی)، بر اهداف فرآیند تعریف شده ضروری است (لیاقت و همکاران، ۲۰۱۶). برای نمونه، برخی از مهم‌ترین عوامل خطر ساز خارجی عبارتند از: استفاده بیش از حد دستگاه، تأخیر در تعمیر و نگهداری، تأمین‌کننده غیرقابل اعتماد و فاجعه طبیعی. عوامل خطر ساز داخلی به عدم اطمینان در مورد برآورد محتوای مدنظر فرآیند مربوط می‌شود (شاه، ۲۰۰۵). همانطور که در شکل (۲-۳) دیده می‌شود، عامل خطر می‌تواند وقایع نامطلوبی را ایجاد کند که در نهایت بر پیشرفت فعالیت به سوی تحقق اهداف تأثیر می‌گذارد. بنابراین، شناسایی، مدل‌سازی و ارزیابی ریسک جهت برآوردن اهداف سازمان حائز اهمیت است.



شکل (۲-۳) عامل ریسک و رابطه آن با هدف (ورنادات و همکاران، ۲۰۱۳)

فرضیه اساسی برای ارزیابی ریسک مبتنی بر فعالیت این است که هر فعالیتی در فرآیند به صورت بالقوه در معرض عوامل خطر قرار می‌گیرد و می‌تواند اتفاقات خطرناکی را به وجود آورد که به نوبه خود بر اهداف فرآیند تأثیر می‌گذارد. مراحل مدل به این صورت است که ابتدا خطرات درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آن از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک، شناسایی می‌شوند. خطرات شناسایی شده ابتدا به صورت کیفی و در نهایت به صورت کمی و با استفاده از شبکه بیز، روابط بین آن‌ها مدل‌سازی می‌شود تا ریسک موجود در این فرآیند مورد ارزیابی قرار گیرد. در پایان، سناریوهای (طرح‌های) فرآیند تولید با استفاده از شبکه تحلیل بیزین تجزیه و تحلیل می‌شوند و بر اساس مطلوبیت، توسط روش مکبث توسعه یافته و رتبه‌بندی می‌شوند. در شکل (۳-۳)، نمایی کلی از پیاده‌سازی روش تحلیل پیشنهادی ارائه شده است.



شکل (۳-۳) نمایی کلی از گام‌های اجرایی روش پیشنهادی

۳-۹ روش پیشنهادی ارزیابی ریسک جامع مبتنی بر تحلیل بیزین و تصمیم‌گیری چند معیاره

با تعریف مدل جهت اندازه‌گیری ریسک، روش ارزیابی ریسک در این بخش ارائه شده است. در این پژوهش هدف بر آن است تا با توسعه متدولوژی ارائه شده جهت ارزیابی ریسک، امکان در نظر گرفتن وابستگی میان ریسک‌ها مدنظر قرار گیرد. روش پیشنهادی مبتنی بر مدل سازی و رویکرد تصمیم‌گیری است و فرآیند مدیریت ریسک را که شامل سه مرحله زیر است ایجاد می‌کند:

(۱) ایجاد زمینه

(۲) مدل سازی و تحلیل ریسک

(۳) تجزیه و تحلیل ریسک مبتنی بر فرآیند

(۴) ارزیابی و جمع‌آوری ریسک از طریق تصمیم‌گیری چند معیاره

مرحله نظارت و کنترل ریسک در این روش گنجانده نمی‌شود، زیرا مسئله فعلی صرفاً بر ارزیابی ریسک متمرکز است.

۱-۹-۳ گام یک: مرحله ایجاد زمینه

شناسایی و تعریف پارامترهای داخلی و خارجی مورد نیاز جهت مدیریت ریسک و تعیین محدوده و شاخص‌های ریسک شامل این مرحله است. در چارچوب روش شناسی فعلی، مرحله تشکیل زمینه، حوزه کاربرد، ذینفعان فرآیند، نقش‌ها و مسئولیت‌های آن‌ها و همچنین حد بالا و پایین برای هر انتظارات و نگرانی‌های ذینفع را شناسایی می‌کند. علاوه بر این، تمرکز ارزیابی ریسک نیز در این مرحله، خواه ارزیابی مربوط به یک پروژه یا فعالیت تجاری، ادغام یا خرید یا نظارت بر تأسیسات جدید باشد (چمپمن، ۲۰۰۶)، تعیین می‌شود. زمینه مدیریت ریسک با استفاده از مدل‌های فرآیند تنظیم می‌شود، که بیشتر با اظهارات در مورد دارایی‌ها (ارزش، نوع و تحمل خطر)، ذینفعان و روابط بین دارایی‌ها و ریسک‌پذیری آن‌ها غنی می‌شود (سینو، لامین و پینگود، ۲۰۰۸).

۲-۹-۳ گام دو: مدل‌سازی و تحلیل ریسک

جهت مدل‌سازی و تحلیل ریسک فرآیندها، روش فعلی از شبکه آماری بیزین استفاده می‌کند. شبکه‌های بیز به عنوان یک روش قوی در مدل‌سازی تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان در حوزه‌های مختلف، توجه زیادی را به خود جلب نموده‌اند. شبکه‌های بیز برای بسیاری از مسائل همراه با عدم قطعیت و استدلال احتمالی یک سیستم پشتیبانی تصمیم فراهم می‌آورند. در این مقاله، ابتدا فاکتورهای ریسک موجود در توربین گازی نیروگاه برق شناسایی شده و سپس با استفاده از شبکه‌های بیز روابط بین آن‌ها مدل‌سازی شده تا ریسک موجود در این فرآیند مورد ارزیابی قرار گیرد.

۱-۹-۲-۳ شناسایی ریسک هدف

رویکرد کلی برای شناسایی ریسک، از شناسایی اهداف شروع می‌شود (مولر، ۲۰۰۷). بر اساس این نظریه، رویکرد مبتنی بر هدف، دستیابی به عاملی است که مانع رسیدن به اهداف می‌شود. یک روش تصمیم‌گیری توسعه‌یافته به نام تفکر متمرکز بر ارزش وجود دارد که بسیاری از ابعاد احتمالی ریسک کلی به وسیله تجزیه آن به ریسک جزئی شناسایی می‌شود (کنی، ۱۹۹۴).

تفکر ارزشی یک پارادایم تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی است که هدف عمده آن افزایش خلاقیت و کمک به شناسایی فرصت‌های تصمیم به جای مسئله‌های تصمیم است. این پارادایم در تقابل با پارادایم رایج تفکر گزینه‌ای قرار می‌گیرد و رویکرد آن به تصمیم‌گیری، بیشتر پیش‌دستانه است تا منفعلانه. در تفکر ارزشی بر این نکته تأکید می‌شود که در هر موقعیت تصمیم، ارزش‌ها اهمیت بنیادی دارند و موضوعیت گزینه‌ها فقط به این خاطر است که ابزاری برای تحقق ارزش‌ها هستند. بنابراین هنگام تفکر درباره مسئله‌ها یا فرصت‌های

تصمیم باید بر ارزش‌ها تمرکز کرد، نه به گزینه‌هایی که احتمالاً آن ارزش‌ها را محقق می‌سازند. در روش تفکر ارزش محور، یک هدف، "عبارت است از چیزی است که می‌خواهید به سوی آن تلاش کنید" (کنی، ۱۹۹۴)، اهداف را به اهداف اساسی و مؤثر طبقه‌بندی می‌کند. در زمینه مدیریت ریسک، اهداف اساسی روش تفکر ارزش محور، اهداف ریسک هستند، در حالی که معنی اهداف، عوامل ریسک است. از آنجا که موضوع مدیریت ریسک "به حداقل رساندن خطر خاصی است" در اینجا به حداقل رساندن دارای جهت‌گیری ترجیحی است، به طوری که یک هدف در این تکنیک است. همچنین عوامل خطر ساز راه‌هایی برای رسیدن به اهداف اساسی هستند که احتمال وقوع خطر را تعیین می‌کنند. یک زنجیره / شبکه عوامل خطر، به اهداف خطر در سلسله مراتب خطر کمک می‌کند. جهت ساده‌سازی، هدف ریسک به عنوان ریسک در مطالعه فعلی در نظر گرفته می‌شود.

برای به کارگیری روش تفکر ارزش محور جهت شناسایی ریسک، از اصل مشخصات استفاده می‌کنیم. به طور کلی، تجزیه اهداف به بخش‌های منطقی، هدف این اصل است (کنی، ۱۹۹۴).

شناسایی عوامل ریسک برای نظارت و کنترل ریسک ضروری است. برای به حداقل رساندن احتمال وقوع ریسک، عوامل ریسک باید شناسایی، اولویت‌بندی شوند و اقدامات جهت رفع موانع توسعه یابد. سلسله مراتب ریسک و شبکه‌های فاکتور ریسک کافی است تا تمامی ریسک‌های مربوط به آن و دلایل آن‌ها در هر سناریوی مشخص را نشان دهند. با این حال، ریسک شناسایی شده با عوامل ریسک آن‌ها نمی‌توانند مورد ارزیابی قرار گیرند زیرا از آن‌ها اطلاعاتی در دست ندارند، برای این منظور در محیط فرآیند مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۹-۳ گام سه: تجزیه و تحلیل ریسک مبتنی بر فرآیند

خطرات شناسایی شده در سلسله مراتب خطر با استفاده از آمار بیزین مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

یکی از فرآیندهای اصلی در مدیریت ریسک و عدم قطعیت، تحلیل آن است. برای تحلیل دقیق‌تر عدم قطعیت در مسئله یادشده، نیازمند ابزارهای پیشرفته‌تری هستیم تا بتوانیم ارتباط بین متغیرهای دنیای واقعی را بهتر مدل کنیم. تاکنون بحث‌های زیادی در مورد بهترین روش صورت گرفته است که بتواند عدم قطعیت‌ها را مدل کند. اغلب روش‌های پیشنهادی در این زمینه مبتنی بر تئوری احتمالات و منطق فازی هستند. از بین این دو روش نیز روش احتمالاتی از اساس تئوری قوی‌تری برخوردار است. یکی از جدیدترین روش‌های احتمالاتی، شبکه‌های بیز هستند. شبکه‌های بیز یک نوع خاص از مدل‌های گرافیکی هستند که نماینده ساختار گرافیکی بین چندین متغیر اثرگذار بر هم به شمار می‌روند. شبکه‌های بیز به عنوان رویکردی با ارزش برای مدل‌سازی ریسک و مدیریت عدم قطعیت شناخته می‌شوند (هکرمن، ۱۹۹۷). این رویکرد در طیف وسیعی از مسائل شامل عدم قطعیت و استدلال احتمالی، یک سیستم پشتیبان تصمیم فراهم می‌آورد. در این رویکرد، می‌توان از هر دو منبع اصلی اطلاعات، یعنی نظر خبره و سوابق گذشته بهره گرفت. رویکرد جدید این تحقیق نسبت به روش‌های موجود (فازی و شبیه‌سازی مونت کارلو) دارای مزایای زیر است:

(۱) خاصیت یادگیری دارد

(۲) خاصیت تشخیصی دارد

(۳) چارچوبی برای استفاده از نظر خبره دارد

در شرایط کمبود داده و اطلاعات ناقص کارکردی است و از طریق استنتاج، اطلاعات را به روزآوری می‌کند.

۱-۳-۹-۳ تجزیه و تحلیل ریسک از طریق شبکه بیزین

شبکه‌های بیزین: شبکه‌های بیز (شبکه‌های اعتقادی بیز، شبکه‌های احتمالی علی، نمودارهای تأثیر احتمالی)، ساختارهایی نموداری برای نمایش روابط احتمالی میان تعداد زیادی متغیر و انجام استنباط احتمالی با آن متغیرها هستند. شبکه‌های بیز گراف‌های غیرسیکلی مستقیم است که گره‌ها در مفهوم قاعده بیز، نشان‌دهنده متغیرها هستند. این گره‌ها می‌توانند مقادیر قابل مشاهده، متغیرهای پنهان، پارامتر یا فرض‌های نامعلوم باشند.

یال‌های این شبکه بیانگر وابستگی‌های شرطی هستند. گره‌هایی که فاقد یال ورودی باشند، گره‌های والد نام دارند و گره‌هایی که از سایر گره‌ها به آنها یال وارد می‌شود، گره‌های فرزند هستند (خداکرمی و عابدی، ۲۰۱۴). هر گره دارای یک تابع احتمال است که شامل احتمال اولیه (برای گره‌های بدون والد) و یا احتمالات شرطی مربوط به حالات مختلف گره‌های والد است. یکی از مزایای شبکه‌های بیز این است که علاوه بر داده‌های تاریخی (داده‌های عینی) از قضاوت ذهنی خبرگان نیز استفاده می‌کند.

تعیین کمیت‌های شبکه: کمی سازی شبکه به معنی تخمین توزیع احتمالات برای هر گره در شبکه است. برای تخمین احتمالات، اگر داده‌های عینی گذشته در دسترس باشد، می‌توانیم از آنها استفاده کنیم. همچنین، می‌توانیم احتمالات را از کارشناسان آن حوزه استخراج کنیم. هر دو نوع داده می‌توانند به صورت مجزا یا ترکیب با یکدیگر استفاده شوند. از ابزار مدل سازی شبکه بیزین با نرم افزار **Agena Risk** به عنوان روشی کارا در پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

\Bayesian Networks (Bayesian Belief Networks, Causal Probabilistic Networks, Probabilistic Influence Diagrams)

۴-۹-۳ گام چهارم: ارزیابی و جمع‌آوری ریسک از طریق تصمیم‌گیری چند معیاره

ارزیابی ریسک به معنی ارزیابی اهمیت یا قضاوت در مورد پذیرش خطر است. اهمیت یا قضاوت یک ریسک تنها زمانی می‌تواند مشخص شود که در برابر ارزش هدف، حدهای بالایی و پایینی آن مقایسه شود. از این رو، مطلوب است که روش تصمیم‌گیری چند معیاره را بررسی کنیم که یک تابع ارزش نرمال (تابع مطلوبیت) را برای اندازه‌گیری ریسک ایجاد می‌کند. این کار با مقایسه هر معیار ریسک در برابر حد بالا و پایین انجام می‌شود. همچنین مرحله‌ای را برای جمع‌آوری ریسک‌های نرمال شده (از این پس، عبارات ریسک) برای تسهیل روند تصمیم‌گیری تعیین می‌کند.

در مدل چند معیاره روش‌شناسی فعلی، ریسک‌ها با استفاده از روش (اندازه‌گیری جذابیت با روش ارزیابی مبتنی بر طبقه‌بندی) نرمال می‌شوند. تعیین تعامل بین معیارهای خطر با استفاده از ظرفیت چوکت انجام می‌شود در حالی که تجمیع با استفاده از انتگرال چوکت انجام می‌شود.

۱۰-۳ تصمیم‌گیری چندمعیاره

تصمیم‌گیری فرآیند یافتن بهترین گزینه در بین گزینه‌های موجود است. تقریباً در اکثر مسائل تصمیم‌گیری به علت کثرت معیارها، تصمیم‌گیرنده دچار مشکل می‌شود. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره دارای این مزیت هستند که گزینه‌های مختلف را با توجه به معیارهای متنوعی که واحدهای یکسانی ندارند، ارزیابی می‌کنند (مهرمنش و همکاران، ۱۳۹۱). علم تصمیم‌گیری یکی از زمینه‌های رو به رشد دانش بشری است و تصمیم‌گیری چند معیاره از شاخه‌های مهم این دانش به شمار می‌رود. در تصمیم‌گیری چندمعیاره، انتخاب گزینه برتر با در نظر گرفتن اثر همزمان چندین معیار صورت می‌گیرد و لذا بیش از یک معیار در انتخاب گزینه برتر نقش می‌باید که این معیارها می‌توانند جنبه‌های کمی یا کیفی، مثبت یا منفی داشته باشند. یافتن تکنیک‌های نوین برای حل مسائل تصمیم‌گیری تاکنون بسیار مورد توجه بوده و روش‌های بسیاری در این زمینه ارائه شده است. در شرایط پیچیده و همراه با عدم قطعیت در شناخت وزن معیارها، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند انتخاب گزینه بهینه را بر مبنای آمیزه‌ای از چندین معیار کیفی و کمی مجزا و حتی متضاد فراهم آوردند (ادیب و همکاران، ۱۳۹۱). در بسیاری از موارد، نتیجه تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری بر اساس چندین معیار بررسی و تجزیه و تحلیل شده باشد. از مجموع تکنیک‌های تحقیق در عملیات، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره عهده‌دار حل این گونه مسائل در تصمیم‌گیری هستند. در مدل‌هایی مانند برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، برنامه‌ریزی

^۱MACBETH
^۲Linear Programming
^۳Integer Programming

غیرخطی^۱، تخصیص^۲ و عمده مدل‌های کلاسیک تحقیق در عملیات، فقط یک معیار مانند سود، هزینه، بهره‌وری، زمان و ... مورد توجه قرار می‌گیرد، حال آن که در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، همزمان چند معیار با یکدیگر در تعیین بهترین گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرد (مهرگان، محمدرضا، ۱۳۸۳). مدل‌های مختلفی برای تصمیم‌گیری چندمعیاره وجود دارد که در ادامه به صورت مختصر هر یک از این تکنیک‌ها معرفی می‌گردد: مدل مجموع ساده وزنی، رتبه بندی بر اساس تشابه به حل ایده آل، حذف و انتخاب سازگار با واقعیت^۵، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و اندازه‌گیری جذابیت به وسیله ارزیابی‌های رسته‌ای که این تکنیک در پژوهش حاضر استفاده می‌شود (مومنی، ۱۳۸۵).

۱-۱۰-۳ مدل مجموع ساده وزنی

این مدل یکی از ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. با محاسبه اوزان شاخص‌ها، به راحتی می‌توان از این روش استفاده نمود. فرض بکارگیری این روش بر استقلال ارجحیت و مجزا بودن آثار شاخص‌ها از یکدیگر است. در صورتی که استقلال ارجحیت در بین شاخص‌ها وجود نداشته باشد، بهتر است از روش‌های دیگری برای آنالیز مسائل استفاده کرد (اصغریور محمدجواد، ۱۳۷۷).

۲-۱۰-۳ رتبه بندی بر اساس تشابه به حل ایده آل

در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از نقطه ایده آل، فاصله آن از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده آل بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی باشد. واقعیت زیربنایی در این روش مبتنی بر دو اصل است:

✓ مطلوبیت هر شاخص باید به طور یکنواخت افزایشی (یا کاهش) باشد، که بدین صورت بهترین ارزش موجود از یک شاخص نشان دهنده ایده آل بوده و بدترین ارزش موجود از آن مشخص کننده ایده آل منفی برای آن خواهد بود.

✓ فاصله یک گزینه تا ایده آل ممکن است به صورت اقلیدسی و یا به صورت مجموع قدر مطلق از فواصل خطی محاسبه گردد. که این امر بستگی به نرخ تبادل و جایگزینی در بین شاخص‌ها دارد (اصغریور محمدجواد، ۱۳۷۷).

^۱Nonlinear Programming

^۲Assignment

^۳Simple Additive Weighted (SAW)

^۴Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

^۵Elimination et Choice in Translating to Reality (ELECTRE)

^۶Analytic Hierarchy Process (AHP)

^۷MACBETH

۳-۱۰-۳ حذف و انتخاب سازگار با واقعیت

در این روش به جای رتبه بندی گزینه‌ها از مفهوم جدیدی به نام روابط (غیر مرتبه‌ای) استفاده می‌شود. در این روش کلیه گزینه‌ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدین طریق گزینه‌های غیر مؤثر حذف می‌شوند. مقایسات زوجی بر اساس درجه توافق و درجه اختلاف از وزن‌ها استوار بوده و توأمأً برای ارزیابی گزینه‌ها مورد آزمون قرار می‌گیرند. کلیه این مراحل بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ پایه‌ریزی شده که بدین لحاظ معروف به (آنالیز هماهنگی) هم می‌باشد (اصغریور محمدجواد، ۱۳۷۷).

۳-۱۰-۴ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد تصمیم، با توجه به شاخص‌هایی که تصمیم‌گیرنده تعیین می‌کند بکار می‌رود. این روش در سال ۱۹۸۰ به همت ساتی ابداع و ارائه گردید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار می‌دهد و آنها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن می‌پردازد.

بکارگیری این روش مستلزم چهار گام عمده زیر است:

✓ گام اول: مدل‌سازی

در این گام مسئله و هدف از تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط هستند، در می‌آید. عناصر تصمیم شامل شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌های تصمیم است.

✓ گام دوم: قضاوت ترجیحی

مقایسه‌هایی بین گزینه‌های مختلف تصمیم، بر اساس هر شاخص صورت گرفته و در مورد اهمیت شاخص تصمیم با انجام مقایسات زوجی.

✓ گام سوم: محاسبات وزن‌های نسبی

وزن و اهمیت عناصر تصمیم نسبت به هم از طریق مجموعه‌ای از محاسبات عددی تعیین می‌شود.

✓ گام چهارم: ادغام وزن‌های نسبی

این گام به منظور رتبه بندی گزینه‌های تصمیم صورت می‌پذیرد (مهرگان محمد رضا، ۱۳۸۳). در این پژوهش از تکنیک پنجم یعنی روش مکبث استفاده شده است زیرا مانند آن چه در مغز انسان انجام می‌شود به تجزیه و تحلیل مسائل پرداخته است. این فرآیند تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌کند تا اولویت‌ها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه خود تنظیم نمایند، به نحوی که احساسات و قضاوت‌های خود را به طور کامل در نظر گیرند. یکی دیگر از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تکنیک اندازه‌گیری جذابیت به وسیله ارزیابی‌های رسته‌ای است که در تحقیق حاضر از آن استفاده شده است.

۱۱- ۳ اندازه‌گیری جذابیت به وسیله ارزیابی‌های رسته‌ای (MACBETH)

این روش از تکنیک‌های جبرانی تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و در گروه تکنیک‌های امتیازدهی (تجمیعی) قرار می‌گیرد. اساساً مکبث یک تکنیک تعاملی بوده و برای قضاوت در مورد عملکرد گزینه‌ها با توجه به مجموعه‌ای از معیارها و در قالب عبارات و مقادیر کیفی (رتبه‌ای) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تکنیک تصمیم‌گیرنده باید تفاوت جذابیت دو عامل را با استفاده از قضاوت‌های کیفی و بر اساس مقیاس کلامی از پیش تعریف‌شده، مورد قضاوت قرار دهد. این تکنیک نه تنها امکان سنجش سازگاری قضاوت‌های تصمیم‌گیرنده را فراهم می‌آورد، بلکه در صورت ناسازگاری، پیشنهادهایی نیز در زمینه رفع ناسازگاری ارائه می‌نماید. با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، قضاوت‌های کلامی سازگار به مقادیر عددی، متناسب با مقیاس تعریف‌شده توسط مکبث تبدیل می‌شوند. در نهایت مجموع وزنی امتیاز گزینه‌ها در تمامی معیارها که نشان‌دهنده جذابیت کلی گزینه‌هاست، با استفاده از مدل ادغام جمعی محاسبه شده و برای رتبه‌بندی گزینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع مکبث یک رویکرد تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره است که برای تعیین توابع ارزش و همچنین ترکیب آن‌ها در مقایسه با سناریوهای مختلف استفاده می‌شود (بنا، کاستا و ونسیک، ۱۹۹۴). همانند توابع ارزش، یک تابع ریسک مجموعه‌ای از ترجیحات تصمیم‌گیرنده یا قواعد معیارهای خطر را با اشاره به موقعیت‌های ساختگی نشان می‌دهد. دو حالت برای معیار ریسک مقایسه شده‌اند و به همین ترتیب اطلاعات مختصری به دست می‌آید و سپس از طریق «تفاوت جذابیت» به اطلاعات اصلی تبدیل می‌شود. اولویت‌بندی به خاطر تفاوت در جذابیت برای تصمیم‌گیرنده کاملاً طبیعی است که معمولاً بر سطح کلامی جذابیت تکیه می‌کند مانند {صفر، بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، قوی، بسیار قوی، حداکثر} (بنا، کاستا و ونسیک، ۱۹۹۴). علاقه‌مندان به جزئیات تکمیلی پیرامون روش مکبث می‌توانند به مطالعه انجام‌شده توسط کلیو و همکاران (کلیوی، بره و موریس، ۲۰۰۷) مراجعه نمایند. بنابراین در این تکنیک لازم است تصمیم‌گیرنده مجموعه معیارهای مؤثر بر انتخاب مناسب‌ترین گزینه را تعریف نماید (ابشیزاکی و نمری، ۲۰۱۳)

بکارگیری این روش مستلزم پنج گام عمده زیر است :

- ✓ گام اول: تعیین معیارهای مؤثر بر تصمیم‌گیری: در این تکنیک معیارهای مؤثر بر تصمیم‌گیری در قالب درخت ارزش نمایش داده می‌شوند.
- ✓ گام دوم: بعد از ترسیم درخت ارزش سطح عملکرد کیفی (رتبه‌ای) گزینه‌ها در معیارهای مختلف تعیین می‌گردد که نشان‌دهنده عملکرد ممکن گزینه‌ها با توجه به معیارهای مختلف است.
- ✓ گام سوم: در این مرحله تصمیم‌گیرنده باید یک مجموعه سطوح مرجع برای عملکرد گزینه‌ها نسبت به هر معیار مشخص نماید. سطح مرجع بالایی به عنوان سطح خوب مشهور بوده و نشان‌دهنده بیشترین امتیاز جذابیت عملکرد (۱۰۰) و سطح مرجع پایینی به عنوان سطح هیچ و نشان‌دهنده کمترین امتیاز جذابیت عملکرد (۰) است.
- ✓ گام چهارم: در این مرحله، تبدیل مقیاس عملکرد کیفی به مقیاس عملکرد کمی صورت می‌گیرد. در این تکنیک تفاوت و اختلاف جذابیت بین دو گزینه بر اساس یک مقیاس کلامی در هفت سطح به شرح جدول (۳-۱) سنجیده می‌شود:

جدول (۳-۱) اختلاف جذابیت بین دو گزینه با مقیاس کلامی در هفت سطح

| مقیاس کلامی میزان ارجحیت | مقیاس عددی معادل | مفهوم |
|-----------------------------|---------------------|--|
| هیچ | ۰ | عدم تفاوت بین گزینه‌ها |
| بسیار ضعیف | ۱ | یک گزینه دارای جذابیت بسیار ضعیفی نسبت به دیگری است. |
| ضعیف | ۲ | یک گزینه دارای جذابیت ضعیفی نسبت به دیگری است. |
| متوسط | ۳ | یک گزینه دارای جذابیت متوسطی نسبت به دیگری است. |
| قوی | ۴ | یک گزینه دارای جذابیت قوی نسبت به دیگری است. |
| بسیار قوی | ۵ | یک گزینه دارای جذابیت بسیار قوی نسبت به دیگری است. |
| بی‌نهایت | ۶ | یک گزینه نسبت به دیگری کاملاً جذاب‌تر است. |

- ✓ گام پنجم: در این مرحله، گزینه‌های تصمیم‌گیری تعیین شده و جدول تصمیم‌تشکیل و سطوح عملکرد گزینه‌ها در تمامی معیارها تعیین می‌گردد.

در مطالعه حاضر، روش MACBETH به منظور توسعه عبارات خطر r_i (ارزش عادی خطر متعلق به R_i) با حل مسئله مرتبط بودن معیارهای مرجع و استفاده از آنها در مقیاس $\{0,1\}$ استفاده می‌شود. از آنجا که MACBETH به میانگین مجموع عبارات ریسک متکی است که اغلب در نمونه‌های واقعی زندگی که معیار

ها ممکن است در تعامل باشند، وجود ندارند، CI به عنوان اپراتور برای تجمع عبارات ریسک انتخاب شده است. MACBETH می تواند از طریق تابع ظرفیت Choquet به وابستگی مابین ریسک های مختلف رسیدگی کند.

۱۲-۳ انتگرال چوکت

برای جمع کردن توابع ریسک r_i از رابطه ریاضی C_i از معادله ۱ استفاده می شود:

$$R_{ag} = \sum_{i=1}^n v_i r_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n I_{ij} |r_i - r_j| \quad (1)$$

جایی که R_{ag} برابر است با مجموع نمره ریسک، ۲ برابر است با تابع ریسک، مقدار ریسک به دست آمده از طریق روش مکبث، v_i برابر است با شاخص شفافیت با

که نشان دهنده اهمیت بیان ریسک r_i نسبت به سایر خطرات دیگر است، I_{ij} برابر است با تعامل بین عبارات خطر (r_i و r_j) در دامنه $(-1, 1)$. برای محاسبه پارامترهای ناشناخته C_i (V_i و I_{ij})، دو حالت تشریحی علاوه بر فرایندهای جایگزین در نظر گرفته می شوند و به صورت متقاطع و جداگانه رتبه بندی می شوند (کلیوی، بره و موریس، ۲۰۰۷) (شاه، ۲۰۱۲). اولویت رتبه در این شرایط همراه با مزیت برتری، یک سیستم معادلات را ارائه می دهد که راه حل آن پارامترهای C_i را تعیین می کند. اپراتورهای C_i به تعریف دو سطح مرجع نیاز دارند (گرابیش، کوجادیوویچ و مایر، ۲۰۰۸):

✓ سطح مرجع بالا (U): عنوان مثال خوب یا بهتر

✓ سطح مرجع پایین (L): به عنوان مثال خنثی یا بدتر

فصل چهارم

تحليل داده‌ها

۱-۴ مقدمه

تحقیق علمی، فرآیند نظام‌مندی است که در آن محقق در پی پاسخ دادن به مسأله تحقیق می‌باشد. لازمه‌ی پاسخگویی به مسأله تحقیق، نتیجه‌گیری و تعبیر و تفسیر داده‌های حاصل از ابزار اندازه‌گیری است. با توجه به تکنیک‌ها و اطلاعاتی که در فصول دوم و سوم مطرح گردید، در این فصل با عنایت به کاربردی بودن پژوهش، به تجزیه و تحلیل اطلاعات پرداخته می‌شود.

بنابراین در قدم نخست، خطرات درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آن از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک، شناسایی می‌شود. خطرات شناسایی شده ابتدا به صورت کیفی و در نهایت به صورت کمی و سپس با استفاده از شبکه بیز روابط مابین آن‌ها مدل‌سازی می‌شود تا ریسک موجود در این فرآیند مورد ارزیابی قرار گیرد. شبکه‌های بیز برای بسیاری از مسائل همراه با عدم قطعیت و استدلال احتمالی یک سیستم پشتیبانی تصمیم فراهم می‌آورند و به‌عنوان یک روش کارا در مدل‌سازی مسائل تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرند. سپس، سناریوهای (طرح‌های) فرآیند تولید با استفاده از شبکه تحلیل بیزین تجزیه و تحلیل می‌شوند. در نهایت، هر یک از سناریوهای فرآیند تولید بر اساس شاخص مطلوبیت، توسط روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مکث ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند.

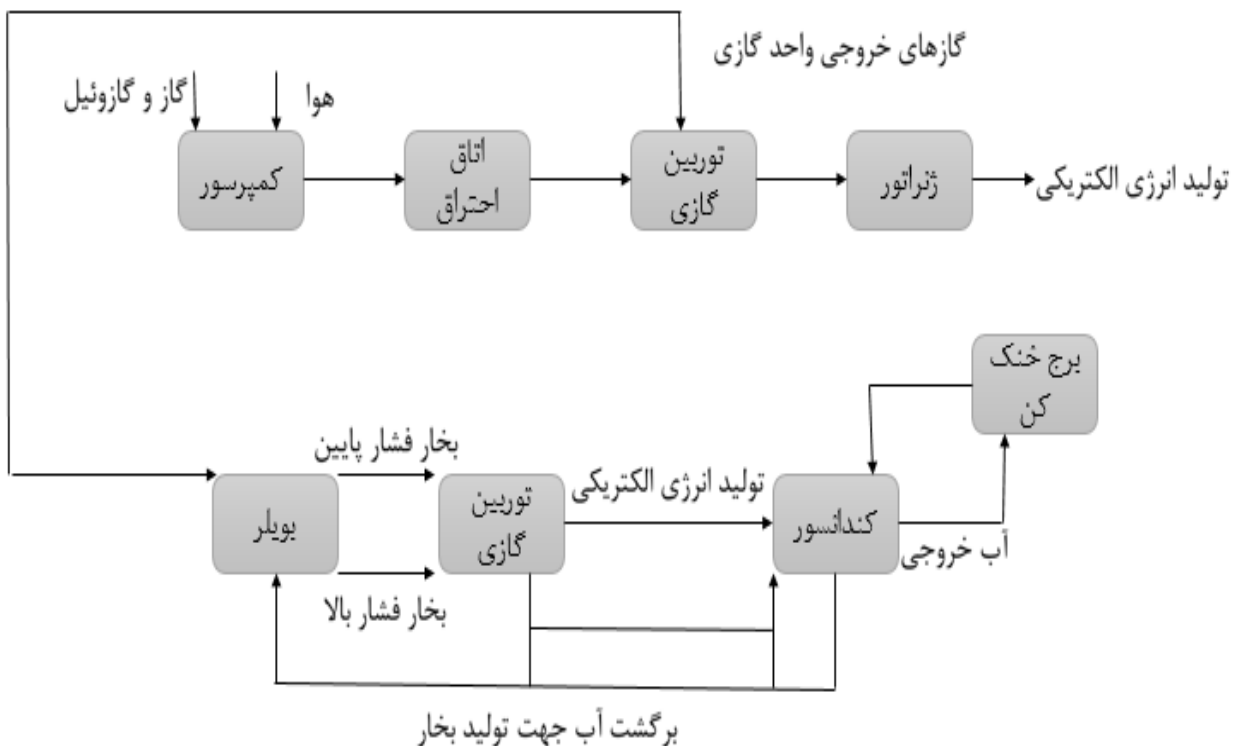
۲-۴ به‌کارگیری مدل پیشنهادی در مطالعه موردی

ارزیابی ریسک فرآیند در نیروگاه برق شهید بسطامی شاهرود

با گسترش سطح زندگی در جوامع امروزی، نیاز به منابع انرژی در شکل‌های جدیدتر بیشتر نمایان می‌شود. تقریباً در تمام مواقع، هدف، تبدیل سایر اشکال انرژی به انرژی برق است. با پیشرفت تکنولوژی و ظهور تجهیزات و ابزارهای الکتریکی و الکترونیکی شدن خیلی از ابزارها در زندگی روزمره، نیاز به انرژی برق نیز افزایش یافته و ارائه انرژی برق به صورت مستمر و پایدار اهمیت بیشتری یافته است. یکی از مکان‌های تبدیل انرژی به انرژی الکتریکی، نیروگاه برق است. برای پایداری و استمرار تولید انرژی برق و همچنین افزایش روزافزون هزینه دستگاه‌ها و ماشین‌آلات و لزوم دستیابی به سطح بالایی از قابلیت اطمینان در آن‌ها جهت جلوگیری از حوادث و ریسک‌های ناشی از آن، اهمیت وجود رویکردی برای ارزیابی ریسک را روز به روز در این حوزه بیشتر می‌کند. همچنین با توجه به نظام اقتصادی و تحریم‌های موجود از نظر کمبود قطعات و تجهیزات پیشرفته و عدم توانایی لازم جهت به‌روزرسانی آنها، نیازمندی فراوانی جهت استفاده از ابزارالات موجود در حال حاضر و همچنین برآورد خرابی آنها و تخمین ریسک‌های موجود جهت پیشگیری از بروز خطر در این زمینه هستیم. مطالعه حاضر با شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های موجود در فرآیندهای نیروگاه برق و تعیین روط موجود در بین ریسک‌ها، به ارزیابی آن می‌پردازد.

نیروگاه سیکل ترکیبی برق

نیروگاه‌ها از مهم‌ترین زیرساخت‌های توسعه‌ی اقتصادی محسوب می‌شوند که با پیشرفت‌های فنی و پیچیده شدن تکنولوژی، در معرض خطرات و حوادث متعدد قرار می‌گیرند. ارائه راهکاری که با وجود عدم اطمینان‌ها، ابهامات و با ترکیب اطلاعات، بتواند ریسک‌ها را مورد شناسایی، ارزیابی و رتبه‌بندی قرار دهد، در کنترل و کاهش خطرات مؤثر است. بطور کلی نیروگاه مجموعه‌ای از چندین بخش است از جمله: بخش گاز و گازوئیل، روغن هیدرولیک، ترانس، ژنراتور، توربین گاز، برج خنک‌کننده و... که خرابی هر کدام از این بخش‌ها ممکن است باعث مختل شدن فرایند و خروج اضطراری و خسارت زیاد به واحد شود. پس شناسایی و ارزیابی ریسک در این مجموعه اهمیت فراوانی دارد. تحقیق حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک خطرات و تعیین ریسک‌های مؤثر در نیروگاه برق، در راستای کاهش عدم اطمینان‌های موجود، انجام شده است.

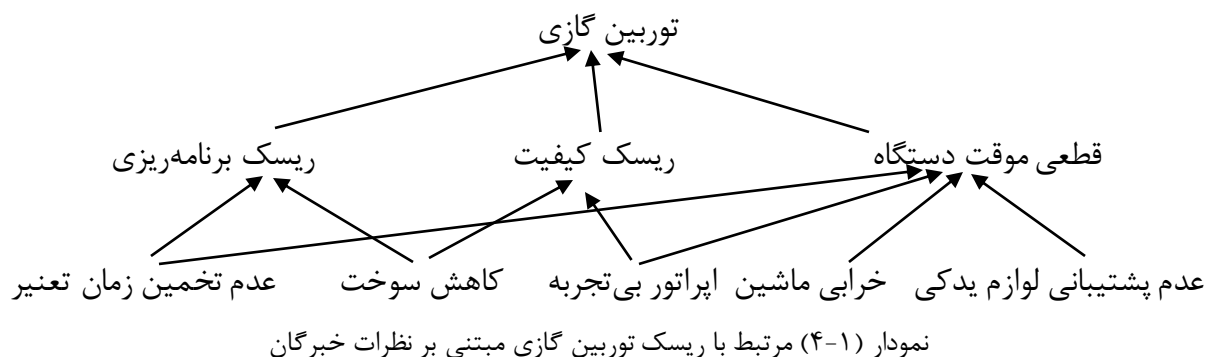


شکل (۴-۱) شرح فرآیند تولید برق در نیروگاه سیکل ترکیبی

در نیروگاه سیکل ترکیبی دو نوع توربین مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت است از: توربین گاز و توربین بخار. توربین گازی به طور کلی از سه فرآیند کمپرسور (فرآیند ۱)، توربین (فرآیند ۲) و محفظه احتراق (فرآیند ۳) تشکیل می‌شود. در توربین گاز هوا از محیط وارد کمپرسور توربین شده و هوای فشرده شده در محفظه احتراق برای کمک به سوخت گاز (سوخت مایع) وارد می‌شود و گاز حاصل از احتراق به توربین هدایت شده و در آنجا منبسط می‌شود و انرژی گرمایی آن به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود و انرژی مکانیکی تولید شده در توربین، ژنراتور را به گردش درمی‌آورد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود. در این مقاله سعی شده است تا با

استفاده از مدل ارزیابی ریسک موردنظر، ریسک‌های اساسی این قسمت که شامل: قطعی موقت دستگاه، ریسک کیفیت و ریسک برنامه‌ریزی است را در قسمت فرآیندهای توربین گاز شناسایی کرده و از احتمال وقوع خطر در این قسمت جلوگیری کنیم.

جهت شناسایی ریسک و عوامل مرتبط با آن در سناریو توربین گاز، رویکرد شناسایی ریسک اهداف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بخش، مدل پیشنهادی در یک فرآیند سه ریسک مرتبط، به عنوان مطالعه موردی پیاده‌سازی می‌شود. مطالعه به قسمت توربین‌سازی مربوط است که شامل سه فرآیند (کمپرسور، توربین، محفظه احتراق) و ریسک کلی قطعی موقت دستگاه، ریسک کیفیت و ریسک برنامه‌ریزی است که هر کدام ریسک‌های جزئی (عدم پشتیبانی لوازم یدکی، خرابی ماشین، اپراتور بی تجربه، کاهش سوخت و عدم تخمین زمان تعمیر) مرتبط با خود را شامل می‌شود. اطلاعات مورد نیاز از طریق حداکثر خبره موجود در سطوح مختلف صنعت مورد مطالعه استخراج شد. به دلیل نبودن امکان دسترسی به اطلاعات دقیق و تاریخی مرتبط با فرآیند مورد نظر و سایر متغیرهای مرتبط با حوزه مورد بررسی در مطالعه موردی، همه اطلاعات مرتبط با متغیرهای به کاررفته در مدل بر مبنای نظرات خبرگان و کارشناسان حوزه مذکور گردآوری شده و در مدل به کار رفته است. با توجه به قابلیت شبکه‌های بی‌زین در آمار بی‌ز، پایایی نظرات ارزیابی نمی‌شود، زیرا مدل بی‌ز به مرور خود را به روز و اصلاح می‌کند. ریسک‌های شناسایی شده در فرآیند توربین‌سازی و ساختار گرافیکی مدل یکپارچه در نمودار (۴-۱) ارائه شده است:

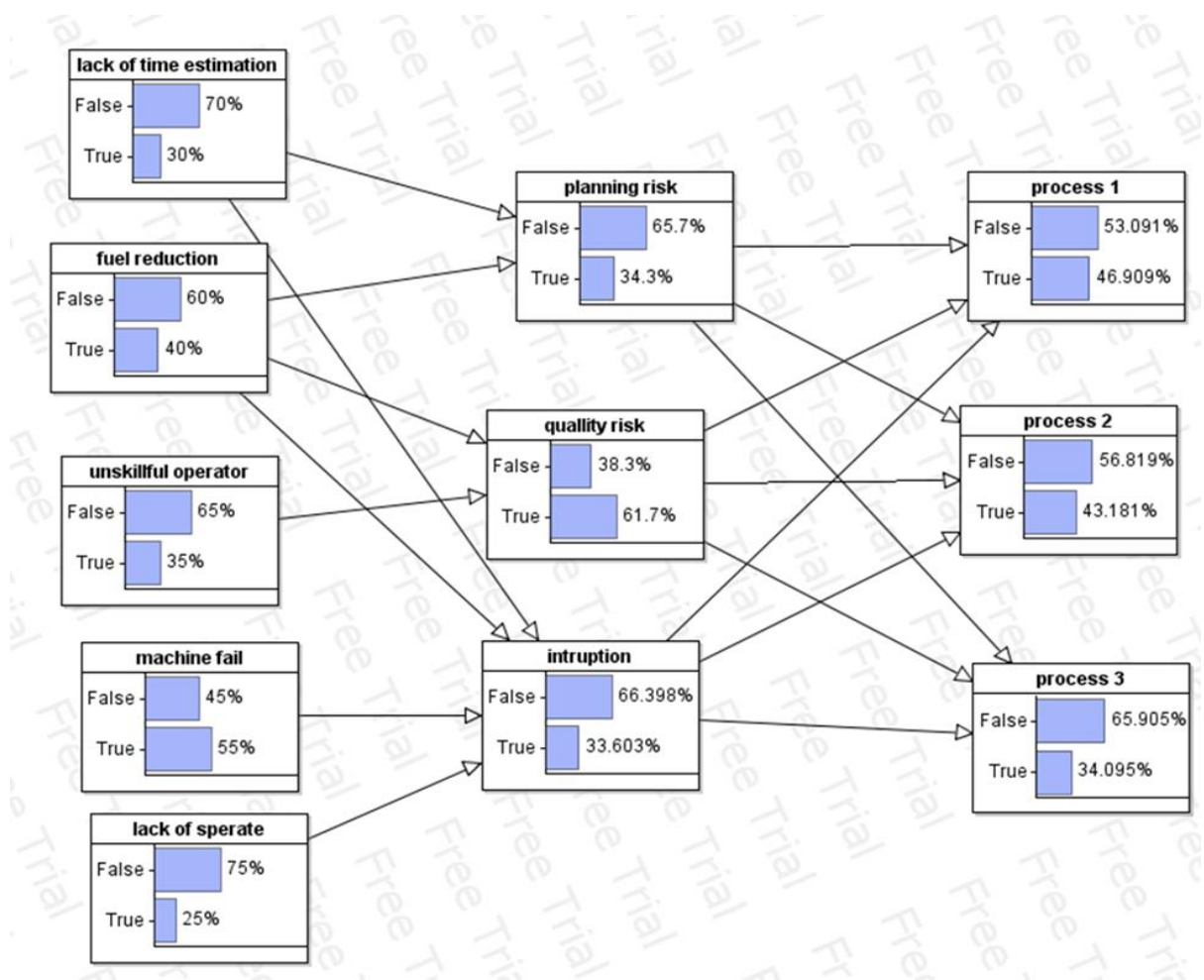


خطرات شناسایی شده در سلسله‌مراتب خطر با استفاده از آمار بی‌زین مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. برای جمع‌آوری احتمالات و داده‌های مورد نیاز در شبکه بی‌ز مربوطه، از قضاوت کارشناسان و افراد خبره این حوزه استفاده شده است. از تبیین موضوع برای افراد مورد نظر، جداول احتمالات اولیه و شرطی در اختیار آنان قرار داده شد که از این احتمالات به عنوان ورودی مدل استفاده می‌شود. از ابزار مدل‌سازی شبکه بی‌زین با نرم‌افزار Agena Risk به عنوان روشی کارا در پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. پس از مدل‌سازی در نرم‌افزار و ورود اطلاعات هر گره، برنامه اجرا و نتایج برآورد نهایی اندازه‌گیری ریسک در جدول (۴-۱) ارائه شده است.

جدول (۴-۱) نتایج نرم افزار agena risk برای طرح های فرآیند تولید

| | ریسک برنامه ریزی (R_1) | ریسک کیفیت (R_2) | ریسک قطعی (R_3) |
|----------|----------------------------|----------------------|---------------------|
| فرآیند ۱ | ۰/۱۶ | ۰/۲۸ | ۰/۱۵ |
| فرآیند ۲ | ۰/۱۴ | ۰/۲۶ | ۰/۱۴ |
| فرآیند ۳ | ۰/۱۱ | ۰/۲۱ | ۰/۱۱ |

اطلاعاتی که در شبکه بیزین مدل سازی شده اند، با استفاده از روش مکبث نرمال می شوند. خروجی نهایی نرم افزار در شکل (۴-۲) نمایش داده شده است در نتیجه ریسک های بیان شده در جدول (۴-۲) ارائه می شود.



شکل (۴-۲) خروجی نهایی نرم افزار مکبث برای ریسک فرآیندها

جدول (۲-۴) حالات ریسک (مقادیر ریسک نرمال با مکبث)

| | R_1 | R_2 | R_3 |
|----------|-------|-------|-------|
| فرآیند ۱ | ۰/۸ | ۰/۸۶ | ۰/۶۶ |
| فرآیند ۲ | ۰/۶ | ۰/۷۳ | ۰/۵۵ |
| فرآیند ۳ | ۰/۱۵ | ۰/۳ | ۰/۱۶ |

جدول (۳-۴) شاخص ریسک کلی برای فرآیندها

| | ریسک کلی | I_{ij} | V_i |
|----------|----------|---------------|-------|
| فرآیند ۱ | ۰/۷۱ | $I_{۱۲}=۰/۱۰$ | ۰/۱۷ |
| فرآیند ۲ | ۰/۵۹ | $I_{۱۳}=۰/۲۰$ | ۰/۳۳ |
| فرآیند ۳ | ۰/۱۶ | $I_{۲۳}=۰/۵۰$ | ۰/۵۰ |

عبارات ریسک و پارامترهای انتگرال چوکت (I_{ij} و V_i) شناسایی شده، در معادله ۱ قرار می‌گیرد و خطر کلی برای هر طرح فرآیند در جدول ۵ محاسبه می‌شود. از جدول ۵ می‌توان نتیجه گرفت که فرآیند ۳ شامل حداقل ریسک (۰/۱۶) و فرآیند ۲ (۰/۵۹) و سپس فرآیند ۱ با حداکثر ریسک (۰/۷۱) است. بنابراین، رتبه‌بندی نهایی عبارت است از: فرآیند ۱ > فرآیند ۲ > فرآیند ۳. علاوه بر این، فرآیند ۳ که در معرض ریسک قرار دارد، دارای بیشترین وزن (۰/۵۰) است. دلیل این امر اهمیت خطراتی است که این فرآیند در کارکرد توربین گازی دارد. تعامل بین برنامه‌ریزی و کیفیت، برنامه‌ریزی و قطعی موقت، کیفیت و قطعی موقت به ترتیب (۰/۱۰)، (۰/۲۰) و (۰/۵۰) است. اثر متقابل نسبتاً بالا بین ریسک کیفیت و قطعی موقت مشاهده می‌شود (یعنی ۰/۵۰)، این بدان دلیل است که خرابی در کیفیت منجر به تاخیر در کارکرد توربین گازی می‌شود و امتیاز پایین بین ریسک برنامه‌ریزی و کیفیت (۰/۱۰) ذکر شده است که نشان می‌دهد تاخیر در روند کار به طور قابل توجهی بر کاهش کیفیت اثر نمی‌گذارد. هیچ فعل و انفعالی منفی و صفر مشاهده نشده است، این بدان معناست که یک ریسک، کمابیش بر سایر ریسک‌های موجود در سناریو، تأثیر مثبت می‌گذارد و به بزرگی آنها کمک می‌کند. این امر به این دلیل است که خطرات در هر سیستمی با یکدیگر در ارتباط هستند.

فصل پنجم
نتیجه گیری
و
پیشنهادات

۱-۵ مقدمه

به جرات می‌توان گفت آنچه در هر پژوهش بیش از سایر بخش‌ها اهمیت دارد در درجه اول نتایجی است که از آن حاصل می‌گردد. در درجه بعد نیز پیشنهادهاتی است که با توجه به اجرای مراحل مختلف تحقیق حاصل می‌شود، می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. در واقع تمام تلاشی که یک محقق در طول انجام یک تحقیق یا پژوهش انجام می‌دهد در قسمت مربوط به نتیجه‌گیری و پیشنهادات خلاصه می‌شود.

هر پژوهشی با هدف دستیابی به نتایجی جهت افزایش آگاهی و یا کمک به تصمیم‌گیری در مورد مساله‌ای خاص صورت می‌گیرد و ارزش آن بستگی به میزان کمکی دارد که در این راستا به پژوهشگر یا تصمیم‌گیرنده می‌کند. به جرات می‌توان گفت آنچه در هر پژوهش بیش از سایر بخش‌ها اهمیت دارد در درجه اول نتایجی است که از آن حاصل می‌گردد. در درجه بعد نیز پیشنهادهاتی است که با توجه به اجرای مراحل مختلف تحقیق حاصل می‌شود، می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. در واقع تمام تلاشی که یک محقق در طول انجام یک تحقیق یا یک پژوهش انجام می‌دهد در قسمت مربوط به نتیجه‌گیری و پیشنهادات خلاصه می‌شود. در این فصل، ابتدا خلاصه‌ای از پایان‌نامه و سپس نتیجه‌پایان‌نامه ارائه می‌گردد. در پایان مطالعات آتی و مطالعات جهت تحقیقات آتی ارائه می‌شود.

۲-۵ خلاصه

در این پایان‌نامه، فصل اول شامل کلیات تحقیق می‌باشد که به بیان مساله و اهمیت و ضرورت بیان مساله و همچنین اهداف پژوهش و سوالات مرتبط با آن می‌پردازد. فصل دوم شامل سه بخش مجزا است که در بخش اول آن مفاهیم ریسک، مدیریت ریسک و ارزیابی ریسک ارائه می‌گردد. با توجه به ارزیابی ریسک، ارزیابی کمی و کیفی ریسک نیز در این بخش تشریح گردید. در بخش دوم، پیشینه پژوهش داخلی و خارجی مورد بررسی قرار گرفت و از تجربیات گذشته در انجام این پژوهش استفاده شده است. در خاتمه این فصل نیز روش انجام پژوهش پیشنهاد شده مورد بحث قرار گرفته است. فصل سوم با تعریف روش‌شناسی تحقیق آغاز می‌شود و انواع تحقیق و روش جمع‌آوری داده‌ها را به صورت جامع بیان می‌کند. پس از آن جامعه آماری و روش تجزیه و تحلیل تحقیق ارائه گردید و با تفصیل روش پیشنهادی ارزیابی ریسک جامع مبتنی بر تحلیل بیزین و تصمیم‌گیری چندمعیاره، این فصل به انتها می‌رسد. در فصل چهارم به انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل جهت تعیین مسیر بهینه پرداخته شد. در این فصل به بحث و بررسی پیرامون محاسبات مذکور و نتایج حاصل از آن پرداخته خواهد شد و در پایان نیز محدودیت‌های پژوهش و ارائه پیشنهادات برای انجام تحقیقات در آینده مطرح می‌شود.

۳-۵ مرور کلی بر تحقیق

روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش توصیفی است و در زمره تحقیقات کاربردی قرار دارد. در این پژوهش یک روش ارزیابی ریسک ترکیبی با قابلیت تحلیل داده‌های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و آمار بیزین ارائه شده است. ابتدا خطرات درگیر در فرآیند و عوامل مرتبط با آن از طریق رویکرد هدفمند ارزیابی ریسک، شناسایی شده است. خطرات شناسایی شده ابتدا به صورت کیفی و در نهایت به صورت کمی و سپس با استفاده از شبکه بیز روابط مابین آن‌ها مدل‌سازی می‌شود تا ریسک موجود در این فرآیند مورد ارزیابی قرار گیرد. شبکه‌های بیز برای بسیاری از مسائل همراه با عدم قطعیت و استدلال احتمالی یک سیستم پشتیبانی تصمیم فراهم می‌آورند و به‌عنوان یک روش کارا در مدل‌سازی مسائل تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرند. سپس، سناریوهای (طرح‌های) فرآیند تولید با استفاده از شبکه تحلیل بیزین تجزیه و تحلیل می‌شوند. در نهایت، هر یک از سناریوهای فرآیند تولید بر اساس شاخص مطلوبیت، توسط روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مکبث ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند. مدل پیشنهادی جهت تحلیل ریسک فرآیند در یک نیروگاه برق به‌عنوان نمونه موردی پیاده‌سازی شده است. نتایج تحقیق حاکی از کارایی روش پیشنهادی جهت تحلیل ریسک به دستاوردهای آن است.

۴-۵ نتیجه‌گیری

مروری بر تحقیقات انجام گرفته نظری و کاربردی در زمینه ارزیابی و اولویت بندی ریسک‌های یک پروژه، محقق ناظر را متوجه محدودیت‌ها و کاستی‌های متدولوژی‌های موجود و امتحان شده در این محدوده می‌نماید، محدودیت‌هایی چون چگونگی ارائه ارجحیت توسط ارزیابان و کاستی‌هایی چون برگزیدن یک متدولوژی برای ارزیابی بدون داشتن دلیلی برای انتخاب آن و سایر مواردی که در فصل دوم به آنها اشاره شده است. برای غلبه بر این کاستی‌ها و محدودیت‌ها یک متدولوژی جدید برای فرآیند ارزیابی ریسک فرآیندی معرفی گردید. فرآیندهای تولیدی در حین اجرا و پیاده‌سازی در معرض ریسک‌های مختلفی قرار می‌گیرند که باعث تحت تاثیر قرار گرفتن اهداف عملکردی مجموعه تحت نظر، همچون زمان و هزینه و موارد مشابه دیگر می‌شوند. اتخاذ سیاست‌هایی برای شناسایی و مدیریت این ریسک‌ها می‌تواند در حذف یا کاهش اثر آنها مؤثر باشد. در رویکردهای سنتی مدیریت ریسک، ارزیابی ریسک به صورت مستقل در نظر گرفته می‌شود و برهم کنش بین آنها مدنظر قرار نمی‌گیرد، در حالی که وقوع برخی از ریسک‌ها می‌تواند سبب تشدید اثر یا احتمال وقوع سایر ریسک‌ها شود. بنابراین برای رسیدن به تخمین نزدیک به واقعیت، به مدنظر قرار دادن هم‌زمان احتمالات و اثر ریسک‌ها و همچنین وابستگی موجود بین آنها نیاز است. در این مقاله، روشی جهت ارزیابی ریسک فرآیند ارائه شده است که روشی جهت شناسایی و ارزیابی ریسک ایجاد و ابزار و تکنیک‌هایی را برای توسعه ریسک کلی فراهم می‌کند که می‌تواند به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری برای ارزیابی فرآیندهای تولید، بر اساس مطلوبیت مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، مطالعه حاضر بر لزوم شناسایی خطرات عمده و کلی و سپس

تجزیه و تحلیل آن تاکید می‌کند. از این رو در مقاله حاضر یک روش ارزیابی ریسک ترکیبی با قابلیت تحلیل داده‌های کمی و کیفی مرتبط با فرآیندها مبتنی بر تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره و آمار بیزین ارائه شده است. در نهایت، این رویکرد در نیروگاه برق که از اعتبار عملیاتی و مفهومی آن پشتیبانی می‌کند، مورد آزمایش قرار گرفته است.

۵-۵ پیشنهادات برای محققین آینده

۱. با توجه با این که معمولا انتخاب یک استراتژی مناسب گامی اساسی برای پایان دادن به اقدامات و تصمیمات پراکنده و اتفاقی از سوی مدیران است، مسئولین و مدیران می‌توانند با در نظر گرفتن اولویت‌های حاصل از اجرای فرآیندها، فعالیت خود را در راستای انتخابی متمرکز و تصمیمات و اقدامات مدیریتی لازم را سازماندهی کنند.
۲. جامعه آماری این تحقیق، نیروگاه برق می‌باشد. پیشنهاد می‌شود این الگو برای دیگر مراکز صنعتی و تولیدی مورد استفاده قرار گیرد.
۳. به منظور توسعه دامنه کاربرد و کارایی مدل ارائه شده، پیشنهاد می‌گردد یک مدل برنامه‌ریزی احتمالی برای ارزیابی ریسک تجمیعی در مطالعات آتی مدنظر قرار گیرد.
۴. ارائه رویکرد جامع جهت مدیریت یکپارچه ریسک با لحاظ نمودن اثر برهم کنش‌های موجود می‌تواند به دیگر محققان پیشنهاد گردد.

۵-۶ محدودیت‌های تحقیقاتی پژوهش

همواره پژوهشگران در تحقیقات خود با محدودیت‌هایی همراه هستند که بخشی از آنها حتی در ابتدای کار خود را نشان می‌دهند.

- ۱- از عمده ترین ارکان تحقیق و پژوهش دسترسی به آمار و اطلاعات است. با مروری بر مطالعات پیشین کمبود و یا فقدان منابع علمی قابل دسترس و استفاده را نشان می‌دهد. منابع علمی بسیار محدود و کمی (حداقل به صورت فارسی) در این زمینه موجود است که به طور مستقیم به موضوع مورد مطالعه و تحقیق مربوط می‌باشد. به همین دلیل از منابع لاتین باید استفاده کرد که خود مشکلات دیگری همچون محدود بودن زمان، برگرداندن درست متون لاتین به فارسی و یک دست کردن آنها را به همراه دارد.
- ۲- شایان توجه است که بر سر راه این پژوهش محدودیت‌هایی وجود داشت که ممکن است در رقم خوردن نتایج تاثیرگذار باشد این تحقیق می‌توانست با استراتژی‌های بیشتری مورد تحلیل قرار گیرد، اما با توجه به اینکه مدیران غالبا تفکر سنتی داشته و اطلاعات را محرمانه و جز اسرار شرکت می‌دانستند، اخذ اطلاعات از آنها تا دشوار بود.

۳- نبود کار مشابه در این زمینه: با وجود تلاش بسیار موفق به پیدا کردن پژوهشی که به طور مستقیم به این موضوع پرداخته باشد، نشده است.

۴- مشکلاتی در زمینه هماهنگی و برگزاری جلسات با خبرگان

منابع داخلی

- [۱] آمار تفصیلی صنعت برق ایران ویژه تولید در سال ۹۱، شرکت مادر تخصصی توانیر، ۱۳۹۲، ص ۴.
- [۲] اسماعیل زارعی، ولی سرسنگی، حسین فلاح، عبدالله غلامی، عزیز رحیمی زاده، اکرم اسادات مرتضوی، سمیرا سادات میری. ۱۳۹۳ "ارزیابی ریسک واحدهای مختلف یک شرکت تولید لنت ترمز با استفاده از روش فرانک مورگان". مجله دانشکده علوم پزشکی نیشابور. سال ۲. شماره ۲.
- [۳] حاجی خانی پریسا. ۱۳۹۵ "ارائه مدلی جهت ارزیابی و مدیریت ریسک پروژه در سازمانها". پایاننامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع، دانشگاه علم و فرهنگ.
- [۴] علی زاده، علی، مهدی غلامی، محمد حسین، درفشی، سیاوش، فروردین ۱۳۹۰. "ارزیابی ریسک مخازن ذخیره و نگهداری مواد شیمیایی یک شرکت پتروشیمی و بررسی اثرات آن بر مناطق مسکونی و صنعتی مجاور".
- [۵] عسگری، علی. ۱۳۸۸ راهنمای استاندارد بین المللی ایزو ۳۱۰۰۰ مدیریت ریسک. همدان: نور علم، ص ۲۵-۲۹.
- [۶] هندی، امیرمهدی. ۱۳۸۶، مدیریت ریسک در زنجیره تامین، نخستین کنگره بین المللی مدیریت ریسک.
- [۷] صالحی صدقیانی، جمشید، پاییز و زمستان ۱۳۸۸. "روشی جهت رتب هبندی فعالیت های پروژه فازی TOPSIS فازی و روش CPM بر اساس ریسک با استفاده از شبکه". نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۶۹-۸۲.
- [۸] بشیری نسب، محمود، ۱۳۸۵. "ارزیابی ریسک حریق" ماهنامه پیام ایمنی، سال سوم، شماره ۱۲، ۲۲.
- [۹] افشار، سعید، فروردین ۱۳۹۲. "ارزیابی ریسک به روش آنالیز ایمنی شغلی" ماهنامه پیام ایمنی، سال هشتم شماره ۲۹، صفحات ۵۴-۵۷.
- [۱۰] سلمانی تهرانی، احسان، ۱۳۸۵. "۵ گام در ارزیابی ریسک". فصلنامه ایمنی، سال سوم، شماره ۹، صفحات ۵۹-۵۸.
- [۱۱] صیادی، ا، حیاتی، م، & منجزی، ۱۳۹۰، مدیریت ریسک ساخت تونل با استفاده از تکنیک های MADM مجله مدیریت صنعتی، دوره ۳ شماره ۷، ۹۹-۱۱۶.

- [۱۲] ولی پور خطیر، محمد؛ قاسم نیا عربی، نرجس ۱۳۹۵. مدلسازی سیستم استنتاج فازی برای ارزیابی ریسک‌های بالقوه در تجهیزات پزشکی. نشریه مدیریت صنعتی، ۸(۴)، ۵۵۴-۵۳۳.
- [۱۳] سکاران، اوما. روشهای تحقیق در مدیریت. مترجمان: محمد صائبی، محمود شیرازی. تهران، انتشارات موسسه عالی، آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، ص ۱۳۹۵.
- [۱۴] عزتی، مرتضی. ۱۳۷۶. روش تحقیق در علوم اجتماعی، کاربرد در اقتصاد. انتشارات نور علم.
- [۱۵] قرجه لو، ارشد، ۱۳۸۴. "ارزیابی مدیریت پروژه های گازرسانی در شرکت گاز استان زنجان و ارائه راهکارهای مناسب" پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- [۱۶] خاکی، غلامرضا. ۱۳۸۲. روش تحقیق با رویکردی به پایان نامه نویسی. تهران، انتشارات بارتاب، ص ۲۰۲-۲۰۷.
- [۱۷] عالی زاده، عبدالرضا، ۱۳۸۵. "اجرای تحقیق به روش دلفی" ناشر: یوسف، تهران.
- [۱۸] خلیلی، ناصر. دانشوری، ابراهیم. روش تحقیق در مدیریت.
- [۱۹] مهرمنش رح، سعیدی بن، لسانی پ &، بایرامی لاطران، ا. ۱۳۹۱. تدوین استراتژی و اولویت بندی استراتژی های شرکت بهنوش ایران با مقایسه رویکردهای فازی و QSPM. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین سال دوم، شماره سوم، شماره پیاپی ۶، ۱۵۴-۱۳۵.
- [۲۰] ادیب آ، عباسی دزفولی ع &، ریاحی پور س. ۱۳۹۱. ارزیابی و انتخاب استراتژی قراردادی بهینه با استفاده از روش تصمیمگیری چند معیاره VIKOR با رویکرد فازی. اولین همایش ملی مدیریت، حسابداری و مهندسی صنایع در سازمان ها.
- [۲۱] مهرگان، محمدرضا ۱۳۸۳. پژوهش عملیاتی پیشرفته. چاپ اول. تهران: نشر کتاب دانشگاهی.
- [۲۲] مومنی، م. ۱۳۸۵. مباحث نوین تحقیق در عملیات. تهران، دانشکده مدیریت: دانشگاه تهران.
- [۲۳] اصغرپور، محمد جواد ۱۳۷۷. تصمیم‌گیری های چندمعیاره. چاپ اول. تهران: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

منابع خارجی

- [1] Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, Tuominen, M. (2004), Risk management processes in supplier networks. *International Journal of Production Economics*,90, 47-58.
- [2] Tuncel, G., Alpan, G. (2016). Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in Industry*, 61, 250-259.
- [3] Martinez-Hernandez, (2003). "Understanding Value Creation: The Value Matrix and the Value Cube." PhDThesis, University of Strathclyde.
- [4] Sienou, A., E. Lamine, and H. Pingaud. (2008). "A Method for Integrated Management of Process-risk." *Proceedings of the 1International Workshop on Governance, Risk and Compliance – Applications in Information Systems (GRCIS)*, Vol. 339, 17–30. Montpellier, June 17–20.
- [5] Shah, L. (2012). "Value/Risk – Based Performance Evaluation of Industrial Systems." PhD Thesis, Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers.
- [6] Scott, J. E., and I. Vessey. (2002). "Managing Risks in Enterprise Systems Implementations." *Communications of the ACM* 45: 74–81.
- [7] David, D. and Robert, L. (2005). Non-financial performance measurement in manufacturing companies. *The British Accounting Review*. Vol. 37, pp. 261-297.
- [8] Kaplan, R.S. and Cooper, R. (1997). *Activity-Based Costing: Introduction*, Harvard Business School Press.
- [9] Muhlbauer, W.K. (2004). "Pipeline Risk Management manual: Ideas, Techniques, and Resources". 3rd Edition, Gulf Professional Publishing, pp1-28.
- [10] Khan, O., Burnes, B. (2007). Risk and supply chain management: creating a research agenda. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 18, No. 2, 197-216.

[11] Tang, O., Musa, S. (2001). Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 133, 25-34.

[12] Tummala, R., Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *International Journal of Supply Chain Management*, Vol. 16, No. 6, 474-483.

[13] Anggara, R. (2011). Implementation of risk management framework in supply chain: A tale from a biofuel company in Indonesia. *Manchester Business School Working Paper*, No.614.

[14] Tuncel, G., Alpan, G. (2010). Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in Industry*, 61, 250-259.

[20] PMI. (2002). *A Guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)* (4 ed.). USA: Project Management Institute Inc.

[15] Muhlbauer, W.K. (2004). "Pipeline Risk Management manual: Ideas, Techniques, and Resources". 3rd Edition, Gulf Professional Publishing, pp.1-28.

[16] Nieto-Morote, A., Ruz-Vila, F., (2011). "A Fuzzy Approach to Construction Project Risk Assessment". *International Journal of Project Management* 29, pp. 220–231

[17] Zafra-Cabeza, A., Ridao, M.A., Camacho, E.F. (2004). "An Algorithm for Optimal Scheduling and Risk Assessment of Projects". *Control Engineering Practice* 12, pp. 1329.

[18] Jüttner, (2005). Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective. *The International Journal of Logistics Management*, Vol.16, No.1, 120-141.

[19] Tang, C. (2006), Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103, 451-488.

[20] *Project Management Institute (2009), A Guide to the Project Management Body of Knowledge, USA, ISBN-12: 1933292511.*

- [21] *Project Management Institute*, 2013. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge, USA, ISBN-12 : 1935529519*.
- [22] Raz, T., Michael, E. (2001). "Use and Benefits Tools for Project Risk Management". *International Journal of Project Management*, Vol. 19, pp. 9-17.
- [23] Aghajani, h., Sedagha, m., Dargahi, h., & Pourhossein, m. (2010). Applying VIKOR, TOPSIS and SAW in fuzzy Environment for Ranking Suppliers in Supply Chain: A Case study. *American Journal of Scientific Research*, vol. 42, 10-19.
- [24] Goranourimi, F., Dargahi, h., Sedaghat, M., & Moakher, A. (2012). Ranking Suppliers in Supply Chain Using Fuzzy Multi-Attribute Decision Making Model: A Case Study in Iran Automobile Compant. *American journal of Scientific Research*. vol0 42, 5-11.
- [25] Moeller, R. (2007). *COSO Enterprise Risk Management: Understanding the New Integrated ERM Framework*. 1st ed. Hoboken, USA: Wiley.
- [26] Tixier, J., G. Dusserre, O. Salvi, and D. Gaston. (2002). "Review of 62 Risk Analysis Methodologies of Industrial Plants." *Loss Prevention in the Process Industries*. 15: 291–303.
- [27] Knight, K. W. (2010). *AS/NZS ISO 31000:2009-the New Standard for Managing Risk, Keeping Good Companies* 62 (2): 68–69.
- [28] ISO. (2010). *Risk Management Vocabulary*. Geneva: International Organization for Standardization.
- [29] Cagliano, A. C., S. Grimaldi, and C. Rafele. (2015). "Choosing Project Risk Management Theoretical Framework." *Journal of Risk Research* 18: 232–248.
- [30] Case, K., A. Nor, and P. C. Teoh. (2010). "A Diagnostic Service Tool Using FMEA." *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 23: 640–654.
- [31] Liu, H.-C., L. Liu, and N. Liu. (2013). "Risk Evaluation Approaches in Failure Mode and Effects Analysis: A Literature Review." *Expert Systems with Applications* 40: 828–838.

- [32] Catelani, M., L. Ciani, L. Cristaldi, M. Faifer, and M. Lazzaroni. (2013). “Electrical Performances Optimization of Photovoltaic Modules with FMECA Approach.” .
- [33] Cheng, C.-Y., S.-F. Li, S.-J. Chu, C.-Y. Yeh, and R. J. Simmons. (2008). “Application of Fault Tree Analysis to Assess Inventory Risk: A Practical Case from Aerospace Manufacturing.” *International Journal of Production Research* 51: 6499–6514.
- [34] Aven, T. (2008). *Risk Analysis*. New York: Wiley.
- [35] Mun, J. (2006). *Modeling Risk: Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting, and Optimization Techniques*. Hoboken, USA: Wiley. 2006 .
- [36] Moghaddam, K. S. (2015). “Supplier Selection and Order Allocation in Closed-loop Supply Chain Systems Using Hybrid Monte Carlo Simulation and Goal Programming.” *International Journal of Production Research* 53: 6320–6338.
- [37] Sienou, A., E. Lamine, and H. Pingaud. 2008. “A Method for Integrated Management of Process-risk.” *Proceedings of the 1st International Workshop on Governance, Risk and Compliance – Applications in Information Systems (GRCIS)*, Vol. 339, 17–30. Montpellier, June 17–20. 2008.
- [38] Suriadi, S., B. Weiss, A. Winkelmann, A. H. ter Hofstede, M. Adams, R. Conforti, C. Fidge, et al. (1996). “Current Research in Risk-aware Business Process Management: Overview, Comparison, and Gap Analysis.” *Communications of the Association for Information Systems* 34: 933–984. 2014.
- [39] Kusiak, A., and A. Zakarian. “Risk Assessment of Process Models.” *Computers & Industrial Engineering* 30: 599–610.
- [40] Sackmann, S. (2008). “A Reference Model for Process-oriented IT Risk Management.” *European Conference on Information Systems (ECIS)*, Galway, Ireland, 1346–1357.
- [41] Chapman, R. J. (2006). *Simple Tools and Techniques for Enterprise Risk Management*. Chichester: Wiley. 2006.
- [42] Becker, J., D. Breuker, B. Weiss, and A. Winkelmann. (2010). “Exploring the Status Quo of Business Process Modelling Languages in the Banking Sector – An Empirical Insight into the Usage of Methods in Banks.” *21st Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2010)*. Brisbane.
- [43] Larson, N., and A. Kusiak. 1996a. “System Reliability Methods for Analysis of Process Models.” *Integrated Computer-Aided Engineering* 3 (4): 279–291.

[44] Larson, N., and A. Kusiak. 1996b. "Managing Design Processes: A Risk Assessment Approach." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans* 26: 749–759.

[45] Aminbakhsh, S., Gunduz, M., & Sonmez, R. (2013). Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *Journal of Safety Research*, 46, 99-105.

[46] Chatterjee, K., Zavadskas, E., Tamošaitienė, J., Adhikary, K., & Kar, S. (2018). A Hybrid MCDM Technique for Risk Management in Construction Projects. *Symmetry*, 10(2).

[47] Cheng, M., & Lu, Y. (2015). Developing a risk assessment method for complex pipe jacking construction projects. *Automation in Construction*, 58, 48-59.

[48] Dikmen, I., Birgonul, M. T., & Han, S. (2007). Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects. *International Journal of Project Management*, 25(5), 494-505.

[49] Yang, C.C., Lin, W.T., Lin, M.Y., Huang, J.T. (2006). A study on applying FMEA to improving ERP introduction: An example of semiconductor related industries in Taiwan. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(3), 298-322.

[50] Rodríguez, A., Ortega, F., & Concepción, R. (2016). A method for the evaluation of risk in IT projects. *Expert Systems with Applications*, 45, 273-285.

[51] Zeng, J., An.M., & Smith, N. J. (2007). Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*, 25(6), 589-600.

[52] Rikhardsson, P., P. J. Best, P. Green, and M. Rosemann. (2006). "Business Process Risk Management and Internal Control: A Proposed Research Agenda in the Context of Compliance and ERP Systems." *Proceedings of 2nd Asia/Pacific Research Symposium on Accounting Information Systems*. Melbourne.

[53] Braaksma, A. J. J., A. J. Meesters, (2012). W. Klingenberg, and C. Hicks. "A Quantitative Method for Failure Mode and Effects Analysis." *International Journal of Production Research* 50: 6904–6917.

[54] Das Adhikary, D., G. Kumar Bose, D. Bose, and S. Mitra. 2014. "Multi Criteria FMECA for Coal-fired Thermal Power Plants Using COPRAS-G." *International Journal of Quality & Reliability Management* 31: 601–614.

[55] Liaqat A. Shah, Alain Etienne, Ali Siadat & François Vernadat.(2016). "Process-oriented risk assessment methodology for manufacturing process evaluation". *International Journal of Production Research*.

[56] Busha, C., Harter, S.P., 1980. "Research Methods in Librarianship". New York: Academic Press.

[57] Salah, E. E. (2005). "On the Fallacy of Averages in Project Risk Management." *European Journal of operational Research* 165: 307–313.

[58] Vernadat, F., L. Shah, A. Etienne, and A. Siadat. (2013). "VR-PMS: A New Approach for Performance Measurement and Management of Industrial Systems." *International Journal of Production Research* 51: 7420–7438.

[59] Keeney, R. L. (1994). "Creativity in Decision Making with Value-focused Thinking." *Sloan Management Review* 35: 33–33.

[60] Heckerman .D.(1997). Bayesian Networks for Data Mining. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 1, 79-119.

[61] Khodakarami, V., & Abdi, A. (2014). Project cost risk analysis: A Bayesian networks approach for modeling dependencies between cost items. *International Journal of Project Management*, 32(7), 1233-1245.

[62] Bana e Costa, C. A., and J.-C. Vansnick. (1994). "MACBETH – An Interactive Path towards the Construction of Cardinal ValueFunctions." *International Transactions in Operational Research* 1: 489-500.

[63] Clivillé, V., L. Berrah, and Gilles Mauris. (2007). "Quantitative Expression and Aggregation of Performance Measurements Based on the MACBETH Multi - criteria Method." *International Journal of Production Economics* 105: 171–189.

[64] Ishizaka A, Nemery P. (2013). Multi-criteria decision analysis: Methods and software. Hoboken, NJ: Joh Wiley and Sons;

[65] Grabisch, M., I. Kojadinovic, and P. Meyer. (2008). "A Review of Methods for Capacity Identification in Choquet Integral Based Multi - attribute Utility Theory." European Journal of Operational Research 186:766 785.

ABSTRACT

Risk assessment is able to provide valuable information for decision making in risk reduction, optimization of control systems and planning to provide a favorable response. In this study, a hybrid risk assessment method with the capability of analyzing quantitative and qualitative data related to processes based on multi-criteria decision making technique and Bayesian statistics is presented. First, the risks involved in the process and its associated factors are identified through a targeted risk assessment approach. The identified risks are first quantitatively and finally quantified using the Bayesian network of relationships between them to assess the risks involved in the process. Bayesian networks provide a decision support system for many of the problems associated with uncertainty and possible reasoning, and are used as an efficient way of modeling decision problems in uncertainty situations. Next, the production process scenarios (schemes) are analyzed using the Bayesian analysis network. Finally, each of the production process scenarios is evaluated and ranked by the Macbeth Multi Criteria Decision Making Method. The proposed model is implemented as a case study for process risk analysis in a power plant. The results of the research indicate the effectiveness of the proposed method for risk analysis with respect to its achievements.

Keywords: Risk Assessment, Multi-Criteria Decision Making, Process Modeling, Macbeth, Business Network



**Shahrood University of
Technology**

Faculty of Industry and Management
Master's thesis

Comprehensive Process Oriented Risk Evaluation Model

BY Nahid Khodaiberdi

Supervisor:
Dr Aliakbar Hasani

December 2019