

اولویت‌بندی و تخصیص ریسک در پروژه‌های زیرساختی با روش مشارکت عمومی-خصوصی بر مبنای تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۴

کد مقاله: ۶۲۹۰۳

کیهان جعفریان^۱، امیر عباس شجاعی^{۲*}

چکیده

اجرای پروژه‌های مختلف زیرساختی از جمله عوامل مهم و حیاتی در رشد و توسعه اقتصادی کشورها به شمار می‌رود. در سالهای اخیر به دلیل رشد روزافزون جمعیت و توسعه اقتصادی کشورهای مختلف در حال توسعه، نیاز شدیدی به توسعه زیرساخت‌ها در بسیاری از کشورها احساس می‌شود. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های ساخت و توسعه پروژه‌های عمرانی، تأمین مالی پروژه‌هاست که مهمترین نقش را در توسعه پروژه و رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده ایفا می‌کند. به همین منظور در پژوهش حاضر، مطالعه موردی در پروژه‌های آزادراهی کشور ایران و همچنین انجام مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با متخصصین و خبرگان در زمینه قراردادهای مشارکت عمومی-خصوصی در کشور، در ابتدا اقدام به شناسایی مهمترین ریسک‌های موجود در این پروژه‌ها شده و سپس با استفاده از روش‌های آماری و استنباطی همچون روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، میزان اهمیت این ریسک‌ها تعیین شده و اقدام به اولویت‌بندی آن‌ها گردید. ریسک‌های شناسایی شده در ۶ حوزه مورد ارزیابی قرار گرفتند که حوزه‌های مربوط به ریسک پیمانکار، ریسک کارفرما، ریسک تأمین‌کننده، ریسک مربوط به مشاور توسعه، ریسک‌های محیط خارجی اثرگذار و ریسک‌های حمل‌ونقل طبقه‌بندی شدند و با توجه به بررسی‌های انجام شده با استفاده از روش تصمیم‌گیری فازی، ریسک‌های مربوط به عوامل خارجی اثرگذار در رتبه اول و ریسک‌های مربوط به پیمانکار در رتبه دوم قرار گرفت و با توجه به نتایج حاصل شده، زیر ریسک‌های این دو رتبه را مجدداً بررسی نموده و اثرگذارترین ریسک‌ها شناسایی و معرفی شدند.

واژگان کلیدی: اولویت‌بندی ریسک، پروژه آزادراهی، تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی، روش مشارکت عمومی-خصوصی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

۲- دکترای تخصصی و دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب (نویسنده مسئول) a_shojaie@azad.ac.ir

۱- مقدمه

در یک تعریف کلی، مشارکت عمومی - خصوصی عبارت است از چارچوبی قراردادی مابین یک نهاد خصوصی و یک نهاد عمومی که با هدف ارائه خدمات زیرساختی به مردم با کمک بخش خصوصی ایجاد می‌شود. در این تعریف می‌توان وظایف و مسئولیت بخش خصوصی در ارائه خدمات زیرساختی را در سطوح مختلفی مانند تأمین مالی، طراحی و ساخت، مدیریت، تعمیر و نگهداری، بهره‌برداری و پیش‌بینی نمود. ان‌جی و همکاران (۲۰۰۷) یک مدل شبیه‌سازی برای شناسایی دوره تضمین بر اساس سرمایه‌گذاری مورد انتظار و تعرفه‌های موجود در قراردادهای مشارکت عمومی - خصوصی ارائه نموده‌اند. به همین منظور ابتدا اساسی‌ترین نیازهای بنیادین در ایجاد سناریوهای مختلف تعیین کننده ریسک‌ها و فاکتورهای موثر بر عدم اطمینان در این‌گونه پروژه‌ها را شناسایی نموده و سپس با استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، سه دسته از مهمترین پارامترهای موثر در این زمینه تعیین شده است. ویژگی‌های ترکیبی ارائه شده در مدل تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه شده در این پژوهش، امکان انتخاب سناریوی برتر به منظور تعیین برنده در چنین مناقصاتی را ارائه می‌نماید. پس از ارائه مدل پیشنهادی، یک نمونه موردی برای اعتبارسنجی آن مورد بررسی قرار گرفته و براساس آن، اهمیت تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب برنده در مناقصه بر مبنای تصمیم‌گیری گروهی ارزیابی شده است. والی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله خود، روشی برای اولویت‌بندی ریسک در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و با مطالعه موردی در یک پروژه آزادراهی در کشور ایران ارائه نموده‌اند. داده‌های مربوط به این مطالعه از طریق بررسی ادبیات، مصاحبه و بررسی پرسشنامه‌های توزیع شده در بین متخصصان در زمینه پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی آزادراهی جمع آوری شده است. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که ریسک‌های مالی، حقوقی و سیاسی مهمترین گروه ریسک‌های شناسایی شده در این پروژه‌ها هستند، اگرچه طراحی نامناسب، تغییر در ارزش زمین‌های اعطا شده و پایان دادن به امتیازات نیز از درجه اهمیت بالایی در بین ریسک‌های شناسایی شده برخوردار هستند.

ماهیت توسعه زیر ساخت های عمرانی همواره با مفاهیم اتکالی و تامل پذیری همچون پذیرش ریسک سر و کار خواهد داشت. و بدون پذیرش ریسک قادر به سودآوری و رشد نیستند. ریسک در پروژه های مشارکت عمومی - خصوصی رویدادها یا وضعیتهای ممکن الوقوع نامعلومی هستند که در صورت وقوع بصورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه موثر می باشد هر یک از این رویدادها یا وضعیتها دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. از این رو معمولاً نیاز به سیستمی دارند که علاوه بر ارزیابی فعالیت ها و فرآیندشان بتواند در خصوص وضعیت ریسک تعیین معیارهای ریسک قابل تحمل و مشخص نمودن دقیق ریسک رهنمون نماید بنابراین ارزیابی ریسک برای تصمیم گیری درباره اهمیت ریسک ها برای سازمان‌ها و چگونگی پذیرش یا رفتار با هر ریسک خاص است در این پژوهش سعی داریم تا با استفاده از روش های FAHP ریسک های مربوط به پروژه مشارکت عمومی - خصوصی را شناسایی و رتبه بندی نمائیم. این پژوهش از پنج بخش تشکیل شده است که بهش اول مقدمه پژوهش ارائه گردید، در بخش دوم پیشینه پژوهش بررسی شده و در بخش سوم روش تحقیق FAHP معرفی می گردد و در بخش چهارم نتایج بدست آمده ارزیابی شده و در بخش نهایی پیشنهادات آتی پژوهش ارائه خواهد شد.

۲- پیشینه تحقیق

که و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود به بررسی مسئله تخصیص ریسک‌های موجود در جهت پیاده‌سازی قراردادهای مشارکت عمومی - خصوصی پروژه‌های ساخت و ساز کشور چین با استفاده از تکنیک دلفی پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بخش دولتی تنها مسئولیت ریسک (سبک مالکیت و بومی‌سازی) را بر عهده خواهد داشت و مسئولیت اکثریت ریسک‌های شناسایی شده بعدی مربوط به مقامات دولتی بوده و مستلزم اقدامات آنها خواهد بود. علاوه بر این، ۱۴ ریسک که بخش‌های عمومی و خصوصی قادر به مقابله با آنها نیستند، باید به طور مساوی در بین آنها به اشتراک گذاشته شود. بخش خصوصی مسئولیت ۱۰ ریسکی که در سطح پروژه قرار دارد را بر عهده داشته و بر این اساس باید راهکارهای اجرایی در راستای برون رفت از ریسک‌های شناسایی شده پیشنهاد گردد. آلبرت و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود با انجام پیمایشی موانع اصلی اجرای موفق مشارکت عمومی - خصوصی در پکن و هنگ کنگ را بررسی کرده و بر این اساس، به اولویت‌بندی ۱۳ مانع بالقوه مشارکت استخراج شده از ادبیات پژوهشی تحقیق پرداخته‌اند. براساس یافته - های این تحقیق، سه مانع تأخیرات زیاد در روند مذاکرات، نبود تجربه و مهارت کافی و تأخیرات زیاد به دلیل مناقشات و مباحث سیاسی در انعقاد قراردادهای مشارکت عمومی - خصوصی، به ترتیب به عنوان موانع اصلی توسعه مشارکت در پکن بوده که مورد اول و سوم در هنگ کنگ نیز صادق بوده است؛ ولی عامل رسیدن تعداد کمی از پروژه‌ها به مرحله عقد قرارداد لغو قرارداد پیش از انعقاد آن (در رتبه دوم به لحاظ درجه مانعیت مشارکت، در هنگ کنگ ارزیابی شده است. آجیمانگ (۲۰۱۱) در مطالعه خود با عنوان کارایی مشارکت‌های عمومی - خصوصی در پروژه‌های زیرساختی با پیمایش‌های مختلف به بررسی عوامل موفقیت این مشارکت‌ها پرداخته است. این تحقیق بیان می‌دارد که

تخصیص ریسک باید به عنوان یکی از موضوعات مهم در مشارکت‌های عمومی - خصوصی مورد توجه قرار بگیرد. بخش دیگر تحقیق که به شناسایی و رتبه‌بندی مشکلات و محدودیت‌های این مشارکت‌ها می‌پردازد، دعاوی عمومی و کاربرد صرف پروژه‌های بزرگ در مشارکت‌های عمومی - خصوصی به عنوان دو مشکل عمده این مشارکت‌ها ارزیابی شده‌اند. والی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود اقدام به ارائه یک رویکرد بهینه‌سازی چند هدفه برای تخصیص ریسک در پروژه‌های مشارکت عمومی و خصوصی با مطالعه موردی در کشور مالزی پرداخته‌اند. در این تحقیق، ریسک‌های موجود در پروژه‌ها از طریق بررسی جامع ادبیات و بررسی پرسشنامه حاصل از متخصصان درگیر در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی در کشور مالزی، مورد شناسایی قرار گرفته و سپس توابع هدف به منظور به حداقل رساندن کل زمان و هزینه پروژه و به حداکثر رساندن کیفیت با رعایت محدودیت‌های آستانه ریسک، توسعه یافته است. ماهیت ترکیبی مسئله تخصیص ریسک، یک وضعیت چند هدفه را که می‌تواند به عنوان یک مشکل پیچیده شبیه‌سازی شود، توصیف می‌کند. لیو و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود، به ارزیابی مهمترین عوامل مؤثر بر اثربخشی و کارایی تدارکات در پروژه‌های قراردادی مبتنی بر روش مشارکت‌های عمومی - خصوصی در کشورهای استرالیا و چین پرداخته‌اند. در این تحقیق، ۱۴ عامل بحرانی در پیاده‌سازی تدارکات در پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی تحت اثر ۷ عامل اصلی توسعه کسب و کار، کیفیت روند انجام کار، ظرفیت بخش دولتی، ساختار دولتی، اثربخشی ارتباطات، تعادل بین رقابت ارکان پروژه و شفافیت فرایندهای مناقصه شناسایی شده و نتایج تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای این عوامل در دو کشور مذکور، نشان داد که اختلاف آماری معنی داری در خصوص میزان اهمیت عوامل در بین پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی دو کشور مورد مطالعه وجود داشته و با اتخاذ استراتژی‌های توصیه شده، هر دو بخش دولتی و خصوصی درگیر در پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی در موقعیت بهتری برای ساخت و مدیریت فرایندهای مناقصه قرار خواهند گرفت. کی‌پرس و فنا (۲۰۱۸) در تحقیق دیگری به بررسی و ارزیابی ریسک و شیوه‌های مدیریت ریسک در پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که سازمان‌ها با چندین «ریسک غیر قابل جبران» مرتبط با مدیریت پروژه و مسئولیت‌های مدیریت پروژه مواجه هستند که از جمله مهمترین آنها می‌توان به عدم وجود تعداد کافی از کارکنان واجد شرایط، عدم وجود یک تیم با سیستم عملکردی مشترک، عدم اختصاص شفاف مسئولیت‌ها و نبود قدرت تصمیم‌گیری در پروژه در حین بروز تغییرات، عدم وجود توافق برای مشارکت در به عهده گرفتن تغییرات مورد نیاز در طول پروژه، نبود زمان‌بندی مشخص برای شروع مشارکت در پروژه اشاره نمود. تجزیه و تحلیل عوامل شناسایی شده در این تحقیق نشان داد که نقش سطوح مختلفی از آگاهی ریسک و دخالت مدیریت ارشد در کاهش و برون رفت از ریسک‌های شناسایی شده بسیار حائز اهمیت می‌باشد. همانطور که از مرور ادبیات پژوهشی مشخص گردید، شکاف تحقیقاتی که در پژوهش‌های پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی وجود دارد عدم پرداختن به ریسک‌های ارزیابی بر اساس رویکرد های دقیق فازی است از این رو در این پژوهش رویکرد های جدیدی در این حوزه پرداخته می‌شود.

۳- روش تحقیق

هدف تمام علوم، شناخت و درک دنیای پیرامون ماست. به منظور آگاهی از مسایل و مشکلات دنیای اجتماعی، روش‌های علمی، تغییرات قابل ملاحظه ای پیدا کرده اند. این روندها و حرکت ها سبب شده است که برای بررسی رشته های مختلف بشری، از روش های علمی استفاده شود. امروزه مسائلی وجود دارد که با استفاده از استدلال استقرایی قابل حل نیستند. دانشمندان به این نتیجه رسیده‌اند که باید جنبه هایی از روش قیاسی و استقرایی را ترکیب کنند و روش جدیدی به نام روش علمی معرفی نمایند. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی می باشد با شناسایی منشأهای ریسک پروژه به بررسی نقش مدیریت ریسک در پروژه های مشارکت‌های عمومی - خصوصی می پردازد. روش جمع آوری اطلاعات با استفاده از مطالعات میدانی، استفاده از چک لیست، استفاده از ساختار شکست ریسک ها، استفاده از قضاوت کارشناسانه متخصصین و کارکنان درگیر پروژه، استفاده از اطلاعات گذشته والگوبرداری از پروژه های مشابه، استفاده از روش کتابخانه ای جستجو (در کتابها، مقالات، متن های علمی و استفاده از روش ...) های ایده پردازی مانند تکنیک دلفی وبانک های اطلاعاتی اینترنتی منشاءهای ریسک را شناسایی و آنها را در شش دسته اصلی تقسیم بندی شده و سپس با جمع آوری نظرات خبرگان در مورد احتمال وقوع، میزان تاثیر بر شاخص های زمان، هزینه و عملکرد کیفی و همچنین اهمیت شاخص ها نسبت به همدیگر، ریسک های پروژه جهت مدیریت نمودن آنها اولویت بندی شده اند. لذا با توجه به ریسک های کلان پروژه های مشارکت‌های عمومی - خصوصی در ۶ حوزه ریسک ها مورد بررسی و نتیجه گیری قرار گرفتند که به شرح زیر است:

الف) ریسک های پیمانکاران

ب) ریسک های کارفرما

پ) ریسک‌های تأمین کنندگان

ت) ریسک های مشاوره‌ای
ث) ریسک های محیط خارجی
ج) ریسک های حمل و نقل

ریسک های پیمانکاران: پیمانکاران، سازمانهایی هستند که انجام بخشی یا کل پروژه را در چارچوب کیفیت، زمان و بودجه مصوب به عهده می‌گیرند.

ریسک های کارفرما: سازمان یا گروهی است که مسئولیت هدایت پروژه را بر عهده می‌گیرد. در برخی از پروژه ها ممکن است کارفرما همان سازمان حامی پروژه باشد و با توجه به وظایفی که در پروژه دارد ریسکهایی متوجه آنها می‌شود. ریسکهای تأمین کنندگان: تأمین کنندگان سازمان یا گروهی و با افرادی هستند که مسئولیت ساخت و تهیه و یا خرید مواد اولیه، تجهیزات و وسایل مورد نیاز و همچنین خدمات لازم پروژه را از بیرون تأمین میکنند و دارای ریسک ذاتی مربوط به خودشان هستند که ممکن است این ریسک ها را به پروژه منتقل کنند.

ریسک های مشاوره‌ای: مشاور، سازمانی است که معمولاً وظیفه طراحی و نظارت بر پروژه ها را بر عهده می‌گیرد. بعد از طراحی با توجه به نیازهای کارفرما، تهیه اسناد مناقصه، انتخاب پیمانکار جزو وظایف او بوده و در مرحله اجرا نیز نظارت بر حسن انجام کار دارد.

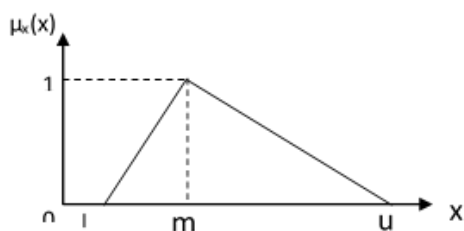
ریسک های محیط خارجی: به عواملی که کنترل آنها خارج از مدیریت سازمان است و از بیرون به عنوان عوامل محیطی بر آن تحمیل می‌شود، عوامل برون سازمانی یا عوامل محیط خارجی گفته می‌شود. عوامل برون سازمانی در کوتاه مدت خارج از اختیار و کنترل سازمان می‌باشد ولی مدیریت سازمان می‌تواند در دراز مدت با تصمیمات اتخاذ شده بر آنها اثر بگذارد. ریسک های حمل و نقل: یکی از بخش هایی که شرکت ها معمولاً از بیرون از محدوده پروژه وجود دارد حمل و نقل است. رسیدن به اهداف پروژه بدون داشتن سیستم حمل و نقل لازم تقریباً غیر ممکن است این سیستم می‌تواند با توجه به راه های دسترسی به سایت، نوع حمل و نقل، موانع حمل و نقل و نیروی انسانی درگیر در حمل و نقل دارای ریسکهایی باشند.

اعداد فازی مثلثی

بر اساس نظریه مجموعه های فازی، یک عدد فازی، مجموعه فازی خاصی به صورت $\tilde{A} = x \in R / \mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد که در آن، x مقادیر حقیقی عضو مجموعه R را می‌پذیرد و تابع عضویت آن به صورت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد. یک عدد فازی مثلثی A عددی با تابع عضویت تکه‌ای خطی μ_A به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$\mu_x(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l) & l \leq x < m \\ 1 & x = m \\ (u-x)/(u-m) & m < x \leq u \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

l: کران پایین
m: محتمل ترین حالت
u: کران بالا



شکل ۱: عدد فازی مثلثی (ساعتی، ۱۹۷۰)

که می‌تواند به صورت عدد فازی مثلثی (l, m, u) نشان داده شود. شکل ۱، این تابع عضویت را نمایش می‌دهد. پس از گردآوری داده‌ها، میانگین فازی نظرات n پاسخ‌دهنده با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود. در ادامه کار از روابط (۳)، (۴)، (۵) و (۶) جهت فازی‌زدایی و تعیین میزان اهمیت شاخص‌ها استفاده می‌شود و شاخص‌های دارای ارزش کمتر از مقدار میانگین حذف می‌گردند.

$$\text{FuzzyAverage} = \left[\frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}, \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n}, \frac{u_1 + u_2 + \dots + u_n}{n} \right] \quad (2)$$

FuzzyAverage: میانگین فازی n : تعداد شاخص‌های مساله

$$x_{\max}^1 = \frac{l + m + u}{3} \quad (3)$$

$$x_{\max}^2 = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (4)$$

$$x_{\max}^3 = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (5)$$

$$\text{Crisp Number} = \max \{ x_{\max}^1, x_{\max}^2, x_{\max}^3 \} \quad (6)$$

در سال ۱۹۹۶ روشی تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای توسط یک پژوهشگر چینی بنام بونگ جانگ ارائه گردید. اعداد مورد استفاده در این روش اعداد مثلثی هستند که مفاهیم و تعاریف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس روش EA شرح زیر است.

مرحله اول: محاسبه ارزش SK برای هر یک از سطرهای مقایسه زوجی

$$S_K = \sum_{j=1}^n M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} \quad (7)$$

در رابطه فوق داریم:

K: شمارنده سطر

i, j: نشاندهنده شاخص‌ها و گزینه‌ها می‌باشند.

مرحله دوم: محاسبه درجه بزرگی SK ها نسبت به هم:

$$\begin{cases} V(m1 \geq m2) = 1 & \text{if } m1 \geq m2 \\ 0 & \text{if } l2 \geq u1 \\ V(m1 \geq m2) = \frac{\text{hgt}(m1 \cap m2)}{c1 - a2} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{hgt}(m1 \cap m2) = \frac{c1 - a2}{(c1 - a2) + (b2 - b1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V(m1 \geq m2, \dots, mk) = V(m1 \geq m2) \text{ and } \dots \text{ and } V(m1 \geq mk) \quad (9)$$

مرحله سوم: محاسبه وزن شاخص‌ها در مقایسه زوجی

$$w'(xi) = \text{MIN}(s1 \geq sk) \quad (10)$$

بنابراین بردار وزن شاخص‌ها که همان ضرایب بهنجار AHP فازی است بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$w' = [w'(x1) + w'(x2) + \dots + w'(xk)]^t \quad (11)$$

۴. یافته‌های پژوهشی

پارامترهای ارزیابی بکار رفته در این تحقیق شامل احتمال وقوع، شدت اثرگذاری ریسک بر روی زمان، هزینه و کیفیت عملکردی و مقیاس عملکردی فازی است که به ترتیب عبارت‌اند از:
در جدول ۱ تابع احتمال وقوع ریسک‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است که تابع فازی به همراه متغیر زبانی متناظر آن نشان داده شده است.

جدول ۱. تابع احتمال فازی وقوع

تابع فازی	متغیر زبانی		احتمال وقوع
(0,0,2.5)	VL	خیلی کم	
(0,2.5,5)	L	کم	
(2.5,5,7.5)	M	متوسط	
(5,7.5,10)	H	زیاد	
(7.5,10,10)	VH	خیلی زیاد	

در جدول شماره ۲ میزان تاثیر مولفه‌های فازی در ریسک پروژه‌ها مشخص شده‌اند که بر اساس سه مولفه زمان، هزینه و کیفیت مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

جدول ۲. تابع احتمال فازی میزان تاثیر گذاري

عملکرد کيفي	هزينه	زمان	تابع فازی	متغير زبانی	
کاهش کيفيت نا محصوص	افزايش هزينه بسيار کم	تاخير خیلی کم	(0,0,2.5)	VL	خیلی کم
کاهش کيفيت	افزايش هزينه زير ۵ درصد	تاخير زير ۵٪	(0,2.5,5)	L	کم
کيفيت نياز به تايد کارفرما دارد	افزايش هزينه بين ۵ الی ۱۰٪	تاخير بين ۵ الی ۱۰٪	(2.5,5,7.5)	M	متوسط
کيفيت غير قابل قبول کارفرما است	افزايش هزينه بين ۱۰ الی ۲۰ درصد	تاخير بين ۱۰ تا ۲۰٪	(5,7.5,10)	H	زیاد
کيفيت غير قابل استفاده	افزايش هزينه بيش از ۲۰٪	تاخير بيش از ۲۰٪	(7.5,10,10)	VH	خیلی زیاد

در جدول شماره ۳ ارجحيت مولفه های فازی بيان شده است که به شرح ذيل در نظر گرفته شده است.

جدول ۳. مقياس AHP فازی

اعداد فازی مثلثی	متغير های زبان شناختی
1,1,1	اهميت يکسان
2,3,4	نسبتاً ارجح
4,5,6	ترجیح زياد
6,7,8	ترجیح بسيار زياد
9,9,9	ترجیح فوق العاده زياد
1,2,3 - 3,4,5 7,8,9 - 5,6,7	ارزش بينا بينی

با توجه به شرح مراحل بيان شده، رتبه بندی شاخص ها به شرح ذيل می باشد:

مرحله اول: محاسبه ارزش SK برای هر یک از سطر های مقایسه زوجی بدست آوردن $\sum_{j=1}^n M_{kj}$ با استفاده از تلفیق نظر خبرگان:

$$\sum_{j=1}^n M_{kj} = (10.233, 10.24, 10.29)$$

$$\left[\sum_{j=1}^n M_{kj} \right]^{-1} = (0.097, 0.098, 0.098)$$

مرحله دوم: محاسبه SK ها:

$$S_1 = (0.3361, 0.3499, 0.3538)$$

$$S_2 = (0.3291, 0.3342, 0.3391)$$

$$S_3 = (0.3240, 0.3195, 0.3385)$$

$$S_4 = (0.3040, 0.3175, 0.3365)$$

$$S_5 = (0.2840, 0.3095, 0.3285)$$

$$S_6 = (0.3240, 0.3195, 0.3385)$$

مرحله سوم: درجه بزرگ بودن هر یک از عناصر فوق بر عناصر دیگر

$$V(s_1 \geq s_2, s_3, s_4, s_5, s_6) = 0.26$$

$$V(s_2 \geq s_1, s_3, s_4, s_5, s_6) = 0.25$$

$$V(s_3 \geq s_2, s_1, s_4, s_5, s_6) = 0.09$$

$$V(s_4 \geq s_2, s_1, s_3, s_5, s_6) = 0.08$$

$$V(s_5 \geq s_2, s_1, s_3, s_4, s_6) = 0.08$$

$$V(s_6 \geq s_2, s_1, s_3, s_4, s_5) = 0.015$$

اعداد فوق بصورت بهنجار می باشد که پس از نرمال سازی وزن مولفه ها به شرح جدول ۴ می باشد.

جدول ۴. رتبه بندی ریسک های شناسایی شده

رتبه بندی	وزن	
۱	۰,۳۴	ریسک های خارجی
۲	۰,۳۲	ریسک تامین کننده
۳	۰,۱۲	ریسک کارفرما
۴	۰,۱۰	ریسک مشاور
۵	۰,۱۰	ریسک های حمل و نقل
۶	۰,۰۲	ریسک پیمانکار توسعه

همانطور که در جدول فوق مشاهده می گردد، ریسک های خارجی با وزن ۰,۳۴ در رتبه اول قرار گرفته و ریسک تامین کنندگان با وزن ۰,۳۲ در رتبه دوم و ریسک های مربوط به کارفرما با وزن ۰,۱۲ در رتبه سوم قرار گرفتند.

۵. بحث و نتیجه گیری

ریسک های پروژه مشارکت عمومی- خصوصی آزاد راهی بخشی جدا ناپذیر از اقدامات اجرایی در جهت توسعه و اجرای فعالیت های پروژه محور است بگونه ای که سازمان ها نمی توانند از این موضوع به سادگی گذر نمایند و همواره جز جدا ناپذیر از سیستم برنامه ریزی پروژه است. حال شرکت های مجری در زمینه ریسک های پروژه های مشارکت عمومی- خصوصی بایستی این ریسک ها را شناسایی نموده و در اجرای اقدامات کنترلی جهت کاهش اثرات ریسک اقدامات لازم را انجام داده و یا در صورت عدم قابل کنترل بودن ریسک های شناسایی شده خود را برای مواجهه با این دست از ریسک ها آماده نماید. از این رو پیشنهاد می گردد در راستای توسعه این پژوهش اقدامات کنترلی مورد نیاز جهت کاهش یا حذف ریسک های اشاره شده بر مبنای FMEA شناسایی و ارزیابی شود.

منابع

- Ng, S.T., Xie, J., Skitmore, M., and Cheung, Y.K., 2007a. A fuzzy simulation model for evaluating the concession items of public-private partnership schemes, *Automation Construction*, Vol. 17, No. 1, pp. 22-29.
- Valipour, A., Yadollahi, M, Rosli, M.Z., Yahaya, N., and Md Noor, N., 2013, An enhanced multi-objective optimization approach for risk allocation in public-private partnership projects: a case study of Malaysia, *The Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 41, No. 1, pp. 164-167.
- Ke, Y.J., Wang, S.Q., Chan, A.P.C., and Lam, P.T.I., 2010. Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects, *International Journal of Project Management*, Vol. 28, No. 5, pp. 482-492.
- Albert, and et.al. 2010 Potential Obstacles to Successful Implementation of Public-Private Partnerships in Beijing and the Hong Kong Special Administrative Region, *Journal of Management In Engineering*, Vol. 26, No. 1. Pp:30- 40.
- Agyemang, P., 2011, Effectiveness of Public Private Partnership in infrastructure projects", *The university of Texas at Arlington*, ProQuest LLC, UMI
- Valipour, A.R., Yahaya, N., Md Noor, N., Kildienė, S., Sarvari, H., and Mardani, A., 2015, A fuzzy analytic network process method for risk prioritization in freeway PPP projects: an Iranian case study, *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 21, No.7, pp.933-947.
- Liu, T., Wang, Y., Wilkinson, S., 2016, Identifying critical factors affecting the effectiveness and efficiency of tendering processes in Public-Private Partnerships (PPPs): A comparative analysis of Australia and China, *International Journal of Project Management*, Vol. 34, pp. 701-716.
- Keers, B.M., and Fenema, P.C., 2018, Managing risks in public-private partnership formation projects, *International Journal of Project Management*, Vol. 36, pp. 861-875.

