

ارزیابی ریسک های قرارداد مشارکت عمومی خصوصی در پروژه های آزادراهی: مقایسه روش فازی و ساده

حسام الدین زارع زاده مهریزی^۱، محمد علی برخوردار بافقی^۲، محمدرضا عطایی یزدی^۳

^۱دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق، HESSWORD@gmail.com

^۲استاد دانشگاه علم و صنعت ایران، bakhordar@iust.ac.ir

^۳عضو هیئت علمی باز نشسته دانشگاه سراسری یزد، mrattace@gmail.com

چکیده

بکارگیری مشارکت عمومی - خصوصی در سراسر جهان نتایج بسیار متنوعی در پی داشته است. برخی از پروژه ها کاملاً موفق بوده، اما در موارد بسیاری این پروژه ها با مشکلات فراوانی رو به رو شدند. در این مقاله به ارزیابی ریسک های قرارداد مشارکت عمومی خصوصی به دو شیوه فازی و ساده پرداخته شده است. نتایج این تحقیق عملکرد دو روش فازی و غیر فازی را به یکدیگر مقایسه می کند. تغییر نرخ بهره و تورم، نوسان نرخ ارز، تخمین نامناسب تقاضا (حجم ترافیک و نرخ عوارض) به عنوان مهمترین ریسک های این قرارداد از هر دو روش ارزیابی شناسایی شد. در نهایت اختلاف نتایج حاصل از دو روش ارزیابی با استفاده از آزمون تی بررسی گرد و نتایج نشان داد که میان دو روش ارزیابی تفاوت های وجود دارد که در مقاله به تحلیل آنها پرداخته شده است.

واژه های کلیدی

مشارکت عمومی خصوصی، ریسک، پروژه های بزرگراهی، فازی، آزمون تی

مقدمه

بررسی روش های متداول انجام پروژه در دنیا نشان می دهد که بهره وری پروژه های عمرانی بسیار پایین بوده و با تاخیرات متوالی و افزایش هزینه های زیاد همراه می باشد. با بزرگتر و پیچیده شدن پروژه ها، ریسکهایی با درجه اهمیت بالاتر آنها را تهدید می کند؛ علاوه بر آن بکارگیری سرمایه های دولتی، استقراض و سایر شیوه های سنتی تامین مالی پاسخ گوی نیازهای روز افزون کشورها برای تامین سرمایه پروژه های زیر بنایی نیست. به همین دلیل دولت ها با بکارگیری بخش خصوصی و فعال کردن این بخش در بهره برداری از پروژه های زیر بنایی راه حلی نوین برای این کاستی ها ارائه دادند. مشارکت عمومی - خصوصی به عنوان یک راه حل در سال های اخیر مطرح شده و توسعه یافته است [1].

طبق تعریف انجمن ملی مشارکت عمومی - خصوصی ایالات متحده امریکا "مشارکت عمومی - خصوصی عبارتست از یک موافقتنامه مابین یک سازمان دولتی و یک طرف خصوصی، که طی آن هر یک از طرفین (دولت و بخش خصوصی) در استفاده از تواناییها و داراییهای خود جهت ارائه خدمات و یا ساخت تأسیسات، به منظور استفاده عمومی با یکدیگر سهیم می شوند. علاوه بر منابع، این

مشارکت در تقسیم ریسک و برداشت منافع هم صورت می پذیرد" [2].

در اوایل دهه ۹۰ بکارگیری مشارکت عمومی - خصوصی در کشورهای در حال توسعه، بخصوص در پروژه های حمل و نقل به شدت رو به رشد بود به طوری که در اواسط این دهه بین ۵۰ تا ۶۰ پروژه در سال، اجرایی می شد و ارزش سالانه این قراردادها به ۱۰ تا ۱۲ میلیارد دلار میرسید؛ اما پس از بحران اقتصادی در شرق آسیا تعداد این قراردادها به شدت کاهش یافت [3]. در سالهای بعد مجدداً با جلب اعتماد بخش خصوصی حجم قراردادها افزایش یافت به طوری که در سال ۲۰۰۶ تعداد ۱۴۵ پروژه که ۷۱ عدد آن در بخش حمل و نقل بود، با مشارکت بخش خصوصی اجرا شد. طی سال های ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۱، بخش انرژی در حدود ۴۱/۳ درصد و بخش حمل و نقل در حدود ۲۷/۱ درصد از کل پروژه های مشارکت عمومی - خصوصی را به خود اختصاص دادند. بررسی پروژه های اجرا شده و در حال اجرای مشارکت عمومی - خصوصی در کشورهای در حال توسعه نشان می دهد که اکثر پروژه ها از نوع نوسازی هستند [3].

در این مقاله به ارزیابی ریسک های مشارکت عمومی خصوصی به دو روش فازی و ساده در پروژه های بزرگ راهی پرداخته شده است. علاوه بر اینکه نتایج ارزیابی برای ۳ معیار احتمال اثر و قابلیت پیش بینی بررسی شده است، اختلاف نتایج دو روش فازی و ساده نیز مورد مقایسه قرار گرفته و نتایج آن تحلیل شده است.

ادبیات موضوعی

تا به حال تحقیقات متعددی با هدف شناسایی و ارزیابی ریسکهای قرارداد مشارکت عمومی خصوصی در سراسر دنیا انجام شده است. برای نمونه: یونیدو ریسکهای قراردادهای ساخت - بهره برداری - انتقال را به طور کلی بررسی کرده و در نهایت آنها را در دو دسته ریسکهای عمومی (ریسکهای اقتصادی، سیاسی و قانونی) و ریسکهای پروژه (ساخت و تکمیل، توسعه و بهره برداری) تقسیم بندی کرده [4]. عسکر و غب... در قراردادهای ساخت - بهره برداری - انتقال در کشور مصر ریسکهای پروژه را به ۴ گروه ریسکهای سیاسی، ریسکهای ساخت، ریسکهای بهره برداری و ریسکهای بازار و درآمد دسته بندی کردند [5].

گوش و جینتاناپاکانوت به شناسایی و ارزیابی گروه‌های اصلی ریسک در پروژه‌های مترو در کشور تایوان پرداختند. آنها با مطالعه تحقیقات مشابه توانستند ۵۹ ریسک پروژه‌های مترو را شناسایی کنند و با تحلیل ۱۲۲ پرسش‌نامه تکمیل شده از مجموعه متخصصین یک پروژه مترو در کشور تایوان توانستند ۹ گروه اصلی ریسک شناسایی کنند؛ این گروه‌ها به ترتیب اهمیت عبارتند از ریسکهای تأخیر، ریسکهای مالی و اقتصادی، ریسکهای مربوط به پیمانکاران جز، ریسکهای قراردادی و قانونی، ریسکهای طراحی، فورس ماژور، ریسکهای ایمنی و اجتماعی، ریسکهای فیزیکی و ریسکهای بهره‌برداری [6].

ژو و همکاران ریسکهای پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی در کشور چین را شناسایی و ارزیابی کردند و توانستند با مطالعه

پژوهشهای انجام شده ۳۷ ریسک مهم برای این قراردادها شناسایی کنند. در ادامه با استفاده از آراء خبرگان و بکارگیری ابزار تحلیل عاملی از میان ۳۷ ریسک معرفی شده، ۱۷ ریسک اصلی را شناسایی کردند و در ۷ گروه کلی سیاسی، ساخت، بهره‌برداری، قانونی، بازار، اقتصادی و دیگر قرارداداند [7].

ایر و صغیر در پژوهشهای خود به شناسایی و ارزیابی ریسکهای قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی برای پروژه‌های بزرگراهی در کشور هند پرداختند. آنها توانستند ۱۷ ریسک را با اهمیت بالا ارزیابی کنند. از میان ریسکهای با اهمیت بالا تأخیر در پرداخت، و افزایش زمان و هزینه پروژه ریسکهای اصلی شناسایی شدند [8]. در جدول ۱ به برخی از تحقیقات انجام شده در این زمینه به طور خلاصه اشاره شده است.

جدول ۱- تحقیقات انجام شده در حوزه شناسایی و ارزیابی ریسک های مشارکت عمومی خصوص

نویسندگان	هدف تحقیق	روش تحقیق	نتایج تحقیقات
گوش و جینتاناپاکانوت [6]	شناسایی، گروه بندی و ارزیابی ریسک ها	با استفاده از پرسش نامه و تحلیل عاملی	آنها در نهایت توانستند ریسک ها را به ۹ گروه ریسک های تأخیر، ریسک های اقتصادی، ریسک قراردادهای جزئی و ... تقسیم کنند.
ژو و همکاران [7]	ارزیابی و گروه بندی ریسک ها	پرسش نامه دلفی و تحلیل فازی	آنها در نهایت توانستند از میان ریسک های اولیه ۱۷ ریسک اصلی را شناسایی کنند و در ۶ گروه قرار دهند.
ایر و صغیر [8]	شناسایی ریسک ها و بررسی ارتباط بین آنها	روش پرسش نامه و تحلیل ISM/MICMAC	آنها ۱۷ ریسک بحرانی در پروژه های مشارکت عمومی خصوصی در هند را شناسایی کردند و از میان آنها ۱۴ ریسک ارتباط زیادی با یکدیگر ندارند ولی تأخیر در تأمین مالی، افزایش هزینه ها و افزایش زمان ساخت ارتباط زیادی با سایر ریسک ها دارد.
هوانگ و همکاران [9]	شناسایی، ارزیابی و تخصیص ریسک ها	پرسش نامه	آنها تأکید کردند که عدم حمایت دولت، دسترسی به منابع مالی و تأخیر در زمان ساخت مهمترین ریسک ها در قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی در کشور سنگاپور می باشد.
چان و همکاران [10]	شناسایی و ارزیابی ریسک	مصاحبه با متخصصین	آنها در نهایت توانستند ۱۶ ریسک اساسی این قراردادها را شناسایی کنند و نشان دهند که ریسک های راه اندازی، تورم و ریسک تغییر قیمت ها از اهمیت بیشتری برخوردارند..

چارچوب تحقیق

همانگونه که در بخش بررسی ادبیات موضوعی به آن پرداخته شد ریسک های قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی در ادبیات موضوعی جهان به صورت کامل بررسی شده است و مقایسه نتایج نشان می دهد که همگرایی مناسبی میان ریسک های شناسایی شده وجود دارد.

تعیین ارزش هر ریسک

روش های متفاوتی برای ارزیابی ارزش ریسک تا به حال مطرح شده است. در این تحقیق به جای ضرب احتمال و اثر، فاکتور قابلیت اکتشاف را نیز در نظر گرفته است. این روش بر افزایش دقت محاسبه ارزش ریسک خواهد افزود. علاوه بر آن در این تحقیق از مدل فازی استفاده شده است.

مدل FMEA فازی

روش FMEA یکی از تکنیک های ارزیابی ریسک است که توسط استانداردهای فراوانی مانند MIL-STD-1629A که استاندارد وزارت دفاع امریکا می باشد، توصیه شده است. از طرف دیگر، از

دیدگاه مدیریت پروژه در این روش عبارت ریسک برای اشاره به حالت اختلال بکار می رود که طبق تعریف PMBOK عبارتست از یک اتفاق یا شرایط غیر قطعی که در صورت وقوع، دست کم در یکی از اهداف پروژه مانند زمان، هزینه و کیفیت اثری مثبت یا منفی خواهد داشت [11].

در این روش، میزان بحرانی بودن یک ریسک یا حالت اختلال توسط شاخصی عددی به نام عدد اولویت ریسک که به طور خلاصه به آن RPN گفته می شود، بیان شود. RPN عددی است بین ۱ تا ۱۰۰۰ و شاخصی است که ضرب ۳ پارامتر شدت، احتمال وقوع و قابلیت کشف بدست می آید. در روش FMEA یک مقیاس عددی از ۱ تا ۱۰ برای نمره دهی به سه معیار یاد شده استفاده می شود. بر اساس مقادیر نسبت داده شده به این معیارها، عدد RPN محاسبه می شود. در تحقیقی که توسط عبدالغواد انجام شده، روشی بهبود یافته با استفاده از FMEA فازی برای محاسبه عدد RPN ارائه شده است. با توجه به محدودیت ها و مشکلات یاد شده در FMEA سنتی، روش ارائه شده است تا با استفاده از منطق فازی تا حدودی بر این مشکلات فائق آمد. در این تحقیق منطق فازی با روش FMEA ترکیب شده تا کمبودهای روش سنتی در

محاسبه RPN مدتفع گردد. به جای ضرب مستقیم شدت، احتمال و قابلیت کشف از یک سیستم خبره فازی، بر اساس اطلاعات استخراج شده از متخصصان برای تحلیل و اولویت بندی انواع ریسک ها استفاده شده است.

معرفی متغیرهای ورودی روش Fuzzy-FMEA

همانطور که پیشتر عنوان شد، پارامترهایی که در این روش باید مورد اندازه گیری قرار بگیرد عبارتند از: احتمال وقوع (likelihood)، قابلیت کشف (Detection)، و شدت اثر (Impact). فرضیات زیر در مورد آن ها در نظر گرفته شده اند: احتمال وقوع با حرف L نمایش داده شده و مقدار آن با بازه ۱-۱۰ نمایش داده می شود. قابلیت کشف با حرف D نمایش داده شده و مقدار آن با بازه ۱-۱۰ نمایش داده می شود. شدت اثر با حرف I نمایش داده می شود و به ازای هر کدام از اهداف عملکردی یک مقدار دارد و همه مقادیر آن با بازه ۱-۱۰ نمایش داده می شود.

تابع عضویت برای فاکتورهای ورودی

در ادامه ترم های زبانی تعریف شده برای هر یک از متغیرها با توجه به تحقیقات ابدولگاوار و همکارانش تعریف شده است. در این پژوهش برای تعریف این ترم های زبانی از توابع دوزنقه ای و مثلثی استفاده شده است. برای ترم های خیلی کم و خیلی زیاد از تابع عضویت دوزنقه ای و برای باقی ترم ها از توابع مثلثی استفاده شده است [12].

معرفی متغیر خروجی مدل

متغیر RPN به عنوان خروجی مدل ارزیابی ارزش ریسک می باشد. مقدار این متغیر از حاصل ضرب سه متغیر احتمال وقوع، قابلیت کشف و شدت اثر محاسبه می گردد. ترم های زبانی برای خروجی این مدل مشابه تحقیق ابدولگاوار و همکارانش در نظر گرفته شده است.

در این تحقیق تابع عضویت برای RPN مشابه تحقیقات ابدولگاوار و همکارانش (۲۰۱۰) تعریف شده است [12]. در این پژوهش برای تعریف این ترم زبانی از توابع دوزنقه ای و مثلثی استفاده شده است.

جهت بررسی میزان اهمیت ریسک های مطرح شده، پس از تدوین پرسش نامه که در بخش های آتی به صورت کامل آورده شده است؛ لیست ریسک ها در قالب پرسش نامه با استفاده از یک پنل متخصص در بحث قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی آورده شده است.

توسعه قوانین فازی

جهت تدوین روابط بین ورودی های مدل فازی و نتایج خروجی آن، قوانین فازی، می بایست یک به یک حالت های تابع ورودی را در نظر گرفت و تابع خروجی مدل را در هر حالت تعیین کرد. این کار غالباً از طریق مصاحبه با متخصصین مرتبط با صنعت ساخت و آشنا با مفاهیم ریسک انجام می گردد.

در این تحقیق با هدف جلوگیری از تعدد پرسش نامه و با هدف کنترل تعداد سوالات پرسش نامه اصلی، از یک پرسش نامه پر شده با استفاده از نتایج تحقیقات افشار در سال ۱۳۹۱ استفاده شده است. در ادامه برای اطمینان از نتایج تحقیقات ایشان و تایید اعتبار این قوانین، ماتریس های قوانین فازی در قالب یک پرسش نامه پر شده تهیه شد و با استفاده از شیوه مصاحبه صحت قوانین بررسی شد. برای هر یک از ورودی ها ۵ ترم زبانی در نظر گرفته شد. بنابراین این برای ۱۲۵ حالت (۵^۳) نیاز به تعیین قانون هستیم. هر ماتریس مربوط به یکی از حالت های احتمال کشف می باشد. هر ستون مربوط به متغیر تاثیر و هر ردیف مربوط به احتمال وقوع است. درایه های ماتریس ها حالت خروجی هر مدل با توجه به حالت ورودی ها می باشد. با توجه به این مطلب که برای خروجی ۱۰ ترم زبانی در نظر گرفته شده بود. درایه های این ماتریس ها نیز دارای ۱۰ حالت از خیلی کم تا خیلی زیاد را تشکیل می دهند جدول ۲ یک نمونه از جداول قوانین فازی را نشان می دهد.

توسعه مدل فازی در متلب برای توسعه مدل فازی با توجه به قوانین فازی بدست آمده در بخش قبل از برنامه متلب استفاده شده است. فرضیات مربوط به مدل توسعه یافته در متلب شامل موارد زیر می گردد:

- نحوه ادغام متغیرها به صورت حداقل
- نحوه ادغام ورودی ها به صورت حداکثر
- رابطه غیرفازی کردن از روش مرکز سطح

جدول ۲. یک نمونه از جداول قوانین فازی برای حالت قابلیت کشف بسیار زیاد

		Detection = V_H				
Impact		V_L	L	M	H	V_H
Likelihood						
V_H		VL L	L M	M	H	H VH
H		VL L	L M	M	M H	H
M		VL L	L	L M	M	M H
L		VL	VL L	L	L M	M H
V_L		VL	VL L	VL L	L M	M H

شناسایی ریسک ها

با توجه به بررسی ادبیات موضوعی و مصاحبه های انجام شده لیست ریسک های قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی برای پروژه های آزادراهی به همراه تواتر به کارگیری آنها در تحقیقات مشابه در جدول ۳ آمده است.

گذاران بخش خصوصی بودند. برای تایید سازگاری داخلی از آزمون کرونباخ استفاده شده است. مقدار آلفا برای ۳۲ پرسش نامه ۰,۷۰۱ محاسبه شد، که مقدار قابل پذیرش برای این آزمون می باشد. در جدول ۴ مشخصات و سابقه کاری افراد پاسخ دهنده در صنعت ساخت ارائه شده است.

مشخصات پاسخ دهندگان

این پرسش نامه ها بصورت مصاحبه بسته تکمیل شد. بدین ترتیب که در زمان پاسخ گویی به پرسش نامه یکی از محققین حضور داشته و در صورت نیاز توضیحات لازم برای هر یک از سوالات ارائه شده است. مجموعه پاسخ دهندگان این پرسش نامه به دو گروه پیمانکاران خصوصی و نمایندگان دولت تقسیم شدند. در نهایت ۳۲ پرسش نامه به صورت کامل تکمیل گردید. پاسخ دهندگان شامل ۱۵ نفر نماینده دولت و ۱۷ نفر از پیمانکاران، مشاوران و سرمایه

بررسی نتایج تحلیل پرسش نلمه

برای ارزیابی ارزش ریسک ها پرسش نامه از مدل فازی توسعه یافته و نتایج حاصل از پرسشنامه های تکمیل شده استفاده شده است. ارزش هر ریسک با توجه به خروجی های مدل مطلوب و استفاده از روش میان گیری ساده به دست آمده است. در این بخش به صورت کامل به تحلیل نتایج ارزیابی ریسک از دیدگاه متفاوت پرداخته خواهد شد.

جدول ۳. یک نمونه از جداول قوانین فازی برای حالت قابلیت کشف بسیار زیاد

ریسک های شناسایی شده	جرمسی (۱۳)	[14] ج	[15] مد	[16] ان جی	[17] ک	[7] ژو	[9] هوانک	[18] افشر
R1. تغییر مشخصات طرح	*				*	*	*	
R2. عدم دسترسی به ماشین الات و نیروی							*	
R3. افزایش زمان و هزینه بدلیل پیچیدگی پروژه			*	*	*	*	*	
R4. بهره برداری و نگهداری نامناسب	*		*	*	*	*	*	
R5. عدم رعایت حق امتیاز از سوی دولت	*	*			*	*		
R6. تخمین نامناسب تقاضا/حجم ترافیک ونرخ	*	*	*		*	*	*	
R7. مبهم بودن قرارداد		*			*			
R8. تخمین نادرست مدت قرارداد ساخت و بهره					*	*	*	
R9. غیر رقابتی شدن مناقصه					*	*		
R10. اختلال در پروژه بدلیل تاثیرات فرهنگی و		*		*	*	*	*	
R11. ایجاد مشکلات زیست محیطی	*	*		*	*	*	*	
R12. فورس ماجور		*		*	*	*	*	
R13. قطع حمایت از پروژه توسط دولت	*		*		*	*	*	
R14. افزایش هزینه و زمان بدلیل فقدان امکانات		*	*	*	*	*	*	
R15. ملی کردن یا لغو امتیاز		*	*	*	*	*	*	
R16. دخالت دولت در مرحله اجرا و بهره- برداری		*	*	*	*	*	*	
R17. عدم اجرای تعهدات توسط دولت	*	*	*	*	*	*	*	
R18. تغییر نرخ بهره و تورم	*	*	*	*	*	*	*	
R19. نوسان نرخ ارز	*	*	*	*	*	*	*	
R20. افزایش مالیات	*	*	*	*	*	*	*	
R21. تغییر و یا ابهام در قوانین و مقررات	*	*	*	*	*	*	*	
R22. نواقص قانونی و یا عدم اجرای قوانین				*	*	*	*	
R23. تاخیر و یا عدم تملک اراضی و آزاد سازی	*	*	*	*	*	*	*	
R24. تاخیر پروژه بدلیل عدم اعتبار و توانایی	*	*	*	*	*	*	*	
R25. اجرا و بهره برداری نامناسب بدلیل ضعیف	*	*	*	*	*	*	*	
R26. تاخیر در اجرای تعهدات مالی سرمایه	*	*	*	*	*	*	*	

جدول ۴. مشخصات پاسخ دهندگان به سوالات پرسشنامه

تجربه در صنعت ساخت (درصد)			تجربه در مشارکت عمومی خصوصی (درصد)		
۱۰-۷	۱۵-۱۰	بیش از	کمتر از ۳	۳-۵ سال	۵-۱۰
					بیش از

سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال
دولت	20.0	26.7	46.7	33.3	20.0	33.3	46.7
بخش خصوصی	17.6	35.3	47.1	35.3	17.6	35.3	47.1
	20.0	26.7	46.7	33.3	20.0	33.3	46.7
	17.6	35.3	47.1	35.3	17.6	35.3	47.1

پروژه ها به صورت کامل تامین مالی رو متوقف کرده و پروژه را ترک می کنند.

رتبه بندی ریسک ها از دیدگاه میزان اثر

برای رتبه بندی ریسک ها از دیدگاه اثر، برآیند تمامی پاسخ ها یا استفاده از روش میانگین گیری ساده محاسبه شده است. نتایج این محاسبات به صورت کامل در جدول ۵ آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده ریسک های عدم تملک اراضی، تخمین نامناسب تقاضا، تاخیر در تعهدات مالی سرمایه گذار و تغییر نرخ بهره و تورم و عدم رعایت حق امتیاز از سوی دولت بیشترین اثر را داشته است.

تملك اراضی در پروژه های بزرگراهی همواره به عنوان موثرترین ریسک های پروژه شناسایی می گردد. زیر عدم تملک به موقع باعث تاخیر در فرآیند اجرایی می گردد و علاوه بر افزایش زمان و هزینه دوره ساخت در مدت دوره قرارداد نیز موثر خواهند بود و باعث ایجاد ادعاهای متعدد از طرف بخش خصوصی خواهد شد. از این رو این ریسک در تمامی پروژه های بزرگراهی از اثر بالایی برخوردار است.

با توجه به انگیزه بخش خصوصی برای سودآوری از پروژه، تخمین درست میزان تقاضا برای بخش خصوصی از اهمیت بالایی برخوردار است. چنانچه تخمین میزان تقاضا با مشکل روبرو گردد و تخصیص این ریسک به عهده بخش خصوصی باشد در این صورت ادامه روند بهره برداری با مشکل روبرو خواهد بود. بخش خصوصی در بسیاری از موارد بهره برداری را متوقف میکند تا ضرر کمتری را متحمل گردد. این ریسک با توجه به تاثیر گذاری در میزان سود بخش خصوصی در قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی از تاثیر بالایی برخوردار است.

در صورت عدم تامین مالی سرمایه گذاران فرآیند اجرا و بهره برداری پروژه مختل می گردد، از این رو به صورت طبیعی این ریسک از تاثیر بالایی برخوردار است. ریسک مرتبط به تغییر در نرخ ارز و بهره تاثیر بسیار بالایی از دیدگاه بخش خصوصی خواهد داشت. تغییر شدید نرخ ارز و تورم در قیمت پیش بینی شده برای عوارض موثر خواهد بود می تواند به صورت مستقیم بر میزان تقاضا تاثیر بگذارد علاوه بر آن به دلیل طولانی مدت بودن دوره بهره برداری، تغییر شدید در نرخ ارز جذب سرمایه گذاران خارجی در پروژه را با مشکل روبرو کند و تامین مالی پروژه مختل گردد

رتبه بندی ریسک ها از دیدگاه احتمال وقوع

برای رتبه بندی ریسک ها از دیدگاه احتمال وقوع، برآیند تمامی پاسخ ها یا استفاده از روش میانگین گیری ساده محاسبه شده است. نتایج این محاسبات به صورت کامل در جدول ۵ آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده ریسک های تغییر نرخ بهره و تورم، نوسان نرخ ارز، تخمین نامناسب تقاضا و تاخیر در اجرای تعهدات مالی و غیر رقابتی شدن مناقصه بیشترین احتمال وقوع را داشته است.

ریسک های مربوط به نرخ بهره و ارز با توجه به اقتصاد توسعه نیافته کشور ایران، وابستگی بیش از حد به صادرات نفت و تاثیرات عمیق تصمیمات سیاسی در شرایط اقتصادی کشور از یک سو و طولانی مدت بودن قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی به دلیل در نظر گرفتن نتایج دوره بهره برداری نسبتا طولانی مدت در سود پیمانکاران باعث می گردد که ریسک های مالی احتمال وقوع بالایی در پروژه های مشارکت عمومی خصوصی داشته باشند.

میزان تقاضا در پروژه های بزرگراهی اجرا شده از طریق مشارکت عمومی خصوصی تحت تاثیر عوامل متعددی از قبیل انتخاب مسیر مناسب، قیمت عوارضی، کیفیت روسازی و امکانات متنوع در نظر گرفته شده در حریم راه ها می باشد. تخمین میزان دقیق تقاضا در کشورهایی که تعداد زیادی از این نوع پروژه ها را اجرا کردند، با توجه به تجربیات پروژه های پیشین انجام می شود اما در کشور ایران به دلیل تجربه اندک در این نوع قراردادها و همچنین تاثیر عوامل متعدد در قراردادهای اجرا شده باعث شده است که امکان تخمین درست تقاضا با مشکل روبرو شود. از این رو احتمال وقوع این ریسک در کشور ایران بالا ارزیابی شده است.

عدم اجرای تعهدات مالی بخش خصوصی همواره به عنوان یکی از ریسک های این نوع قراردادها در سراسر دنیا مطرح می باشد. دلیل این عدم تعهد اختلاف در انگیزه های بخش خصوصی حاضر در پروژه و موفقیت نهایی پروژه می باشد. در بسیاری از موارد بخش خصوصی تامین مالی و ادامه روند اجرا و بهره برداری از پروژه به دلیل در خطر گرفتن سود مورد انتظار خود متوقف می کند، تا با تحت فشار قراردادن دولت امتیازات بیشتری را دریافت کند. در بسیاری از موارد به دلیل تحقق نیافتن این انتظارات سرمایه گذاران

جدول ۵. ارزیابی ریسک ها از دیدگاه احتمال وقوع، اثر و قابلیت پیش بینی

ریسک	احتمال وقوع	اثر	پیش بینی
۱۸R. تغییر نرخ بهره و تورم	8.0	7.1	4.1
۱۹R. نوسان نرخ ارز	7.4	6.6	4.1

2.9	7.4	7.2	۶R. تخمین نامناسب تقاضا(حجم ترافیک ونرخ عوارض)
3.9	7.2	7.1	۲۶R. تاخیر در اجرای تعهدات مالی سرمایه گذاران
7.0	5.6	7.1	۹R. غیر رقابتی شدن مناقصه
3.8	5.7	6.8	۱R. تغییر مشخصات طرح
7.1	5.4	6.4	۴R. بهره برداری و نگهداری نامناسب
3.1	6.9	6.1	۵R. عدم رعایت حق امتیاز از سوی دولت
4.6	7.4	5.9	۲۳R. تاخیر و یا عدم تملک اراضی و آزاد سازی مسیر
7.0	6.5	5.8	۳R. افزایش زمان و هزینه بدلیل پیچیدگی پروژه
5.4	6.5	5.5	۲۴R. تاخیر پروژه بدلیل عدم اعتبار و توانایی بخش خصوصی
2.8	5.1	5.3	۱۳R. قطع حمایت از پروژه توسط دولت
2.8	4.7	5.2	۱۵R. ملی کردن یا لغو امتیاز
5.6	5.2	5.1	۱۷R. عدم اجرای تعهدات توسط دولت
3.8	5.3	5.0	۲۰R. افزایش مالیات
3.2	4.4	4.9	۲۱R. تغییر و یا ابهام در قوانین و مقررات
5.8	4.9	4.9	۸R. تخمین نادرست مدت قرارداد ساخت و بهره برداری
6.3	4.3	4.9	۲۵R. اجرا و بهره برداری نامناسب بدلیل ضعف شرکت پروژه
2.1	4.1	4.4	۲۲R. نواقص قانونی و یا عدم اجرای قوانین
2.3	4.4	4.4	۱۲R. فورس ماجور
6.1	4.5	4.1	۱۶R. دخالت دولت در مرحله اجرا و بهره برداری
4.1	4.4	4.1	۱۱R. ایجاد مشکلات زیست محیطی
4.8	4.4	4.1	۷R. مبهم بودن قرارداد
6.5	4.3	3.9	۱۴R. افزایش هزینه و زمان بدلیل فقدان امکانات زیرساختی
6.5	6.1	3.9	۲R. عدم دسترسی به ماشین الات و نیروی متخصص
3.6	3.9	3.8	۱۰R. اخلاق در پروژه بدلیل تاثیرات فرهنگی و اجتماعی

رتبه بندی ریسک ها از دیدگاه قابلیت پیش بینی

برای رتبه بندی ریسک ها از دیدگاه قابلیت پیش بینی، برآیند تمامی پاسخ ها یا استفاده از روش میانگین گیری ساده محاسبه شده است. نتایج این محاسبات به صورت کامل در جدول ۵ آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده ریسک های نواقص قانونی و یا عدم اجرای قوانین، فورس ماجور، قطع حمایت از پروژه توسط دولت و ملی کردن یا لغو امتیاز کمترین قابلیت پیش بینی را داشته است.

بر خلاف دو معیار پیش با توجه به قوانین فازی تبیین شده، تاثیر این معیار بر ارزش ریسک کمتر خواهد بود. ضمن اینکه برخی از ریسک های که قابلیت پیش بینی کمتری دارند، اهمیت بالایی ندارند. بنابر این بررسی این معیار به صورت تفکیک شده به ریسک های غیر قابل پیش بینی که احتمالاً در لیست ریسک های با اهمیت وجود نخواهند داشت تاکید خواهد کرد.

استفاده از قراردادهای مشارکت عمومی خصوصی نیازمند تدوین مجموعه ای قوانین پیچیده و گسترده از طرف دولت ها و سازمان های مربوطه می باشد که همزمان با بکارگیری گسترده تر از این قراردادها این قوانین تکمیل تر خواهند شد. این نواقص قوانین تا پیش از وقوع آن در پروژه ها قابل پیش بینی نیستند و نمی تواند تمهیدات مشخصی برای آنها اندیشید. مدیریت این ریسک ها بیشتر به صورت در نظر گرفتن بودجه های مدیریتی می باشد.

فورس ماجور و ملی کردن برای تمامی پروژه های عمرانی شرایط یکسانی دارد علاوه بر آنکه در کشور ما بسیاری از سرمایه گذاران این واهمه را دارند که در صورت وقوع انقلاب و تغییر جهت سیاسی بسیاری از قراردادها فسخ شوند و پیمانکاران خارجی متضرر شوند. قطع حمایت از پروژه توسط دولت به دلیل تغییر دولت ها با توجه به تاثیر تصمیمات شخصی افراد در ساختار اداری و اقتصادی کشور و عدم وجود ساختارهای قوی و مستقل در بدنه دولت برای حمایت از تعهدات آنها باعث مبهم بودن این ریسک شده و علاوه بر آن امکان پیش بینی رفتارهای دولت های آینده و رویکرد آنها نسبت به یک پروژه خواص قابل پیش بینی نیست.

ارزیابی فازی ارزش ریسک ها

برای ارزیابی ارزش ریسک ها از دو روش فازی و ساده استفاده شده است. در روش فازی با توجه به مقادیر احتمال، اثر و پیش بینی و با استفاده از مدل توسعه یافته در متلب و در نهایت میانگین گیری از مقادیر بدست آمده، ارزش هر ریسک محاسبه شده است. در جدول ۶ میانگین این مقادیر آمده است.

برای محاسبه ارزش ریسک با استفاده از روش ساده، مقدار ارزش هر ریسک با ضرب مقدار احتمال وقوع در اثر در اختلاف مقدار پیش بینی با ۱۰ بدست آمده است. برای مثال برای ریسک تغییر نرخ بهره مقدار ۸ در ۷٫۱ در (۴٫۱-۱۰) ضرب شده است.

با توجه به جدول ۶ ریسک های با بیشترین ارزش مستقل از روش محاسبه شامل ریسک های تغییر نرخ بهره و تورم، تخمین نامناسب تقاضا، تاخیر در اجرای تعهدات، نوسان نرخ ارز و عدم رعایت حق امتیاز می باشد.

ریسک تغییر نرخ بهره و تورم با توجه به اقتصاد توسعه نیافته کشور ایران، وابستگی بیش از حد به صادرات نفت و تاثیرات عمیق تصمیمات سیاسی در شرایط اقتصادی کشور از یک سو و تاثیر بالای وقوع این ریسک در اهداف بخش خصوصی و در نتیجه در خروجی های پروژه باعث شده است که این ریسک ها نه تنها در ایران بلکه در اکثر تحقیقات به عنوان ریسک تاثیر گذار ارزیابی شده است.

همانطور که اشاره شد، چنانچه تخمین میزان تقاضا با مشکل روبرو گردد و تخصیص این ریسک به عهده بخش خصوصی باشد در این صورت ادامه روند بهره برداری با مشکل روبرو خواهد بود. بخش خصوصی در بسیاری از موارد بهره برداری را متوقف میکند تا ضرر کمتری را متحمل گردد. امکان تخمین درست و دقیق این مقادیر

در شرایطی که تجربه استفاده از بزرگراه های خصوصی کشور بسیار محدود است بسیار محتمل است علاوه بر آن امکان پیش بینی این ریسک تا پیش از تکمیل دوره ساخت و شروع بهره برداری قابل پیش بینی نمی باشد.

تأخیر در اجرای تعهدات مالی سرمایه گذاران در بسیاری از پروژه های قرارداد مشارکت عمومی خصوصی اتفاق می افتد و باعث شکست کامل پروژه می گردد. در بسیاری از موارد بخش خصوصی تامین مالی و ادامه روند اجرا و بهره برداری از پروژه به دلیل در خطر گرفتن سود مورد انتظار خود متوقف می کند، تا با تحت فشار قراردادن دولت امتیازات بیشتری را دریافت کند. در بسیاری از موارد به دلیل تحقق نیافتن این انتظارات سرمایه گذاران پروژه ها به صورت کامل تامین مالی رو متوقف کرده و پروژه را ترک می کنند. در صورت عدم تامین مالی سرمایه گذاران فرآیند اجرا و بهره برداری پروژه مختل می گردد، از این رو به صورت طبیعی این ریسک از تاثیر بالایی برخوردار است.

جدول ۶. ارزیابی ریسک ها از دو روش ساده و فازی

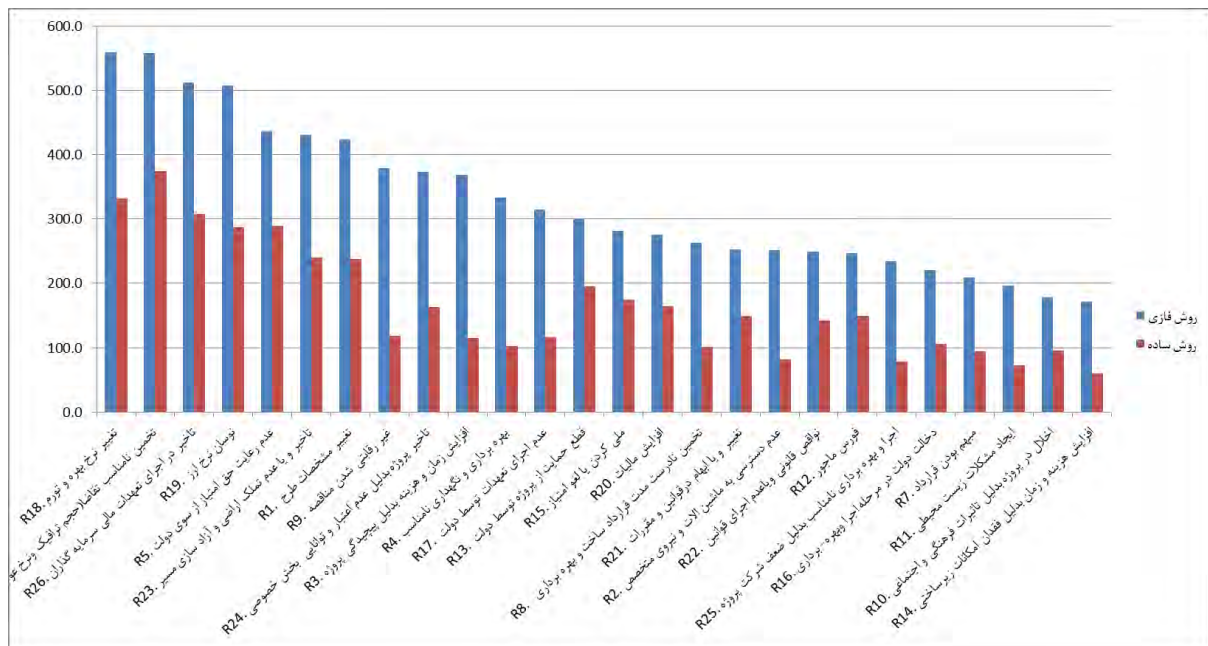
ارزش ریسک (ساده)		ارزش ریسک (روش فازی)		فازی	فازی	امتیاز	ریسک
2.0	331.9	1.0	559.0	4.1	7.1	8.0	R18. تغییر نرخ بهره و تورم
1.0	374.4	2.0	558.3	2.9	7.4	7.2	R6. تخمین نامناسب تقاضا (حجم ترافیک و نرخ عوارض)
3.0	307.7	3.0	511.4	3.9	7.2	7.1	R26. تاخیر در اجرای تعهدات مالی سرمایه گذاران
5.0	287.0	4.0	507.2	4.1	6.6	7.4	R19. نوسان نرخ ارز
4.0	289.2	5.0	436.5	3.1	6.9	6.1	R5. عدم رعایت حق امتیاز از سوی دولت
6.0	240.1	6.0	430.7	4.6	7.4	5.9	R23. تاخیر و یا عدم تملک اراضی و آزاد سازی مسیر
7.0	237.5	7.0	423.5	3.8	5.7	6.8	R1. تغییر مشخصات طرح
15.0	117.9	8.0	379.3	7.0	5.6	7.1	R9. غیر رقابتی شدن مناقصه
11.0	163.1	9.0	373.1	5.4	6.5	5.5	R24. تاخیر پروژه بدلیل عدم اعتبار و توانایی بخش خصوصی
17.0	114.5	10.0	367.9	7.0	6.5	5.8	R3. افزایش زمان و هزینه بدلیل پیچیدگی پروژه
19.0	102.8	11.0	333.2	7.1	5.4	6.4	R4. بهره برداری و نگهداری نامناسب
16.0	116.5	12.0	314.8	5.6	5.2	5.1	R17. عدم اجرای تعهدات توسط دولت
8.0	195.7	13.0	299.7	2.8	5.1	5.3	R13. قطع حمایت از پروژه توسط دولت
9.0	174.8	14.0	281.4	2.8	4.7	5.2	R15. ملی کردن یا لغو امتیاز
10.0	164.4	15.0	275.2	3.8	5.3	5.0	R20. افزایش مالیات
20.0	101.0	16.0	262.5	5.8	4.9	4.9	R8. تخمین نادرست مدت قرارداد ساخت و بهره برداری
12.0	149.3	17.0	252.3	3.2	4.4	4.9	R21. تغییر و یا ابهام در قوانین و مقررات
23.0	82.2	18.0	251.0	6.5	6.1	3.9	R2. عدم دسترسی به ماشین الات و نیروی متخصص
14.0	142.0	19.0	249.1	2.1	4.1	4.4	R22. نواقص قانونی و یا عدم اجرای قوانین
13.0	149.2	20.0	247.1	2.3	4.4	4.4	R12. فورس ماجور
24.0	78.8	21.0	234.2	6.3	4.3	4.9	R25. اجرا و بهره برداری نامناسب بدلیل ضعف شرکت پروژه
18.0	106.0	22.0	220.4	4.1	4.4	4.1	R16. دخالت دولت در مرحله اجرا و بهره برداری
22.0	94.6	23.0	209.1	4.8	4.4	4.1	R7. مبهم بودن قرارداد
25.0	73.1	24.0	196.7	6.1	4.5	4.1	R11. ایجاد مشکلات زیست محیطی
21.0	95.1	25.0	178.6	3.6	3.9	3.8	R10. اختلال در پروژه بدلیل تاثیرات فرهنگی و اجتماعی

مقایسه نتایج فازی و ساده

در این بخش از پژوهش به بررسی تفاوت های به وجود آمده در ارزیابی ریسک های قرارداد مشارکت عمومی خصوصی در پروژه های بزرگ راهی پرداخته شده است. در این پژوهش ادعا می شود که نتایج بدست آمده از منطق و قوانین فازی نسبت به روش ساده دقیق تر و به واقعیت نزدیکتر است و دقت بیشتر این نتایج از دو منشا می باشد:

۱. در روش میانگین گیری ساده وزن هر ۳ معیار احتمال وقوع، اثر و قابلیت پیش بینی برابر در نظر گرفته شده است در حالی که در روش فازی با توجه به قوانین فازی تدوین شده، وزن هر یک از این ورودی ها با توجه به قوانین فازی متفاوت در نظر گرفته شده است.
۲. در روش فازی با توجه به تاثیر قوانین در نتایج، خطای ایجاد شده بر اثر تعصب پرسش شوندهگان در خروجی های مدل بسیار محدود می گردد و نتایج از دقت بیشتری برخوردار است.

در روش فازی با توجه به تاثیر قوانین در نتایج، خطای ایجاد شده بر اثر تعصب پرسش شوندهگان در خروجی های مدل بسیار محدود می گردد و نتایج از دقت بیشتری برخوردار است. همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می کنید، مقایسه نتایج نشان می دهد که بیشترین اختلاف در ارزیابی ریسک های مربوط به ریسک های R۱۲، فورس ماجور R۴، بهره برداری و نگهداری نامناسب، R۳، افزایش زمان و هزینه بدلیل پیچیدگی پروژه و R۹، غیر رقابتی شدن مناقصه می باشد. اکثر این ریسک ها داری قابلیت کشف بسیار بالا یا بسیار پایین هستند و با توجه به افزایش دقت محاسبات ارزش ریسک در روش فازی جایگاه این ریسک ها تصحیح شده است. در ادامه مدل از نتایج بدست آمده از ارزش ریسک فازی استفاده خواهد.



شکل ۱. مقایسه نتایج ارزیابی ریسک ها به روش فازی و ساده

نتیجه گیری

بررسی ادبیات موضوعی در این مقاله نشان داد که ریسک های قرارداد مشارکت عمومی خصوصی مستقل از شرایط محیطی و نوع پروژه تقریباً مشابه می باشد. در این مقاله به ارزیابی ریسک ها به دو روش ساده و فازی از دیدگاه FMEA پرداخته شد. نتایج پرسش نامه و ارزیابی های انجام شده ریسک های مهم برای گروه های اهمیت ریسک، احتمال وقوع و قابلیت پیش بینی را به تفکیک بررسی کرد. در ادامه به ارزیابی کلی ریسک ها به دو روش ساده و فازی پرداخته شد و اثبات شد که از هر دو روش ریسک های ریسک های تغییر نرخ بهره و تورم، تخمین نامناسب تقاضا، تاخیر

در اجرای تعهدات، نوسان نرخ ارز و عدم رعایت حق امتیاز در اولویت هستند. در ادامه برای بررسی مقایسه ای دو روش فازی و ساده از آزمون ف استفاده شد و ریسک های که از دو روش متفاوت ارزیابی شده بودند معرفی گردد. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می گردد با توجه به نتایج به دست آمده از اهمیت هر ریسک مدلی جهت تخصیص ریسک های با ارزش بالا و همچنین نوعی قرارداد مشارکت عمومی خصوصی با ریسک پایین تر انتخاب گردد.

مراجع

Critical Risk Factors for PPP Water Projects in China." J. Infrastruct. Syst.

[11]. Project Management Institute. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 4th edition, Project Management Institute, Inc., Pennsylvania, USA.

[12]. Abdelgawad, M., & Fayek, A. R. (2010). Risk management in the construction industry using combined fuzzy FMEA and fuzzy AHP. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 1028-1036.

[13]. Grimsey, D., & Lewis, M.K. (2005). Are Public Private Partnership Value for money? Evaluating alternative approaches and comparing academic and practitioner view. *Accounting forum* (29) pp 345 – 378.

[14]. Li, B., Akintoye, A., Edwards, P. J., & Hardcastle, C. b (2005). The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK. *International Journal of project management*, 23(1), 25-35.

[15]. Medda, F. (2007). A game theory approach for the allocation of risks in transport public private partnerships. *International Journal of Project Management*, 25(3), 213-218.

[16]. Ng, A., & Loosemore, M. (2007). Risk allocation in the private provision of public infrastructure . *International Journal of Project Management*, 25(1), 66-76.

[17]. Ke, Y., S. Wang, and A. Chan. a. (2010). Risk Allocation in Public-Private Partnership Infrastructure Projects: Comparative Study. *Journal of Infrastructure Systems*, 16(4): p. 343-351.

[18]. افشار، محمد امین؛ ۱۳۹۱؛ "بررسی تاثیر روش منتخب

تامین مالی در عملکرد پروژه با رویکرد مدیریت ریسک؛ پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشگاه امیر کبیر زیر نظر دکتر سبط

[1] ADB, (8002), Public-Private Partnership Handbook. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank.

[2] HDR, (8002), Creating effective public private partnerships for buildings and infrastructure in today's economic environment. National Council for Public-Private Partnerships.

[3]. The World Bank, (8008), World Bank Group Private Participation In Infrastructure Database Report, PPI data update note .52

[4]. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (1996). BOT Guidelines. pp 221-243, Vienna.

[5]. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (1996). BOT Guidelines. pp 221-243, Vienna.

[6]. Ghosh, S., & Jintanapakanont, J. (2004). Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. *International Journal of Project Management*, 22(8), 633-643.

[7]. Xu, Y., Yeung, J. F., Chan, A. P., Chan, D. W., Wang, S. Q., & Ke, Y. (2010). Developing a risk assessment model for PPP projects in China—A fuzzy synthetic evaluation approach. *Automation in construction*, 19(7), 929-943.

[8]. Iyer, K.C., M. Sagheer. (2010). Hierarchical structuring of PPP Risks using interpretative structural modeling. *J. Constr. Eng. Manage* © ASCE.

[9]. Hwang, B. G., Zhao, X., & Gay, M. J. S. (2013). Public private partnership projects in Singapore: Factors, critical risks and preferred risk allocation from the perspective of contractors. *International Journal of Project Management*, 31(3), 424-433.

[10]. Chan, A., Lam, P., Wen, Y., Ameyaw, E., Wang, S., and Ke, Y. (2014). "Cross-Sectional Analysis of