



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal (CPJ)

Risk Prioritization of Civil Projects Based on Best-Worst Method: The Case of Arak-Khoramabad Freeway Project

Rahim Taghizadeh ^۲ *, Ahmad Poustachi ^۱

^۱- Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technologies, Urmia University of Technology, Urmia.
r.taghizadeh@uut.ac.ir

^۲- Master of Industrial Engineering, Urmia University of Technology (Arak-Khorramabad Freeway Project Control Expert)
ahmadpoustchi0042@gmail.com

Abstract

Civil projects is one of the leading industry sectors that spurred economic growth. Risk management and its evaluation are keys factors to the success of projects. Since risk is a part of any project cannot be denied. But, its proper management can offer solutions to control it. We identify the risks in the arak-khoramabad freeway project using the PMBOK. In this study, total of ۱۶ possible risks were identified through a comprehensive literature review and field study by experts. More ever, there ۱۶ risks were clustered into ۴ components; ۱) Technical, functional and qualitative risk ۲) Organizational risk ۳) Management risk ۴) External risk. Applying expert opinions and the Best-Worst Method (BWM) that is a multi-criteria decision-making method, the relative importance (weights) of these criteria were calculated. The result show that management risk is most important criterion. The lack of financial sources and government supports are the main sub criterion and risks. Finally, with detected risk ranked, reaction programs to important risk were provided and enables the project manager and authorities to keep face of risks.

Keywords: Risk Management, Project Management, Arak-Khoramabad Freeway, Best-Worst Method (BWM).



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal (CPJ)

اولویت بندی ریسک در پروژه‌های عمرانی بر اساس روش Best Worst Method مطالعه موردی: آزادراه اراک-خرم‌آباد

رحیم تقی زاده^{۲*}، احمد پوستچی^۱

۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فناوریهای صنعتی، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه.
r.taghizadeh@uut.ac.ir

۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه (کارشناس کنترل پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد)
ahmadpoustchi0042@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۳۱

چکیده

طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی همواره از مهم‌ترین بخش‌های مولد صنعتی بوده که موجب رشد و پیشرفت اقتصادی می‌گردد. در شرایط متغیر اقتصادی، فناوری و این طرح‌های سرمایه‌گذاری با ریسک‌ها و مخاطرات فراوانی روبه‌رو هستند که موفقیت این طرح‌ها به شناسایی، ارزیابی و مدیریت صحیح این مخاطرات وابسته است. چراکه ریسک جزئی از هر پروژه بوده و نمی‌توان آن را حذف کرد، بلکه با مدیریت درست می‌توان راهکارهایی جهت کنترل و مدیریت پیشنهاد کرد. بر این اساس در این پژوهش ۱۶ مورد از ریسک احتمالی موجود در پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد از طریق بررسی جامع ادبیات و مطالعه میدانی توسط کارشناسان با استفاده از روش PMBOK شناسایی شده است. ضمن آنکه، این ۱۶ ریسک در ۴ مؤلفه: (۱) ریسک فنی، کاربردی و فنی (۲) ریسک سازمانی (۳) ریسک مدیریتی (۴) ریسک خارجی دسته‌بندی شده است. سپس به منظور شناسایی محتمل‌ترین ریسک‌ها با استفاده از نظرات متخصصان و توسط روش بهترین-بدترین (Best Worst Method) اهمیت نسبی (وزن) از این معیارها و ریسک‌ها محاسبه شده است. نتایج تحقیق بیانگر آن است که ریسک مدیریت به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه و معیار مطرح بوده و عدم تخصیص بودجه و قطع حمایت دولت با اهمیت‌ترین ریسک و زیر معیار را از نظر کارشناسان بوده است. درنهایت با توجه به رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده، برنامه و پیشنهادهای پاسخگویی به ریسک‌های مهم به‌منظور حذف یا کاهش اثرات مخرب بر اساس دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌ها ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک، مدیریت پروژه، آزادراه اراک-خرم‌آباد، Best Worst Method.

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل رشد و توسعه اقتصادی هر جامعه گسترش سرمایه‌گذاری‌های عمرانی است که به‌عنوان شاخصی در رونق اقتصادی آن کشور مدنظر قرار می‌گیرد. این سرمایه‌گذاری‌ها از طریق ایجاد اشتغال مستقیم و غیرمستقیم، تأمین زیرساخت لازم برای سایر فعالیت‌های اقتصادی و خدماتی و تأمین بستر لازم برای توسعه متعادل بخشی و جغرافیایی همواره از اهداف اصلی دولت‌ها بوده و سالانه بودجه‌های کلانی در قالب طرح‌های عمرانی از سوی دولت تخصیص داده می‌شود. اما مسئله اصلی در اجرای این طرح‌های سرمایه‌گذاری، وجود ریسک و شیوه مدیریت این مخاطرات است. لیکن با شناسایی دقیق و درست ریسک پروژه‌های سرمایه‌گذاری است می‌توان شانس موفقیت این طرح‌ها را افزایش داد (زنجیرچی و همکاران، ۲۰۱۷). به‌بیان‌دیگر به‌منظور مدیریت ریسک‌های موجود در پروژه جهت بیشینه‌سازی نتایج مثبت موجود در آن و همچنین کمینه‌سازی وقوع و یا اثر پیامدهای منفی فرآیند استفاده از این شیوه شامل: شناسایی، ثبت، رتبه‌بندی، شناخت و تخصیص اقداماتی است که جهت کاهش ریسک‌ها صورت می‌گیرد امری ضروری است (Gosh and Jintanapakanont, ۲۰۰۴). با توجه به اینکه در پروژه‌های بزرگ از طرفی مواجه با ریسک‌های متعدد، تعهدات گسترده و از طرفی انجام پروژه با بودجه مشخص و در زمان معین و دارا بودن استانداردهای متناسب با سطح انتظار کارفرما عموماً فرآیند مدیریت ریسک را با شکست مواجه می‌کند، لذا شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پرخاطر کاملاً ضروری بوده و نیاز به مدیریت و شناخت درست از آن‌ها در پروژه‌های بزرگ برای کاهش ریسک‌ها بسیار مهم و حائز اهمیت می‌باشد (سایه بانی و همکاران، ۲۰۱۸).

مدیریت ریسک^۱ همواره به‌عنوان یکی از مباحث جذاب و پر دغدغه‌ی مدیریت مطرح بوده، این شاخه نخستین بار در سال (۱۹۶۰) در صنعت بیمه مطرح گردید، و امروزه به دلیل استفاده گسترده از آن در تمام سازمان‌های متوسط تا بزرگ از جمله پروژه‌های عمرانی، زنجیره تأمین و راه‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (سلطانی محمدی و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به ضرورت ارزیابی ریسک‌ها به‌منظور انتخاب عکس‌العمل مناسب برای حفظ منافع پروژه و مدیریت آن، پژوهش‌های متعددی توسط محققان حوزه‌های مختلف اقتصادی، مالی، مهندسی و مدیریتی در زمینه مدل‌سازی، ارزیابی، مدیریت و کنترل ریسک در پروژه‌های عمرانی صورت گرفته است. در برخی موارد عمده همانند الفت و همکارانش در سال (۱۳۸۹) به شناسایی ریسک پروژه‌ها در استان بوشهر بر مبنای استاندارد PMBOK پرداخته‌اند، سپس برای اولویت‌بندی ریسک‌ها از روش AHP^۲ فازی و TOPSIS^۳ فازی استفاده کرده و در پایان بر مبنای مدیریت و پاسخ به آن‌ها راهکارهایی را به‌صورت عملی پیشنهاد کرده‌اند (لفت و همکاران، ۲۰۱۰). سلطانی و همکارانش (۱۳۹۶) به ارزیابی و تحلیل ریسک مخاطرات پروژه‌ی حفاری تونل خط ۷ متروی تهران با استفاده از روش نزدیکی به گزینه ایده آل پرداخته و با شناسایی و رتبه‌بندی این ریسک‌ها راهکارهایی جهت مقابله با مهم‌ترین آن‌ها ارائه کرده‌اند (سلطانی محمدی و همکاران، ۱۳۹۶). در مطالعه‌ی دیگر می‌توان به پژوهش جلالی (۱۳۹۸) اشاره کرد که به روش‌شناسی مدل‌های مختلف کمی ریسک در پروژه‌های عمرانی و تحلیل و مقایسه آن‌ها در شرایط متفاوت پرداخت (جلالی ۱۳۸۹). و یا می‌توان به پژوهش کومار و همکارانش (۲۰۱۷) اشاره کرد که به ارزیابی مدیریت ریسک در پروژه‌های راه‌سازی در هند پرداخته و با شناسایی ۴۴ عامل مؤثر توسط یک روش سیستماتیک، وزن دهی و رتبه‌بندی جهت کاهش مخاطرات جاده‌ای ارائه کردند (Kumar et al. ۲۰۱۷).

با این حال، اگرچه پژوهش‌های کارشده در این حوزه به موضوع اولویت‌بندی مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی توسط روش‌های MCDM پرداخته‌شده، اما توجه ناچیزی به پژوهش‌های فعال و در حال انجام عمرانی با استفاده از روش‌های جدید MCDM شده است، که در این مقاله با بررسی ادبیات پژوهش و مصاحبه با کارشناسان این حوزه با شناسایی مجموعه‌ای از مهم‌ترین ریسک‌های موجود با استفاده از آخرین تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره (Best Worst Method) رتبه‌بندی شده اند. به‌منظور پیدا کردن راه‌حل برای این مسئله عملی، سؤال این پژوهش بدین‌صورت مطرح می‌شود که چگونه می‌توان در راستای توجه بیش‌ازپیش به توان و ظرفیت داخل و پیشبرد پروژه در زمان پیش‌بینی‌شده و با منابع در دسترس، با توجه به احتمال وقوع ریسک در پروژه‌های راه و در پروژه در حال ساخت آزادراه اراک-خرم‌آباد، کدام‌یک از ریسک‌ها در پروژه مدنظر بالاترین احتمال وقوع را داشته و چگونه می‌توان با ارائه‌ی راهکارهایی مناسب،

^۱ Risk Management^۲ Analytic Hierarchy Process^۳ Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solutions

جهت کاهش و مدیریت عوامل ریسک و عدم اطمینان در پروژه و حوادث در معرض خطر آن، که باعث تصمیم‌گیری محافظه‌کارانه برای همه ذینفعان درگیر از مدیر پروژه تا پیمانکاران، شرکت‌های بیمه و کارفرمایان می‌شود، مقابله کرد. ساختار این تحقیق بدین‌سان است که بعد از بیان مفهوم و ضرورت رتبه‌بندی ریسک، در بخش دوم به بیان مبانی نظری و پیشینه تحقیق پرداخته خواهد شد، در بخش سوم روش‌شناسی پژوهش مورد بحث قرار می‌گیرد. در بخش چهارم یافته‌های تحقیق ارائه شده و نهایتاً در بخش پایانی موضوع جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی جهت پژوهش‌های آینده ارائه خواهد شد.

۲- مبانی نظری

۲-۱- تشریح فرآیند مدیریت ریسک

از ابزارهای ویژه‌ای برای موفقیت فعالیت‌های پیچیده مانند پروژه‌ها می‌توان به مدیریت پروژه اشاره کرد. توجه به چشم‌انداز جهانی برای مدیریت پروژه طی یک دهه گذشته روبه افزایش است. استفاده از استانداردهای مربوط به مدیریت پروژه با تشویق معیارهای مشترک در جهت شایستگی بین متخصصین در راستای اهداف مدیریت پروژه می‌باشد (Crawford et al. ۲۰۰۷). هدف از مدیریت پروژه می‌تواند شامل کنترل زمان، هزینه و میزان پیشرفت پروژه‌ها نامید. به‌طور کلی مدیریت پروژه فرآیندی در جهت کنترل موفقیت در رسیدن به اهداف مشخص شده آن پروژه می‌باشد (Aziz, ۲۰۱۳). در سال‌های اخیر استانداردهای متنوعی شامل اصول پایه‌ای، برای پیاده‌سازی سیستم مدیریت موفق یک پروژه مطرح گردیده است. برخی از استانداردهای معروف مدیریت پروژه و دامنه کاربرد آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- استانداردهای معروف مدیریت پروژه

ردیف	نام استاندارد	دامنه استفاده
۱	PMBOK	جهانی
۲	ISO ۱۰۰۰۶	جهانی
۳	Professional Methodologies	جهانی
۴	BS ۶۰۷۹	ملی
۵	APMBOK	ناحیه‌ای

بوهم^۱ فرآیندی دو مرحله‌ای را شامل ۱- فاز تخمین ریسک (شامل شناسایی، تحلیل و اولویت‌بندی) ۲- فاز کنترل ریسک (شامل برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، برنامه‌ریزی نظارت ریسک و اقدامات اصلاحی) برای مدیریت ریسک در پروژه‌ها پیشنهاد کرد (Boehm, ۱۹۹۱). در پژوهشی دیگر موسسه مدیریت پروژه، از مدیریت ریسک به‌عنوان یکی از سطوح اصلی و یا پیکره‌های دانش مدیریت پروژه یاد می‌کند. در تعریف این موسسه، مدیریت ریسک پروژه شامل فازهای شناسایی، اندازه‌گیری، عکس‌العمل و کنترل ریسک می‌شود. در این تعریف کلیه فرآیندهای مرتبط با شناسایی، تحلیل و پاسخگویی به هرگونه عدم اطمینان که منجر به کمینه‌سازی وقایع نامطلوب و بیشینه‌سازی رخدادهای مطلوب می‌گردد مدیریت ریسک پروژه می‌نامند (بخشیان و همکاران، ۱۳۹۳). اما از قوی‌ترین استانداردها در فرآیند مدیریت ریسک می‌توان به استاندارد PMBOK اشاره کرد، در این روش ریسک‌های پروژه از چهار جهت: ریسک بیرونی: که در محدوده اختیارات مدیران پروژه نبوده و احتمال وقوع آن نیز در پروژه نیز هست. ریسک درون‌سازمانی: این ریسک‌ها درون سازمان بوده و در اثر کمبود منابع رخ می‌دهد. ریسک فنی- کیفی و عملکردی: ریسک‌هایی که در اثر فناوری و نیروی به‌کاررفته شده در پروژه رخ می‌دهد. ریسک‌های مدیریتی: که ناشی از عدم تخصیص زمان، هزینه و منابع کاری و عدم استفاده از برنامه نامناسب به وقوع می‌پیوندد.

^۱ Boehm Barry

۲-۲- معرفی روش BWM و پیشینه آن

تصمیم‌گیری به انتخاب گزینه‌های مطلوب یا رضایت‌بخش از مجموعه از گزینه‌ها در نظر می‌گیرند، یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ (MCDM) می‌باشد. ماهیت اصلی MCDM رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب یک گزینه بهینه با توجه به معیارهای مختلف می‌باشد، در حالت کلی تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چند شاخصه^۲ (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه^۳ (MODM) دسته‌بندی شده به طوری که مدل‌های چندهدفه به منظور طراحی کاربرد داشته و شامل متغیرهای تصمیم‌گیری و تعداد نامحدودی از گزینه‌ها بوده که در فضای پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد و مدل‌های چند شاخصه به منظور انتخاب برترین گزینه در فضای گسسته تعریف می‌شوند (Whaiduzzaman, et al, ۲۰۱۴). MCDM را به‌عنوان یک حوزه و رشته علمی نسبتاً جدید و جوان در جهان معرفی می‌کنند که روش‌های مختلف آن به منظور ایجاد راه‌حل برای مسئله مورد استفاده قرار می‌گیرد، که از آن جمله می‌توان به TOPSIS (تکنیکی برای اولویت شباخت به راه‌حل ایده آل) یا ANP (فرآیند تحلیل شبکه‌ای) و یا برخی از روش‌های فرارته‌ای شناخته‌شده مانند ELECTRE (ابزار انتخاب واقعیت) و PROMETHEE (ترجیح رتبه‌بندی برای ارزیابی غنی‌سازی) اشاره کرد.

روش بهترین-بدترین (Best Worst Method) را آخرین تکنیک MCDM می‌نامند که توسط رضایی در سال ۲۰۱۵ مطرح شده است (Rezaei, ۲۰۱۵)، این روش به طور گسترده‌ای در دستیابی به یکپارچگی و سهولت، نسبت به روش AHP سنتی کاربرد دارد (Ren, et al, ۲۰۱۷). از سال ۲۰۱۵ که این روش مطرح گردید پژوهش‌های متعددی به ارزیابی آن پرداختند، برای مثال پارمارث گوپتا و همکارانش در سال ۲۰۱۷ یک نقشه راه به منظور مقابله با موانع انرژی در ساختمان‌ها ایجاد کردند آن‌ها با استفاده از مدل BW به رتبه‌بندی موانعی که می‌تواند سطح بهینه‌ای از مصرف انرژی را کاهش دهد دست یافتند (Gupta et al, ۲۰۱۷). یا می‌توان به پژوهش رضایی و همکارانش در سال (۲۰۱۸) اشاره کرد که با توجه به ۶ شاخص عملکرد لجستیک (LPI) که در سال ۲۰۰۷ توسط بانک جهانی مطرح گردیده با استفاده از روش BWM به رتبه‌بندی کشورها به منظور تعیین عملکرد کل تدارکات پرداخته و بدین نتایج دست یافتند که زیرینا با وزن ۲۴٪ به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه برای عملکرد تدارکات در نظر گرفته می‌شود (Rezaei et al, ۲۰۱۸).

۳- روش تحقیق

ریسک پروژه را رویداد یا وضعیتی نامعلوم که امکان وقوع آن وجود دارد می‌نامند که به صورت پیامدهای منفی و مثبت بر روی اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد. هنر و علم شناسایی ریسک‌های موجود در هر پروژه و تجزیه و تحلیل و عکس‌العمل مقتضی متناسب به آن ریسک می‌تواند به بهبود قابل توجهی در موفقیت نهایی آن پروژه منجر شود. تعیین عوامل مخاطره زا و اولویت‌بندی آن‌ها همواره در مدیریت ریسک مطرح است. در نگرش کلان از دو منظر زمان و هزینه ریسک‌های یک پروژه را مورد بررسی قرار می‌دهند (Eskesen, ۲۰۰۴). به‌طور کلی نخستین مرحله در ارزیابی عوامل ریسک، شناسایی و تعریف دقیق آن بر اساس استاندارد جهانی دانش مدیریت پروژه (Duddeck, ۱۹۸۷) از جمله شیوه‌های بازنگری مستندات، چک‌لیست‌ها، تجزیه و تحلیل فرضیات و رخداد وقایع می‌باشد.

این پژوهش از نظر هدف، پژوهش کاربردی است که به مطالعه و شناخت جهت ارزیابی پروژه‌های عمرانی در مبحث آزادراه می‌پردازد. روش گردآوری داده‌های تحقیق در مرحله شناسایی با بررسی ادبیات موضوع و مطالعه میدانی و در مرحله رتبه‌بندی بر اساس نظر کارشناسان می‌باشد، از آنجاکه اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه و اختصاص بودجه و مدیریت آن‌ها امری ضروری می‌باشد. بر این اساس در تحقیق حاضر، ابتدا بر اساس استاندارد PMBOK ریسک‌های پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد به صورت سلسله مراتبی از ریسک کلی تا ریسک‌های جزئی شناسایی می‌شود، سپس با استفاده از آخرین تکنیک MCDM یعنی روش بهترین-بدترین و استفاده از نظرات خبرگان و مهندسان پروژه، به رتبه‌بندی هریک از چهار معیار اصلی پرداخته و در نهایت درجه اولیبتی از هریک از زیر معیارها تعیین گردیده و برنامه جهت پاسخ به آن‌ها تدوین می‌گردد.

^۱ Multiple Criteria Decision Making

^۲ Multiple Attribute Decision Making

^۳ Multiple Objective Decision Making

۳-۱- مراحل تشریح PMBOK

- مراحل انجام این روش را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:
- شناخت ریسک: فرآیند صحیح شناسایی و تشخیص درست ریسک‌ها و همچنین کلیه اعضا و ذینفعان مرتبط به ریسک که در شناسایی ریسک‌ها تأثیرگذار هستند.
- تجزیه و تحلیل ریسک: تجزیه و تحلیل به منظور تعیین وزن‌هایی از ریسک‌ها با توجه به احتمال رخداد و وقوع نسبت به یکدیگر با استفاده از روش بهترین و بدترین طبق مراحل زیر اجرا می‌شود:
- کنترل ریسک: مهم‌ترین قسمت در فرآیند مدیریت ریسک این قسمت است چراکه شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها بدون پاسخ مناسب و ارائه‌ی برنامه جهت مدیریت آن بی‌معناست.

۳-۲- مراحل روش BWM

روش BWM یک روش اصلاح شده AHP بوده و با مقایسات زوجی ضریب اهمیتی جهت ایجاد معیارها و گزینه‌ها به دست می‌آورد. عوامل متعددی می‌تواند بر سازگاری مقایسات نظیر پرسشنامه پیچیده، عدم آگاهی و خستگی پاسخ‌دهندگان تأثیرگذار باشد (Rezaei, 2015). لذا روش حاضر به دلیل چندین ویژگی برجسته، روش مطلوبی به حساب می‌آید؛ از جمله داده‌های کمتر و مقایسات نیز سازگارتر هستند که می‌توان پیچیدگی و زمان لازم را برای ارزیابی تصمیم‌گیری کاهش دهد، دوم به پاسخ‌دهندگان کمتری نیازمند است، سوم فقط از اعداد صحیح استفاده کرده که در مقایسه با روش‌های کسری برای تصمیم‌گیرندگان قابل فهم‌تر است و در نهایت از رویکرد جمع‌آوری داده‌های ساخته یافته برای به حداقل رساندن تناقضات در مقایسات زوجی استفاده می‌کند (Ahmad et al, 2017). حال با توصیف ویژگی‌هایی که بیان شد به معرفی مراحل انجام روش BWM می‌پردازیم. به این اساس چهار مرحله برای تبیین وزن معیارهای تصمیم‌گیری به صورت زیر می‌باشد (Rezaei, 2015):

مرحله اول: پس از تعیین معیارها، به تعیین بااهمیت و کم‌اهمیت‌ترین آن‌ها توسط کارشناسان پرداخته:

در این مرحله بر اساس مجموعه‌ای از معیارهای انتخاب شده به تعیین بهترین و بدترین معیار توسط کارشناسان می‌پردازیم.

مرحله دوم: اولیاتی از بهترین معیار بر همه معیارها به صورت $(a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ با استفاده از یک اعداد از ۱ تا ۹ به صورت زیر تعیین می‌شود: (توسط مقیاس زبانی به صورت ۱=ساوی، ۳=متوسط، ۵=مهم، ۷=بسیار مهم، ۹=خیلی خیلی مهم، ۲، ۴، ۶، ۸=مقادیر میانی (واسطه)) که به بردار (بهترین نسبت معیارهای دیگر) نامند.

درجایی که a_{Bj} نشان‌دهنده اولیاتی از بهترین معیار B بر تمام معیارهای J و واضح است که $a_{BB} = 1$.

مرحله سوم: اولیاتی از معیارهای دیگر بر بدترین معیار به صورت $(a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$ با استفاده از یک عدد ۱ تا ۹ تعیین می‌شود که به بردار (معیارهای دیگر نسبت به بدترین) معروف است.

درجایی که a_{jW} نشان‌دهنده اولیاتی از همه‌ی معیارهای J بر بدترین معیار W بوده و واضح است که $a_{WW} = 1$.

مرحله چهارم: پیدا کردن وزن‌های بهینه $(W_1^*, W_2^*, \dots, W_n^*)$:

با توجه به شرایط سازگاری وزن‌های مطلوب برای هر معیار، بدین صورت که برای هر جفت از $W_B/W_j, W_j/W_w$ ما داریم: $W_B/W_j = a_{Bj}, W_j/W_w = a_{jW}$. برای رفع این شرایط برای Jها باید یک راه‌حل را پیدا کرده تا بتوانیم حداکثر اختلاف مطلق را $\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jW} \right|$ برای همه‌ی Jها به حداقل برسانیم. برای برآورده شدن همه‌ی این شرایط و با داشتن شرایط غیرمنفی و مجموع وزن‌ها، با حل مسئله زیر وزن‌های بهینه هر معیار به دست خواهیم آمد:

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jW} \right| \right\} \quad (1)$$

s.t:

$$\sum_j W_j = 1$$

$$W_j \geq 0, \text{ for all } j.$$

مسئله (۱) را همچنین می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد، درجایی که W_B نشان‌دهنده‌ی وزن بااهمیت‌ترین معیار، W_w نشان‌دهنده‌ی وزن کم‌اهمیت‌ترین معیار، W_j نشان‌دهنده‌ی وزن معیار j ام است و همچنین $a_{ik} \times a_{kj} = a_{ij}$ به‌ازای i و j بیانگر ماتریس مقایسات زوجی کاملاً سازگار خواهد بود.

min ξ

s.t:

$$\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ for all } j$$

(۲)

$$\left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right| \leq \xi, \text{ for all } j$$

$$\sum_j W_j = 1$$

$$W_j \geq 0, \text{ for all } j.$$

در این مواقع به‌جای به حداقل رساندن مقدار در میان مجموعه‌ای از $\left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right|$ و $\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right|$ باید حداکثر مقدار مجموعه‌ای از آن‌ها را به حداقل برسانیم. که در نتیجه مسئله (۴) می‌تواند به مسئله بهینه‌سازی خطی زیر بازنویسی شود:

min ξ^l

s.t:

$$|W_B - a_{Bj}W_j| \leq \xi^l, \text{ for all } j$$

(۳)

$$|W_j - a_{jw}W_w| \leq \xi^l, \text{ for all } j$$

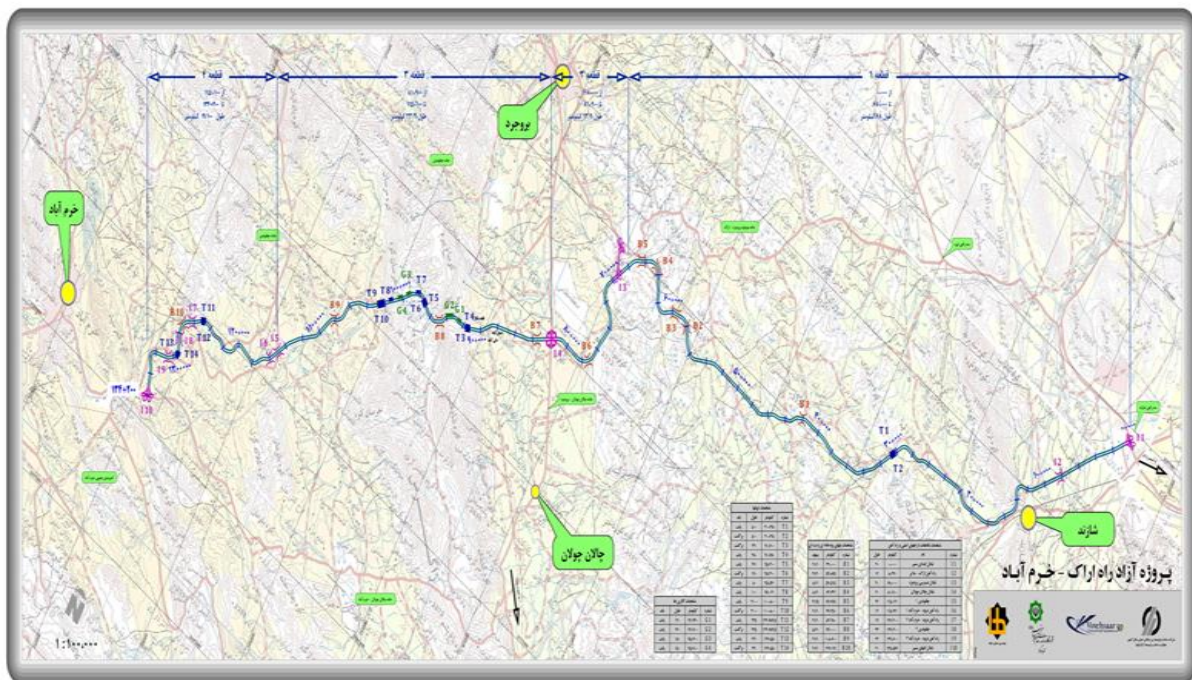
$$\sum_j W_j = 1$$

$$W_j \geq 0, \text{ for all } j.$$

مسئله (۳) یک مسئله بهینه‌سازی خطی با یک پاسخ منحصر به فرد بوده، ضمناً مقادیر برای وزن‌های بهینه $(W_1^*, W_2^*, \dots, W_n^*)$ و ξ^{l*} با حل مدل خطی حاصل می‌شود. قابل ذکر است که برای مقایسه سامانه‌های به‌طور کاملاً ناسازگار با بیش از سه معیار، احتمالاً بیش از یک راه‌حل بهینه وجود خواهد داشت. که این از ویژگی‌های مدل خطی BWM است که اطلاعات بیشتری را در مورد راه‌حل بهینه ارائه می‌دهد. همچنین در مدل ارائه‌شده، مقدار ξ^{l*} را می‌توان به‌طور مستقیم به‌عنوان یک شاخصی از سازگاری مقایسات که هرچقدر نزدیک به صفر باشد، یک سطح بالایی از ثبات و سازگاری را بیان می‌کند (Rezaei et al, ۲۰۱۷).

۴- مطالعه موردی

تجزیه و تحلیل کیفی برای هر پروژه‌ای در هر مرحله از پیشبرد آن، لازم و ضروری است و این مهم تنها با شناخت و تقویت ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های آن پروژه و مدیریت ریسک‌های موجود در آن پروژه امکان‌پذیر است. به منظور ارزیابی مدل تحلیل ریسک پیشنهادی، این مدل برای بررسی ریسک‌های یک پروژه واقعی و فعال مورد استفاده قرار می‌گیرد. پروژه آزادراه اراک - خرم‌آباد را می‌توان از مهم‌ترین کریدورهای ترافیکی شمال به جنوبی کشور نامید که از دیرباز مطرح بوده است. این آزادراه به‌عنوان یکی از شاهراه‌های نواحی شمالی کشور (بندرانزلی، آستارا و نوشهر) به نواحی جنوب و جنوب غربی به‌خصوص بندر امام خمینی است که علاوه بر نقش آن در جابجایی بار و مسافر داخلی در طول کریدور، جایگاه ویژه‌ای در واردات و صادرات و ترانزیت کالا ایفا خواهد کرد. با احداث این آزادراه، خط ارتباطی بین آزادراه اراک - سلفچگان - ساوه و خرم‌آباد - پل زال برقرار خواهد شد. از طرفی در صورت امتداد یابی آزادراه مذکور از سلفچگان به سمت قم و اتصال آن به آزادراه حرم تا حرم نقش بسزایی را می‌تواند در میزان پویایی و پایداری شبکه آزادراهی کشور ایفا کند. پروژه مذکور در چهار قطعه به مساحت بالغ بر ۱۳۵ کیلومتر (قطعه اول آن به مساحت ۶۸ کیلومتر، قطعه دوم آن ۱۴ کیلومتر و قطعه سوم و چهارم آن به ترتیب به مساحت ۳۳ و ۲۰ کیلومتر) می‌باشد که دارای ۱۲ پل خاص و ۳۴۱ پل تیب، می‌تواند نقش بسزایی در کاهش عبور و مرور، تلفات حمل‌ونقل، کاهش سوخت و افزایش ایمنی داشته باشد. شکل ۱ موقعیت قرارگیری و نقشه پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی آزادراه اراک-خرم‌آباد

۵- یافته‌ها

در این قسمت، با استفاده از فرآیند مدیریت ریسک و روش تصمیم‌گیری چند معیاره به ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد می‌پردازیم. در ابتدا با بررسی میدانی و مصاحبه با خبرگان و کارشناسان واقع در پروژه و مطالعات گسترده بر روی ادبیات تحقیق، توسط روش PMBOK به شناسایی ۱۶ مورد از مهم‌ترین ریسک‌های موجود در پروژه در ۴ گروه اصلی (فنی، عملکردی و کیفی - سازمانی - مدیریتی - بیرونی) مطابق جدول ۲ می‌پردازیم.

جدول ۲- ساختار شکست ریسک

زیر معیارها				معیارها
مهندسان ناظر کم تجربه و شرکت‌های مشاور ضعیف	کمبود و استفاده از مصالح نامرغوب	استفاده از اکوپ پیمانکار ضعیف	خرابی مکرر و کمبود شدید ماشین‌آلات	ریسک فنی، عملکردی و کیفی
برآورد نامناسب هزینه و عدم تطابق هزینه‌ها با منابع تخصیصی	برنامه‌ریزی غیر فنی بدون توجه به موقعیت مکانی	اولویت‌بندی غیر صحیح منابع مالی	مسائل مربوط به نوع قرارداد	ریسک سازمانی
کمبود نیروی متخصص و آشنا به تکنولوژی جدید در نیروی کارفرما	عدم توجه به مدیریت پروژه جهت پیشبرد مقطعی پروژه	عدم استفاده از مهندسين مشاور با تجربه کافی	عدم آزادسازی مسیر پروژه (معارضین)	ریسک مدیریتی
عدم ابلاغ نقشه‌های اجرایی	تحریم‌ها و نوسانات نرخ ارز	عدم تخصیص و یا کمبود بودجه و قطع حمایت دولت	حوادث پیش‌بینی نشده مثل سیل، طوفان	ریسک بیرونی

پس از تعیین محتمل‌ترین خطرات و ریسک‌های موجود در پروژه همان‌طور که پیش‌ازاین بیان شد، در این قسمت با استفاده از روش BWM به وزن دهی هر یک از معیارها و زیر معیارها می‌پردازیم. برای تحلیل نتایج با ارسال پرسشنامه به ۴ نفر از خبرگان واقع در پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد پرداختیم تا بتوانیم از دیدگاه صاحب‌نظرانی که در پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد مشغول فعالیت هستند استفاده کنیم. در اولین مرحله از میان مجموعه‌ای از معیارها به‌گزینش مجموعه‌ای از مهم‌ترین معیارها که بیشترین اهمیت را در صنایع تولیدی دارند پرداخته بر این اساس، همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بر اساس نظر کارشناسان اقتصادی ۱۶ مورد از مهم‌ترین ریسک‌هایی که بیشترین اهمیت را در پیشبرد پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد دارند انتخاب شده‌اند. در این مرحله بر اساس نظر هر یک از کارشناسان طبق جدول ۳ درجه اولیتهای از بهترین معیار بر تمام معیارها به دست می‌آوریم. آمده است. با توجه به ۴ معیار مطرح‌شده در این پژوهش دیدگاه هر یک از خبرگان در انتخاب و تعیین درجه اولویت بااهمیت‌ترین-نسبت به معیارهای دیگر متفاوت بوده که در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۳- اولویت بااهمیت‌ترین معیار نسبت به معیارهای دیگر

خبرگان	معیارها / بهترین معیار	ریسک مدیریتی	ریسک فنی، عملکردی و کیفی	ریسک سازمانی	ریسک بیرونی
A	مدیریتی	۱	۴	۷	۲
B	سازمانی	۳	۵	۱	۸
C	مدیریتی	۱	۵	۶	۹
D	مدیریتی	۱	۵	۸	۴

همان‌طور که توضیح داده شد بعد از تعیین کم‌اهمیت‌ترین معیار توسط هرکدام از کارشناسان مدنظر در این پژوهش، با استفاده از مقیاس زبانی به صورت ۱=مساوی، ۳=متوسط، ۵=مهم، ۷=بسیار مهم، ۹=خیلی خیلی مهم، ۸، ۶، ۴، ۲=مقادیر میانی (واسطه) به تعیین درجه اولیتهای از همه معیارها بر کم‌اهمیت‌ترین معیار می‌پردازیم.

جدول ۴- اولویت دیگر معیارها نسبت به کم‌اهمیت‌ترین معیار

D	C	B	A	خبرگان
سازمانی	بیرونی	بیرونی	سازمانی	بدترین معیار معیارها
۹	۹	۵	۷	ریسک مدیریتی
۷	۸	۳	۵	ریسک فنی، عملکردی و کیفی
۱	۶	۸	۱	ریسک سازمانی
۵	۱	۱	۳	ریسک بیرونی

در بخش پایانی به منظور تعیین ضریب اهمیت هر یک از معیارها با حل یک مدل بهینه‌سازی خطی با استفاده از فرمول (۵) مقادیری برای وزن‌های بهینه و ξ^* را به دست می‌آوریم. قابل توجه است که به دنبال افزایش کارایی فرآیند تصمیم‌گیری همراه با ساده‌سازی تفسیر نتایج و همچنین داشتن یک سیستم مقایسه‌ای کامل ناسازگار با بیش از سه معیار، از مدل خطی BWM استفاده شده است.

جدول ۵- میانگین وزن‌ها برای هر معیار

وزن معیارها بر اساس نظر کارشناسان				میانگین معیارها	معیارها
D	C	B	A		
۰/۵۹۵	۰/۶۴۰	۰/۲۲۳	۰/۵۰۵	۰/۴۵۵	ریسک مدیریتی
۰/۱۵۸	۰/۱۷۰	۰/۱۳۴	۰/۱۵۶	۰/۱۵۳	ریسک فنی، عملکردی و کیفی
۰/۰۵	۰/۱۴۲	۰/۵۸۲	۰/۰۵۵	۰/۱۲۲	ریسک سازمانی
۰/۱۹۷	۰/۰۴۸	۰/۰۶۲	۰/۲۸۴	۰/۱۱۳	ریسک بیرونی
۰/۱۹۴	۰/۲۱۱	۰/۰۸۷	۰/۱۱۹		ξ^*

همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌کنید میانگین مقادیر وزنی برای هر معیار و مقدار ξ^* مربوط به هر یک از کارشناسان اقتصادی با استفاده از نرم‌افزار ۲۳-۵ GAMS به دست آورده، سپس میانگین وزن‌های هر یک از معیارها جهت ایجاد رتبه‌بندی و ارزیابی نهایی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که ریسک مدیریتی به عنوان مهم‌ترین و بااهمیت‌ترین معیار و ریسک بیرونی کم‌اهمیت‌ترین درجه اهمیت، را از منظر کارشناسان اقتصادی کسب کرده است. همچنین بر اساس جدول بالا مقدار ξ^* که بیانگر میزان سازگاری یک مقایسه است، برای همه کارشناسان نزدیک به صفر بوده که می‌توان نتیجه گرفت ما یک سازگاری بسیار خوب داریم.

در ادامه به منظور تعیین ضریب اهمیت هریک از ۱۶ زیرمعیار مدنظر و موجود در پروژه به تعیین کم‌اهمیت‌ترین و بااهمیت‌ترین زیرمعیار در هر کدام از ۴ دسته اصلی (فنی، عملکردی و کیفی - مدیریتی - سازمانی - بیرونی) پرداخته و طبق روش بیان شده درجه اهمیتی از بااهمیت‌ترین معیار بر همه معیارها و همچنین درجه اولیاتی از همه معیارها بر کم‌اهمیت‌ترین معیار توسط مقیاس زبانی تعیین می‌شود.

جدول ۶- وزن‌ها مربوط به معیار

بدترین معیار				بهترین معیار				زیرمعیارهای ریسک	معیارهای ریسک
D	C	B	A	D	C	B	A		
۸	۸	۵	۹	۱	۱	۳	۲	خرابی مکرر و کمبود شدید ماشین‌آلات	ریسک فنی، عملکردی و کیفی
۶	۶	۲	۳	۳	۶	۵	۵	استفاده از اکیپ پیمانکار ضعیف	
۱	۷	۱	۱	۴	۳	۶	۷	کمبود و استفاده از مصالح نامرغوب	
۷	۱	۸	۲	۲	۸	۱	۱	مهندسان ناظر کم‌تجربه و شرکت‌های مشاور ضعیف	
۷	۱	۸	۹	۱	۸	۱	۱	مسائل مربوط به نوع قرارداد	ریسک سازمانی
۳	۷	۱	۷	۴	۲	۴	۳	اولویت‌بندی غیر صحیح منابع مالی	
۱	۸	۵	۳	۵	۱	۳	۵	برنامه‌ریزی غیر فنی بدون توجه به موقعیت مکانی	
۵	۶	۵	۱	۳	۴	۳	۹	برآورد نامناسب هزینه و عدم تطابق هزینه‌ها با منابع تخصیصی	
۱	۱	۱	۳	۴	۹	۸	۵	حوادث پیش‌بینی نشده مثل سیل، طوفان	ریسک بیرونی
۵	۶	۳	۱	۱	۶	۵	۷	تحریم‌ها و نوسانات نرخ ارز	
۴	۹	۶	۵	۲	۱	۱	۲	عدم تخصیص و کمبود بودجه و قطع حمایت دولت	
۳	۷	۵	۹	۳	۴	۲	۱	عدم ابلاغ نقشه‌های اجرایی	
۳	۱	۷	۵	۳	۹	۱	۳	عدم استفاده از مهندسین مشاور باتجربه کافی	ریسک مدیریتی
۱	۵	۳	۱	۴	۵	۴	۷	کمبود نیروی متخصص و آشنا به تکنولوژی جدید در نیروی کارفرما	
۷	۹	۱	۳	۲	۱	۷	۵	عدم توجه به مدیریت پروژه جهت پیشبرد	

								مقطعی پروژه
۹	۶	۴	۷	۱	۷	۳	۱	عدم آزادسازی مسیر پروژه (معارضین)

به منظور بررسی سازگاری مقایسات زوجی، همان طور در جدول ۷ مشاهده می کنید ضریب اهمیت نهایی هر یک از معیارها با میانگین گیری برای هر یک از کارشناسان حاصل شده است.

جدول ۷- میانگین وزن ها برای هر زیرمعیار

وزن معیارها بر اساس نظر کارشناسان				میانگین معیارها	زیرمعیارها	معیارها
D	C	B	A			
۰/۴۳۰	۰/۵۷۵	۰/۲۳۰	۰/۳۵۷	۰/۳۹۸	خرابی مکرر و کمبود شدید ماشین آلات	ریسک فنی، عملکردی و کیفی
۰/۲۰۳	۰/۱۲۵	۰/۱۳۸	۰/۱۴۳	۰/۱۵۳	استفاده از اکیپ پیمانکار ضعیف	
۰/۰۶۳	۰/۲۵۰	۰/۰۷۲	۰/۰۷۱	۰/۱۱۴	کمبود و استفاده از مصالح نامرغوب	
۰/۳۰۴	۰/۰۵۰	۰/۵۶۰	۰/۴۲۹	۰/۳۳۶	مهندسان ناظر کم تجربه و شرکت های مشاور ضعیف	
۰/۵۲۸	۰/۰۴۶	۰/۴۸۴	۰/۵۷۷	۰/۴۰۹	مسائل مربوط به نوع قرارداد	ریسک سازمانی
۰/۱۷۰	۰/۳۰۸	۰/۰۷۸	۰/۲۳۳	۰/۱۹۸	اولویت بندی غیر صحیح منابع مالی	
۰/۰۷۵	۰/۴۹۲	۰/۲۱۹	۰/۱۴۰	۰/۲۳۲	برنامه ریزی غیر فنی بدون توجه به موقعیت مکانی	
۰/۲۲۶	۰/۱۵۴	۰/۲۱۹	۰/۰۵۱	۰/۱۶۳	برآورد نامناسب هزینه و عدم تطابق هزینه ها با منابع تخصیصی	
۰/۰۹۱	۰/۰۵۰	۰/۰۷۰	۰/۱۱۹	۰/۰۸۳	حوادث پیش بینی نشده مثل سیل، طوفان	ریسک بیرونی
۰/۴۵۵	۰/۱۳۲	۰/۱۲۰	۰/۰۶۴	۰/۱۹۲	تحریم ها و نوسانات نرخ ارز	
۰/۲۷۳	۰/۶۲۱	۰/۵۱۰	۰/۲۹۷	۰/۴۲۵	عدم تخصیص و کمبود بودجه و قطع حمایت دولت	
۰/۱۸۲	۰/۱۹۷	۰/۳۰۰	۰/۵۲۱	۰/۳	عدم ابلاغ نقشه های اجرایی	
۰/۲۰۰	۰/۰۵۲	۰/۵۶۱	۰/۲۲۶	۰/۲۶	عدم استفاده از مهندسين مشاور با تجربه کافی	
۰/۰۶۷	۰/۱۷۰	۰/۱۵۸	۰/۰۶۶	۰/۱۱۵	کمبود نیروی متخصص و آشنا به تکنولوژی جدید در نیروی	

ریسک مدیریتی	کارفرما				
	عدم توجه به مدیریت پروژه جهت پیشبرد مقطعی پروژه	۰/۲۹۱	۰/۱۳۶	۰/۰۷۰	۰/۶۵۷
	عدم آزادسازی مسیر پروژه (معارضین)	۰/۳۳۴	۰/۵۷۲	۰/۲۱۱	۰/۱۲۱
					۰/۳۰۰
					۰/۴۳۳

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، در دسته‌ی ریسک‌های فنی، عملکردی و کیفی مهم‌ترین ریسک‌ها مربوط به خرابی مکرر ماشین‌آلات و کمبود شدید ماشین‌آلات با درجه اهمیت ۰/۳۹۸ و مهندسان ناظر کم‌تجربه و شرکت‌های مشاور ضعیف با درجه اهمیت ۰/۳۳۶ هستند. همچنین در طبقه سازمانی مسائل مربوط به نوع قرارداد با ضریب اهمیت ۰/۴۰۹ مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر پروژه می‌باشد. در طبقه ریسک بیرونی عدم تخصیص و کمبود بودجه و قطع حمایت دولت با ضریب اهمیت ۰/۴۲۵ و پس‌از آن عدم ابلاغ نقشه‌های اجرایی با درجه اهمیت ۰/۳ دو شاخص مهم از نظر کارشناسان هستند. در طبقه ریسک مدیریتی، عدم آزادسازی مسیر پروژه و وجود معارضین متعدد در مسیر ۰/۳۳۴ و پس‌از آن عدم توجه به مدیریت پروژه جهت پیشبرد مقطعی پروژه با درجه اهمیت ۰/۲۹۱ دو شاخص بااهمیت در این زیرمعیارها می‌باشند.

پس از تعیین درجه اهمیت هر یک از ریسک‌ها و شناسایی پرمخاطره‌ترین ریسک‌های موجود در پروژه باید راهی برای واکنش آگاهانه در برابر آن اتخاذ شود. لذا در ادامه پژوهش بعد از شناسایی، سنجش و رتبه‌بندی ریسک به برنامه‌ای جهت کنترل و مدیریت آن پرداخته می‌شود. بر همین اساس پیشنهادهایی جهت حذف یا کاهش آثار نامطلوب ذکر شده بر اساس دستورالعمل‌ها، آیین‌نامه‌ها و مصاحبه با مجریان ذی‌صلاح در ادامه ارائه می‌شود.

بررسی اجمالی بر روی ریسک‌های پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد بیانگر آن است که عدم تخصیص و کمبود بودجه و قطع حمایت دولت که این مسئله ناشی از قطع حمایت دولت به یک‌باره و افتتاح و کلنگ زنی سایر پروژه‌ها بدون توجه و برآورد منابع آن و تمرکز بر سایر پروژه‌ها می‌باشد. به‌طور کلی عدم تأمین اعتبار کافی که وجود آن به‌عنوان یک هشدار و علامت برای متولیان امر و مسئولین بخش سازندگی قلمداد می‌گردد که ناشی از شرایط اقتصادی و کشور می‌باشد. مسئله بعدی مربوط به نوع قرارداد می‌باشد که نیازمند ابلاغ قرارداد و برنامه‌ریزی درست و تخصیص اعتبار مناسب قبل از شروع پروژه است. همچنین در مورد ریسک خرابی مکرر و کمبود شدید ماشین‌آلات، پیشنهاد اتخاذ تمهیدات مناسب جهت کمبود ماشین‌آلات و جلوگیری از خرابی طولانی‌مدت و بیش‌از حد آن‌ها و استفاده از یک نام برند مشخص به‌جای استفاده از برندهای مختلف ماشین‌آلات جهت تسریع تعمیرات و کاهش مدت‌زمان خرابی توصیه بعدی است، ضمن آنکه با اختصاص هر یک از ماشین‌ها به هر کدام از رانندگان موجب شناخت و کنترل عیوب آن وسیله شده و از تشدید خرابی آن دستگاه جلوگیری به عمل می‌آید. وجود مهندسان ناظر کم‌تجربه و شرکت‌های مشاوره ضعیف یکی دیگر از ریسک‌های این پروژه است که در این مورد پیشنهاد می‌گردد از مهندسان ناظر کارآمد و متخصص و همچنین از شرکت‌های مشاوره با سابقه‌ی کاری بالا استفاده گردد.

قابل ذکر است در ریسک وجود معارضین متعدد در طول مسیر می‌بایست ابتدا در پی رفع معارضینی که موجب وقفه در کار شده و باعث توقف در پیشبرد پروژه می‌شود اقدام گردد، تا ماشین‌آلات و نیروی انسانی بدون توقف به فعالیت کاری خود ادامه دهند. ضمن آنکه در این مورد انجام مطالعات دقیق زمین‌شناسی و روش صحیح به‌کارگیری آن در پروژه‌ها مهندسی راه جهت طراحی و برنامه‌ریزی بهتر و کارآمدتر برای مواجهه با کمترین معارضین در طول مسیر امری ضروری است. بررسی اجمالی بر روی ریسک‌های پروژه مؤید آن است که با به‌کارگیری کلیه امکانات موجود و استفاده حداکثری از ظرفیت و توان داخلی و توجه و تکیه بر گسترش مدیریتی جهادی می‌توان با کنترل و مدیریت ریسک‌ها و انجام اقدامات به‌موقع مانع کاهش آمار بیکاری در جوانان و از بین بردن ریشه‌های فقر و آسیب‌های اجتماعی ناشی از بیکاری در جامعه شد.

۶- نتیجه‌گیری

با عنایت به تغییر شرایط اقتصادی، فناوری و محیط کسب و کار و تاثیر این تغییرات بر روند اجرای پروژه‌های عمرانی و سرمایه گذاری، ریسک و مخاطره جزء لاینفک مدیریت پروژه است. به‌طور کلی ریسک‌های موجود در پروژه را می‌توان جزو عدم قطعیت آن پروژه قلمداد کرد که در صورت بروز می‌تواند منجر به وقوع آثار مثبت، منفی در پیشبرد زمان، هزینه و کیفیت آن پروژه شود. با وجود این، یکی از مباحثی که کمتر به‌صورت پژوهشی مورد بررسی قرار گرفته ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها در پروژه‌های عمرانی است. در این پژوهش سعی کردیم با رویکرد استفاده از دیدگاه خبرگان و تکنیک‌های فنی و کمی، به تحلیل و ارزیابی یکی از پروژه‌های مهم و استراتژیک کشور بپردازیم. برای نیل به این هدف، پس از شناسایی ۱۶ مورد از مهم‌ترین ریسک‌های پروژه آزادراه اراک-خرم‌آباد، با استفاده از استاندارد PMBOK به ۴ شاخص اصلی شامل فنی، عملکردی و کیفی-سازمانی-مدیریتی-بیرونی تقسیم‌بندی کرده و سپس توسط روش بهترین-بدترین BWM به رتبه‌بندی آن‌ها طبق نظر کارشناسان این پروژه پرداختیم. همان‌طور که پیش‌ازین بیان شد تعیین ریسک به‌تنهایی مؤثر نبوده، بلکه باید راهی برای واکنش آگاهانه و مقتضی در پیش گرفت، تا بتوان آثار مخرب آن را تا حداقل میزان ممکن کاهش داد. نتایج این تحقیق نشان داد که ریسک مدیریت با اختلاف بسیار زیادی نسبت به سایر ریسک‌های پروژه، به‌عنوان مهم‌ترین ریسک مطرح بوده که نیازمند است مدیران و متصدیان رده‌بالایی با برنامه‌ریزی مناسب و مقتضی تمهیدات جدی در رابطه با این موضوع اندیشیده شود، تا از وقوع اتفاقات غیرمنتظره در طول پروژه پیشگیری شود. قابل‌ذکر است در اولویت‌بندی زیرمعیارها عدم تخصیص بودجه و قطع حمایت دولت ناشی از عدم برنامه‌ریزی صحیح و اصولی جهت اجرای پروژه‌ها بدون توجه به برآورد منابع آن‌که نشأت گرفته از شرایط اقتصادی و حاکم بر کشور می‌باشد، ضمن آنکه در مسئله مربوط به نوع قرارداد پیشنهاد می‌گردد با ابلاغ قراردادهای اجرایی موجب پایبندی به زمان‌بندی مدنظر و پیشبرد پروژه در مدت‌زمان معین گشته و باعث کاهش هزینه و تسریع در کیفیت کار و افزایش بهره‌وری در پروژه گردد. در ریسک خرابی مکرر ماشین‌آلات می‌بایست از خرابی طولانی‌مدت آن‌ها جلوگیری شده و از ماشین‌آلات با یک برند مشخص جهت تسهیل تعمیرات استفاده شود. قابل‌ذکر است استفاده از مهندسان متخصص به‌جای مهندسان کم‌تجربه دیگر ریسک حاکم بر این پروژه می‌باشد و در این پروژه باوجود معارضین متعدد چون پالایشگاه و پتروشیمی و... در طول مسیر باید ابتدا در جهت رفع این معارضین اقدام گردد تا مانعی در برابر توقف کار نباشد، ضمن آنکه انجام مطالعات زمین‌شناسی قبل از شروع بکار و ابلاغ نقشه‌ها می‌توانست در کاهش موانع موجود و وقفه در پیشبرد پروژه مؤثر باشد. این پژوهش می‌تواند مرجع خوبی برای مدیر پروژه، مسئولین و دیگر دست‌اندرکاران بوده تا با توجه به پیشنهادهای ارائه‌شده با شناخت صحیحی از ظرفیت‌ها و استفاده حداکثری از کلیه امکانات و توان داخل در مسیر شناسایی و اولویت‌بندی و پاسخ متناسب با ریسک‌ها گام برداشته تا بتوان با برنامه‌ریزی‌های مناسب جهت پیروی از مهلت تعیین‌شده، بودجه مشخص و الزامات موردنظر کمک شایانی برای هرچه موفق‌تر تقویت توان داخل، ایجاد بستری مناسب جهت ورود سرمایه‌گذار داخلی و خارجی، اشتغال جوانان، افزایش گردش سرمایه در داخل بشود. در پژوهش‌های آینده به جهت افزایش کارایی و غنا بخشیدن به مطالعات کاربردی پیشنهاد می‌شود که از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله ANP, ELECTRE و... و یا ترکیبی از این روش‌ها با الگوریتم‌های متاهوریستیک به‌منظور ارزیابی ریسک‌ها استفاده شده و سعی شود به شناسایی و اولویت‌بندی ریسک در دیگر پروژه‌های ملی و کلان و سایر پروژه‌های صنعتی و عمرانی پرداخته‌شود. در پژوهش‌های آتی می‌توان ریسک‌ها را بر اساس دیگر استانداردهای مدیریت پروژه بکار برد و به مقایسه این استانداردها پرداخت.

تشکر و قدردانی

شایسته است در پایان از تمامی کارشناسان واقع در پروژه‌ی آزادراه اراک-خرم‌آباد که در تکمیل پرسشنامه همکاری داشتند، کمال قدردانی و تشکر را داشته باشیم.

مراجع

- Ahmad, W. N. K. W., Rezaei, J., Sadaghiani, S., & Tavasszy, L. A. (۲۰۱۷). Evaluation of the external forces affecting the sustainability of oil and gas supply chain using Best Worst Method. *Journal of cleaner production*, ۱۵۳, ۲۴۲-۲۵۲.
- Aziz, R. F. (۲۰۱۳). Ranking of delay factors in construction projects after Egyptian revolution. *Alexandria Engineering Journal*, ۵۲(۳), ۳۸۷-۴۰۶.
- Boehm, B. W. (۱۹۹۱). Software risk management: principles and practices. *IEEE software*, ۸(۱), ۳۲-۴۱.
- Bakhshian, J., Abasi, M., Giveh Chi, S. (۲۰۱۴). Housing cooperative project risk assessment using multi-criteria decision-making models. *Urban Management Studies*, ۶(۱۸), ۲۴-۳۵.
- Crawford, L., Pollack, J., & England, D. (۲۰۰۷). How standard are standards: An examination of language emphasis in project management standards. *Project Management Journal*, ۳۸(۳), ۶-۲۱.
- Duddeck, H. (۱۹۸۷). Risk assessment and risk sharing in tunnelling. *Tunnelling and underground space technology*, ۲(۳), ۳۱۵-۳۱۷.
- Eskesen, S. D., Tengborg, P., Kampmann, J., & Veicherts, T. H. (۲۰۰۴). Guidelines for tunnelling risk management: international tunnelling association, working group No. ۲. *Tunnelling and Underground Space Technology*, ۱۹(۳), ۲۱۷-۲۳۷.
- Ghosh, S., & Jintanapanakont, J. (۲۰۰۴). Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. *International Journal of Project Management*, ۲۲(۸), ۶۳۳-۶۴۳.
- Gupta, P., Anand, S., & Gupta, H. (۲۰۱۷). Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method. *Sustainable Cities and Society*, ۳۱, ۲۴۴-۲۵۹.
- Kumar, R. P., Sheikh, A., & Asadi, S. S. (۲۰۱۷). A Systematic Approach For Evaluation of Risk Management In Road Construction Projects-A Model Study. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, ۸(۳).
- Olfat, L., Khosravani, F., Jalali, R. (۲۰۱۰). Identification and Ranking of Project Risk Based on PMBOK Standard by Fuzzy Approach. *Industrial Management Studies*, ۸(۱۹), ۱۴۷-۱۶۳.
- Ren, J., Liang, H., & Chan, F. T. (۲۰۱۷). Urban sewage sludge, sustainability, and transition for Eco-City: Multi-criteria sustainability assessment of technologies based on best-worst method. *Technological Forecasting and Social Change*, ۱۱۶, ۲۹-۳۹.
- Rezaei, J. (۲۰۱۵). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, ۵۳, ۴۹-۵۷.
- Rezaei, J. (۲۰۱۶). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, ۶۴, ۱۲۶-۱۳۰.
- Rezaei, J., van Roekel, W. S., & Tavasszy, L. (۲۰۱۸). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*, ۶۸, ۱۵۸-۱۶۹.
- Saybani, M., HATAMI, F., Heravi, H. (۲۰۱۸). Prioritizing Risks and Proposing a Risk Management Model in Wind Farms Developments According to Project Management Standard. *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, ۵۰(۴), ۸۰۱-۸۱۲. doi: ۱۰.۲۲۰۶۰/ceej.۲۰۱۷.۱۲۲۰۶.۵۱۴۷
- Soltani mohammadi, S., Zamzam, M., bakhshandeh amnieh, H., Mousavi, E., mokhtari, H. (۲۰۱۷). Risk Evaluating For Mechanized Tunneling In The Tehran Metro-Line ۷ By Multi-Criteria Decision-Making Method. *Sharif Journal of Civil Engineering*, ۳۳.۲(۱.۱), ۸۱-۸۸. doi: ۱۰.۲۴۲۰۰/j۳۰.۲۰۱۷.۱۱۰۵
- Whaiduzzaman, M., Gani, A., Anuar, N. B., Shiraz, M., Haque, M. N., & Haque, I. T. (۲۰۱۴). Cloud service selection using multicriteria decision analysis. *The Scientific World Journal*, ۲۰۱۴.
- Zanjirchi, S., Aziz, F., Amani, M. (۲۰۱۷). Developing a Model For Forecasting the Success of Construction Projects Integration Taguchi Design (DOE) And TAXONOMY. *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, ۴۹(۱), ۱۸۵-۱۹۶. doi: ۱۰.۲۲۰۶۰/ceej.۲۰۱۶.۷۰۳.