

توسعه و تحلیل اولویت‌بندی ریسک‌های خطوط لوله انتقال انرژی با استفاده از مدل‌های نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی (مطالعه موردی خطوط انتقال غرب کشور)

امیرعباس شجاعی^۱، سید رضا جمالی^۲

^۱ هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران

^۲ کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

چکیده

انتقال گاز از محل تولید به موقعیت مصرف‌کنندگان نیازمند شبکه توزیع گسترده‌ای است. رشد و توسعه مناطق مسکونی و صنعتی سبب افزایش مصرف گاز و متراکم‌تر شدن شبکه خطوط لوله گاز شده و خطرهای ناشی از خرابی خط لوله و نشت گاز رو به افزایش است. به‌منظور جلوگیری از خسارت مخاطرات احتمالی و کاهش آن‌ها، مطرح کردن چارچوبی برای برآورد ریسک ضروری است. روش کمی یکی از دقیق‌ترین روش‌های ارزیابی ریسک خط لوله به شمار می‌رود. هدف اساسی این تحقیق توسعه و تحلیل اولویت‌بندی ریسک‌های خطوط لوله انتقال انرژی با استفاده از مدل‌های نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی است. در این پژوهش سعی شده است از تکنیک FBWM برای رتبه‌بندی ریسک‌های خط لوله انتقال انرژی استفاده شود. در پژوهش حاضر از نرم‌افزار Excel و Gamz استفاده شد تا بهترین و بدترین گزینه انتخاب شود. بر اساس این روش، بهترین و بدترین معیار به‌وسیله تصمیم‌گیرنده مشخص شده و مقایسات زوجی بین هر یک از دومعیار (بهترین و بدترین) و دیگر معیارها صورت گرفت. سپس یک مسئله ریاضی برای مشخص کردن وزن معیارهای مختلف، فرموله و حل گردید بد از شناسایی ریسک‌های خط لوله نتایج این‌گونه حاصل شد که ضریب شاخص "ریسک سازمانی" ۰/۱۵۱ و شاخص "ریسک فنی" ۰/۱۵۵، شاخص "ریسک مدیریت" ۰/۱۴، شاخص "ریسک‌های تحریم" ۰/۱۶۲، شاخص "ریسک مالی" ۱/۱۲، شاخص "ریسک محیطی" ۰/۱۴۳ و شاخص "مشکلات تأمین نقدینگی" ۰/۱۳۵ می‌باشد. از طرفی نرخ ناسازگاری برای شاخص‌ها کمتر از ۰/۱ و برابر با مقدار ۰/۰۹۱ می‌باشد. بر این اساس ریسک تحریم دارای بیشترین مقدار و ریسک مالی دارای کمترین مقدار ریسک می‌باشند. ریسک تحریم به دلیل شرایط خاص دولت و عدم توانایی در تأمین برخی لوازم و قطعات است که در صنعت انتقال انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است.

کلیدواژه: ریسک، خط لوله گاز، FBWM

مقدمه

کشورها برای دستیابی به برتری اقتصادی، لازم است به منابع انرژی دسترسی و تسلط داشته باشند. چرا که از طرفی به دلیل نبود چشم اندازی روشن جهت انرژی‌های جایگزین نفت و گاز و از طرفی ارزانی این مواد سوختنی و گرانی دیگر منابع انرژی و همچنین روند رو به رشد تقاضای جهانی انرژی، روز به روز بر اهمیت استراتژیک این منابع در آینده می‌افزاید. انتقال این منابع هیدروکربنی با ارزش استراتژیک، احتیاج به مسیریابی دارد که به لحاظ متغیرهای تأثیرگذار نظیر امنیت سرزمین، هزینه انتقال، مسافت خطوط انتقال و وجود زیرساخت‌های لازم جهت انتقال انرژی و ... این امکان را فراهم نماید تا با کمترین مشکل نقش ترانزیتی را عهده گیرد (طباطبائی، ۱۳۸۳). علی‌رغم این که احداث خطوط انتقال گاز غالباً بهترین گزینه انتقال این مواد همراه با توجیه فنی و اقتصادی است، لیکن با توجه به خطرپذیری بالا می‌توان اثرات قابل ملاحظه‌ای بر محیط تحت تأثیر خود بر جای گذارد (رضایان و همکاران، ۱۳۹۳). نفت و گاز منبع اصلی سوخت مصرفی در جهان می‌باشد. انتقال مواد نفتی، گاز و پتروشیمی از طریق حمل و نقل زمینی، دریایی و هوایی نشان داده است که این روش‌های انتقال، علاوه بر موانع و مشکلات خاص خود و وجود خطرات مالی و جانی بسیار، از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه نبوده و انتقال از طریق خطوط لوله راه حل مناسبی برای رفع این مشکل می‌باشد به همین دلیل استفاده از این روش انتقال در دهه‌های اخیر رشد قابل توجهی را نشان می‌دهد. خطوط لوله به عنوان یکی از وجه‌های موثر کاربردی و اقتصادی برای انتقال مواد خطرناک و قابل اشتعال از قبیل گازهای طبیعی، نفت خام و مشتقات آن که از طریق خط انتقال راه یا راه آهن قابل انتقال نمی‌باشند، به نظر می‌رسد. در اکثر کشورها سیستم خطوط لوله در حال بسط دادن و افزایش مصرف گاز و نفت می‌باشند و به طور ثابت نیازمند به این مواد و تسهیلات بهره‌برداری ایمن می‌باشند. همچنین تقاضای مواد احتراق‌پذیر منفجر شونده و پخش شونده‌گی به صورت طبیعی می‌باشد. در خطوط لوله انتقال به علت امکان انفجار یا آتش‌را، پخش گاز یا نفت طبیعی به وسیله شکست یا نشت آن تحت عنوان یک موضع خطر به وجود می‌آورد. انتقال گاز از محل تولید به موقعیت مصرف‌کنندگان به شبکه توزیع گسترده‌ای نیاز دارد. رشد و توسعه مناطق مسکونی و صنعتی سبب افزایش مصرف گاز و متراکم شدن شبکه خطوط لوله گاز شده است؛ بنابراین خطر و ریسک‌های ناشی از خرابی خط لوله و نشت گاز رو به افزایش است (Ma et al., 2013). امروزه استفاده از خطوط لوله انتقال به منظور انتقال حجم‌های بالای گاز در مسافت‌های طولانی به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. شاهد این ادعا نیز میلیون‌ها کیلومتر خط لوله ای است که در سراسر جهان موجود بوده و کماکان در حال گسترش است (هوپکینس و همکاران، ۱۹۹۹). پذیرش این گسترش بدون در نظر گرفتن تمهیدهای لازم به منظور تأمین حریم مناسب در مناطق اطراف این خط لوله قابل قبول نیست. گاز طبیعی یکی از پرکاربردترین منابع انرژی بوده و کاربرد آن سریعاً در حال رشد است. خطوط انتقال که گاز طبیعی را حمل می‌کنند در معرض خطر هستند و سرتاسر زمین را در بر می‌گیرند. در سال‌های اخیر، یکی از منابع رو به رشد مشکلات امنیت، خطوط انتقال گاز است. به علت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گاز طبیعی و نیز عوارض خطوط لوله، سوانح خطوط لوله ی انتقال گاز از سوانح صنعتی دیگر کاملاً متفاوت هستند. انتقال گاز از محل تولید به موقعیت مصرف‌کنندگان به شبکه توزیع گسترده‌ای نیاز دارد. رشد و توسعه مناطق مسکونی و صنعتی سبب افزایش گاز و متراکم شدن شبکه خطوط لوله گاز شده است؛ بنابراین خطر و ریسک‌های ناشی از خط لوله و نشت گاز را افزایش می‌دهد (shuang li, 2019). همه فرآیندها و تصمیمات در محیط کسب و کار در معرض عدم اطمینان قرار دارند. تخمین‌های غلط و قضاوت‌های اشتباه ناشی از عدم اطمینان است. باید عدم اطمینان را همواره کنترل و مدیریت کنیم زیرا اگر دیر آشکار شود، تأثیرات بسیار جدی خواهد داشت. به دلیل افزایش توجه به عدم اطمینان، اهمیت در نظر گرفتن ریسک افزایش یافته است (Abdel-Basset et al, 2019). مدیریت ریسکی از برجسته‌ترین چالش‌های موجود در حوزه مدیریت به شمار می‌رود. یکی از مهمترین دلایل این امر برون‌سپاری^۱ های گسترده، جهانی شدن^۲ بازارها، افزایش وابستگی

¹ -Outsourcing

² - Globalization

به تأمین کنندگان به منظور افزایش مزیت رقابتی^۳ و ظهور فن آوری های اطلاعاتی^۴ است که کنترل و هماهنگی زنجیره های تأمین را میسر می سازد (Rao and Goldsby, 2009). فرآیند مدیریت ریسک با تصمیم‌گیری در مبهم بودن مسئله و همچنین احتمال وقوع رویداد در آینده تأثیر بسزایی دارد. روش‌های ارزیابی ریسک معمولاً مبتنی بر دانش و تجربیات متخصصان است (Oz et al, 2018). تصمیم‌گیرندگان معمولاً هنگام خطر با چالش‌هایی روبه‌رو هستند که با ارائه یک امتیاز دقیق با استفاده از روش‌های سنتی احتمالات را ارزیابی می‌کنند. به همین دلیل روش‌های یکپارچه در محیط‌های فازی ایجاد شده است (Gul, 2018). در حالی عواملی که به آن‌ها اشاره شد منجر به افزایش گزینه‌های استراتژیک پیش روی سازمان می‌شوند، اما از طرفی نیز منجر به افزایش احتمال وقوع رویداد‌های غیرمنتظره‌ای در این زنجیره می‌شود که ممکن است زیان‌های قابل توجهی را برای سازمان به همراه داشته باشد (mete, 2019). همچنین با توجه به تحقیقات هیندریکس و سینگال (۲۰۰۵)، این رویدادها می‌توانند اثرات منفی در قیمت سهام و در نتیجه زیان شرکت را به همراه داشته باشند. مدیریت ریسک یک رویکرد مدیریت استراتژیک است که توانایی اثرگذاری بر عملکرد عملیاتی، مالی و بازار شرکت‌ها را داراست. هدف نهایی مدیریت ریسک، تنظیم فرآیندها و تصمیمات سازمانی به شکلی بهینه همراه با کاهش حداکثری ریسک می‌باشد (Wagner., Bode, 2008).

هدف از این مقاله بررسی ریسک خطوط لوله انتقال انرژی با استفاده از مدل بهترین و بدترین معیار تصمیم‌گیری در محیط فازی است. امروزه ۶۰٪ از منابع انرژی در دنیا را نفت و گاز تشکیل می‌دهد. حمل و نقل نفت و گاز و محصولات آن به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که از این میان بیشترین سهم انتقال، بر عهده لوله‌های انتقال می‌باشد. با توجه به گستردگی خطوط در مناطق مختلف تاسیساتی و یا حتی مسکونی و همچنین پتانسیل بالای آسیب‌پذیری، ایمنی خطوط لوله و رعایل اصول مدیریت ریسک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از روش‌های ارزیابی ریسک خطوط لوله روش بهترین بدترین است. در این روش تمام معیارها در نقایسه با بهترین و بدترین معیارها مقایسه می‌شود. سپس وزن سایر معیارها را بر اساس مدل برنامه ریزی خطی محاسبه می‌کنیم. با توجه به روش BWM، ترجیحات تصمیم‌گیری به اهمیت دقیق وزن حساس هستند. در این پروژه، روش پیشنهادی BWM را برای رفتار بد تصمیمات تهیه می‌کنیم. در حقیقت با استفاده از روش FBWM، ترجیحات صریح در BWM، به عنوان اعداد فازی مثلثی، برای افشای ابهامات در تصمیم‌گیری‌ها در دنیای واقعی استفاده می‌کنیم.

مبانی نظری:

مفهوم ریسک

ریسک‌ها، رویدادها یا وضعیت‌های ممکن الوقوع نامعلومی هستند که در صورت وقوع به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف موثر می‌باشند. هر یک از این رویدادها یا وضعیت‌ها دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. پیامدهای این رویدادها مستقیماً در زمان، هزینه و کیفیت موثر می‌باشند؛ بنابراین شناسایی ریسک و تعیین میزان پیامدهای مثبت و منفی آن بر اهداف از اهمیت خاصی برخوردار است (خاکسار و همکاران، ۱۳۸۷). معنای لغوی و معنای فقهی کلمه مخاطره (ریسک)؛ بی‌پروایی، عدم اطمینان، تردید بین وجود و عدم، تقابل و تعادل است.

تمایز بین ریسک و عدم قطعیت

کاپلن^۵ و همکاران (۱۹۸۱) تمایز بین ریسک و عدم قطعیت را با یک مثال این‌گونه بیان می‌کنند که فرض کنید یکی از بستگان ثروتمند شما فوت کرده است و شما تنها وارث او هستید و حسابرسان در حال استخراج دارایی‌های وی می‌باشند. تا زمانی که این

³ - Competitive Advantage

⁴ - Information Technology

⁵ -kaplan

عملیات صورت می پذیرد، شما مطمئن نیستید که چه مقدار از کسر مالیات املاک به دست خواهد آورد. در این حالت گفته می شود که شما در حالت عدم قطعیت هستید. مفهوم ریسک هر دو حالت عدم قطعیت و بعضی از انواع خسارات یا آسیب هایی که ممکن است دریافت شود را شامل می شود. آن ها این تمایز را به صورت معادله زیر بیان کرده اند:

$$\text{صدمه} + \text{عدم قطعیت} = \text{ریسک}$$

انواع ریسک

بارنس^۶ (۲۰۰۱)، مجموعه ریسک های سازمان را به ۵ گروه اصلی زیر تقسیم بندی کرده است:

ریسک استراتژیک: ریسک ناشی از شکست یا موفقیت برنامه ها (مثل استراتژی بازاریابی، تغییر در رفتار مشتریان و یا تغییرات مشتریان).

ریسک مالی: ریسک ناشی از شکست یا موفقیت در کنترل مالی.

ریسک عملیاتی: ریسک ناشی از خطای انسانی؛ از قبیل اشتباهات طراحی، رفتارهای پر خطر، ریسک رفتار کارکنان.

ریسک تجاری: احتمال اینکه یک شرکت سودهای کمتر از پیش بینی داشته باشد یا زیان را تجربه کند، ریسک تجاری گفته می شود. ریسک تجاری تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد که شامل حجم فروش، قیمت به ازای هر واحد، هزینه های ورودی، رقابت، شرایط کلی اقتصاد و قوانین دولتی می شود.

ریسک تکنیکی: ریسک ناشی از آسیب دیدگی های فیزیکی؛ از قبیل از کار افتادگی تجهیزات، شکست زیرساخت ها، آتش سوزی، انفجارات، آلودگی و غیره (بارنس، ۲۰۰۱).

هیلز^۷ (۲۰۱۱)، مجموعه ریسک های زیر را برای تمامی سازمان ها مشترک می داند:

- خطرات طبیعی: مانند زلزله، آتش، طوفان و غیره.
 - خطرات ساخت انسان: مانند جنگ، تروریسم.
 - ریسک مالی: مانند ریسک اعتباری، ریسک نقدینگی، ریسک ورشکستگی، تغییر ناسازگار در نرخ ارز، نرخ های بهره، قیمت ها، هزینه ها و غیره.
 - ریسک عملیاتی: مانند توقف تولید، موضوعات زنجیره ارزش، موضوعات توزیع، مسائل کیفیت تولید، ایمنی و امنیت فیزیکی و غیره.
 - ریسک استراتژیک: مانند نوسانات تقاضا، پیشرفت های تکنولوژیکی، چرخه های اقتصادی، قانونگذاری ناسازگار (مضر) و غیره.
 - ریسک اطلاعات: مانند اطلاعات ناصحیح، دسترسی به اطلاعات محرمانه توسط اشخاص مجاز، جرم های سایبری، حمله های عناد ورزانه.
 - ریسک قبول: مانند جرایم و غرامت ناشی از عدم پذیرش، دادخواست قانونی، زیان های شهرت و اعتبار، از دست دادن حق امتیازها.
- برخی گروه های ریسک برای یک سازمان مهمتر خواهند بود. برای مثال ریسک های نقدینگی و اعتباری برای بانک ها از گروه های ریسک بسیار مهمی هستند، در حالی که ریسک آتش سوزی، ریسک مهمی برای پالایشگاهی ها می باشد (هیلز، ۲۰۱۱).
- دلواچ^۸ (۲۰۰۰)، ریسک در تجارت را به ۳ دسته تقسیم کرده است:

⁶ Barnes

⁷ Hiles

⁸ Deloach

۱. ریسک محیطی یا ناشی از خارج از محیط تجارت: وقتی رخ می‌دهد که نیروهای بیرونی ای وجود دارند که می‌توانند بر عملکرد یک شرکت یا بر انتخاب‌های متفاوت موجود برای شرکت اثر بگذارند یا حتی آن فرصت‌ها را از بین ببرند. مثل رقبا، نیاز مشتریان، نوآوری‌های تکنولوژیکی، قوانین، سیاست، بازارهای مالی، بلایای طبیعی و...
۲. ریسک فرایندی یا ناشی از درون محیط تجاری: وقتی رخ می‌دهد که فرایندهای تجاری به اهدافی که برای آن‌ها طراحی شده اند دست نیابند. این نوع ریسک وابسته به عملیات، توانمند سازی، فرایند اطلاعات و برخی موضوعات مالی وابسته با قیمت، نقدپذیری و اعتبار هستند.
۳. ریسک اطلاعات یا ناشی از تصمیم: وقتی رخ می‌دهد که اطلاعات به کار رفته برای پشتیبانی از تصمیمات تجاری ناقص، قدیمی، نادقیق و یا به طور کلی غیر مرتبط با فرایند تصمیم‌گیری باشد. این نوع ریسک وابسته به موضوعات فرایندی و عملیاتی مثل قیمت گذاری، قرارداد بستن، اندازه‌گیری‌ها، گزارش‌های مالی و موضوعات محیطی و استراتژیکی است. او اشاره می‌کند که چون ریسک مفهومی پویا است و طبقه‌بندی‌های ریسک نیز به هم وابسته هستند، لذا برخی رویدادهای ریسک می‌توانند منبعی برای رویدادهای ریسک آتی باشند (دلوناچ، ۲۰۰۰).

مدیریت ریسک

مدیریت ریسک یک فرایند سیستماتیک جهت برنامه‌ریزی، شناسایی، ساختاردهی، تجزیه و تحلیل، واکنش به ریسک‌ها و کنترل و مدیریت آن‌ها می‌باشد. برای اجرای مدیریت ریسک اثر بخش و کارآمد باید مجموعه‌ای از فرایندهای ساختار یافته و رسمی وجود داشته باشد (بوگانوا و سیمیسکو^۹، ۲۰۱۹). در سال‌های اخیر ساختارهای متعددی از سوی مؤسسات و کتب مختلف برای اجرای فرایند مدیریت ریسک ارائه گردیده است که در این جا به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد.

مراحل فرایند مدیریت ریسک (AIRMIC,ALARM,IRM)

- ۱) ارزیابی ریسک
در این مرحله به فرآیند کلی تجزیه و تحلیل ریسک و سنجش آن پرداخته می‌شود. در ادامه این فصل به تشریح شیوه‌های گوناگون ارزیابی ریسک پرداخته می‌شود.
- ۲) تحلیل ریسک
✓ تشخیص (شناسایی) ریسک
شناسایی ریسک باید جامع باشد تا دربرگیرنده تمامی حوزه‌هایی شود که یک شرکت و طی مدت زمان‌های مختلف در آن‌ها فعالیت می‌کند؛ لذا خوب است طیف وسیعی از افراد شامل مدیران و متخصصان امر را در این فرآیند مشارکت داد. حاصل این مرحله، داشتن لیستی از حوادث به همراه توضیحاتی است در رابطه با اینکه چرا و چگونه این حوادث بر برنامه‌ریزی‌های شرکت‌ها تاثیر می‌گذارند (سنتوری^{۱۰}، ۲۰۰۹).
- شناسایی ریسک‌ها، فرآیند تعیین ریسک‌های اثرگذار بر فعالیت‌ها و مستندسازی مشخصات آن‌ها است. مشارکت‌کنندگان در فعالیت‌های شناسایی ریسک، می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- مدیر پروژه
- اعضای تیم مدیریت پروژه
- اعضای تیم مدیریت ریسک (در صورت تخصیص یافتن)

⁹ Baganová & Šimíčková

¹⁰ Santori

- مشتریان
- کارشناسان متخصص خارج از تیم پروژه
- کابرن نهایی
- مدیران پروژه دیگر
- ذی نفعان و کارشناسان مدیریت ریسک (توئرک^{۱۱}، ۲۰۱۰).

اگرچه این افراد، معمولا مشارکت کنندگان کلیدی در شناسایی ریسک می‌باشند، اما تمامی افراد تیم باید به شناسایی ریسک ها تشویق شوند.

✓ توصیف ریسک

هدف نمایش ریسک های شناسایی شده در یک قالب ساختارمند مانند انواع جداول استفاده نمود. جدول توصیف ریسک می تواند جهت تسهیل در توصیف و ارزیابی ریسک ها و نیز اولویت بندی ریسک های کلیدی که نیاز به تجزیه و تحلیل دارند امکان پذیر می شود (نجفی و کریمی پور، ۱۳۸۸).

هدف از تشریح ریسک، نمایش ریسک‌های شناسایی شده در یک فرمت ساخت یافته، مثلا با استفاده از جدول است. برای حصول اطمینان از انجام یک فرایند جامع شناسایی، تشریح و اندازه گیری ریسک لازم و ضروری است. با لحاظ نمودن عواقب و احتمال هریک از ریسک‌های موجود در جدول بتوان ریسک‌های کلیدی را که نیاز به تجزیه و تحلیل با جزئیات بیشتری دارند را اولویت‌بندی کرد. این جدول عموما مواردی مانند نام ریسک، دامنه ریسک، طبیعت (نوع) ریسک، ذی نفعان، کمی کردن ریسک، تفرانس ریسک، رفتار با ریسک و مکانیزم های کنترلی، اقدام بالقوه برای بهبود، شناسایی مسئولین توسط استراتژی و خط مشی را توضیح می‌دهد (قاسمی، ۱۳۹۲).

✓ برآورد ریسک

در این مرحله می توان برحسب احتمال رویداد و پیامد ممکن، کیفی، نیمه کیفی یا کمی به تخمین ریسک پرداخت. برای مثال، پیامدها هم برحسب تهدیدها (ریسک‌های منفی) و فرصت ها (ریسک‌های مثبت) ممکن است بالا، متوسط و پایین باشند. لذا سازمان ها، معیارهای متفاوتی از پیامد و احتمال را جهت ارضای نیازهایشان تعریف می کنند (قاسمی، ۱۳۹۲).

۳ ارزشیابی ریسک

ریسک هایی را که در اولین مرحله سنجیده شده است را اندازه گیری و در مراحل بعدی تخمین های ریسک های قبلی را در جایی که منجر به اثربخشی و کارایی می شود را اصلاح می نماییم.

۴ گزارش ریسک، تهدیدها و فرصت ها

گزارش داخلی: سطوح مختلف یک سازمان به اطلاعاتی متفاوت از فرآیندهای مدیریت ریسک نیاز دارد.

گزارش خارجی: الزامی است شرکت به صورت مستمر به ذینفعان خود، درباره اجرای خط مشی های مدیریت ریسک و کارایی دستیابی به اهدافش گزارش دهد. در این مرحله، کلیه موارد به تهدیدات و فرصت ها پرداخته می‌شود (نجفی و کریمی پور، ۱۳۸۸).

۵ تصمیم‌گیری

در این گام، هدف، پیاده سازی تصمیمات می‌باشد.

۶ برخورد با ریسک

در این مرحله فرآیند انتخاب و اجرای معیارهایی که به منظور تغییردادن ریسک است (مانند کنترل ریسک، کاهش ریسک، اجتناب از ریسک، انتقال ریسک، هزینه یابی ریسک، و...) مورد استفاده قرار می گیرد.

۷ گزارش ریسک باقیمانده

¹¹ Tworek

۸) نمایش

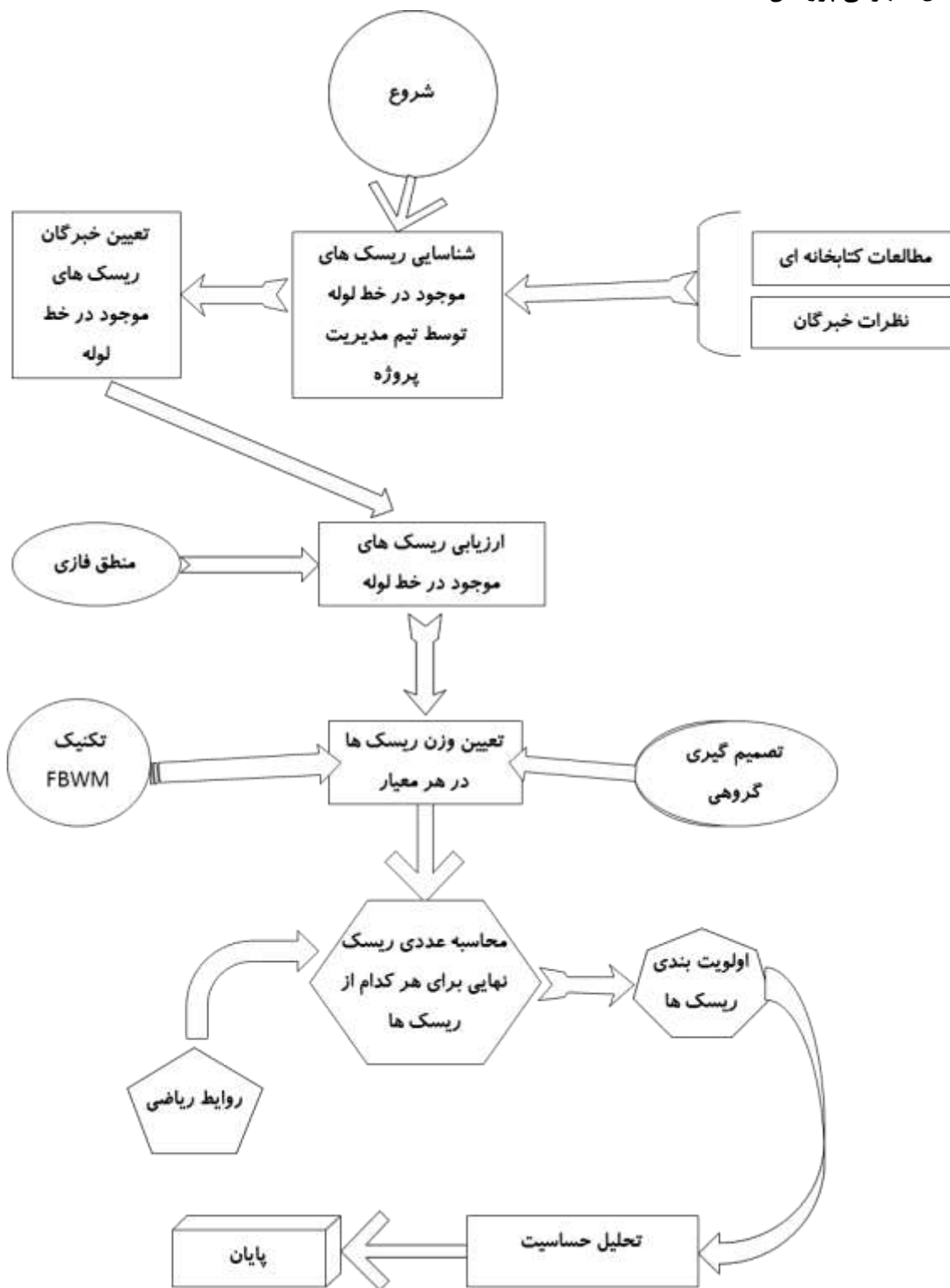
مدیریت اثربخش ریسک نیازمند ساختار گزارش دهی و بازنگری است تا بدین طریق تضمین نماید که ریسک ها بطور اثربخشی شناسایی شده و ارزیابی می شوند و پاسخ ها و کنترل ها بهنگام است. در این مرحله خط مشی ها و پیروی از استانداردها باید مرتباً ممیزی شده و عملکرد استانداردها می بایست به منظور شناسایی فرصت های بهبود، بازنگری گردند (نجفی و کریمی پور، ۱۳۸۸).

مدیریت ریسک ها و مدل های مدیریت ریسک

مدیریت ریسک یک روش فعال و پویا است که به اگرها پاسخ میدهد. به عبارتی دیگر مدیریت پروژه اگرهای مختلف هر بخش کاری را مطرح کرده. تاثیرات انجام رخداد، اگرها را بررسی کرده و در نهایت پاسخی منطقی در قبال اگرها اتخاذ می نماید تا بدین وسیله بر اهداف پروژه تاثیرات مثبت بگذارد. تاکنون ۱۳ مدل بین سال های ۱۹۹۱ الی ۲۰۰۸ جهت مدیریت ریسک ارائه شده است که عبارت اند از:

- ۱- مدل SHAMPU: این مدل توسط وارد و چپ من در سال ۱۹۹۷ ارائه شده و به مدل SHAMPU معروف است در این مدل هر یک از فازهای مدیریت ریسک که با جزئیات تشریح می گردد و شامل ۱۱ فاز می باشد.
- ۲- مدل ALARM: این مدل توسط سه موسسه انگلیسی در سال ۲۰۰۲ که به پژوهش در مورد مدیریت ریسک می پردازند ارائه شد. این مدل شامل ۶ فاز می باشد که عبارتند از: ارزیابی، تجزیه و تحلیل، نمای ریسک، بازنگری و پایش فرآیند مدیریت ریسک که هر یک از فازها در مدل به زیرشاخه هایی تقسیم شده است.
- ۳- مدل PRMA: این مدل در سال ۲۰۰۴ به رسمیت شناخته شده است. رویکرد این مدل جهت ریسک پروژه فرآیندگرا می باشد و دارای ۵ فاز اصلی که عبارتند از توسعه مفهوم ریسک، شناسایی ریسک، تجزیه و تحلیل ریسک، سنجش ریسک و پاسخ به ریسک و دو فرآیند حمایتی پایش و بازنگری و ارتباط مشاور می باشد.
- ۴- مدل PRAM: این مدل در سال ۱۹۹۷ ارائه شده است و دارای ۶ گام می باشد که عبارتند از: تعریف پروژه، تمرکز بر PRAM، شناسایی، ارزیابی، برنامه ریزی و مدیریت.
- ۵- مدل G.Smith: این مدل در سال ۲۰۰۲ توسط اسمیت تعریف و ارائه شده است. گام های این مدل عبارتند از: شناسایی ریسک، تجزیه و تحلیل، اولویت بندی و مسیریابی پاسخ و کنترل و پایش ریسک می باشد.
- ۶- مدل Leach: این مدل توسط لیچ در سال ۲۰۰۰ ارائه شده است. این مدل از هشت گام تشکیل شده است که عبارتند از: شناسایی رویدادهای بالقوه ریسک، تخمین احتمال ریسک، تخمین اثر ریسک، شناسایی محرک های بالقوه ریسک، جلوگیری از رویداد ریسک، برنامه ریزی برای کاهش ریسک، بیمه پروژه در مقابل ریسک، پایش محرک های ریسک (احسانی، ۱۳۹۰).

مدل مفهومی پژوهش



پیشینه تحقیق

با توجه به تلاش های صورت گرفته در زمینه ارزیابی ریسک در کشور تحقیقات و اقدامات زیادی در حوزه ریسک پروژه های خط لوله گاز و نفت صورت گرفته است و با نظر به اهمیت موضوع در سال های اخیر تحقیقاتی در این موضوعات صورت گرفته اند که در زیر به آن ها پرداخته می شود.

قندهاری و همکاران ۱۳۹۸ مقاله ای با عنوان شناسایی و ارزیابی کمی ریسک خطوط لوله گاز شهری و تعیین مناطق حساس با ارائه مدلی تلفیقی را ارائه دادند. در این پروژه نرم افزار شبیه ساز حوادث مرتبط با نشت مواد سمی جهت بدست آوردن پیامدهای انسانی استفاده شده است. سپس با استفاده از مفاهیم نظریه مطلوبیت، توابع مطلوبیت پیامدها استخراج شده و به وسیله آن ها و احتمالات محاسبه شده، ریسک بخش ها در رابطه با هر سناریو با واحد یکسان به دست می آید و بخش های مختلف منطقه مورد نظر را لحاظ ریسک رتبه بندی می شوند. مراحل مدل ارائه شده برای شبکه توزیع گاز شهر اصفهان، با تقسیم آن به ۲۱ بخش، تشریح و بر اساس آن، ریسک بخش ها به صورت عددی محاسبه و از لحاظ ریسک رتبه بندی شده است.

شجاعی و نوایی ۱۳۹۸، مقاله ای با عنوان ارزیابی ریسک بهداشت حرفه ای و محیطی در حمل و نقل فرآورده های نفتی به وسیله روش تلفیقی William Fine-Dematel-ANP در محیط فازی را ارائه دادند. در این مقاله به شناسایی پارامترهایی که در ریسک خطرات بهداشت حرفه ای و محیط حمل مواد نفتی موثر است پرداخته شده و سپس با استفاده از مدل های تصمیم گیری Dematel-Anp نسبت به برنامه ریزی و ارزش گذاری پارامترها در محیط فازی اقدام نموده اند تا بتوانند تاثیر قضاوت ارزیاب ها را به حداقل برسانند. در این مقاله وزن پارامترهای موثر بر میزان ریسک توسط مدل ANP تعیین و بر اساس روش WILLIAMFINE میزان ریسک تعیین شده است.

جعفری نژاد و همکاران ۱۳۹۶ پروژه ای با عنوان مدیریت ریسک خطوط لوله گاز ترش مبتنی بر تحلیل هزینه-منفعت (مطالعه موردی: منطقه پارس جنوبی) را بررسی کردند. در این پروژه به این نتیجه رسیدند که با توجه به تعیین میزان ریسک در محدوده بین 10^{-5} تا 10^{-6} بر سال، فاکتور عدم تناسب در محدوده ۲-۵ انتخاب گردید و با تخمین معیار ICAF ایران برابر ۳/۵ میلیارد تومن، در نهایت اقدام سیستم نشتیابی با توجه به نسبت هزینه به منفعت برابر ۰/۰۵، از نظر اقتصادی و میزان اثربخشی در کاهش ریسک به عنوان اولین گزینه در اولویت اجرایی قرار گرفت.

حیرانی و بقایی ۱۳۹۵ مقاله ای با عنوان ارزیابی ریسک خطوط لوله انتقال نفت و گاز بر مبنای روش Bow-tie فازی را ارائه دادند. یافته های تحقیق نشان داد که عوامل آسیب شخص ثالث، نقص اولیه در مواد و ساخت خط لوله با احتمال شکست ۰/۰۴۸۴ دارای بالاترین درصد اهمیت در تخریب لوله های انتقال گاز و نفت می باشد. افزون بر این، اثرات سمی و آسیب محیط زیست با احتمال رخداد ۰/۰۳۲۷، از بارزترین پیامدهای ناشی از نشت نفت و گاز از خطوط لوله های انتقال بر اساس روش درخت پیامد هستند.

رضایی نوده و همکاران ۱۳۹۵ مقاله ای با عنوان برآورد کمی ریسک خطوط انتقال گاز با استفاده از تحلیل های مکانی در محیط GIS را ارائه دادند. هدف اساسی این تحقیق عرضه چارچوبی مناسب برای برآورد کمی ریسک خط لوله گاز است. در بیشتر مطالعات در زمینه ریسک خطوط انتقال گاز، محاسبات فقط برای یک خط لوله انجام شده است. نوآوری این تحقیق ارتقای برآورد کمی ریسک در نقاط مجاور خط لوله، با به کارگیری تحلیل های مکانی در محیط GIS و بررسی آثار تجمعی چندین خط بر ریسک در یک نقطه معین است. نتایج نهایی در قالب نقشه ریسک برای خط لوله و محیط اطراف آن تهیه شده است. بر طبق نقشه تولید شده، محدوده ای از منطقه ریسک بالاتر از $1E-05$ دارد که دلیل آن قرار گرفتن در راستای میانگین جهت وزش باد در منطقه و اثر تجمعی چندین قسمت از خط لوله است. با استفاده از نقشه های تولید شده می توان در جهت به حداقل رساندن سطح ریسک و مدیریت ایمنی خطوط لوله موجود اقدام کرد و بدین ترتیب پیاده سازی روش کمی برآورد ریسک در GIS، توانایی تشخیص و بصری سازی فواصل خطرناک، محدوده آسیب پذیری و مناطق پرخطر بر اثر پیامدهای گوناگون نشت گاز را فراهم آورد.

بهرامی و همکارانش ۱۳۹۴، در مطالعه‌ای تحت عنوان اصل ALARP و ارائه یک مدل مفهومی برای مدیریت ریسک، ابتدا به بررسی اصل ALARP پرداخته و سپس روشی سلسله مراتبی برای تعیین حدود بالا و پایین این اصل مدیریتی و همچنین یک مدل مفهومی برای مدیریت ریسک بهینه ارائه نموده اند. در نمودار پیشنهاد شده در این مطالعه، با ترکیب تعدادی پارامترهای تأثیرگذار در مدیریت امکان دستیابی به حد پذیرش ریسک فراهم، ریسک با شاخص های سه گانه شدت، احتمال و کشف می گردد. مدل مفهومی مدیریت ریسک پیشنهاد شده همچنین در قالب یک فرآیند مرحله به مرحله، عملی بودن اقدام های کاهش ریسک را با استفاده از روش سطح سرمایه گذاری بهینه، نمایش می دهد. این مفاهیم و ابزارها به طور کلی می توانند به عنوان راهنمایی برای تصمیم گیری بهتر مدیران در فرآیند مدیریت ریسک مورد استفاده قرار بگیرند.

حبیب پور و همکارانش ۱۳۹۱، در مطالعه ای تحت عنوان ارزیابی کمی ریسک در یک خط لوله انتقال نفت خام با بکارگیری نرم افزار PHAST RISK به بررسی سطح ریسک ناشی از پارگی خط لوله نفت خام پرداخته اند. در این مطالعه خط لوله نفت خام از میان یک منطقه روستایی عبور میکند که شعاع ناحیه با ریسک فردی بالا ۴۰۰ متر و منحنی ریسک جمعی در ناحیه ریسک بالا قرار گرفته است.

بقایی ۱۳۸۴، در مطالعه‌ای تحت عنوان مفهوم معیار ریسک و ریسک غیرقابل قبول، در ابتدا مفاهیم مورد استفاده در معیارهای ریسک را معرفی کرده و سپس روابط بین این مفاهیم و در نهایت استانداردهای معین کننده ریسک قابل قبول را ارائه داده است. در نهایت این نتیجه گیری حاصل گردیده است که وضعیت استانداردها در هر کشور باید با شرایط خاص آن کشور و ارزش اقتصادی جان انسانها در آن کشور انجام شود، زیرا قوانین سختگیرانه باعث رکود اقتصادی و جلوگیری از توسعه صنعت می شود. میراج و همکارانش ۱۳۸۸، در مطالعه ای با ارائه یک مدل کاربردی جهت ارزیابی ریسک خطوط لوله نفت و گاز به شناسایی و ارزیابی مخاطره های خطوط لوله و ارائه راهکارهای اصلاحی پیشگیری از وقوع حوادث پرداخته اند.

بولحسینی و همکاران ۱۳۹۶ مقاله ای با عنوان ارزیابی ریسک و رتبه بندی تجهیزات با تلفیق رویکرد های AHP فازی و FMEA مطالعه موردی: مجموعه صنایع آذرباک را ارائه دادند. با بررسی صنایع آذرباک که یکی از طرح های زیربنایی و مهم کشور می باشد به عنوان مطالعه موردی، کارایی و موثر بودن روش ارائه شده، تایید شده است، طبق نتایج بدست آمده رتبه بندی شاخص ها در روش FAHP از لحاظ اولویت و دقت با دیدگاه خبرگان و تیم تصمیم گیری انطباق بسیار بالایی دارد، که نتایج حاصل از شاخص MSE نیز گویای مطلب است.

یوسفی و اسماعیل دوست در پروژه‌ای با عنوان بررسی و ارزیابی ترمینال فله بندر امام خمینی با استفاده از روش تاپسیس فازی در سال ۱۳۹۴، سی ریسک را از طریق بررسی پایگاه های داده ی حوادث به وقوع پیوسته در بندر و همچنین برگزاری جلسه گروه اسمی شناسایی شد. نتایج نشان دهنده این موضوع می باشد که نیمی از ریسک های این بندر بر اثر شرایط نا امنی و نیمی دیگر بر اثر اعمال نا ایمن به وقوع می پیوندد.

عبدالباسط و همکاران ۲۰۱۹، مقاله ای با عنوان چارچوبی برای ارزیابی ریسک، مدیریت و سنجش: ابزار اقتصادی برای اندازه گیری ریسک در زنجیره تأمین ارائه دادند. در این پژوهش تجزیه و تحلیل، کاهش و کنترل ریسک، توصیه هایی را برای تصمیم گیری مناسب ارائه می دهد. به منظور ارزیابی ریسک ها در زنجیره تأمین، یک روش یکپارچه با فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی نوتروسیفیک (N-AHP) و تکنیک نوتروسیفیک ارائه شده است. هدف آن تطبیق شباهت به راه حل ایده آل (N-TOPSIS) با ترجیح سفارش است. مقادیر نوتروسیفیک در تحقیقات آن ها می توانند به طور موثر و کارآمد با اطلاعات مبهم، غیرقطعی و ناقص که تأثیر قابل توجهی در مدیریت ریسک دارند، مقابله کنند. برای نشان دادن روش پیشنهادی، یک مطالعه موردی واقعی ارائه شده است.

ینگ و همکاران ۲۰۱۹ در مقاله ای با عنوان مدیریت ریسک کیفیت در زنجیره تأمین به منظور هدایت عملکرد شرکت: نقش مکانیسم های کنترل به این نتیجه رسیدند که هم توسعه عرضه کننده و هم فراخوان محصول فعال به میزان قابل توجهی در عملکرد مالی و عملکرد کیفی نقش دارند. علاوه بر این، هم کنترل رسمی و هم کنترل اجتماعی پیشینه های مهم دو روش مدیریت ریسک است. مهمتر از همه، نقش تعدیل کننده سازوکارهای کنترل در رابطه بین شیوه های مدیریت ریسک و عملکرد شرکت را بررسی می کند. پزشکان باید بدانند که سازوکارهای کنترل دارای اثرات تعدیل کننده متفاوتی هستند، یعنی باید مکانیسم کنترل دیگری برای تسهیل شیوه های مدیریت ریسک به منظور دستیابی به عملکرد بهتر شرکت بکار رود.

مته ۲۰۱۹ مقاله ای با عنوان ارزیابی خطرات شغلی در ساخت خط لوله با استفاده از روش تلفیقی مبتنی بر FMEA AHP-MOORA در محیط فازی فیثاغوریا را ارائه داد. در این مقاله به این نتیجه رسید که رویکرد یکپارچه برای ارزیابی خطرات شغلی در پروژه احداث خط لوله، با استفاده از مزیت مجموعه های فازی فیثاغورس نتایج معقول تری را ارائه می دهد که عدم اطمینان را به روشی مناسب تر نشان می دهد.

نوردان و همکاران ۲۰۱۸ مقاله ای با عنوان ارزیابی ریسک برای روند پاکسازی و درجه بندی یک پروژه خط لوله گاز طبیعی: یک مدل TOPSIS توسعه یافته با مجموعه های فازی فیثاغور برای اولویت بندی خطرات ارائه دادند. در این روش از روش فازی topsis استفاده شد. در این مقاله، یک مدل خطر مبتنی بر فازی برای اولویت بندی ریسک اولیه و پسماند تهیه شده است. مدل فازی برای مطالعه پاکسازی و درجه بندی یک پروژه خط لوله گاز طبیعی به یک مطالعه موردی استفاده می شود. به منظور اعتبارسنجی مدل، تجزیه و تحلیل حساسیت نیز در وزن پارامتر انجام می شود.

وکترا ۲۰۱۷، در مطالعه های تحت عنوان رویکرد ساده شده های برای تخمین ریسک فردی، با استفاده از روشیکه از رویکردهای نیمه کمی، استفاده از ماتریس ریسکی آنالیز لایه های حفاظتی توسعه یافته است برای محاسبه ریسک فردی استفاده کرده است. در این مطالعه همچنین از مثالهای فرضی واحدهای کلرین و LPG برای کاربرد این روش در محاسبه ریسک فردی و در نهایت آنالیز هزینه-منفعت استفاده شده است.

روش تحقیق

با توجه به روش ارائه شده این تحقیق، ابتدا ریسک های موجود در خطوط لوله به صورت فرآیندی نظام مند و با نظرات کارشناسان و همچنین طوفان ذهنی، شناسایی می شوند سپس معیارهای ارزیابی ریسک شناسایی می گردد. ارزیابی ریسک های مورد نظر با روش FBWM توسط خبرگان ارزیابی می شود که گروه ارزیابی با استفاده از متغیرهای کلامی و در محیط فازی به ارزیابی ریسک های مورد نظر می پردازند. پس از تعیین وزن هر کدام از ریسک های مورد نظر در حوزه هر معیار، عدد ریسک نهایی برای هر کدام از معیارها، تعیین می شود و در نهایت اولویت بندی ریسک های موجود تعیین می شود. این اولویت بندی براساس ترتیب نزولی اعداد به دست آمده برای ریسک های شناسایی شده انجام می شود که ماهیت انجام کار، بر مبنای تکنیک FMEA است. همچنین، اعتبارسنجی و تجزیه و تحلیل حساسیت مدل پیشنهادی نیز در این تحقیق، انجام خواهد شد؛ بنابراین، تحقیق توصیفی مورد نظر، از نوع کاربردی می باشد. قابل ذکر است که پس از تعیین وزن هر کدام از ریسک های مورد نظر از منظر هر کدام از معیارهای ارزیابی، در نهایت، میانگین هندسی وزن های به دست آمده، به عنوان وزن نهایی ریسک مربوطه در هر معیار منظور خواهد شد. در این پروژه روش گردآوری داده ها از طریق روش های کتابخانه ای و مصاحبه و پرسشنامه صورت می گیرد.

معرفی نرم افزار

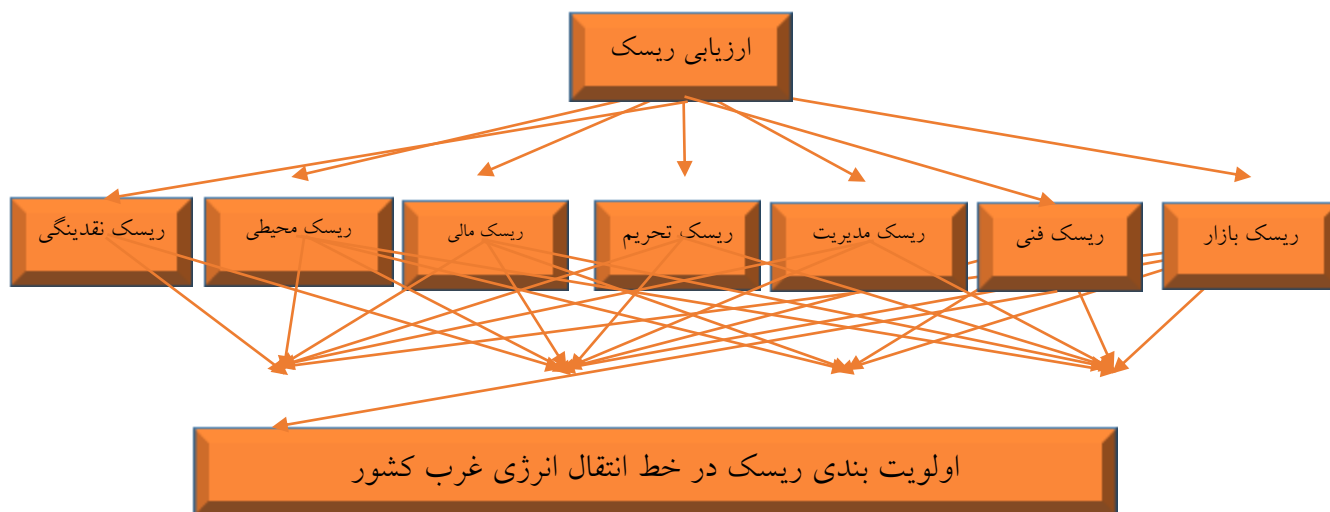
در این پژوهش پس از جمع آوری داده ها و با استفاده از مدل ریاضی تعیین شده در فصل سوم، به ارزیابی ریسک در نرم افزار گمز (GAMS) می پردازیم. این نرم افزار قابلیت بسیار بالایی در حل مدل های مختلف ریاضی دارد. مهم ترین کاربرد GAMS بهینه سازی مدل های تحقیق در عملیات است. بیشتر نرم افزارهای ساخته شده توسط شرکت های مختلف تنها یک یا چند روش حل می

توانند برای یک مدل ارائه دهند. به عنوان مثال نرم‌افزار پرکاربرد LINGO تنها از الگوریتم مخصوص به خود برای حل مدل‌های تحقیق در عملیات استفاده می‌کند. در حالی که GAMS برای انواع مدل‌ها مفید بوده و یک یا چند solver مخصوص برای حل آن دارد. ایده اصلی نرم‌افزار GAMS نیز برطرف کردن همین محدودیت بوده است. لازم به توضیح است که کد نویسی این پژوهش در نرم‌افزار GAMS ورژن ۲۴ و بروی سیستمی با قدرت پردازنده ۵ هسته ای و میزان رم ۸ گیگابایت انجام شده است. با استفاده از این نرم‌افزار، بدین صورت که با بهره‌گیری از مدل ارائه شده در بخش ۳-۷-۲ فصل سوم، به مدل‌سازی ریسک پروژه مبتنی بر روش FBWM بر اساس فعالیت‌های W، رویدادهای ریسکی R، و سناریوهای مختلف S پرداخته می‌شود. همانطور که در بخش ۳-۷-۲ نیز مشاهده شد، مدل پیشنهادی، یک مدل دو هدفه می‌باشد که هدف اول بیانگر اولین ماکسیم‌سازی میزان اثربخشی اتخاذ رویکردهای مختلف رویارویی با ریسک در سطح کلان و هدف دوم بیانگر مینیم‌سازی هزینه ناشی اتخاذ رویکردهای مختلف رویارویی با ریسک در سطح فعالیت‌های پروژه می‌باشد. بر این اساس، با توجه به این موارد، ریسک‌های در نظر گرفته شده در پروژه، بررسی شده و پس از اولویت‌بندی، اثر بخشی آن‌ها تعیین می‌گردد.

پیاده‌سازی مدل

تبیین سطوح تصمیم‌گیری

ابتدا فهرست کلی شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مدل مربوطه بیان و مرور می‌شوند. تمامی مراحل بعدی در تکمیل فرآیند ارزیابی، متناسب با سطوح تصمیم‌گیری شناسایی شده می‌باشند. فهرست شاخص‌ها جهت شناسایی و ارزیابی ریسک‌های موجود در خط لوله انتقال انرژی غرب کشور به صورت زیر می‌باشند.



تشکیل مدل تصمیم‌گیری

در این مرحله، تصمیم‌گیری مسئله بر اساس شاخص‌های شناسایی شده مدل و هدف پژوهش که ارزیابی ریسک‌های موجود در خطوط انتقال گاز می‌باشد، صورت‌بندی می‌گردد؛ بنابراین در این پژوهش فقط در زمینه روابط شاخص‌ها و میزان تاثیرگذاری آن‌ها بر روی هدف پژوهش نظرسنجی شده و سپس از مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی برای اولویت‌بندی استفاده شده است.

انجام مقایسات زوجی و تعیین وزن نسبی شاخص‌ها با استفاده از FBWM

برای انجام مقایسات زوجی بین شاخص‌ها، از هر کدام از افراد متخصص خواسته می‌شود تا بر طبق مقیاس‌های طرح شده در پرسشنامه، اهمیت و اولویت هر شاخص را بر شاخص دیگر تعیین نمایند. این مقایسه در سطح شاخص‌های اصلی و در سطح شاخص‌های هر یک از طبقه‌های اصلی در دو جدول دیگر طراحی شده است، لذا در پرسشنامه تحلیلی فازی، مقایسه زوجی بین شاخص‌ها در حوزه‌های ریسک بازار، ریسک فنی، ریسک مدیریتی، ریسک‌های تحریم، ریسک مالی، ریسک محیطی و مشکلات تأمین نقدینگی می‌باشند. به دلیل عدم رابطه بین شاخص‌ها از روش BWM فازی استفاده شده است. براساس این روش، بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد. سپس یک مسئله حداکثر حداقل برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌گردد. همچنین در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری جهت بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته شده است.

در طراحی پرسشنامه طبق روش BWM فازی، به منظور تسهیل مقایسات برای صاحب‌نظران و کارشناسان تعاریفی برای هر یک از مقادیر طبق جدول زیر در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- درجه اهمیت

شماره مورد استفاده در جدول	مقدار عددی	درجه اهمیت در مقایسه دو به دو
1	(1, 1, 1)	ترجیح برابر
2	(1, 1.5, 1.5)	ترجیح کم تا متوسط
3	(1, 2, 2)	ترجیح متوسط
4	(3, 3.5, 4)	ترجیح متوسط تا زیاد
5	(3, 4, 4.5)	ترجیح زیاد
6	(3, 4.5, 5)	ترجیح زیاد تا خیلی زیاد
7	(5, 5.5, 6)	ترجیح خیلی زیاد
8	(5, 6, 7)	ترجیح خیلی زیاد تا کاملاً زیاد
9	(5, 7, 9)	ترجیح کاملاً زیاد

تحلیل BWM فازی و تعیین وزن نسبی شاخص‌ها

روش‌های وزن‌دهی مختلفی برای ارزیابی اهمیت معیارها برای تصمیم‌گیران وجود دارد که تفاوت این روش‌ها در اصول تئوری، دقت، سهولت کاربرد و قابل فهم بودن آن‌ها برای تصمیم‌گیران است. از مهم‌ترین روش‌های وزن‌دهی می‌توان به روش FBWM اشاره کرد. این تکنیک از جدیدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که برای اولین بار در سال ۲۰۱۵ توسط آقای

جعفر رضایی ارائه شد این روش بر اساس یک مدل بهینه سازی، وزن معیارها را بدست می آورد. مقاله ۲۰۱۵ آقای رضایی شامل ارائه مدل بهینه سازی غیر خطی بود و یک مقاله نیز آقای رضایی در سال ۲۰۱۶ ارائه داد که شامل یک مدل بهینه سازی خطی برای این تکنیک بود. این تکنیک نیز بعد از ایجاد مدل توسط نرم افزایی مثل لینگو و یا گمز قابل پیاده سازی است.

برای محاسبه‌ی وزن، با استفاده از معادلات روش FBWM که در فصل قبل شرح داده شد، پس از تعیین بهترین و بدترین معیار، تعیین ارجحیت فازی برای بهترین معیار صورت میگیرد و پس از تعیین درجه ارجحیت هر معیار نسبت به بدترین معیار وزن های بهینه هر شاخص تعیین خواهد شد. جدول ۲ ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌ها حاصل از ۱۰۰ پرسش نامه به صورت میانگین حسابی محاسبه شده است و نتایج شاخص‌ها با محاسبه میزان ناسازگاری در جدول ۳ نمایش داده است.

جدول ۲- ماتریس مقایسات زوجی FBWM

مشکلات تأمین نقدینگی	ریسک محیطی			ریسک مالی			ریسک‌های تحریم			ریسک مدیریت			ریسک فنی			ریسک بازار					
	0.25	0.26	1.84	0.45	1.16	1.74	0.89	1.34	2.21	0.41	1.34	1.93	0.52	1.27	2.07	0.42	1.22	1.78			
ریسک بازار	1	1	1	0.42	1.22	1.78	0.52	1.27	2.07	0.41	1.34	1.93	0.89	1.34	2.21	0.45	1.16	1.74	0.25	0.26	1.84
ریسک فنی	0.65	0.82	2.38	1	1	1	0.82	1.65	1.99	0.37	0.56	1.18	0.73	1.23	2.79	0.54	1.26	2.17	0.64	1.15	2.27
ریسک مدیریت	0.48	0.79	1.92	0.5	0.61	1.22	1	1	1	0.84	1.22	3.43	0.55	0.95	1.35	0.64	1.16	1.76	0.74	1.19	1.74
ریسک‌های تحریم	0.52	0.75	2.44	0.85	1.79	2.7	0.29	0.82	1.19	1	1	1	0.66	1.46	2.08	0.34	1.45	2.05	0.55	1.85	2.11
ریسک مالی	0.45	0.75	1.12	0.36	0.81	1.37	0.74	1.05	1.82	0.48	0.68	1.52	1	1	1	0.52	0.95	1.29	0.59	0.95	1.21
ریسک محیطی	0.57	0.86	2.22	0.46	0.79	1.85	0.57	0.86	1.56	0.49	0.69	2.94	0.78	1.05	1.92	1	1	1	0.58	1.11	1.87
مشکلات تأمین نقدینگی	0.47	0.82	1.22	0.86	0.99	1.55	0.67	0.96	1.76	0.89	0.99	1.94	0.88	1.25	1.82	0.87	1.23	1.98	1	1	1

جدول ۳- وزن شاخص‌های ریسک خطوط لوله انتقال انرژی

شاخص‌ها	وزن	میزان ناسازگاری
ریسک بازار	0.151	۰,۰۹۱
ریسک فنی	0.155	
ریسک مدیریت	0.14	
ریسک‌های تحریم	0.164	
ریسک مالی	0.112	
ریسک محیطی	0.143	
مشکلات تأمین نقدینگی	0.135	

اولویت‌بندی

فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) در مراحل مختلف نشان دادن افزایش کارایی پروژه انتقال انرژی در اثر استفاده از آن بررسی می‌شود. همانطور که پیش از این نیز عنوان شد، یکی از روش‌های نوین انجام MCDM روش BWM فازی است که به عنوان یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، پرداخته خواهد شد تا چگونگی تاثیر این روش بر اتخاذ تصمیمات بهینه در مراحل مختلف ارزیابی ریسک‌های موجود در خطوط انتقال انرژی به طور کامل روشن گردد. منطق اصولی این مدل راه حل ایده آل (مثبت) و راه حل ایده ال منفی را تعریف می‌کند. راه حل ایده آل (مثبت) راه حلی است که معیار سود را افزایش و معیار هزینه را کاهش می‌دهد. گزینه بهینه، گزینه ای است که کمترین فاصله از راه حل ایده آل و در عین حال دورترین فاصله از راه حل ایده ال منفی دارد. به عبارتی در رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش FBWM گزینه‌هایی که بیشترین تشابه را با راه حل ایده آل داشته باشند، رتبه بالاتری کسب می‌کنند.

در این بخش ۷ ریسک مدنظر با توجه به معیارهای مشخص شده و وزن تعیین شده به روش BWM فازی اولویت‌بندی می‌شود. به دلیل ماهیت بررسی این عوامل جهت اعمال و بررسی تاثیرگذاری هر کدام هر یک از شاخص‌ها جنبه مثبت در ارزیابی در نظر گرفته خواهد شد.

در بحث طراحی پرسشنامه نیز توضیح داده شده است معمولاً در ارزیابی کیفی گزینه‌ها در این تکنیک با اعداد قطعی از طیف نه درجه استفاده می‌شود. در ارزیابی کیفی گزینه‌ها در تکنیک BWM فازی معمولاً از مقیاس هفت درجه به صورت زیر استفاده می‌شود که در جدول ۴ ارائه شده است. در مقایسات زوجی به کمک این روش، تاثیر بدترین شاخص بر بهترین شاخص ارزیابی شده و در صورت ضعیف یا خوب بودن معادل فازی آن استفاده می‌شود.

جدول ۴- اعداد فازی مثلثی معادل ارزیابی اهمیت معیارها

متغیر زبانی	معادل فازی
خیلی ضعیف	(0, 0, 0.1)
ضعیف	(0, 0.1, 0.3)
ضعیف تا متوسط	(0.1, 0.3, 0.5)
متوسط	(0.3, 0.5, 0.7)
تقریباً خوب	(0.5, 0.7, 0.9)
خوب	(0.7, 0.9, 1)
خیلی خوب	(0.9, 1, 1)

با توجه به متغیرهای مشخص شده جهت ارزیابی به صورت فازی و با توجه به میزان درجه‌های متغیر زبانی و معادل فازی آن و هم چنین بردار وزنی اهمیت هر یک از گزینه‌ها به ارزیابی آن پرداخته می‌شود:

جدول ۵- اعداد فازی مثلثی معادل طیف ۷ درجه جهت ارزیابی گزینه‌ها

معادل فازی	متغیر زبانی
(0, 0, 1)	خیلی ضعیف
(0, 1, 3)	ضعیف
(1, 3, 5)	ضعیف تا متوسط
(3, 5, 7)	متوسط
(5, 7, 9)	تقریباً خوب
(7, 9, 10)	خوب
(9, 10, 10)	خیلی خوب

جدول ۶ نتیجه حاصل از تحلیل BWM فازی محاسبه شده و با تقریب هر یک از متغیر زبانی مربوط جایگزین شده است.

جدول ۶- وزن دهی شاخص‌ها با استفاده از BWM فازی

وزن دهی فازی	نوع شاخص
۰,۵	ریسک بازار
۰,۷	
۰,۹	
۰,۷	ریسک‌های فنی
۰,۹	
۱	
۰,۱	ریسک مدیریت
۰,۳	
۰,۵	
۰,۹	ریسک‌های تحریم
۱	
۱	

۰	
۰	ریسک مالی
۰,۱	
۰,۳	
۰,۵	ریسک محیطی
۰,۷	
۰	
۰,۱	ریسک نقدینگی
۰,۳	

با مشخص شدن وزن هر شاخص، پرسش نامه جهت رتبه‌بندی ریسک‌ها به صورت جداگانه جهت تاثیر هر کدام از در اختیار ۱۰ نفر از افراد خبره در زمینه پروژه‌های انتقال انرژی قرار داده شد. سپس نتیجه پرسش نامه با استفاده از مدل FBWM در نرم‌افزار گمز حل شده و ریسک‌ها اولویت‌بندی می‌شوند. نتیجه اولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس مدل پیشنهادی در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷- وزن نهایی ریسک‌ها

ریسک	وزن	w
ریسک بازار	۰,۱۵۱	w_1
ریسک فنی	۰,۱۵۵	w_2
ریسک مدیریت	۰,۱۴۲	w_3
ریسک تحریم	۰,۱۶۴	w_4
ریسک مالی	۰,۱۱۲	w_5
ریسک محیطی	۰,۱۴۳	w_6
ریسک تأمین نقدینگی	۰,۱۳۵	w_7

نکته ای که میبایست رابطه با تعیین وزن تاثیرگذاری هر یک از ریسک‌ها مدنظر قرارگیرد این است که بر اساس روابط ارائه شده در فصل سوم که اساس تحلیل در این پژوهش می‌باشند، باید دو شرط زیر مدنظر قرار گیرند:

تمامی وزن مثبت و بزرگتر از صفر باشند.

مجموع تمام وزن‌ها برابر با یک باشد.

بر این اساس نتایج بدست آمده از وزون نشان می‌دهد که هر دو شرط برای تعیین وزون و تاثیرگذاری آن‌ها ارضا شده‌اند. این موضوع دلیلی است که نزدیک بودن وزون به یکدیگر را نشان می‌دهد؛ اما لازم به ذکر است که مقدار تاثیرگذاری هر یک از این ریسک‌ها فراتر از این مقادیر بوده و این وزون تنها، وزون نرمالسازی شده می‌باشند که در بازه $[0,1]$ قرار گرفته‌اند تا الزامات مدل اعمال شده باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف توسعه و تحلیل اولویت‌بندی ریسک‌های خطوط لوله انتقال انرژی با استفاده از مدل‌های نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی (مطالعه موردی خطوط انتقال غرب کشور) پرداخته شد. گزارش حاضر در پنج فصل تدوین گشت. فصل اول به بیان کلیاتی در خصوص ضرورت انجام تحقیق، اهداف و سوالات تحقیق و توصیف اجمالی واژگان تخصصی اختصاص یافت. در فصل دوم مبانی نظری و پیشینه تحقیق و مطالعات مرتبط شرح داده شد. روش اجرای تحقیق و توضیحاتی در باب روش و ابزار گردآوری اطلاعات در فصل سوم ارائه شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز در قالب جداول و نمودارهایی با استفاده مدل‌سازی در نرم‌افزار GAMS در فصل چهارم ارائه شد. فصل حاضر با عنوان فصل پنجم، به بیان خلاصه‌ای از نتایج تحقیق و نیز بحث در خصوص نتایج حاصله پرداخته و پس از یک نتیجه‌گیری کلی به بیان پیشنهادات ارائه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

بر اساس سوابق موجود و عملکرد شرکت‌های پیمانکاری در حوزه انتقال انرژی دیده می‌شود که اکثر این پروژه‌ها مطابق با پیش‌بینی‌های انجام شده از لحاظ زمان، اجرا، هزینه‌های طرح، کیفیت و متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری در پروژه به اتمام نرسیده‌اند. بررسی عوامل تأثیرگذار بر عدم تحقق پیش‌بینی‌ها از جمله فعالیت‌هایی است که ما را در شناخت بیشتر وضعیت واقعی پروژه‌ها در محدوده زمان و هزینه واقعی موردنیاز یاری می‌دهد و از هدر رفتن زمان و هزینه در اجرای طرح‌های موردنظر و نیز بروز شرایط نامطلوب محتمل جلوگیری می‌کند. مدیریت ریسک یکی از حوزه‌های مهم مدیریت پروژه می‌باشد که با بررسی شرایط فعلی اجرای پروژه‌های ملی و عمرانی، در کمتر سازمان یا پروژه‌ای دید صحیح و کاملی نسبت به عملیاتی کردن مدیریت ریسک وجود دارد و یا به صورت نظام یافته اجرایی شده است. مدیریت ریسک، یک فرآیند جامع است که به منظور تعیین شناسایی، کنترل و حداقل نمودن تأثیرات و عواقب رویدادهای احتمالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف مدیریت ریسک، کاهش ریسک اجرایی برخی فعالیتها و فرآیندها به سطح قابل قبول و کسب تأیید ذینفعان پروژه است.

از این رو موضوع مدیریت ریسک‌های خطوط لوله انتقال انرژی با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک و کاهش اثر نامطلوب آن‌ها در انتقال گاز و نفت در این صنعت از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو در این پژوهش با در نظرگیری عوامل ریسک سازمانی، ریسک فنی، ریسک مدیریت، ریسک‌های تحریم، ریسک مالی، ریسک محیطی، و مشکلات تأمین نقدینگی هر کدام وزن دهی و ارزیابی شدند، به طوری که به ترتیب عوامل ریسک تحریم، ریسک فنی، ریسک سازمانی، ریسک محیطی، ریسک مدیریت، مشکلات تأمین نقدینگی، و ریسک مالی با در اختیار قرار دادن پرسش نامه میان خبرگان و بهره‌گیری از مدل FBWM در محیط برنامه نویسی گمز محاسبه شد.

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان دهنده این است که ضریب شاخص "ریسک سازمانی" ۰/۱۵۱ و شاخص "ریسک فنی" ۰/۱۵۵، شاخص "ریسک مدیریت" ۰/۱۴، شاخص "ریسک‌های تحریم" ۰/۱۶۴، شاخص "ریسک مالی" ۱/۱۲، شاخص "ریسک محیطی" ۰/۱۴۳ و شاخص "مشکلات تأمین نقدینگی" ۰/۱۳۵ می‌باشد. از طرفی نرخ ناسازگاری برای شاخص‌ها کمتر از ۰/۱ و برابر با مقدار ۰/۰۹۱ می‌باشد.

بر این اساس ریسک تحریم دارای بیشترین مقدار و ریسک مالی دارای کمترین مقدار ریسک می‌باشند. ریسک تحریم به دلیل شرایط خاص دولت و عدم توانایی در تأمین برخی لوازم و قطعات است که در صنعت انتقال انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است. دلیل من بودن ریسک مالی نسبت به ریسک‌های دیگر، توانایی و غنی بودن صنعت نفت و گاز کشور به دلیل بهره‌گیری از منابع زیاد نفت و گاز بخصوص در جنوب و غرب کشور می‌باشد که این ریسک را در پایین‌ترین رده قرار داده است.

پیشنهادات

- شناسایی و بررسی انواع پیمانکاران صنعت انتقال انرژی و انتخاب بهترین پیمانکار در جهت کاهش ریسک این بخش
- اولویت‌بندی عوامل تأثیرگذار بر کیفیت پیمانکاران خطوط انتقال انرژی
- در نظرگیری شاخص زمان جهت مدل بندی ریسک‌ها

منابع فارسی

۱. بقایی، علی، ۱۳۸۴، مفهوم معیار ریسک و ریسک قابل قبول، اولین همایش ملی مهندس ایمنی و مدیریت HSE، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۹-۱۱ اسفند.
۲. بوالحسنی، پریسا، اسماعیلی دوکی. آیدا، فلاح. محمد، ۱۳۹۶، ارزیابی ریسک و رتبه‌بندی تجهیزات با تلفیق رویکردهای AHP فازی و FMEA مطالعه موردی: مجموعه صنایع آذر اباراک، نشریه تصمیمگیری و تحقیق در عملیات، دوره ۲، شماره ۱، صص ۷۲-۵۹.
۳. بهرامی، سجاد، ستوده، احد، جمشیدی، ناصر، علمی، محمدرضا و پورسلیمان، محمدسعید، ۱۳۹۴، اصل ALARP و ارائه مدل مفهومی برای مدیریت ریسک، کنفرانس بین‌المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیط زیست و گردشگری، تبریز، ایران، ۲۶-۲۵ شهریور.
۴. جعفری نژاد، شهریار، رعایایی، عماد، بdaq جمالی، جواد، ۱۳۹۶، مدیریت ریسک خطوط لوله گاز ترش مبتنی بر تحلیل هزینه - منفعت (مطالعه موردی: منطقه پارس جنوبی)، پایاننامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - بهداشت، ایمنی و محیط زیست HSE.
۵. حبیب پور، سلطان، جمشیدی، مهدی و فلاح فر، عباس، ۱۳۹۱، ارزیابی کمی ریسک در یک لوله انتقال نفت خام، اولین کنفرانس ملی بهداشت، ایمنی و محیط زیست، آبان ۱۳۹۱.
۶. حیرانی، پریسا، بقایی، علی، ۱۳۹۵، ارزیابی ریسک خطوط لوله انتقال نفت و گاز بر مبنای روش Bow-tie فازی، فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، جلد ۶، شماره ۱.

۷. رضایینوده، فریده، کریمی، محمد، جباریقره‌باغ، موسی، ۱۳۹۵، برآورد کمی ریسک خطوط انتقال گاز با استفاده از تحلیل‌های مکانی در محیط GIS، دانشگاه شهید بهشتی، سال هشتم، شماره چهارم.
۸. رضایی، جعفر، ۱۳۹۴، بهترین- بدترین روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، ۵۳، ۴۹-۵۷.
۹. شجاعی، امیرعباس، نوایی ازناوه، زهرا، ۱۳۹۸، ارزیابی ریسک بهداشت حرفه ای و محیطی در حمل و نقل فرآورده های نفتی به‌وسیله روش تلفیقی William Fine- Dematel-ANP در محیط فازی، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۵۸.
۱۰. شجاعی، پیام، ۱۳۹۳، طراحی الگویی برای ارزیابی و تحلیل ریسک در پرونده زنجیره تأمین پروژه‌ها، پایان نامه دکتری، گروه مدیریت، دانشگاه شیراز.
۱۱. مومنی؛ مهدی، ۱۳۹۳، مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ ششم، تهران، صفحه ۳۱۲.
۱۲. قندهاری، محمدتقی، مومنی، منصور، مهرگان، محمدرضا، ۱۳۹۸، شناسایی و ارزیابی کمی ریسک خطوط لوله گاز شهری و تعیین مناطق حساس با ارائه مدلی تلفیقی، پژوهش های نوین در تصمیم‌گیری، دوره ۳، شماره ۱.
۱۳. انصاری؛ منوچهر، حق نگه دار؛ لیلا، ۱۳۸۷، کاربرد مدل تلفیقی مهندسی ریسک ارزش در مدیریت پروژه‌های صنعتی با مطالعه موردی شرکت ایران خودرو، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، ص ۳۳.
۱۴. دریای لعل؛ بهنام، ۱۳۹۳، بررسی و مدیریت ریسک‌های پیش از ساخت در پروژه‌های ساخت و ساز (مطالعه موردی: موزه انقلاب اسلامی و دفاع مقدس)، نهمین کنفرانس بین المللی چاپهار، صص ۲۹-۲۱.
۱۵. موسوی؛ محمدحسین، ۱۳۹۳، ارزیابی مدیریت ریسک پروژه با رویکرد مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی شهری (مطالعه موردی: پروژه خط هفت متروی تهران). کنفرانس ملی مهندسی ارزش و مدیریت هزینه، ۱۵۴-۱۴۸.
۱۶. احسانی؛ رحیم، ۱۳۹۰، ارائه یک چارچوب مفهومی برای مدیریت ریسک پروژه‌های عمرانی بر اساس استاندارد PMBOK، صفحه ۹۸-۸۳، هفتمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه.
۱۷. نعمتی اصلانی، محمد، ۱۳۹۱، پیاده سازی مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی شهری، مطالعه موردی: پروژه خط ۷ متروی تهران)، هشتمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، صفحه ۲۴۱.
۱۸. دهانی؛ عبیداله، ۱۳۹۰، نقش مدیریت ریسک در پروژه‌های IT، پایان نامه کارشناسی دانشگاه بین المللی چاپهار، صفحه ۲۹-۲۱.
۱۹. مظاهری؛ راحله، مظاهری؛ سجاد، ۱۳۹۰، پیاده سازی سیستم مدیریت یکپارچه بهداشت، ایمنی و محیط زیست در شرایط کارگاهی، هفتمین همایش سراسری بهداشت حرفه ای، قزوین، دانشگاه علوم پزشکی قزوین.
۲۰. طباطبائی؛ زهرا، ۱۳۸۳، تحلیل ژئوپلیتیکی مسیرهای انتقال انرژی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته جغرافیای سیاسی، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.
۲۱. رضایان؛ سحر، ایرانخواهی؛ مهدی، جوزی؛ علی، ۱۳۹۳، ارائه الگوی ارزیابی ریسک زیست محیطی پروژه‌های انتقال گاز به روش سامانه شاخص گذاری و AHP مطالعه موردی: پروژه انتقال گاز ۲۴ اینچ تسوج-سلماس، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۶، شماره ۳، صفحه ۱۱-۲۳.
۲۳. خاکسار، منصور؛ شافعی، رضا؛ اله ویسی، بهاره. (۱۳۸۷). شناسایی منشاء های ریسک در پروژه‌های ساختمانی و نحوه مدیریت آن‌ها (مطالعه موردی)، فراسوی مدیریت، سال دوم، شماره ۷، صص ۱۳۹-۱۶۰.
۲۴. سرآبادانی، غلامرضا. (۱۳۹۳). ریسک، مفهوم و کاربردهای آن در اقتصاد اسلامی، مجله اقتصادی، شماره ۹ و ۱۰، صص ۱۴-۵.

۲۵. محبی، امیرحسین؛ عوض خواه، حسین. (۱۳۹۰). مدیریت ریسک پروژه، انتشارات کیان رایانه سبز، چاپ دوم.
۲۶. عرفانیان، امیر. (۱۳۸۶). ریسک‌های عملیاتی در بانک‌ها (مطالعه موردی بانک صنعت و معدن)، فصلنامه پژوهشها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۴۱ و ۴۲، صص ۹۵-۱۱۶.
۲۷. قاسمی، شمس. (۱۳۹۲). ارزیابی ریسک پالایشگاه‌های گاز کشور با رویکرد احتمالی، رساله جهت اخذ مدرک دکتری تخصصی رشته اقتصاد گرایش مالی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مدیریت و اقتصاد.
۲۸. نجفی، اسدالله؛ کریمی پور، مهدی. (۱۳۸۸). الگوی بهینه مدیریت ریسک در اجرای پروژه‌های EPC، اولین کنفرانس ملی اجرای پروژه به روش PEC، تهران.
۲۹. انجمن مدیریت پروژه آمریکا، ۲۰۱۳، استاندارد عملی مدیریت ریسک بر اساس استاندارد pmbok، ترجمه روزبهی؛ صادق، جدا؛ خدیجه، ۱۳۹۴، تهران، انتشارات پندار پارس.
۳۰. خلیلی شورینی؛ سهراب، محضری، مهدی، ۱۳۹۳، شناخت موانع اجرای برنامه‌های استراتژیک و اولویت‌بندی آن‌ها، پژوهش‌های مدیریت راهبردی، شماره ۵۶، صص ۹۸-۱۱۹.
31. Ayers, j. (2008). Supply Chain Management Guide, Science and Industry University publication, translated by Teymori, first edition, Tehran.
32. Blackhurst, J., Dunn, K. S., & Craighead, C. W. (2011). "An empirically derived framework of global supply resiliency". Journal of Business Logistics, 32(4), 374-391.
33. Blackhurst, J., et al., An Empirically Derived Agenda of Critical Research Issues for Managing Supply-Chain Disruptions. International Journal of Production Research, 2005. 43(19): pp. 4067-4081.
34. Cristina Florio a, Giulia Leoni, 2017, Enterprise risk management and firm performance: The Italian case, Contents lists available at ScienceDirect, The British Accounting Review 49 (2017) 56e74.
35. Wu, W.W. & Lee, Y.T. 2007. Selection Knowledge Management Strategies By Using The Analytic Network Process. Expert System With Application, 32(3), 841847.
36. Gul M. 2018b. Application of Pythagorean fuzzy AHP and VIKOR methods in occupational health and safety risk assessment: The case of a gun and rifle barrel external surface oxidation and colouring unit. Int J Occup Saf Ergon.
37. Jhakharia, S. & Shankar, R. 2007. Selection Of Logistics Service Provider. An Analytic Network Process (ANP) Approach, Omega, 35(3), 274-289.
38. Hendricks, K.B., Singhal, V.R., An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm. Production and Operations Management, 2005. 14(1): pp. 35-52.
39. LI, shuang, cheng, chengqi, cheng, Guoliang, Pu and Chen, bo, 2019, QRA-Grid: Quantitative Risk Analysis and Grid-based Pre-warning Model for Urban Natural Gas Pipeline, international journal of Geo-information.
40. Mete, Suleyman, 2019, Assessing occupational risks in pipeline construction using FMEA-based AHP-MOORA integrated approach under Pythagorean fuzzy environment, Journal, Human and Ecological Risk Assessment, Pages 1645-1660.
41. Minepor, M. 2015. "Risk Quantification of subsea gas risers and pipelines", M.Sc. thesis, University of Aberdeen. UK.

42. Mohamed Abdel-Basset a, M. Gunasekaran b, Mai Mohamed a, Naveen Chilamkurti, 2019, A framework for risk assessment, management and evaluation: Economic tool for quantifying risks in supply chain, *Future Generation Computer Systems* 90 (2019) 489–502.
43. Nurdan, Ece Oz, Suleyman Mete, Faruk, Serin, Muhammet, Gul, 2018, Risk assessment for clearing and grading process of a natural gas pipeline project: An extended TOPSIS model with Pythagorean fuzzy sets for prioritizing hazards, *Pages 1615-1632 | Received 04 Jun 2018, 14 Nov 2018.*
44. Oz NE, Mete S, Serin F, et al. 2018. Risk assessment for clearing & grading process of a natural gas pipeline project: An extended TOPSIS model with Pythagorean fuzzy sets for prioritizing hazards. *Human Ecol Risk Assess.* Doi:10.1080/10807039.2018.1495057
45. Rao, S. Goldsby, T. J. (2009), "Supply chain risks: a review and typology", *The International Journal of Logistics Management*. Vol. 20, No. 1, PP. 97 – 123.
46. Rao, S., Goldsby, T.J., *Supply Chain Risks: a Review and Typology*. *International Journal of Logistics Management*, The, 2009. 20(1): pp. 97-123.
47. Ritchie, B., & Brindley, C. (2007). Supply chain risk management and performance: A guiding framework for future development, *International Journal of Operations and Production Management*, 27(3), 303-322.
48. Sodhi, M.M.S., Son, B.G., Tang, C.S., *Researchers' Perspectives on Supply Chain Risk Management*. *Production and Operations Management*.
49. Usuda, K., Ueno, T., & Ito, Y. et al., (2016). "Risk assessment study of Fluoride salts: Probability Impact Matrix of Renal and Hepatic toxicity markers", *Biological Trace Element Research*, 173 (1), 154-160.
50. Vectra, Amey. 2017. "A Simplified Approach to Estimating Individual Risk", *Health and Safety Executive*. Website: www.hse.gov.uk.
51. Wagner, S.M., & Bode, Ch. (2006), "An empirical investigation into supply chain vulnerability", *Journal of Purchasing & Supply Management*, 12 (6), 301-312.
52. Wagner, S.M., Bode, C., *An Empirical Examination of Supply Chain Performance Along Several Dimensions of Risk*. *Journal of Business Logistics*, 2008. 29(1): pp. 307-325.
53. *World Development Indicators database*. 2017. "Gross national income per capita 2016, Atlas method and PPP", *World Bank*, 17 April 2017.
54. Ying Kei Tsea, Minhao Zhangb, Kim Hua Tanc, Kulwant Pawarc, Kiran Fernandes, *Managing quality risk in supply chain to drive firm's performance: The roles of control mechanisms*, Contents lists available at ScienceDirect.
55. Kristiansen, S., 2005. *Maritime Transportation- Safety Management And Analysis*, First Published, Elsevier, 508P
56. Kaplan, S. And Garrick, B.J. 1981, *On The Quantitative Definition Of Risk, Risk Analysis*, Vol. I, No. I, P 11-27
57. Oyugi Tobias, Maina Kairu, (2015), *Relationship between human characteristics and adoption of project management information system in non-governmental organizations' projects in Nakuru Town (Kenya)*, *International Journal of Intelligent Information Systems* 2015; 4(1): 16-26. (m591).

58. Stefan Bock, Markus Pütz, (2017), Implementing Value Engineering based on a multidimensional quality-oriented control calculus within a Target Costing and Target Pricing approach, *Int. J. Production Economics* 183 (2017) 146–158,.
59. de Azevedo, R.C., Ensslin, L., Jungles, A. E., (2014)., "A Review of Risk Management in Construction: Opportunities for Improvement". *Modern Economy*, 5 (4):367-383.
60. Fung, I.W.H., Tam, V.W.Y., Lo, T.Y. and Lu, L.L.H., (2010), "Developing a Risk Assessment Model for construction safety", *International Journal of Project Management*, 28(6): 593–600.
61. Hiles, A., 2011. *The Definitive Handbook of Business Continuity Management*. Third Edition. John Wiley & Sons Ltd.
62. Julien Pollack, Daniel Adler, (2016), Skills that improve profitability: The relationship between project management, IT skills, and small to medium enterprise profitability, *International Journal of Project Management* 34 (2016) 831–838. (m622).
63. Ma, L., Cheng, L. & Manchun, L., 2013. Quantitative Risk Analysis of Urban Natural Gas Pipeline Networks Using Geographical Information Systems, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26(6), PP. 1183-1192.
64. Hopkins P., Fletcher R., Palmer-Jones R., "A Method for the Monitoring and Management of Pipeline Risk – A Simple Pipeline Risk Audit (SPRA)", Andrew Palmer and Associates, UK, (1999).
65. Barnes, J. C. 2001. *A guide to business continuity planning*. Chichester: Wiley.
66. Deloach, J.W. (2000) *Enterprise-Wide Risk Management: Strategies for Linking Risk and Opportunity*. Financial Times/Prentice Hall, London. 2016 Enterprise Risk Management Symposium, Society of Actuaries.
67. Drost EA. Validity and Reliability in Social Science Research. *Education Research & Perspectives* 2011; 38(1):105-123.
68. Amiri P, Ardekani EM, Jalali-Farahani S, Hosseinpanah F, Varni JW, Ghofranipour F, et al. "Reliability and validity of the Iranian version of the Pediatric Quality of Life Inventory™ 4.0 Generic Core Scales in adolescents", *Quality of Life Research* 2010; 19(10): 1501-8.
69. M.Sánchez-Lozano, J., Teruel-Solano, J., L.Soto-Elvira, P., & García-Cascales, M.S. 2013. Geographical Information Systems (GIS) And Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods For The Evaluation Of Solar Farms Locations: Case Study In South-Eastern Spain. *Renewable And Sustainable Energy Reviews* 24, P 544–556, Available From: [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Rser.2013.03.019](http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.019).
70. Mentés, A., Akyildiz, H., Yetkin, M. & Turkoglu, N. 2015. A FSA Based Fuzzy DEMATEL Approach For Risk Assessment Of Cargo Shipsat Coasts And Open Seas Of Turkey. *Safety Science* 79, P1–10, Available From: [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Ssci.2015.05.004](http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2015.05.004).
71. Boran, F. E., Genc, S., Kurt, M. & Akay, D. 2009. A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making For Supplier Selection With TOPSIS Method. *Expert System With Application*, 36(8), 11363-11368.
72. Anita Meidell, Katarina Kaarbøe, (2017), How the enterprise risk management function influences decision-making in the organization e A field study of a large, global oil and gas company, *The British Accounting Review* 49 (2017) 39e55. (m631)