

رتبه‌بندی عوامل ریسک پروژه‌های تحقیقاتی به کمک ترکیب روش‌های فرایند تحلیل شبکه‌ای و DEMATEL فازی

(مورد مطالعه: شرکت تحقیقاتی آلفا)

سیده آناهیتا موسوی

فرشید عبدی

صدیق رئیسی

چکیده

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۳

تحقیقات سازمان‌یافته، از آن نوع که به فناوری پیشرفته می‌انجامد، تحقیق و توسعه نامیده می‌شود، با وجود محاسن پروژه‌های تحقیق و توسعه بسیاری از سازمان‌ها در فرایند انجام این پروژه‌ها با مشکلات فراوانی روبه‌رو می‌شوند. با توجه به این واقعیت این تحقیق ضمن تعریف و دسته‌بندی عوامل ریسک، به کمک ترکیب نتایج فرایند تحلیل شبکه‌ای و DEMATEL در شرایط فازی به رتبه‌بندی ریسک‌ها و ارزیابی روابط علی و معلولی حاکم بر آن‌ها پرداخته است. روش پیشنهادی ذکرشده در شرکت تحقیقاتی آلفا به صورت مطالعه موردی مرور شده و نتایج نشان‌دهنده اهمیت عوامل سطح دسترسی به منابع علمی، سرمایه در گردش و کیفیت پایین ایده‌ها در فرایند انجام پروژه‌های تحقیقاتی است.

رتبه‌بندی عوامل ریسک پروژه‌های تحقیقاتی

۴۸

واژگان کلیدی:

پروژه‌های تحقیقاتی، ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل ریسک، فرایند تحلیل شبکه‌ای، DEMATEL فازی

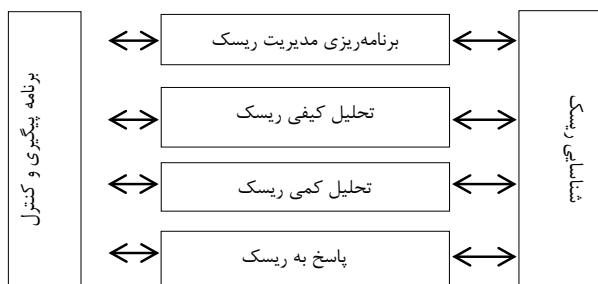
۱) مقدمه

از آنجاکه در یک سازمان، کلیه برنامه‌ها به منظور افزایش درآمدها و کاهش هزینه‌ها و همچنین افزایش احتمال کسب درآمد و کاهش احتمال صرف هزینه اجرا می‌شوند، از این‌رو ارزیابی و مدیریت ریسک نیز بخشی از برنامه‌ریزی جامع راهبردی در هر سازمان است. این برنامه‌ریزی برای تضمین موفقیت یک سازمان تحقیقاتی و سازمان‌هایی که روی پروژه‌های R&D و NPD^۱ کار می‌کنند بسیار حیاتی است، زیرا فرایند R&D و NPD با پیچیدگی و ریسک بالایی همراه است. [۸] از طرفی پروژه‌های تحقیقاتی، معمولاً نیازمند حجم وسیع سرمایه‌گذاری بوده و با عدم قطعیت‌های فراوان همراه هستند. در

فرایند سرمایه‌گذاری بسیاری از ریسک‌های غیرقابل پیش‌بینی وجود دارند، بنابراین سازمان‌ها برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تحقیقاتی به دنبال روش‌هایی برای کاهش ریسک و مدیریت آن هستند، از این‌رو لازم و ضروری است تا با استفاده از روش‌های علمی، ضمن تحلیل و مدل‌سازی ریسک‌های مذکور، راهبرد مشخصی برای مدیریت ریسک در فرایند اجرای این‌گونه طرح‌ها تدوین شود. در حقیقت، اغلب پروژه‌های تحقیقاتی، در یک محیط دینامیک و پیچیده اجرا می‌شود که عدم اطمینان و ریسک جزو ویژگی‌های ذاتی آن‌هاست. بنابراین مدیریت مؤثر ریسک‌ها از الزامات حیاتی این پروژه‌هاست. گرچه مدیریت ریسک یکی از حوزه‌های مدیریت

1. Research & Development
2. New Product Development

پروژه است، برخی محققین مدیریت پروژه را معادل مدیریت ریسک پروژه‌ها تعریف نموده‌اند. هدف مدیریت ریسک پروژه‌ها، افزایش احتمال موفقیت پروژه است و این کار از طریق شناسایی و ارزیابی نظام‌مند ریسک‌ها، ارائه‌ی روش‌هایی جهت کاهش یا حذف آن‌ها و حداکثرسازی فرصت‌ها صورت می‌گیرد. [۴]



شکل ۱: مدل مدیریت ریسک [۵]

۲) مبانی نظری پژوهش

انسیتیتو مدیریت پروژه، پروژه را "مجموعه تلاش‌های موقتی برای تحقق یک تعهد، یا ایجاد یک محصول با ارائه‌ی خدمات مشخص، غیرتکراری و منحصربه‌فرد"، مدیریت پروژه را "فرایندی یکتا و یگانه، شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های هماهنگ و کنترل‌شده با زمان شروع و خاتمه جهت نیل به هدف مشخص با نیازمندی‌های معین با توجه به محدودیت‌های زمان، هزینه و منابع" و ریسک را "رویدادی نامطمئن یا موقعیتی که اگر اتفاق بی‌افتد، بر هدف پروژه تأثیر مثبت یا منفی خواهد گذاشت" تعریف می‌نماید. [۳]

مدیریت ریسک در دوره رنسانس در قرن شانزدهم میلادی مطرح گردید. از سال ۱۹۹۰ میلادی مدل‌های مختلفی در زمینه مدیریت ریسک پروژه‌ها ارائه‌شده که از آن جمله می‌توان به مدل Bohem در سال ۱۹۹۱، مدل Wideman در سال ۱۹۹۲ و چندین مدل دیگر تا مدل PMBOK در سال ۲۰۰۸ اشاره کرد. هدف از مدیریت ریسک پیش‌بینی آینده نیست، بلکه آگاهی و درک صحیح و جامعی از پروژه و اخذ تصمیم به‌موقع است. برنامه مدیریت ریسک، شناسایی ریسک، تحلیل کیفی ریسک، تحلیل کمی ریسک، برنامه واکنش (پاسخ) به ریسک، برنامه کنترل و پیگیری ریسک است، شکل زیر به‌طور اجمالی مطلب را شرح می‌دهد. [۴]

۳) پیشینه پژوهش

از سال‌های دهه ۱۹۹۰ مدیریت ریسک پروژه مورد توجه جدی قرار گرفته و بر این اساس رویکردهای متفاوتی برای ارزیابی و مدیریت ریسک پروژه ارائه‌شده است. [۳]

هیلسون و هیولت^۱ در مقاله‌ی خود، مدیریت اثربخش ریسک را نیازمند ارزیابی رویدادها و شرایط غیرحتمی می‌دانند که عموماً دارای دو بعد هستند: احتمال وقوع رویداد و اثر آن در صورت وقوع. آن‌ها پس از بررسی و تحلیل روش‌های مختلف ارزیابی ریسک در پایان بیان می‌دارند که ارزیابی درست احتمال ریسک بدین دلیل در اثربخشی فرایند ریسک اهمیت دارد که در صورت اشتباه در ارزیابی احتمال، دقت اولویت‌گذاری ریسک‌ها کم شده ریسک‌های مهم‌تر مورد کم‌توجهی قرار می‌گیرد و در نتیجه واکنش‌های نامناسبی واکنش‌های نامناسبی انتخاب می‌شود که مدیریت ریسک را با شکست روبرو می‌سازد [۹]

لاوسون^۲ و همکاران در مقاله‌ای مدلی را جهت انتخاب طرح‌های تحقیقاتی با توجه به ارزیابی ریسک ارائه می‌دهند، در حقیقت در این مدل طرح‌های تحقیقاتی مرحله‌به‌مرحله پایش می‌شوند به‌این‌ترتیب که آن‌ها شش معیار به‌عنوان مراحل پایش تعریف کرده و در هر مرحله ریسک‌های پروژه‌ها شناسایی و ارزیابی‌شده‌اند، این معیارها عبارت‌اند از: فنی، شرکتی و راهبردی، حقوقی، بازار، مالی و عملیاتی. [۱۲]

1. Hillson & Hulett
2. Lawson

دیکمن^۱ و همکاران موفقیت شرکت‌های عمرانی را در اجرای طرح در بازارهای بین‌المللی، عمدتاً ناشی از چگونگی مدیریت ریسک‌های ناشی از شرایط کشور میزبان و نیز عوامل ریسک مخصوص طرح می‌دانند. آن‌ها الگویی تدوین کرده‌اند که ریسک افزایش هزینه‌های^۲ طرح‌های بین‌المللی را با استفاده از نمودارهای اثرگذاری^۳ برآورد نموده و ارزیابی ریسک‌ها را با منطق فازی انجام می‌دهد. آن‌ها کلیه محاسبات خود را روی یک طرح عمرانی در کشور ترکیه پیاده‌سازی کرده‌اند. [۸]

رات^۴ مسئله‌ی مدیریت ریسک را بسیار پیچیده دانسته و اعتقاد دارد یکی از مهم‌ترین گام‌های این فرایند، تحلیل ریسک بوده که یکی از مؤلفه‌های اصلی آن ارزیابی ریسک است. پس از بررسی معنای ریسک، به مفهوم تحلیل ریسک فناوری اطلاعات، و نیز بررسی مزایا و معایب روش کیفی و کمی تحلیل ریسک پرداخته است. نتیجه‌گیری وی آن است که ارزیابی صحیح ریسک و احتمال وقوع آن، تصویری از اثر آن بر کارکرد کل سیستم اطلاعاتی به‌دست می‌دهد. [۱۳]

هوانگ^۵ و همکاران بر این باورند که بنا به دلایلی مانند ریسکی‌بودن فعالیت‌های تحقیقاتی و احتمال ناکامی طرح‌ها، بنگاه‌های خصوصی وارد برخی حوزه‌های پژوهشی (و به‌ویژه تحقیقات بنیادی) نمی‌شوند. به همین خاطر، در بسیاری از کشورهای پیشرفته دولت‌ها مبادرت به سرمایه‌گذاری در برنامه‌های توسعه‌ی فناوری‌های پیشرفته می‌نمایند. از نظر آن‌ها انتخاب طرح‌ها نوعی تصمیم‌گیری چندصفتی^۶ است که معمولاً توسط کارگروهی از کارشناسان دانشگاهی، صنعتی و دولتی انجام می‌گیرد. [۱۰]

بودیا و داسکالو^۷ بر این باورند که مدیریت طرح‌های تحقیقاتی آکنده از عدم حتمیت و پیچیدگی هستند. در تحقیقات، مؤلفه‌هایی از خلاقیت و نوآوری حضور داشته و بدین جهت، پیش‌بینی دقیق نتایج بسیار دشوار

است. آن‌ها معتقدند روش‌های فازی، راهکاری برای ارزیابی واقع‌گرایانه‌ی ریسک در مدیریت طرح‌ها هستند. بر این اساس، آن‌ها به تشریح و کاربردی‌سازی الگوی فازی پرداخته‌اند. در این الگو، دو مرحله‌ی اصلی وجود دارد: شناسایی ریسک با استفاده از نقشه‌های ریسک و ساخت اجزای الگو برای استنتاج فازی. [۶]

چیانگ و ژوان^۸، با عنایت به مشکلات موجود در ارزیابی ریسک‌های مترتب بر سرمایه‌گذاری در طرح‌های صنعتی فناوری پیشرفته مانند نبود روشی نظام‌مند و توسل زیاد به ذهنیات، و نیز برای بهبود کارایی و اثربخشی ارزیابی‌ها، به تلفیق دو روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۹ و شبکه‌های عصبی پس‌انتشار پرداخته و مدل تازه‌ای برای ارزیابی ریسک در طرح‌های فناوری پیشرفته ارائه کرده‌اند. [۱۱]

چیانگ و چه^{۱۰} در مقاله‌ی خود برای امکان استفاده از داده‌های اولیه برای اولویت‌بندی طرح‌های توسعه‌ی محصولات جدید (NPD) و برای حل مشکل اطلاعات ناقص و محیط نامطمئن، تحلیل فازی پوششی داده‌ها برای ارزیابی و رتبه‌بندی طرح‌ها را مورد استفاده قرار داده‌اند. برای کمک به شرکت‌ها در کنترل بخش آغازین NPD، در این مطالعه الگویی برای ارزیابی و رتبه‌بندی طرح‌ها تدوین می‌شود که ترکیبی از AHP فازی و تحلیل فازی پوششی داده‌هاست. [۷]

۴) مدل مفهومی پژوهش

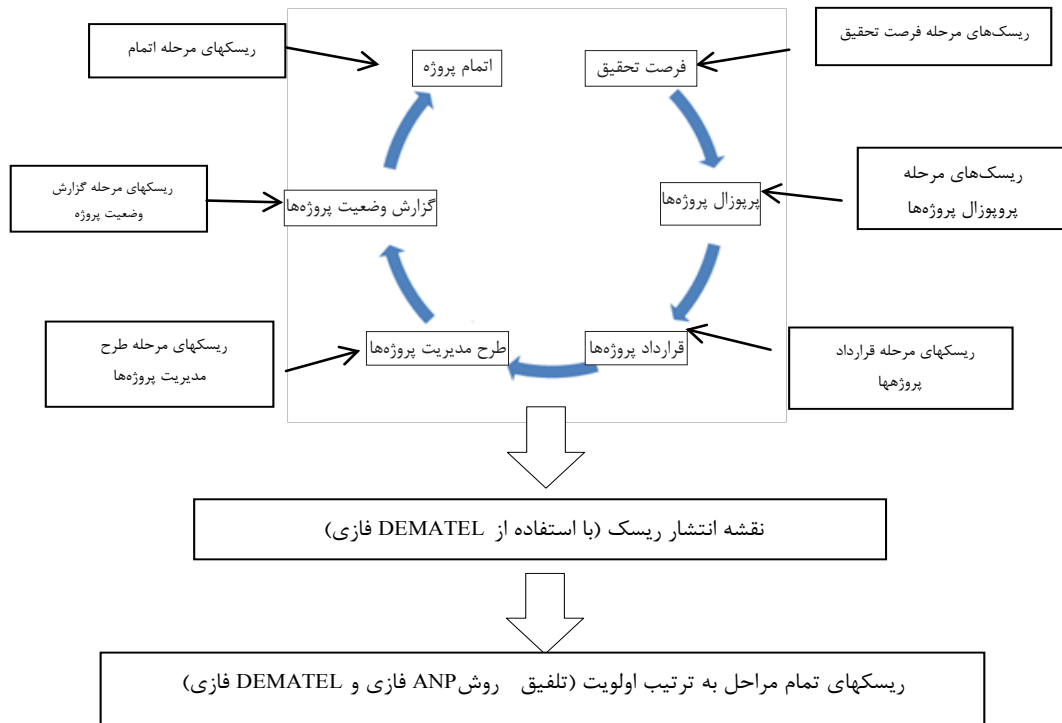
در پژوهش حاضر، چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی از طریق برگزاری دو جلسه تحلیل خبرگی با تیم خبره مورد استفاده در تحقیق استخراج و طی یک جلسه طوفان ذهنی با حضور تیم خبره پژوهش حاضر و سایر محققین سازمان مورد مطالعه نهایی گردید، سپس با استفاده از نظرات خبرگان با برگزاری دو جلسه تحلیل خبرگی ریسک‌های هر مرحله شناسایی

1. Deykman
2. cost overrun
3. influence diagram
4. Rot
5. Huang

6. multiple attribute decision
7. Bodea & Dasalu
8. Jiang & Ruan
9. Analytical Hierarchy Process
10. Chiang & Che

و طی دو مرحله تحلیل خبرگی و یک مرحله طوفان ذهنی ریسک‌های شناسایی‌شده غربال شدند. در شکل (۲) روند پژوهش انجام‌شده نشان داده‌شده

است. کلیه مؤلفه‌های مدل نشان داده‌شده در شکل (۲)، در بند روش‌شناسی تشریح شده‌اند.



شکل ۲: مدل مفهومی پژوهش (نویسنده)

۵) روش‌شناسی

با توجه به طبیعت موضوع و اهداف پژوهش، در این پژوهش نیاز به دو دسته داده اصلی داریم، دسته اول چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی و دسته دوم ریسک‌های موجود در هر مرحله از چرخه است، داده‌های مذکور با استفاده از نظرات چهار تن از مدیران سازمان مورد مطالعه، به دست آمده است.

۵-۱) شناسایی چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی

پس از بررسی مشخص شد در شرکت آلفا، پروژه بر اساس پاسخ به یک نیاز (نیاز بازار، فرصت، تهدید و...) متولد می‌شود. در این مرحله بر اساس ایده‌های گوناگون، پروژه‌های زیادی متولد می‌شوند که با توجه به محدودیت منابع موجود در شرکت آلفا، ادامه‌ی تمامی آن‌ها امکان‌پذیر نیست و این ایده‌ها (پروژه‌های تازه متولد) جهت ادامه نیاز به بررسی بیشتر دارند. به همین دلیل وارد مرحله تعریف

پروپوزال می‌شوند، در این مرحله چنانچه پروپوزال‌ها دارای توجیه اقتصادی بودند و مراحل داوری را پشت سر گذاشتند وارد مرحله بعد (عقد قرارداد) می‌شوند. در این شرکت جهت اجرای پروژه با مجریان، تأمین‌کنندگان و ... قراردادهای مربوط منعقد و پروژه وارد مرحله عملیاتی می‌شود و مدیر پروژه موظف است تمامی الزامات پروژه را برآورد و کلیه برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام و آن‌ها را در قالب طرح مدیریت پروژه به مدیران ارشد واحدهای شرکت (تحقیق و توسعه، مالی، حقوقی، منابع انسانی و...) تحویل و تعاملات لازم تا نهای شدن طرح را انجام و پس از نهای شدن جهت تصویب به مدیریت ارشد ارسال و پس از تأیید مدیر ارشد فاز عملیاتی پروژه شروع و تا رسیدن به اقلام قابل تحویل ذکرشده در پروپوزال پروژه، این مرحله به موازات مرحله بعد (گزارش پروژه به تیم نظارت و اعمال اصلاحات احتمالی) ادامه می‌یابد. در این زمان پروژه وارد مرحله آخر که مرحله اتمام نام

دارد، می‌شود. در این مرحله ارقام قابل تحویل جهت اخذ مجوز برای ورود به خط تولید کارخانه‌های طرف قرارداد، آزمایش‌های نهایی را طی می‌کنند. ممکن است خروجی نهایی این مرحله محصولی جهت تولید انبوه، یا محصولی جهت تعریف شرح خدمات فاز بعدی پروژه باشد.

۲-۵) شناسایی ریسک پروژه‌های تحقیقاتی و طبقه‌بندی در قالب نقشه انتشار ریسک

پس از انجام مصاحبه‌های انفرادی با خبرگان و کارشناسان شرکت مورد مطالعه، ریسک‌های موجود شناسایی شدند. همچنین پس از به‌کارگیری چهار مرحله تحلیل خبرگی ریسک‌های بحرانی نیز شناسایی شدند. سپس برای طبقه‌بندی آن‌ها از نقشه انتشار ریسک، بهره گرفته شده است. منظور از این نقشه، نمایش توزیع ریسک‌ها در هر مرحله و نیز تعیین روابط حاکم در آن‌هاست، در حقیقت نمایش شبکه ارتباطی حاکم بین ریسک‌ها نشان‌دهنده‌ی میزان علی‌بودن و یا معلول‌بودن یک ریسک است. در حقیقت زمانی که به دلیل محدودیت‌های موجود امکان مدیریت تمامی ریسک‌ها در پروژه وجود نداشته باشد، با استفاده از این نقشه می‌توان ریسک‌های اثرگذار را شناسایی و در جهت رفع یا مدیریت آن‌ها اقدام کرد. در این تحقیق برای شناسایی ریسک‌ها از تحلیل خبرگی (تعداد مراحل تا جمع‌بندی نهایی نظرات خبرگان می‌تواند متفاوت باشد) و یک جلسه طوفان ذهنی جهت غربال نهایی ریسک‌ها و همچنین طبقه‌بندی ریسک‌ها در مراحل چرخه عمر، بهره گرفته شده است. در این مرحله جهت تعیین ارتباطات بین ریسک‌ها، روش DEMATEL^۱ فازی روی داده‌های به‌دست‌آمده پیاده‌سازی شد. اعداد مثبت فازی که برای مقایسات زوجی در این مرحله استفاده شده در جدول (۱) آمده است.

۳-۵) اولویت‌بندی مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی

یکی دیگر از مؤلفه‌های مهم مدل مفهومی پژوهش حاضر، بردار وزن چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی است، منظور از بردار وزن، مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی همان انجام اولویت‌بندی مراحل است. در این پژوهش برای انجام اولویت‌بندی مذکور از روش ANP فازی بهره گرفته‌ایم.

۴-۵) اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده

در این تحقیق جهت اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده، پس از به‌دست‌آوردن بردار وزن، از روش ANP فازی استفاده شده است. سپس جهت لحاظ ارتباطات حاکم بین ریسک‌ها در اولویت‌بندی به‌دست‌آمده با استفاده از روش ANP فازی، ماتریس ارتباطات بین ریسک‌ها (به‌دست‌آمده با استفاده از روش DEMATEL فازی) در محاسبات اثر داده شده و اولویت‌بندی نهایی بین ریسک‌ها استخراج شده است [۱]. اولویت‌بندی نهایی ریسک‌ها در این مرحله بر اساس نظرات خبرگان، بردار وزنی مراحل چرخه عمر، ارتباطات حاکم بین ریسک‌ها، میزان اثرگذاری و یا تأثیرپذیری هر ریسک متغیر است.

مقیاس‌های زبانی برای بیان میزان ارتباط	اعداد فازی مثلثی
تأثیر بسیار زیاد	(۰/۷۵، ۱/۰، ۱/۰)
تأثیر زیاد	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
تأثیر کم	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
تأثیر بسیار کم	(۰، ۰/۲۵، ۰/۵)
بدون تأثیر	(۰، ۰، ۰/۲۵)

جدول ۱: متغیرهای بیانی و اعداد فازی متناظر برای بیان درجه ارتباط [۱۴]

۱-۴-۵) تعیین وزن طبقات و عوامل ریسک با استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای چانگ

برای به‌دست‌آوردن وزن مراحل چرخه عمر پروژه‌ها و ریسک‌ها از روش تحلیل توسعه‌ای چانگ استفاده می‌کنیم. به‌همین منظور باید مقایسات زوجی بین مراحل چرخه عمر انجام شود، اعداد مورد استفاده

در این روش مثلثی فازی هستند (جدول (۲)). پس از محاسبه‌ی ماتریس اجماع نظرات (با استفاده از میانگین هندسی)، محاسبات خود را در راستای به‌دست‌آوردن درجات بزرگی مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی ادامه می‌دهیم. سپس با ادامه‌ی مراحل روش تحلیل توسعه‌ای چانگ بردار وزن مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی را به‌دست می‌آوریم. [۲]

جهت محاسبه‌ی وزن عوامل ریسک، مانند محاسباتی

که در راستای به‌دست‌آوردن بردار وزن نرمال مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی انجام دادیم، بردار وزن ریسک‌های شناسایی‌شده در هر مرحله نیز به‌دست آورده‌شده است. لازم به ذکر است در این تحقیق هر کدام از مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی به‌عنوان معیار در نظر گرفته‌شده‌اند، با توجه به نقشه ریسک شناسایی‌شده در مراحل قبل، مقایسات زوجی در هر مرحله از چرخه انجام‌شده است.

مقیاس‌های زبانی برای بیان درجه اهمیت	اعداد فازی مثلثی	مقیاس‌های زبانی معکوس	معکوس اعداد فازی مثلثی
عیناً یکسان	(۱،۱،۱)	عیناً یکسان	(۱،۱،۱)
بسیار جزئی مهم‌تر	(۱/۲، ۱، ۳/۲)	بسیار جزئی کم‌اهمیت‌تر	(۲/۳، ۱، ۲)
نسبتاً مهم‌تر	(۱، ۳/۲، ۲)	نسبتاً کم‌اهمیت‌تر	(۱/۲، ۲/۳، ۱)
مهم‌تر	(۳/۲، ۲، ۵/۲)	کم‌اهمیت‌تر	(۲/۵، ۱/۲، ۲/۳)
خیلی مهم‌تر	(۲، ۵/۲، ۳)	خیلی کم‌اهمیت‌تر	(۱/۳، ۲/۵، ۱/۲)
کاملاً مهم‌تر	(۵/۲، ۳، ۷/۲)	کاملاً کم‌اهمیت‌تر	(۲/۷، ۱/۳، ۲/۵)

جدول ۲: مقیاس‌های زبانی برای بیان درجه اهمیت [۱۵]

۵-۴-۲) تشکیل ماتریس عوامل ریسک و مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی شرکت آلفا با استفاده از وزن‌های به‌دست‌آمده مربوط به مراحل چرخه عمر و عوامل ریسک مربوط به هر مرحله، ماتریس مرحله-عوامل به‌دست می‌آید.

۵-۴-۳) اعمال روابط موجود بین عوامل ریسک به‌دست‌آمده از روش DEMATEL فازی در محاسبات

در این مرحله ماتریس ارتباطات کامل عوامل ریسک‌های پروژه‌های تحقیقاتی سازمان مورد مطالعه را که با استفاده از روش DEMATEL فازی به‌دست آوردیم در ماتریس مراحل-عوامل ریسک ضرب می‌کنیم.

۵-۴-۴) به‌دست‌آوردن وزن نهایی عوامل ریسک و رتبه‌بندی نهایی ریسک‌ها

برای به‌دست‌آوردن وزن نهایی عوامل ریسک، وزن نهایی مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی را که در مراحل قبلی به‌دست آوردیم در ماتریس اصلاح‌شده مراحل-عوامل ریسک ضرب می‌کنیم.

با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده ریسک‌ها را به ترتیب بزرگ‌ترین تا کوچک‌ترین رتبه‌بندی می‌کنیم.

۶) نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شده است ضمن شناسایی چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی شرکت مورد مطالعه و ریسک‌های بحرانی مراحل مذکور، با توجه به ادبیات تحقیق روش جدیدی برای تحلیل و رتبه‌بندی این عوامل با توجه ویژه به وجود روابط علی و معلولی بین آن‌ها، معرفی شود. در روش پیشنهادی از ترکیب نتایج عددی شدت وجود روابط بین عوامل که به کمک روش DEMATEL به‌دست‌آمده با تکنیک ANP رتبه‌بندی نهایی به‌دست‌آمده است. در اینجا نتایج حاصل از مراحل تحقیق به شرح زیر است.

۶-۱) نقشه انتشار ریسک در پروژه‌های تحقیقاتی شرکت آلفا

پس از پیاده‌سازی چندین مرحله خبرگی

ریسک‌های بحرانی پروژه‌های سازمان تحقیقاتی مطابق جدول (۳) شناسایی شدند. سپس با استفاده از جلسات طوفان ذهنی و خبرگی ریسک‌های شناسایی‌شده در مراحل چرخه عمر به‌صورت نقشه انتشار ریسک مطابق جدول (۴)

طبقه‌بندی شدند. پس از این مرحله با پیاده‌سازی تکنیک DEMATEL فازی ارتباطات بین ریسک‌ها شناسایی شد که خروجی آن در قالب ماتریس ارتباطات کامل است که به دلیل خروج از حوصله بحث از درج آن در این تحقیق خودداری شده است.

ریسک‌های موجود	مرحله چرخه عمر
موقعیت مبهم و پرمخاطره‌ی اقتصادی، عدم سرمایه اولیه (ثابت)، عدم سرمایه در گردش (جاری)	فرصت تحقیق
رد یک ایده قوی، پذیرش یک ایده ضعیف، کیفیت پایین ایده‌ها	پروپوزال پروژه‌ها
برآورد اشتباه و غیرواقعی بودجه، برآورد زمان غیرواقعی	قرارداد پروژه‌ها
عدم دسترسی به مواد اولیه، عدم به‌روز بودن منابع علمی، عدم دسترسی به فناوری، پیچیدگی فناوری، نبود تیم همکار باتجربه، عدم میزان تناسب تیم تحقیق با اهداف تحقیق، برنامه‌ریزی ضعیف، توان مدیریتی پایین مجری، کنترل ضعیف، عدم دسترسی به منابع علمی، پژوهشگران با هوش ناسازگار	طرح مدیریت پروژه‌ها
توان مدیریتی پایین تیم نظارت پروژه	گزارش وضعیت پروژه‌ها
در این مرحله ریسکی وجود ندارد و آنچه اتفاق می‌افتد پیامد سایر ریسک‌ها هستند مانند کیفیت ناکافی نتایج	اتمام پروژه

جدول ۳: طبقه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده

ردیف	نام ریسک	کد اختصاری	شرح ریسک
۱	توان پایین مدیریتی تیم نظارت پروژه	R ₁	چنانچه تیم نظارتی از توان مدیریتی بالا برخوردار نباشند مواردی از قبیل: عدم ارائه نظرات اصلاحی مناسب، سخت‌گیری نامناسب و غیرمنطقی، افزایش هزینه و زمان پروژه و ... در طی پروژه اتفاق و پروژه را از مسیر پیش‌بینی‌شده منحرف می‌سازد.
۲	عدم دسترسی به مواد اولیه	R ₂	با توجه به ماهیت پروژه‌های تحقیقاتی و بدیع و نوظهور بودن اغلب آن‌ها، مواد اولیه نیز می‌تواند تا حدودی جدید باشند، این موضوع از یک‌سو و شرایط اقتصادی و سیاسی حاکم علیه کشور ایران از قبیل تحریم‌ها و ... از سوی دیگر می‌تواند باعث بروز رخداد این ریسک و در نتیجه اثر بر هدف‌های مورد انتظار پروژه و حتی شکست پروژه بگذارد.
۳	عدم سطح دسترسی به فناوری	R ₃	ماهیت و شرایط رخداد این ریسک مانند ریسک شماره ۲ است.
۴	پیچیدگی فناوری	R ₄	پروژه‌های تحقیقاتی به دلیل ماهیت پیچیده‌شان اغلب نیازمند فناوری‌های جدید در دنیا هستند که در اکثر موارد این فناوری‌ها و نحوه به‌کارگیری آن‌ها در مقالات و منابع موجود تشریح نشده است، این ریسک در صورت بروز از نظر زمانی به‌شدت به پروژه آسیب می‌رساند
۵	نبود تیم همکار با تجربه	R ₅	اغلب براساس نیاز بازار و یا فرصت و تهدید برآورد شده، سازمان مجبور به تمرکز بر موضوعاتی می‌شود که منابع انسانی شاغل در سازمان در آن زمینه از تجربه کافی برخوردار نیستند، و حتی امکان استفاده از مشاوران خارجی به دلیل تازگی موضوع نیز وجود ندارد، چنانچه تیم همکار از تجربه کافی برخوردار نباشند، با توجه به ماهیت دینامیک پروژه‌های تحقیقاتی (برگشت‌پذیری بالقوه) هزینه و زمان پروژه به‌شدت افزایش می‌یابد و در صورت رسیدن به مرحله ارائه پاسخ ممکن است نیاز بازار رفع شده باشد.
۶	عدم تناسب تیم تحقیق با اهداف تحقیق	R ₆	منظور از این ریسک عدم همخوانی ویژگی‌های تیم مجری با نیازمندی‌های تیم اجرایی پروژه است. در حقیقت تیم مجری باید شایستگی‌های کلیدی تیم اجرایی پروژه اعم از شایستگی‌های رفتاری، تخصصی، مدیریتی را داشته باشند، در غیر این صورت به‌طور قاطع می‌توان گفت در صورت بروز این ریسک پروژه با شکست و انحراف بالا از اهداف مورد انتظار مواجه خواهد شد.
۷	برنامه‌ریزی ضعیف	R ₇	برآوردهای اشتباه هزینه به دلایل مختلف، برآوردهای زمانی، انتخاب اشتباه تیم اجرایی، انتخاب اشتباه تأمین‌کنندگان، عدم پیش‌بینی گلوگاه‌های احتمالی مانند اعمال تحریم، عدم گزینش تیم نظارتی مناسب از جمله مؤلفه‌های کلیدی این ریسک محسوب می‌شوند.
۸	توان مدیریتی پایین مجری	R ₈	چنانچه مجری پروژه از توان مدیریتی لازم برخوردار نباشد پیامدهای بروز این ریسک از قبیل: افزایش هزینه، افزایش زمان، خروج غیرکارکردی تیم از پروژه، کاهش کیفیت، از دست رفتن بازار، پیشی گرفتن رقبا و ... می‌توانند منجر به شکست پروژه شود.
۹	کنترل ضعیف	R ₉	منظور از این ریسک عدم کنترل بر مراحل اجرایی پروژه و تضمین اجرای صحیح آن است که منجر به عدم آگاهی از گلوگاه‌های پروژه می‌شود.
۱۰	عدم دسترسی به منابع علمی	R ₁₀	این ریسک به دلیل اعمال تحریم بر کشور ایران نسبت به سایر ریسک‌ها در سازمان آلفا بیشتر اتفاق می‌افتد و در صورت بروز باعث کاهش خروجی‌های مراحل و کیفیت نتایج می‌شود.
۱۱	عدم به‌روز بودن منابع علمی	R ₁₁	منظور از این ریسک عدم به‌روز بودن منابع مورد استفاده است و به دلیل جدیدبودن پروژه‌های تحقیقاتی چنانچه اتفاق بی‌افتد بسیار خطرناک است و باعث کاهش کیفیت نتایج و افزایش زمان و هزینه پروژه و در آخر نارضایتی مشتری می‌شود.

ردیف	نام ریسک	کد اختصاری	شرح ریسک
۱۲	برآورد اشتباه و غیرواقعی بودجه	R ₁₂	به دلیل پیچیدگی پروژه‌های تحقیقاتی و محیط دینامیک، برآورد صحیح بودجه نیاز به بررسی، دقت و تجربه زیادی است و چنانچه این ریسک اتفاق بی‌افتد اثراتی مانند افزایش بودجه، رد یک ایده قوی، پذیرش یک ایده ضعیف، از دست رفتن بازار و ... می‌شود.
۱۳	برآورد زمان غیرواقعی	R ₁₃	ماهیت و شرایط رخداد این ریسک مانند ریسک شماره ۱۲ است.
۱۴	رد یک ایده قوی	R ₁₄	ممکن است به دلیل برآورد اشتباه بودجه، عدم توان علمی تیم نظارت، شناخت ناکافی نیاز واقعی مشتری، برآورد اشتباه زمان و یا سرمایه ناکافی ایده‌های قوی در مراحل اولیه پروژه اتفاق بی‌افتد.
۱۵	پذیرش یک ایده ضعیف	R ₁₅	ممکن است به دلیل برآورد اشتباه بودجه، عدم توان علمی تیم نظارت، شناخت ناکافی نیاز واقعی مشتری، برآورد اشتباه زمان و یا سرمایه ناکافی ایده ضعیف در مراحل اولیه پروژه اتفاق بی‌افتد و باعث هدر رفتن منابع سازمان شود.
۱۶	کیفیت پایین ایده‌ها	R ₁₆	این ریسک چنانچه اتفاق بی‌افتد خسارات زیادی را بر سازمان وارد خواهد کرد و باعث گمراهی سازمان از مسیر دستیابی به اهداف و پاسخ به نیاز مشتری می‌شود.
۱۷	موقعیت مبهم و پرمخاطره‌ی اقتصادی	R ₁₇	منظور از موقعیت مبهم اقتصادی عدم پیش‌بینی صحیح وضعیت مالی پروژه است. چنانچه نتوان به درک درستی از محیط اقتصادی پروژه رسید مشکلات زیادی مانند برآورد اشتباه بودجه و زمان، هدر رفتن هزینه‌های سازمان، عدم سودآوری محصول نهایی و توقف‌های ناخواسته در طی پروژه شود.
۱۸	سرمایه اولیه ناکافی (ثابت)	R ₁₈	چنانچه سازمان از سرمایه کافی (ثابت) برخوردار نباشد از همان ابتدا برای اجرای پروژه دچار موانع زیادی می‌شود. بسیار مشاهده می‌شود که به دلیل ریسک‌های دیگری مانند برآورد اشتباه بودجه و زمان این ریسک به دلیل درک غلط در اختیار داشتن سرمایه ثابت کافی اتفاق می‌افتد و یا سازمان بدون در اختیار داشتن الزامات و زیرساخت‌های اولیه شروع به اجرای پروژه می‌کند و در طی پروژه کار متوقف می‌شود.
۱۹	سرمایه در گردش ناکافی (جاری)	R ₁₉	ممکن است سازمان از سرمایه اولیه کافی برخوردار باشد اما به دلیل رخداد ریسک‌هایی از قبیل برآورد اشتباه بودجه و زمان، موقعیت مبهم اقتصادی و ... میزان سرمایه در گردش به شدت کاهش یابد و نتواند با تأمین به‌موقع نیازمندی‌های پروژه و رفع گلوگاه‌های احتمالی از پروژه حمایت کند.
۲۰	پژوهشگران باهوش ناسازگار (منابع انسانی مدیریت ناپذیر)	R ₂₀	منابع انسانی شاغل در سازمان‌های تحقیقاتی معمولاً افرادی هستند با تحصیلات عالی که از هوش سرشاری برخوردار هستند و به همین دلیل در حوزه روانشناسی از آن‌ها به افراد ناسازگار یاد می‌شود. به‌عنوان مثال این ناسازگاری زمانی اتفاق می‌افتد که فرد مدیر خود را فردی با تحصیلات و هوش هم‌سطح خود می‌یابد و حاضر به فرمان‌بری از او نمی‌شود.

جدول ۴: ریسک‌های بحرانی پروژه‌های تحقیقاتی سازمان مورد مطالعه

۲-۶) بردار وزن طبقات و عوامل ریسک

با استفاده از روش تحلیل توسعه‌ای چانگ بردار وزن مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی شرکت آلفا و ریسک‌های هر طبقه به شرح جداول (۵) و (۶) به‌دست آمد.

اتمام	گزارش وضعیت	طرح مدیریت	قرارداد	پروپوزال	فرصت تحقیق
۰/۳۱۹	۰/۲۴۹	۰/۱۶۹	۰/۰۴۹	۰/۲۱۴	۰

جدول ۵: بردار وزن مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی شرکت آلفا

مرحله چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی	بردار وزن نرمال
فرصت تحقیق	$W = (0/486 \cdot 0 \cdot 0/513)$
پروپوزال پروژه‌های تحقیقاتی	$W = (0/117 \cdot 0/490 \cdot 0/392)$
قرارداد پروژه‌های تحقیقاتی	$W = (1 \cdot 0)$
طرح مدیریت پروژه‌های تحقیقاتی	$W = (0/133 \cdot 0/109 \cdot 0/109 \cdot 0/066 \cdot 0/066 \cdot 0/061 \cdot 0/112 \cdot 0/086 \cdot 0/078 \cdot 0/11 \cdot 0/068)$

جدول ۶: بردار وزن ریسک‌ها در هر مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی

۳-۶) ریسک‌های رتبه‌بندی شده پروژه‌های شرکت آلفا

با استفاده از وزن‌های به‌دست‌آمده مربوط عوامل ریسک مربوط به هر مرحله، ماتریس مرحله-عوامل اولیه به‌دست می‌آید که با ضرب ماتریس ارتباطات کامل مذکور در بند (۶-۱) در آن، روابط حاکم بین

ریسک‌ها در این ماتریس اعمال می‌شود که از آن به‌عنوان ماتریس اصلاح‌شده یاد می‌شود، درنهایت با ضرب وزن نهایی مراحل چرخه عمر پروژه‌های تحقیقاتی (جدول ۵) در ماتریس اصلاح‌شده مراحل-عوامل ریسک، رتبه‌بندی نهایی ریسک‌ها به شرح جدول (۷) به‌دست آمد.

رتبه	امتیاز	ریسک
۱	۰/۰۳۶۹۷۷۹۲۱	عدم دسترسی به منابع علمی
۲	۰/۰۳۵۹۱۷۴۷	سرمایه در گردش ناکافی (جاری)
۳	۰/۰۲۹۷۱۵۵۲۸	کیفیت پایین ایده‌ها
۴	۰/۰۲۹۶۴۲۸۰۶	پذیرش یک ایده ضعیف
۵	۰/۰۲۹۳۸۹۸۵۷	برنامه‌ریزی ضعیف
۶	۰/۰۲۸۱۴۵۲۲۷	عدم تناسب تیم تحقیق با اهداف تحقیق
۷	۰/۰۲۸۰۲۲۵۴۵	موقعیت مبهم و پرمخاطره‌ی اقتصادی
۸	۰/۰۲۷۹۴۲۲۱۵	پژوهشگران باهوش ناسازگار
۹	۰/۰۲۶۷۷۱۲۹۴	کنترل ضعیف
۱۰	۰/۰۲۴۳۵۰۲۱۹	نبود تیم همکار با تجربه
۱۱	۰/۰۲۴۲۵۱۵۱	برآورد اشتباه و غیرواقعی بودجه
۱۲	۰/۰۲۳۷۹۴۱۲۹	برآورد زمان غیرواقعی
۱۳	۰/۰۲۳۴۴۴۲۷	سرمایه اولیه ناکافی (ثابت)
۱۴	۰/۰۲۲۸۶۳۱۷۴	توان مدیریتی پایین مجری
۱۵	۰/۰۲۱۷۴۴۲۱۵	پیچیدگی فناوری
۱۶	۰/۰۲۰۹۵۱۳۰۵	عدم دسترسی به فناوری
۱۷	۰/۰۲۰۷۶۲۳۵	عدم به‌روز بودن منابع علمی
۱۸	۰/۰۱۷۱۹۰۴۲۹	عدم دسترسی به مواد اولیه
۱۹	۰/۰۱۳۲۴۸۷۱۴	توان پایین مدیریتی تیم نظارت پروژه
۲۰	۰/۰۱۱۴۰۸۵۱۳	رد یک ایده قوی

جدول ۷: رتبه‌بندی نهایی عوامل ریسک

۷) منابع و مراجع

۱. اصغر پور، محمدجواد. تصمیم‌گیری‌های چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران: ۱۳۸۹.
۲. بشیری، مهدی. حجازی، طه حسین. رویکردی نوین در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره. انتشارات دانشگاه شاهد: ۱۳۹۰.
۳. حق نویس، سعید. ساجدی، همایون. "مهندسی ریسک برای مدیران پروژه". چاپ اول، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا: ۱۳۸۶.
۴. فرهادی، س. م. و همکاران. الگوی مدیریت عملکرد در سازمان‌های تحقیق و توسعه ایران و چالش‌های نوین فراروی آن‌ها، فصل‌نامه‌ی پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی. شماره ۳۴: ۱۳۸۳.

۵. صادق عمل نیک، م. و همکاران. یافتن روابط علی و معلولی و رتبه‌بندی عوامل بحرانی موفقیت و شکست پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی به کمک ترکیب روش‌های ANP و DEMATEL فازی گروهی. نشریه تخصصی مهندسی صنایع. شماره ۲: ۱۳۸۹.

6. Bodea, C. N. and Dascalu, M. L. 2009. "Modeling Research Project Risks with Fuzzy Maps." *Journal of Applied Quantitative Methods*, 4: 17-30.
7. Chiang, T. A. and Z. H. Che, 2010. "A Fuzzy Robust Evaluation Model for Selecting and Ranking NPD Projects Using Bayesian Belief Network and Weight-Restricted DEA." *Expert Systems with Applications*, 37: 7408-7418.
8. Dikmen, I., M. T. Birgonul, and S. Han, 2007. "Using Fuzzy Risk Assessment to Rate Cost Overrun Risk in International Construction Projects." *International Journal of Project Management*, 25: 494-505.
9. Hillson, D. A. and D. T. Hulett, 2004. "Assessing Risk Probability: Alternative Approaches." *Proceedings of the PMI Global Congress*, April 19-21, Prague, Czech Republic.
10. Huang, C. C & etal, 2008. "A Fuzzy AHP Application in Government-Sponsored R&D Project Selection." *Omega*, 36: 1038-1052.
11. Jiang, H. and J. Ruan, 2010. "Investment Risks Assessment on High-tech Projects Based on Analytic Hierarchy Process and BP Neural Network." *Journal of Networks*, 5(4): 393-402.
12. Lawson, C. P & etal. 2006. "The Application of a New Research and Development Project Selection Model in SMEs." *Technovation*, 26: 242-250.
13. Rot, A., 2008. "IT Risk Assessment: Quantitative and Qualitative Approach." *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, October 22-24, San Francisco, USA.
14. Tang, W & etal. 2011. "Research on Risk Evaluation in Urban Rail Transit Project." *Procedia Engineering*, 15: 5094-5099.
15. Zhou, Q. & Huang, W. Ying, Z. 2011. identifying critical success factor in emergency managemena using fuzzy matel metod. *safty science*. 243-252.

سردار سرلشگر بسیجی دکتر سید حسن فیروز آبادی:

باید هر کدام از سازمان‌ها متناسب با شرایط آن سازمان، میزان خطر آفرینی تجهیزات و مهمات و مواردی که با آن روبرو هستند و استانداردها را مشخص کرده و بر اجرای آنها نظارت و کنترل شدید داشته باشند.