



Paper Type: Original Article



## Design of A New Fuzzy Expert System for Project Portfolio Risk Management

Masoumeh Zahedi\*, Mohamad Khalilzadeh, Hasan Javanshir

*Department of Industrial Engineering, Research Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

**Citation:**



Zahedi, M., Khalilzadeh, M., & Javanshir, H. (2021). Design of a new fuzzy expert system for project portfolio risk management. *Innovation management and operational strategies*, 1(4), 403-421.

Received: 18/09/2020

Reviewed: 22/11/2020

Revised: 11/12/2020

Accept: 05/01/2021

### Abstract

**Purpose:** The aim of this study was to design a new fuzzy expert system for project portfolio risk management in ongoing projects of a first mobile holding.

**Methodology:** To do this; To identify the risks from the Dematel method developed in Excel, to evaluate and determine the most important risks from the fuzzy FMEA methods in Excel and the AHP method in Expert Choice software; And to select the optimal risk response, a proposed mathematical model is used and solved in Gamz software.

**Findings:** The research findings showed that there are 23 risks in the studied projects, 8 of which were of high importance and impact. Also, risk prioritization and determination of their impact level was performed using the integrated AHP-FMEA method. Findings obtained from solving and implementing the mathematical model in Gamz software also showed that the proposed model of efficiency and capability for selecting optimal risk response strategies is established.

**Originality/Value:** The general findings indicate that the proposed new fuzzy expert system also has the necessary capability and efficiency to manage the portfolio risk in the study holding.

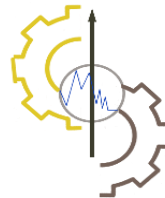
**Keywords:** Risk management, Project portfolio, Fuzzy expert system, Multi-Objective Mathematical Model, Developed dematel method, AHP Method, FEMA Method.

JEL Classificaton: C02.

\* Corresponding Author

Email Address: parisazahedi1982@gmail.com

10.22105/IMOS.2021.271975.1029



نوع مقاله: پژوهشی

## ارائه یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه (مطالعه موردی: یک هلدینگ همراه اول)

معصومه زاهدی\*، محمد خلیل زاده، حسن جوانشیر

گروه مهندسی صنایع، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۲۸	بررسی: ۱۳۹۹/۰۹/۰۲	اصلاح: ۱۳۹۹/۰۹/۲۱	پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶
--------------------	-------------------	-------------------	-------------------

### چکیده

**هدف:** این تحقیق باهدف طراحی یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه در پروژه‌های در دست اجرای یک هلدینگ همراه اول انجام شده است.

**روش‌شناسی پژوهش:** برای این کار؛ برای شناسایی ریسک‌ها از روش دیمتال توسعه داده شده در اکسل، برای ارزیابی و تعیین مهم‌ترین ریسک‌ها از روش‌های FMEA فازی در اکسل و روش AHP در نرم‌افزار اکسپرت چوییس؛ و برای انتخاب پاسخ ریسک بهینه از یک مدل ریاضی پیشنهادی و حل آن در نرم‌افزار گمز استفاده شده است.

**یافته‌ها:** یافته‌های تحقیق نشان داد ۲۳ ریسک در پروژه‌های مورد مطالعه وجود دارد که ۸ تای آنها از اهمیت و تأثیرگذاری بالا برخوردار بوده‌اند. همچنین اولویت‌بندی ریسک‌ها و تعیین سطح تأثیرگذاری آنها با استفاده از روش تلفیقی AHP-FMEA انجام شد. مدل ریاضی پیشنهادی پس از کدنویسی و اجرا در نرم‌افزار گمز نیز توانست استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک‌های مهم را انتخاب نماید.

**اصالت/ارزش افزوده علمی:** سیستم خبره فازی نوین پیشنهادی نیز از قابلیت و کارایی لازم برای مدیریت ریسک سبد پروژه و انتخاب استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک در هلدینگ مورد مطالعه، برخوردار است.

**کلیدواژه‌ها:** مدیریت ریسک، سبد پروژه، سیستم خبره فازی، مدل ریاضی چندهدفه، روش دیمتال توسعه داده شده، روش AHP، روش FEMA.

طبقه‌بندی JEL: C02.



امروزه ریسک به‌عنوان مفهومی در شرایط آینده یا ایجاد شرایطی که خارج از کنترل افراد تیم پروژه بوده و اگر به وقوع بپیوندد باعث تأثیر مستقیم بر روی پروژه می‌گردد، تلقی می‌شود. به بیان دیگر اگر تعریف مشکل در پروژه به معنی وجود ایرادی در وضعیت جاری پروژه است، ریسک مشکل بالقوه‌ای است که احتمال وقوع آن در آینده وجود خواهد داشت (شانقی و محمدی فرا، ۲۰۰۷). بر همین اساس است که آن دسته از مدیران پروژه‌ای که معمولاً انعطاف بیشتری از خود نشان می‌دهند تلاش می‌کنند که در صورت بروز مشکلات نسبت به برطرف سازی آن‌ها اقدام نمایند؛ اما دسته‌ای دیگر از مدیران پروژه وجود دارند که تلاش می‌کنند زمینه به وجود آمدن مشکلات و ریسک‌های آتی را قبل از وقوع برطرف سازند و این در حالی است بسیاری از مشکلات همیشه جلوتر از زمان رخ خواهند داد (عنایتی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳)؛ بنابراین اینجاست که مفهوم مدیریت ریسک و مدیریت ریسک پروژه مطرح می‌شود؛ زیرا؛ مدیریت ریسک بحرانی‌ترین قسمت در پروژه‌ها بوده و مدیریت نامناسب و پیش‌بینی ناکافی در این خصوص عامل شکست اکثر پروژه‌ها است؛ زیرا یکی از مشکلاتی که مدیران پروژه با آن درگیر هستند شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها جهت اختصاص صحیح منابع و زمان برای آن‌ها است (صادقی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱). در واقع؛ مدیریت ریسک شامل فرآیند تشخیص، ارزیابی، تخصیص و مدیریت تمامی ریسک‌های پروژه است و از آنجاکه ریسک‌ها در تمامی پروژه‌ها به صورت یک پیامد نامشخص وجود دارد، محیط سازمان‌ها بسیار ریسکی و متغیر بوده و این شرایط عدم قطعیت برای پروژه‌های بزرگ‌تر، بیشتر نیز می‌گردد (فعله‌گری و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵).

اما می‌دانیم که سبد پروژه مجموعه‌ای از پروژه‌ها، طرح‌ها و یا سایر کارهایی است که به منظور تسهیل مدیریت مؤثر آن‌ها و برآورد اهداف استراتژیک کسب‌وکار در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند (معظم جزی و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۶). ضمن آنکه؛ پروژه‌ها یا طرح‌های سبد پروژه لزوماً وابسته به هم نیستند و این الزام وجود ندارد که به‌طور مستقیم با یکدیگر مرتبط باشند. بعلاوه؛ اجزای سبد پروژه (همان پروژه‌ها و طرح‌های سبد پروژه) کمیت‌پذیر هستند، بنابراین آن‌ها می‌توانند اندازه‌گیری، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی شوند. همچنین؛ سبد پروژه در داخل سازمان وجود دارد و شامل مجموعه اجزای جاری، برنامه‌ریزی شده و ابتکارات برای آینده است (صوفی فرد و خاکزار بفرئی<sup>۶</sup>، ۲۰۱۶)؛ بنابراین، سبد پروژه نظیر پروژه‌ها یا طرح‌ها موقتی نیست. سازمان ممکن است بیش از یک سبد پروژه داشته باشد که هر یک مختص به یک نوع کسب‌وکار منحصربه‌فرد یا هدف باشد (هاتفی و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۶). از حیث علمی نیز با بازخورد سرمایه‌گذاری‌های ایجاد شده و یا برنامه‌ریزی شده به‌وسیله سازمان، مدیریت سبد پروژه شامل فعالیت‌هایی برای شناسایی و هم‌راستایی اولویت‌های سازمانی، تعیین نظارت و چارچوب مدیریت عملکرد، سنجش ارزش/مزایا، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک، ارتباطات و منابع است. اگر سبد پروژه با استراتژی سازمانی هم‌راستا نباشد، سازمان می‌بایست با دلیل از خود در این باره سؤال بپرسد. بنابراین سبد پروژه می‌بایست نشان‌دهنده تصمیم، هدایت و پیشرفت سازمان باشد. این در حالی است که همواره در صنعت و سازمان‌ها با ریسک‌ها و عدم قطعیت‌هایی مواجه هستیم که عدم کنترل آن‌ها، خسارات و ضررهای قابل توجهی به بار می‌آورد و در کیفیت، هزینه و زمان تحویل

<sup>1</sup> Shaneghi and Mohammadifar

<sup>2</sup> Enayati et al.

<sup>3</sup> Sadeghi et al.

<sup>4</sup> Falegari et al.

<sup>5</sup> Moazam-jazi et al.

<sup>6</sup> Soofifard and Khakzar Bafraei

<sup>7</sup> Hatefi et al.



و بسیاری از مسائل مدیریت پروژه از عدم قطعیت‌های مرتبط با ریسک‌ها به وجود می‌آیند. زیرا امروزه ریسک‌ها در پروژه‌ها از نظر تعداد و تأثیر بیشتر شده‌اند و سازمان‌ها به مدیریت ریسک برای محافظت از خود در برابر پیامدهای ناشی از ریسک‌ها (اعم از فنی، مالی و ...) نیاز مبرم دارند (سلیمی و فدوی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴؛ قاسمی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۵). از سوی دیگر؛ امروزه اغلب پروژه‌ها در سازمان‌های پروژه محور در قالب طرح‌های بزرگ و سبد پروژه‌ها پیاده‌سازی می‌شوند. لذا استفاده از مدیریت سبد پروژه در سازمان‌های پروژه محور باعث می‌شود که سازمان از این طریق منافی را کسب نماید که از اجرای هر یک از پروژه‌ها به صورت مجزا، امکان کسب آن فراهم نیست. یکی از مهم‌ترین فرآیندهای مدیریت پروژه و سبد پروژه، فرآیند مدیریت ریسک هست که سازمان را قادر می‌سازد تا آگاهی‌های لازم را از فرصت‌ها و تهدیدات محیط به دست آورد. از این رو شناخت دقیق ابعاد مدیریت ریسک در سطح سبد پروژه و چگونگی تأثیر آن بر موفقیت سبد پروژه که همانا موفقیت سازمان محسوب می‌شود، امری حیاتی در این گونه سازمان‌هاست (عبادتی و برمایه ور<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸).

اکنون نظر به ارزیابی میدانی و ارزیابی تحقیقات پیشین انجام‌گرفته در رابطه با مدیریت ریسک سبد پروژه و پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم؛ ارائه یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه، خلأ مهمی در تحقیقات گذشته و یک نیاز مبرم کاربردی است که این تحقیق در پی پوشش آن است. لذا مقاله حاضر به جهت ارائه یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه با در نظر گرفتن یک مطالعه موردی برای ارزیابی کارایی مدل تلفیقی نوین پیشنهادی پرداخته است. همچنین برای تحقق این هدف سعی می‌شود از روش‌های دیمتال توسعه داده‌شده برای شناسایی ریسک‌های موجود در سبد پروژه، روش‌های AHP و FMEA فازی برای ارزیابی ریسک‌ها و از یک مدل ریاضی عدد صحیح برای پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم بهره گرفته خواهد شد.

## ۲- مروری بر تحقیقات پیشین

تحقیقات انجام‌شده در این مقاله در دسته تحقیقات مرتبط با ریسک‌های سبد پروژه تقسیم می‌شود که به تفکیک در دودسته داخلی و خارجی ارائه می‌شوند.

لی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) در تحقیقی با استفاده از شبکه باور بیزی، شمایبی را برای مدیریت ریسک‌های پروژه‌های مهندسی کلان ارائه می‌دهد و این شما را برای صنعت کشتی‌سازی کشور کره به کار می‌گیرد. طی مصاحبه با کارشناسان و بازنگری تألیفات، مجموعاً ۲۶ ریسک مختلف حاصل گردید. در آوریل سال ۲۰۰۷ بر روی ۲۵۲ متخصص از ۱۱ شرکت بزرگ کشتی‌سازی کشور کره یک ارزیابی صورت گرفت. مهم‌ترین ریسک‌ها عبارت بودند از تغییر طراحی، نیروی طراحی و تأمین مواد اولیه به‌عنوان ریسک‌های داخلی و نرخ ارز به‌عنوان ریسک خارجی در شرکت‌های کشتی‌سازی بزرگ و نیز متوسط. پولاک و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۰) به ارزیابی استراتژی‌های مدیریت ریسک با روش بهینه‌سازی سبد پروژه‌ی حداقل-حداکثر پرداختند. برای این تحقیق از یک مدل Minimax توسعه‌یافته و تجزیه‌وتحلیل پارامتری آستانه ریسک این مدل با توجه به ریسک‌های خطرناک و سرمایه‌گذاران بخش‌بندی مؤثر

<sup>1</sup> Haji Khani and Hasanzade

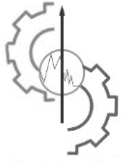
<sup>2</sup> Salami and Fadavi

<sup>3</sup> Ghasemi et al.

<sup>4</sup> Ebadati and Barmayehvar

<sup>5</sup> Lee et al.

<sup>6</sup> Polak et al.



استفاده شد. رهنمای رودپشتی و ملائی<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) مدیریت ریسک سبد با استفاده از مدل‌های تجدیدنظر شده ارزش در معرض ریسک را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق آن‌ها ضمن معرفی نقیصه‌های مدل ارزش در معرض ریسک، با استفاده از دو مفهوم «بسط کورنیش فیشر» و استفاده از «ضرایب توزیع بیضوی»، ریسک در نظر گرفته نشده در دنباله‌ها را دقیق‌تر تخمین زدند. گمپرت و مدلنر<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) در تحقیقی به ارزیابی ریسک‌ها و فرصت‌های قراردادهای سبد پروژه‌ی الکتریکی با رویکرد مدیریت اروپایی در اروپا پرداختند. این تحقیق ارزیابی چالش‌هایی را که باید برای ایجاد یک قرارداد برق در سراسر اروپا برداشته شده، بررسی نمود. نیو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) یک رویکرد مبتنی بر تغذیه باکتری را برای مشکل بهینه‌سازی پرتفوی ارائه دادند. آن‌ها یک مدل بهینه‌سازی را با معرفی ریسک نقدینگی داخلی و خارجی و توسعه شاخص‌های مربوطه برای اندازه‌گیری ریسک نقدینگی / محیط خارجی طراحی نمودند.

پورصادق و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۳) در تحقیقی به پیاده‌سازی یک الگوی جدید مدیریت ریسک، مبتنی بر نظریه بازی‌های تکاملی با رویکرد سازمان‌های نظامی پرداختند. برای این کار آن‌ها با استفاده از ارائه یک الگوی اکتشافی-استنتاجی، به صورت هم‌زمان، به ارائه یک الگوی نوین در مدیریت ریسک‌های نظامی پرداختند. تلو و کاک<sup>۵</sup> (۲۰۱۳) در تحقیقی به بررسی اینکه چگونه مدیریت ریسک پرتفوی موفقیت پروژه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، پرداختند. آن‌ها با استفاده از نمونه‌ای از ۱۷۶ شرکت، این مطالعه شواهدی را ارائه دادند که شناسایی ریسک‌های پرتفوی، رسمیت دادن فرآیند مدیریت ریسک کارکرده و فرهنگ مدیریت ریسک به‌طور مستقیم بر شفافیت ریسک تأثیر می‌گذارد، درحالی‌که پیشگیری از خطر، نظارت بر ریسک و ادغام مدیریت ریسک در پروژه مدیریت به‌طور مستقیم به ظرفیت ریسک‌پذیری مرتبط است. گربل و ترابلسی<sup>۶</sup> (۲۰۱۴) مدیریت ریسک سبد پروژه انرژی با استفاده از روش‌های زوجی ارزش بیش‌از‌حد تغییر زمان را مورد مطالعه قرار دادند. این کار مربوط به مدل‌سازی آماری ساختار وابستگی بین سه بازار انرژی: نفت خام، گاز طبیعی و روغن گرمای با استفاده از روش برآورد ارزش در معرض خطر بوده است.

باقریان و شادرخ<sup>۷</sup> (۲۰۱۵) متدولوژی مدیریت ریسک سبد پروژه مبتنی بر استاندارد مدیریت ریسک سبد پروژه را توسعه دادند. همچنین نوع این تحقیق مدل‌سازی و طراحی بود که با استفاده از دانش نظری و ذهن مکاشفه‌ای، روش و سیستم آن طراحی و سپس برای به‌کارگیری در محیط واقعی (شرکت رسم آرا) کاربردی شد. منسی و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۵) در تحقیقی به ارزیابی ارتباطات متغیرهای مختلف بازار اصلی مرزی نفتی با بازارهای عمده آتی کالا از جمله نفت، طلا، نقره، گندم، ذرت و برنج مورد بررسی و پیامدهای مدیریت ریسک سبد پروژه در عربستان پرداختند. برای این منظور، مدل دوبعدی DCC-FIAPARCH را با و بدون شکاف ساختاری در نظر گرفتند. انیریو<sup>۹</sup> (۲۰۱۶) به ارزیابی ساختار سبد پروژه و مدیریت ریسک در اقتصادهای در حال توسعه در بانک‌ها پرداختند. چاروند و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۷) مدیریت ریسک سبد پروژه برای خرده‌فروشان برق بر مبنای یک ترجیح ریسک حداقلی را مورد مطالعه قرار دادند. برای این کار آن‌ها تصمیم‌گیری در مورد عدم اطمینان خرده‌فروش برق به‌منظور به حداکثر رساندن میزان کل انتظار را با استفاده از شبیه‌سازی توسط مدل آریمای بررسی کردند.

<sup>1</sup> Rahnamay Rud-Poshti et al.

<sup>2</sup> Gampert & Madlener

<sup>3</sup> Niu et al.

<sup>4</sup> Poursadegh et al.

<sup>5</sup> Teller & Kock

<sup>6</sup> Ghorbel & Trabelsi

<sup>7</sup> Bagherian and Shadrokh

<sup>8</sup> Mensi et al.

<sup>9</sup> Onyiri

<sup>10</sup> Charwand et al.



فاز ساختمان و نصب و با در نظرگیری مدیریت ریسک در پروژه‌های نیروگاهی ارائه دادند. بر این اساس با انجام مطالعه موردی در نیروگاه بادی منجیل، ابتدا مهم‌ترین ریسک‌های فاز ساختمان و نصب در این پروژه با در نظرگیری ریسک‌های مختلف قراردادی شناسایی و سپس با ارائه مدل مدیریت ریسک، به ارزیابی شدت اثر، احتمال کشف و احتمال وقوع ریسک‌ها و اثر آن‌ها بر روی اهداف اصلی پروژه مورد مطالعه یعنی زمان، کیفیت، هزینه و ایمنی پرداخته شد. فتاحی و خلیل زاده<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) در تحقیقی به ارزیابی ریسک با استفاده از یک مدل تلفیقی نوین مشتمل بر روش‌های: FMEA، مالتی مورای توسعه داده شده و روش AHP فازی تحت محیط فازی در کارخانه صنایع فولاد کرمان در ایران پرداختند. در این تحقیق از دو معیار میانگین عدد رتبه ریسک وزنی فازی و عدد رتبه ریسک وزنی فازی اصلاح شده استفاده شد. کارماکار و پوئل<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از روش‌های VaR و CVaR به ارزیابی مدیریت ریسک سبد پروژه پرداختند. آن‌ها برای این کار از رویکردهای پیش‌بینی و از هر دو مدل‌های حاشیه‌ای برای سری بازگشت فرد و یک مدل مشترک برای وابستگی بین سری‌های زوج را ارائه دادند. همچنین پیش‌بینی عملکرد با استفاده از مدل زوجی گارچ و با سه مدل رقابت دیگر مقایسه شد.

جدول ۱- خلاصه تحقیقات انجام شده قبلی مرتبط با موضوع تحقیق.

Table 1- Summary of previous research related to the research topic.

محققین	سال	نوع سیستم / مدل پیشنهادی			عدم قطعیت		روش تصمیم‌گیری مورد استفاده						مدل ریاضی
		مفهومی	ریاضی	فازی	فازی	استتلا	فازی	قطع	قطع	قطع	قطع	قطع	
							TOPSIS	MOORA	AHP	DEMATEL	FMEA	ANP	مدل ریاضی
رهنمای رودپشتی و ملاتی	۲۰۱۲	*											*
پورصادق و همکاران	۲۰۱۳	*			*								*
همتی و رسول پور	۲۰۱۴	*								*			*
باقریان و شادرخ	۲۰۱۵	*											*
حاجی خانی و حسن زاده	۲۰۱۶	*			*				*		*	*	*
زمانی و همکاران	۲۰۱۷	*											*
آقاگلی کاسگری و مختاری	۲۰۱۸	*			*								*
سایبانی و همکاران	۲۰۱۸	*							*				*
Lee et al.	۲۰۰۹	*			*								*
Polak et al.	۲۰۱۰	*			*								*

<sup>1</sup> Saybani et al.

<sup>2</sup> Fattahi & Khalilzadeh

<sup>3</sup> Karmakar & Paul

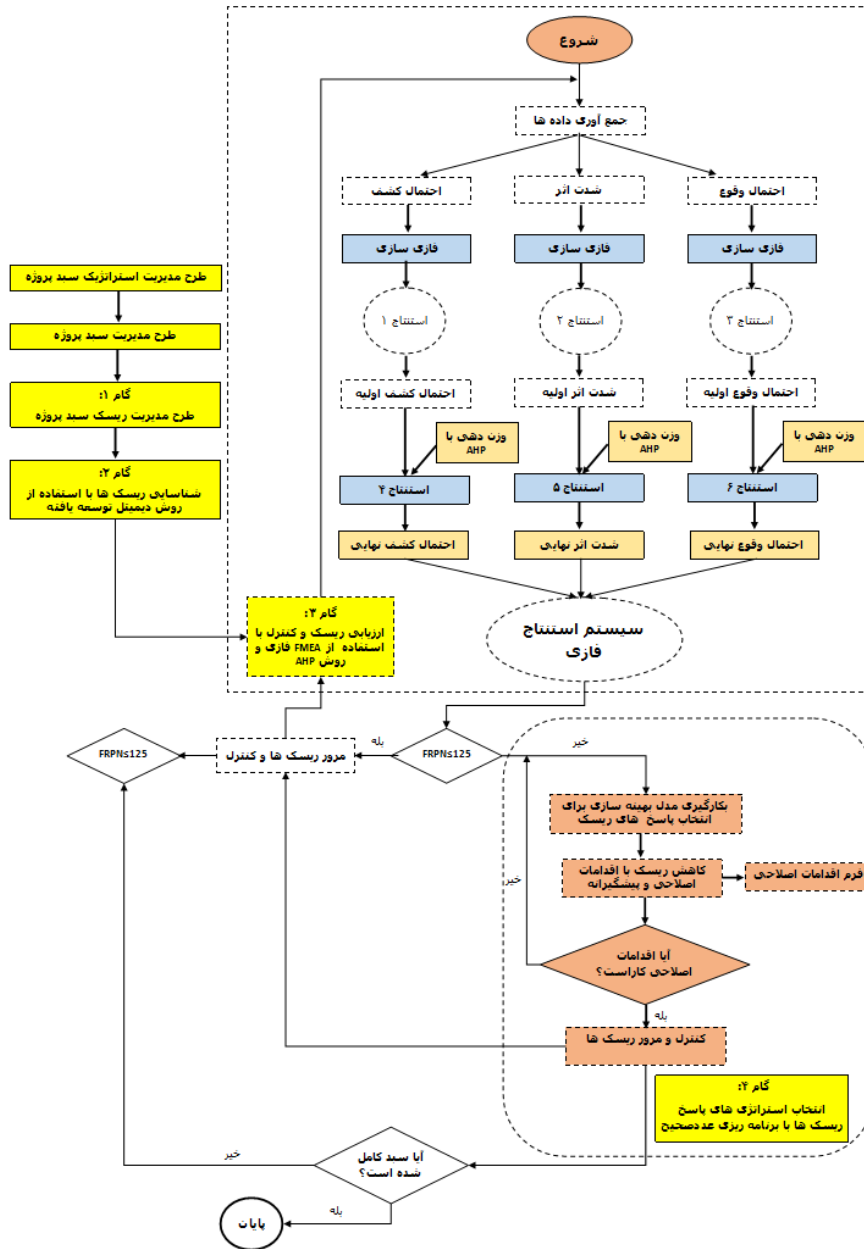
Gampert & Madlener	۲۰۱۱	*						
Ben et al.	۲۰۱۲	*				*	*	
Teller & Kock	۲۰۱۳	*						
Ghorbel & Trabelsi	۲۰۱۴	*						
Mensi et al.	۲۰۱۵	*				*	*	
Onyiriu	۲۰۱۶	*				*		
Charwand et al.	۲۰۱۷	*	*			*		
Fattahi & Khalilzadeh	۲۰۱۸	*		*	*	*		
Karmakar & Paul	۲۰۱۹	*				*		
مقاله حاضر	۲۰۲۰	*	*		*	*	*	*



اکنون با توجه به تحقیقات پیشین؛ در تحقیق‌های قبلی که در زمینه مدیریت ریسک سبد پروژه‌ها و پاسخ‌دهی به این ریسک‌ها صورت گرفته است، تحقیقی که یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه و پاسخ‌دهی به ریسک‌ها ارائه داده باشد، یافت نشد. لذا تحقیق حاضر یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه و پاسخ‌دهی به ریسک‌ها ارائه و با یک مطالعه موردی ارزیابی قرار می‌دهد که این مهم‌ترین نوآوری این تحقیق است. همچنین؛ سیستم خبره فازی تلفیقی پیشنهادی طراحی شده از روش دیمتل توسعه داده شده برای شناسایی مهم‌ترین ریسک‌ها، از روش‌های تلفیقی FMEA فازی و روش AHP برای ارزیابی این ریسک‌ها و از یک مدل ریاضی (مدل سازی ریاضی) برای پاسخ‌دهی به ریسک‌ها و با استفاده از داده‌های مطالعه موردی بهره می‌گیرد.

### ۳- روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق جهت گردآوری اطلاعات در زمینه مبانی نظری و ادبیات تحقیق موضوع، از منابع کتابخانه‌ای، مقالات، کتاب‌های موردنیاز و نیز از سایت‌های معتبر علمی و به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها موردنیاز تحقیق از نظرات خبرگان فعال در هلدینگ مورد مطالعه استفاده شده است. برای این کار ابتدا با استفاده از روش دیمتل توسعه داده شده و در اکسل ریسک‌های موجود در سبد پروژه در هلدینگ مورد مطالعه شناسایی می‌شوند. سپس با استفاده از روش‌های FMEA فازی در اکسل و روش AHP در نرم‌افزار اکسپرت چوییس؛ ریسک‌های شناسایی شده ارزیابی و مهم‌ترین ریسک‌ها مشخص می‌شوند. سپس با توجه به قواعد استنتاج فازی سوگنو، از آنجاکه مقادیر RPN برای هرکدام از ۱۰ ریسک شناسایی شده کمتر از ۱۲۵ است، لذا خروجی‌های این مرحله تأیید و وارد فازی نهایی مسئله برای انتخاب استراتژی‌های پاسخ به ریسک‌های مهم‌تر می‌شویم. در مرحله بعد نیز با استفاده از یک مدل ریاضی پیشنهادی و حل آن در نرم‌افزار گمز، به پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم پرداخته می‌شود. در این مدل ریاضی؛ برای پاسخ به ریسک‌های شناسایی شده، باید مجموعه ریسک‌ها و مجموعه پاسخ‌های ریسک‌ها، مجموعه فعالیت‌ها و مجموعه معیارهای ارزیابی ریسک‌ها در نظر گرفته شوند و یک مدل ریاضی یک هدفه پاسخ‌دهی به ریسک با توجه به تحقیقات قبلی ارائه گردد. سپس مدل ریاضی حل و از بین پاسخ‌های ارائه شده برای ریسک‌های بالقوه شناسایی شده و در فعالیت‌های موردنظر با معیارهای مهم انتخابی؛ بهترین پاسخ‌هایی که بیشترین هم‌افزایی و کارایی را در کنترل ریسک و ارتقای خروجی فعالیت‌ها دارند، انتخاب شوند. مدل ریاضی پیشنهادی در نرم‌افزار گمز حل خواهد شد. در انتها یافته‌ها تحلیل، به سؤالات تحقیق پاسخ داده می‌شود و همچنین راهکارهای پیشنهادی کاربردی و نتیجه‌گیری کلی تحقیق توسط محقق ارائه می‌شوند. در شکل ۱؛ مدل مفهومی تحقیق آمده است.



شکل ۱- فلوچارت سیستم خبره فازی نوین طراحی شده پیشنهادی.

Figure 1- Flowchart of the proposed newly designed fuzzy expert system.

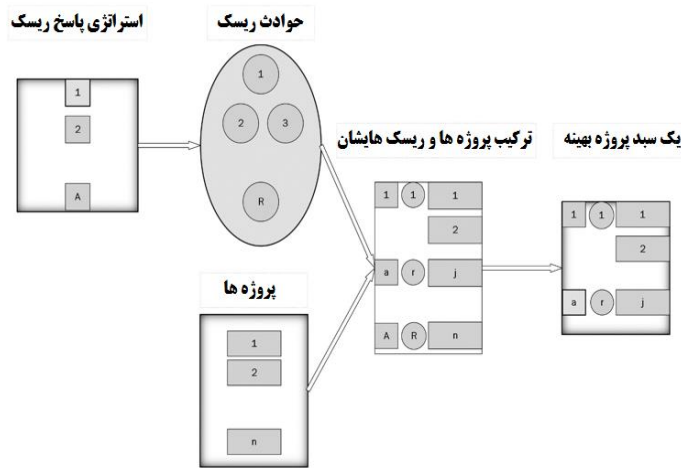
همچنین مدل ریاضی پیشنهادی به شرح زیر است.

### ۱-۳- مدل ریاضی پیشنهادی

مدل ریاضی پیشنهادی یک مدل برای انتخاب سبد پروژه بهینه با در نظر گرفتن چندین محدودیت در یک دوره زمانی برنامه ریزی است. همچنین این مدل می تواند برای انتخاب استراتژی های پاسخ ریسک استفاده شود؛ که در این تحقیق برای انتخاب استراتژی های پاسخ ریسک استفاده می شود. مسئله انتخاب استراتژی پاسخ ریسک پروژه ترکیبی با چهار مفهوم پایه (محیط پروژه، ساختار شکست کاری، رخداد ریسک و پاسخ های ریسک) است که ۳ عنصر کلیدی (زمان بندی، هزینه و کیفیت) در این حیطه ها مورد توجه قرار گرفته است. در شکل ۲؛ فرایندهای انتخاب و کنترل بهترین پروژه را نشان می دهد. در این شکل یک استراتژی برای پاسخ به حوادث ریسک  $r$ ام وجود دارد؛ به عبارت دیگر؛ باید  $N$  پروژه با پاسخ های ریسکشان ارزیابی شده تا بتوان یک سبد پروژه بهینه را انتخاب نمود. پورتفولیوی بهینه به عنوان پروژه های  $Z$  برتر خواهد بود. تمام پارامترهای مدل ریاضیاتی به صورت منعطف تغییر می کنند و در این مدل؛



یک سبد بهینه با توجه به هزینه پاسخ ریسک آن پروژه انتخاب شده است. البته مطلوبترین استراتژی‌های پاسخ ریسک می‌تواند از طریق حل مدل به دست آید. در ادامه شکل ۲ که نمای شهودی انتخاب پاسخ ریسک را نشان می‌دهد و همچنین مدل ریاضی پیشنهادی آمده است.



شکل ۲- فرایند استراتژی‌های پاسخ ریسک سبد پروژه.

Figure 2- Process portfolio risk response strategies.

در جدول ۲؛ مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای مدل ریاضی پیشنهادی تعریف و تشریح شده‌اند:

جدول ۲- شرح و تعاریف مقدمات ریاضی مدل پیشنهادی.

Table 2- Descriptions and definitions of the proposed mathematical model.

مجموعه‌ها	
$j$	پروژه‌ها. ( $j = 1, 2, \dots, n$ )
$i$	منابع انسانی. ( $i = 1, 2, \dots, m$ )
$k$	ماشین‌آلات. ( $k = 1, 2, \dots, s$ )
$o$	مواد اولیه. ( $o = 1, 2, \dots, z$ )
$t$	دوره زمانی. ( $t = 1, 2, \dots, T$ )
$w$	فعالیت‌های کاری. ( $w = 1, 2, \dots, W$ )
$r$	حوادث ریسک. ( $r = 1, 2, \dots, R$ )
$a$	پاسخ استراتژیک داوطلب برای ریسک. ( $a = 1, 2, \dots, A$ )
$\bar{M}$	مجموعه تمام زوج استراتژی‌هایی که با یکدیگر تضاد دارند
$\bar{M}$	مجموعه تمام زوج استراتژی‌هایی که با یکدیگر هماهنگ هستند و ارتباط سازنده دارند
پارامترها	
$H_{it}$	ماکزیمم منابع انسانی نوع $i$ در بازه زمانی $t$ برحسب فرد - ساعت
$h_{ij}$	منابع انسانی موردنیاز نوع $i$ برای پروژه $j$ برحسب فرد-ساعت
$\bar{M}_{kt}$	ماکزیمم ماشین-ساعت در دسترس نوع $k$ در بازه زمانی $t$
$m_{kj}$	ماشین-ساعت موردنیاز نوع $k$ برای پروژه $j$
$R_{ot}$	ماکزیمم مواد خام موردنیاز نوع $o$ در بازه زمانی $t$
$r_{oj}$	ماکزیمم مواد خام موردنیاز نوع $o$ برای پروژه $j$
$\bar{B}_{jt}$	ماکزیمم بودجه ساعتی در دسترس برای پروژه $j$ در بازه زمانی $t$
$\bar{C}_{it}$	هزینه ساعتی منابع انسانی نوع $i$ در بازه زمانی $t$
$\bar{C}_{kt}$	هزینه ساعتی ماشین نوع $k$ در بازه زمانی $t$



$\tilde{C}_{ot}$	هزینه هر واحد مواد خام نوع $o$ در بازه زمانی $t$
$W_w$	وامین فعالیت کاری
$R_r$	وامین پاسخ ریسک
$A_a$	وامین استراتژی‌های پاسخ ریسک داوطلب
$C_a$	هزینه به کارگیری استراتژی پاسخ ریسک $a$
$\tilde{C}_a$	هزینه ساعتی به کارگیری استراتژی پاسخ ریسک $a$
$\tilde{p}_{jt}$	سود خالص پروژه $j$ در بازه زمانی $t$
$I_{jt}$	نرخ بازگشت سرمایه برای پروژه $j$ در دوره زمانی $t$
$MARR_t$	حداقل نرخ جذاب بازگشت سرمایه پروژه در دوره $t$
$q_r^w$	افت کیفیت تخمین زده شده برای فعالیت کاری $w$ هنگامی که ریسک $r$ رخ دهد
$q_{ar}^w$	افت کیفیت تخمین زده شده برای فعالیت کاری $w$ بعد از بکارگیری پاسخ ریسک $a$ برای ریسک $r$
$Q_{max}$	حد بالای افت کیفیت پروژه
$\varepsilon^w$	بازه زمانی بین اتمام فعالیت کاری $w$ و شروع فعالیت کاری بعدی آن
$s_r^w$	تعداد روزهای تخمین زده شده برای انجام فعالیت کاری $w$ اگر ریسک $r$ رخ دهد
$s_{ar}^w$	تعداد روزهای تخمین زده شده برای انجام فعالیت کاری $w$ بعد از به کارگیری پاسخ ریسک $a$ برای ریسک $r$
$\delta^w$	حد بالای افت کیفیت فعالیت کاری $w$ به طوری که بر ساخت در فعالیت بعدی تأثیر نگذارد
$\hat{T}_{max}$	حد بالای تأخیر ساعتی در تحویل پروژه
$T_{max}$	حد بالای تأخیر در تحویل پروژه
$\bar{e}_{ar}$	تأثیر ساعتی پاسخ ریسک تخمین زده شده بعد از به کارگیری پاسخ ریسک $a$ برای ریسک $r$
$d_{jt}$	طول پروژه $j$ در دوره زمانی $t$
متغیرهای تصمیم	
$x_{jt}$	متغیر باینری که اگر پروژه $j$ برای سرمایه‌گذاری در دوره $t$ انتخاب شود ۱ و در غیر این صورت صفر.
$z_{jar}$	متغیر باینری که اگر استراتژی پاسخ $a$ برای حادثه ریسک $r$ در پروژه $j$ بکار گرفته شود عدد ۱ و در غیر این صورت صفر

مدل ریاضی این تحقیق در ۲ تابع هدف آمده است. تابع هدف (۱) سود خالص ناشی از انتخاب سبد پروژه و تأثیر استراتژی‌های پاسخ تمام ریسک‌ها برای هر پروژه سبد انتخابی را ماکزیمم می‌نماید. تابع هدف (۲) برای حداقل نمودن هزینه کل پروژه‌های انتخابی استفاده شده است. در این تابع هدف، نخستین عبارت هزینه منابع انسانی، عبارت دوم مربوط به هزینه ماشین‌آلات، سومین عبارت هزینه منابع مواد خام و آخرین عبارت ریاضی نیز استراتژی‌های پاسخ‌های ریسک به کارگیری شده را نشان می‌دهد. در ادامه مدل ریاضی پیشنهادی به تفکیک آمده است:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } Z_1 &\approx \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n x_{jt} \times \tilde{p}_{jt} + \sum_{j=1}^n \sum_{a=1}^A \sum_{r=1}^R z_{jar} \times \bar{e}_{ar} & (1) \\
 \text{Min } Z_2 &\approx \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n x_{jt} \sum_{i=1}^m \tilde{h}_{ij} \cdot \bar{C}H_{it} + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n x_{jt} \sum_{k=1}^s \tilde{m}_{kj} \cdot \bar{C}H_{kt} & (2) \\
 &+ \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n x_{jt} \sum_{o=1}^z \tilde{r}_{oj} \cdot \bar{C}H_{ot} + \sum_{j=1}^n \sum_{a=1}^A \bar{C}H_a \max_r z_{jar} \\
 \text{s.t. } &\sum_{t=1}^T x_{jt} \ll 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, n, & (3)
 \end{aligned}$$

$$\sum_{t=1}^T (\tilde{t} + \tilde{d}_{jt}) \cdot x_{jt} \ll \tilde{T}_{max}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n \tilde{h}_{ij} x_{jt} \ll \tilde{H}_{it}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, m, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n \tilde{m}_{kj} x_{jt} \ll \tilde{M}H_{kt}, \quad \forall k = 1, 2, \dots, s, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \tilde{r}_{oj} x_{jt} \ll \tilde{R}_{ot}, \quad \forall o = 1, 2, \dots, z, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (7)$$

$$\left( \sum_{i=1}^m \tilde{h}_{ij} \cdot \tilde{C}H_{it} + \sum_{k=1}^s \tilde{m}_{kj} \cdot \tilde{C}H_{kt} + \sum_{o=1}^z \tilde{r}_{oj} \cdot \tilde{C}H_{ot} \right) \times x_{jt} < \tilde{p}h_{jt}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad \forall t, \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{a=1}^A \tilde{C}H_a \max_r z_{jar} + \left[ \sum_{i=1}^m \tilde{h}_{ij} \tilde{C}H_{it} + \sum_{k=1}^s \tilde{m}_{kj} \tilde{C}H_{kt} + \sum_{o=1}^z \tilde{C}_{ot} \tilde{r}_{oj} \right] \times x_{jt} \ll \tilde{B}H_{jt} \quad \forall r, j, t, \quad (9)$$

$$\sum_{r=1}^R \tilde{s}_r^w - \sum_{r=1}^R \sum_{a=1}^A (\tilde{s}_{ar}^w z_{jar}) \ll \tilde{\varepsilon}^w, \quad \forall j = 1, \dots, n, \quad w = 1, 2, \dots, W - 1, \quad (10)$$

$$\sum_{r=1}^R \tilde{q}_r^w - \sum_{r=1}^R \sum_{a=1}^A (\tilde{q}_{ar}^w z_{jar}) \ll \tilde{\delta}^w, \quad \forall j = 1, \dots, n, \quad w = 1, 2, \dots, W - 1, \quad (11)$$

$$\sum_{r=1}^R \tilde{s}_r^W - \sum_{r=1}^R \sum_{a=1}^A (\tilde{s}_{ar}^W z_{jar}) \ll \tilde{T}H_{max}, \quad \forall j = n, \quad (12)$$

$$\sum_{r=1}^R \tilde{q}_r^W - \sum_{r=1}^R \sum_{a=1}^A (\tilde{q}_{ar}^W z_{jar}) \ll \tilde{Q}_{max}, \quad \forall j = n, \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jt} \cdot (\tilde{M}ARR_t - \tilde{I}_{jt}) \ll 0, \quad \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jt} \gg 0, \quad \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (15)$$

در ادامه

$$z_{jar} + z_{j\acute{a}r} \ll 1 \quad (A_a, A_{\acute{a}}) \in \tilde{M} \quad \forall j = 1, \dots, n \quad a, \acute{a} = 1, \dots, A \quad , r, \acute{r} = 1, \dots, R, \quad (16)$$

$$z_{jar} - z_{j\acute{a}r} \ll 0 \quad (A_a, A_{\acute{a}}) \in \tilde{M} \quad \forall j = 1, \dots, n \quad a, \acute{a} = 1, \dots, A \quad , r, \acute{r} = 1, \dots, R, \quad (17)$$

$$z_{j\acute{a}r} \in \{0,1\} \quad z_{j\acute{a}\acute{r}} \in \{0,1\} \quad \forall j = 1, \dots, n \quad a, \acute{a} = 1, \dots, A \quad , r, \acute{r} = 1, \dots, R, \quad (18)$$

$$x_{jt} \in \{0,1\} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n, \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (19)$$



محدودیت (۳) اطمینان پیدا می‌کند که انتخاب هر پروژه در بازه برنامه‌ریزی تنها یک بار رخ می‌دهد. محدودیت (۴)

بیان می‌کند که زمان ترکیبی هر پروژه انتخاب‌شده کمتر از مجموع دوره زمانی برنامه‌ریزی پروژه و حد بالای برای تأخیر در تحویل پروژه است. محدودیت (۵) تا محدودیت (۷) ماکزیمم محدودیت‌های تمام سه نوع منابع را بیان می‌کنند.

محدودیت (۵) بیان می‌کند که تعداد منابع انسانی از هر نوع موردنیاز برای پروژه‌ها در دوره انتخاب، نمی‌تواند از ماکزیمم منابع انسانی در دسترس برای انواع آن و در تمام دوره‌های برنامه‌ریزی شده فراتر برود. محدودیت (۶) یقین پیدا می‌کند که تمام منابع ماشین-ساعت در انواع آن و برای پروژه‌ها در دوره انتخاب از ماکزیمم منابع ساعت-ماشین در دسترس برای همه انواع آن و در تمام دوره‌های برنامه‌ریزی فراتر نمی‌رود. محدودیت (۷) اطمینان می‌دهد که تمام منابع مواد خام از همه انواع موردنیاز برای پروژه‌ها در دوره انتخاب از ماکزیمم منابع مواد خام از همه انواع و برای دوره‌های زمانی کل فراتر نمی‌رود.

محدودیت (۸) یقین می‌دهد که هزینه کل هر پروژه انتخابی کمتر از سود آن پروژه برای تمام دوره‌های برنامه‌ریزی است. محدودیت (۹) اطمینان می‌دهد که هزینه کل پروژه انتخابی شامل: هزینه‌های منابع انسانی، هزینه منابع ماشین‌آلات، هزینه مواد خام و هزینه به‌کارگیری استراتژی‌های پاسخ ریسک کمتر از بودجه آن پروژه برای تمام پروژه‌ها و در تمام دوره‌های برنامه‌ریزی است. محدودیت (۱۰) بیان می‌کند که در هر پروژه، هر فعالیت کاری (منهای آخرین فعالیت) در زمان مشخص شده تمام شده است، در غیر این صورت این فعالیت تأثیری بر زمان‌های شروع فعالیت بعدی در آن پروژه ندارد. محدودیت (۱۱) یقین پیدا می‌کند که در هر پروژه، هر فعالیت کاری (به جزء فعالیت آخر) مجبور به حفظ سطح معینی از کیفیت هست و در غیر این صورت آن فعالیت تأثیر مطلوب ساخت بر فعالیت بعدی ندارد.

محدودیت (۱۲) نشان می‌دهد که در هر پروژه، آخرین فعالیت کاری باید در دوره زمانی تعیین شده تمام شده باشد. محدودیت (۱۳) نشان می‌دهد که در هر پروژه، آخرین فعالیت کاری باید استاندارد کیفیت پروژه را تأیید کرده باشد. محدودیت (۱۴) اطمینان حاصل می‌کند که اگر یک پروژه انتخاب شده باشد، جذاب است و این بدان معناست که نرخ داخلی بازگشت سرمایه پروژه انتخابی باید بیشتر یا مساوی با کمترین نرخ جذاب بازگشت سرمایه باشد. محدودیت (۱۵) نشان می‌دهد که در هر دوره؛ پروژه می‌تواند انتخاب شود. محدودیت (۱۶) تا (۱۸) درباره استراتژی‌ها هستند. محدودیت (۱۶) بیان می‌کند که استراتژی‌های  $A_{a1}$  و  $A_{a2}$  در هر پروژه همدیگر را منع می‌کنند و با هم تعارض دارند. محدودیت (۱۷) بیان می‌کند که اگر استراتژی‌های  $A_{a1}$  و  $A_{a2}$  در هر پروژه با همدیگر تعارض یا تداخل داشته باشند، تنها یکی از آن‌ها انتخاب خواهد شد. محدودیت (۱۸) بیان می‌کند که پروژه‌ها با یکدیگر همکاری می‌کنند اگر یک استراتژی انتخاب شده باشد، یک استراتژی مشخص دیگر نیز باید انتخاب شده باشد. محدودیت (۱۹) متغیرهای باینری برای هر پروژه را شرح می‌دهند و محدودیت (۲۰) اشاره به متغیرهای تصمیم باینری اشاره دارد. در ادامه یافته‌ها ارائه و تحلیل می‌شوند.

سپس با روش تابع مرتبه فازی ( $FRF^1$ ) مدل ریاضی رو به دیفازی تبدیل می‌کنیم. این تابع به‌عنوان یک روش موفق و بسیار کاربردی برای پوشش عدم قطعیت پارامترها ارائه شده است که از اعداد فازی دوزنقه‌ای و یک تابع ریاضی برای رفع عدم قطعیت استفاده می‌نماید. این تابع سه حالت ممکن برای هر پارامتر شامل: بهترین حالت، حالت نرمال و بدترین حالت را در نظر می‌گیرد. سپس با دیفازی کردن مطابق تعریف ضابطه تابع، یک مقدار قطعی ارائه می‌دهد که



<sup>1</sup> Fuzzy Rank Function

این مقدار دارای عدم قطعیت بسیار پایینی است. این روش در مقایسه با روش‌های سناریوسازی و روش‌های استوار جواب بهتری داده و به‌خصوص استفاده از آن بسیار راحت‌تر است. در معادله ضابطه تابع مرتبه فازی آمده است.

$$R : F(R) \rightarrow R$$

$$R(\tilde{a}_j) = \frac{(a_j - m_j) + 2a_j + (a_j + n_j)}{4} \cong \frac{a^l + a^u}{2} \quad (20)$$



#### ۴- آنالیز یافته

مطابق بررسی‌های به‌عمل‌آمده از یکی از هلدینگ همراه اول به‌عنوان مطالعه موردی؛ در این هلدینگ چهار پروژه: مطابق  $A, B, C$  و  $D$  وجود دارد. در این تحقیق؛ سه پروژه اول با توجه به نظر خبرگان از هلدینگ مورد مطالعه، به‌عنوان مطالعه موردی این تحقیق استفاده شده است؛ بنابراین تعداد ۲۳ ریسک مختلف در این سه پروژه شناسایی شد که برای شناسایی آن‌ها از ۱۱ نفر از مدیران ارشد، مدیران پروژه، معاونین و کارشناسان خبره مشغول به فعالیت در این هلدینگ به‌عنوان خبرگان بهره گرفته شد. در مرحله شناسایی و غربال ریسک‌های معرفی شده از سوی خبرگان از روش دیمتال توسعه داده شده استفاده شد. همچنین برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز این تحقیق از ابزار پرسشنامه محقق ساخته استفاده شد. در ادامه نیز از روش‌های FMEA، روش AHP و مدل‌سازی ریاضی برای دستیابی به اهداف تحقیق نیز بهره گرفته شد. در ادامه آنالیز هر بخش ارائه شده است.

#### ۴-۱- ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از روش دیمتال توسعه داده شده

در این تحقیق؛ تعداد ۲۳ ریسک از طریق بررسی ادبیات تحقیق و نظر خبرگان برای هلدینگ مورد مطالعه شناسایی شد که در یک پرسشنامه تنظیم شدند و جهت جمع‌آوری نظر خبرگان توزیع شدند. برای این شناسایی و انتخاب ریسک‌های برتر، از روش دیمتال توسعه داده شده استفاده شد. در ادامه، یافته‌های روش مذکور آمده است. در جدول ۳؛ مجموعه ریسک‌های شناسایی شده آمده است.

جدول ۳- ریسک‌های شناسایی شده اولیه توسط خبرگان.

Table 3- Risks initially identified by experts.

ردیف	شرح عامل	ردیف	شرح عامل
۱	ریسک عدم دسترسی به اطلاعات	۱۳	ریسک تدارکات
۲	ریسک بازار	۱۴	ریسک قراردادی
۳	ریسک شکست سیستم اطلاعات	۱۵	ریسک کیفیت تولید
۴	ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها	۱۶	ریسک مدیریت
۵	ریسک امنیت سیستم اطلاعات	۱۷	ریسک اجتماعی
۶	ریسک صحت اطلاعات	۱۸	ریسک انتظارات مشتری
۷	ریسک سیاسی	۱۹	ریسک فنی
۸	ریسک رقابت	۲۰	ریسک سفارش مواد
۹	ریسک محیطی	۲۱	ریسک ایمنی
۱۰	ریسک لجستیک	۲۲	ریسک عملکرد تأمین
۱۱	ریسک هزینه تهیه و توزیع	۲۳	ریسک موجودی
۱۲	ریسک نیروی انسانی		

شناسایی شدند. برای این کار از یک پرسشنامه مخصوص روش دیمتل برای جمع‌آوری داده‌ها بهره‌برداری شده است. پس از انجام محاسبات، از بین ۲۳ ریسک شناسایی شده، تنها ۸ ریسک در زمره ریسک‌های مهم و مناسب برای ارزیابی و کنترل انتخاب شده است. در جدول ۴؛ لیست ۸ ریسک نهایی به همراه مقادیرشان آورده شده است.

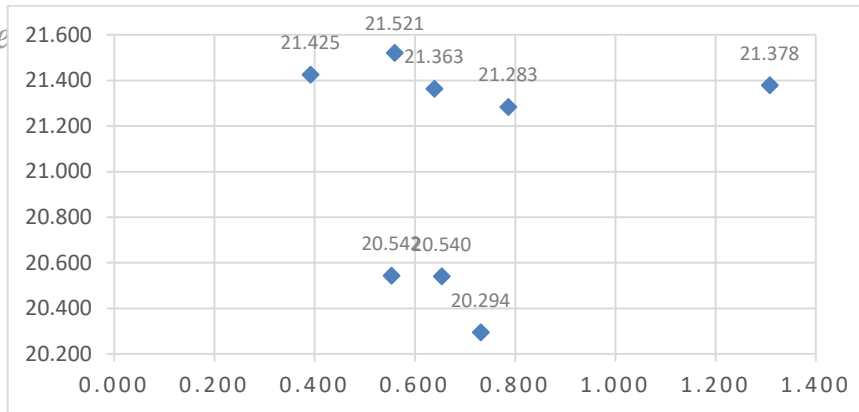
جدول ۴- لیست ریسک‌های انتخاب شده نهایی.

Table 4 - List of final selected risks.

D-R	D+R	R	D	شرح ریسک	روابط علی معیارهای مدل
۲۱/۳۸۱	- ۱/۴۳۴	۱۱/۴۰۸	۹/۹۷۴	ریسک عدم دسترسی به اطلاعات	ریسک ۱
۲۱/۰۲۴	- ۰/۷۲۹	۱۰/۸۷۷	۱۰/۱۴۷	ریسک بازار	ریسک ۲
۲۱/۴۲۵	۰/۳۹۱۸	۱۰/۵۱۷	۱۰/۹۰۸	ریسک شکست سیستم اطلاعات	ریسک ۳
۲۱/۲۸۳	۰/۷۸۶۲	۱۰/۲۴۸	۱۱/۰۳۴	ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها	ریسک ۴
۲۰/۶۴۲	- ۰/۵۳	۱۰/۵۸۶	۱۰/۰۵۶	ریسک امنیت سیستم اطلاعات	ریسک ۵
۲۰/۲۸۶	- ۰/۶۷۵	۱۰/۴۸۰	۹/۸۰۶	ریسک صحت اطلاعات	ریسک ۶
۲۰/۶۴۴	- ۰/۱۸۴	۱۰/۴۱۴	۱۰/۲۳۰	ریسک سیاسی	ریسک ۷
۲۱/۵۳۵	۰/۲۴۷۲	۱۰/۶۴۴	۱۰/۸۹۱	ریسک رقابت	ریسک ۸
۲۰/۷۵۶	- ۰/۷۹۵	۱۰/۷۷۵	۹/۹۸۰	ریسک محیطی	ریسک ۹
۲۰/۴۶۳	- ۰/۷۱۳	۱۰/۵۸۸	۹/۸۷۵	ریسک لجستیک	ریسک ۱۰
۲۱/۳۷۸	۱/۳۰۷۷	۱۰/۰۳۵	۱۱/۳۴۳	ریسک هزینه تهیه و توزیع	ریسک ۱۱
۲۰/۵۴	۰/۶۵۳۱	۹/۹۴۳	۱۰/۵۹۷	ریسک نیروی انسانی	ریسک ۱۲
۲۱/۳۶۳	۰/۶۳۸۴	۱۰/۳۶۲	۱۱/۰۰۱	ریسک تدارکات	ریسک ۱۳
۲۰/۸۶۳	- ۰/۴۳۵	۱۰/۶۴۹	۱۰/۲۱۴	ریسک قراردادی	ریسک ۱۴
۲۰/۴۴	۰/۰۰۱۶	۱۰/۲۱۹	۱۰/۲۲۱	ریسک کیفیت تولید	ریسک ۱۵
۲۲/۰۰۵	- ۰/۳۸۴	۱۱/۱۹۴	۱۰/۸۱۰	ریسک مدیریت	ریسک ۱۶
۲۰/۴۳	- ۰/۴۷۲	۱۰/۴۵۱	۹/۹۷۹	ریسک اجتماعی	ریسک ۱۷
۲۰/۳۹۵	- ۰/۰۹۶	۱۰/۲۴۵	۱۰/۱۴۹	ریسک انتظارات مشتری	ریسک ۱۸
۲۱/۵۲۱	۰/۵۵۹۷	۱۰/۴۸۰	۱۱/۰۴۰	ریسک فنی	ریسک ۱۹
۲۱/۳۴۸	۰/۳۴۶۹	۱۰/۵۰۰	۱۰/۸۴۷	ریسک سفارش مواد	ریسک ۲۰
۲۰/۲۹۴	۰/۷۳۱۱	۹/۷۸۲	۱۰/۵۱۳	ریسک ایمنی	ریسک ۲۱
۲۰/۵۴۲	۰/۵۵۳	۹/۹۹۵	۱۰/۵۴۸	ریسک عملکرد تأمین	ریسک ۲۲
۲۰/۲۷۸	۰/۲۳۰۹	۱۰/۰۲۴	۱۰/۲۵۴	ریسک موجودی	ریسک ۲۳

همچنین وضعیت ۸ ریسک شناسایی شده بر روی نمودار روابط علل معیاری در روش دیمتل، به ترتیب به شرح شکل ۳ است. مطابق اطلاعات شکل ۳؛ ۲ ریسک از مجموعه ۸ ریسک شناسایی شده دارای تأثیر بالا هستند و بقیه ریسک‌ها وضعیت متعادل تری دارند. شرح موقعیت قرارگیری هرکدام از این ریسک‌ها، به‌طور شهودی نشان داده شده است.





شکل ۳- نمودار موقعیت ریسک‌های شناسایی شده.

Figure 3- Graph of the position of identified risks.

اکنون با استفاده از روش تلفیقی FMEA و روش AHP به ارزیابی و سطح تأثیرگذاری ریسک‌های شناسایی شده پرداخته می‌شود.

#### ۴-۲- یافته‌های رتبه‌بندی ریسک‌های مهم با استفاده از روش AHP

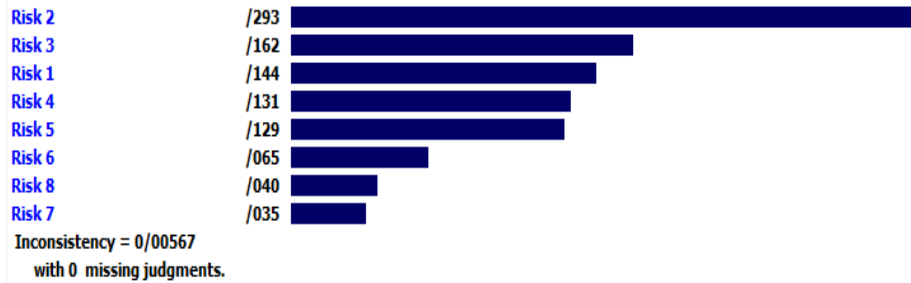
پس از در پردازش داده‌ها با نرم‌افزار اکسپرت چوییس، نکته مهم برای پردازش‌ها با این روش این است که برای ارزیابی پایایی پرسشنامه‌های طراحی شده جهت آنالیز سلسله مراتبی مجموعه ریسک‌ها؛ از مقدار «نرخ ناسازگاری» استفاده می‌شود؛ که این نرخ باید برای هر پرسشنامه؛ کمتر از  $0/1$  باشد تا پایایی پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده؛ تأیید شود (فتاحی و خلیل زاده، ۲۰۱۸). در جدول ۵؛ نرخ ناسازگاری برابر  $0/00567$  به دست آمده و اعتبار یافته‌ها را تأیید می‌نماید. همچنین مطابق اطلاعات جدول ۴؛ به ترتیب وزن ریسک‌های: ریسک شکست سیستم اطلاعات، ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها، ریسک هزینه تهیه و توزیع، ریسک تدارکات، ریسک نیروی انسانی، ریسک فنی، ریسک ایمنی و ریسک عملکرد تأمین به ترتیب برابر:  $0/144$ ،  $0/293$ ،  $0/162$ ،  $0/131$ ،  $0/129$ ،  $0/065$ ،  $0/035$  و  $0/040$  به دست آمد.

جدول ۵- یافته‌های آنالیز رتبه‌بندی با AHP برای ریسک‌های مهم.

Table 5- Findings of ranking analysis with AHP for significant risks.

ردیف	عامل	نماد اختصاری	وزن	رتبه
۱	ریسک شکست سیستم اطلاعات	Risk 1	$0/144$	۳
۲	ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها	Risk 2	$0/293$	۱
۳	ریسک هزینه تهیه و توزیع	Risk 3	$0/162$	۲
۴	ریسک تدارکات	Risk 4	$0/131$	۴
۵	ریسک نیروی انسانی	Risk 5	$0/129$	۵
۶	ریسک فنی	Risk 6	$0/065$	۶
۷	ریسک ایمنی	Risk 7	$0/035$	۸
۸	ریسک عملکرد تأمین	Risk 8	$0/040$	۷

همچنین در شکل ۴؛ نمودار مربوط به وزن هرکدام از ریسک‌های شناسایی شده، آمده است. مطابق اطلاعات شکل ۴؛ بیشترین و بااهمیت‌ترین ریسک مربوط به ریسک ۲ است. میزان نرخ ناسازگاری نیز برابر  $0/00567$  به دست آمده که نشان می‌دهد نتایج یافته‌های روش AHP معتبر است.



شکل ۴- نمودار وزن‌های به‌دست‌آمده از روش AHP برای ریسک‌های مهم.

Figure 4- Graph of weights obtained from AHP method for significant risks.

اکنون مطابق چارچوب ارائه‌شده برای گام‌های تحقیق حاضر، پس از شناسایی ریسک‌های موجود در پروژه‌های انتخابی هلدینگ مورد مطالعه، اکنون با استفاده از روش FMEA به ارزیابی و کنترل ریسک‌های با استفاده از روش استنتاج فازی در سه حیطة: احتمال وقوع، شدت اثر و احتمال کشف پرداخته می‌شود. برای این کار با استفاده از پرسشنامه مخصوص روش FMEA، داده‌های موردنیاز از خبرگان در دسترس جمع‌آوری شد. سپس مطابق گام‌های تحقیق، ابتدا مقادیر اولیه و سپس مقادیر نهایی برای هرکدام از سه مخلفه نامبرده به دست آمد.

#### ۴-۳- یافته‌های ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از روش FMEA

پس از دریافت نظرات خبرگان، از نظرات میانگین گرفته و مطابق گام‌های روش FMEA مقادیر اولیه برای احتمال وقوع، شدت اثر و احتمال کشف هر ریسک محاسبه شد. لذا جهت به دست آوردن مقادیر RPN برای هرکدام از ریسک‌ها، در این مرحله با ضرب وزن‌های به‌دست‌آمده از روش AHP در مقادیر عددی به‌دست‌آمده از روش FMEA مقادیر RPN هر ریسک حاصل شد. در جدول ۶؛ مقادیر محاسبه‌شده برای هرکدام از این ریسک‌ها به تفکیک آمده است. مطابق اطلاعات جدول ۶؛ بیشترین احتمال وقوع ریسک برابر ۲/۶۷ درصد برای ریسک دوم؛ بیشترین شدت اثر برابر ۲/۷۶ درصد برای ریسک چهارم؛ و بیشترین احتمال کشف ریسک برابر ۳/۱۳ درصد برای ریسک چهارم به‌دست‌آمده است. همچنین نتایج RPN نهایی پس از تأثیر دادن وزن هر ریسک بر مقدار RPN اولیه آن، نتایج متفاوتی ارائه می‌دهد. البته مقادیر RPN تمامی ریسک‌ها پایین بوده و این نشان از حاد نبودن ریسک‌های شناسایی شده است.

جدول ۶- مقادیر نهایی RPN ریسک‌ها.

Table 6- RPN final values of risks.

مقدار RPN	احتمال وقوع نهایی	شدت اثر نهایی	احتمال کشف نهایی	ریسک
۱۸/۷۱۳۴۳۹	۲/۵۷۰۳۸۵	۲/۶۳۹۴۴۳	۲/۷۵۸۳۱	ریسک ۱
۱۱/۷۳۴۶۳۴	۲/۶۷۴۴۴۲	۲/۳۱۱۳۶۹	۱/۸۹۸۳۱	ریسک ۲
۲/۳۸۴۱۴۶	۱/۵۴۴۴۲۲	۱/۵۳۵۱۳۲	۱/۱۴۰۸۴۵	ریسک ۳
۲۲/۱۳۰۵۸۵	۲/۵۵۰۹۱۳	۲/۷۶۵۸۹۳	۳/۱۳۶۶۲	ریسک ۴
۰/۷۱۸۷۵۵	۱/۰۷۲۸۱۹	۰/۸۳۸۰۵۱	۰/۷۹۹۴۳۷	ریسک ۵
۰/۱۳۰۶۱۰	۰/۵۴۰۵۶۸	۰/۵۲۷۸۴۲	۰/۴۵۷۷۴۶	ریسک ۶
۰/۳۳۹۳۳۹	۰/۶۳۱۸۴۶	۰/۶۹۸۳۷۶	۰/۷۶۹۰۱۴	ریسک ۷
۰/۰۴۷۵۳۷	۰/۳۷۳۲۲۵	۰/۳۸۹۷۹۱	۰/۳۲۶۷۶۱	ریسک ۸



در مرحله بعد با استفاده از مدل ریاضی پیشنهادی، انتخاب استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک انجام می‌شود. در ادامه آنالیز یافته‌های مربوط به مدل ریاضی پیشنهادی به تفکیک آمده است.

اکنون با توجه به قواعد استنتاج فازی سوگنو، از آنجاکه مقادیر RPN برای هرکدام از ۱۰ ریسک شناسایی شده کمتر از ۱۲۵ است، لذا خروجی‌های این مرحله تأیید و وارد فازی نهایی مسئله برای انتخاب استراتژی‌های پاسخ به ریسک‌های مهم‌تر می‌شویم؛ اما با توجه به نیاز تحقیق، نتایج استنتاج فازی؛ به شرح زیر به دست آمده است:

For Risk i: If  $RPN \leq 125$  Then Result is Ok

در نتیجه برای هر ۱۰ ریسک با توجه به نتایج جدول ۷ داریم:

For Risk 1:	If	$RPN R1 = 7.55560 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 2:	If	$RPN R2 = 9.37130 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 3:	If	$RPN R3 = 50.2653 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 4:	If	$RPN R4 = 19.4073 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 5:	If	$RPN R5 = 49.1969 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 6:	If	$RPN R6 = 0.94730 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 7:	If	$RPN R7 = 1.75780 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 8:	If	$RPN R8 = 0.20380 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 9:	If	$RPN R9 = 2.52150 \leq 125$	Then	Result is Ok
For Risk 10:	If	$RPN R10 = 1.60380 \leq 125$	Then	Result is Ok

لذا نتایج هر ۱۰ ریسک از فیلتر قواعد استنتاج سوگنو تأیید شده و بنابراین ریسک‌های ۶، ۸، ۱۰، ۷، ۹ و ریسک ۱ به ترتیب با عدد RPN برابر  $7.55560$ ،  $9.37130$ ،  $50.2653$ ،  $19.4073$ ،  $49.1969$ ،  $0.94730$ ،  $1.75780$ ،  $0.20380$ ،  $2.52150$  و  $1.60380$  به علت بسیار کم‌اهمیت بودن و ناچیز بودن تأثیر آن‌ها، از لیست ده‌تایی ریسک‌ها کنار گذاشته می‌شوند و مدل ریاضی با در نظر گرفتن وجود ۴ ریسک مهم؛ کد نویسی و حل می‌شود تا استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک در این حالت نیز انتخاب می‌شوند. در ادامه یافته‌های این بخش ارائه و نتایج آن تحلیل می‌شوند.

#### ۴-۴ یافته‌های مدل ریاضی چندهدفه پیشنهادی

مدل ریاضی دوهدفه جهت انتخاب استراتژی بهینه پاسخ به ریسک بوده که به‌عنوان یک مسئله برنامه‌نویسی دوهدفه در نرم‌افزار گمز ورژن 24.1.3 با استفاده از یک لپ‌تاپ ۳۲ بیتی با CPU اینتل (P6200 2.13GHz) و RAM ۲ گیگابایتی با ویندوز ۸/۱ حل و به پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم کد شده است؛ بنابراین مدل در نرم‌افزار گمز کد نویسی و آنالیز حساسیت و تحلیل ورودی‌ها خروجی‌های مدل در ادامه فصل آمده است. در ادامه نتایج حاصل از حل قطعی مدل در نرم‌افزار گمز ارائه شده و تحلیل‌های لازم نیز انجام شده است. برای کد نویسی مدل در نرم‌افزار گمز ورودی‌های مجموعه‌ها شامل مقادیر پارامترهای مربوط به: ۳ پروژه، ۵ منابع انسانی، ۴ ماشین، ۳ نوع مواد خام، ۴ دوره زمانی، ۴ فعالیت کاری، ۸ ریسک و ۸ استراتژی پاسخ به ریسک بوده است.

پس از حل مدل در نرم‌افزار گمز، خروجی‌های شامل مقادیر متغیرهای تعریف شده در مسئله و مقادیر تابع هدف است. در مدل پیشنهادی دو متغیر  $x_{jt}$  (متغیر باینری که اگر پروژه j برای سرمایه‌گذاری در دوره t انتخاب شود ۱ و در غیر

مطابق اطلاعات جدول ۷، برای هر سه دوره زمانی؛ پروژه اول برای سرمایه‌گذاری انتخاب شده و حداقل سازی هزینه‌ها در سطح مناسب و حداکثر سازی سود نیز در سطح مناسبی است. در رابطه با تعامل بین استراتژی‌ها، استراتژی سوم یک استراتژی سازنده و مناسب تشخیص داده شده است.

جدول ۷- خروجی مربوط به متغیر  $x_{jt}$ .

Table 7- Output related to variable  $x_{jt}$ .

مقادیر و نتایج			
ارتباط بین استراتژی‌ها	objfunc2	objfunc1	
(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)	- ۱۶۲۲	- ۴۵	X(1,1) متغیر $x_{jt}$
(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)	- ۱۵۷۵	- ۳۰	X(1,2)
(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)	- ۱۳۵۰	- ۵۰	X(1,3)

در جدول ۸؛ اطلاعات خروجی مربوط به متغیر  $Z_{jar}$  را نشان می‌دهد. مطابق اطلاعات جدول ۸، استراتژی پاسخ ۱ برای حادثه ریسک ۱ و در هر سه پروژه انتخاب شده است. در رابطه با تعامل بین استراتژی‌ها، استراتژی سوم یک استراتژی سازنده و مناسب تشخیص داده شده است. منفی بودن علامت مقادیر توابع به مفهوم بهبود حاصل شده در مقادیر است. به عنوان مثال؛ میزان سود حداکثر شده پس از به کارگیری استراتژی پاسخ ۱ برای ریسک ۱ و در پروژه ۱ میزان ۱۳ واحد پولی بهبود، برای پروژه دوم ۱۱ واحد بهبود و برای پروژه سوم نیز ۹ واحد بهبود داشته است. بعلاوه؛ میزان حداقل سازی هزینه‌ها پس از به کارگیری استراتژی پاسخ ۱ برای ریسک ۱ و در هر سه پروژه؛ بهبودی به میزان ۲۰ واحد پولی در پی داشته است.

جدول ۸- خروجی مربوط به متغیر  $Z_{jar}$ .

Table 8- Output related to fire variable.

مقادیر و نتایج			
ارتباط بین استراتژی‌ها	objfunc2	objfunc1	
(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)	- ۲۰	- ۱۳	$Z_{jar}$ متغیر $Z_{jar}$
(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)	- ۲۰	- ۱۱	Z(1,1,2)
(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)	- ۲۰	- ۹	Z(1,1,3)

همچنین زمان حل مدل برابر 0:00:00:015 بوده که زمان حل مناسبی است و لذا مدل پیشنهادی توانست انتخاب استراتژی بهینه در هلدینگ همراه اول را انجام دهد و پروژه مناسب سرمایه‌گذاری را نیز انتخاب نماید.

## ۵- نتیجه‌گیری

این تحقیق باهدف طراحی یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه در یک هلدینگ همراه اول انجام شد. برای این کار ابتدا ریسک‌های موجود در چهار پروژه در دست اجرای این هلدینگ با استفاده از روش دیمتل توسعه داده شده و در اکسل شناسایی شد. سپس با استفاده از روش‌های FMEA فازی در اکسل و روش AHP در



نرم افزار اکسپرت چوییس؛ ریسک های شناسایی شده ارزیابی و مهم ترین ریسک ها مشخص و در گام آخر نیز با استفاده از یک مدل ریاضی پیشنهادی و حل آن در نرم افزار گمز؛ به پاسخ دهی به ریسک های مهم انجام شد. بر این اساس یافته های تحقیق نشان داد که تعداد بیست و سه ریسک در پروژه های در حال اجرا از هلدینگ همراه اول مورد مطالعه شناسایی شد و یافته های حاصل از روش دیمتل توسعه داده شده عبارت اند بودند از: ریسک شکست سیستم اطلاعات، ریسک قوانین، مقررات و ضمانت نامه ها، ریسک هزینه تهیه و توزیع، ریسک تدارکات، ریسک نیروی انسانی، ریسک فنی، ریسک ایمنی و ریسک عملکرد تأمین. سپس با استفاده از روش AHP ریسک ها رتبه بندی شدند. یافته های روش FMEA نیز نشان داد که به ترتیب: ریسک شکست سیستم اطلاعات، ریسک قوانین، مقررات و ضمانت نامه ها، ریسک هزینه تهیه و توزیع، ریسک تدارکات، ریسک نیروی انسانی، ریسک فنی، ریسک ایمنی و ریسک عملکرد تأمین مهم ترین تا کم اهمیت ترین ریسک بودند. یافته های حاصل از حل و اجرای مدل ریاضی در نرم افزار گمز هم نشان داد که مدل پیشنهادی از کارایی و قابلیت لازم برای انتخاب استراتژی های بهینه پاسخ به ریسک ها برقرار است. لذا سیستم خبره فازی نوین پیشنهادی نیز از قابلیت و کارایی لازم برای مدیریت ریسک سبد پروژه در هلدینگ مورد مطالعه، برخوردار است. البته این تحقیق با توجه به حفظ محرمانگی اطلاعات، محدودیت هایی مانند دسترسی به اطلاعات داشته است. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می شود عدم قطعیت و مسائل زیست محیطی در مدل تأثیر داده شود و با الگوریتم های فراابتکاری نیز مسئله حل گردد.

## منابع

- Bagherian, Sh., & Shadrokh, Sh. (2015). *Portfolio risk management system methodology design* (Master thesis, Sharif University of Technology). Retrieved from <https://civilica.com/doc/74038/>
- Poursadegh, N., Farschchi, M. R., & Movahedi Sefat, M. R. (2013). Risk management in military contexts: a game-based assessment approach. *Military management quarterly*, 13(51), 1-44. (In Persian). URL: [http://jmm.iranjournals.ir/article\\_7577.html?lang=en](http://jmm.iranjournals.ir/article_7577.html?lang=en)
- Rahnamay Rud-Poshti, F., & Molaie, M. (2012). Portfolio risk management using revised value-at-risk (VaR) models. *Quarterly journal of financial engineering and securities management*, 13(3), 123-152. (In Persian). URL: [http://fej.iauctb.ac.ir/article\\_511704.html?lang=fa](http://fej.iauctb.ac.ir/article_511704.html?lang=fa)
- Haji Khani, P., & Hasanazade, M. R. (2016). *Provide a model for assessing and managing project risk in organizations* (Master thesis, Tehran University of Science and Culture). Retrieved from <https://civilica.com/doc/43859/>
- Salami, A., & Fadavi, A. (2014). *Identify the risks of the project-based organization and rank them using multi-criteria decision-making techniques* (Master thesis, Islamic Azad University). Retrieved from <https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=168672>
- Saybani, M., Hatami, F., Heravi, H. (2018). Prioritizing risks and proposing a risk management model in wind farms developments according to project management standard. *Amirkabir journal of civil engineering*, 50(4), 801-812. (In Persian). URL: [https://ceej.aut.ac.ir/article\\_2657.html?lang=en](https://ceej.aut.ac.ir/article_2657.html?lang=en)
- Shaneghi, K., & Mohammadifar, H. (2007). Investigating risk management with a risk measurement approach in portfolio matrices. *Fifth international management conference*, (p. 1-5).
- Sadeghi, A., Khatami, M. A., & Maghsoudi, A. (2011). *Evaluation and ranking of common risks in the life cycle phases of Tehran municipality construction projects using fuzzy TOPSIS technique (case study: Chitgar artificial dam and lake)* (Master thesis, Allameh Tabatabai University). Retrieved from <https://fiload.ir/product/25646/aa/3592>
- Soofifard, R., Khakzar Bafruei, M. (2016). An optimal model for project risk response portfolio selection (P2RPS) (case study: research institute of petroleum industry). *Iranian journal of management studies*, 9(4), 741-765. (In Persian). URL: [https://ijms.ut.ac.ir/article\\_59374.html?lang=en](https://ijms.ut.ac.ir/article_59374.html?lang=en)
- Falegari, M., Jabbaezade, Y., & Fazlzade, A. R. (2015). *The effect of portfolio risk management on project portfolio success, with the mediating role of risk management quality by considering internal and external dynamics* (Master thesis, University of Management and Accounting). Retrieved from <https://elmnet.ir/article/20563399-31412/>
- Ghasemi, F., Sari, M. H., & Falsafi, R. (2015). *Provide an effective solution for project portfolio risk analysis* (Master thesis, Tehran University of Arts). Retrieved from <https://hotel-yab.ir/?t=1001&e=33025978&ref=sayer>
- Enayati, A., Soltanpanah, H., Qari Quran, A. (2013). A Survey on the risk management in water transmission projects (case study: Kurdistan regional water company). *Quarterly journal of industrial management*, 8(26), 25-36. (In Persian). URL: [http://imj.iausdj.ac.ir/article\\_537270.html?lang=en](http://imj.iausdj.ac.ir/article_537270.html?lang=en)
- Ebadati, M., & Barmayehvar, B. (2018). Evaluation, prioritization and risk management in Excavation projects. *Disaster prev. manag. know.* 8(4), 365-372. (In Persian). URL: <http://dpmk.ir/article-1-223-fa.html>
- Moazam-jazi, Z., Hamed, M., & Esmaeiliat, GH. R. (2016). Identification, qualitative analysis and clustering of risk of airline projects based on P M B O K. *Sharif journal of industrial engineering and management*, 32(2), 35-46. (In Persian). URL: <https://www.magiran.com/paper/1700306>
- Hatefi, M. A., Rostami, M., Nofte, N., & Bazgir, B. (2016). Design and implementation of a decision support system for project risk management in Sarkhon and Qeshm gas refineries. *International journal of industrial engineering and production management*, 27(4), 617-633. (In Persian). URL: <http://ijiepm.iust.ac.ir/article-1-1247-fa.html>



- Niu, B., Fan, Y., Xiao, H., & Xue, B. (2012). Bacterial foraging-based approaches to portfolio optimization with liquidity risk. *Neurocomputing*, 98, 90-100.
- Charwand, M., Gitizadeh, M., & Siano, P. (2017). A new active portfolio risk management for an electricity retailer based on a drawdown risk preference. *Energy*, 118, 387-398.
- Gampert, M., & Madlener, R. (2011). Pan-European management of electricity portfolios: risks and opportunities of contract bundling. *Energy policy*, 39(5), 2855-2865.
- Ghorbel, A., & Trabelsi, A. (2014). Energy portfolio risk management using time-varying extreme value copula methods. *Economic modelling*, 38, 470-485.
- Karmakar, M., & Paul, S. (2019). Intraday portfolio risk management using VaR and CVaR: a CGARCH-EVT-Copula approach. *International journal of forecasting*, 35(2), 699-709.
- Lee, E., Park, Y., & Shin, J. G. (2009). Large engineering project risk management using a Bayesian belief network. *Expert systems with applications*, 36(3), 5880-5887.
- Mensi, W., Hammoudeh, S., & Kang, S. H. (2015). Precious metals, cereal, oil and stock market linkages and portfolio risk management: evidence from Saudi Arabia. *Economic modelling*, 51, 340-358.
- Onyiri, L. (2016). Bank assets Portfolio structure and risk management in developing economies. *Bank risk management in developing economies*, 1, 297-320.
- Polak, G. G., Rogers, D. F., & Sweeney, D. J. (2010). Risk management strategies via minimax portfolio optimization. *European journal of operational research*, 207(1), 409-419.
- Teller, J., & Kock, A. (2013). An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success. *International journal of project management*, 31(6), 817-829.

