فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال چهارم/ شماره پانزدهم/ پاییز ۱۳۹٤

توسعه سیستم پشتیبان تصمیم مدیریت ریسک سازمان در شرکت توسعه و نگهداری اماکن ورزشی کشور

نرگس نعمتی
دانشجوی کارشناسی ارشد ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده مدیریت و اقتصاد (نویسنده مسئول)
na_nemati@yahoo.com

سینا نعمتی‌زاده
استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده مدیریت
nematizadeh51@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۲۷

چکیده

شرکت توسعه و نگهداری اماکن ورزشی کشور[1] به‌دلیل نداشتن سازوکاری نظام‌مند به‌منظور مدیریت رویدادهای ریسک، دچار مشکلاتی در تصمیمات راهبردی بوده است. از این‌رو برای تسهیل در فرآیند مدیریت ریسک سازمان (ERM)، یک سیستم پشتیبان تصمیم که بتواند تصمیم‌گیری در کلیه مراحل فرآیند مدیریت ریسک سازمان را پشتیبانی کند توسعه داده شد. در این پژوهش ضمن این که سعی می‌شود تا تصمیم‌گیری در کلیه مراحل مدیریت ریسک پشتیبانی شود، از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل روش وزن‌دهی بردار ویژه و روش TOPSIS، سیستم استنتاج فازی و برنامه‌ریزی عدد صحیح نیز استفاده می‌شود. استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌علت استفاده از معیارهای کمی و کیفی و گاه متناقض در آن‌ها و همچنین استفاده از نظر خبرگان، نیازمند یک سیستم پشتیبانی از تصمیم است. بنابراین برای اجرا و بررسی عملکرد مدل پیشنهادی، یک نرم افزار توسعه داده شده و در شرکت توسعه و به‌صورت خاص در مجموعه فرهنگی ورزشی انقلاب اجرا شد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک سازمان، سیستم پشتیبان تصمیم، روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، سیستم استنتاج فازی، برنامه‌ریزی عدد صحیح.

۱- مقدمه

امروزه با افزایش عدم اطمینان، سازمان‌ها با چالش‌های متعددی مواجه شده‌اند. همچنین بروز خطا در تصمیم‌گیری، زیان‌های جبران‌ناپذیری را به بار می‌آورد. مدیریت ریسک رویکردی نوین در راستای ارتقاء اثربخشی سازمان‌ها بوده که با توجه به ماهیت نامطمئن محیط سازمان، افزایش پیچیدگی ریسک‌ها، و لزوم صرف بهینه منابع از اهمیت انکارناپذیری برخوردار است. همچنین برای تسهیل در فرآیند مدیریت ریسک سازمان، لزوم توسعه سیستم‌های پشتیبان تصمیم برای افزایش اثربخشی و کارایی فرآیند مدیریت ریسک وجود دارد.
هدف اصلی این مقاله طراحی سیستم پشتیبان تصمیم مدیریت ریسک سازمان می‌باشد. به‌منظور تحقق این هدف ابتدا باید اهداف فرعی زیر محقق گردند:

- شناسایی فرآیند مدیریت ریسک سازمان؛
- شناسایی ابزارها و مدل‌های مورد نیاز در هر یک از اجزاء این فرآیند؛
- طراحی و توسعه یک نرم‌افزار مناسب و پیاده‌سازی آن در سازمان مورد مطالعه؛

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- اصول و مفاهیم ریسک و مدیریت ریسک

مفهوم ریسک به‌شکل‌های مختلفی بیان می‌شود. از نظر برخی پژوهشگران، ریسک تغییری است که امکان بروز آن به‌طور طبیعی در نتایج یک وضعیت وجود دارد [۱] و از نظر تئوری به‌معنای احتمال انحراف از رسیدن به هدف مطلوب می‌باشد [۲]. بر اساس ISO Guide 73, 2009 [۳] ریسک تأثیر عدم قطعیت بر اهداف سازمان است که اغلب به‌صورت ترکیبی از عواقب یک رخداد و احتمال وقوع آن بیان می‌شود.

توسعه تئوری احتمال و آمار در قرن هفده‌ام، کمی ساختن ریسک را معنی‌دار ساخت. از قرن هجده‌ام تا بیستم، ارزیابی کمی ریسک عموماً محدود به بیمه، بانکداری، بازارهای مالی و کارگزاری‌های دولتی خاص می‌شد. از نظر Diarcy [۴]، مدیریت ریسک توسط گروهی از مبتکرین صنعت بیمه مثل Robert Mehr و Bob Hedges در سال ۱۹۵۰ توسعه یافته است.

در دهه ۱۹۹۰ استفاده از ابزارهای مالی به‌طور گسترده در ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر این فشار ناشی از سهامداران و ذینفعان، باعث شد تا سازمان‌ها اقدامات بیشتری علاوه بر خرید بیمه اتخاذ نمایند تا بتوانند با بحران‌های مالی مقابله کنند [۵].

اگرچه پیشرفت روش‌ها و کاربرد آن‌ها در سازمان‌های مختلف یکسان نبوده است، ولی سیر تکامل مدیریت ریسک سازمان را می‌توان ناشی از برخی عوامل، از جمله پیچیدگی ریسک‌ها، فشارهای بیرونی، کمی‌سازی ریسک‌ها و مفاهیم مشترک مدیریت ریسک دانست [۶].

۲-۲- تعاریف مدیریت ریسک

بر اساس ISO Guide 73, 2009 [۳]، مدیریت ریسک فعالیت‌های هماهنگ شده برای هدایت و کنترل یک سازمان با توجه به ریسک می‌باشد. داگلاس هوبارد [۷] در یک تعریف کوتاه‌تر بیان می‌کند که مدیریت ریسک، هوشمند بودن در رابطه با کسب شانس‌ها است.

۲-۳- مدیریت ریسک سازمان (ERM)

قرار دادن کلمه «سازمان» در کنار کلمه «مدیریت ریسک» نشان‌دهنده یک رویکرد جامع به ریسک در شرکت می‌باشد [۷]. براساس تعریف کمیته سازمان‌های حامی کمسیون تردوی[۲] (COSO) [۸] مدیریت ریسک سازمان با ریسک‌ها و فرصت‌هایی سر و کار دارد که بر ایجاد یا حفظ ارزش تأثیر دارند. براساس این تعریف «مدیریت ریسک سازمان فرآیندی است که توسط مدیریت و پرسنل سازمان تحت تأثیر قرار می‌گیرد و در تدوین استراتژی و در سرتاسر سازمان به‌کار گرفته می‌شود و برای شناسایی رویدادهای بالقوه‌ای که ممکن است بر سازمان تأثیر داشته باشند طراحی شده است و ریسک را در سطح اشتیاق سازمان مدیریت می‌کند تا یک اطمینان منطقی نسبت به دستیابی به اهداف سازمان به‌دست آید».

در این پژوهش مدل پیشنهادی بر اساس دو مدل رایج طراحی شده است که در ذیل به‌طور خلاصه به آن‌ها پرداخته می‌شود:

مدل COSO با عنوان «مدیریت ریسک سازمان- چارچوب یکپارچه»

COSO یک سازمان بخش خصوصی است که برای بهبود کیفیت گزارشات مالی از طریق اخلاق کسب و کار، کنترل‌های داخلی مؤثر و حاکمیت شرکتی، اختصاص یافته است و در سال ۱۹۸۵ برای حمایت از یک بخش خصوصی مستقل به‌نام تردوی، شکل گرفت. این سازمان چارچوب «کنترل‌های داخلی- چارچوب یکپارچه[۳]» را در ۱۹۹۲ برای کمک به کسب و کارها و سایر مؤسسات جهت ارزیابی و افزایش سیستم‌های کنترل داخلی شان منتشر کرد [۹]. COSO به تحقق اهداف مدیریت در چهار مقوله استراتژیک، عملیاتی، گزارش‌گری و رعایتی اشاره دارد [۹].

استاندارد ISO 31000:2009 : مدیریت ریسک- اصول و رهنمودها

این استاندارد، استانداردی جهانی است که با نیازهای خاص و ساختار هر سازمان ترکیب می‌شود و می‌تواند برای سازمان‌هایی با تغییرات سریع، سازمان‌هایی با منابع محدود و سازمان‌هایی که به‌دنبال مدیریت سریع‌تر و انعطاف‌پذیرتر ریسک استراتژیک و عملیاتی خود هستند، بسیار مفید باشد. ساختار این استاندارد بر اساس اصول، چارچوب و فرآیند می‌باشد [۱۰].

۲-۴- تحلیل تصمیم گیری چند شاخصه (MADM)

در مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه چند گزینه وجود دارد که با در نظر گرفتن چندین معیار، بهترین گزینه ممکن انتخاب می‌شود. این نوع از مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته مدل‌های جبرانی[۴] و غیرجبرانی[۵] تقسیم

می‌شود [۱۱]. باید به این موضوع اشاره کرد که نمی‌توان از روش‌های غیرجبرانی برای اولویت‌بندی ریسک‌ها استفاده کرد. چون در روش‌های غیرجبرانی مبادله بین شاخص‌ها وجود ندارد؛ در حالی که در مسأله اولویت-بندی ریسک، شاخص‌های مختلف بر یکدیگر تأثیر دارند. بنابراین روش مبتنی بر نزدیکی به گزینه ایده‌آل (TOPSIS) روش مناسبی است [۱۲]. در این روش شاخص‌ها باید به‌طور یکنواخت افزایشی یا کاهشی و همچنین مستقل از هم باشند [۱۱]. با توجه به این‌که در مسأله رتبه‌بندی ریسک‌ها موارد ذکر شده نقض نمی-شوند و همچنین به‌دلیل سادگی استفاده از روش TOPSIS، این روش مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۲-۵- منطق فازی

به‌طور کلی اگر میزان پیچیدگی و عدم قطعیت سیستم کم باشد، می‌توان با استفاده از معادلات ریاضی با دقت بالا، سیستم را مدل‌سازی کرد. اگر پیچیدگی سیستم زیاد بوده و داده‌های کافی موجود نباشد و یا داده‌های موجود مبهم و غیرصریح باشند، منطق فازی بهترین وسیله برای مدل‌سازی سیستم خواهد بود.

در سیستم‌های عملی یکی از منابع اطلاعات، افراد خبره و منبع دیگر اندازه گیری‌ها و مدل‌های ریاضی هستند. مسأله مهم، ترکیب این دو نوع اطلاعات است. برای این منظور باید دانش بشری را در چارچوبی مشابه مدل‌های ریاضی فرموله کرد. این تبدیل توسط یک سیستم فازی انجام می‌شود که شامل فازی‌ساز، موتور استنتاج فازی و غیرفازی‌ساز می‌باشد [۱۳].

۲-۶- سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری[۶] (DSS)

در اوایل سال ۱۹۷۰ اسکاتمورتون برای نخستین بار مفهوم سیستم پشتیبان تصمیم را بیان کرد. او سیستم پشتیبان تصمیم را «سیستم‌های مبتنی بر کامپیوتر محاوره‌ای که با استفاده از داده‌ها و مدل‌ها، مسائل ساختارنیافته را حل می‌کنند»، تعریف کرد. این سیستم برای مدیران سطوح تاکتیکی و استراتژیک که با مسائل نیمه‌ساخت‌یافته مواجه هستند، ارائه شده است[۱۴]. در تعریفی جامع، سیستم پشتیبان تصمیم یک سیستم اطلاعاتی مبتنی بر کامپیوتر است که با ترکیب داده‌ها و مدل‌ها جهت حل مشکلات ساخت‌نیافته جهت استفاده کاربران زیاد با یک واسط کاربرپسند به‌کار می‌رود[۱۵].

۲-۷- پیشینه‌های پژوهشی

سیستم‌های پشتیبان تصمیم و متدولوژی‌های مختلفی، در زمینه فرآیند ارزیابی ریسک ارئه گردیده‌اند که به برخی از آن‌ها به اختصار اشاره می‌شود.

سیستم ICRAM-1 که توسط Hastak و Shaked [۱۶] ارائه گردید؛ یک نگرش ساخت‌یافته را برای ارزیابی شاخص‌های ریسک در پروژه‌های ساخت بین‌المللی ارائه می‌دهد.

Han و دیگران [۱۷] یک چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره را برای مدیریت ریسک‌های مالی سبد پروژه‌های سازمان ارائه نمودند.

Dikmen و Birgonul [۱۸] روشی برای کمی‌سازی ریسک‌های پروژه با استفاده از تکنیک AHP ارائه کردند. آن‌ها بر اساس مدل شبکه‌های عصبی، یک سیستم پشتیبان تصمیم نیز ارائه نمودند که پروژه‌ها را با توجه به جذابیت‌ها و مزایای رقابتی‌شان طبقه‌بندی می‌نماید.

An. M.، Huang و Baker [۱۹] یک متدولوژی ارزیابی ریسک با استفاده از رویکرد استنتاج فازی و FAHP ارائه کردند. روش آن‌ها می‌تواند هم داده‌ها و اطلاعات کیفی و هم کمی مرتبط با کارایی و اثربخشی عملیات راه-آهن را بسنجد.

Neumann (2011) یک مدل فازی ارئه کرد که در آن سطح ریسک بر اساس فاکتورهای ریسک و سیستم مبتنی بر قانون که توسط خبرگان ایجاد شده بود، مشخص می‌شد [۲۰].

Lin و Jianping [۲۱] در مقاله خود از روش F-ANP برای سنجش ریسک‌های پروژه مهندسی پردیس جدید[۷] با ترکیب روش ANP و تئوری فازی استفاده کردند.

Deng و دیگران [۲۲] یک رویکرد نیمه‌کمی که بتواند اطلاعات نادقیق، داده‌های نامعلوم و دانش خبرگان را به‌کار گیرد برای تحلیل ریسک سیستم‌های پیچیده ارائه دادند. آن‌ها از ترکیب احتمال شکست سیستم و پیامدهای مرتبط، با استفاده از رویکرد کلامی، برای تشریح اجزء سیستم استفاده کردند. این رویکرد بر اساس تئوری مجموعه فازی و تئوری شواهد دمپستر-شافر[۸] می‌باشد.

Fang و Marle [۲۳] یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای مدیریت ریسک‌های پروژه و تعاملات بین ریسک‌ها ارائه کردند. آن‌ها یک چارچوب یکپارچه توسعه دادند که شامل شناسایی، ارزیابی و تحلیل شبکه ریسک می‌باشد.

Mokhtari و دیگران [۲۴] برای پاسخ‌دهی به عدم قطعیت‌ها و اطمینان از کنترل مستمر ریسک در صنعت بندر، از تئوری مجموعه فازی برای تشریح و ارزیابی فاکتورهای ریسک استفاده کردند. آن‌ها یک چارچوب پشتیبانی تصمیم ایجاد کردند که برای ارزیابی ریسک‌های بندرها یا ترمینال‌ها جهت کمک به استراتژی‌های بهبود مستمر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Ebrahimnejad و دیگران [۲۵] یک رویکرد ارزیابی ریسک برای رتبه‌بندی ریسک‌های بالا در پروژه‌های با اندازه بزرگ ارائه کردند. رویکرد آن‌ها بر اساس تئوری مجموعه فازی و یک روش توسعه یافته VICOR بود. آن‌ها رویکرد خود را با دو روش TOPSIS و LINMAP در محیط فازی مقایسه کردند.

Hong و Lee [۲۶]، یک سیستم پشتیبان تصمیم برای مدل‌سازی ریسک فرآیندهای تدارکات و طراحی یک برنامه خرید شامل انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش ارائه کردند. در این تحقیق الگوریتم شبیه‌سازی مونت کارلو برای کمی کردن ریسک‌های تأمین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت.

Feng و Chung [۲۷] با هدف بهبود کمبودهای عدد اولویت ریسک (RPN) سنتی، و مشکل شناسایی مقدار آستانه از طریق ترکیب روش منطق فازی و مفهوم FMECA با وزن‌دهی فاکتور تصمیم ریسک به ارزیابی ریسک‌های فرودگاه بین‌المللی تویان تایوان پرداختند.

ابراهیم‌نژاد و کرمی‌راد [۲۸] به ارائه مدلی جهت ارزیابی ریسک‌های پروژه در سدهای خاکی عسلویه، با معیارهای فازی پرداختند. آن‌ها جهت انجام مدیریت ریسک، چهار مرحله پیش‌بینی کردند. این مراحل شامل شناسایی علل بروز تأخیر و افزایش هزینه پروژه، آنالیز کیفی عوامل ریسک، ارزیابی کمی ریسک به‌وسیله کنترل منطق فازی و در نهایت ارزیابی میزان تأثیر ریسک پروژه بر روی اهداف با استفاده از کنترل منطق فازی است.

قائدشرف، علائی‌اورگانی و ملکی [۲۹] به ارائه الگوریتمی جهت تخمین و اولویت‌بندی ریسک فعالیت‌های پروژه بااستفاده از روش‌های MADM فازی پرداخته‌اند.

صیادی، حیاتی و منجزی [۳۰] مدلی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک پروژه‌های تونل‌سازی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه تخصیص خطی، شباهت به گزینه ایده‌آل و مجموع وزین ساده ارائه کرده‌اند. در فاز پاسخ‌گویی به ریسک تحقیقات بسیار کمی انجام شده است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود.

Ben-David و Raz [۳۱] مدلی ارائه کردند که فعالیت‌های پروژه، رویدادهای ریسک و اقدامات کاهش ریسک و اثرات آن‌ها را در یک چارچوب جامع، یکپارچه می‌سازد. این مدل نمایش اثرات همپوشاننده چند اقدام کاهش ریسک و نمایش اثرات رویدادهای ریسک ثانویه را امکان‌پذیر می‌سازد، و میزان ریسک پروژه را در ترکیبات متفاوت از اقدامات کاهش ریسک اندازه‌گیری می‌کند. خروجی مدل ترکیبی از مجموعه‌ای از اقدامات کاهش ریسک می‌باشد که هزینه پیش‌بینی شده برای پروژه را تا حد امکان مینیمم می‌کند.

Ben-David، Rabinowitz و Raz [۳۲] در مقاله دیگری کار Ben-David و Raz (2001) را به سه روش توسعه دادند. ابتدا یک فرمول ریاضی کامل از مسأله انتخاب اقدامات ارائه دادند که شامل محدودیت‌های شدنی بودن در اقدامات کاهش ریسک بود. این مدل با یک الگوریتم شاخه و حد[۹] غیر کارا حل شد. سپس الگوریتم‌های بهینه‌سازی و ابتکاری برای حل مسأله انتخاب اقدامات کاهش ریسک ارائه شد.

Piney [۳۳] یک ابزار تصمیم‌گیری یکپارچه در قالب یک نمودار پاسخ‌گویی به ریسک‌های پروژه معرفی می‌کند. او ابتدا با استفاده از دو شاخص احتمال و میزان تأثیر، ناحیه و نوع تصمیم استراتژی پاسخ به ریسک را مشخص می‌کند. سپس با استفاده از یک فلوچارت پیشنهادی، راهبرد مناسب جهت پاسخ‌گویی به ریسک انتخاب می‌شود.

Kujawski [۳۴] با استفاده از تکنیک‌هایی چون درخت تصمیم، شبیه‌سازی مونت کارلو و پروفایل‌های ریسک تجمعی، بهترین راهبرد پاسخ به ریسک را مشخص می‌کند طوری که هزینه‌های پروژه مینیمم شود.

Kayis و دیگران [۳۵] یک متدولوژی کاهش ریسک برای طراحی فرآیند و محصول جدید در پروژه‌های مهندسی همزمان توسعه دادند. آن‌ها ابتدا مهم‌ترین ریسک‌های چرخه عمر محصول را شناسایی و کمی کردند. سپس پنج الگوریتم محاسباتی برای پیدا کردن جواب‌های شدنی جهت کاهش این ریسک‌ها توسعه دادند.

Fan، Lin و Sheu [۳۶] با در نظر گرفتن مشخصات پروژه‌ها و پارامترهای مرتبط، یک مدل ریاضی هزینه‌ای برای انتخاب استراتژی پاسخ به ریسک طراحی کردند. چارچوب مفهومی آن‌ها ضمن توصیف روابط کمی بین متغیرها، رابطه بین استراتژی پاسخ و مشخصه‌های مرتبط با پروژه را تعریف می‌کند.

Lopez وSalmeron [۳۷] ضمن شناسایی ریسک‌های پروژه‌های نرم افزاری، از رویکرد عملکرد- اهمیت[۱۰] (IPA) برای ارزیابی فاکتورهای ریسک شناسایی شده و از نتایج به‌دست آمده برای تعریف مناسب‌ترین استراتژی برای مدیریت هر ریسک استفاده کردند.

Zhang و Fan [۳۸] روشی ارائه کردند که مدل کمی و تحلیل کیفی را برای انتخاب استراتژی‌های پاسخ به ریسک، ترکیب می‌کند. آن‌ها یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح بر اساس ساختار شکست کار پروژه و ریسک‌های شناسایی شده، توسعه دادند. در این مدل، مطلوب‌ترین استراتژی‌های پاسخ با در نظر گرفتن هزینه، زمان و کیفیت پروژه، انتخاب می‌شوند. اگر راه حل بهینه پیدا نشود یا مدیران از راه حل راضی نباشند، راه دیگری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که بر اساس یک فرآیند تکرای است که شامل روابط جایگزینی[۱۱] بین بودجه، زمان و کیفیت پروژه می‌باشد.

خانزادی و خزائنی [۳۹]، ضمن ارائه یک پارامتر منحصر به‌فرد و ملموس در انتخاب سیستم‌های اجرا، یک مدل ریاضی برمبنای مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه ارائه کردند که ساختارهای متفاوت را برمبنای سرمایه مورد تهدید ارزیابی و مقایسه می‌کند و میزان ریسک در صورت انتخاب سیستم اجرای خاص برای یک پروژه را نشان می‌دهد.

دری و حمزه‌ای [۴۰] استراتژی‌های پاسخ برای مهم‌ترین ریسک‌های بحرانی را مشخص کرده‌اند و با استفاده از پژوهش‌های پیشین و همچنین تکنیک گروه اسمی، مدل تصمیم‌گیری تهیه و از طریق مقایسات زوجی، بهترین استراتژی برای مهم‌ترین ریسک انتخاب شده است.

صفایی قادی کلایی، مدهوشی و کوه‌کن موخر [۴۱]، ریسک‌های برون‌سپاری خدمات پشتیبانی در صنعت کشتی‌سازی را شناسایی و یک ساختار سلسله مراتبی برای آن‌ها ارائه کردند و از FAHP برای وزن‌دهی شاخص‌ها و از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای اولویت‌بندی ریسک‌ها استفاده کردند.

در بررسی‌های صورت‌گرفته، این موضوع روشن شد که مدل‌های مدیریت ریسک موجود عموماً به‌منظور مدیریت ریسک پروژه‌ها ارائه شده‌اند. در هیچ‌کدام از مطالعات، مدلی برای مدیریت ریسک سازمان مشاهده نشد. همچنین یک سیستم پشتیبان تصمیم که تصمیم‌گیری در کلیه مراحل مدیریت ریسک را پشتیبانی کند وجود ندارد؛ بنابراین برای تسهیل در فرآیند مدیریت ریسک سازمان، لزوم توسعه سیستم‌های پشتیبان تصمیم برای افزایش اثربخشی و کارایی فرآیند مدیریت ریسک در کلیه مراحل آن وجود دارد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

سازمان مورد مطالعه، مجموعه انقلاب می‌باشد. برای طرح‌ریزی سیستم مورد نظر، از یک تیم پنج نفره از خبرگان جهت برگزاری جلسات طوفان فکری و نیز پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه‌ها استفاده شد. با توجه به این که هدف از جلسات، استخراج دانش به‌منظور تشکیل پایگاه دانش است، این تعداد از خبرگان جهت اعتبار پایگاه دانش کافی هستند؛ چرا که پایگاه دانش را می‌توان حتی بر اساس دانش اخذ شده از یک نفر خبره نیز تشکیل داد [۴۲].

این سیستم توسط خبرگان و کارشناسان مدیریت ریسک در سازمان مورد نظر پیاده‌سازی و در انتها از آن‌ها جهت ارزیابی عملکرد سیستم طراحی شده نظرسنجی شد.

برای طراحی مدل پیشنهادی از مدل COSO و مدل ISO 31000:2009 استفاده شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل روش وزن‌دهی بردار ویژه، روش TOPSIS، سیستم استنتاج فازی و یک مدل برنامه‌ریزی خطی عددصحیح، استفاده می‌شود و برای اجرا و بررسی عملکرد مدل پیشنهادی، یک نرم‌افزار توسعه داده می‌شود. سیستم مورد نظر توسط MATLAB R2013a کدنویسی می‌شود. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS Statistics Version 22 استفاده شده است.

۴- مدل مفهومی پژوهش

مدل ارائه شده در قالب یک مدل مفهومی در شکل (۱) نشان داده شده است.

۵- نتایج پژوهش

به‌منظور تست و اعتبارسنجی مدل پیشنهادی، سیستم پشتیبان تصمیم طراحی شده در مجموعه انقلاب اجرا شد و نتایج آن در ادامه ارائه می‌شود.

گام اول- برنامه‌ریزی مدیریت ریسک سازمان

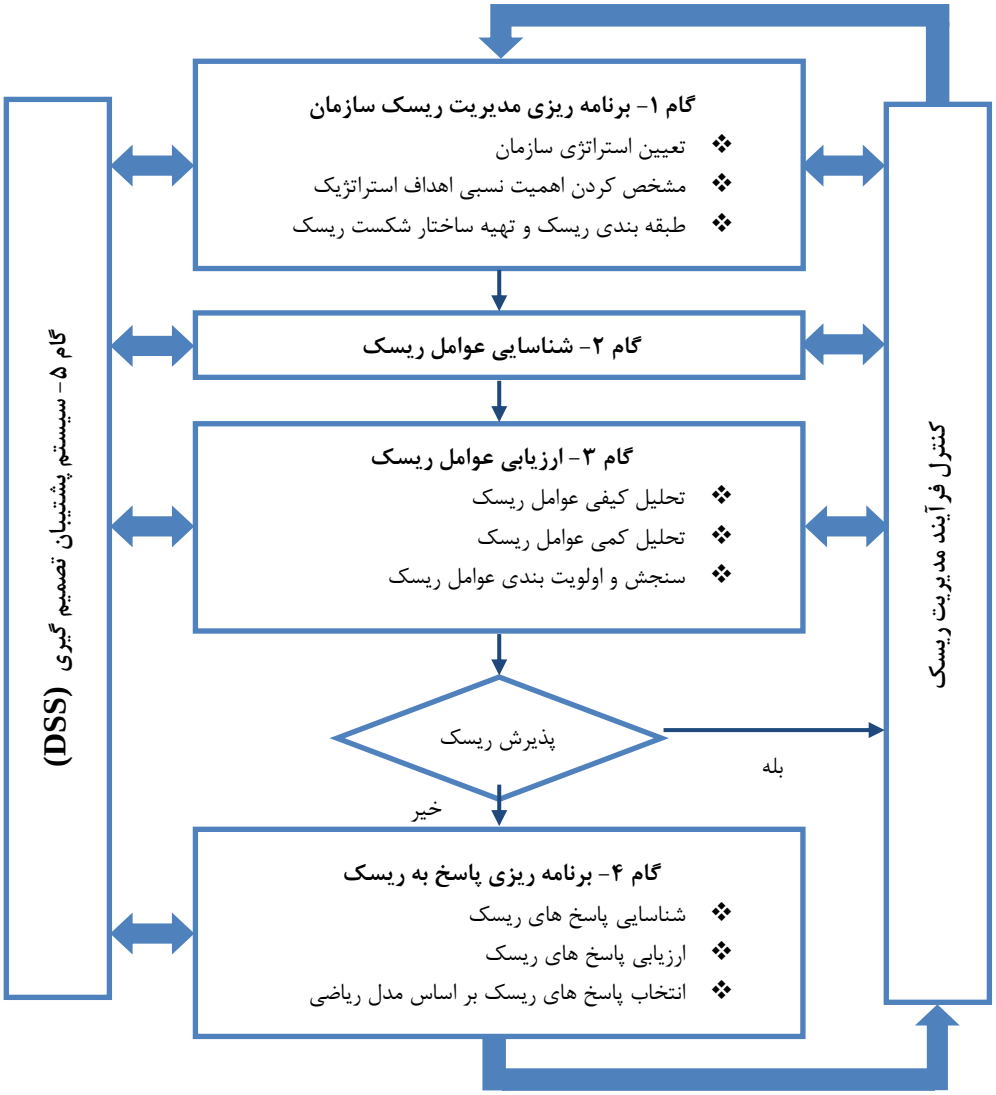
در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، نحوه تعیین ساختار مدیریت ریسک و اجرای آن تشریح می‌شود [۴۳]. این گام شامل مراحل زیر است:

تعیین استراتژی مجموعه فرهنگی ورزشی انقلاب

از آن‌جایی که ریسک به‌صورت اثر عدم اطمینان بر اهداف سازمان تعریف می‌شود و مدیریت ریسک سازمان باید در راستای اهداف سازمان شکل بگیرد؛ بنابراین ابتدا باید اهداف شناسایی شوند. اهداف استراتژیک مجموعه انقلاب در جدول (۱) نشان داده شده است.

گام دوم- شناسایی عوامل ریسک سازمان

فرآیند شناسایی عوامل ریسک شامل تعیین و احراز هویت ریسک‌های مؤثر بر اهداف سازمان و ثبت آن‌ها می‌باشد [۴۷]. در این فرآیند ۳۲ فرصت و ۴۶ تهدید شناسایی شد. لازم به ذکر است که به‌دلیل اهمیت تهدیدها و برای سادگی اجرای فرآیند، در ادامه فقط تهدیدها در نظر گرفته می‌شوند.



شکل (۱): مدل مفهومی سیستم پیشنهادی

جدول (۱): اهداف استراتژیک مجموعه انقلاب [۴۴]

کد هدف	نام هدف
O1	رشد سودآوری
O2	ارتقاء برند مجموعه انقلاب
O3	افزایش رضایت مشتریان از کیفیت خدمات
O4	توسعه تجهیزات ورزشی و زیرساخت‌های مورد نیاز در سطح بین‌المللی
O5	ایجاد فرآیندهای منسجم و یکپارچه مدیریتی
O6	دستیابی به نیروی انسانی ماهر و بهره‌ور
O7	برقراری تعاملات موثر با سازمان‌های بالادستی

وزن‌دهی به اهداف استراتژیک

در اکثر مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه، نیاز به دانستن اهمیت نسبی شاخص‌ها می‌باشد [۴۵]. در این پژوهش برای وزن‌دهی به اهداف استراتژیک از روش وزن‌دهی بردار ویژه استفاده می‌شود. این روش که یک روش سلسله مراتبی است توسط آقای ساعتی[۱۲] ارائه شده است [۴۶]. در این روش بعد از تشکیل ساختار سلسله مراتبی اهداف، ماتریس مقایسات زوجی ($\mathbf{D}_{7\times7}$) توسط پنج خبره بین اهداف تشکیل می‌شود. برای اجماع نظرات خبرگان تکنیک‌های متعددی وجود دارد. اکزل و ساعتی (۱۹۸۳) استفاده از میانگین هندسی را بهترین روش برای ترکیب مقایسات زوجی معرفی کرده‌اند.

$$D_{ij} = \left(\prod_{1}^{5} D_{k_{ij}}\right)^{\frac{1}{5}} \quad i = 1,\dots,7 \ , \ \ j = 1,\dots,7 \qquad (۱)$$

سپس مقادیر ویژه ماتریس مقایسات زوجی اهداف ($\boldsymbol{\lambda_{max}}$) و بردار وزن $W_{n\times1}$ با استفاده از روابط زیر محاسبه و در نهایت سازگاری ماتریس محاسبه می‌شود.

$$\left|D-\lambda_{max}I\right| = 0 \qquad (۲)$$

$$\left(D-\lambda_{max}I\right)W_{n\times1} = 0 \qquad (۳)$$

نتایج در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲): محاسبه مقدار ویژه و بردار ویژه ماتریس مقایسات زوجی تصمیم گیرندگان

		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	کل	رتبه هدف
بردار وزن اهداف	O_1	0.2914	0.0494	0.0819	0.1682	0.1237	0.1306	4
	O_2	0.0947	0.1274	0.1336	0.2622	0.1436	0.1531	3
	O_3	0.3471	0.4960	0.2112	0.3081	0.4029	0.3752	1
	O_4	0.1601	0.1577	0.1204	0.1388	0.2133	0.1666	2
	O_5	0.0302	0.0335	0.1313	0.0356	0.0337	0.0483	6
	O_6	0.0565	0.0850	0.2194	0.0670	0.0628	0.0906	5
	O_7	0.0201	0.0511	0.1022	0.0201	0.0199	0.0356	7
ماکسیمم مقدار ویژه ($\lambda_{i_{max}}$)		7.7783	7.6778	7.6185	7.3256	7.7140	7.1993	
شاخص ناسازگاری		0.13	0.11	0.10	0.05	0.12	0.03	
نسبت ناسازگاری		0.98	0.08	0.08	0.04	0.09	0.02	

طبقه‌بندی ریسک و تهیه ساختار شکست ریسک

طبقه‌بندی ریسک یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های گام برنامه‌ریزی مدیریت ریسک می‌باشد و در شناسایی ریسک از اهمیت بسزایی برخوردار است [۴۳]. ساختار شکست ریسک، نمایش ساختاریافته سلسله مراتبی از ریسک‌های شناخته شده می‌باشد و دلایل و حوزه‌های متنوع ریسک‌های بالقوه را شناسایی می‌نمایند [۴۳]. ساختار شکست ریسک طبق جدول (۳) به‌دست آمد.

جدول (۳): جدول ساختار شکست ریسک

عامل ریسک (سطح ۱)	عامل ریسک (سطح ۲)
عوامل بیرونی	مؤلفه‌های قوانین و مقررات نظام ورزش کشور
عوامل بیرونی	مؤلفه‌های اقتصادی
عوامل بیرونی	مؤلفه‌های فرهنگی و اجتماعی
عوامل بیرونی	مؤلفه‌های تکنولوژیک
عوامل بیرونی	محیط رقابتی
عوامل درونی	مدیریت و راهبرد
عوامل درونی	منابع انسانی

عامل ریسک (سطح ۱)	عامل ریسک (سطح ۲)
عوامل درونی	فرآیندها و سیستم‌های مدیریتی و فناوری اطلاعات
عوامل درونی	مدیریت و نگهداری ساختمان‌ها، تجهیزات و تأسیسات
عوامل درونی	ایمنی، بهداشت و محیط زیست
عوامل درونی	مشتریان
عوامل درونی	مدیریت عملکرد مالی، عملکرد بهره‌برداران و نتایج کلیدی عملکرد
عوامل درونی	الزامات ورزشی

گام سوم- ارزیابی عوامل ریسک

لازم است اهمیت هر ریسک به‌منظور اولویت‌بندی آن‌ها و همچنین مشخص کردن سطح ریسک کل سازمان، با توجه به معیارهای تعریف شده، اندازه‌گیری شود. در این گام از یک رویکرد یکپارچه برای تحلیل کیفی و کمی عوامل ریسک استفاده می‌شود. با توجه به این‌که در شرکت توسعه داده‌های معتبر کافی برای ارزیابی‌های کمی در دسترس نمی‌باشد، و در حال حاضر نیز جمع‌آوری این داده‌ها مقرون به‌صرفه نیست، ابتدا از تکنیک‌های ارزیابی کیفی استفاده و سپس نتایج تحلیل کیفی به عنوان ورودی تحلیل کمی به‌کار گرفته می‌شود. این گام شامل مراحل زیر است:

تعیین معیارهای اندازه‌گیری ریسک

در اکثر منابع به‌منظور ارزیابی ریسک از دو معیار «احتمال وقوع ریسک» و «شدت اثر ریسک» استفاده شده است [۴۸]. این روش نتایج قابل اعتمادی به‌دست نمی‌دهد؛ زیرا تنها از دو معیار استفاده شده است. به‌علاوه در این روش که ریسک‌های با احتمال زیاد و اثر کم با ریسک‌های با احتمال کم و اثر زیاد معادل فرض شده، ممکن است باعث بروز خطای سیستماتیک شود. علاوه بر این امکان تخصیص وزن‌های متفاوت برای معیارها وجود ندارد. بدین ترتیب استفاده از روش‌های معتبرتر ضروری است [۳۰]. در این پژوهش از معیارهای زیر برای تحلیل و ارزیابی شدت ریسک استفاده می‌شود:

«احتمال وقوع ریسک»: نشان‌دهنده انتظار تخمین زننده از وقوع رویداد ریسک است.

«شدت اثر ریسک»: نشان‌دهنده تأثیر مثبت یا منفی است که یک ریسک بر اهداف سازمان می‌گذارد. در این پژوهش فقط تأثیر منفی ریسک در نظر گرفته می‌شود. این معیار برای هر یک از اهداف به‌صورت مجزا و بر اساس نوع هدف تخمین زده می‌شود.

«توانایی سازمان در واکنش به ریسک»: بیان‌کننده توانایی سازمان در پیش‌بینی وقوع ریسک و آمادگی برای مقابله با آن است.

تحلیل کیفی و کمی عوامل ریسک

مدیریت ریسک به‌دلیل ماهیت کیفی متغیرها و سازگاری بیشتر با ماهیت عدم‌قطعیت، زمینه‌ای مناسب جهت استفاده از تئوری فازی می‌باشد [۴۹]. مدیریت ریسک فازی می‌تواند با استفاده از کلمات محاسبه شود، ناامنی و بی‌دقتی مرتبط با پارامتر را مدیریت کند و تجربیات خبرگان را در یک سیستم استدلال مبتنی بر قانون فازی یکی کند. مدل ممدانی برای چنین اهدافی مناسب است [۲۰].

در این قسمت برای کمی کردن شدت ریسک از سیستم استنتاج فازی ممدانی[۱۳] با عملگر غیرفازی‌سازی مرکز جرم ناحیه[۱۴] استفاده می‌شود. در این سیستم عملگر AND مینیمم، عملگر OR ماکسیمم، عملگر استنباط[۱۵] مینیمم و عملگر تجمیع ماکسیمم می‌باشد. فرآیند سیستم استنتاج فازی شامل فازی کردن پارامترهای عوامل ریسک، محاسبه شدت ریسک بر اساس قوانین فازی، غیر فازی کردن شدت ریسک و کمی کردن ریسک می‌باشد.

متغیرهای سیستم تعریف شده در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴): متغیرهای سیستم فازی

نوع متغیر	نماد متغیر	شرح متغیر
ورودی	P_i	احتمال وقوع ریسک i ام
ورودی	I_{ij}	شدت اثر ریسک i ام بر هدف j ام
ورودی	NM_i	عدم مدیریت‌پذیری ریسک i ام
خروجی	C_{ij}	شدت ریسک i ام بر هدف j ام

از پرکاربردترین توابع فازی در رابطه با ریسک، توابع ذوزنقه‌ای و مثلثی هستند [۵۰]، که در این پژوهش از توابع عضویت مثلثی استفاده شده است. اصطلاحات زبانی و اعداد فازیِ متغیرهای ورودی و خروجی در جداول (۵)، (۶)، (۷) و (۸) نشان داده شده است.

جدول (۵): متغیرهای زبانی و اعداد فازی احتمال وقوع ریسک

رتبه	متغیر زبانی		تابع عضویت
۱	به ندرت	Rare (I)	(0 ,0 ,2.5)
۲	غیر محتمل	Unlikely (U)	(0 ,2.5 ,5)
۳	ممکن	Possible (P)	(2.5, 5, 7.5)
۴	محتمل	Likely (L)	(5, 7.5, 10)
۵	بسیار محتمل	Frequent (F)	(7.5, 10, 10)

جدول (۶): متغیرهای زبانی و اعداد فازی شدت اثر ریسک بر اهداف

رتبه	متغیر زبانی		تابع عضویت
۱	جزئی	Slight (S)	(0 ,0 ,2.5)
۲	کم	Minor (MI)	(0 ,2.5 ,5)
۳	متوسط	Moderate(MO)	(2.5, 5, 7.5)
۴	زیاد	Major (MA)	(5, 7.5, 10)
۵	بسیار زیاد	Extreme (E)	(7.5, 10, 10)

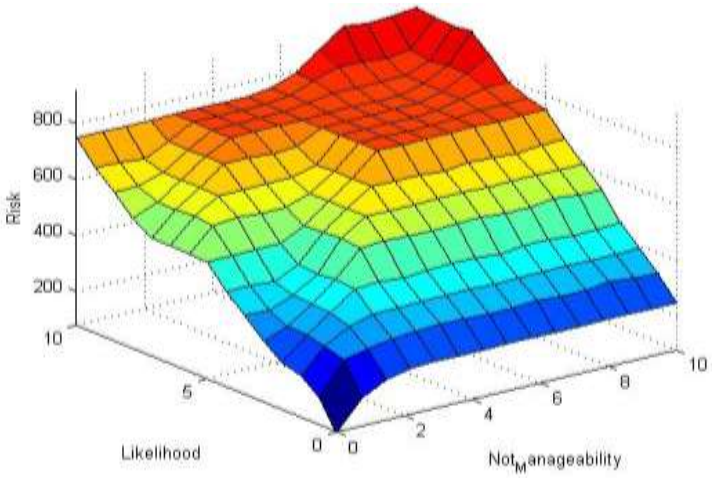
جدول (۷): متغیرهای زبانی و اعداد فازی میزان عدم مدیریت پذیری ریسک

رتبه	متغیر زبانی		تابع عضویت
۱	بسیار کم	Very Low (VL)	(0 ,0 ,2.5)
۲	کم	Low (L)	(0 ,2.5 ,5)
۳	متوسط	Medium (M)	(2.5, 5, 7.5)
۴	زیاد	High (H)	(5, 7.5, 10)
۵	بسیار زیاد	Very High (VH)	(7.5, 10, 10)

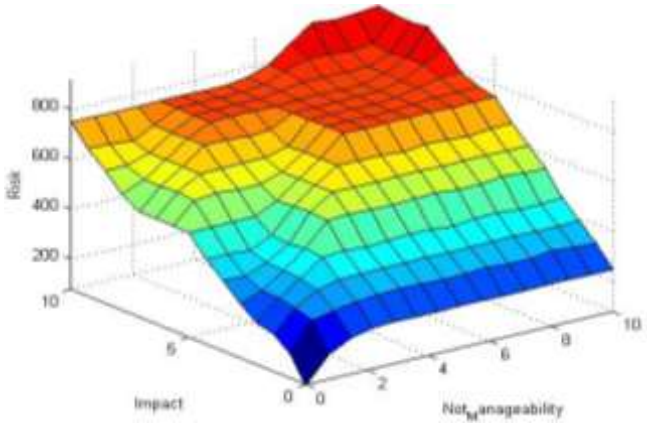
جدول (۸): متغیرهای زبانی و اعداد فازی شدت ریسک

رتبه	متغیر زبانی		تابع عضویت
۱	بسیار کم	Very Low (VL)	(0 ,0 ,250)
۲	کم	Low (L)	(0 ,250 ,500)
۳	متوسط	Medium (M)	(250, 500, 750)
۴	زیاد	High (H)	(500, 750, 1000)
۵	بسیار زیاد	Very High (VH)	(750, 1000, 1000)

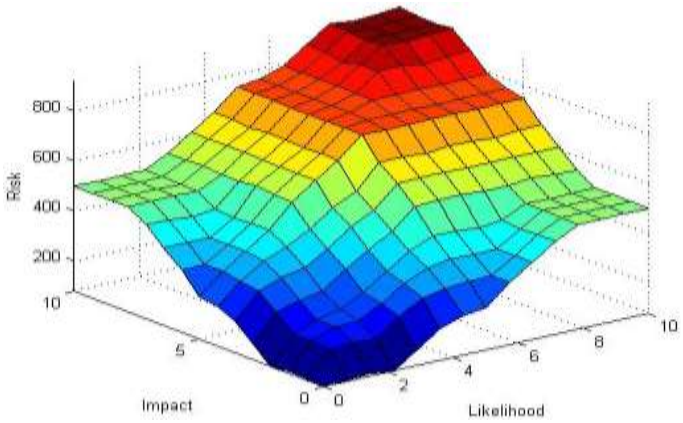
سیستمی که برای ارزیابی اولیه ریسک‌ها طراحی شده، مبتنی بر قوانین «اگر ... آن‌گاه ...» می‌باشد که از جمع‌بندی دانش خبرگان به‌دست آمده است. در این‌جا تعداد قوانین فازی ۱۲۵ می‌باشد. نمایش سه‌بعدی محاسبه سطح ریسک در شکل‌های (۲)، (۳) و (۴) نشان داده شده است.



شکل (۲): نمایش سه بعدی محاسبه سطح ریسک با در نظر گرفتن احتمال وقوع و عدم مدیریت پذیری



شکل (۳): نمایش سه بعدی محاسبه سطح ریسک با در نظر گرفتن تأثیر و عدم مدیریت پذیری



شکل (۴): نمایش سه بعدی محاسبه سطح ریسک با در نظر گرفتن تأثیر و احتمال وقوع

در این مرحله برای تعیین مقادیر متغیرهای ورودی از پرسش‌نامه استفاده می‌شود. هدف تعیین میزان اهمیت ریسک‌های شناسایی شده بر اساس شدت اثر بر اهداف استراتژیک، با توجه به معیارهای تعریف شده می‌باشد. مراحل زیر بر روی پرسش‌نامه ها انجام می‌شود:

- تخصیص اعداد فازی مثلثی متناظر با هر گزینه مطابق با جداول (۵)، (۶)، (۷) و (۸).
- اجماع نظرات خبرگان با میانگین‌گیری از اعداد فازی متناظر با گزینه‌ها طبق رابطه (۴) [۵۱].

$$A_{ave} = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} m_{\alpha}^{i}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} m_{m}^{i}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} m_{\beta}^{i}\right) \qquad (۴)$$

- فازی‌زدایی مقادیر متغیرها با استفاده از روش فازی‌زدایی ماکزیمم‌کننده ارزش [۵۱].

$$X_{max}^{1} = \frac{m_{\alpha}+m_{m}+m_{\beta}}{3} \quad (۵)$$

$$X_{max}^{2} = \frac{m_{\alpha}+2m_{m}+m_{\beta}}{4} \quad (۶)$$

$$X_{max}^{3} = \frac{m_{\alpha}+4m_{m}+m_{\beta}}{6} \quad (۷)$$

$$\text{Crisp Number}=\text{Max}\{X_{max}^{1}, X_{max}^{2}, X_{max}^{3}\} \quad (۸)$$

قسمتی از نتایج این تحلیل‌ها در جدول (۹) خلاصه شده است.

جدول (۹): نتایج فازی زدایی پارامترهای ورودی (احتمال، عدم مدیریت پذیری و تأثیر بر اهداف)

ردیف	کد ریسک	احتمال وقوع	میزان عدم مدیریت پذیری	تأثیر بر O1	...	تأثیر بر O7
۱	R111	5	8.75	6	...	0.833
۲	R112	7.417	9.167	6	...	1.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
۴۶	R282	5	4	5.5	...	2

در نهایت با استفاده از FIS طراحی شده، مقدار متغیر خروجی (شدت ریسک i ام بر هدف j ام) به‌دست می‌آید. نتایج مربوط به تنها یک عامل ریسک در جدول (۱۰) نشان داده شده است.

جدول (۱۰): مقدار متغیر خروجی (شدت ریسک i بر هدف j)

شماره ریسک	عامل ریسک	Cij	متغیرهای ورودی			متغیر خروجی
			NM_{ij}	P_i	I_{ij}	C_{ij}
۱	R111	C11	8.75	5.00	6.00	773
۱	R111	C12	8.75	5.00	5.00	750
۱	R111	C13	8.75	5.00	4.50	676
۱	R111	C14	8.75	5.00	9.17	795
۱	R111	C15	8.75	5.00	1.50	387
۱	R111	C16	8.75	5.00	2.67	530
۱	R111	C17	8.75	5.00	0.83	353

سنجش و اولویت‌بندی عوامل ریسک

برای رتبه‌بندی عوامل ریسک، باید وزن اهداف استراتژیک نیز درنظر گرفته شود. در این قسمت، ریسک‌های شناسایی شده با توجه به شدت ریسک محاسبه شده و نوع هدف تحت تأثیر رتبه‌بندی می‌شوند. برای این منظور از روش TOPSIS استفاده می‌شود.

در این‌جا گزینه‌های تصمیم‌گیری شامل ریسک‌های شناسایی شده و معیارهای مورد نظر، شامل اهداف می‌باشد. ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری C تعریف می‌شود که عناصر آن را c_{ij} می‌نامیم. c_{ij} شدت ریسک i بر هدف j می‌باشد که این مقادیر در مرحله قبل با استفاده از سیستم استنتاج فازی محاسبه شده است. بخشی از این ماتریس به‌صورت زیر است:

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
R1	773	750	676	795	387	530	353
R2	804	632	801	893	645	660	632
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
R46	645	750	750	723	645	567	433

در نهایت فاصله گزینه‌ها از ایده‌آل (d_i^+) و ضدایده‌آل (d_i^-) با استفاده از روش اقلیدسی مشخص شده، نزدیکی نسبی گزینه i ام به راه حل ایده‌آل (cl_i) محاسبه و گزینه‌ها بر اساس ترتیب نزولی cl_i رتبه‌بندی می‌شوند. گزینه با بیشترین cl_i معرف گزینه برتر خواهد بود [۵۲]. قسمتی از این نتایج در جدول (۱۱) نشان داده شده است.

جدول (۱۱): نتایج اجرای الگوریتم TOPSIS

ریسک	d_i^+	d_i^-	cl_i	رتبه ریسک i ام
R1	0.0170	0.0496	0.7443	7
R2	0.0082	0.0606	0.8807	1
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
R46	0.0138	0.0526	0.7915	4

محاسبه شدت ریسک کل سازمان

برای محاسبه شدت ریسک کل سازمان از روش میانگین وزنی استفاده می‌کنیم.

$$C_i = C_{i.}.W \quad (۹)$$

$$R = \sum_{i=1}^{m} C_i \quad (۱۰)$$

مقدار به‌دست آمده، ریسک اولیه کل سازمان را نشان می‌دهد. بنابراین آن را به R_0 تغییر نام می‌دهیم. با توجه به محاسبات $R_0 = 25833$ است.

گام چهارم- برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک

شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها تنها زمانی مفید و ارزشمند است که بتوان پاسخ‌های مناسبی را تدوین نمود [۵۳]. از نظر Hillson [۵۴] مرحله طراحی و اجرای پاسخ به ریسک، مهم‌ترین بخش مدیریت ریسک می‌باشد، زیرا در این مرحله می‌توان شدت ریسک‌ها را تغییر داد. بعد از شناسایی و تحلیل ریسک‌ها، استراتژی‌های پاسخ به ریسک مناسب باید برای مقابله با آن‌ها در نظر گرفته شوند [۵۵]. این گام شامل مراحل زیر است:

شناسایی برنامه‌های پاسخ به ریسک

برنامه پاسخ به ریسک برنامه‌ای است که اگر اجرا شود بر احتمال، شدت اثر یا میزان عدم مدیریت‌پذیری یک یا بیش از یک ریسک تأثیر خواهد داشت. این برنامه‌ها برای ریسک‌های با $cl_i \geq 0.55$ شناسایی می‌شوند. در این‌جا ۲۱ برنامه پاسخ شناسایی شدند. سپس مشخص شد که هر کدام از برنامه‌ها، بر روی کدام یک از عوامل ریسک تأثیرگذار است.

ارزیابی برنامه‌های پاسخ به ریسک

در این مرحله حلقه ارزیابی و تحلیل برنامه شروع می‌شود. در هر دور این حلقه فقط یکی از برنامه‌های پاسخ، در نظر گرفته شده و فاز ارزیابی عوامل ریسک برای آن اجرا می‌شود. هدف از این کار بررسی تأثیر هر برنامه بر معیارهای ریسک و اندازه‌گیری ریسک کل سازمان بعد از اجرای هر برنامه است. نتایج در جدول (۱۲) نشان داده شده است.

جدول (۱۲): ریسک سازمان بعد از اجرای برنامه ها

ریسک کل سازمان بعد از اجرای برنامه p_i (R_i)				
R1=25309	R2=25568	R3=25485	R4=25470	R5=24346
R6=25587	R7=25236	R8=25537	R9=25341	R10=25283
R11=25580	R12=24888	R13=25137	R14=24591	R15=25142
R16=25233	R17=25298	R18=25450	R19=25433	R20=24902
R21=25452				

انتخاب برنامه‌های پاسخ به ریسک بر اساس مدل ریاضی

در این قسمت هدف انتخاب ترکیب بهینه برنامه‌های پاسخ به ریسک است. برای حل این مسأله از برنامه-ریزی عدد صحیح صفر-یک استفاده می‌شود. برای جلوگیری از پیچیدگی تحلیل‌ها، قبل از ساخت مدل فرضیات زیر در نظر گرفته می‌شوند:

فرض ۱: عوامل ریسک دو به دو مستقل هستند.

فرض ۲: عوامل ریسک به صورت منفی بر اهداف سازمان تأثیر می‌گذارند.
فرض ۳: برنامه پاسخ به ریسک از نوع استراتژی کاهش ریسک است.
فرض ۴: برنامه پاسخ نمی‌تواند بر احتمال وقوع رویداد ریسکی که از عوامل بیرونی ایجاد شده است تأثیر بگذارد، اما می‌تواند بر شدت اثر و یا عدم مدیریت‌پذیری آن تأثیر بگذارد.
فرض ۵: اهداف سازمان با اجرای برنامه‌ها به صورت مثبت تحت تأثیر قرار می‌گیرند.
فرض ۶: بودجه تنها محدودیت منبع است که در این مدل در نظر گرفته می‌شود.
فرض ۷: ریسک ثانویه وجود ندارد.

در جدول (۱۳) ابتدا نمادهایی که در ساخت مدل به‌کار رفته است معرفی می‌شود.

جدول (۱۳): معرفی نمادهای مدل

	نماد	شرح
اندیس‌ها	$P = \{1,2,\dots,p\}$	مجموعه برنامه‌های پاسخ به ریسک
پارامترها	B	بودجه اجرای برنامه‌های پاسخ به ریسک
	$E = \{e_1, e_2, \dots, e_p\}$	مجموعه هزینه برنامه‌های پاسخ به ریسک
	R_0	ریسک اولیه سازمان (قبل از اجرای برنامه‌های پاسخ)
	$R = \{R_1, R_2, \dots, R_p\}$	میزان ریسک کل سازمان بعد از اجرای برنامه پاسخ
متغیرهای تصمیم	x_p	متغیر تصمیم عدد صحیح. اگر برنامه پاسخ به ریسک p انتخاب شود $x_p = 1$ و در غیر این صورت $x_p = 0$

تابع هدف برای انتخاب مجموعه‌ای از برنامه‌هایی استفاده می‌شود که میزان کاهش ریسک کل سازمان بعد از اجرای برنامه پاسخ را ماکسیمم می‌کند. محدودیت‌ها به دو نوع تقسیم می‌شود؛ یک نوع محدودیت‌هایی است که در خصوص بودجه اجرای برنامه‌های پاسخ به ریسک و نوع دیگر در ارتباط با ترکیب این برنامه‌ها می‌باشد.

$$Max\ Z = \sum_{p=1}^{P}(R_0 - R_p)x_p \qquad (۱۱)$$

$$\sum_{p=1}^{P} e_p x_p \le B \qquad (۱۲)$$

$$x_p - x_{\acute{p}} \le 0 \qquad (۱۳)$$

$$x_p + x_{\acute{p}} = 1 \qquad (۱۴)$$

$$x_p + x_{\acute{p}} \ge 1 \qquad (۱۵)$$

$$x_p , x_{\acute{p}} \in \{0,1\} \;\; ; p = 1, \dots , P \;\; , \acute{p} = 1, \dots , P \qquad (۱۶)$$

این مدل با متدولوژی شاخه و حد[۱۶] حل می‌شود.

$$Max\ Z = (524x_1 + 265x_2 + 348x_3 + 363x_4 + 1487x_5 + 246x_6 + 597x_7 + 296x_8 + 492x_9 + 550x_{10} + 253x_{11} + 945x_{12} + 696x_{13} + 1242x_{14} + 691x_{15} + 600x_{16} + 535x_{17} + 383x_{18} + 400x_{19} + 931x_{20} + 381x_{21}) \qquad (۱۷)$$

ST:

$$(160x_1 + 200x_2 + 100x_3 + 3000x_4 + 2000x_6 + 100x_7 + 70x_8 + 90x_9 + 700x_{10} + 110x_{11} + 130x_{12} + 50x_{13} + 80x_{14} + 200x_{15} + 100x_{16} + 40x_{17} + 10x_{18} + 12x_{19} + 50x_{20} + 1500x_{21} \leq 3000 \qquad (۱۸)$$

$$x_{21} - x_{11} \leq 0 \qquad (۱۹)$$

$$x_{19} - x_{13} \leq 0 \qquad (۲۰)$$

$$x_4 - x_7 \leq 0 \qquad (۲۱)$$

$$x_1 - x_8 \leq 0 \qquad (۲۲)$$

$$x_5 - x_{20} \leq 0 \qquad (۲۳)$$

$$x_{16} + x_{19} = 1 \qquad (۲۴)$$

$$x_1 + x_2 \geq 1 \qquad (۲۵)$$

$$x_9 + x_{20} \geq 1 \qquad (۲۶)$$

$$x_{20} + x_{17} \geq 1 \qquad (۲۷)$$

$$x_p \in \{0,1\} \;\; ; p = 1, 2, \dots , 21 \qquad (۲۸)$$

مقدار بهینه تابع هدف: Z=10835

مقدار بهینه متغیرهای تصمیم:

$x_1 = 1 , x_2 = 1 , x_3 = 1 , x_4 = 0 , x_5 = 1 , x_6 = 0 , x_7 = 1 , x_8 = 1 , x_9 = 1 , x_{10} = 1 , x_{11} = 1 , x_{12} = 1 , x_{13} = 1 , x_{14} = 1 , x_{15} = 1 , x_{16} = 1 , x_{17} = 1 , x_{18} = 1 , x_{19} = 0 , x_{20} = 1 , x_{21} = 0$

نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌های p_{04}، p_{06}، p_{19}، p_{21} برای اجرا انتخاب نمی‌شوند.

گام پنجم- توسعه سیستم پشتیبان تصمیم

برای اجرای گام‌های فرآیند مدیریت ریسک سازمانِ طراحی شده، یک سیستم پشتیبان تصمیم توسعه پیدا می-کند. این سیستم با نرم افزار MATLAB R2013a کدنویسی می‌شود.

۵-۱- آزمون و اعتبارسنجی کل سیستم

بعد از آزمون و اعتبارسنجی اجزاء سیستم، لازم است تا عملکرد کل سیستم نیز ارزیابی شود. چرا که بر مبنای تئوری عمومی سیستم‌ها، عملکرد معتبر اجزاء سیستم، عملکرد معتبر کل سیستم را تضمین نمی‌کند [۵۶]. برای این منظور از یک پرسش‌نامه استاندارد استفاده شد [۵۷]. در این پرسش‌نامه عملکرد سیستم در شاخص‌های مختلف از خبرگان پرسیده شد. ارزیابی نتایج نشان داد سیستم طراحی شده از اعتبار کافی برخوردار است.

۶- نتیجه‌گیری و بحث

در این پژوهش ابتدا فرآیند مدیریت ریسک سازمان مطابق با مدل پیشنهادی COSO و مدل ISO 31000:2009 طرح‌ریزی شد. اهداف استراتژیک در گام اول مشخص شدند. سپس اهمیت نسبی این اهداف با استفاده از روش وزن‌دهی بردار ویژه به‌دست آمد و سپس ساختار شکست ریسک مشخص شد. در گام دوم، عوامل ریسک شناسایی شدند و در گام سوم به ارزیابی ریسک‌ها پرداخته شد. در این گام ضمن تعریف معیارهای اندازه‌گیری ریسک از سیستم استنتاج فازی ممدانی برای اندازه‌گیری شدت ریسک استفاده شد. سپس برای رتبه‌بندی عوامل ریسک با توجه به نوع هدف تحت تأثیر از روش TOPSIS استفاده شد. بعد از آن با استفاده از روش میانگین وزنی، شدت ریسک اولیه سازمان محاسبه شد. در گام چهارم ضمن شناسایی برنامه‌های پاسخ به ریسک و ارزیابی برنامه‌ها، یک برنامه ریاضی خطی عدد صحیح صفر- یک برای انتخاب برنامه‌های پاسخ توسعه یافت.

کلیه مراحل فوق در نرم افزار MATLAB R2013a کدنویسی شد. در ادامه این سیستم در مجموعه انقلاب پیاده‌سازی و مورد اعتبارسنجی و آزمون قرار گرفت. ارزیابی نتایج نشان می‌دهد که سیستم پیشنهادی به‌طور قابل قبولی قادر به پشتیبانی از تصمیم‌گیری در زمینه مدیریت ریسک سازمان است؛ چرا که خبرگان ضمن تأیید خروجی هر یک از اجزاء مدل پیشنهادی، عملکرد کل سیستم مورد نظر را بالای متوسط ارزیابی کردند.

از آن‌جایی که در فاز برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک مطالعات کمتری صورت گرفته است، لازم است تا در پژوهش‌های آتی این مهم درنظر گرفته شود. همچنین با توجه به پژوهش انجام شده پیشنهاداتی برای تکمیل پژوهش حاضر و نیز برای پژوهش‌های آتی توصیه می‌شود. این پیشنهادات شامل انتخاب بهترین برنامه‌های پاسخ به ریسک با استفاده از الگوریتم‌های دیگر از جمله الگوریتم ژنتیک، روش‌های شبیه‌سازی و روش‌های تصمیم-گیری چندهدفه، استفاده از تکنیک داده‌کاوی برای پیش‌بینی میزان ریسک، در نظر گرفتن رابطه و وابستگی بین عوامل ریسک، در نظر گرفتن ریسک‌های ثانویه، استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی با ضرائب فازی برای انتخاب برنامه‌ها و استفاده از شبکه‌های عصبی در فرآیند مدیریت ریسک می‌باشد.

۷- منابع

[۱] حق نویس، معید، ساجدی، همایون (۱۳۹۰). مهندسی ریسک برای مدیران پروژه: مدل ها و ابزارها، رسا، تهران، ویرایش دوم.

[۲] عوض خواه، حسین، محبی، امیرحسین (۱۳۹۰). مدیریت ریسک پروژه، کیان رایانه سبز، تهران، ویرایش دوم.

[3] -------. (2009). ISO Guide 73, 2009: Risk management –Vocabulary. International Organization for Standardization.

[4] DArcy, S.P. (2001). Enterprise Risk Management, Journal of Risk Management of Korea, 12: 207-228.

[5] Razali, A. R., Tahir, I. M. (2011). Review of the Literature on Enterprise Risk Management, Business Management Dynamics, 5: 8-16.

[۶] نور علیزاده، حمیدرضا، ماجدی، زهرا (۱۳۹۱). مروری بر ابزارهای کاربردی در مدیریت ریسک؛ الزامات و کارکردها، مجله الکترونیکی بینش، شماره ۴۰، http://www.bineshjournal.ir/index.php/article/1391-06-11-20-54-45/64-40.html.

[7] Hubbard, Douglas W. (2009). The Failure of Risk Management:Why It's Broken and How to Fix It, John Wiley and Sons, Inc, New Jersey.

[8] -------. (2004). Enterprise Risk Management Framework- Integrated Frameowrk: Application Techniques, Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), http://www.coso.org/erm- integratedframework.htm.

[9] -------. (2004). Enterprise Risk Management- Integrated Framework, Executive Summary, Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), http://www.coso.org/documents/coso_erm_executivesummary.pdf.

[10] -------. (2009). ISO 31000:2009, Risk Management- Principles & guidelines, International Organization for Standardization.

[۱۱] بشیری، مهدی، حجازی، حسین طه، محتجب، حسین، (۱۳۹۰). رویکردی نوین در تصمیم گیری های چند معیاره، دانشگاه شاهد، تهران، ویرایش اول.

[۱۲] سید نقوی، میر علی، تیموری، احمد، (۱۳۸۷). تحلیل کیفی ریسک های پروژه به کمک مدل های تصمیم گیری چند معیاره مطالعه موردی پروژه تبدیل گاز طبیعی به مایعات هیدروکربوری، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران.

[۱۳] عطائی، محمد، (۱۳۸۹). تصمیم گیری چند معیاره فازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ویرایش اول.

[۱۴] بازایی، قاسمعلی، جلیلی مجارشین، علی، جلالیانی، هایده، (۱۳۹۱). سیستم های پشتیبان تصمیم گیری DSS، مؤسسه علمی تحقیقاتی زند، تهران، ویرایش اول.

[15] Sprague, R.H., (1980). A Framework for the Development of Decision Support Systems, MIS Quarterly, 4: 1-26.

[16] Hastak, M., Shaked, A., (2000). ICRAM-1: Model for International Construction Risk Assessment, ASCE J Manage Eng, 16: 59–69.

[17] Han, SH., Diekmann, JE., Lee. Y., Ock, JH., (2004). Multicriteria Financial Portfolio Risk Management for International Projects, ASCE J Constr Eng Manage.

[18] Dikmen, I., Birgonul. MT., (2006). An AHP Based Model for Risk and Opportunity

Assessment of International Construction Projects, Can J Civil Eng, 33: 58–68.
[19] An. M., Huang, S., Baker, C. J., (2007). Railway Risk Assessment – the Fuzzy Reasoning Approach and Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approaches: A Case Study of Shunting at Waterloo Depot. Proc, IMechE, 221: 365- 383.
[20] Takács, Márta (2011). Parameters and Rules of Fuzzy-based Risk Management Models, Óbuda University e-Bulletin, 2: 309-314.
[21] Lin, Zhou, Jianping, Yang, (2011). Risk Assessment Based On Fuzzy Network (F-ANP) In New Campus Construction Project, Systems Engineering Procedia, 1:162–168.
[22] Deng, Yong., Sadiq, Rehan., Jiang, Wen., Tesfamariam, Solomon, (2011). Risk Analysis in a Linguistic Environment: A Fuzzy Evidential Reasoning-based Approach, Expert Systems with Applications, 38: 15438–15446.
[23] Fang, Chao, Marle, Franck, (2012). A Simulation-based Risk Network Model for Decision Support in Project Risk Management, Decision Support Systems, 52: 635–644.
[24] Mokhtari, Kambiz, Ren, Jun, Roberts, Charles,Wang, Jin, (2012). Decision Support Framework for Risk Management on Sea Ports and Terminals Using Fuzzy Set Theory and Evidential Reasoning Approach, Expert Systems with Applications, 39: 5087–5103.
[25] Ebrahimnejad S., Mousavi, S. M. Tavakkoli-Moghaddam, R., Heydar, M., (2012). Evaluating High Risks in Large-scale Projects Using an Extended VIKOR Method Under a Fuzzy Environment, International Journal of Industrial Engineering Computations, 3: 463–476.
[26] Hong, Zhen, Lee, CKM, (2013). A Decision Support System for Procurement Risk Management in the Presence of Spot Market, Decision Support Systems, 55: 67–78.
[27] Feng, Cheng-Min, Chung, Chi-Chun, (2013). Assessing the Risks of Airport Airside through the Fuzzy Logic-Based Failure Modes, Effect, and Criticality Analysis, Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering, http://dx.doi.org/10.1155/2013/239523.
[۲۸] ابراهیم نژاد، سعدالله، کرمی راد، علی، (۱۳۸۷). مدلی جهت ارزیابی ریسک پروژه با معیارهای فازی (مطالعه موردی سدهای خاکی عسلویه)، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران.
[۲۹] قائدشرف، مرجان، علائی اورگانی، روزبه، ملکی، حمیدرضا، (۱۳۸۷). ارائه مدلی جهت مدیریت و اولویت بندی ریسک فعالیت های پروژه در شرایط فازی با استفاده از الگوریتم برنامه ریزی کیفی، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران.
[۳۰] صیادی، احمدرضا، حیاتی، محمد، منجزی، مسعود، (۱۳۹۰). مدیریت ریسک ساخت تونل با استفاده از تکنیک های MADM، مدیریت صنعتی، شماره ۷: ۹۹-۱۱۶.
[31] Ben-David, I., Raz, T., (2001). An Integrated Approach for Risk Response Development in Project Planning, Journal of the Operational Research Society, 52: 14–25.
[32] Ben-David, I., Rabinowitz, G., Raz, T., (2002). Economic Optimization of Project Risk Management Efforts, The Israel Institute of Business Research, http://fisher.osu.edu/.
[33] Piney, C., (2002). Risk Response Planning: Select the Right Strategy, Fifth Project Management Conference, France.
[34] Kujawski, E., (2002). Selection of Technical Risk Responses for Efficient Contingencies, Systems Engineering, 5: 194–212.
[35] Kayis, B., Arndt, G., Zhou, M., Amornsawadwatana, S., (2007). A Risk Mitigation Methodology for New Product and Process Design in Concurrent Engineering Projects, Annals of the CIRP, 56: 167–170.
[36] Fan, M., Lin, N.-P., Sheu, C., (2008). Choosing a Project Risk-handling Strategy: an Analytical Model, International Journal of Production Economics, 112: 700–713.

[37] López, Cristina, Salmeron, Jose L., (2012). Risks Response Strategies for Supporting Practitioners Decision-Making in Software Projects, Procedia Technology. 5: 437 – 444.

[38] Zhang, Yao, Fan, Zhi-Ping, (2013). An Optimization Method for Selecting Project Risk Response Strategies, International Journal of Project Management, http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.06.006.

[۳۹] خانزادی، مصطفی، خزائنی، گرشاسب، (۱۳۸۷). انتخاب سیستم اجرای پروژه، بر اساس یک مدل Multi Objective ارزیابی ریسک، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران.

[۴۰] دری، بهروز، حمزه ای، احسان (۱۳۸۹). تعیین استراتژی پاسخ به ریسک در مدیریت ریسک به وسیله تکنیک ANP (مطالعه موردی: پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی)، مدیریت صنعتی، دوره ۲، شماره ۴: ۷۵- ۹۲.

[۴۱] صفایی قادی کلایی، عبدالحمید.، مدهوشی، مهرداد.، کوه کن موخر، امیر.، (۱۳۹۱). اولویت بندی ریسک های برون سپاری پشتیبانی در صنعت کشتی سازی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت، نوآوری و تولید ملی، قم.

[42] Wen, W., Wang, W.K., Wang, C.H., (2005). A knowledge-based intelligent decision support system for national defense budget planning, Expert Systems with Applications, 28: 55- 66.

[۴۳] ذکایی آشتیانی، محسن، حسینی، سید حسین (۱۳۸۸). راهنمای گستره دانش مدیریت پروژ، آدینه، تهران، ویرایش دوم.

[۴۴] -------، (۱۳۹۲). گزارش برنامه‌ریزی استراتژیک مجموعه فرهنگی و ورزشی انقلاب، تهران، ویرایش اول.

[۴۵] محرم نژاد، ناصر، ستار، هاشم، طلوعی اشلقی، عباس، (۱۳۹۱). کاربرد مدل تصمیم‌گیری چند عیاره در انتخاب جاذب بهینه ید رادیواکتیو هوابرد ناشی از تأسیسات و نیروگاه‌های هسته‌ای در ایران، فیض. دوره ۱۶، شماره ۵: ۴۶۱-۴۶۷.

[۴۶] -------، (۱۳۸۸). تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره تحلیل سلسله مراتبی AHP (به‌همراه راهنمای استفاده از AHP-Master)، موسسه تحقیق در عملیات بهین گستر گیتی، www.Behin-Gostar.com.

[۴۷] سوخکیان، محمد علی، و [دیگران]، (۱۳۸۸). ارائه مدلی کاربردی برای مدیریت ریسک پروژه های صنعت نفت و گاز، عرصه، ۵: ۱۰- ۱۵.

[۴۸] رضائی فر، آیت، جبل عاملی، محمد سعید، چائی بخش لنگرودی، علی، (۱۳۸۴). رتبه بندی ریسک های پروژه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران.

[۴۹] موسوی، سید میثم، کاویان پور، جواد، صیرفیان پور، حامد، (۱۳۸۸). ارائه یک سیستم خبره فازی جهت مدیریت ریسک پروژه ها، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران.

[۵۰] رفیع زاده، ایمان، اردشیر، عبدالله، (۱۳۸۸). بررسی و ارزیابی کیفی ریسک پروژه‌های عمرانی با رویکرد فازی. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران.

[۵۱] بوجادزیف، ج.، بوجادزیف، م.، (۱۳۸۱). منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت، ترجمه سید محمد حسینی، ایشیق، تهران.

[۵۲] اصغرپور، محمدجواد، (۱۳۹۰). تصمیم گیری های چند معیاره، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، تهران،

ویرایش نهم.
[۵۳] نیکوفال، محمد ابراهیم، میرمحمد صادقی، علیرضا، (۱۳۸۶). برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک: گامی در انتخاب استراتژی مناسب. نخستین کنگره بین‌المللی مدیریت ریسک، تهران.
[54] Hillson, David, (2003). Grade A Risk Responses, http://www.risk-doctor.com/pdf-briefings/risk-doctor03e.pdf.
[55] Seyedhoseini, S.M., Noori, S., Hatefi, M.A., (2009). An Integrated Methodology for Assessment and Selection of the Project Risk Response Actions, Risk Analysis, 29: 752–763.
[56] Sterman, J.D., (1989). Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment, Management Science, 35(3): 321-339.
[57] Phillips-Wren, G., Mora, M., Forgionne, G.A., Gupta, J.N.D., (2009). An Integrative Evaluation Framework for Intelligent Decision Support Systems, European Journal of Operation Research, 195: 642-652.

یادداشت‌ها

[1] از این پس به طور خلاصه شرکت توسعه نامیده می شود.
[2] The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission
[3] Internal Contorls – Integrated Framework
[4] Compensatory
[5] Non Compensatory
[6] Dessision Support System
[7] New Campus Engineering Project
[8] Dempster-Shafer Theory of Evidence
[9] Branch and Bound Algorithm
[10] Importance- Performance Analysis
[11] Trade-offs
[12] Thomas L Saaty
[13] Mamdani Fuzzy Inference System
[14] Centroid of Area
[15] Implication
[16] Branch-and-bound