Civil Infrastructure Researches, Vol. 7, Issue.1, Spring and Summer 2021, pp. 189-210

O. Pourafshar

Department of Civil Engineering, Rudehen Branch, Islamic Azad University, Rudehen, Iran.

e-mail: o_pourafshar@yahoo.com

B. Barmayehvar*

Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran.

e-mail: b.barmayehvar@art.ac.ir

R. Esmaeilabadi

Department of Civil Engineering, Rudehen Branch, Islamic Azad University, Rudehen, Iran.

e-mail: esmaeilabadi@riau.ac.ir

E. Asnaashari

School of Architecture, Design and the Built Environment, Nottingham Trent University.

e-mail: asnaashari.ehsan@gmail.com

Contract Risk Analysis in Transportation Infrastructure Projects Based on Public-Private Partnership (PPP) Method

The present paper aimed to assess a comprehensive risk analysis in public-private partnership (PPP) infrastructure projects using library studies and surveys in transportation infrastructure projects. By separating risks through Delphi technique based on expert opinions, 42 structural risks and 41 operational risks in 12 main areas including political, economic, laws (regulations), cultural (social), environmental (natural), preparation (development), investment, Design, construction (completion), operation, revenue (market), management (organizational) were identified. Then, using a questionnaire survey and data analysis in SPSS, screening and determining the preferred risks based on statistical tests including Kolmogorov-Smirnov (K-S) tests, Kendall ranking and factor analysis were performed. Based on the results, 36 risks with lower Kendall mean were eliminated and the remaining 47 risks were analyzed. Also, by factor analysis, the main components affecting the incidence of risk in these projects were identified according to the factor load of the main variables (12 areas of risk). The results of KMO index and Bartlett sphericity test showed that there is a significant relationship and strong correlation between the variables. The five latent factors, including government, financing, operational, social and organizational risks with specific values greater than 1.0, were able to explain 69.817% of the variances. Critical risks were identified by developing an integrated assessment approach based on the Relative Significance Index (RII) and the occurrence-effect intensity (PI) matrix. According to the results, the risks of "interruption of payments by the government", "termination of the contract by the government and cancellation of the contract" and "corruption of the government system in the process of concluding the contract" with a PI of 0.2166, 0.2161 and 0.2003, respectively are among the critical risks were identified.

Keywords: Contract Risk, Public-Private Partnership (PPP), Transportation Infrastructure Projects, Risk Analysis (Probability-Intensity).

* Corresponding author

Received 16 September 2021, Revised 21 November 2021, Accepted 24 November 2021.
DOI: 10.22091/cer.2021.7374.1299

آنالیز ریسک‌های قراردادی در پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل مبتنی بر روش مشارکت بخش عمومی– خصوصی (PPP)

امید پورافشار
دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، ایران.
پست الکترونیک:
o_pourafshar@yahoo.com

بهنود برمایه‌ور*
استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.
پست الکترونیک:
b.barmayehvar@art.ac.ir

رضا اسمعیل آبادی
استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، ایران.
پست الکترونیک:
esmaeilabadi@riau.ac.ir

احسان اثنی عشری
دانشیار مهندسی عمران و دکتری مدیریت ساخت، دانشگاه ناتینگهام ترنت انگلستان.
پست الکترونیک:
asnaashari.ehsan@gmail.com

هدف مقاله حاضر، تحلیل جامع ریسک در پروژه‌های زیربنایی مبتنی بر مشارکت عمومی- خصوصی (PPP) براساس مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی در پروژه‌های حمل‌ونقلی می‌باشد. با تفکیک ریسک‌ها ازطریق تکنیک دلفی مبتنی بر نظرات خبرگان، ۴۲ ریسک ساختاری و ۴۱ ریسک عملکردی در ۱۲ حوزه اصلی شامل ریسک‌های سیاسی، اقتصادی، قوانین (مقررات)، فرهنگی (اجتماعی)، محیطی (طبیعی)، آماده‌سازی (توسعه)، سرمایه‌گذاری، طراحی، ساخت (تکمیل)، بهره‌برداری، درآمد (بازار)، مدیریتی (سازمانی) شناسایی گردید. با ابزار پرسشنامه در یک نمونه آماری ۸۰ نفری و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS، به غربالگری و تعیین ریسک‌های ارجح‌تر براساس آزمون‌های آماری شامل آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف (K-S)، رتبه‌بندی کندال و تحلیل عاملی پرداخته شد. براساس نتایج، ۳۶ زیرمؤلفه ریسک با میانگین کندال کمتر، حذف و ۴۷ ریسک باقیمانده تحلیل گردید. همچنین با تحلیل عاملی، مؤلفه‌های اصلی بروز ریسک در این پروژه‌ها با توجه به بار عاملی متغیرهای اصلی (حوزه‌های ۱۲گانه ریسک) شناسایی شد. نتایج شاخص KMO و آزمون کرویت بارتلت نشان داد که میان متغیرها ارتباط معنادار و همبستگی قوی وجود دارد. به‌طوری‌که پنج عامل نهفته شامل ریسک‌های دولتی، تأمین مالی، عملیاتی، اجتماعی و سازمانی با مقادیر ویژه بیشتر از ۱/۰، قابلیت تبیین ۶۹/۸۱۷٪ از واریانس‌ها را دارا بودند. با توسعه رویکرد ارزیابی تلفیقی مبتنی بر شاخص اهمیت نسبی (RII) و ماتریس احتمال وقوع- شدت اثر (PI)، ریسک‌های بحرانی تعیین شدند. براساس نتایج، ریسک‌های قطع پرداخت‌ها توسط دولت، خاتمه قرارداد توسط دولت و لغو امتیاز قرارداد و فساد نظام دولتی در فرآیند انعقاد قرارداد، به‌ترتیب با PI برابر ۰/۲۱۶۶، ۰/۲۱۶۱ و ۰/۲۰۰۳ در زمره ریسک‌های بحرانی شناسایی شدند.

واژگان کلیدی: ریسک قراردادی، مشارکت عمومی- خصوصی (PPP)، پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل، آنالیز ریسک (احتمال- شدت).

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل رشد روزافزون جمعیت و پیشرفت اقتصادی کشورهای مختلف در حال توسعه همچون کشور ایران، نیاز شدیدی به گسترش زیرساخت‌ها در بسیاری از کشورها احساس می‌شود. با توجه به محدودیت بودجه‌های دولتی جهت توسعه این زیرساخت‌ها، امروزه دولت‌ها در تلاشند تا با فعال کردن بخش خصوصی، راه‌حلی برای کاستی بودجه در روند اجرای پروژه بیابند. یکی از راه‌حل‌های ارائه شده در زمینه تأمین مالی کالاها و خدمات عمومی، اجرای پروژه با استفاده از روش قراردادهای مشارکت بخش عمومی-

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۴۰۰/۰۶/۲۵، بازنگری ۱۴۰۰/۰۸/۳۰، پذیرش ۱۴۰۰/۰۹/۰۳.
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/cer.2021.7374.1299

خصوصی[1] یا سیستم اجرای PPP است [۱ و ۲]. در این نوع قرارداد، بخش خصوصی به‌جای بخش دولتی برای یک مدت طولانی، ارائه دهنده خدمات عمومی می‌شود، ضمن آنکه مسئولیت طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری و احتمالاً تأمین مالی دارایی‌ها را نیز به منظور ارائه خدمات مورد نیاز بخش دولتی برعهده دارد [۱]. اگرچه قراردادهای PPP، راهکاری مناسب برای غلبه بر محدودیت‌ها در اختیار دولت‌ها قرار می‌دهد و دولت‌ها به طور روزافزون برای تأمین مالی پروژه‌های خود از این روش قراردادی استفاده می‌کنند، اما به دلیل پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های بالا و طولانی بودن مدت زمان این نوع قراردادها، ریسک‌های زیادی در این نوع پروژه‌ها محتمل است که هر دو بخش دولتی و خصوصی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳]. از این‌رو، مرحله مطالعات اولیه و دوره واگذاری در این پروژه‌ها یک فرآیند بسیار حساس و زمان‌بر بوده و برای ضمانت موفقیت چنین پروژه‌هایی می‌بایست اقدامات لازم در جهت کنترل و مدیریت ریسک‌های پروژه در این مراحل صورت پذیرد [۴].

نظر به اینکه ساختار بخصوص پروژه‌های عمرانی زیربنایی در کشور ایران ناشی از حاکمیت بخش دولتی نیز بر پیچیدگی‌های استفاده از مشارکت بخش خصوصی در این پروژه‌ها می‌افزاید، پیش از اجرای پروژه‌های PPP در کشور، می‌بایست توجه ویژه‌ای به مدیریت ریسک در این پروژه‌ها صورت پذیرد [۵]. بر همین اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی و تهیه لیست کاملی از ریسک‌های موجود در پروژه‌های زیربنایی PPP با مطالعه عمیق منابع کتابخانه‌ای و سپس ارزیابی این ریسک‌ها در پروژه‌های زیربنایی کشور ایران می‌باشد.

مشارکت عمومی- خصوصی (PPP)، یک قرارداد بلندمدت بین نمایندگان بخش‌های خصوصی و عمومی جهت دستیابی به اهداف مشترک در توسعه زیرساخت‌ها است که به موجب آن منابع و ریسک‌های موجود در فرآیند اجرای پروژه بین طرفین قرارداد تقسیم می‌شود. هدف اصلی از این روش قراردادی، ایجاد تسهیلات برای عموم ذینفعان در پروژه است [۶ و ۷]. کمک به کاهش معضل کسری بودجه دولت‌های محلی، کاهش متوسط هزینه ساخت، نگهداری و تعمیرات پروژه‌های زیربنایی و کاهش مدت زمان متوسط اتمام این پروژه‌ها از برجسته‌ترین مزایای سرمایه‌گذاری در چارچوب قراردادهای PPP می‌باشند. علاوه بر این، دولت‌ها با اجرای سیستم PPP بسیاری از ریسک‌های پروژه را به بخش خصوصی منتقل کرده و خود را از بار سنگین مدیریت و هماهنگی‌های لازم رها می‌سازند، ضمن آنکه دولت می‌تواند توسعه تأسیسات زیربنایی خود را بدون اتکا به بودجه عمومی و یا تحمیل فشارهای ناشی از دریافت وام‌های خارجی دنبال کند [۱].

ریسک در پروژه PPP وقوع یک رخداد با شرایط نامشخص و عدم قطعیت‌های زیاد در پروژه است که می‌تواند تأثیرات مثبت یا منفی زیادی را بر اهداف مختلف پروژه همچون زمان، هزینه و کیفیت داشته باشد [۸]. ریسک از نقشی بنیادین در موفقیت یا شکست یک پروژه PPP برخوردار است. یکی از کلیدی‌ترین مسائل در تبیین نقش ریسک در پروژه‌های PPP، تمرکز اصلی در پاسخگویی به سؤالاتی همچون «انواع»، «میزان تأثیرگذاری» و «متولی تقبل» ریسک‌های دخیل در این قراردادهاست. به عبارت بهتر، ارتباط بین تحمل ریسک از سوی ارکان پروژه‌های PPP و کارایی پروژه برمبنای انواع و تأثیرگذاری ریسک‌هاست که موفقیت پروژه را تضمین می‌نماید [۳]. بر این اساس می‌توان گفت که شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در پروژه‌های PPP فرآیندی تکرارپذیر بوده و به دلیل محیط دینامیک پروژه‌های ساخت ممکن است در طول چرخه حیات پروژه بارها اتفاق بیفتد. از سوی دیگر، مطابق قوانین ایران در اجرای تبصره ۶ ماده ۴ دستورالعمل ماده ۲۷ قانون الحاق برخی مواد به قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت، قبل از شروع فرایند انتخاب سرمایه‌گذار، ضروری است که مطالعات برای

[1]- Public-Private Partnerships

شناسایی و ارزیابی کیفی و کمی ریسک‌ها صورت پذیرد. از این‌رو قبل از هر چیز، شناسایی تمامی ریسک‌ها و میزان اثرگذاری آنها در پروژه‌های زیربنایی PPP که حجم عظیمی از سرمایه‌های ملی را در بر دارد، بسیار حائز اهمیت خواهد بود [۲ و ۹].

در مرحله شناسایی ریسک‌ها در پروژه‌های PPP، با توجه به پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های زیاد موجود در محیط این نوع پروژه‌ها، تعداد بسیار زیادی ریسک قابل شناسایی و دسته‌بندی است. علاوه‌بر این، هزینه‌های هنگفت ساخت و گوناگونی ریسک در طول عمر پروژه، مدیریت ریسک را دشوارتر می‌سازد. شناسایی تمامی این ریسک‌ها فرآیندی بسیار زمان‌بر بوده و از همین رو برای مدیریت صحیح و بهتر ریسک‌های شناسایی شده و تصمیم‌گیری برای چگونگی مقابله با آنها، بحث اولویت‌بندی و تعیین میزان اهمیت آنها در همان مراحل ابتدایی پروژه بسیار ضروری است.

با شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های PPP و رتبه‌بندی آنها، توانایی اضلاع مثلث معروف ساخت (هزینه، زمان و کیفیت) افزایش یافته و از این طریق با تمرکز بر ریسک‌های دارای احتمال وقوع و شدت اثر بالاتر، موانع موجود در مسیر موفقیت چنین پروژه‌هایی حداقل می‌گردد [۱۰ و ۱۱]. در سال ۲۰۱۰ محققان با مطالعات میدانی با استفاده از تکنیک دلفی و بر مبنای نظرات متخصصان اقدام به تخصیص ریسک‌های پیاده‌سازی قراردادهای PPP در پروژه‌های ساخت کشور چین نموده‌اند. برحسب نتایج مشخص شد که بخش دولتی تنها مسئولیت سبک مالکیت و بومی سازی[۲] ریسک را بر عهده گرفته و مسئولیت اکثریت ریسک‌های شناسایی شده بعدی مربوط به سایر ذینفعان بوده و مستلزم اقدامات آنهاست [۱۰]. لی و زو[۳] با روش سلسله مراتبی تحلیلی فازی (FAHP[۴]) به ارزیابی ریسک در پروژه‌های PPP حمل‌ونقلی کشور چین پرداخته و به این نتیجه دست یافتند که کمبود برنامه‌ریزی، ارزش باقیمانده کم پروژه (پس از ۳۰ سال عملیات)، نبود داوطلبان واجد شرایط، مشکلات مربوط به طراحی پروژه و زمان تأیید پروژه برای اتمام پروژه به‌عنوان پنج ریسک اصلی در این پروژه‌ها به شمار می‌روند [۱۲]. پژوهشگران با ترکیبی از روش سلسله مراتبی و نظریه فازی به ارزیابی ریسک‌های موجود در مسیر تحقق مشارکت پروژه‌های بزرگراهی مبتنی بر قراردادهای BOT[۵] پرداختند. این محققین ۱۴ عامل بحرانی در پیاده‌سازی پروژه‌های PPP تحت اثر ۷ عامل کلان استحکام توسعه کسب‌وکار، کیفیت پروژه در کوتاه‌مدت، ظرفیت بخش دولتی، ساختار دولتی، اثربخشی ارتباطات، تعادل بین ساده‌سازی و رقابت و سطح شفافیت فرایندهای مناقصه را شناسایی و رتبه‌بندی نمودند [۱۱]. در سال ۲۰۱۶ نیز با استفاده از مصاحبه‌های ساختاریافته، شناسایی و تخصیص ریسک در پروژه‌های ساخت و توسعه یک مدرسه در کشور کلمبیا مبتنی بر روش PPP انجام شد. نتایج این تحقیق بیان داشت که بخش خصوصی باید ریسک‌های طبیعی، مالی، شاخص‌های کلان اقتصادی و عملیاتی را در چنین پروژه‌هایی لحاظ نمایند، در حالی که بخش عمومی باید ریسک‌های اجتماعی و سیاسی را مد نظر قرار دهند [۱۳]. وو[۶] و همکاران با روش تئوری فازی و تصادفی، چارچوبی را برای ارزیابی ریسک‌های عملیاتی، اقتصادی، قانونی و اجتماعی- سیاسی و دولتی در پروژه‌های تبدیل زباله به انرژی مبتنی بر قراردادهای PPP توسعه دادند [۱۴]. محققان دیگری با طراحی یک فرایند سیستماتیک سه فازه در منابع، به بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه قراردادهای PPP براساس وضعیت موجود در پروژه‌های زیربنایی پرداخته و شش موضوع

[2]- Expropriation and nationalization
[3]- Li and Zou

[4]- Fuzzy Analytical Hierarchy Process
[5]- Build- Operate- Transfer
[6]- Wu

اصلی در ارتباط با این پروژه‌ها را تعیین نموده‌اند [۱۵]. لیانگ[۷] و همکاران در سال ۲۰۱۹، با روش تئوری بازی‌ها[۸] به بررسی روند مذاکره مجدد در پروژه‌های PPP در صنعت حاکمیت زیست‌محیطی و شهری کشور چین پرداخته و به این نتیجه دست یافتند که روش پیشنهادی با نشان دادن پویایی رفتار ذینفعان در پروژه‌های PPP، می‌تواند تصمیم‌گیری منطقی و محتاطانه توسط شرکت‌کنندگان را تسهیل نماید [۱۶]. لم و یانگ[۹] با بررسی عوامل مؤثر بر توجه به PPP در پروژه‌های شهر هوشمند به این نتیجه دست یافتند که تمامی پروژه‌های مورد مطالعه برای بهره‌گیری از PPP مناسب نبوده و ممکن است دیدگاه‌های واگرایی بین بخش‌های دولتی و خصوصی وجود داشته باشد [۱۷]. رضایی و موسوی نیز با روش FMEA[۱۰] و ارزیابی فازی مصنوعی به ارزیابی و رتبه‌دهی ریسک در مشارکت‌های عمومی- خصوصی پروژه‌های تأمین آب ایران پرداخته و براساس نتایج، ریسک‌های مدیریتی به‌عنوان بحرانی‌ترین و ریسک‌های مالی، حقوقی- سیاسی و فنی- تکنیکی در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند [۱۸]. رسولی و همکاران از طریق روش حذف سیستماتیک با تکنیک دلفی و ابزار پرسشنامه مبتنی بر تحلیل آماری ناپارامتریک اقدام به شناسایی، ارزیابی و تخصیص ریسک‌های حیاتی پروژه‌های صنعت آب‌وفاضلاب نموده‌اند. براساس نتایج این تحقیق بین ریسک‌های با درجه اهمیت بالا در مراحل مختلف مشارکت، رابطه معناداری وجود دارد و این رابطه درخصوص تک‌تک ریسک‌ها در هر مرحله معنادار می‌باشد [۱۹]. بهمنی باباناری و عالی‌پناه با بررسی منابع کتابخانه‌ای، ریسک استفاده از قراردادهای PPP در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات و روش مدیریت آن را مورد بررسی قرار داده و به تبیین ویژگی‌های PPP و ریسک‌های موجود در استفاده از آنها پرداخته‌اند [۲۰]. علیجانی و جنیدی نیز با استفاده از منابع کتابخانه‌ای درخصوص PPP و اقسام ریسک اقدام به تخصیص ریسک در این قراردادها نموده‌اند [۲۱].

۲- اهمیت تحقیق

براساس مطالعه تحقیقات گذشته، نتایج مؤثری درخصوص شرایط فعلی ریسک‌های موجود در این نوع پروژه‌ها در دسترس می‌باشد. علی‌رغم تحقیقات فراوان موجود در این حوزه، برخی خلأهای موجود، بررسی‌های بیشتر درخصوص شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در پروژه‌های زیربنایی PPP را ضروری نموده و توسعه راه‌حل‌های کاهش ریسک را فراهم می‌آورد. از طرفی مطالعات صورت گرفته پیرامون موضوع پژوهش، کمبود اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری درخصوص ریسک‌های موجود در این پروژه‌ها را نشان می‌دهد. این کمبودها در کنار عدم یکپارچگی تحقیقات و ناتوانی بخش‌های عمومی و خصوصی به‌عنوان متولیان اصلی در پیشبرد اهداف پروژه‌ها در قالب قرارداد PPP، انگیزه کافی برای پیشبرد مطالعه حاضر را فراهم نموده است.

همچنین مطالعه پیشینه تحقیقات در زمینه ارزیابی ریسک پروژه‌های PPP نشان می‌دهد که وجود تحقیقاتی در زمینه شناسایی دقیق و کامل ریسک‌های پروژه‌های قراردادی PPP و ارزیابی آنها با استفاده از روش‌های تحلیلی در پروژه‌های عمرانی زیربنایی کشور بسیار ضروری و حائز اهمیت می‌باشد. به همین منظور، در تحقیق حاضر تلاش بر این است تا ضمن شناسایی مهمترین ریسک‌های موجود، به ارزیابی و تحلیل کیفی و کمی این ریسک‌ها با استفاده از تکنیک‌های آماری پرداخته شود.

۳- روش تحقیق

انتخاب روش مناسب جهت انجام تحقیق به نوع مسئله، اهداف مورد نظر و امکانات موجود بستگی دارد.

[7]- Liang
[8]- Game Theory
[9]- Lam and Yang
[10]- Failure Mode and Effects Analysis

این انتخاب با توجه به عوامل مختلفی چون زمان، هزینه‌های تحقیق و نیازهای جامعه صورت می‌پذیرد [۲۲]. روش تحقیق حاضر برمبنای دو بخش اصلی شامل هدف تحقیق و نحوه گردآوری داده‌ها قابل طبقه‌بندی است. به‌طوری که از جنبه هدف، کاربردی و توسعه‌ای به شمار رفته و در راستای حل معضل ریسک در پروژه‌های زیربنایی PPP کشور ایران گام برمی‌دارد. از جنبه جمع‌آوری اطلاعات نیز پژوهشی توصیفی- میدانی به شمار می‌رود که با بررسی وضعیت موجود ریسک در قراردادهای مذکور با مطالعه موردی در پروژه‌های حمل و نقلی کشور به انجام می‌رسد. همچنین رویکرد تلفیقی مقاله حاضر از نوع اکتشافی است. در طرح پژوهش تلفیقی اکتشافی، ابتدا داده‌های کیفی و سپس داده‌های کمی گردآوری می‌گردند. داده‌های کیفی جهت موشکافی پدیده مورد بررسی، گردآوری شده و پژوهشگر براساس یافته‌های حاصل از داده‌های کیفی، سعی دارد که داده‌های کمی را گردآوری کند تا تعمیم‌پذیری یافته‌ها را میسر سازد [۲۳]. دلیل به‌کارگیری این روش در مقاله حاضر، ضعف در پیشینه نظری و تجربی موضوع پژوهش و نیز عدم اجماع پژوهشگران نسبت به ابعاد ریسک‌های موجود در پروژه‌های زیربنایی PPP است.

۳-۱- ابزار و تکنیک‌ها

جامعه آماری پژوهش حاضر دربرگیرنده مجموعه‌ای از مهندسان عمران و مدیران ارشد پروژه‌ها اعم از مشاوران، کارشناسان، پیمانکاران و سرمایه‌گذاران مشغول به فعالیت در سیستم‌های اجرای پروژه و آشنا به روند انعقاد قرارداد PPP با تمرکز بر پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل در کشور می‌باشند. با توجه به حجم وسیع جامعه مزبور، نمونه‌گیری به معنای انتخاب تعدادی از افراد یا اعضا در بین مجموعه وسیعی از افراد، به نحوی که بتوان با مطالعه این مجموعه محدود از افراد، نتایج را به کل افراد مورد نظر تعمیم داد، ضروری است [۲۴]. در پژوهش حاضر، نمونه‌گیری با روش تصادفی و احتمالی هدفمند بر روی تعداد جامعه محدود (۱۰۰ نفر) انجام شده و حجم نمونه با روش کوکران مطابق با رابطه (۱) تعیین گردیده است:

$$n = \frac{NZ^{2}_{\alpha/2}pq}{d^{2}\left(N-1\right)+Z^{2}_{\alpha/2}pq} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق، n حجم نمونه آماری، N جمعیت جامعه آماری، $Z^2_\alpha/2$ مقدار توزیع نرمال، q نسبت عدم وجود صفت در جامعه آماری، p نسبت وجود صفت در جامعه آماری و d^2 سطح خطا می‌باشد.

با جایگذاری جمعیت جامعه آماری برابر ۱۰۰ نفر، مقدار سطح خطا برابر ۵٪ (۹۵٪ سطح اطمینان)، مقدار توزیع نرمال از جدول سطح زیر منحنی نرمال با ۹۵٪ اطمینان برابر ۱/۹۶ و مقادیر p و q از آمار و اطلاعات گذشته با مقداری برابر با ۰/۵، تعداد افراد نمونه مورد بررسی برابر با ۸۰ نفر تعیین شده است. بدین ترتیب به توزیع ۸۰ پرسشنامه ازطریق ارتباط حضوری، لینک آنلاین در شبکه‌های اجتماعی و ارسال پست الکترونیکی برای کارشناسان اقدام و تعداد ۷۲ پرسشنامه بدون نقص جمع‌آوری گردید.

در این تحقیق، معیارهای نمونه‌گیری قضاوتی برای انتخاب خبرگان مبتنی بر دارا بودن سه مشخصه شامل تحصیلات دانشگاهی مرتبط با زمینه پژوهش، حداقل دو سال تجربه در اجرای پروژه‌های حمل و نقلی PPP و علاقه و وقت کافی در پاسخ به پرسشنامه‌ها بوده است. نتایج اطلاعات جمعیت شناختی درخصوص حوزه فعالیت افراد منتخب به‌عنوان نمونه آماری برحسب سه خصوصیت تحصیلات، سابقه و تجربه‌کاری و رسته‌کاری در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که خبرگان پاسخ‌دهنده از طیف نسبتاً وسیعی از رسته و حوزه‌های کاری مرتبط با پروژه‌های PPP انتخاب شده و توزیع نسبتاً نرمالی در خصوصیات آنها وجود دارد. از این‌رو می‌توان گفت که نتایج حاصل از پاسخ آنها نیز به صورت میانگین از توزیع

نرمال برخوردار است.

جدول ۱- اطلاعات جمعیت شناختی خبرگان

پارامتر	مؤلفه	فراوانی	درصد فراوانی
تحصیلات	فوق دیپلم	۹	۱۱/۲۵
	کارشناسی	۳۳	۴۱/۲۵
	کارشناسی ارشد	۳۰	۳۷/۵
	دکتری و بالاتر	۸	۱۰
سابقه و تجربه کاری	کمتر از ۵ سال	۱۳	۱۶/۲۵
	بین ۵ و ۱۵ سال	۳۵	۴۳/۷۵
	بین ۱۵ و ۲۵ سال	۲۲	۲۷/۵
	بیش از ۲۵ سال	۱۰	۱۲/۵
رسته کاری	کارفرما	۲۳	۲۸/۷۵
	مشاور	۱۹	۲۳/۷۵
	پیمانکار	۲۶	۳۲/۵
	محقق	۱۲	۱۵

پرسشنامه‌های طراحی شده در این تحقیق به صورت بسته‌پاسخ و برحسب گویه‌ها (ریسک‌های شناسایی شده) مبتنی بر مقیاس لیکرت تهیه شده است. در این مقیاس یک طیف پنج گزینه‌ای از ۱ تا ۵ برای تعیین اهمیت برحسب عبارت‌های زبانی به صورت ۱= خیلی کم، ۲= کم، ۳= متوسط، ۴= زیاد و ۵= خیلی زیاد برای سنجش پارامترهای پرسشنامه در نظر گرفته شده است.

پس از تهیه پرسشنامه‌ها برای اعتبارسنجی آنها، اقدام به تعیین روایی و پایایی آنها برحسب گویه‌های اصلی شده است. روایی اصطلاحی است که به هدفی که آزمون برای رسیدن به آن طراحی شده، اشاره دارد. روایی پرسشنامه‌ها براساس دو اصل واضح بودن و ساده بودن بنا نهاده شده است [۲۵]. در این پژوهش از شاخص نسبت روایی محتوا (CVR[11]) ابداع شده توسط لاوشی[12] مطابق رابطه (۲) برای تعیین روایی بهره گرفته شده است:

$$CVR = \frac{n_e - n/2}{n/2} \qquad (۲)$$

در این رابطه، n تعداد کل متخصصین و n_e نیز تعداد متخصصینی هستند که گزینه ضروری را انتخاب کرده‌اند. تعداد متخصصین در این مرحله ۸ نفر بوده و با توجه به تعیین حدود حداقل CVR و متخصصان نمره‌گذار، مقدار مجاز ۰/۳ برای روایی مورد پذیرش می‌باشد.

پایایی همبستگی میان یک مجموعه از نمرات و مجموعه دیگری از نمرات در یک آزمون معادل است که به صورت مستقل در یک گروه آزمودنی تعیین می‌گردد. روش‌های مختلفی برای تعیین پایایی پرسشنامه‌ها ازجمله روش‌های کودر، موازی، تصنیف، بازآزمایی آزمون و آلفای کرونباخ وجود دارد [۲۶]. در این تحقیق پس از جمع‌آوری نتایج پرسشنامه‌ها، به منظور تعیین پایایی نتایج از روش آلفای کرونباخ برمبنای تعیین ضریب پایایی R_α (مطابق رابطه (۳)) برای حوزه‌های اصلی ۱۲گانه ریسک به کمک نرم‌افزار SPSS بهره گرفته شده است:

$$R_\alpha = \left(k/k-1\right)\left(1-\sum \sigma_j^2/\sigma^2\right) \qquad (۳)$$

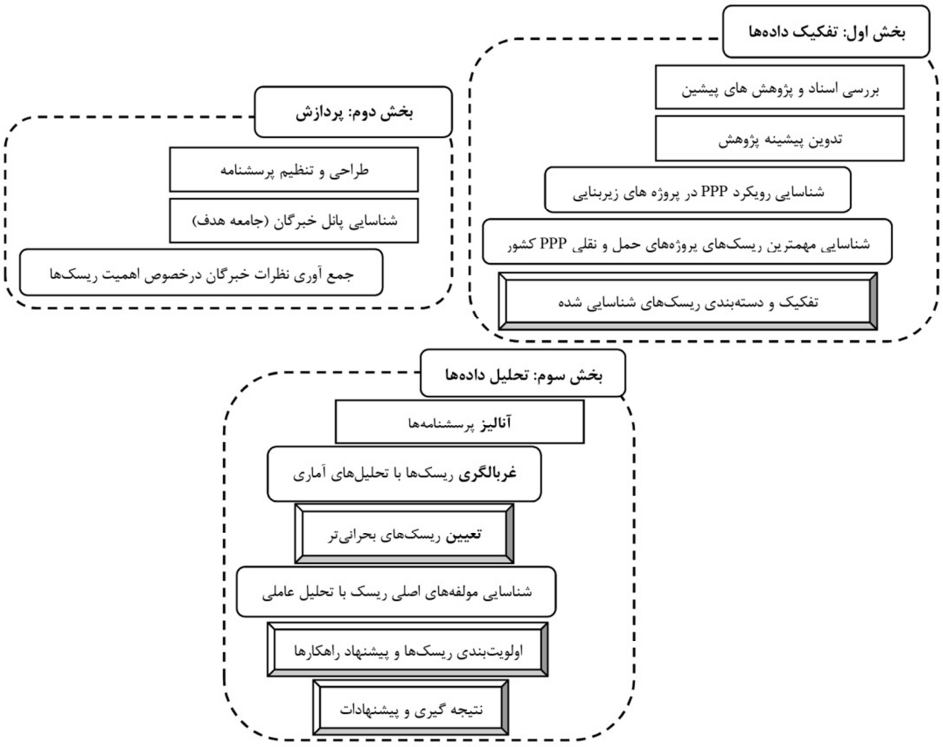
در این رابطه، k تعداد کل سؤالات آزمون، σ_j^2 واریانس نمرات سؤال jام و σ^2 واریانس نمرات کل سؤالات

[11]- Content Validity Ratio
[12]- Lawshe

می‌باشد. برای پایا قلمداد کردن یک ابزار، حداقل مقدار ۰/۷ برای ضریب آلفای کرونباخ لازم است [۲۲].

۳-۲- فرآیند حل مسئله

فرآیند حل مسئله در پژوهش حاضر، مشتمل بر سه بخش اصلی و یک پروتکل چهارفازه مطابق با فلوچارت نشان داده شده در شکل ۱ می‌باشد که در ادامه به تشریح هریک از فازها پرداخته شده است.



شکل ۱- فلوچارت فرآیند حل مسئله در تحقیق حاضر

بدین منظور، علاوه بر تجارب شخصی محقق در این پروژه‌ها، با ارتباط‌گیری، مصاحبه و واکاوی پرسش و پاسخ و استعلامات اخذشده از مراجع قانون‌گذار، خبرگان دانشگاهی، پیمانکاران، کارفرمایان مشغول به کار در این پروژه‌ها، ریسک‌های موجود شناسایی گردیده‌اند. سپس از تکنیک دلفی با کسب نظرات ۷ نفر از خبرگان و مسئولان سازمان مدیریت‌وبرنامه در حوزه قرارداد PPP در سه مرحله استفاده شده است. طی این مراحل، ضمن حذف ریسک‌های تکراری از لیست اولیه و اضافه نمودن برخی ریسک‌های جامانده براساس نظرات خبرگان، اقدام به دسته‌بندی نهایی ریسک‌ها در پروژه‌های حمل‌ونقلی PPP گردید. پس از شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌ها، به ارزیابی اهمیت آنها با جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و تحلیل‌های آماری با لحاظ نمودن نظرات خبرگان پرداخته شد. هدف از این فاز، انجام غربالگری جهت شناسایی ریسک‌ها با درجه ارجحیت بیشتر با پیروی از اصل پارتو (که بیانگر این است که به طور معمول ۸۰ درصد مشکلات در اثر ۲۰ درصد علت‌ها به‌وجود می‌آیند [۲۷])، بوده است. برای دستیابی

متداول‌ترین تکنیک برای استخراج و دسته‌بندی ریسک‌ها در پروژه‌های صنعت ساخت بهره‌گیری از یافته‌های حاصل از تحقیقات قبلی، شهود و قضاوت‌های شخصی و تجارب خبرگان است [۲۴]. برای شناسایی مهمترین ریسک‌های مؤثر بر پروژه‌های زیربنایی PPP، همزمان با مطالعه منابع مکتوب کتابخانه‌ای و شبکه جهانی اطلاعات و مطالعه بخشنامه‌ها، اقدام به پیمایش میدانی قرارداد PPP در پروژه‌های حمل‌ونقلی خاتمه یافته در کشور شده است.

به این هدف، نظرات پاسخ‌دهندگان به‌صورت داده‌های خام وارد نرم‌افزار SPSS V.16 گردید. پس از تعیین نتایج آمار توصیفی شامل (فراوانی، انحراف استاندارد، چولگی و غیره) برای هریک از ریسک‌ها، به غربالگری آنها با استفاده از آزمون‌های آماری پرداخته شد.

با توجه به این واقعیت که نتایج آمار توصیفی به خوبی قادر به تعیین اهمیت ریسک‌ها نیستند و تصمیم‌گیری برمبنای این پارامترها، نتایج دقیقی به‌دست نمی‌دهد [۲۲]، بنابراین برای غربالگری ریسک‌ها، بهره‌گیری از آزمون‌های آماری رتبه‌بندی ضروری است. قبل از هرگونه آزمون رتبه‌بندی، باید ابتدا نرمال یا غیرنرمال داده‌ها را مورد ارزیابی قرار داد. برای این منظور، روش‌های متعددی وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به روش ارزیابی چولگی و کشیدگی داده‌ها، ترسیم نمودار هیستوگرام و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (K-S) اشاره نمود که در تحقیق حاضر از آزمون اخیر استفاده شد.

سطح معناداری حاصل از این آزمون، ضمن ارزیابی وضعیت نرمالیتی داده‌ها، تعیین‌کننده نوع آزمون رتبه‌بندی نیز می‌باشد. به طوری که اگر عدد سطح معناداری به‌دست آمده از این آزمون کمتر از ۰/۰۵ باشد، پارامترها غیرنرمال بوده و برای رتبه‌بندی پارامترها می‌توان از یک آزمون ناپارامتریک همچون W کندال و در صورت نرمال بودن پارامترها، می‌توان از آزمون‌های پارامتریک مانند تی‌تست استفاده نمود. آزمون کندال یکی از آزمون‌های آماری ناپارامتریک مبتنی بر تحلیل دوطرفه واریانسی و شکل نرمال شده آزمون فریدمن است. در این آزمون به‌عنوان یک ضریب توافق، به سنجش میزان توافق رتبه فاکتورها در بین پاسخگویان پرداخته می‌شود. این آزمون با محاسبه و مقایسه میانگین رتبه‌ها برای هریک از فاکتورهای موجود در پرسشنامه، برای مقایسه آنها به‌کار می‌رود. مقدار آزمون رتبه‌های W کندال بین صفر تا ۱ در نوسان است و مقادیر نزدیک به صفر نشان از توافق کمتر و مقادیر نزدیک به ۱ نشان از توافق بیشتر بین پاسخگویان درخصوص متغیرهای مورد مطالعه دارد.

با توجه به حذف ریسک‌های فرعی با اهمیت کمتر و ازدیاد حوزه‌های اصلی ریسک (۱۲ حوزه)، امکان بروز خطا در آنالیز کیفی و کمی ریسک‌ها زیاد است. از همین‌رو، برای شناسایی مؤلفه‌های اصلی مؤثر بر جریان مدیریت ریسک‌ها در پروژه‌های PPP، استفاده از تکنیک تحلیل عاملی[۱۳] می‌تواند نتایج مطلوبی را به همراه داشته باشد. این تکنیک مشتمل بر سه مرحله اصلی یعنی

۱- تشکیل ماتریس همبستگی بین متغیرها،

۲- استخراج اجزای اصلی (فاکتورها) از ماتریس همبستگی و

۳- تعیین رابطه همبستگی بین متغیرها و فاکتورهاست [۲۸] که در ادامه روند انجام این مراحل برای شناسایی مؤلفه‌های اصلی (کلیدی) ریسک در تحقیق حاضر تشریح شده است.

قبل از انجام تحلیل عاملی، ابتدا باید از کفایت و مناسب بودن تعداد داده‌های موجود اطمینان حاصل نمود. برای این کار می‌توان از آزمون‌های کایسر- می‌یر- اولکین (KMO[۱۴]) و کرویت بارتلت[۱۵] استفاده نمود. مقدار شاخص آزمون KMO از صفر تا ۱ متغیر است. اگر مقدار شاخص نزدیک به ۱ باشد (حداقل ۰/۵)، داده‌های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند. همچنین شاخص KMO با بررسی کوچکی همبستگی جزئی بین متغیرها، ضمن تعیین کفایت نمونه‌گیری، مشخص می‌کند که آیا واریانس متغیرهای تحقیق، تحت تأثیر واریانس مشترک برخی عوامل پنهان و اساسی هستند یا خیر. آزمون بارتلت نیز فرضیه ماتریس همبستگی متغیرهای مشاهده شده واحد را مورد آزمون قرار می‌دهد. این آزمون تأیید می‌کند که متغیرها با یکدیگر ارتباط ندارند که این امر از طریق معنی‌داری آزمون کای دو به‌دست می‌آید. اگر سطح معنی‌داری در آزمون بارتلت کمتر از ۵ درصد (P-Value<0.05) باشد، ماتریس همبستگی، واحد نخواهد

[13]- Factor Analysis
[14]- Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy
[15]- KMO and Bartlett's Test

بود؛ یعنی بین متغیرها ارتباط وجود دارد و فرض صفر آماری رد خواهد شد [۲۸].

تاکنون روش‌های زیادی برای تحلیل کمی ریسک‌ها ارائه شده است. در این تحقیق برای آنالیز ریسک‌های مهم شناسایی شده در مرحله قبلی، با توسعه یک رویکرد آنالیز تلفیقی برحسب شاخص اهمیت نسبی (RII[16]) و دستورالعمل استاندارد PMBOK[17]، به تحلیل کیفی و کمی احتمال وقوع و شدت اثر ریسک‌ها با بهره‌گیری از ماتریس احتمال وقوع- شدت اثر (PI[18]) پرداخته شده است.

در حین استفاده از مقیاس طیف لیکرت برای جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، استفاده از روش‌های آماری پارامتریک برای ارزیابی ترجیحات پاسخ‌دهندگان، چندان کاربردی نیست [۲۶]. در این موارد بهتر است که از روش‌های آماری ناپارامتریک همچون روش شاخص اهمیت نسبی (RII) برای تعیین اهمیت نسبی معیارهای شناسایی شده استفاده گردد [۲۹]. شاخص RII یک تکنیک غربالگری ناپارامتریک است که به‌طور گسترده‌ای توسط محققان مدیریت ساخت برای آنالیز پاسخ‌های حاصل از پرسشنامه‌های ساختاریافته و بسته‌پاسخ و دارای اندازه‌گیری منظم نگرش‌ها و به منظور سنجش اولیه نگرش‌ها و آرای به‌دست آمده از افراد حاضر در نمونه آماری تحقیق (پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه‌ها) استفاده می‌شود [۳۰]. مقدار این شاخص برای هریک از پارامترها طبق رابطه (۴) قابل تعیین است [۳۱]:

$$RII = \sum_{i=1}^{5}(w_i \times x_i) / \sum_{i=1}^{5}(x_i) = \frac{5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + 1n_1}{5N} \quad (۴)$$

در این رابطه، w_i وزن اختصاص یافته به iامین پاسخ بوده و به ازای i=1,2,3,4,5 برابر w_i=1,2,3,4,5 به‌دست می‌آید. همچنین N تعداد کل پاسخ‌دهندگان، x_i فراوانی مربوط به iامین پاس و i نیز شاخص گروه پاسخ بوده و وزن‌های ۱ (اهمیت خیلی کم) تا ۵ (اهمیت خیلی زیاد) را اختیار می‌کند. مقدار RII در یک محدوده از وزن‌های [۱ و ۰) قابل تغییر است. مقادیر بالاتر RII بیانگر اهمیت بیشتر معیارهای یک پرسشنامه می‌باشد. علاوه بر این، مقایسه RII با سطح اهمیت مربوطه برحسب ماتریس انتقال پیشنهاد شده توسط توسط چن[19] و همکاران قابل اندازه‌گیری است [۳۲].

در ادامه مقادیر شاخص اهمیت نسبی احتمال وقوع ($RII_{Probability}$) و شدت اثر (RII_{Impact}) هریک از ریسک‌ها محاسبه شد. جهت تعیین ارتباط بین مقادیر RII محاسبه شده و ارائه شده برای P و I طبق استاندارد PMBOK و از طریق درونیابی خطی (مطابق با مقادیر جدول ۲)، مقدار احتمال وقوع و شدت اثر هر ریسک به صورت میانگین طبق روابط (۵) و (۶) تعیین شد:

$$P = 0.2 \times RII_{Probabilty} - 0.1 \quad (۵)$$

$$I = 0.1875 \times RII_{Impact} - 0.425 \quad (۶)$$

با توجه به مستقل بودن متغیرهای احتمال وقوع و شدت اثر هریک از ریسک‌های شناسایی شده، نیاز به تعیین نرخ ریسک (شامل تأثیر توأمان احتمال و شدت وقوع ریسک) می‌باشد. مقدار نرخ ریسک که با استفاده از مفهوم امید ریاضی حاصلضرب مطابق رابطه (۷) تعیین می‌گردد، تأثیر ریسک بر هدف پروژه را نشان داده و ملاک اولویت‌بندی ریسک‌ها برحسب میزان اهمیت آنها قرار می‌گیرد.

$$PI = P \times I \quad (۴)$$

به نحوی که ریسک‌های شناسایی شده برحسب مقدار PI به‌دست آمده برای آنها در سه محدوده بحرانی (PI بیشتر از ۲۰٪)، محدوده احتیاطی (تأثیر از ۵ الی

[16]- Relative Importance Index
[17]- Project Management Body of Knowledge
[18]- Probability-Impact
[19]- Chen

۲۰٪) و محدوده قابل پذیرش (کمتر از ۵٪) قابل طبقه‌بندی می‌باشند.

جدول ۲- مقدار اهمیت نسبی ریسک‌ها برحسب رویکرد تلفیقی RII و PI

میزان اهمیت	مقدار عددی	شاخص اهمیت نسبی احتمال وقوع و شدت اثر ($RII_{Probability}$) و (RII_{Impact})	شاخص عددی احتمال وقوع	شاخص عددی شدت اثر
خیلی کم	۱	صفر – ۰/۲	۰/۱	۰/۰۵
کم	۲	۰/۲ – ۰/۴	۰/۳	۰/۱
متوسط	۳	۰/۴ – ۰/۶	۰/۵	۰/۲
زیاد	۴	۰/۶ – ۰/۸	۰/۷	۰/۴
خیلی زیاد	۵	۰/۸ - ۱	۰/۹	۰/۸

۴- یافته‌ها و بحث

۴-۱- نتایج فاز اول: شناسایی ریسک‌های مؤثر و دسته‌بندی آنها

براساس نتایج فاز اول مطالعه، در مجموع تعداد ۸۳ ریسک در دو بخش ساختاری (۴۲ ریسک) و عملکردی (۴۱ ریسک) در پروژه‌های زیربنایی PPP شناسایی شد. پس از تفکیک نهایی، بخش ساختاری در شش حوزه اصلی مشتمل بر ریسک‌های سیاسی، اقتصادی، قوانین (مقررات)، فرهنگی (اجتماعی)، محیطی (طبیعی) و آماده‌سازی (توسعه) پروژه و بخش عملکردی نیز در شش حوزه اصلی مشتمل بر ریسک‌های سرمایه‌گذاری، طراحی، ساخت (تکمیل)، بهره‌برداری، درآمد (بازار) و مدیریتی (سازمانی) طبقه‌بندی شدند. پایگاه ریسک‌های شناسایی شده در دو بخش ساختاری و عملکردی پروژه به همراه کد هر ریسک به‌ترتیب در جداول ۳ و ۴ آمده و ساختار شکست آنها در شکل ۲ نشان داده شده است.

نتایج تحلیل پایایی و روایی داده‌ها برحسب R_α و CVR به ازای حوزه‌های اصلی ۱۲گانه شناسایی شده برای ریسک‌ها در ستون دوم جداول ۳ و ۴ آمده است. با توجه به بالاتر بودن مقادیر R_α و CVR از مقادیر مجاز برای همه حوزه‌های اصلی ریسک، می‌توان پرسشنامه طرح شده براساس شیوه هماهنگی درونی گویه‌ها را پایا و روا قلمداد نمود.

۴-۲- نتایج فاز دوم: غربالگری منشاء ریسک‌ها با آزمون‌های آماری

نتایج آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار، واریانس، چولگی و کشیدگی) و آزمون‌های تعیین نرمالیتی و رتبه‌بندی منشاء ریسک‌های شناسایی شده در جداول ۳ و ۴ آمده است. مقادیر پارامترهای آماری (ستون‌های پنجم تا نهم جداول) برای ریسک‌های مختلف، خیلی به هم نزدیک بوده و تصمیم‌گیری برای تعیین ارجحیت آنها را دچار خطا می‌نماید. از همین رو، نتایج آزمون K-S جهت تعیین توزیع داده‌ها و انتخاب نوع آزمون رتبه‌بندی در ستون‌های دهم و یازدهم جداول مذکور آمده است. با توجه به سطح معناداری آزمون K-S (کمتر از ۰/۰۵) برای تمامی ریسک‌های سطح دوم، می‌توان دریافت که توزیع داده‌ها غیرنرمال بوده و برای رتبه‌بندی آنها باید از یک آزمون ناپارامتریک (W کندال) بهره گرفت. نتایج آزمون کندال برحسب وزن W و رتبه ریسک‌ها در هر دسته در دو ستون آخر این جداول بیان شده است. نتیجه کلی آزمون کندال نشان می‌دهد که سطح معناداری منشاء ریسک‌ها در تمام حوزه‌های ۱۲گانه کمتر از ۰/۰۵ بوده، بنابراین تفاوت در رتبه ریسک‌ها معنادار است. با پیروی از اصل پارتو، ریسک‌ها با میانگین رتبه بیش از ۲۰ درصد در هر حوزه، به‌عنوان ریسک‌های ارجح‌تر انتخاب شده‌اند.

جدول ۳- یافته‌های تحلیل آماری ریسک‌های شناسایی شده در بخش ساختاری

حوزه اصلی ریسک	روایی و پایایی (CVR, Rα)	نماد	منشاء ریسک	آمار توصیفی					آزمون K-S		آزمون کندال	
				میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	چولگی	کشیدگی	آماره آزمون Z	سطح معناداری	وزن کندال	رتبه ریسک در دسته
سیاسی (P.R)	(۰/۷۲۳ و ۰/۵۶)	P.R.1	حمایت‌های سیاسی (تغییر در اولویت‌ها و سیاست‌های دولت)	۲/۳۶	۰/۸۹	۰/۷۹	۰/۳۲	-۰/۵۶	۲/۴۲۲	۰/۰۰۰	۳/۱۵	۹
		P.R.2	خاتمه قرارداد توسط دولت و لغو امتیاز قرارداد	۳/۱۴	۱/۰۸	۱/۱۶	-۰/۰۹	-۰/۶۴	۱/۵۷۱	۰/۰۱۴	۵/۰۱	۷
		P.R.3	قطع پرداخت‌ها توسط دولت	۳/۵۴	۰/۸۶	۰/۷۳	-۰/۰۶	-۰/۵۸	۲/۰۶۲	۰/۰۰۰	۵/۹۵	۳
		P.R.4	عدم تأمین مناسب تسهیلات زیربنایی (آب، برق، راه‌های دسترسی و...)	۲/۶۱	۰/۷۴	۰/۵۴	۰/۳۸	-۰/۵۱	۲/۵۴۳	۰/۰۰۰	۳/۶۰	۵
		P.R.5	فورس ماژورهای سیاسی (جنگ، تحریم، اعتصاب‌ها و تظاهرات و...)	۳/۴۳	۰/۹۸	۰/۹۶	-۰/۴۵	۰/۳۰	۱/۸۵۲	۰/۰۰۲	۵/۷۴	۴
		P.R.6	خرید و فروش اجباری سهام شرکت پروژه	۲/۶۳	۰/۹۶	۰/۹۲	-۰/۱۵	-۰/۸۹	۱/۹۱۹	۰/۰۰۱	۳/۸۸	۸
		P.R.7	دخالت دولت در مراحل اجرا و بهره‌برداری پروژه	۳/۵۴	۰/۹۱	۰/۸۳	-۰/۲۷	-۰/۲۶	۲/۰۶۲	۰/۰۰۰	۶/۰۸	۲
		P.R.8	فساد نظام دولتی در فرآیند انعقاد قرارداد (رشوه خواری و ...)	۳/۵۶	۰/۹۴	۰/۸۸	-۰/۴۲	۰/۱۰	۲/۰۵۱	۰/۰۰۰	۶/۱۱	۱
		P.R.9	بی ثباتی و ناپایداری دولت میزبان	۳/۳۴	۰/۸۹	۰/۷۸	-۰/۰۵	-۰/۲۸	۱/۹۹۱	۰/۰۰۱	۵/۴۹	۶
اقتصادی (E.R)	(۰/۸۰۴ و ۰/۶۲)	E.R.1	نوسان نرخ ارز	۳/۴۶	۰/۸۹	۰/۹۱	-۰/۱۶	-۰/۵۳	۱/۹۰۹	۰/۰۰۱	۴/۹۸	۲
		E.R.2	تغییر عوارض و حقوق گمرکی	۲/۴۱	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۳۵	-۰/۳۸	۲/۱۷۲	۰/۰۰۰	۲/۷۸	۶
		E.R.3	نرخ تورم	۳/۳۸	۰/۹۲	۰/۸۵	-۰/۱۲	۰/۰۰	۲/۰۷۸	۰/۰۰۰	۴/۷۸	۳
		E.R.4	افزایش مالیات	۲/۴۶	۰/۹۰	۰/۸۱	۰/۳۳	-۰/۱۷	۲/۲۰۵	۰/۰۰۰	۲/۹۸	۵
		E.R.5	نرخ بهره	۲/۲۵	۰/۸۵	۰/۷۲	۰/۱۳	-۰/۶۴	۲/۰۴۱	۰/۰۰۰	۲/۶۸	۷
		E.R.6	عدم تبدیل ارز (محدودیت انتقالی پول به خارج)	۳/۵۱	۰/۸۹	۰/۷۹	-۰/۴۳	۰/۴۱	۲/۰۹۳	۰/۰۰۰	۵/۰۹	۱
		E.R.7	محدودیت‌های صادرات و واردات	۳/۳۶	۰/۹۴	۰/۸۹	-۰/۴۲	۰/۰۴	۲/۰۱۴	۰/۰۰۱	۴/۷۲	۴
قوانین (مقررات) (L.R)	(۰/۷۱۵ و ۰/۶۲)	L.R.1	تغییر در قوانین (مقررات)	۲/۴۳	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۳۲	-۰/۲۷	۲/۱۴۳	۰/۰۰۰	۲/۵۷	۶
		L.R.2	عدم وجود اجرای متن صحیح قانون	۳/۲۰	۰/۹۷	۰/۹۵	-۰/۲۵	-۰/۱۶	۱/۸۴۳	۰/۰۰۲	۳/۷۱	۳
		L.R.3	ابهام در توافقنامه امتیاز و قراردادها	۳/۴۰	۰/۹۹	۰/۹۸	-۰/۴۰	-۰/۱۸	۲/۰۴۰	۰/۰۰۰	۴/۰۱	۲
		L.R.4	تغییرات در مصوبات قرارداد	۳/۴۸	۰/۹۷	۰/۹۴	-۰/۵۷	۰/۱۲	۲/۲۹۲	۰/۰۰۰	۴/۲۱	۱
		L.R.5	محدودیت‌ها و مجوزهای زیست محیطی	۲/۶۰	۱/۱۰	۱/۲۱	۰/۱۵	-۰/۷۲	۱/۶۰۷	۰/۰۱۱	۲/۸۰	۵
		L.R.6	قوانین و آئین‌نامه‌های پیچیده درون سازمانی	۳/۱۹	۰/۹۹	۱/۱۹	-۰/۰۹	۰/۸۲	۱/۷۵۸	۰/۰۰۴	۳/۷۰	۴

جدول ۳- ادامه

حوزه اصلی ریسک	روایی و پایایی (CVR, Rα)	نماد	منشاء ریسک	آمار توصیفی					آزمون K-S		آزمون کندال	
				میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	چولگی	کشیدگی	آماره آزمون Z	سطح معناداری	وزن کندال	رتبه ریسک در دسته
فرهنگی (اجتماعی) (SC.R)	(۰/۷۰۲ و ۰/۴۹)	SC.R.1	عدم تشخیص مالکیت زمین قبل از قرارداد	۲/۴۶	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۳۸	-۰/۴۴	۲/۳۳۴	۰/۰۰۰	۲/۷۸	۴
		SC.R.2	کم ارزش شدن تفکر سرمایه‌گذاری در تولید و تقاضا	۳/۳۶	۰/۹۷	۰/۹۴	-۰/۱۱	-۰/۳۵	۱/۸۶۱	۰/۰۰۲	۴/۲۶	۳
		SC.R.3	نبود فرهنگ مناسب کار و تولید و سرمایه‌گذاری	۲/۳۹	۰/۷۲	۰/۵۲	۰/۳۰	۱/۱۸	۲/۳۹۰	۰/۰۰۰	۲/۷۱	۵
		SC.R.4	عدم برخورد مناسب نهادها و سازمان‌های ذیربط با امر سرمایه‌گذاری	۳/۵۰	۱/۰۴	۱/۰۹	-۰/۲۴	-۰/۶۱	۱/۷۵۹	۰/۰۰۴	۴/۴۶	۱
		SC.R.5	عدم وجود استراتژی منطقه‌ای برای هدایت سرمایه‌گذار بومی و منطقه‌ای	۳/۴۳	۱/۰۰	۱/۰۱	-۰/۱۷	-۰/۴۷	۱/۷۱۴	۰/۰۰۶	۴/۲۹	۲
		SC.D.6	عدم وجود رضایت جمعی و فشار گروه های بومی	۲/۳۴	۰/۸۴	۰/۷۱	۰/۲۰	-۰/۴۷	۲/۲۸۹	۰/۰۰۰	۲/۵۱	۶
محیطی (طبیعی) (N.E.R)	(۰/۷۱۹ و ۰/۵۴)	N.E.R.1	عدم تفکیک و تخصیص محل مطلوب برای کارهای خاص (نخاله و..)	۲/۶۴	۰/۸۳	۰/۶۹	۰/۰۹	-۰/۶۳	۲/۱۵۷	۰/۰۰۰	۲/۳۴	۴
		N.E.R.2	عدم جاری سازی رویه‌های ایمنی به دلیل نگاه نادرست مدیران ارشد	۳/۵۴	۰/۹۸	۰/۹۶	-۰/۲۷	-۰/۵۸	۲/۰۷۱	۰/۰۰۰	۳/۵۱	۳
		N.E.R.3	نبود قوانین مرتبط با مسائل زیست محیطی پروژه	۳/۴۴	۱/۱۱	۱/۲۴	-۰/۰۴	-۱/۱۵	۱/۶۱۹	۰/۰۱۱	۳/۲۶	۳
		N.E.R.4	کمبود امکانات مناسب خدمات عمومی (تفریحی، بهداشتی، و ...)	۳/۶۶	۰/۹۳	۰/۸۶	-۰/۴۴	-۰/۱۴	۲/۲۲۷	۰/۰۰۰	۳/۶۹	۱
		N.E.R.5	وقوع بلایای غیرقابل پیش‌بینی طبیعی زلزله، سیل و طوفان، آتش‌سوزی	۲/۵۵	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۲۴	۰/۰۲	۱/۸۹۱	۰/۰۰۲	۲/۲۱	۵
آماده‌سازی (توسعه) (D.R)	(۰/۷۲۳ و ۰/۵۸)	D.R.1	شرکت در مناقصه (عدم موفقیت مناقصه) به دلیل نبود ساختار مناسب قراردادی	۳/۳۰	۱/۰۲	۱/۰۵	-۰/۴۲	-۰/۱۱	۱/۸۱۵	۰/۰۰۳	۵/۸۲	۴
		D.R.2	تأخیر در آماده‌سازی و تجهیز اولیه پروژه (برنامه‌ریزی و هماهنگی)	۳/۳۵	۰/۸۹	۰/۷۹	-۰/۲۰	-۰/۳۸	۲/۰۶۲	۰/۰۰۰	۶/۱۱	۳
		D.R.3	تأخیر دولت در اجرایی کردن قرارداد	۲/۴۳	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۵۲	۰/۵۸	۲/۲۱۳	۰/۰۰۰	۳/۶۶	۹
		D.R.4	چندملیتی (تطبیق با قوانین چند کشور یا توافقات چند کشور)	۲/۸۵	۰/۸۶	۰/۷۴	۰/۰۵	-۰/۵۶	۱/۸۵۰	۰/۰۰۲	۴/۵۶	۵
		D.R.5	تملک اراضی و آزادسازی مسیر	۲/۷۵	۰/۸۲	۰/۶۷	۰/۵۰	۰/۱۲	۲/۰۸۰	۰/۰۰۰	۴/۴۲	۶
		D.R.6	طولانی شدن زمان اخذ مجوزها و تجدید آنها	۳/۴۹	۰/۹۰	۰/۸۱	-۰/۱۸	-۰/۲۴	۱/۹۲۷	۰/۰۰۱	۶/۱۹	۲
		D.R.7	اختلاف تفسیر در برداشت از مفاد قرارداد	۲/۵۵	۰/۹۵	۰/۹۱	-۰/۳۹	-۰/۲۰	۲/۱۷۳	۰/۰۰۰	۳/۹۲	۸

جدول ۳- ادامه

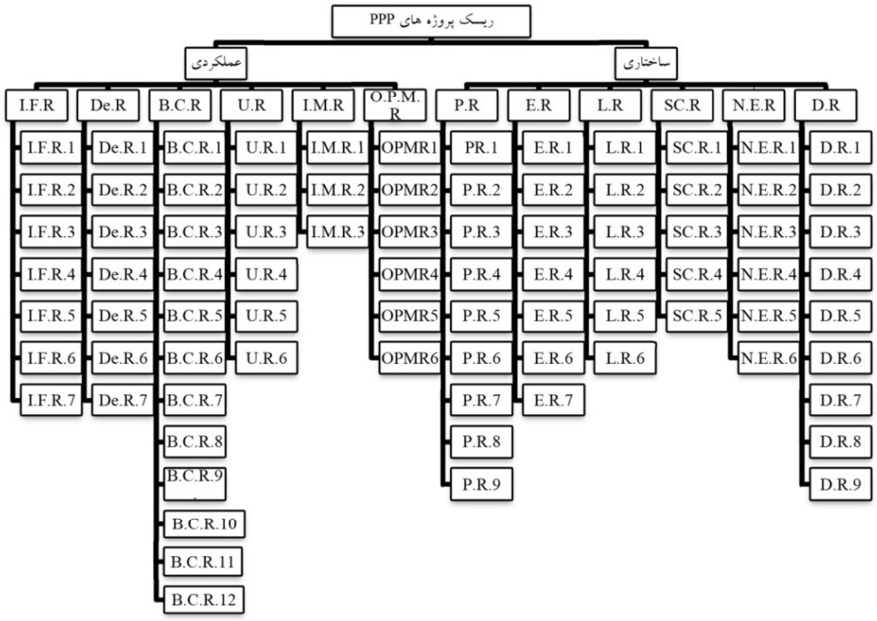
حوزه اصلی ریسک	روایی و پایایی (CVR, Rα)	نماد	منشاء ریسک	آمار توصیفی					آزمون K-S		آزمون کندال	
				میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	چولگی	کشیدگی	آماره آزمون Z	سطح معناداری	وزن کندال	رتبه ریسک در دسته
آماده‌سازی (توسعه) (D.R)	(۰/۷۲۳ و ۰/۵۸)	D.R.8	واگذاری ادامه ارائه خدمات به رقبای جایگزین	۲/۶۰	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۴۱	-۰/۲۱	۲/۲۵۲	۰/۰۰۰	۴/۰۲	۷
		D.R.9	عدم وجود رویکرد برد-برد بین طرفین مناقصه از ابتدا	۳/۵۵	۱/۰۹	۱/۱۹	-۰/۶۴	-۰/۲۴	۲/۴۳۰	۰/۰۰۰	۶/۲۹	۱

جدول ۴- یافته‌های تحلیل آماری ریسک‌های شناسایی شده در بخش عملکردی

حوزه اصلی ریسک	روایی و پایایی (CVR, R_α)	نماد	منشاء ریسک	آمار توصیفی					آزمون K-S		آزمون کندال	
				میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	چولگی	کشیدگی	آماره آزمون Z	سطح معناداری	وزن کندال	رتبه ریسک در دسته
سرمایه‌گذاری (I.F.R)	(۰/۷۴۵و۰/۵۶)	I.F.R.1	هزینه‌های تأمین مالی در جذب سرمایه‌گذار بخش خصوصی	۳/۵۴	۱/۰۴	۱/۰۹	-۰/۴۸	-۰/۲۶	۲/۰۹۱	۰/۰۰۰	۴/۸۰	۲
		I.F.R.2	بدهی و تعهدات مالی (در زمان ساخت و بهره‌برداری)	۲/۷۵	۱/۰۴	۱/۰۸	۰/۳۱	-۰/۵۶	۲/۰۳۶	۰/۰۰۱	۳/۳۹	۵
		I.F.R.3	شکست سقف تأمین مالی قرارداد	۲/۶۰	۱/۱۰	۱/۲۱	-۰/۱۴	-۱/۰۶	۱/۷۴۶	۰/۰۰۵	۴/۸۲	۱
		I.F.R.4	تاخیر در تخصیص بودجه دولتی پروژه	۲/۷۰	۰/۹۱	۰/۸۲	۰/۰۱	-۰/۴۲	۱/۹۴۳	۰/۰۰۱	۳/۲۹	۷
		I.F.R.5	عدم تخصیص صحیح مدیریت منابع مالی	۲/۷۳	۰/۹۳	۰/۸۶	-۰/۰۱	-۰/۵۶	۱/۸۲۵	۰/۰۰۳	۳/۳۴	۶
		I.F.R.6	وجود ساختار تعرفه‌ای پیچیده	۲/۹۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۳	-۰/۷۳	۱/۶۸۴	۰/۰۰۷	۳/۹۴	۴
		I.F.R.7	کمبود نقدینگی به واسطه عدم پرداخت به هنگام مطالبات	۳/۳۳	۰/۹۶	۰/۹۳	-۰/۱۸	-۰/۰۵	۱/۹۶۲	۰/۰۰۱	۴/۴۱	۳
طراحی (De.R)	(۰/۷۲۲و۰/۵۷)	De.R.1	عدم تطابق با استانداردهای طراحی	۲/۶۳	۰/۸۳	۰/۶۹	۰/۱۳	-۰/۶۵	۲/۲۲۴	۰/۰۰۰	۳/۱۳	۶
		De.R.2	پیچیدگی طراحی پروژه	۳/۴۶	۰/۹۵	۰/۹۱	-۰/۳۴	-۰/۱۷	۲/۰۲۱	۰/۰۰۱	۴/۷۸	۱
		De.R.3	کافی نبودن نقشه‌ها، اسناد و مشخصات فنی	۳/۴۶	۰/۸۷	۰/۷۶	-۰/۳۵	۰/۴۴	۱/۹۵۹	۰/۰۰۱	۴/۷۳	۲
		De.R.4	عدم تجربه و مهارت پرسنل متخصص	۳/۴۶	۱/۰۹	۱/۱۹	-۰/۱۱	-۰/۸۴	۱/۶۹۳	۰/۰۰۶	۴/۶۴	۳
		De.R.5	تغییر در مشخصات طرح	۲/۵۳	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۰۸	-۰/۷۸	۲/۰۵۵	۰/۰۰۰	۲/۹۲	۷
		De.R.6	مستندسازی نامناسب یا عدم کفایت آن در طراحی	۲/۸۵	۱/۰۲	۱/۰۴	۰/۳۸	-۰/۳۰	۱/۸۲۵	۰/۰۰۳	۳/۴۲	۵
		De.R.7	افزایش حق الزحمه بواسطه تغییر در برآورد هزینه تمام شده طراحی	۳/۲۸	۱/۰۲	۱/۰۴	-۰/۱۴	-۰/۴۹	۱/۶۷	۰/۰۰۸	۴/۳۷	۴
ساخت (تکمیل) (B.C.R)	(۰/۸۱۲و۰/۶۴)	B.C.R.1	تأخیر در تکمیل و ساخت	۳/۷۸	۱/۰۶	۱/۱۱	-۰/۶۶	-۰/۲۲	۲/۲۰۹	۰/۰۰۰	۸/۳۶	۱
		B.C.R.2	شرایط محیطی و محلی اجرای پروژه	۲/۹۱	۰/۹۸	۰/۹۷	-۰/۰۷	-۰/۴۹	۱/۷۷۱	۰,۰۰۴	۵/۶۲	۸
		B.C.R.3	قصور و عدم صلاحیت پیمانکار	۳/۴۹	۱/۰۱	۱/۰۱	-۰/۳۵	-۰/۴۳	۲/۰۷۷	۰/۰۰۰	۷/۵۱	۳

جدول ۴- ادامه

حوزه اصلی ریسک	روایی و پایایی (CVR, R_α)	نماد	منشاء ریسک	آمار توصیفی					آزمون K-S		آزمون کندال	
				میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	چولگی	کشیدگی	آماره آزمون Z	سطح معناداری	وزن کندال	رتبه ریسک در دسته
ساخت (تکمیل) (B.C.R)	(۰/۸۱۲و۰/۶۴)	B.C.R.4	محدودیت‌ها و آسیب‌های زیست محیطی	۳/۵۴	۰/۹۸	۰/۹۶	-۰/۶۰	۰/۱۸	۲/۲۹۴	۰/۰۰۰	۷/۶۶	۲
		B.C.R.5	عدم شفافیت ابعاد اجرایی کار	۲/۸۱	۰/۸۶	۰/۷۴	-۰/۱۲	-۰/۱۹	۲/۲۲۷	۰/۰۰۰	۵/۲۲	۱۰
		B.C.R.6	دوباره‌کاری‌ها به دلیل اشتباهات و یا تغییرات از سوی ارکان پروژه	۳/۴۴	۰/۸۸	۰/۷۸	-۰/۳۱	۰/۳۰	۱/۹۲۱	۰/۰۰۱	۷/۲۵	۵
		B.C.R.7	تأمین منابع تجهیزاتی و مصالح	۲/۸۴	۰/۹۱	۰/۸۲	-۰/۰۹	-۰/۵۸	۱/۸۶۶	۰/۰۰۲	۵/۳۲	۹
		B.C.R.8	عدم تکمیل پروژه	۳/۰۱	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۱۷	-۰/۴۹	۱/۸۳۷	۰/۰۰۲	۵/۸۹	۷
		B.C.R.9	پیچیدگی و کمبود دانش (فنی و اجرایی) نزد پرسنل پروژه	۳/۱۰	۰/۹۲	۰/۸۵	-۰/۲۰	-۰/۴۶	۱/۷۷۰	۰/۰۰۴	۵/۱۴	۱۱
		B.C.R.10	عدم رسیدن به استانداردهای اجرایی و کیفیت پروژه	۳/۴۰	۰/۹۴	۰/۸۸	-۰/۳۲	-۰/۱۷	۱/۰۲۸	۰/۰۰۱	۷/۳۴	۴
		B.C.R.11	افزایش هزینه از مقدار پیش‌بینی شده	۳/۲۵	۰/۹۳	۰/۸۷	-۰/۰۵	-۰/۲۷	۱/۹۴۹	۰/۰۰۰	۶/۷	۶
		B.C.R.12	عدم تناسب برنامه تأمین نیروی انسانی با برنامه‌ریزی اجرای پروژه	۲/۷۵	۰/۸۶	۰/۷۵	۰/۲۷	-۰/۰۱	۱/۹۱۲	۰/۰۰۱	۴/۹۸	۱۲
بهره‌برداری (U.R)	(۰/۸۲۱و۰/۶۵)	U.R.1	خاتمه قرارداد توسط شرکت پروژه	۲/۹۰	۱/۰۱	۱/۰۳	۰/۰۶	-۰/۸۶	۱/۹۰۲	۰/۰۰۱	۲/۹۵	۵
		U.R.2	قصور شرکت بهره بردار	۳/۳۸	۰/۹۱	۰/۸۲	-۰/۳۰	۰/۰۰	۱/۹۴۶	۰/۰۰۱	۳/۷۰	۴
		U.R.3	آسیب دیدن تسهیلات پروژه	۳/۴۳	۱/۱۳	۱/۲۹	-۰/۱۰	-۱/۰۴	۱/۶۲۳	۰/۰۱۰	۳/۸۲	۲
		U.R.4	انتقال تکنولوژی و واگذاری	۲/۷۸	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۳۷	۰/۲۰	۲/۰۵۰	۰/۰۰۰	۲/۶۱	۶
		U.R.5	کیفیت و بهره‌وری پایین بناها	۳/۶۵	۱/۰۱	۱/۰۲	-۰/۲۳	-۰/۶۸	۱/۷۰۵	۰/۰۰۶	۴/۱۶	۱
		U.R.6	عدم تعیین وضعیت واگذاری و مالکیت پس از خاتمه قرارداد	۳/۴۵	۱/۰۱	۱/۰۱	-۰/۲۴	-۰/۱۵	۱/۸۸۱	۰/۰۰۲	۳/۷۶	۳
درآمد (بازار) (I.M.R)	(۰/۷۱۶و۰/۴۸)	I.M.R.1	نوسان قیمت یا نرخ عوارض	۳/۵۹	۰/۹۴	۰/۸۸	-۰/۰۲	-۰/۸۶	۱/۸۷۵	۰/۰۰۲	۲/۲۸	۱
		I.M.R.2	درآمد ناکافی از بهره‌برداری	۳/۳۹	۱/۰۲	۱/۰۵	-۰/۱۹	-۰/۳۵	۱/۷۶۵	۰/۰۰۴	۲/۰۴	۲
		I.M.R.3	تقاضای زیاد و حجم ناکافی پروژه در تأمین تقاضا	۲/۹۶	۱/۱۵	۱/۳۳	۰/۱۸	-۰/۸۰	۱/۶۶۱	۰/۰۰۸	۱/۶۹	۳
مدیریتی (سازمانی) (O.P.M.R)	(۰/۷۰۷و۰/۶۰۵)	O.P.M.R.1	عدم کفایت مدیر پروژه در تأمین نیروی انسانی و ماشین آلات	۳/۴۸	۱/۳۱	۱/۷۲	-۰/۵۳	-۰/۹۲	۲/۲۸۵	۰/۰۰۰	۳/۸۱	۲
		O.P.M.R.2	تخصیص نامناسب منابع	۳/۵۳	۱/۰۲	۱/۰۴	-۰/۱۱	-۰/۷۸	۱/۷۶۱	۰/۰۰۴	۲/۷۲	۶
		O.P.M.R.3	تغییر ذینفعان پروژه	۲/۱۰	۱/۰۵	۱/۱۰	۰/۰۰	-۰/۷۱	۱/۶۰۳	۰/۰۱۲	۳/۰۲	۴
		O.P.M.R.4	عدم هماهنگی و تعامل مناسب بین ذینفعان	۳/۳۴	۰/۹۵	۰/۹۱	-۰/۱۰	-۰/۲۸	۱/۹۰۷	۰/۰۰۱	۳/۴۲	۳
		O.P.M.R.5	عدم کاربرد تکنیک‌ها و فنون مدیریت پروژه	۳/۱۰	۰/۸۵	۰/۷۲	-۰/۲۰	۰/۲۸	۲/۲۶۵	۰/۰۰۰	۲/۹۶	۵
		O.P.M.R.6	عدم توانایی تیم مدیریت پروژه در کنترل درخواست‌های خارج از چارچوب قرارداد	۳/۶۹	۱/۰۵	۱/۱۰	-۰/۵۵	-۰/۰۹	۱/۸۲۹	۰/۰۰۲	۴/۰۲	۱



شکل ۲- ساختار شکست سلسله مراتبی ریسک پروژه‌های PPP

مطابق نتایج آزمون کندال در ریسک‌های سیاسی، مقدار ضریب W برابر با ۰/۶۱ به‌دست آمده است؛ یعنی رتبه‌بندی کندال ریسک‌ها در حدود ۶۱ درصد قابلیت اطمینان داشته و متخصصان حدود ۶۱ درصد در رابطه با رتبه‌بندی ریسک‌های سیاسی توافق نظر داشته‌اند. همچنین بین حوزه سیاسی، سه ریسک حمایت‌های سیاسی (P.R.1)، عدم تأمین مناسب تسهیلات زیربنایی (P.R.4) و خریدوفروش اجباری سهام شرکت پروژه (P.R.6) به‌ترتیب با W کندال برابر با ۳/۱۵، ۳/۶۰ و ۳/۸۸ نسبت به سایر ریسک‌ها کمترین مقدار را کسب نموده و قابل صرف‌نظر می‌باشند. با رویکردی مشابه، یافته‌های آزمون کندال در ۱۱ حوزه دیگر نیز معنادار بوده و ریسک‌های حذف شده با درجه اهمیت کمتر مرتبط با هر حوزه تعیین شدند. در نهایت، براساس نتایج رتبه‌بندی کندال، از ۸۳ ریسک شناسایی شده، ۳۶ ریسک با اهمیت کمتر حذف و ۴۷ ریسک باقیمانده آنالیز گردیدند.

۴-۳- نتایج فاز سوم: غربالگری مؤلفه‌های اصلی ریسک با آزمون تحلیل عاملی

نتایج شاخص اندازه کفایت نمونه‌گیری (KMO) برای ۱۲ حوزه اصلی ریسک در پروژه‌های PPP نشان داد که KMO برابر با ۰/۵۸۱ و بیشتر از ۰/۵ تعیین شده است. بر این اساس می‌توان گفت که داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب هستند. همچنین با توجه به مقدار سطح معناداری آزمون کرویت بارتلت (کمتر از ۰/۰۵) می‌توان دریافت که فرض صفر رد شده و میان متغیرها ارتباط معناداری وجود دارد.

در جدول ۵ نتایج ماتریس همبستگی هر متغیر در حالت بدون چرخش (نسبتی از واریانس هر متغیر که توسط عامل‌های مشترک به‌حساب می‌آیند)، براساس روش استخراج تحلیل مؤلفه اصلی آمده است. ستون اول این ماتریس تمامی اشتراکات قبل از استخراج را گزارش می‌کند که تمامی آنها برابر ۱ می‌باشد. در ستون دوم، مقادیر استخراج آمده است. بررسی ماتریس همبستگی بین حوزه‌های اصلی ریسک نشان می‌دهد که تعدادی از متغیرها تا حدودی با هم رابطه خوبی دارند (همبستگی بیشتر از ۰/۱)؛ بنابراین نتایج نشانگر همبستگی قوی میان حوزه‌های ۱۲گانه ریسک در سطح خطای ۰/۰۵ است. طبق نتایج حاصله مشاهده می‌شود که حوزه‌های ریسک سیاسی (P.R)، طراحی (De.R) و سرمایه‌گذاری (I.F.R) به‌ترتیب با اشتراکات ۰/۵۹۳، ۰/۵۹۹ و ۰/۶۳۹ دارای کمترین اشتراک می‌باشند.

جدول ۵- ماتریس ضرایب همبستگی میان حوزه‌های اصلی بروز ریسک در پروژه‌های PPP

حوزه اصلی ریسک	مقدار اولیه	اشتراکات	PR	ER	LR	SCR	NER	DE
PR	۱/۰۰۰	۰/۵۹۳	۱/۰۰۰	۰/۱۸۱	۰/۳۸	۰/۲۵۳	۰/۱۹۸	۰/۲۹۵
ER	۱/۰۰۰	۰/۶۴۹	۰/۱۸۱	۱/۰۰۰	۰/۴۱۸	۰/۲۸۲	۰/۵۲۲	۰/۲۰۴
LR	۱/۰۰۰	۰/۶۹۰	۰/۰۳۸	۰/۴۱۸	۱/۰۰۰	۰/۲۶۳	۰/۳۵۴	۰/۲۰۵
SCR	۱/۰۰۰	۰/۷۸۱	۰/۲۵۳	۰/۲۸۲	۰/۲۶۳	۱/۰۰۰	۰/۲۷۲	۰/۰۱۲
NER	۱/۰۰۰	۰/۶۵۴	۰/۱۹۸	۰/۵۲۲	۰/۳۵۴	۰/۲۷۲	۱/۰۰۰	۰/۳۸۶
DE	۱/۰۰۰	۰/۷۵۸	۰/۲۹۵	۰/۲۰۴	۰/۲۰۵	۰/۰۱۲	۰/۳۸۶	۱/۰۰۰
IFR	۱/۰۰۰	۰/۶۳۹	-۰/۰۸۷	۰/۰۷۰	۰/۲۸۱	۰/۱۸۱	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷
DeR	۱/۰۰۰	۰/۵۹۹	۰/۱۶۰	۰/۲۱۷	۰/۲۱۵	۰/۳۰۹	۰/۳۸۹	۰/۱۷۵
BCR	۱/۰۰۰	۰/۷۸۲	۰/۱۳۶	۰/۰۵۱	-۰/۰۱۵	۰/۲۵۷	۰/۱۲۲	۰/۱۵۵
UR	۱/۰۰۰	۰/۷۳۶	۰/۰۳۸	۰/۰۴۱	۰/۰۶۵	-۰/۰۲۵	۰/۰۲۱	۰/۰۴۵
IMR	۱/۰۰۰	۰/۷۳۶	۰/۰۰۰	۰/۱۳۵	۰/۰۲۵	۰/۱۴۶	۰/۰۹۲	-۰/۰۵۲
OPMR	۱/۰۰۰	۰/۷۶۰	۰/۱۶۴	۰/۱۰۵	-۰/۱۳۷	۰/۰۷۰	-۰/۰۴۳	-۰/۰۲۰
حوزه اصلی ریسک	مقدار اولیه	اشتراکات	IFR	DeR	BCR	UR	IMR	PPMR
PR			-۰/۰۸۷	۰/۱۶۰	۰/۱۳۶	۰/۰۳۸	۰/۰۰۰	۰/۱۶۴
ER			۰/۰۷۰	۰/۲۱۷	۰/۰۵۱	۰/۰۴۱	۰/۱۳۵	۰/۱۰۵
LR			۰/۲۸۱	۰/۲۱۵	-۰/۰۱۵	۰/۰۶۵	۰/۰۲۵	-۰/۱۳۷
SCR			۰/۱۸۱	۰/۳۰۹	۰/۲۵۷	-۰/۰۲۵	۰/۱۴۶	۰/۰۷۰
NER			۰/۰۰۶	۰/۳۸۹	۰/۱۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۹۲	-۰/۰۴۳
DE			۰/۰۱۷	۰/۱۷۵	۰/۱۵۵	۰/۰۴۵	-۰/۰۵۲	-۰/۰۲۰
IFR			۱/۰۰۰	۰/۳۱۱	۰/۰۶۲	۰/۳۲۵	۰/۲۵۵	۰/۰۲۲
DeR			۰/۳۱۱	۱/۰۰۰	۰/۴۰۴	۰/۱۴۴	۰/۲۴۶	۰/۰۶۰
BCR			۰/۰۶۲	۰/۴۰۴	۱/۰۰۰	۰/۲۷۵	۰/۰۱۹	-۰/۰۸۷
UR			۰/۳۲۵	۰/۱۴۴	۰/۲۷۵	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۲۶۸
IMR			۰/۲۵۵	۰/۲۴۶	۰/۰۱۹	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۰/۴۶۰
OPMR			۰/۰۲۲	۰/۰۶۰	-۰/۰۸۷	۰/۲۶۸	۰/۴۶۰	۱/۰۰۰

ماتریس مؤلفه‌های اصلی، رابطه بین متغیرها و عوامل نهفته را مشخص می‌کند که از این روابط به‌عنوان بارهای عاملی یاد می‌شود. هرچه مقدار مطلق بارگذاری بیشتر باشد، مبین تأثیرگذاری بیشتر عامل نهفته بر روی شاخص است [۳۳]. در ادامه، نتایج تعیین مؤلفه‌های اصلی (نفهته) برای ادغام حوزه‌های اصلی بروز ریسک در پروژه‌های PPP برمبنای تشریح واریانس کل در جدول ۶ آمده است. این جدول متشکل از سه بلوک است. بلوک اول شامل سه ستون با برچسب مقادیر ویژه اولیه مربوط به مقادیر ویژه ماتریس همبستگی است.

مقدار ویژه، مقداری از واریانس آزمون کل است که توسط یک عامل خاص تخمین زده می‌شود و واریانس کل برای هر آزمون برابر با ۱۰۰٪ است. ستون دوم، نشانگر درصد سهم واریانس آن عامل از واریانس کل می‌باشد که از تقسیم مقدار ویژه آن عامل بر تعداد آزمون‌ها به‌دست می‌آید. طبق نتایج جدول ۶ و مقادیر ویژه به‌دست آمده، مؤلفه‌هایی با مقدار ویژه بزرگتر از ۱، به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی استخراج می‌شوند؛ مقدار ویژه برای پنج عامل اول به‌ترتیب برابر با ۲/۸۷۴، ۱/۸۸۹، ۱/۳۲۱، ۱/۲۶۴ و ۱/۰۳۰ یعنی بزرگتر از ۱ به‌دست آمده است. بر این اساس

می‌توان دریافت که در بین ۱۲ حوزه ریسک، پنج عامل نهفته با مقادیر ویژه بیشتر از ۱/۰، قابلیت تبیین ۶۹/۸۱۷٪ از واریانس‌ها را دارا هستند. این عوامل نهفته (مؤلفه‌های اصلی) به صورت عامل R1: ریسک دولتی، R2: ریسک تأمین مالی، R3: ریسک عملیاتی، R4: ریسک اجتماعی و R5: ریسک سازمانی نامگذاری شده‌اند.

نتایج تحلیل عاملی ماتریس مؤلفه‌ها قبل و بعد از دوران (ماتریس مؤلفه چرخشی) در جدول ۷ آمده است. براساس داده‌های این جدول، همبستگی‌های بین مؤلفه‌های اصلی استخراج شده از مرحله قبلی قابل مشاهده است. با توجه به نتایج این ماتریس مشاهده می‌شود که برخی حوزه‌های ۱۲گانه ریسک بین این عوامل دارای بارهای عاملی متقاطع می‌باشند.

جدول ۶- استخراج مؤلفه‌های اصلی برمبنای اشتراکات حوزه‌های اصلی ریسک در پروژه‌های PPP

مؤلفه	مقادیر ویژه اولیه			مقادیر استخراج بارهای عاملی مربعی			مقادیر چرخش بارهای عاملی مربعی		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۲/۸۷۴	۲۳/۹۴۹	۲۳/۹۴۹	۲/۸۷۴	۲۳/۹۴۹	۲۳/۹۴۹	۲/۲۹۶	۱۹/۱۳۰	۱۹/۱۳
۲	۱/۸۸۹	۱۵/۷۴۱	۳۹/۶۹۰	۱/۸۸۹	۱۵/۷۴۱	۳۹/۶۹۰	۱/۹۰۹	۱۵/۹۰۹	۳۵/۰۳۹
۳	۱/۳۲۱	۱۱/۰۱۲	۵۰/۷۰۲	۱/۳۲۱	۱۱/۰۱۲	۵۰/۷۰۲	۱/۷۵۶	۱۴/۷۰۶	۴۹/۷۴۶
۴	۱/۲۶۴	۱۰/۵۳۲	۶۱/۲۳۴	۱/۲۶۴	۱۰/۵۳۲	۶۱/۲۳۴	۱/۳۶۴	۱۱/۳۶۸	۶۱/۱۱۴
۵	۱/۰۳۰	۸/۵۸۳	۶۹/۸۱۷	۱/۰۳۰	۸/۵۸۳	۶۹/۸۱۷	۱/۰۴۴	۸/۷۰۳	۶۹/۸۱۷
۶	۰/۸۱۶	۶/۷۹۹	۷۶/۶۱۵	–	–	–	–	–	–
۷	۰/۶۹۷	۵/۸۰۷	۸۲/۴۲۲	–	–	–	–	–	–
۸	۰/۵۲۵	۴/۳۷۴	۸۶/۷۹۶	–	–	–	–	–	–
۹	۰/۵۰۵	۴/۲۰۵	۹۱/۰۰۲	–	–	–	–	–	–
۱۰	۰/۴۶۵	۳/۸۷۷	۹۴/۸۷۹	–	–	–	–	–	–
۱۱	۰/۳۶۴	۳/۰۳۲	۹۷/۹۱۱	–	–	–	–	–	–
۱۲	۰/۲۵۱	۲/۰۸۹	۱۰۰/۰۰۰	–	–	–	–	–	–

جدول ۷- ماتریس بار عاملی مؤلفه‌های اصلی قبل و پس از دوران برای حوزه‌های اصلی بروز ریسک در پروژه‌های PPP

حوزه اصلی ریسک	ماتریس بار عاملی مؤلفه‌های اصلی									
	قبل از دوران					پس از دوران				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
PR	۰/۳۷۷	-۰/۱۷۸	۰/۶۱۷	۰/۱۷۴	-۰/۰۹۳	۰/۷۸۲	۰/۰۸۷	۰/۰۷۸	۰/۲۸۶	۰/۱۰۳
ER	۰/۶۲۵	-۰/۲۵۵	۰/۰۷۷	-۰/۴۲۸	-۰/۰۶۲	۰/۲۳۶	۰/۸۳۲	۰/۱۴۶	۰/۱۵۱	۰/۰۵۸
LR	۰/۵۳۷	-۰/۲۸۳	-۰/۴۱۹	-۰/۳۷۴	۰/۰۷۶	۰/۷۳۹	۰/۱۴۹	۰/۳۲۳	۰/۳۰۶	۰/۳۲۲
SCR	۰/۵۵۹	-۰/۰۹۱	-۰/۰۳۶	۰/۰۹۰	-۰/۶۷۱	۰/۰۹۱	۰/۱۲	۰/۰۶۹	۰/۶۷۱	۰/۰۸۱
NER	۰/۶۷۲	-۰/۳۹۰	۰/۰۹۴	-۰/۱۶۶	۰/۱۲۳	۰/۰۱۷	۰/۰۳۷	۰/۰۸۷	۰/۸۷۴	۰/۱۲۳
DE	۰/۴۲۴	-۰/۳۵۰	۰/۲۷۴	۰/۰۹۴	۰/۶۱۰	۰/۳۸۵	۰/۱۳۶	۰/۱۹۶	۰/۲۶۸	۰/۶۶۱
IFR	۰/۳۹۳	۰/۳۶۵	۰/۵۸۸	-۰/۰۳۲	۰/۰۶۷	۰/۲۲۸	۰/۶۶۶	۰/۰۲۰	۰/۱۶۱	۰/۰۶۰
DeR	۰/۶۷۷	۰/۰۵۵	-۰/۱۴۷	۰/۳۲۸	-۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۲۶۵	۰/۶۶۷	۰/۲۲۶	۰/۱۲۵
BCR	۰/۴۰۳	۰/۰۳۸	-۰/۰۳۹	۰/۷۵۸	-۰/۰۰۷	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۶۷۱	۰/۴۱۸	۰/۰۲۱
UR	۰/۳۶۵	۰/۶۶۶	-۰/۰۳۶	۰/۱۱۵	۰/۳۷۹	۰/۴۴۲	۰/۱۳۵	۰/۵۰۶	۰/۲۷۳	۰/۰۹۴
IMR	۰/۴۰۷	۰/۷۱۴	۰/۱۰۴	-۰/۲۲۱	-۰/۰۱۱	۰/۳۳۰	۰/۷۹۴	۰/۰۲۴	۰/۳۶۸	۰/۰۱۹
PPMR	۰/۱۸۹	۰/۵۸۰	۰/۵۴۱	-۰/۲۸۰	-۰/۱۲۸	۰/۱۹۰	۰/۰۴۹	۰/۲۸۱	۰/۱۲۵	۰/۶۹۲

برای درک واضح‌تر، الگوی مؤلفه‌ها براساس چرخش واریماکس[۲۰] تعیین شده است. براساس نتایج بار عاملی ماتریس دوران (جدول ۷) مشاهده می‌شود که تمامی ۱۲ حوزه اصلی ریسک قابل اختصاص به پنج عامل نهفته می‌باشند. بار عاملی بزرگتر از ۰/۵ نشان‌دهنده ارتباط مستقیم متغیرها با عوامل نفهته می‌باشد. هرچه مقدار قدرمطلق این ضرایب بیشتر باشد، عامل مربوطه نقش بیشتری در کل تغییرات (واریانس) متغیر مورد نظر دارد.

براساس نتایج، متغیرهای (حوزه‌های ریسک) سیاسی (P.R) و قوانین (مقررات) (LR) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R1 می‌باشند. همچنین متغیرهای اقتصادی (E.R)، سرمایه‌گذاری (I.F.R) و درآمد (بازار) (IMR) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R2 می‌باشند. متغیرهای طراحی (De.R)، ساخت (تکمیل) (B.C.R) و بهره‌برداری (U.R) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R3 می‌باشند. ریسک‌های فرهنگی (اجتماعی) (S.C.R) و ریسک‌های محیطی (طبیعی) (N.E.R) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R4 می‌باشند. در نهایت، متغیرهای آماده‌سازی (توسعه) پروژه (D.E) و مدیریتی (سازمانی) (P.P.M.R) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R5 می‌باشند. پس از تعیین عوامل نهفته (مؤلفه‌های اصلی بروز ریسک) در پروژه‌های PPP، در ادامه، برای انجام آنالیزهای کیفی و کمی ریسک، از این مؤلفه‌ها استفاده شده است.

۴-۴- نتایج فاز چهارم: آنالیز کمی ریسک‌ها

پس از شناسایی و ارزیابی مهمترین ریسک‌های ساختاری و عملکردی قراردادهای PPP در پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل با آزمون‌های آماری، در ادامه به آنالیز کمی ریسک‌ها پرداخته شده است. در جدول ۸ نتایج نرخ ریسک (PI) برای ریسک‌های مرتبط با پنج مؤلفه اصلی (عامل بروز ریسک) آمده است. این نتایج به صورت گرافیکی برای دو بخش ساختاری و عملکردی در شکل ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج، ۳۰ ریسک در محدوده بحرانی (PI بیشتر از ۰/۲)، ۱۳ ریسک در محدوده احتیاطی (PI بین ۰/۰۵ تا ۰/۲) و ۵ ریسک در محدوده قابل پذیرش (PI کمتر از ۰/۰۵) تعیین شده‌اند. به‌طوری‌که ریسک‌های خاتمه قرارداد توسط دولت و لغو امتیاز قرارداد؛ قطع پرداخت‌ها توسط دولت؛ فساد نظام دولتی در فرآیند انعقاد قرارداد؛ عدم وجود اجرای متن صحیح قانون؛ تغییرات در مصوبات قرارداد؛ نوسان نرخ ارز؛ نرخ تورم؛ محدودیت‌های صادرات و واردات؛ شکست سقف تأمین مالی قرارداد؛ کمبود نقدینگی به واسطه عدم پرداخت به هنگام مطالبات؛ درآمد ناکافی از بهره‌برداری؛ تقاضای زیاد و حجم ناکافی پروژه در تأمین تقاضا؛ کم ارزش شدن تفکر سرمایه‌گذاری در تولید و تقاضا؛ عدم وجود استراتژی منطقه‌ای برای هدایت سرمایه‌گذاران بومی و منطقه‌ای؛ عدم جاری‌سازی رویه‌های ایمنی به دلیل نگاه نادرست مدیران ارشد؛ نبود قوانین مرتبط با مسائل زیست‌محیطی پروژه؛ پیچیدگی طراحی پروژه؛ کافی نبودن نقشه‌ها، اسناد و مشخصات فنی؛ عدم تجربه و مهارت پرسنل متخصص؛ تأخیر در تکمیل و ساخت؛ قصور و عدم صلاحیت پیمانکار؛ دوباره‌کاری‌ها در حوزه‌های کاری پروژه به دلیل اشتباهات و یا تغییرات از سوی ارکان مختلف پروژه؛ عدم رسیدن به استانداردهای اجرایی و کیفیت پروژه؛ افزایش هزینه از مقدار پیش‌بینی شده؛ آسیب دیدن تسهیلات پروژه؛ کیفیت و بهره‌وری پایین بناها؛ تأخیر در آماده‌سازی و تجهیز اولیه پروژه؛ عدم وجود رویکرد برد- برد بین طرفین مناقصه از ابتدا؛ تغییر ذینفعان پروژه و عدم هماهنگی و تعامل مناسب بین ذینفعان، به‌عنوان ریسک‌های بحرانی (PI بیشتر از ۰/۲) شناسایی شدند.

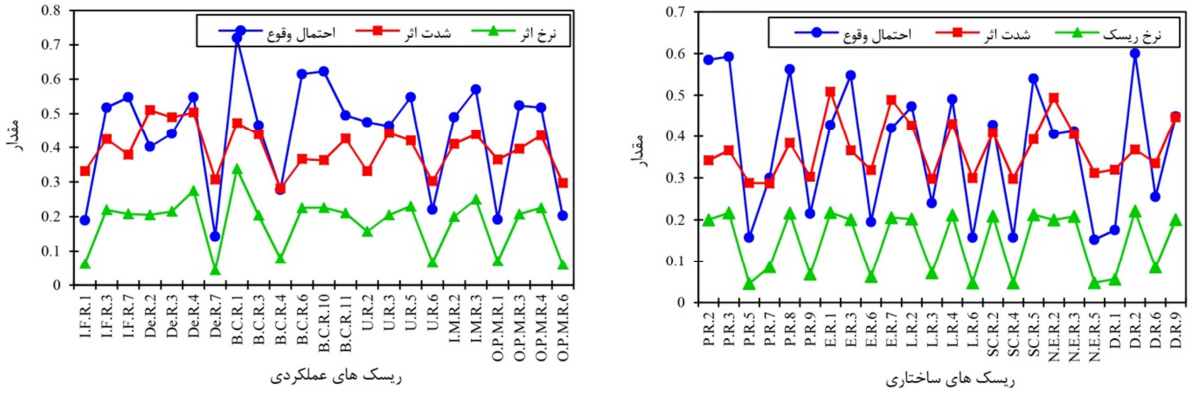
[20]- Varimax rotation

جدول ۸- نتایج تحلیل مهمترین ریسک‌های مرتبط با مؤلفه‌های اصلی (عوامل نفهته) بروز ریسک

عامل نفهته	دسته اصلی	زیرمؤلفه ریسک	$RII_{Probability}$	RII_{Impact}	P	I	PI
ریسک دولتی (R1)	P.R	P.R.2	۰/۶۹۵	۰/۶۳۲۵	۰/۵۸۵	۰/۳۴۲	۰/۲۰۰۳
		P.R.3	۰/۶۹۷۵	۰/۷۱۵	۰/۵۹۲۵	۰/۳۶۶	۰/۲۱۶۶
		P.R.5	۰/۴۴۷۵	۰/۴۴	۰/۱۵۷۵	۰/۲۸۸	۰/۰۴۵۴
		P.R.7	۰/۴	۰/۴۳۵	۰/۳	۰/۲۸۷	۰/۰۸۶۱
		P.R.8	۰/۶۸۷۵	۰/۶۴۵	۰/۵۶۲۵	۰/۳۸۴	۰/۲۱۶۱
		P.R.9	۰/۵۷۵	۰/۶۹۲۵	۰/۲۱۵	۰/۳۰۳	۰/۰۶۸۲
	L.R	L.R.2	۰/۶۳۷۵	۰/۶۶۷۵	۰/۴۷۲۵	۰/۴۲۷	۰/۲۰۱۹
		L.R.3	۰/۶۷	۰/۵۷۵	۰/۲۴	۰/۲۹۸	۰/۰۷۱۶
		L.R.4	۰/۶	۰/۶۳۵	۰/۴۹۰۵	۰/۴۳۱	۰/۲۱۱۵
		L.R.6	۰/۵۵۲۵	۰/۵۸	۰/۱۵۷۵	۰/۳۰۰	۰/۰۴۷۲
ریسک تأمین مالی (R2)	E.R	E.R.1	۰/۶۲۲۵	۰/۶۹	۰/۴۲۷۵	۰/۵۰۹	۰/۲۱۷۴
		E.R.3	۰/۶۸۲۵	۰/۷۱۷۵	۰/۵۴۷۵	۰/۳۶۶	۰/۲۰۰۵
		E.R.6	۰/۵۸۵	۰/۵۵	۰/۱۹۵	۰/۳۱۹	۰/۰۶۲۳
		E.R.7	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۴۲	۰/۴۸۹	۰/۲۰۵۳
	I.F.R	I.F.R.1	۰/۶۳	۰/۵۹۲۵	۰/۱۸۹	۰/۳۳۱	۰/۰۶۲۶
		I.F.R.3	۰/۶۵۲۵	۰/۶۳۲۵	۰/۵۱۵۷	۰/۴۲۴	۰/۲۱۹۵
		I.F.R.7	۰/۶۸۲۵	۰/۶۷	۰/۵۴۷۵	۰/۳۷۹	۰/۲۰۷۷
	I.M.R	I.M.R.2	۰/۶۵۲۵	۰/۶۲۷۵	۰/۴۸۹	۰/۴۱۰	۰/۲۰۰۶
		I.M.R.3	۰/۶۹	۰/۶۳۷۵	۰/۵۷	۰/۴۳۸	۰/۲۴۹۸
ریسک عملیاتی (R3)	SC.R	SC.R.2	۰/۶۴۲۵	۰/۶۵۵	۰/۴۲۷۵	۰/۴۰۹	۰/۲۰۹۱
		SC.R.4	۰/۵۴۷۵	۰/۵۵۷۵	۰/۱۵۷۵	۰/۲۹۸	۰/۰۴۷
		SC.R.5	۰/۶۸	۰/۶۷۵	۰/۵۴	۰/۳۹۳	۰/۲۱۲۴
	N.E.R	N.E.R.2	۰/۶۳۵	۰/۶۳۷۵	۰/۴۰۵	۰/۴۹۴	۰/۲۰۰۰
		N.E.R.3	۰/۶۳۷۵	۰/۶۰۷۵	۰/۴۱۲۵	۰/۴۰۵	۰/۲۰۸۴
		N.E.R.5	۰/۶۳۷۵	۰/۶۰۲۵	۰/۱۵۲۵	۰/۳۱۲	۰/۰۴۷۷
ریسک اجتماعی (R4)	D.R	De.R.2	۰/۶۵	۰/۶۵۲۵	۰/۴۰۲	۰/۵۱	۰/۲۰۵۰
		De.R.3	۰/۶۳	۰/۶۸۷۵	۰/۴۴	۰/۴۸۹	۰/۲۱۴۹
		De.R.4	۰/۶۸۲۵	۰/۷۰۵	۰/۵۴۷۵	۰,۵۰۳	۰/۲۷۵۱
		De.R.7	۰/۵۷۵	۰/۶۰۵	۰/۱۴۲۵	۰/۳۰۷	۰/۰۴۳۷
	B.C.R	B.C.R.1	۰/۷۴	۰/۷۳۷۵	۰/۷۲	۰/۴۷۲	۰/۳۳۸
		B.C.R.3	۰/۶۵۵	۰/۶۳۷۵	۰/۴۶۵	۰/۴۳۸	۰/۲۰۳۸
		B.C.R.4	۰/۶۵۷۵	۰/۶۱۵	۰/۲۷۷۵	۰/۲۸۱	۰/۰۷۸۱
		B.C.R.6	۰/۷۰۵	۰/۷۱۷۵	۰/۶۱۵	۰/۳۶۶	۰/۲۲۵۲
		B.C.R.10	۰/۷۰۷۵	۰/۷۰۷۵	۰/۶۲۲۵	۰/۶۳۶	۰/۲۲۶۳
		B.C.R.11	۰/۶۶۵	۰/۶۴۷۵	۰/۴۹۵	۰/۴۲۵	۰/۲۱۰۱
	U.R	U.R.2	۰/۶۳۲۵	۰/۵۹۲۵	۰/۴۷۴۷	۰/۳۳۱	۰/۱۵۷۲
		U.R.3	۰/۶۳	۰/۶۳۵	۰/۴۶۳۵	۰/۴۴۲	۰/۲۰۴۸
		U.R.5	۰/۶۶۷۵	۰/۶۴۲۵	۰/۵۴۷۵	۰/۴۲	۰/۲۳۰۰
		U.R.6	۰/۵۸	۰/۵۸۷۵	۰/۲۲۰۵	۰/۳۰۲	۰/۰۶۶۵
ریسک سازمانی (R5)	D.R	D.R.1	۰/۶۵	۰/۵۵۲۵	۰/۱۷۵۵	۰/۳۲۰	۰/۵۶۲
		D.R.2	۰/۷	۰/۷۲۵	۰/۶	۰/۳۶۸	۰/۲۲۱۰
		D.R.6	۰/۵۸۵	۰/۶۰۷۵	۰/۲۵۵	۰/۳۳۵	۰/۰۸۵۵

جدول ۸- ادامه

عامل نفهته	دسته اصلی	زیرمؤلفه ریسک	RIIProbability	RIIImpact	P	I	PI
ریسک سازمانی (R5)	D.R	D.R.9	۰/۶۲۵	۰/۶۹۵	۰/۴۴۹	۰/۴۴۷	۰/۲۰۰۹
	O.P.M.R	O.P.M.R.1	۰/۶۴	۰/۷۱۲۵	۰/۱۹۲	۰/۳۶۵	۰/۰۷۰۱
		O.P.M.R.3	۰/۶۴۵	۰/۷۲	۰/۵۲۳۵	۰/۳۹۶	۰/۲۰۷۳
		O.P.M.R.4	۰/۶۷۲۵	۰/۶۹	۰/۵۱۷۵	۰/۴۳۵	۰/۲۲۵۳
		O.P.M.R.6	۰/۵۳۲۵	۰/۵۷	۰/۲۰۲۵	۰/۲۹۷	۰/۰۶۰۱



(ب) (الف)

شکل ۳- نتایج آنالیز کمی ریسک‌های مهم قرارداد PPP برحسب نرخ وقوع ریسک، (الف) ساختاری و (ب) عملکردی

۵- نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر، با استفاده از تکنیک دلفی و روش‌های آماری همچون تحلیل عاملی، به تحلیل کیفی و کمی ریسک‌های قراردادی در پروژه‌های زیربنایی حمل و نقلی مبتنی بر روش مشارکت عمومی- خصوصی (PPP) پرداخته شد. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده در پژوهش حاضر به شرح زیر قابل بیان است:

۱- با تفکیک ریسک‌های شناسایی شده از طریق تکنیک دلفی با بهره‌گیری از نظرات خبرگان صنعت حمل‌ونقل، مجموعا ۱۲ حوزه اصلی ریسک در دو بخش (۱) ساختاری پروژه (شامل حوزه‌های سیاسی (۹ ریسک)، اقتصادی (۶ ریسک)، قوانین (مقررات) (۶ ریسک)، فرهنگی (اجتماعی) (۶ ریسک)، محیطی (طبیعی) (۵ ریسک) و آماده‌سازی (توسعه) پروژه (۹ ریسک) و (۲) عملکردی پروژه (شامل حوزه‌های سرمایه‌گذاری (۶ ریسک)، طراحی (۷ ریسک)، ساخت (تکمیل) (۱۲ ریسک)، بهره‌برداری (۶ ریسک)، درآمد (بازار) (۳ ریسک) و مدیریتی (سازمانی) (۶ ریسک) طبقه‌بندی شد.

۲- نتایج شاخص KMO و آزمون کرویت بارتلت در تحلیل عاملی نشان داد که میان متغیرها (حوزه‌های ۱۲گانه ریسک) ارتباط معنادار و همبستگی قوی وجود دارد. بر این اساس، پنج عامل نهفته شامل R1 ریسک دولتی، R2 ریسک تأمین مالی، R3 ریسک عملیاتی، R4 ریسک اجتماعی و R5 ریسک سازمانی با مقادیر ویژه بیشتر از ۱/۰، قابلیت تبیین ٪۶۹/۸۱۷ از واریانس‌ها را دارا هستند.

۳- نتایج تحلیل عاملی مربوط به ماتریس مؤلفه‌ها نشان داد که برخی حوزه‌های ۱۲گانه ریسک شامل حوزه سیاسی و قوانین (مقررات) دارای بیشترین بار عاملی با R1، متغیرهای اقتصادی، سرمایه‌گذاری و درآمد (بازار) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R2، متغیرهای طراحی، ساخت (تکمیل) و بهره‌برداری دارای بیشترین بار عاملی با عامل R3، متغیرهای فرهنگی (اجتماعی) و

محیطی (طبیعی) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R4 و در نهایت متغیرهای آماده‌سازی (توسعه) و مدیریتی (سازمانی) دارای بیشترین بار عاملی با عامل R5 می‌باشند.

۴- براساس نتایج ارزیابی کمی مبتنی بر شاخص اهمیت نسبی (RII) و ماتریس احتمال وقوع-شدت اثر (PI)، ۳۰ ریسک به‌عنوان ریسک‌های بحرانی (PI بیشتر از ۰/۲) شناسایی شدند. اصلی‌ترین این ریسک‌ها شامل خاتمه قرارداد توسط دولت و لغو امتیاز قرارداد؛ قطع پرداخت‌ها توسط دولت؛ فساد نظام دولتی در فرآیند انعقاد قرارداد؛ عدم وجود اجرای متن صحیح قانون؛ تغییرات در مصوبات قرارداد؛ نوسان نرخ ارز و نرخ تورم می‌باشند.

مراجع

[1] Li, B., Akintoye, A., & Hardcastle, C. (2001). "Risk Analysis and Allocation in Public Private Partnership Projects", 17*th Annual ARCOM Conference*, *1*, 895-904.

[2] Ke, Y., Wang, S., Chan, A. P., & Lam, P. T. (2010). "Preferred Risk Allocation in China's Public Private Partnership (PPP) Projects", *International Journal of Project Management*, *28*(5), 482-492.

[3] Heybati, F., Rahnama Roud Poshti, F., Nikoumaram, H., & Ahmadi, M. (2009). "Relationship Between Economic Freedom And Public-Private Partnerships And Developing A Model For Iran", *Economic Modeling*, *2*(6), 25-52.

[4] Ameyaw, E. E., & Chan, A. P. (2015). "Evaluation and ranking of risk factors in public–private partnership Water supply projects in developing countries using fuzzy synthetic Evaluation approach", *Expert Systems with Applications*, *42*(12), 5102-5116.

[5] Abolfathi, F., Hasheminejad, S. M., & Ebrahimi, S. B. (2013). "Financing methods in intra-city rail transportation", 6th *Conference on Financial System Development in Iran*, Tehran, Finance and Capital Group Establishment of Sharif University of Technology Study Center.

[6] Xu, Y., Sun, C., Skibniewski, M. J., Chan, A.P., Yeung, J. F., & Cheng, H. (2012). "System Dynamics (SD) -based concession pricing model for PPP highway projects", *International Journal of Project Management*, *30*(2), 240–251.

[7] Agyemang, P. (2011). *Effectiveness of Public Private Partnership in infrastructure projects*. The university of Texas at Arlington, ProQuest LLC, UMI Number: 1493621.

[8] Ibrahim, A. D., Price, A. D. F., & Dainty, A. R. J. (2006). "The analysis and allocation of risks in public private partnerships in infrastructure projects in Nigeria", *Journal of Financial Management of Property and Construction*, *11*(3), 149-163.

[9] Demirag, I., Khadaroo, I., Stapleton, P., & Stevenson, C. (2012). "The diffusion of risks in public private partnership contracts", *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, *25*(8), 1317–1339.

[10] Ke, Y., Wang, S., Chan, A. P., & Lam, P.T. (2010). "Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects", *International Journal of Project Management*, *28*(5), 482–492.

[11] Tian, Y., Pu, Y., & Cai, B. (2013). "Ventures of highway BOT projects based on the combination of fuzzy theory and AHP", *ICTE 2013: proceedings of the 4th International Conference on Transportation Engineering*, 1383–1387.

[12] Li, J., & Zou, P. X. (2011). "Fuzzy AHP-Based Risk Assessment Methodology for PPP Projects", *Journal of Construction Engineering and Management*, *137*(12), 1205-1209.

[13] Sastoque, L. M., Arboleda, C. A., & Ponz, J. L. (2016). "A Proposal for risk Allocation in social infrastructure projects applying PPP in Colombia", *Procedia Engineering*, *145*, 1354-1361.

[14] Wu, Y., Xu, C., Li, L., Wang, Y., Chen, K., & Xu, R. (2018). "A risk assessment framework of PPP waste-to-energy incineration projects in China under 2-dimension linguistic environment", *Journal of Cleaner Production*, *183*(10), 602-617.

[15] Cui, C., Liu, Y., Hope, A., & Wang, J. (2018). "Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects", *International Journal of Project Management*, *36*(5), 773-794.

[16] Liang, Q., Hu, H., Wang, Z., & Hou, F. (2019). "A game theory approach for the renegotiation of Public-Private Partnership projects in Chinese environmental and urban governance industry", *Journal of Cleaner Production*, *238*, 117952.

[17] Lam, P. T., & Yang, W. (2020). "Factors influencing the consideration of Public-Private Partnerships (PPP) for smart city projects: Evidence from Hong Kong", *Cities*, *99*, 102606.

[18] Rezaeenour, J., & Mousavi Saleh., M. (2017). "Evaluation and Ranking of Public - Private Partnership Risk Factors in Water supply Projects, Using FMEA and Fuzzy Synthetic Evaluation Methods: A Case Study of Qom", *Iran-Water Resources Research*, *13*(4), 100-117.
[19] Rassouli, B., Kheradyar, S., & Banimahd, B. (2018). "Identify, rank and allocate critical risk the stages of public – Private partnership by Delphi technique in the context of resistance economy (case study: water and sewage industry Guilan Province)", *Journal of Investment Knowledge*, *7*(27), 125-140.
[20] Bahmani Bab Anari, M., & Alipanah, A. (2019). "The Risk of Public Private Partnership Contracts in the Field of Information and Communication Technology and its Management Method", *Private Law*, *16*(2), 369-388.
[21] Alijani, M., & Juneidi, L. (2020). "Risk Allocation in Public and Private Partnership Contracts", *Legal Encyclopedias*, *3*(8), 93-118.
[22] Danaeifard, H., Alvani, M., & Azar, A. (2008). *Quantitative research methodology in management: a comprehensive approach*, Tehran: Saffar Ishraqi Publications, ISSN: 978-964-388-196-2.
[23] CMR, C., & FC, H. (1989). "A database/spreadsheet application for equipment selection", *Construction Management and Economics*, *7*(3), 235-247.
[24] Moor, D., & Mccabe, G. (2006). *Introduction to the practice of statis fourEdition*, NewYork: WH Freema & Co.
[25] Momeni, M. (2008). *New Issues in Operations Research*, Mansour Momeni Publications, University Press, Tehran, Second Edition, ISSN: 9789640466940.
[26] Ketabdari, M. J. (2016). *Principles and Research on Engineering Sciences*, Amirkabir University of Technology Publications, Tehran, ISSN: 978-964-463-426-0.
[27] Newman, M. E. (2005). "Power laws, Pareto Distributions, and Zipf's law", *Contemporary Physics*, *46*(5), 323–351.
[28] Myers, L. S., Gamst, G., & Garino, A. J. (2012). *Applied multivariate research*, Translators: Pasha Sharifi, H., Rezakhani, S. D., Hassanabadi, H. R., Izanloo, B., and Habibi, M. Second Edition, Tehran: Roshd Publications.
[29] Siegel, S. (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. 2nd Edition McGraw-Hill, New York.
[30] Kometa, S. T., Olomolaiye, P. O., & Harris, F. C. (1994). "Attributes of UK construction clients influencing project consultants' performance", *Construction Management and Economics*, *12*(5), 433-443.
[31] Olomolaiye, P. O., Wahab, K. A., & Price, A. D. F. (1987). "Problems influencing craftsmen's productivity in Nigeria", *Building Environment*, *22*(4), 317-323.
[32] Chen, Y., Okudan, G. E., & Riley, D. R. (2010). "Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete building", *Automation in Construction*, *19*(2), 235-244.
[33] Kaiser, H. F. (1974). "An index of factorial simplicity", *Psychometrika*, *39*(1), 31-36.