

Evaluating Public Sector's Support Mechanisms for Project Companies Facing Revenue Risk of PPP Projects

Aida Rahimi Golkhandan¹, Mahmoud Golabchi^{2*}

1- Ph.D. Candidate, Department of Project and Construction Management, School of Architecture, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Project and Construction Management, School of Architecture, University of Tehran, Tehran, Iran

ABSTRACT

In PPP toll road projects, public sector supports project companies that face the risk of revenue, by different mechanisms. It is necessary for the public sector to evaluate these mechanisms before granting them to the private sector. This study evaluates the support mechanisms defined in the Iranian PPP toll road projects legislations by real options and compares them with a proposed mechanism. Additionally, the uncertainty of the project revenue during the concession is modeled by the options theory. The impacts of the revenue risk on public and private sectors is evaluated by Monte Carlo simulation in a Flexible-term mechanism, a Flexible-term mechanism alongside a Revenue Guarantee mechanism defined in the legislations, and a Flexible-term mechanism alongside a proposed Guarantee based on Barrier Option. Subsequently, the sensitivity of these impacts to the revenue projection errors is analysed. This process is implemented in a real PPP freeway project. The results show that the combining Flexible-term and Revenue Guarantee mechanisms improve the financial viability of the project, indicating the continuance of adequate yearly cash flows through the whole concession period. Adjusting the Revenue Guarantee defined in legislations by Barrier options reduces the public sector's payment commitments. The analysis of the uncertainties of the project revenues reveals that the revenue projection errors have a great impact on the consequences of the revenue risk on both parties. Since the public sector often faces budgeting challenges to support projects, the proposed mechanism can help public sector decision-makers to better allocate financial resources by supporting the projects that struggle with financial viability. The sensitivity analysis of revenue projection errors on risk impacts in each mechanism provides public sector decision-makers with a broader and more realistic spectrum of the revenue risk impacts on public and private parties.

ARTICLE INFO

Receive Date: 11 October 2019

Revise Date: 22 February 2020

Accept Date: 23 February 2020

Keywords:

*Freeway projects;
Public-private-partnership;
Revenue risk;
Project financial viability;
Real options*

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

doi: 10.22065/JSCE.2020.204733.1970

*Corresponding author: Mahmoud Golabchi
Email address: golabchi@ut.ac.ir

ارزیابی مکانیزم‌های حمایت دولت از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد در

پروژه‌های راه مشارکت عمومی-خصوصی

آیدا رحیمی گلخندان^۱، محمود گلابچی^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشکده معماری دانشگاه تهران، ایران

۲- استاد، گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشکده معماری دانشگاه تهران، ایران

چکیده

ریسک درآمد پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی آزادراهی، پدیده‌ای بحرانی و نیازمند توجه است. دولت‌ها با هدف انگیزش بخش خصوصی به مشارکت و تداوم توسعه زیرساخت‌ها، با اعطای مکانیزم‌های حمایتی، از بخش خصوصی در مواجهه با این ریسک پشتیبانی می‌کنند. ارزیابی این مکانیزم‌ها پیش از اعطا ضروری است. هدف این پژوهش، ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی تعریف شده در قوانین آزادراه‌های مشارکتی کشورمان، با الگوی اختیارات واقعی است. در این پژوهش، مدل‌سازی جریان درآمدزایی احتمالی پروژه‌ها طی بهره‌برداری، طبق مبانی تئوری اختیارات انجام شد. سپس با شبیه‌سازی مونت‌کارلو، تأثیر پیامدهای ریسک درآمد بر دولت و شرکت پروژه با وجود هر یک از مکانیزم‌های حمایتی الف) «مدت-منعطف»، ب) «مدت-منعطف در ترکیب با گارانتی درآمد طبق قانون» و پ) «مدت-منعطف در ترکیب با گارانتی درآمد پیشنهادی طبق اختیارات بامانع»، ارزیابی گردید. در این پژوهش برای نخستین بار، حساسیت این پیامدها، نسبت به خطاهای پیش‌بینی اولیه درآمدها تحلیل شده است. وجه‌تمایزهای دیگر این پژوهش، ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی «ترکیبی» با اختیارات واقعی و استفاده از اختیارات «بامانع» در مدل‌سازی گارانتی درآمد است. فرایند فوق در یک آزادراه واقعی مشارکت عمومی-خصوصی پیاده‌سازی شده است. گرچه مکانیزم حمایتی «مدت-منعطف»، با تغییر مدت امتیاز بهره‌برداری تا بازگشت سرمایه و سود بخش خصوصی، ریسک سودآوری پروژه را پوشش می‌دهد؛ مطابق یافته‌ها ترکیب آن با «گارانتی درآمد»، دوام مالی پروژه، به معنای استمرار جریان نقدی سالانه کافی برای انجام هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌های پروژه را، بهبود می‌بخشد. با تعدیل «گارانتی درآمد مبتنی بر قانون» با کمک «اختیارات بامانع»، در تعهدات نقدی دولت صرفه‌جویی خواهد شد و به این ترتیب، وقتی دولت چالش‌هایی در بودجه حمایت از پروژه‌ها داشته باشد، حمایت‌های ضروری می‌توانند به پروژه‌های دارای مشکلات جدی‌تر در دوام مالی، هدایت شوند. خطاهای پیش‌بینی درآمدها، تأثیر شدیدی بر پیامدهای ریسک درآمد بر دولت و شرکت پروژه خواهند داشت. از تحلیل حساسیت پیامدهای ریسک درآمد نسبت به خطاهای برآورد درآمدها، طیف گسترده‌تر و واقع‌بینانه‌تری از این پیامدها فراهم می‌شود.

کلمات کلیدی: پروژه‌های آزادراهی، مشارکت عمومی-خصوصی، ریسک درآمد، دوام مالی پروژه، اختیارات واقعی

شناسه دیجیتال:		سابقه مقاله:				
doi:	10.22065/JSCE.2020.204733.1970	چاپ	انتشار آنلاین	پذیرش	بازنگری	دریافت
	https://dx.doi.org/10.22065/jsce.2020.204733.1970	۱۴۰۰/۰۶/۳۰	۱۳۹۸/۱۲/۰۴	۱۳۹۸/۱۲/۰۴	۱۳۹۸/۱۲/۰۳	۱۳۹۸/۰۹/۱۹
محمود گلابچی golabchi@ut.ac.ir					*نویسنده مسئول: پست الکترونیکی:	

۱- مقدمه

پروژه‌های زیرساختی بزرگراهی در رشد اقتصادی هر کشوری حیاتی شناخته می‌شوند و برای پرکردن شکاف بین بودجه لازم و بودجه در دسترس دولت‌ها، سیستم مشارکت عمومی-خصوصی در انجام این پروژه‌ها ابداع شده است [۱]. اخیراً در کشورهای در حال توسعه به دلیل مشکل کمبود منابع مالی لازم برای توسعه زیرساخت‌ها، انگیزه استفاده از این سیستم قراردادی افزایش یافته است [۲]. در آسیب‌شناسی پروژه‌های آزادراهی مشارکت عمومی-خصوصی ایران، مقوله محوری، نارضایتی بخش خصوصی از ریسک‌های درآمد، هزینه و زمان این پروژه‌ها تشخیص داده شده است [۳]. ریسک‌های این نوع پروژه‌ها، با توجه به ساختار قراردادی مشارکت عمومی-خصوصی متفاوت با سایر پروژه‌ها و نیازمند بررسی‌های دقیق‌تری است [۲]. طبق مطالعات، ریسک درآمد پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی که ناشی از تغییرات جریان نقدی پروژه طی بهره‌برداری است، بر موفقیت تجاری این پروژه‌ها بسیار تأثیرگذار است [۴]. این ریسک در پروژه‌های زیرساختی بزرگراهی که درآمدشان از محل عوارض تنها منبع بازگشت سود و سرمایه بخش خصوصی است، به شدت بحرانی ارزیابی شده است [۵ و ۶]. این درحالی است که ورود بخش خصوصی به این پروژه‌ها در گروهی امنیت «سودآوری» و «دوام مالی»^۱ آن‌ها خواهد بود [۱]. در مواجهه با ریسک درآمد که نشانه قدرت کاربران در پرداخت برای خدمات پروژه و به شدت به محیط اقتصادی وابسته است [۴]، دولت می‌تواند با حمایت خود، مشارکت بخش خصوصی را در این پروژه‌ها افزایش دهد [۶]. در کشورهای مختلف طیف وسیعی از مکانیزم‌های حمایتی «نقدی» و «غیرنقدی» دولت‌ها، مانند روش‌های پرداخت در ازای دسترسی^۲، قراردادهای مدت-منعطف^۳، گارانتی حداقل درآمد^۴، گارانتی حداقل جریان ترافیک^۵ [۶-۹] با هدف کمک به دوام مالی پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی ارائه می‌شوند. تعریف دقیقاً یکسانی از هر یک از این مکانیزم‌ها در سراسر دنیا وجود ندارد و جزئیات هر روش با توجه به تفسیر، ساختار و دامنه به کارگیری آن در هر کشور متفاوت است [۹]. انتخاب مطلوب از میان این مکانیزم‌ها به سطح ریسک تقاضا، ترجیحات ریسک‌پذیری طرفین و الزامات محیط پروژه شامل زیرساخت‌های قانونی و فنی آن بستگی دارد [۶].

در پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی آزادراهی کشورمان نیز، طبق قانون به منظور کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و تشویق سرمایه‌گذاران به مشارکت، دو مکانیزم مدت-منعطف^۶ و گارانتی درآمد^۷ پیش‌بینی شده‌اند. در مکانیزم مدت-منعطف، دوره امتیاز بهره‌برداری تنها وقتی بخش خصوصی مقدار معینی درآمد از پروژه دریافت کند، پایان می‌یابد [۶]. در گارانتی درآمد، اگر درآمد واقعی از درآمد تضمین‌شده کمتر باشد، دولت به بخش خصوصی یارانه پرداخت می‌کند [۱۰]. مکانیزم مدت-منعطف در تمام پروژه‌های آزادراهی مشارکتی کشور جاری است، ولی گارانتی درآمد با توجه به شرایط پیش‌بینی شده در قانون مربوط، تاکنون اجرایی نشده است. موضوع قابل توجه پیش از اعطای این حمایت‌ها به بخش خصوصی، کسب اطمینان از کفایت و درستی حمایت‌هاست. از یک سو، حمایت ناکافی از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد، با کاهش امنیت سرمایه‌گذاری، جذابیت پروژه را برای سرمایه‌گذاران کاهش می‌دهد و از سوی دیگر، افراط در حمایت‌های نقدی، بار مالی دولت را سنگین می‌کند [۱۰]. اما ارزیابی ضروری هر یک از این مکانیزم‌ها در ابتدای پروژه و تعیین تعهدات نقدی احتمالی دولت در آینده، نیازمند راهکار مناسبی برای مدلسازی درآمدهای احتمالی پروژه طی بهره‌برداری است [۱۱]. یک راه‌حل متداول این مسأله، مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی، با الگوی «اختیارات واقعی»^۸ است، که اخیراً توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است [۱۱-۱۵].

اختیارات که مبدأ پیدایش آن‌ها دنیای دانش مالی است، ابزارهایی برای اعطای حق فروختن (اختیار فروش)^۹ یا حق خریدن (اختیار خرید)^{۱۰} یک دارایی مبنا^{۱۱} به قیمتی معین (بهای مبنا یا بهای اعمال)^{۱۲} تا قبل از تاریخی مشخص (اختیارات امریکایی) یا تنها در

^۱ Financial Viability

^۲ Availability Payment

^۳ Variable(Flexible)Term Contracts

^۴ Minimum Revenue Guarantee

^۵ Minimum Traffic Flow Guarantee/Minimum Passenger Volume Guarantee

^۶ ماده ۴۹ آیین‌نامه اجرایی قانون احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری از طریق مشارکت بانک‌ها و سایر منابع مالی و پولی کشور مصوب ۱۳۹۴/۰۱/۱۶ هیأت وزیران

^۷ تبصره پنج قانون احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری از طریق مشارکت بانک‌ها و سایر منابع مالی و پولی کشور مصوب ۱۳۷۹/۱۲/۱۰ مجلس شورای اسلامی

^۸ Real Options

^۹ Put Option

تاریخی مشخص (اختیارات اروپایی) هستند [۱۲]. اختیارات وقتی به جای دارایی‌های مالی بر دارایی‌های غیرمالی ملموسی مثل سرمایه‌گذاری‌های آینده شرکت‌ها، پروژه‌ها و درآمدهای آن‌ها تعریف شوند، اختیارات واقعی نامیده می‌شوند [۱۶]. در اغلب مطالعات گذشته در زمینه کاربرد اختیارات واقعی در مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی دولت در مواجهه با ریسک درآمد، تمرکز بر «اختیارات استاندارد» بوده‌است که در آن‌ها پرداخت حمایتی هر سال از بهره‌برداری پروژه، به تفاوت درآمد واقعی آن سال (بهای جاری)^{۱۳} و درآمد مبنای پیش‌بینی شده در آن سال (بهای مبنای) بستگی دارد. در حالی که برای مدلسازی این مکانیزم‌ها، پتانسیل دیگری در دنیای تئوری اختیارات، مبتنی بر اختیارات «وابسته به مسیر»^{۱۴} وجود دارد که مقدار پرداختی آن‌ها، نه تنها به بهای واقعی دارایی در زمان اعمال اختیار، که به مجموعه بهای دارایی تا قبل از اعمال اختیار بستگی دارد. مهمترین اختیارات وابسته به مسیر، اختیارات بامانع^{۱۵}، سقف‌دار^{۱۶} و آسیایی^{۱۷} هستند [۱۷]. در مکانیزم‌های حمایتی دولت در مواجهه با ریسک درآمد، حمایت‌های نقدی یکسان و مشابه از پروژه‌ها می‌تواند بار مالی سنگینی بر منافع عمومی تحمیل کند [۱۲]. همچنین، به دلیل افت و خیزهای احتمالی درآمد سال‌های مختلف پروژه نسبت به درآمدهای مبنای اولیه، بهتر است در تعیین ضرورت حمایت‌های نقدی سالانه دولت، علاوه بر درآمد پایان سال، سوابق درآمدزایی پروژه را نیز در نظر گرفت. این امر، با مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی طبق الگوهای اختیارات وابسته به مسیر قابل انجام است. این اختیارات برای بررسی لزوم حمایت نقدی سالانه از پروژه، امکان سنجش دقیق‌تر شرایط مالی پروژه حین بهره‌برداری را فراهم می‌کنند.

هدف اول این پژوهش، مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی دولت از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد در پروژه‌های مشارکتی آزادراهی کشورمان و ارزیابی اثرات پیاده‌سازی هر یک، بر دولت و شرکت پروژه با تکیه بر مفاهیم و تکنیک‌های تئوری اختیارات است. دو ضرورت ارزیابی این مکانیزم‌های حمایتی، نخست، لزوم آگاهی از بودجه احتمالی است که دولت در روش‌های حمایتی نقدی برای جبران کسری درآمد به بخش خصوصی تعهد می‌کند، و سپس آگاهی از مقدار پیامد ریسک درآمد باقیمانده بر شرکت پروژه از منظر «دوام مالی پروژه» است. دوام مالی پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی به معنای ارزش خالص فعلی^{۱۸} بزرگتر از صفر و نرخ بازگشت داخلی^{۱۹} بزرگتر از نرخ بازده مورد انتظار، در پایان مدت امتیاز بهره‌برداری و نسبت پوشش بازپرداخت بدهی^{۲۰} بزرگتر از یک به‌طور سالانه در دوران امتیاز بهره‌برداری است [۱]. در این پژوهش، با ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی می‌توان از کیفیت، و نه افراط و تفریط در مقدار تعهدات نقدی ضروری دولت برای ایجاد «دوام مالی پروژه» اطمینان پیدا کرد. هدف دوم این پژوهش، با توجه به نقش مهم مقدار درآمدهای مبنای برآوردشده در آغاز برای دوران بهره‌برداری، بر تصمیمات و تعهدات ذینفعان یک پروژه مشارکت عمومی-خصوصی، بررسی تأثیر خطای پیش‌بینی درآمدهای مبنای در زمان قرارداد بر الف) دوام مالی شرکت پروژه طی بهره‌برداری و ب) مقدار تعهدات نقدی دولت در مکانیزم‌های حمایتی نقدی خواهد بود. اهمیت و ارزش چنین تحلیلی اولاً معرفی پارامتر مؤثرتر در پیش‌بینی درآمدها برای تلاش در افزایش دقت برآورد آن در آینده، است. همچنین با وجود هر مکانیزم حمایتی، در نظر گرفتن خطاهای برآورد اولیه درآمدها و پیامدهای آن‌ها، برای گسترش واقع‌بینانه‌تر طیف مقادیر ممکن دوام مالی شرکت پروژه و تعهدات نقدی احتمالی دولت ضرورت دارد.

وجه تمایز مهم این پژوهش، با در نظر گرفتن قوانین پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی راه کشورمان، مدلسازی و ارزیابی «ترکیب مکانیزم‌های حمایتی مدت-منعطف و گارانتی درآمد»، با کمک اختیارات است. علاوه بر اینکه در هیچ‌یک از پژوهش‌های گذشته اثرات این دو مکانیزم در ترکیب با هم ارزیابی نشده‌است؛ وجه تمایز دیگر این پژوهش، پیشنهاد گارانتی درآمد دیگری بر پایه «اختیار بامانع» از گروه اختیارات وابسته به مسیر، است. اعطای این گارانتی می‌تواند با در نظر گرفتن شرایط دقیق‌تری از درآمدزایی پروژه طی بهره‌برداری، ضمن انگیزش بخش خصوصی به ورود به این پروژه‌ها و تداوم توسعه زیرساخت‌ها، بار تعهدات نقدی دولت را سبک‌تر کند. همچنین در این پژوهش برای نخستین بار در ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی پروژه‌های مورد مطالعه، تحلیل حساسیت پیامدهای ریسک

¹⁰ Call Option

¹¹ Underlying Asset

¹² Strike Price or Exercise Price

¹³ Current Price

¹⁴ Path Dependent Options

¹⁵ Barrier Options

¹⁶ Capped Options

¹⁷ Asian Options

¹⁸ Net Present Value- NPV

¹⁹ Internal Rate of Return- IRR

²⁰ Debt Service Coverage Ration- DSCR

درآمد برای طرفین نسبت به خطاهای برآورد اولیه درآمدهای سالانه انجام شده است. در پایان با رویکرد مبتنی بر اختیارات این پژوهش، مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی، در یک پروژه آزادراهی در حال بهره‌برداری کشور ارزیابی شده‌اند.

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- انواع مکانیزم‌های حمایت از بخش خصوصی در برابر ریسک درآمد پروژه

در مطالعات گذشته ضرورت ایفای نقش فعالانه دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه، برای مدیریت ریسک‌های مؤثر بر دوام مالی پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی راه عوارضی و برنامه‌ریزی برای حمایت از این پروژه‌ها اثبات شده است [۱۸]. در این پژوهش به بررسی و ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی مبتنی بر قوانین پروژه‌های مشارکتی راه در ایران، شامل دو مکانیزم «مدت-منعطف» و «گارانتی درآمد» می‌پردازیم. در روش مدت-منعطف، مدت امتیاز بهره‌برداری شرکت پروژه به حصول مقدار معینی از درآمد طی بهره‌برداری بستگی دارد. اگر درآمد واقعی طی بهره‌برداری کمتر از پیش‌بینی باشد، مدت امتیاز تا زمان بازگشت سود و سرمایه موردانتظار شرکت پروژه تمدید و در صورت ایجاد درآمد بالاتر، مدت امتیاز کوتاه می‌شود [۸۶]. در روش گارانتی درآمد نیز دولت تعهد می‌کند که اگر درآمدهای سالانه حاصل از پرداخت کاربران طی بهره‌برداری کمتر از مقدار گارانتی شده در قرارداد باشد، کسری درآمد شرکت پروژه را پرداخت خواهد کرد [۱۱۰]. در جدول ۱ انواع مکانیزم‌های حمایتی دولت‌ها از شرکت پروژه در برابر ریسک درآمد، که در مطالعات گذشته با واژگان متنوعی معرفی شده‌اند، ارائه شده‌اند.

جدول ۱: انواع مکانیزم‌های حمایت از بخش خصوصی در برابر ریسک درآمد پروژه

ردیف	مکانیزم حمایتی	منابع
۱	تامین اشتراکی سرمایه اولیه و هزینه ساخت توسط طرفین، مشارکت دولت در سرمایه‌گذاری، پرداخت رفع شکاف دوام مالی ^{۲۱}	[۱۲] [۱۹] [۲۰]
۲	یارانه‌های یک‌باره، یارانه‌های دولتی، یارانه‌های بهره‌برداری، پرداخت رفع شکاف دوام مالی در بهره‌برداری	[۹] [۱۲] [۱۹] [۲۰]
۳	گارانتی درآمد، گارانتی حداقل درآمد، گارانتی حداقل عواید	[۶] [۷] [۱۰] [۱۱] [۱۲] [۱۵] [۲۱] [۲۲]
۴	بیمه درآمد دینامیک	[۶] [۲۳]
۵	گارانتی جریان ترافیک، گارانتی حداقل ترافیک، گارانتی خرید دولت، گارانتی تقاضا	[۷] [۱۱] [۲۰] [۲۴] [۲۵] [۲۶] [۲۷]
۶	پرداخت در ازای دسترسی متغیر، عوارض سایه، گارانتی نرخ عوارض	[۶] [۲۵]
۷	پرداخت در ازای دسترسی، پرداخت مستمر، پرداخت بودجه‌محور	[۶] [۹] [۸] [۲۱]
۸	گارانتی بدهی، گارانتی نقدینگی بازپرداخت بدهی‌ها	[۷] [۸] [۱۱]
۹	قراردادهای مدت-منعطف، تمدید مدت امتیاز	[۶] [۸] [۲۱] [۲۵] [۲۰]
۱۰	گارانتی محدودسازی رقابت، گارانتی رقابت محدود	[۷] [۱۲] [۲۸]
۱۱	گارانتی تعدیل قیمت، انعطاف در قیمت خدمات یا نرخ عوارض، مکانیزم تعدیل عوارض	[۶] [۷] [۱۴] [۲۵] [۲۴] [۲۹]

حمایت دولت‌ها از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد در اغلب مکانیزم‌های شناسایی شده در جدول ۱، به شکل «نقدی» به شرکت پروژه اعطا می‌شود و فقط در سه روش «قراردادهای مدت-منعطف»، «گارانتی محدودسازی رقابت» و «گارانتی تعدیل قیمت»، حمایت دولت به شکل «غیرنقدی» و با توافق بر تغییر برخی دیگر از متغیرهای مؤثر بر جریان نقدی ورودی پروژه، انجام می‌شود.

ریسک در تعریف کلی، رویداد یا وضعیتی غیرقطعی است که در صورت وقوع حداقل بر یکی از اهداف پروژه تأثیر خواهد داشت. از این رو، هر ریسک در صورت وقوع می‌تواند یک یا چند پیامد در پروژه داشته باشد [۳۰]. با این نگاه، طبقه‌بندی مفید دیگری از مکانیزم‌های حمایتی معرفی شده در جدول ۱، با توجه به پیامدهای دوگانه ریسک درآمد بر بخش خصوصی در پروژه‌های مشارکتی، قابل انجام است. اهمیت ریسک‌های مالی مؤثر بر جریان نقدی این پروژه‌ها، ایجاد دو نوع پیامد منفی محدود کردن سودآوری و قابلیت بازپرداخت

²¹ Financial Viability Gap

بدهی‌های سالانه پروژه در دوران طولانی امتیاز بهره‌برداری آن‌ها هستند [۳۱]. به این ترتیب، ریسک درآمد، می‌تواند الف) نهایتاً در زمان تحویل پروژه به دولت منجر به عدم بازگشت سود و سرمایه مورد انتظار بخش خصوصی شود و ب) هر ساله طی بهره‌برداری توان شرکت پروژه را در ایجاد جریان نقدی کافی برای تأمین هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌هایش تهدید کند. در این پژوهش نیز پیامدهای ریسک درآمد از منظر زمانبندی تأثیرات آن بر شرکت پروژه، به دو نوع پیامد منفی بر «سودآوری نهایی پروژه» و «دوام مالی مستمر پروژه» تفکیک شده‌اند. مکانیزم‌های حمایتی معرفی شده در جدول ۱ همگی، پتانسیل پوشش مقادیری از ریسک «سودآوری نهایی پروژه» را دارند؛ در حالی که برخی مثل «قراردادهای مدت-منعطف» و «تامین اشتراکی سرمایه اولیه» پاسخی به ریسک «دوام مالی مستمر پروژه» ندارند.

۲-۲- مدل‌سازی مکانیزم‌های حمایت از بخش خصوصی در برابر ریسک درآمد پروژه با الگوی اختیارات واقعی

در پاسخ به ریسک درآمد پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی، برخی از مکانیزم‌های حمایتی دولت، مثل روش‌های «مدت-منعطف» و «گارانتی درآمد» قابلیت تغییر اقدامات حمایتی را با روشن‌تر شدن تدریجی عدم قطعیت‌های آینده فراهم می‌کنند. این مکانیزم‌ها، که با هدف کاهش زیان‌ها و بهره‌مندی از فرصت‌ها، شرایط حمایت‌های دولت را براساس چگونگی درآمدزایی پروژه در آینده تعیین می‌کنند، به دلیل انعطافشان با اختیارات واقعی قابل مدل‌سازی هستند. ایده اختیارات واقعی در تئوری اختیارات مالی ریشه دارد و به دارنده آن حق خرید یا فروش یک دارایی مبنای واقعی^{۲۲} را به قیمت ثابتی (بهای مبنا)، در تاریخ انقضای اختیار یا قبل از آن می‌دهد [۳۲]. مقدار پرداختی یک اختیار فروش برابر با $\max[0, K-S]$ است که K در آن بهای مبنا و S بهای جاری یا واقعی دارایی است [۱۷]. اگر بهای جاری در واقعیت بیشتر از بهای مبنا شود، پرداختی اختیار صفر خواهد شد. در مدل‌سازی مکانیزم‌های حمایتی از شرکت‌های پروژه در برابر ریسک درآمد با این الگو، متغیرهایی مثل مقدار درآمد پروژه به عنوان دارایی مبنا فرض می‌شوند و مقدار پرداخت حمایت‌گرانه دولت، وابسته به کسری درآمد واقعی سالانه (S)، نسبت به درآمد مبنای هر سال (K) خواهد بود [۱۱ و ۱۲]. در ادامه به معرفی مطالعاتی که در زمینه مدل‌سازی مکانیزم‌های حمایتی با الگوی اختیارات واقعی انجام شده‌اند، می‌پردازیم.

مطالعات زیادی درباره مدل‌سازی مکانیزم حمایتی «گارانتی درآمد» با الگوی اختیارات، انجام شده‌است [۱۱ و ۱۳] [۱۵] [۲۳] [۳۳] [۳۴] [۳۷] [۳۸]. علاوه بر این، مدل‌سازی «گارانتی تقاضا یا جریان ترافیک» [۲۴] [۲۷] و «مکانیزم تعدیل قیمت یا نرخ عوارض» [۱۴] [۲۴] نیز با تئوری اختیارات انجام شده‌اند. همچنین، در برخی مطالعات گذشته، برای تعیین مدت بهینه امتیاز بهره‌برداری پروژه‌ها، مدل‌سازی درآمدهای احتمالی در دوران بهره‌برداری پروژه را با «حرکت براونی هندسی»^{۲۳} که مبنای مدل‌سازی ارزش متغیر مبنا در تئوری اختیارات است، انجام داده‌اند [۳۵ و ۳۶].

فرایند ارزیابی مقدار پرداختی و ارزش اختیارات در دنیای مالی که به قیمت‌گذاری اختیارات معروف است، با روش‌های مختلفی از جمله معادلات فرم-بسته، روش‌های شبکه‌ای و تفاضل محدود همچنین شبیه‌سازی مونت کارلو انجام می‌شوند [۱۷]. از میان مطالعات ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی دولت از بخش خصوصی با الگوی اختیارات، «روش‌های شبکه‌ای» در [۱۴] [۲۶] [۲۹] و «روش معادلات دیفرانسیل» در [۲۰] [۳۷] به کار رفته‌اند. در حالی که در تحلیل اختیارات واقعی پیچیده که روش‌های تحلیلی در آن‌ها غیرعملی یا غیرممکن است، روش‌های عددی مثل شبیه‌سازی کارآمدترند [۱۶] و تا کنون تعداد زیادی از پژوهشگران از شبیه‌سازی مونت کارلو در ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی با الگوی اختیارات، استفاده کرده‌اند [۱۱-۱۳] [۱۵] [۲۳] [۳۳] [۳۸].

از بررسی مطالعات گذشته، نوآوری این پژوهش در سه محور مختلف، آن را نسبت به پیشینه‌اش متمایز می‌سازد. نخست، چنان‌که دیدیم در تحقیقات گذشته انواع مختلفی از مکانیزم‌های حمایت نقدی یا غیرنقدی دولت از بخش خصوصی هر یک به طور مجزا، با تکیه بر مفاهیم تئوری اختیارات، مدل‌سازی و ارزیابی شده‌اند. در حالی که در هیچ‌یک، مدل‌سازی یک مکانیزم ترکیبی نقدی و غیرنقدی دیده نمی‌شود. ارزیابی «مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد» و مقایسه آن با مکانیزم مدت-منعطف به تنهایی، با کمک مبانی تئوری اختیارات، موضوعی است که در این پژوهش برای نخستین بار به آن پرداخته شده‌است.

²² Real Underlying Asset

²³ Geometric Brownian Motion- GBM

دوم اینکه، در اغلب پژوهش‌های گذشته مدلسازی مکانیزم‌های حمایت دولت از بخش خصوصی در برابر ریسک درآمد بر پایه «اختیارات استاندارد» انجام شده و از پتانسیل مجموعه گسترده انواع «اختیارات وابسته-به-مسیر» در ارزیابی این مکانیزم‌ها به ندرت استفاده شده‌است. به جز نوین و همکارانش [۳۳] که فعال شدن گارانتی درآمد را با الگوی اختیار بامانع، مشروط به خالی بودن حساب ذخیره پروژه کرده‌اند و تعدادی از پژوهشگران که اختیارات استرالیایی و برمودایی را مبنای مدلسازی گارانتی درآمد پویا از منظر زمانی قرار داده‌اند [۲۳] [۳۴] [۳۸]، در سایر تحقیقات، مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی، همگی مبتنی بر «اختیارات استاندارد» بوده‌اند. در این پژوهش با کمک ساختار اختیار فروش «بامانع» که از مهم‌ترین اختیارات وابسته-به-مسیر است، و حفظ مبنای گارانتی درآمد تعریف شده در قانون آزادراه‌های مشارکتی کشور، گارانتی درآمد جدیدی پیشنهاد شده‌است. در این مکانیزم، حمایت نقدی دولت از شرکت پروژه هر ساله، مشروط به اولاً، قرار داشتن مقدار درآمد آن سال در آستانه مشخص شده در قانون، و ثانیاً، چگونگی درآمدزایی پروژه در گذشته خواهد بود. با این بررسی دقیق‌تر درآمدزایی پروژه، مقدار تعهدات مالی دولت به موجب مکانیزم حمایتی گارانتی درآمد کاهش می‌یابد.

سوم اینکه، در تمامی مطالعاتی که در ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی دولت با رویکرد اختیارات در پیشینه این پژوهش بر شمرده‌شد، مدلسازی مقادیر احتمالی درآمدها یا سطح ترافیک آینده، به عنوان دارایی مبنای اختیار، با داشتن برآوردی از «مقدار اولیه» و «نرخ رشد» آن‌ها انجام شده‌است. ولی در هیچ یک از این مطالعات، حساسیت پیامدهای اجرای مکانیزم‌های حمایتی به مقدار خطای این برآوردها بررسی نشده‌است. در این پژوهش تحلیل حساسیت برای بررسی تأثیر این دو خطا در پیامدهای مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی، انجام شده‌است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

در «قانون احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری از طریق مشارکت بانک‌ها و سایر منابع مالی و پولی کشور» و آئین‌نامه اجرایی آن، همچنین در اغلب قراردادهای پروژه‌های آزادراهی مشارکتی در حال بهره‌برداری، ترکیبی از مکانیزم‌های حمایتی مدت-منعطف و گارانتی درآمد از طرف دولت، به شرکت‌های این پروژه‌ها تعهد می‌شود. در حال حاضر مکانیزم مدت-منعطف در این آزادراه‌ها جاری است و مکانیزم گارانتی درآمد به دلیل شرایط پیش‌بینی شده در قانون هنوز بستر اجرایی پیدا نکرده‌است. در این پژوهش از روش مدلسازی متغیرهای دارای عدم قطعیت در تئوری اختیارات برای مدلسازی و پیش‌بینی جریان درآمدزایی این پروژه‌ها طی بهره‌برداری استفاده شده‌است. سپس با داشتن مدل درآمدزایی پروژه، تأثیر اعمال الف) مکانیزم جاری مدت-منعطف به تنهایی، ب) ترکیب مکانیزم مدت-منعطف با مکانیزم گارانتی درآمد تعریف شده در قانون و پ) مکانیزم پیشنهادی گارانتی درآمد دیگری مبتنی بر اختیارات بامانع در ترکیب با مکانیزم مدت-منعطف، بر مقدار «تعهدات نقدی دولت» و «دوام مالی شرکت پروژه» ارزیابی شده‌است. سپس حساسیت این دو متغیر، نسبت به خطای پیش‌بینی اولیه درآمدهای سالانه پروژه طی بهره‌برداری در هر مکانیزم حمایتی تحلیل گردید. فرایند فوق در یک پروژه آزادراهی واقعی مشارکت عمومی-خصوصی به عنوان نمونه پیاده‌سازی شد.

۳-۱- مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی

الف) مکانیزم مدت-منعطف

مطابق متن آیین‌نامه اجرایی قانون مشارکت در احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری، اگر با انقضای مدت واگذاری منافع بهره‌برداری به شرکت پروژه، هزینه‌های پروژه مستهلک نشده‌باشد؛ تا استهلاك کامل هزینه‌ها به این مدت اضافه می‌شود. این مکانیزم حمایت از بخش خصوصی در مقابل ریسک درآمد پروژه را در ادبیات موضوع، روش مدت-منعطف می‌نامند. در مدل‌های مختلف ارزیابی این نوع مکانیزم، شاخص‌های مبنایی مثل ارزش خالص فعلی جریان نقدی پروژه [۳۵ و ۳۶]، یا نرخ بازگشت داخلی شرکت پروژه [۳۶] [۳۹] برای تعیین مدت امتیاز نهایی، به کار می‌روند. طبق قواعد وزارت راه و شهرسازی کشور نیز در پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی آزادراهی، شاخص مبنای تعیین مدت امتیاز نهایی پروژه، ارزش آتی^{۲۴} جریان نقدی پروژه با لحاظ نرخ سود مشارکت مورد توافق طرفین

²⁴ Future Value

است. در این رویکرد، مطالبات شرکت پروژه از دولت از محل سرمایه‌گذاری در احداث پروژه، در ابتدای بهره‌برداری پروژه، طبق رابطه ۱ محاسبه می‌شود و با توجه به جریان نقدی ورودی و خروجی پروژه طی دوران بهره‌برداری، مدت امتیاز تا زمان صفر شدن مطالبات شرکت پروژه از دولت، طبق رابطه ۲ تمدید می‌شود.

$$Cr_0 = \sum_{i=1}^{CT} [C_i(1+r/2)(1+r)^{CT-i}] \quad (1)$$

$$Cr_y = Cr_0(1+r)^y - \sum_{j=1}^y [(R_j - E_j)(1+r/2)(1+r)^{y-j}] \quad (2)$$

CR_0 : ارزش مطالبات شرکت پروژه در ابتدای بهره‌برداری، از محل هزینه‌های احداث (سرمایه‌گذاری اولیه) با احتساب سود مشارکت

CT : مدت ساخت پروژه به سال

C_i : هزینه ساخت در سال i ام از شروع فاز ساخت

r : نرخ سود مشارکت شرکت پروژه در قرارداد

Cr_y : مانده مطالبات شرکت پروژه در سال y ام از شروع فاز بهره‌برداری

R_j : درآمدهای ناخالص پروژه در سال j ام از شروع فاز بهره‌برداری

E_j : مجموع هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری پروژه در سال j ام از شروع فاز بهره‌برداری

ب) مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف با گارانتی درآمد مبتنی بر قوانین آزادراه‌های مشارکتی

مطابق قانون مشارکت در احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری «گر در دوران بهره‌برداری، نسبت درآمد سالانه حاصله به درآمد سالانه مبنای پیش‌بینی شده کمتر از ۸۵ درصد باشد؛ مابه‌التفاوت تا ۸۵ درصد و حداکثر تا ۲۵ درصد درآمد مورد انتظار به سرمایه‌گذار پرداخت می‌شود». به این ترتیب قانون با توجه به چگونگی درآمدزایی پروژه در پایان هر سال، سه سناریو و سه پاسخ منعطف پیش‌بینی کرده‌است. در سناریوی اول در سال‌هایی که درآمد واقعی بیشتر از ۸۵ درصد درآمد مبنای باشد، حمایت نقدی از شرکت پروژه انجام نمی‌شود. در سناریوی دوم، سال‌هایی که درآمد واقعی کمتر از ۸۵ درصد درآمد مبنای و بیشتر از ۲۵ درصد آن باشد مبالغ جبرانی با توجه به مقدار کسری درآمد نسبت به ۸۵ درصد درآمد مبنای به شرکت پروژه پرداخت می‌شود. حمایت نقدی دولت از شرکت پروژه، سقف معینی دارد و در سناریوی سوم، در سال‌هایی که درآمد واقعی کمتر از ۲۵ درصد درآمد مبنای باشد، حمایت‌های نقدی به اندازه اختلاف ۲۵ درصد درآمد مبنای تا ۸۵ درصد آن، که معادل ۶۰ درصد درآمد مبنای است، ثابت می‌ماند. چنین مکانیزم گارانتی درآمدی، با اختیار سقف‌دار قابل مدلسازی و ارزیابی است. این نوع اختیار حدی بر مقدار پرداختی متعهد اختیار تعیین می‌کند و مقدار قابل پرداخت در سررسید اختیار، طبق رابطه ۳ تعیین می‌شود [۱۷].

$$P = \max\{0, K - \max(S, L)\} \quad (3)$$

در این رابطه مؤلفه K ، بهای مبنای و مؤلفه L ، بهای جاری دارایی هستند. همچنین مؤلفه L ، کوچکتر از K ، را «سقف ثابت بهای دارایی»^{۲۵} می‌گویند که با تعیین آن، «سقف پرداختی»^{۲۶}، معادل اختلاف «سقف ثابت بهای دارایی» و «بهای مبنای» خواهد بود [۱۷]. با این الگو، پرداختی مکانیزم گارانتی درآمد معرفی شده در قانون را می‌توان هر ساله از رابطه ۴ محاسبه کرد.

$$G_y = \max\{0, 0.85B_y - \max[R_y, 0.25B_y]\} \quad (4)$$

در این رابطه، G_y مقدار پرداختی دولت، B_y درآمد مبنای پیش‌بینی شده در قرارداد و R_y درآمد واقعی ناخالص از محل دریافت عوارض آزادراه، برای سال y ام بهره‌برداری هستند. طبق الگوی اختیارات سقف‌دار و قانون مشارکت در احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری، «سقف ثابت بهای دارایی» هر ساله ۲۵ درصد درآمد مبنای پیش‌بینی شده برای آن سال، و «بهای مبنای» ۸۵ درصد درآمد مبنای پیش‌بینی شده است. از این رو «سقف پرداختی دولت» در سال، از تفاضل «سقف ثابت بهای دارایی» و «بهای مبنای» برابر با ۶۰ درصد درآمد مبنای اولیه برای هر سال خواهد بود. در این مکانیزم به دلیل ساختار مدت-منعطف آن، هر ساله پس از تعیین پرداختی دولت طبق رابطه ۴، بر اساس الگوی محاسباتی مکانیزم الف، لزوم تداوم یا قطع امتیاز بهره‌برداری با توجه به میزان سودآوری پروژه، تعیین می‌شود.

²⁵ Constant Cap on the Underlying Price

²⁶ Cap on the Payoff

ب) مکانیزم ترکیبی پیشنهادی مدت-منعطف با گارانتی درآمد مبتنی بر الگوی اختیار با مانع

از آنجا که شرکت پروژه در سال‌های مختلف ممکن است با کسری و همچنین سرریز درآمد مواجه شود، اتکای صرف به کسری درآمد یک سال در تعیین لزوم حمایت نقدی از شرکت‌های پروژه، و چشم‌پوشی از پتانسیل سرریز درآمد برخی از سال‌های بهره‌برداری در حفظ دوام مالی پروژه، می‌تواند تعهدات نقدی غیرضروری به دولت تحمیل کند. با مدلسازی گارانتی درآمد طبق اختیارات وابسته-به-مسیر، می‌توان علاوه بر درآمد هر سال، سوابق درآمدزایی پروژه را در تعیین لزوم و مقدار تعهدات نقدی دولت در نظر گرفت. «اختیارات بامانع» نوعی از اختیارات وابسته-به-مسیر هستند، که در آن‌ها وقتی بهای دارایی مبنا یا شاخص معین دیگری به سطوح مشخصی به نام موانع می‌رسند، اختیار فعال یا غیرفعال می‌شود. هشت نوع اختیار بامانع شامل اختیارات بامانع خرید یا فروش ورودی یا خروجی از بالا یا پایین، قابل طراحی هستند. مثلاً در اختیار فروش بامانع خروجی از بالا^{۲۷}، مقدار پرداختی برابر با پرداختی اختیار فروش استاندارد است، به شرطی که بهای دارایی مبنا در عمر اختیار بیشتر از مقدار مانع تعریف شده نباشد [۴۰]. این الگو برای طراحی مکانیزم گارانتی درآمد پیشنهادی این پژوهش، استفاده شده است. ساختار مکانیزم پیشنهادی، ترکیبی از مکانیزم مدت-منعطف با گارانتی درآمد تعیین شده در قانون است که یک شرط برای اعطای حمایت‌های نقدی دولت به آن افزوده شده است. در این مکانیزم فعال شدن گارانتی درآمد پروژه در هر سال، علاوه بر لزوم افت درآمد به مقداری کمتر از ۸۵ درصد درآمد مبنای پیش‌بینی شده در قرارداد (طبق قانون)، منوط به این است که در سال قبل از آن هم درآمدی بیش از ۸۵ درصد درآمد پیش‌بینی شده، حاصل نشده باشد. به عبارتی ضرورت پرداخت گارانتی، با شرط کسری درآمد پروژه نسبت به آستانه معین، به مدت دو سال پیاپی تعیین می‌شود. رابطه ۵ مقدار پرداخت دولت را در این مکانیزم نشان می‌دهد.

$$G_y = \begin{cases} 0 & , \text{if } R_{y-1} \geq 0.85B_{y-1} \\ \max\{0, 0.85B_y - \max[R_y, 0.25B_y]\} & , \text{if } R_{y-1} < 0.85B_{y-1} \end{cases} \quad (5)$$

در این رابطه G_y مقدار پرداختی دولت، B_y درآمد مبنای پیش‌بینی شده در قرارداد و R_y درآمد واقعی ناخالص از محل دریافت عوارض آزادراه، برای سال «ام بهره‌برداری هستند. دولت با اعطای مکانیزم پیشنهادی، اولاً انتظار دارد که هر بار طی بهره‌برداری، در صورت بروز کسری درآمد نسبت به آستانه معین، شرکت پروژه به روش‌هایی مثل برداشت از صندوق ذخیره بازپرداخت بدهی‌ها [۲۵] یا استمهال بدهی‌ها، بتواند به مدت یک سال، بهره‌برداری را بدون دریافت حمایت نقدی از دولت ادامه دهد و ثانیاً، تعهد می‌کند که در صورت تداوم وضعیت کسری درآمد در سال یا سال‌های بعد، مبالغ جبرانی تعهد شده را به شرکت پروژه پرداخت کند. این راهکار، در شرایطی که دولت درگیر چالش‌های مالی جدی باشد، اولویت و ضرورت اعطای گارانتی به پروژه‌ها را مشخص می‌کند و تعهدات نقدی دولت را نسبت به مکانیزم گارانتی درآمد تعریف شده در قانون کاهش می‌دهد. در این مکانیزم هم به دلیل ساختار مدت-منعطف آن، سالانه پس از تعیین پرداختی دولت طبق رابطه ۵، طبق الگوی محاسباتی مکانیزم الف، لزوم تداوم یا قطع امتیاز بهره‌برداری، تعیین و به این ترتیب بازگشت سرمایه و سود نهایی شرکت پروژه تضمین می‌شود.

۳-۲- شاخص‌های ارزیابی و مقایسه مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی

در این پژوهش پیامد اعطای هر یک از مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی، بر «تعهدات نقدی دولت» و «دوام مالی شرکت پروژه» ارزیابی و مقایسه شده‌اند. دوام مالی پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی به معنای «ارزش خالص فعلی» بزرگتر از صفر، «نرخ بازگشت داخلی» بزرگتر از نرخ بازده مورد انتظار و «نسبت پوشش بازپرداخت بدهی» بزرگتر از یک است [۱]. در سنجش دوام مالی پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی، از یک سو، ارزش خالص فعلی و نرخ بازگشت داخلی، نشانه سودآوری پروژه از منظر بلندمدت و در کل عمر پروژه هستند. از سوی دیگر، حتماً باید وضعیت مالی سالانه پروژه را نیز با شاخصی مثل نسبت پوشش بازپرداخت بدهی در نظر گرفت. چرا که ممکن است طی دوران طولانی بهره‌برداری، پروژه به دلیل درآمد پایین برخی سال‌ها، دچار شکست شود و تا پایان مدت امتیاز بهره‌برداری و کسب سود مورد انتظار دوام نیاورد [۴۱]. به این ترتیب ریسک درآمد دو نوع تأثیر بر دوام مالی پروژه‌های مشارکت عمومی-

²⁷ Up and Out Barrier Put Option

خصوصی دارد. اولاً، از منظر کلی و بلندمدت، می‌تواند سودآوری نهایی پروژه را تهدید کند و ثانیاً، از منظر مستمر می‌تواند کفایت جریانات نقدی لازم هر ساله و مستمر را برای انجام هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌های سالانه و دوام مالی پروژه تا پایان مدت امتیاز تهدید کند.

با توجه به الزام قانونی در اعطای روش حمایتی «مدت-منعطف» در آزادراه‌های مشارکتی کشور، پایان مدت امتیاز بهره‌برداری و تحویل پروژه به دولت، زمان بازگشت کامل سرمایه و سود شرکت پروژه طبق سود مشارکت در قرارداد خواهد بود. این مکانیزم شرط لازم برای پوشش ریسک سودآوری پروژه است ولی شرط کافی نیست. طی این مکانیزم حمایتی، فرصت لازم برای پوشش ریسک درآمد از منظر کلی و بلندمدت شرکت پروژه، با انعطاف پارامتر مدت امتیاز و بدون جبران نقدی و مستقیم کسری درآمدهای سالانه پروژه فراهم می‌شود. این در حالی است که همچنان به دلیل عدم تزریق کسری نقدینگی سالانه به شرکت پروژه، ریسک درآمد از منظر مستمر و سالانه به معنای احتمال عدم کفایت جریانات نقدی ورودی لازم برای انجام هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌ها برای شرکت پروژه وجود دارد. نسبت پوشش بازپرداخت بدهی، شاخص ثبات و قدرت جریانات نقدی مستمر پروژه در مطالعات قبل بوده است [۱] [۵و۴] [۱۸] [۳۱] [۴۱] و در این پژوهش نیز برای سنجش پیامد ریسک درآمد بر «دوام مالی مستمر پروژه» به کار می‌رود. این شاخص از نسبت جریانات نقدی ورودی هر سال منهای هزینه‌های عملیاتی قبل از بازپرداخت بدهی، به مقدار بدهی آن سال محاسبه می‌شود. محدوده قابل قبول آن برای نشان دادن دوام مالی پروژه و ظرفیت جریانات نقدی سالانه در تأمین هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌ها، مقادیر بالاتر از یک است [۴].

در این پژوهش تأثیر ریسک درآمد بر «سودآوری نهایی» شرکت پروژه با اعطای مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی، به دلیل ساختار مدت-منعطف آن‌ها و تغییر مدت امتیاز تا زمان بازگشت سرمایه شرکت پروژه، پوشش یافته و بررسی نشده است. اما تأثیر ریسک درآمد بر «دوام مالی مستمر پروژه» بر اساس شاخص «نسبت پوشش بازپرداخت بدهی»، در صورت اعطای «مکانیزم مدت-منعطف به تنهایی» با مقدار بهبود یافته آن در «مکانیزم‌های ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد» مقایسه شده است. مقدار «تعهدات نقدی دولت» نیز در مکانیزم‌های ترکیبی، از تجمیع شاخص «ارزش خالص فعلی» پرداخت‌های حمایتی سالانه در مکانیزم‌های ترکیبی ارزیابی شده است.

۳-۳- رویکرد عددی ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی

در مدل‌سازی مکانیزم‌های حمایتی دولت از شرکت پروژه در مواجهه با ریسک درآمد بر پایهٔ اختیارات واقعی، درآمدهای توأم با عدم قطعیت پروژه طی دوران بهره‌برداری یا مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده درآمد، مثل حجم تقاضا برای خدمات پروژه، معمولاً با یک حرکت براونی هندسی مدل‌سازی می‌شوند [۱۲ و ۱۳] [۳۵]. درآمدهای افزایشی تصادفی طبق حرکت براونی هندسی، می‌توانند به صورت گسسته و به‌طور سالانه به عنوان تابعی از دوره قبل از خود، طبق رابطهٔ ۶ محاسبه شوند، که در آن μ_Q مؤلفهٔ رانش^{۲۸} یا نرخ رشد درآمد، σ_Q پراکندگی^{۲۹} درآمد و ε متغیری تصادفی با توزیع نرمال استاندارد هستند [۱۲].

$$R_{y,t+1} = R_{y,t} \varepsilon \left[\left(\mu_R - \frac{\sigma_R^2}{2} \right) \Delta t + \sigma_R \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right] \quad (6)$$

طبق رابطهٔ ۶ با داشتن برآوردی از مقدار اولیهٔ درآمد و مؤلفه‌های نرخ رشد سالانه و پراکندگی که طی مدت امتیاز ثابت می‌مانند، جریان درآمدزایی پروژه در دوران بهره‌برداری قابل شبیه‌سازی است. چون گارانتی درآمد سال به سال پرداخت می‌شود، مکانیزم‌های دارای گارانتی درآمد (ب و پ) را می‌توان با زنجیره‌ای متوالی از اختیارات اروپایی با سررسید سالانه به روش مونت کارلو مدل‌سازی کرد [۱۱]. سه مرحلهٔ اصلی انجام شبیه‌سازی مونت کارلو در یافتن مقدار پرداختی اختیارات، (۱) ایجاد انبوهی از مسیرهای تصادفی از متغیر دارایی مبنا، (۲) محاسبه ارزش فعلی پرداختی اختیار در هر مسیر و (۳) تعیین میانگین نتایج مسیرها برای برآورد مقدار موردانتظار پرداختی اختیار، تعیین شده‌اند [۱۷]. در این پژوهش، با بسط این مراحل، گام‌های ارزیابی پیامدهای اعطای هر یک از سه مکانیزم مورد بررسی بر دولت و شرکت پروژه با رویکرد ارزیابی اختیارات به روش شبیه‌سازی مونت کارلو طبق جدول ۲، ارائه شده‌اند.

²⁸ drift

²⁹ volatility

جدول ۲: گام‌های ارزیابی پیامدهای اعطای مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی بر دولت و شرکت پروژه

شماره	شرح
گام یک	مدلسازی درآمدهای احتمالی طی بهره‌برداری - با شبیه‌سازی درآمدهای سالانه به روش مونت-کارلو هزاران سناریوی مختلف درآمدزایی ایجاد می‌شوند. برای تمام مسیر شبیه‌سازی شده گام دو انجام می‌شود.
گام دو	محاسبه مدت امتیاز بهره‌برداری و مقادیر پرداخت‌های حمایتی دولت در تمام مسیرهای شبیه‌سازی - در این گام، دو مرحله بعد، سال به سال تا پایان مدت امتیاز بهره‌برداری شرکت پروژه تکرار می‌شود. ۱- برای مکانیزم‌های حمایتی ترکیبی (ب و پ)، در هر سال درآمدهای واقعی با مقدار درآمدهای مبنای پیش‌بینی شده اولیه، مقایسه و در صورت وجود کسری درآمد شرکت پروژه، مقدار آن تعیین می‌شود. سپس، با لحاظ شرایط هر مکانیزم، مقدار پرداختی دولت به شرکت پروژه در هر سال طبق روابط ۴ یا ۵ تعیین می‌شود. جریان نقدی ورودی کل شرکت پروژه حاصل مجموع درآمد بهره‌برداری و پرداختی دولت خواهد بود. ۲- برای هر سه مکانیزم مورد بررسی، مدت امتیاز بهره‌برداری، تابع مقدار جریان نقدی ورودی کل و توأم با عدم قطعیت درآمدها طی بهره‌برداری است. بر اساس (۱) مدلسازی احتمالی جریان نقدی واقعی طبق گام یک و مرحله اول گام دو، (۲) مفروضات مالی پروژه شامل مقدار سرمایه‌گذاری اولیه و نرخ سود مشارکت، و (۳) میزان بازگشت سرمایه و سود شرکت پروژه تا پایان آن سال، با استفاده از روابط ۱ و ۲، لزوم قطع یا تداوم دوره امتیاز بهره‌برداری در سال جاری سنجیده می‌شود.
گام سه	محاسبه شاخص پیامد مکانیزم‌های حمایتی بر دولت - مقدار «تعهدات نقدی دولت» به موجب هر مکانیزم حمایتی با «تجمیع شاخص ارزش خالص فعلی پرداخت‌های سالانه هر مکانیزم طی مدت امتیاز بهره‌برداری»، با نرخ بازده بدون ریسک برای هر مسیر شبیه‌سازی محاسبه می‌شود. استفاده از نرخ بازده بدون ریسک در تمام مطالعاتی که بر مبنای ارزیابی اختیارات تکیه دارند، به این دلیل است که عدم قطعیت جریان نقدی با تولید تصادفی تعداد زیادی سناریوی ممکن در شبیه‌سازی در نظر گرفته می‌شود و اعمال نرخ تعدیل شده با ریسک، باعث اشکال ورود مضاعف عدم قطعیت‌ها در محاسبات می‌شود [۱۲] [۱۵] [۲۲]. مقدار نهایی «تعهدات نقدی دولت» در پی اعطای هر مکانیزم حمایتی به شرکت پروژه، از میانگین پرداخت‌های دولت برای کل مسیرهای شبیه‌سازی محاسبه می‌شود.
گام چهار	محاسبه شاخص پیامد مکانیزم‌های حمایتی بر شرکت پروژه - مقدار «دوام مالی مستمر پروژه» که نشانه جریان نقدی ورودی کافی برای تأمین هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌های پروژه طی سالیان بهره‌برداری است، برای هر سال و در هر مسیر شبیه‌سازی، از محاسبه «شاخص نسبت پوشش بازپرداخت بدهی‌ها» تعیین می‌شود. مقدار نهایی «دوام مالی مستمر پروژه» با وجود هر مکانیزم حمایتی، از میانگین دوام مالی مستمر سال‌های مختلف برای تمام مسیرهای شبیه‌سازی، محاسبه می‌شود.

۳-۴- تحلیل حساسیت

در بسیاری از پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی جهان، یکی از دلایل اصلی مشکلات درآمدزایی پروژه و بازپرداخت بدهی‌ها، پیش‌بینی نادقیق عملکرد مالی پروژه طی بهره‌برداری، در مراحل بررسی توجیه و دوام مالی این پروژه‌ها گزارش شده‌است [۵]. درآمدهای مبنای که معمولاً در ابتدا توسط شرکت پروژه پیش‌بینی می‌شوند، برای هر سال از بهره‌برداری، از طریق اعمال نرخ رشد سالانه درآمد پیش‌بینی شده، بر درآمد سال قبل از آن حاصل، و پیوست قرارداد می‌شود. از این رو دقت برآورد اولیه دو متغیر «درآمد سال افتتاح پروژه» و «نرخ رشد سالانه درآمد»، بر دقت برآورد درآمدهای سالانه پروژه طی بهره‌برداری و به موجب آن بر پیامدهای مکانیزم‌های حمایتی دولت از شرکت پروژه بر هر دوی طرفین، مؤثر است. اگر پیش‌بینی این دو متغیر توأم با خطاهای فاحشی باشد و مقدار درآمدهای حاصله در دوران بهره‌برداری تفاوت بسیاری با آنچه در ابتدای پروژه پیش‌بینی شده بود داشته‌باشد، آن‌گاه اولاً، سطح دوام مالی مستمر پروژه به معنای جریان نقدی سالانه کافی در دوران بهره‌برداری با سطح موردانتظار اولیه متفاوت خواهد بود و حتی ممکن است پروژه با چالش‌های جدی برای تداوم بهره‌برداری تا پایان مدت امتیاز آن مواجه گردد. دوم اینکه این خطاهای پیش‌بینی درآمد می‌تواند باعث شکاف شدید بین آستانه درآمدزایی مبنای گارانتی شده از طرف دولت برای بخش خصوصی با وضعیت واقعی درآمدزایی پروژه و در نتیجه تحمیل تعهدات نقدی سنگین بر دوش دولت شود. در این پژوهش حساسیت مقدار «تعهدات نقدی دولت» و «دوام مالی مستمر شرکت پروژه» نسبت به هر یک از دو متغیر خطای برآورد «درآمد سال افتتاح پروژه» و «نرخ رشد درآمد» سنجیده شده‌است. این امر، با تغییر گام به گام هر یک از این دو متغیر از ۳۰- درصد تا ۳۰+ درصد انجام، و با هر گام تغییر، شبیه‌سازی درآمدها و فرایند سنجش «تعهدات نقدی دولت» و «دوام مالی مستمر شرکت پروژه» تکرار شده‌است. مقادیر این تحلیل حساسیت، با نشان دادن طیف وسیعی از خروجی‌های بالقوه، بینش مفیدی درباره چگونگی تأثیر خطاهای خوشبینانه و بدبینانه پیش‌بینی اولیه درآمدهای بهره‌برداری، بر طرفین مشارکت ارائه می‌کند.

۳-۵- پروژه نمونه

پروژه مورد بررسی، آزادراهی به طول بیست و سه کیلومتر است که احداث آن در مدت تقریباً نه سال و با مجموع هزینه ۱,۷۳۳ میلیارد ریال به روش مشارکت عمومی-خصوصی و با مشارکت پنجاه درصدی شرکت پروژه شامل کنسرسیومی از سرمایه‌گذاران خصوصی انجام شد و در سال ۱۳۹۰ به بهره‌برداری رسید. با توجه به درآمدهای سالانه پیش‌بینی شده در قرارداد، مدت امتیاز بهره‌برداری حین عقد

قرارداد هجده سال برآورد شده بود. گرچه طبق قانون و در قرارداد پروژه، این مدت، منعطف و وابسته به تکمیل بازگشت سرمایه و سود شرکت پروژه تعیین شده است. به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات واقعی بدهی‌های پروژه، وامی با بازپرداخت سالانه برابر هفتاد درصد درآمدهای مبنای پیش‌بینی شده اولیه، در پروژه فرض شده است. در مدلسازی درآمدهای احتمالی طی بهره‌برداری با الگوی حرکت براونی هندسی طبق رابطه ۶، مؤلفه رانش که نماینده نرخ رشد درآمدهاست، از تعدیل نرخ رشد پیش‌بینی شده در قرارداد با رشد واقعی درآمدهای پروژه تا کنون، ۲۵ درصد فرض شده است. مؤلفه پراکندگی نیز از تحلیل اطلاعات روند درآمدزایی آزادراه‌های مشارکت عمومی-خصوصی کشور تا کنون، به روش بازگشت جریان نقدی لگاریتمی^{۳۰}، معادل ۰/۱۴ برآورد شده است [۴۲ و ۴۳]. با داشتن این پارامترها، جریانهای درآمد سالانه پروژه به روش مونت کارلو با ۱۰,۰۰۰ تکرار در افزونه کریستال بال^{۳۱} نرم افزار میکروسافت اکسل، شبیه سازی شد. هزینه‌های بهره‌برداری و عملیاتی سالانه، شامل هزینه‌های اخذ عوارض، نگهداری و بالاسری، طبق برآورد قرارداد، به مقدار ۲۵ درصد درآمد حاصل از عوارض فرض شد. نرخ بازده بدون ریسک برابر نرخ سود مصوب بانک مرکزی برای سپرده‌های کوتاه مدت بانکی فرض شد. پس از تعیین درآمدهای احتمالی، پیامدهای مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی بر ذینفعان، با پیمودن گام‌های جدول ۲ در نرم افزار متلب^{۳۲}، محاسبه شدند.

۴- نتایج

نتایج این پژوهش در دو بخش ارائه شده‌اند. در بخش نخست، به نتایج اعطای مکانیزم‌های مختلف حمایت دولت از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد پروژه، که به روش تحلیل اختیارات واقعی بر روی پروژه نمونه مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، پرداخته شده است. در بخش دوم، تحلیل حساسیت نتایج اعطای این مکانیزم‌های حمایتی بر دولت و بخش خصوصی، نسبت به خطاهای پیش‌بینی اولیه درآمدهای دوران بهره‌برداری پروژه ارائه شده است. به تفسیر نتایج هر یک از دو بخش فوق، در انتهای آن بخش پرداخته شده است.

۴-۱- نتایج اعطای مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی بر دولت و بخش خصوصی

چنان‌که پیشتر هم گفته شد، به دلیل وجود روش حمایتی مدت-منعطف در هر سه مکانیزم مورد بررسی در این پژوهش، بنا بر تعریف این روش، مدت امتیاز بهره‌برداری تا زمان بازگشت سرمایه طبق سود مورد توافق در قرارداد برای شرکت پروژه، تغییر می‌کند. به این ترتیب، چون سود نهایی در صورت اعطای هر سه مکانیزم مورد بررسی، معادل سود مورد توافق طرفین در زمان عقد قرارداد خواهد بود، پیامد ریسک درآمد پروژه بر مقدار سودآوری نهایی شرکت پروژه، حذف می‌شود. اما پیامد ریسک درآمد بر مقدار «دوام مالی مستمر پروژه» در هر مکانیزم متفاوت است. از این رو، پس از ارزیابی سه مکانیزم حمایتی مورد بررسی طبق گام‌های جدول ۲ به روش اختیارات واقعی، نتایج متغیرهای «دوام مالی مستمر شرکت پروژه» و «تعهدات نقدی دولت»، با سطح اطمینان ۹۰ درصد تعیین شدند.

۴-۱-۱- نتایج ارزیابی «دوام مالی مستمر شرکت پروژه» (بخش خصوصی) با اعطای مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی

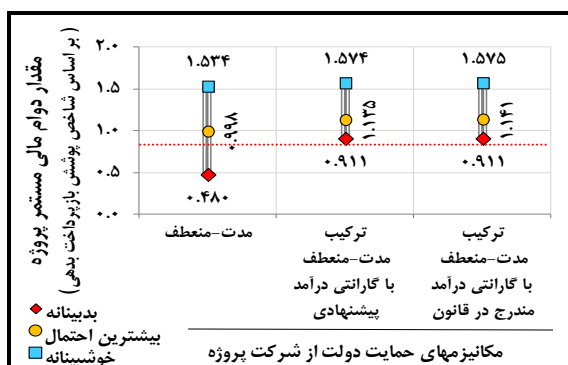
طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳ و شکل ۱، در زمان اعطای مکانیزم حمایتی مدت-منعطف به تنهایی، «دوام مالی مستمر شرکت پروژه» بر اساس شاخص «نسبت پوشش بازپرداخت بدهی» با بیشترین احتمال وقوع، مقدار مرزی و پرخطر «یک» را دارد. این مقدار گویای این است که با وجود مکانیزم حمایتی مدت-منعطف به تنهایی، دوام مالی مستمر پروژه طی بهره‌برداری در مرز خطر قرار دارد و سقوط آن از این مرز، مشکلات شرکت پروژه در تأمین جریان نقدی سالانه کافی برای پرداخت هزینه‌ها و بدهی‌ها را نشان می‌دهد. مطابق جدول ۳ و شکل ۱، در مکانیزم‌های ترکیبی ب و پ، با اضافه شدن گارانتی درآمد به مکانیزم مدت-منعطف، و ورود جریان نقدی جبران کسری درآمد پروژه توسط دولت، دوام مالی مستمر پروژه طبق نسبت پوشش بازپرداخت بدهی ۱۴ درصد افزایش یافته و به مقادیر ۱/۱۴۱ و ۱/۱۳۵، رسیده است. در نگاه بدبینانه و پیش‌بینی کمترین درآمدزایی پروژه هم، مقدار آن از ۰/۴۸ در حالت اعطای مکانیزم مدت-منعطف به تنهایی، تا ۰/۹۱ در مکانیزم‌های ترکیبی افزایش یافته و به مرز قابل قبول دوام مالی پروژه نزدیک شده است. مقدار افزایش دوام مالی مستمر پروژه، به مقدار پارامترهای تعریف شده در ساختار گارانتی درآمد در مکانیزم‌های ترکیبی، مثل «آستانه درآمد مشمول گارانتی» و

³⁰ Logarithmic Cash Flow Returns Approach

³¹ Oracle Crystal Ball

³² MATLAB (Matrix Laboratory)

«سقف پرداخت‌های دولت» بستگی دارد و برای طراحی مکانیزم مطلوب، با تغییر این پارامترها در روابط ۴ و ۵، می‌توان مقدار دوام مالی مستمر پروژه را تعدیل کرد.



جدول ۳: نتایج ارزیابی دوام مالی مستمر شرکت پروژه با وجود هر یک

از مکانیزم‌های حمایتی

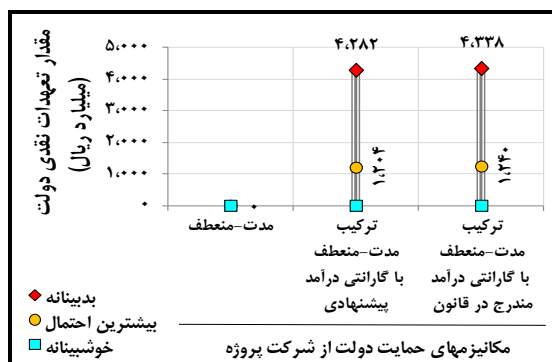
مکانیزم حمایتی	نسبت پوشش بازپرداخت بدهی		
	خوشبینانه	بیشترین احتمال	بدبینانه
الف - مدت-منعطف	۱/۵۳۴	۰/۹۹۸	۰/۴۸۰
ب- ترکیب مدت-منعطف با گارانتی درآمد مندرج در قانون	۱/۵۷۵	۱/۱۴۱	۰/۹۱۱
پ- ترکیب مدت-منعطف با گارانتی درآمد پیشنهادی	۱/۵۷۴	۱/۱۳۵	۰/۹۱۱

شکل ۱: نتایج ارزیابی و مقایسه دوام مالی مستمر شرکت پروژه با وجود هر

یک از مکانیزم‌های حمایتی

۴-۱-۲- نتایج ارزیابی «تعهدات نقدی دولت» با اعطای مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی

طبق نتایج جدول ۴، در صورت اعطای مکانیزم حمایتی مدت-منعطف به تنهایی (الف)، دولت برای حمایت از شرکت پروژه در برابر ریسک درآمد، متحمل هیچ‌گونه تعهدات نقدی نمی‌شود و تنها با تعهد به تغییر مدت امتیاز بهره‌برداری تا زمان بازگشت سرمایه و سود شرکت پروژه، ریسک درآمد را از منظر سودآوری نهایی پروژه برای بخش خصوصی کاهش می‌دهد. در این مکانیزم چنان که در بخش ۴-۱-۱ دیدیم همچنان ریسک درآمد پروژه از منظر دوام مالی مستمر برای شرکت پروژه خطرآفرین است. در حالی که در صورت اعطای مکانیزم‌های حمایتی ترکیبی مدت-منعطف توأم با گارانتی درآمد (ب و پ)، با ورود حمایت‌های نقدی دولت که مقدار آن در جدول ۴ برآورد شده است، به ریسک درآمد بخش خصوصی از منظر دوام مالی مستمر پروژه نیز پاسخ داده می‌شود. با مقایسه این دو مکانیزم ترکیبی، مشاهده می‌کنیم که در صورت اعطای «مکانیزم ترکیبی پیشنهادی (پ)» به جای «مکانیزم ترکیبی مبتنی بر قانون (ب)»، از یک سو، طبق شکل ۱، مقدار شاخص نسبت پوشش بازپرداخت بدهی که نماینده دوام مالی مستمر پروژه است، اندکی کمتر می‌شود؛ از سوی دیگر، طبق جدول ۴ و شکل ۲، با بیشترین احتمال، در پرداخت‌های دولت، ۳۷ میلیارد ریال معادل ۳ درصد مقدار پرداختی، صرفه‌جویی می‌شود. همچنین مکانیزم حمایتی پیشنهادی با سطح اطمینان ۹۰ درصد، در حالت پیش‌بینی بدبینانه درآمدزایی پروژه و تحمیل بیشترین تعهدات نقدی به دولت، مبلغ ۵۵ میلیارد ریال از سنگینی این تعهدات نسبت به مکانیزم گارانتی درآمد مبتنی بر قانون خواهد کاست.



جدول ۴: نتایج ارزیابی تعهدات نقدی دولت با وجود هر یک از

مکانیزم‌های حمایتی

مکانیزم حمایتی	مقدار تعهدات نقدی دولت (میلیارد ریال)		
	خوشبینانه	بیشترین احتمال	بدبینانه
الف - مدت-منعطف	۰	۰	۰
ب- ترکیب مدت-منعطف با گارانتی درآمد مندرج در قانون	۰	۱,۲۴۰	۴,۲۳۸
پ- ترکیب مدت-منعطف با گارانتی درآمد پیشنهادی	۰	۱,۲۰۴	۴,۲۸۲

شکل ۲: نتایج ارزیابی و مقایسه تعهدات نقدی دولت با وجود هر یک از

مکانیزم‌های حمایتی

۴-۱-۳- تفسیر نتایج ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی

چنان که گفته شد ریسک درآمد دو نوع تأثیر بر دوام مالی پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی دارد. اولاً، از منظر کلی، می‌تواند سودآوری نهایی پروژه را تهدید کند و ثانیاً، از منظر مستمر و سالانه می‌تواند کفایت جریانات نقدی لازم هر ساله را برای انجام هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌های سالانه و دوام مالی پروژه تا پایان مدت امتیاز بهره‌برداری تهدید کند. برای پشتیبانی از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد، در صورت اعطای مکانیزم حمایتی مدت-منعطف به تنهایی (مکانیزم الف)، مدت امتیاز بهره‌برداری پروژه تا بازگشت سرمایه و سود مورد توافق اولیه برای بخش خصوصی تمدید می‌شود و در نتیجه ریسک سودآوری نهایی پروژه در پایان دوران بهره‌برداری پوشش می‌یابد. ولی از آن جا که در این روش حمایتی هیچ گونه پشتیبانی نقدی از سوی دولت در سالیان متمادی بهره‌برداری به بخش خصوصی تعهد نمی‌شود، مطابق نتایج حاصل از اعطای مکانیزم حمایتی مدت-منعطف به تنهایی در پروژه نمونه، دوام مالی مستمر شرکت پروژه در دوران بهره‌برداری در مرز خطر قرار دارد و ریسک دوام مالی مستمر پروژه برای بخش خصوصی پوشش نمی‌یابد (جدول ۳ و شکل ۱).

طبق نتایج با اعطای مکانیزم گارانتی درآمد مبتنی بر قوانین آزادراه‌های مشارکتی به موازات مکانیزم حمایتی مدت-منعطف (مکانیزم ب)، از یک سو ریسک درآمد از هر دو منظر سودآوری نهایی پروژه و دوام مالی مستمر پروژه برای بخش خصوصی پوشش می‌یابد (جدول ۳ و شکل ۱)؛ و از سوی دیگر پرداخت‌های حمایت‌گرانه‌ای در سال‌های بهره‌برداری پروژه از سوی دولت به بخش خصوصی تعهد می‌شود که مقادیر این تعهدات نقدی احتمالی دولت برای پروژه نمونه با سطح اطمینان ۹۰ درصد به روش اختیارات واقعی برآورد شده است (جدول ۴ و شکل ۲). دولت با داشتن چنین برآوردی در ابتدای پروژه می‌تواند با واقع‌بینی بیشتری نسبت به تعهد نوع و چگونگی حمایت‌های خود از بخش خصوصی در حین بهره‌برداری تصمیم‌گیری کند.

همچنین در این پژوهش با تعدیل گارانتی درآمد مبتنی بر قوانین آزادراه‌های مشارکتی، مکانیزم گارانتی درآمد دیگری مبتنی بر اختیارات با مانع به موازات مکانیزم حمایتی مدت-منعطف (مکانیزم پ)، پیشنهاد و ارزیابی شده است. مطابق نتایج حاصل، با اعطای این مکانیزم پیشنهادی در پروژه نمونه، ضمن این که همچنان ریسک درآمد از هر دو منظر سودآوری نهایی پروژه و دوام مالی مستمر پروژه برای بخش خصوصی پوشش می‌یابد، در عین حال در مقایسه با مکانیزم ب در مقدار تعهدات نقدی احتمالی دولت صرفه‌جویی می‌شود (جدول ۴ و شکل ۲). این صرفه‌جویی البته به بهای کاهش اندکی در دوام مالی مستمر پروژه نسبت به حالت اعطای مکانیزم ب اتفاق می‌افتد (جدول ۳ و شکل ۱).

از میان مکانیزم‌های حمایتی بررسی‌شده، گزینش مکانیزم مطلوبی که مقدار تعهدات نقدی آن برای دولت پذیرفتنی باشد و اطمینان از دوام مالی مستمر کافی برای شرکت پروژه فراهم کند، به اولویت‌های دولت و شرایط و جذابیت پروژه برای بخش خصوصی بستگی دارد. نمودارهای شکل ۳، که امکان مقایسه مقادیر دوام مالی پروژه و تعهدات نقدی دولت با وجود هر مکانیزم حمایتی را فراهم می‌کنند، در شفاف‌سازی این مسأله تصمیم‌گیری برای ذینفعان پروژه مفید خواهند بود. در صورتی که دولت امکان و تمایل حمایت نقدی از بخش خصوصی را داشته باشد، شکل ۳-ب، که بزرگنمایی مکانیزم‌های ترکیبی شکل ۳-الف است، امکان مقایسه این دو مکانیزم ترکیبی را با هم، از منظر میزان تعهدات نقدی دولت و مقدار دوام مالی مستمر پروژه با دقت بهتری فراهم می‌کند.



شکل ۳: نتایج ارزیابی و مقایسه مکانیزم‌های حمایتی

۴-۲- نتایج تحلیل حساسیت

طبق نتایج شش مرحله شبیه‌سازی درآمدها در طیف خطای ۳۰- درصد تا ۳۰ درصد، برای متغیرهای «رشد سالانه درآمد» و «درآمد سال افتتاح پروژه»، حساسیت «مقدار تعهدات نقدی دولت» و «دوام مالی مستمر شرکت پروژه» به مقادیر دو خطای فوق بررسی شد. به دلیل تشابه ساختاری دو مکانیزم حمایتی ترکیبی ب و پ، حساسیت متغیرهای فوق به خطاهای پیش‌بینی درآمد در حالات اعطای این دو مکانیزم، مشابه و بسیار نزدیک به هم هستند. از این رو برای پرهیز از تکرار، به ارائه و بحث بر یافته‌های مربوط به تحلیل حساسیت متغیرهای مورد نظر در «مکانیزم مدت-منعطف (الف)» و «مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف با گارانتی درآمد مبتنی بر قانون (ب)» اکتفا شده‌است.

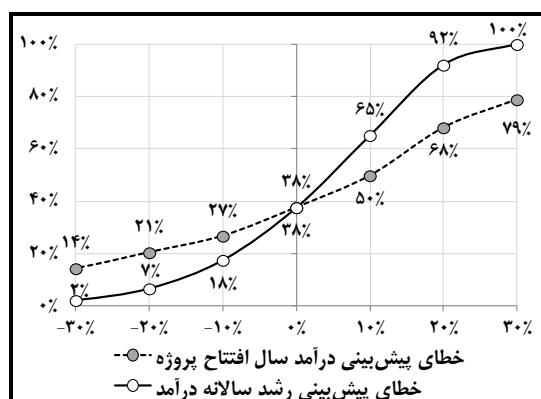
۴-۲-۱- نتایج تحلیل حساسیت مقدار تعهدات نقدی دولت نسبت به خطاهای پیش‌بینی درآمدهای بهره‌برداری

از میان دو مکانیزم مورد بررسی، دولت فقط در مکانیزم ترکیبی که ساختار آن شامل گارانتی درآمد است، پرداخت نقدی دارد. مقدار پرداخت‌های دولت در این مکانیزم، در صورت بروز هر مقدار از دو خطای فوق ارزیابی شد و نتایج آن طبق جدول ۵ به‌دست آمد. مشاهده می‌کنیم که اگر «درآمد سال افتتاح پروژه» و «رشد سالانه درآمد»، در ابتدا با خوش‌بینی، ۳۰ درصد بیشتر از واقعیت برآورد شده‌باشند، مقدار تعهدات نقدی دولت، با توجه به ساختار گارانتی درآمد در متن قانون به ترتیب ۲/۱ برابر و ۲/۷ برابر می‌شود و از ۱،۲۴۰ میلیارد ریال در حالت بدون خطا به ۲،۵۹۴ و ۳،۲۸۸ میلیارد ریال افزایش خواهد یافت.

جدول ۵: تعهدات نقدی دولت به موجب «مکانیزم حمایتی ترکیبی» طبق سطوح مختلف خطای پیش‌بینی درآمدها

مقادیر تعهدات نقدی دولت (میلیارد ریال) با توجه به مقدار خطا							متغیر مستقل
-۳۰٪	-۲۰٪	-۱۰٪	۰	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	
۴۷۴	۶۷۵	۸۸۲	۱،۲۴۰	۱،۶۴۱	۲،۲۴۳	۲،۵۹۴	خطای پیش‌بینی درآمد سال افتتاح پروژه
۷۴	۲۲۲	۵۸۰		۲،۱۴۵	۳،۰۲۸	۳،۲۸۸	خطای پیش‌بینی رشد سالانه درآمد

از بررسی شکل ۴، مشخص است که حساسیت مقدار پرداخت‌های احتمالی دولت در آینده به «خطای پیش‌بینی رشد سالانه درآمد»، بیشتر از حساسیت آن نسبت به «خطای پیش‌بینی درآمد سال افتتاح پروژه» است. نکته قابل توجه دیگر این است که حساسیت مقدار تعهدات نقدی به این دو خطا، برای خطاهای بیشتر از ۲۰ درصد، به شدت کاهش می‌یابد.



شکل ۴: حساسیت مقدار تعهدات نقدی دولت به موجب «مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد مندرج در قانون» به خطاهای پیش‌بینی درآمد

۴-۲-۲- نتایج تحلیل حساسیت مقدار دوام مالی پروژه نسبت به خطاهای پیش‌بینی درآمدهای بهره‌برداری

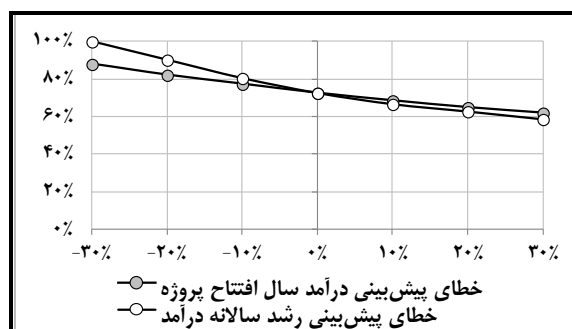
طبق بررسی طیف خطای ۳۰- درصد تا ۳۰ درصد، برای متغیرهای «رشد سالانه درآمد» و «درآمد سال افتتاح پروژه»، نتایج ارزیابی مقدار دوام مالی مستمر پروژه نیز در دو مکانیزم مورد بررسی طبق جدول ۶ به‌دست آمد. از یک سو، با افزایش خطای

پیش بینی خوشبینانه هر دو متغیر مؤثر در برآورد درآمدهای سالانه، در صورت اعطای مکانیزم مدت-منعطف به تنهایی، دوام مالی مستمر شرکت پروژه، به شدت کاهش می یابد و در بدترین حالت بررسی شده، با وجود خطای ۳۰ درصدی پیش بینی خوشبینانه رشد سالانه درآمد، دوام مالی مستمر پروژه تا ۰/۵۴ سقوط می کند. در حالی که، در مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف توأم با گارانتی درآمد، با حمایت های نقدی سالانه دولت، افت دوام مالی مستمر پروژه با شیب بسیار کمتری اتفاق می افتد و مقدار آن با خطای ۳۰ درصدی پیش بینی خوشبینانه رشد سالانه درآمد، در ۰/۹۲ کنترل می شود.

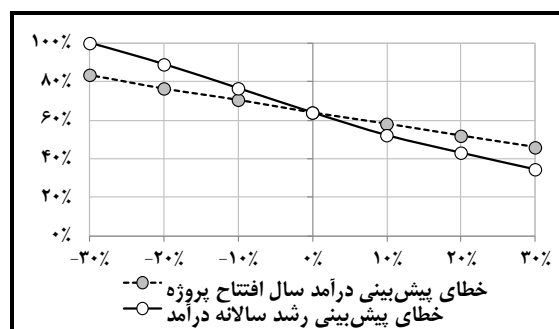
جدول ۶: دوام مالی مستمر طبق شاخص نسبت بازپرداخت بدهی، با توجه به سطوح مختلف خطاهای پیش بینی درآمد

مقادیر دوام مالی مستمر پروژه با توجه به مقدار خطا							مکانیزم	متغیر مستقل
-۳۰٪	-۲۰٪	-۱۰٪	۰	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪		
۱/۳۰	۱/۱۹	۱/۱۰	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۸۱	۰/۷۲	الف- مدت-منعطف	خطای پیش بینی درآمد
۱/۳۸	۱/۲۹	۱/۲۲	۱/۱۴	۱/۰۸	۱/۰۲	۰/۹۷	ب- ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد مندرج در قانون	سال افتتاح پروژه
۱/۵۶	۱/۳۹	۱/۱۹	۱/۰۰	۰/۸۱	۰/۶۷	۰/۵۴	الف- مدت-منعطف	خطای پیش بینی رشد
۱/۵۷	۱/۴۲	۱/۲۶	۱/۱۴	۱/۰۵	۰/۹۹	۰/۹۲	ب- ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد مندرج در قانون	سالانه درآمد

از بررسی حساسیت دوام مالی مستمر پروژه به خطاهای پیش بینی درآمد طبق نمودارهای شکل ۵، مشاهده می کنیم که اولاً، حساسیت دوام مالی پروژه به خطای پیش بینی رشد سالانه درآمد بیشتر از حساسیت آن به خطای پیش بینی درآمد سال افتتاح پروژه است. همچنین از مقایسه بخش های الف و ب در شکل ۵ مشاهده می شود که حساسیت دوام مالی پروژه به مقدار خطای پیش بینی هر دو متغیر مؤثر در برآورد درآمدهای سالانه، در مکانیزم حمایتی ترکیبی، بسیار کمتر از حساسیت دوام مالی پروژه به این خطاها در مکانیزم مدت-منعطف به تنهایی است و تا حد بسیاری کنترل شده است.



ب) مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد مندرج در قانون



الف) مکانیزم مدت-منعطف

شکل ۵: حساسیت دوام مالی مستمر پروژه (طبق شاخص نسبت بازپرداخت بدهی) به تغییرات خطاهای پیش بینی درآمد

۴-۲-۳- تفسیر نتایج تحلیل حساسیت

مطابق نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مقادیر «تعهدات نقدی احتمالی دولت» در دوران بهره برداری و «دوام مالی مستمر شرکت پروژه» در این سال ها نسبت به خطاهای پیش بینی اولیه درآمد پروژه، مشخص شد که اولاً، حساسیت متغیرهای فوق نسبت به «خطای پیش بینی رشد سالانه درآمد» بسیار بیشتر از حساسیت آن ها نسبت به «خطای پیش بینی درآمد سال افتتاح پروژه» است. از این رو انجام برآورد درستی از رشد سالانه درآمد در فرایند تعیین درآمدهای مینا در آغاز پروژه هم برای دولت و هم بخش خصوصی، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

نکته دومی که از بررسی نتایج می توان دریافت این است که در صورت اعطای مکانیزم حمایتی مدت-منعطف به تنهایی، حساسیت دوام مالی مستمر شرکت پروژه به خطاهای پیش بینی اولیه درآمد پروژه بسیار بالاست. به بیان دقیق تر در صورتی که تنها مکانیزم مدت-

منعطف برای حمایت از بخش خصوصی اعطا شود، برآورد اولیه توأم با خطای فاحش پیش‌بینی خوشبینانه درآمدها می‌تواند بخش خصوصی را در دوران بهره‌برداری با چالش‌های مالی جدی در تداوم بهره‌برداری از پروژه تا پایان مدت امتیاز روبرو کند. با اعطای مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد، حساسیت دوام مالی مستمر پروژه نسبت به خطاهای برآورد اولیه درآمد کاهش می‌یابد.

نکته سوم قابل توجه نیز کاهش شدید حساسیت مقدار تعهدات نقدی دولت به خطاهای پیش‌بینی اولیه درآمد، برای خطاهای بیشتر از ۲۰ درصد است. این کاهش، با توجه به ساختار سقف‌دار گارانتی درآمد تعریف‌شده در قانون، با کمک جدول ۷ قابل توضیح است.

جدول ۷: منطق کاهش حساسیت تعهدات نقدی به خطاهای بیشتر از ۲۰ درصد در پیش‌بینی درآمدهای سالانه مبنا

جهت خطا	مقدار درآمد	نسبت درآمد واقعی به درآمد مبنا	نتیجه
خطاهای بزرگ برآورد خوشبینانه متغیرهای مؤثر در پیش‌بینی درآمد	درآمدهای واقعی بسیار کمتر از پیش‌بینی	نسبت درآمد واقعی به درآمد مبنا پیش‌بینی شده، از آستانه‌ای که در ساختار گارانتی درآمد برای سقف حمایت‌های دولت تعیین شده است (۲۵ درصد) کمتر خواهد بود.	مقدار پرداخت‌های دولت به دلیل وجود سقف پرداخت، ثابت می‌ماند.
خطاهای بزرگ برآورد بدبینانه متغیرهای مؤثر در پیش‌بینی درآمد	درآمدهای واقعی بسیار بیشتر از پیش‌بینی	نسبت درآمد واقعی به درآمد پیش‌بینی شده در قرارداد، از آستانه‌ای که طبق ساختار گارانتی، شرکت پروژه را مستحق حمایت نقدی نشان دهد (۸۵ درصد) بیشتر خواهد شد.	به دلیل نبود حداقلی از کسری درآمد، حمایت نقدی به شرکت پروژه تعلق نمی‌گیرد.

از این رو می‌توان گفت که با توجه به کاهش شدید حساسیت مقدار تعهدات نقدی دولت به خطاهای بزرگتر از ۲۰ درصد در پیش‌بینی درآمد، با افزایش خطای برآورد، علیرغم افزایش شکاف بین درآمد واقعی و درآمدهای پیش‌بینی‌شده اولیه، مقدار تعهدات نقدی دولت به دلیل نزدیک شدن به سقف تعهدات حمایتی تغییر بسیار کمی خواهد کرد. به این ترتیب در پروژه نمونه، با برآورد مقدار تعهدات با وجود خطای ۳۰ درصدی، دولت می‌تواند از ابتدا، بیشترین مقدار پرداخت‌های احتمالی خود را صرف‌نظر از دقت پیش‌بینی اولیه درآمدها در قرارداد، تا حدی پیش‌بینی کند.

۵- بررسی اعتبار نتایج

صحت چگونگی ارزیابی مکانیزم‌های حمایت دولت از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد در این پژوهش، از دو جنبه (۱) صحت فرایند ارزیابی این مکانیزم‌ها و (۲) صحت نتایج ارزیابی حاصل، قابل بررسی است.

برای بررسی جنبه نخست، گفته شد که فرایند ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی این پژوهش از مدلسازی این مکانیزم‌ها بر پایه تئوری اختیارات انجام شده است. به بیان دقیق‌تر، مدلسازی درآمدهای احتمالی سال‌های بهره‌برداری پروژه به روش حرکت براونی هندسی و شبیه‌سازی مونت کارلو انجام شده است که در مطالعات متعددی مبنای مدلسازی درآمدهای پروژه‌ها و روش‌های مواجهه با ریسک درآمد قرار گرفته است [۱۲] [۱۳] [۳۵]. همچنین برای اعمال مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی این پژوهش بر درآمدهای شبیه‌سازی شده، شرایط اعطای حمایت‌های دولتی و مقادیر و نوع حمایت‌ها متکی بر الزامات مندرج در قوانین بالادستی پروژه‌های مورد مطالعه بوده است.^{۳۳}

جنبه دوم، به کسب اطمینان از درستی نتایج حاصل از مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی دولت از بخش خصوصی در مواجهه با ریسک درآمد با کمک اختیارات واقعی می‌پردازد. این بخش از اعتبارسنجی، صحت مقادیر پیش‌بینی‌شده پرداخت‌های حمایتی دولت به موجب هر مکانیزم حمایتی را که در نهایت به محاسبه شاخص‌های ارزش خالص فعلی تعهدات نقدی دولت و دوام مالی مستمر شرکت پروژه انجامیده است، مورد بررسی قرار می‌دهد. این موضوع که تاکنون مکانیزم‌های حمایتی مدت-منعطف و گارانتی درآمد به شکل ترکیبی و همزمان با هم در تحقیقات گذشته مدلسازی و ارزیابی نشده‌اند، گرچه نشان‌دهنده نوآوری و وجه تمایز این پژوهش است، ولی موجب محدودیت عدم امکان مقایسه نتایج آن با دیگر تحقیقات در حوزه مشابه می‌شود. از این رو، در این پژوهش از روش‌های دیگری که برای

^{۳۳} تبصره پنجم الحاقی و ماده ۴۹ آئین‌نامه اجرایی «قانون احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری از طریق مشارکت بانک‌ها و سایر منابع مالی و پولی کشور»

اعتبارسنجی چگونگی ارزیابی موضوعات با کمک تئوری اختیارات واقعی وجود دارد، استفاده شده است. به عنوان نمونه، مان، چندین شیوه صحت‌سنجی از جمله روش‌های «بررسی دامنه تئوریک اختیارات»^{۳۴} و «یکنواختی ارزش خالص فعلی متوالی»^{۳۵} را ارائه می‌کند [۴۲].

روش «بررسی دامنه تئوریک اختیارات»، آزمونی برای بررسی درستی نتایج تحلیل اختیارات واقعی است که به مبانی تئوری اختیارات رجوع می‌کند [۴۲]. مقدار پرداختی یک اختیار فروش برابر با $\max[0, K-S]$ است که K در آن بهای مبنا و S بهای جاری یا واقعی دارایی است [۱۷]. این روش بر این واقعیت تکیه می‌کند که از منظر ساختاری مقدار پرداختی حاصل از تحلیل اختیارات نمی‌تواند کمتر از صفر باشد که نشان‌دهنده عدم تحقق شرایط اعمال اختیار است. همچنین با توجه به اینکه بهای جاری یا واقعی دارایی مقداری نامنفی است، مقدار پرداختی همواره کمتر از بهای مبنای دارایی خواهد بود [۴۲]. با توجه به ساختار سقف‌دار اختیارات در مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی در این پژوهش، مقادیر پرداختی نه تنها باید از مقادیر بهای مبنای دارایی که درآمدهای مبنای اولیه برای سال‌های بهره‌برداری هستند کمتر باشد، بلکه باید از مؤلفه «سقف پرداختی» برای آن سال نیز کمتر باشد (روابط ۴ و ۵). به این ترتیب برای کسب اطمینان از قرار داشتن مقادیر پرداخت‌های احتمالی دولت به موجب هر مکانیزم حمایتی، در دامنه قابل قبول، از یک سو، مقدار پرداخت‌های دولت طی سال‌های بهره‌برداری، نباید کمتر از مقدار صفر که نشانه عدم وجود کسری درآمد پروژه نسبت به آستانه تعیین‌شده در ساختار مکانیزم حمایتی است، کمتر باشد. از سوی دیگر، با توجه به تعیین سقف پرداخت دولت در مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی، مقدار پرداخت‌ها، حتماً باید کمتر از سقف پرداخت‌های معین سالانه دولت باشد. این سقف پرداخت‌های حمایتی طبق ساختار مکانیزم‌های مورد بررسی و در صورتی که در دوران بهره‌برداری، هر ساله پروژه با درآمدی کمتر از ۲۵ درصد درآمد مبنای پیش‌بینی‌شده در قرارداد روبرو شود، در پروژه نمونه محاسبه و در ستون دوم جدول ۸ ارائه شده‌اند. همچنین مقدار پرداخت‌های حمایتی شبیه‌سازی شده دولت در سال‌های بهره‌برداری برای مکانیزم‌های مورد بررسی در طیف خوشبینانه، بیشترین احتمال و بدبینانه با سطح اطمینان ۹۰ درصد در جدول ۸ ارائه شده است. شکل ۶ نیز جایگاه مقادیر شبیه‌سازی شده پرداخت‌های سالانه حمایتی دولت را نسبت به دامنه قابل قبول سالانه نشان می‌دهد. به دلیل نزدیکی مقادیر حاصل برای مکانیزم‌های مورد بررسی و تشابه نمودارهای پرداختی، تنها به ارائه نمودار پرداختی مکانیزم ترکیبی گارانتی درآمد مبتنی بر قانون اکتفا شده است. مشاهده می‌شود که طیف مقادیر شبیه‌سازی شده پرداخت‌های سالانه دولت در مکانیزم‌های مورد بررسی طبق جدول ۸ و شکل ۶، در دامنه قابل قبول صفر و سقف تعهدات پرداخت حمایتی سالانه دولت قرار دارند.

جدول ۸: جایگاه مقادیر شبیه‌سازی شده پرداخت‌های سالانه دولت در مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی در دامنه قابل قبول پرداختی

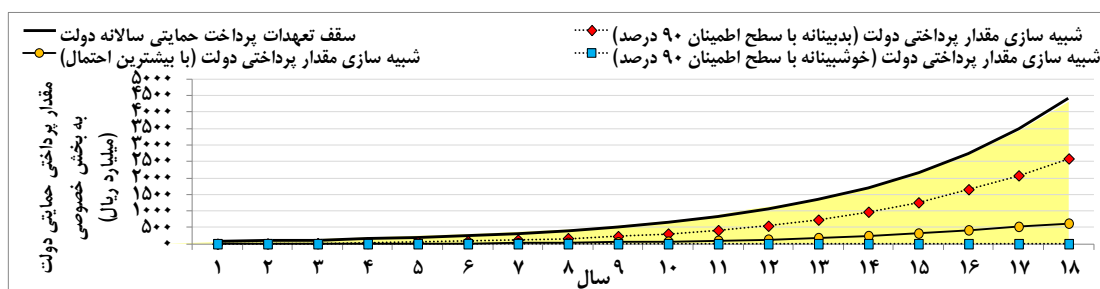
سال بهره‌برداری	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
سقف تعهدات پرداخت حمایتی سالانه دولت (میلیاردریال)	۷۶	۹۷	۱۲۲	۱۵۶	۱۹۸	۲۵۲	۳۲۰	۴۰۶	۵۱۶	۶۵۵	۸۲۲	۱۰۵۶	۱۳۴۲	۱۷۰۴	۲۱۱۶	۲۷۴۸	۳۴۹۰	۴۳۳۲
شبیه‌سازی مقدار پرداختی دولت به موجب مکانیزم گارانتی درآمد مبتنی بر قانون (میلیاردریال)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱	۲	۵	۹	۱۴	۲۱	۳۰	۴۲	۵۷	۷۹	۱۰۷	۱۴۲	۱۹۱	۲۵۴	۳۳۰	۴۲۸	۵۴۲	۶۸۱
شبیه‌سازی مقدار پرداختی دولت به موجب مکانیزم گارانتی درآمد پیشنهادی (میلیاردریال)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱	۲	۴	۸	۱۳	۱۹	۲۸	۳۹	۵۵	۷۶	۱۰۲	۱۳۷	۱۸۴	۲۴۵	۳۲۲	۴۱۹	۵۲۵	۶۳۲
خوشبینانه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بیشترین احتمال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بدبینانه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
خوشبینانه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بیشترین احتمال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بدبینانه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

آزمون دیگر بررسی قابلیت اتکای نتایج تحلیل اختیارات، روش «یکنواختی ارزش خالص فعلی متوالی» است [۴۲] که طبق آن اگر پیش‌بینی جریان نقدی حاصل از تحلیل اختیارات واقعی درست انجام شده باشد، آنگاه نمودار ارزش خالص فعلی متوالی جریان نقدی از منظر تئوریک باید هموار، یکنواخت و عاری از تغییرات ناگهانی باشد. مقدار نمودار ارزش خالص فعلی متوالی برای هر سال، از مجموع ارزش خالص فعلی پرداختی‌های اختیار برای تمام سال‌های مورد بررسی منهای مقدار ارزش خالص فعلی پرداختی اختیار برای آن سال به دست می‌آید [۴۲]. بر مبنای نتایج مدلسازی و تحلیل مکانیزم‌های حمایتی ترکیبی مورد بررسی این پژوهش با کمک اختیارات سقف‌دار و

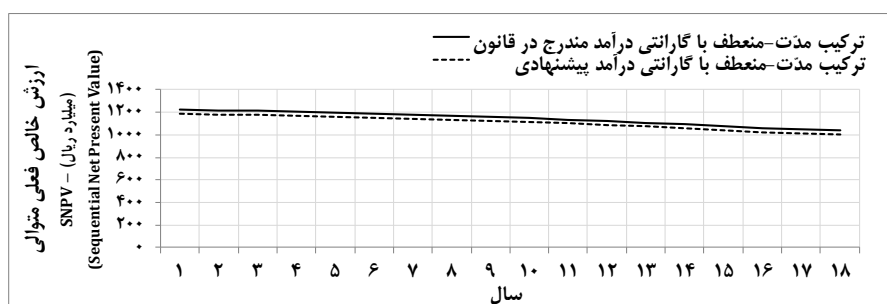
³⁴ Theoretical Ranges for Options

³⁵ Sequential Net Present Value Consistency

بامانع، نمودارهای ارزش خالص فعلی متوالی مقادیر پرداختی این دو مکانیزم در شکل ۷ ترسیم شده‌اند. نمودارهای هموار و بدون افت و خیز حاصل که در این شکل ارائه شده‌اند، اعتبار تحلیل انجام شده بر پایهٔ اختیارات واقعی را به خوبی نشان می‌دهد.



شکل ۶: جایگاه مقادیر شبیه‌سازی شدهٔ پرداخت‌های سالانهٔ دولت در مکانیزم‌های حمایتی مورد بررسی در دامنهٔ قابل قبول پرداختی



شکل ۷: نمودار ارزش خالص فعلی متوالی مقادیر پرداختی به موجب مکانیزم‌های حمایتی ترکیبی مورد بررسی

۶- نتیجه‌گیری

در مواجهه با ریسک مهم درآمد در پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی راه طی بهره‌برداری، حمایت حیاتی دولت از بخش خصوصی می‌تواند با انواع مختلفی از مکانیزم‌های «نقدی» یا «غیرنقدی» انجام شود. در پروژه‌های آزادراهی کشورمان، طبق قانون دو مکانیزم حمایتی مدت-منعطف و گارانتی درآمد به موازات هم پیش‌بینی شده‌اند. ارزیابی این حمایت‌ها در پروژه‌ها پیش از اعطاء، جهت کسب اطمینان از ایجاد جذابیت و امنیت سرمایه‌گذاری برای بخش خصوصی در کنار پرهیز از تحمیل تعهدات نقدی افراطی بر دوش دولت، ضروری است. این اقدام که با چالش در نظر گرفتن عدم قطعیت درآمدها در آیندهٔ بهره‌برداری همراه است، در مطالعات گذشته، به وسعت با الگوی اختیارات واقعی انجام شده‌است. وجه تمایز مهم این پژوهش با این مطالعات، مدل‌سازی «ترکیب مکانیزم‌های حمایتی مدت-منعطف و گارانتی درآمد»، با کمک تئوری اختیارات و ارزیابی اثرات این دو مکانیزم به موازات هم بر شرکت پروژه و دولت است. همچنین با عبور از الگوی متداول «اختیار فروش استاندارد»، مکانیزم گارانتی درآمد دیگری مبتنی بر «اختیار فروش با مانع» در ترکیب با روش مدت-منعطف، مدل‌سازی و پیشنهاد شده‌است. در مکانیزم پیشنهادی برای تعیین ضرورت حمایت نقدی دولت در هر سال، با تکیه بر ویژگی وابستگی به مسیر در اختیار با مانع، به سوابق درآمدزایی پروژه توجه می‌شود.

در این پژوهش، با کمک تئوری اختیارات، در صورت اعطای هر یک از مکانیزم‌های حمایتی «مدت-منعطف» به تنهایی، «مدت-منعطف» در ترکیب با گارانتی درآمد طبق قانون» و «مدت-منعطف» در ترکیب با گارانتی درآمد پیشنهادی»، پیامد ریسک درآمد بر دولت و شرکت پروژه سنجیده‌شد. با اعطای این مکانیزم‌ها، به دلیل انعطاف مدت امتیاز بهره‌برداری تا بازگشت سود و سرمایه شرکت پروژه، پیامد ریسک درآمد بر سودآوری نهایی شرکت پروژه حذف می‌شود. در عین حال، ریسک درآمد می‌تواند در برخی سال‌های بهره‌برداری باعث عدم کفایت جریان نقدی ورودی پروژه در آن سال و عدم تداوم پروژه تا پایان مدت امتیاز شود. از این رو در این پژوهش برای سنجش پیامد ریسک درآمد بر شرکت پروژه با وجود هر مکانیزم حمایتی، تنها بر جنبه «دوام مالی مستمر پروژه»، تمرکز شده‌است. پیامد ریسک درآمد بر دولت نیز با وجود هر مکانیزم حمایتی، طبق مجموع ارزش خالص فعلی پرداخت‌های حمایتی در آن مکانیزم سنجیده شده‌است.

طبق یافته‌ها، دوام مالی مستمر پروژه که با اعطای مکانیزم مدت-منعطف به تنهایی در مرز خطر قرار دارد، در صورت اعطای مکانیزم‌های ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد، بهبود پیدا کرده‌است. این بهبود به قیمت حمایت‌های نقدی دولت در مکانیزم‌های ترکیبی تمام شده‌است. با اعطای «مکانیزم ترکیبی مدت-منعطف و گارانتی درآمد پیشنهادی» در پروژه نمونه مورد بررسی، دولت می‌تواند سه درصد در مقدار تعهدات حمایتی نقدی خود نسبت به «اعطای گارانتی درآمد مبتنی بر قانون»، صرفه‌جویی کند. با مقایسه مقدار تعهدات نقدی و دوام مالی مستمر پروژه در مکانیزم‌های حمایتی، دولت می‌تواند طبق اولویت‌هایش مکانیزم مطلوبی که ضمن ایجاد امنیت مالی برای شرکت پروژه از نظر مقدار تعهدات نقدی برای دولت قابل قبول باشد، انتخاب کند. مکانیزم پیشنهادی برای تعیین ضرورت حمایت‌های نقدی دولت، فرصت بررسی دقیق‌تری از شرایط مالی پروژه‌ها طبق سوابق درآمدزایی آن‌ها در دوران بهره‌برداری برای دولت فراهم و هزینه‌های سالانه بخش عمومی را کاهش دهد. با چنین مکانیزم‌هایی، با توجه به تعدد آزاردهنده‌های در حال بهره‌برداری و مبالغ هنگفت مجموع تعهدات احتمالی دولت در گارانتی درآمد این پروژه‌ها، صرفه‌جویی چشمگیری در تعهدات نقدی دولت قابل اعمال است. علاوه بر شرایطی که اولاً، پیامد ریسک درآمد بر افت «سودآوری نهایی شرکت پروژه» با روش حمایتی مدت-منعطف در مکانیزم ترکیبی مورد نظر پوشش یافته‌است، و همچنین دولت با محدودیت‌هایی در تأمین بودجه حمایت از پروژه‌ها در برابر ریسک درآمد مواجه است، با چنین مکانیزم‌هایی می‌توان حمایت‌های نقدی را به پروژه‌هایی که با مشکلات جدی‌تری در دوام مالی مستمر روبرو هستند و ضرورت بیشتری برای حمایت از آن‌ها وجود دارد، هدایت کرد.

در سیستم مشارکت عمومی-خصوصی، پروژه‌های بزرگ‌راهی با پیش‌بینی درآمد اولیه‌ای به بخش خصوصی واگذار می‌شوند. درآمدهای پیش‌بینی شده دوران بهره‌برداری منبع تأمین هزینه‌ها و بازپرداخت بدهی‌های شرکت پروژه است و اگر مقدار واقعی آن‌ها کمتر از پیش‌بینی اولیه باشد، دوام مالی پروژه را کاهش می‌دهد و حتی ممکن است شرکت پروژه را با ورشکستگی روبرو کند [۲۶]. با توجه به نقش مهم مقدار درآمدهای مبنای برآوردشده در آغاز، بر تصمیمات و تعهدات ذینفعان یک پروژه مشارکت عمومی-خصوصی، در ارزیابی مکانیزم‌های حمایتی پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی، تحلیل حساسیت الف) دوام مالی شرکت پروژه طی بهره‌برداری و ب) مقدار تعهدات نقدی دولت در مکانیزم‌های حمایتی نقدی، نسبت به خطاهای پیش‌بینی درآمدهای مبنای در زمان قرارداد انجام شد. یافته‌ها نشان می‌دهند که حساسیت پرداخت‌های نقدی دولت و دوام مالی پروژه نسبت به «خطای پیش‌بینی رشد سالانه درآمد» بیشتر از «خطای پیش‌بینی درآمد سال افتتاح پروژه» است. از این رو، در فرایند برآورد درآمدها در ابتدای پروژه، افزایش دقت پیش‌بینی رشد درآمد سالانه اهمیت بسیاری دارد. حساسیت دوام مالی پروژه به خطاهای پیش‌بینی درآمد در مکانیزم حمایتی ترکیبی مدت-منعطف با گارانتی درآمد که در آن پتانسیل حمایت‌های نقدی از شرکت پروژه وجود دارد، به مراتب کمتر از مکانیزم مدت منعطف به تنهایی است. از این رو دوام مالی پروژه نسبت به این خطاها، در مکانیزم مدت-منعطف بسیار آسیب‌پذیرتر از مکانیزم حمایتی ترکیبی است. به دلیل ساختار گارانتی سقف‌دار در مکانیزم حمایتی مورد بررسی، حساسیت پرداخت‌های دولت در مکانیزم ترکیبی به بیش از مقدار معینی خطا در برآورد درآمدها، به شدت کاهش می‌یابد. با توجه به این کاهش، دولت می‌تواند از ابتدا حداکثر مقدار تعهدات خود را فارغ از هر اندازه خطایی در برآورد درآمدها، پیش‌بینی کند.

روش این پژوهش در مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی دولت از شرکت‌های پروژه در مقابل ریسک درآمد پروژه‌ها، با کمک مفاهیم اختیارات واقعی، رویکردی روشن، قابل اتکاء و انعطاف‌پذیر است. با توجه به این ویژگی‌ها، امکان طراحی مکانیزم‌های مطلوب قابل بررسی، و ارزیابی و مقایسه آن‌ها با هم از طریق تعدیل مکانیزم گارانتی درآمد پیشنهادی، با تغییر پارامترهای «آستانه درآمد مشمول گارانتی»، «سقف پرداخت‌های سالانه دولت» و «دامنه زمانی بررسی سوابق درآمدزایی برای تعیین ضرورت حمایت نقدی از پروژه»، با توجه به شرایط و اولویت‌های ذینفعان پروژه قابل انجام است. دستاوردهای مدلسازی مکانیزم‌های حمایتی ترکیبی که در این پژوهش با روش اختیارات واقعی انجام شد، می‌تواند در تحقیقات آینده در زمینه ارزیابی این مکانیزم‌ها با سایر روش‌های مدلسازی، مبنای مقایسه نتایج قرار گیرد.

مراجع

[1] Singh, A., Shrivastava, P., & Kambekar, A. R. (2019). Financial Risk Assessment of Public Private Partnership Project. Sustainable Infrastructure Development & Management (SIDM), 20109. doi:10.2139/ssrn.3369415

- [2] Makkiabadi, S. R., Behnia, K., Akbari, A. (2014). Identification and Assessment of Critical Risks in High Speed Rail Projects Via Public Private Partnership in Developing Countries. *Journal of Structural and Construction Engineering*, 1(1), 5-18.
- [3] Mirmoezzi, S.M.M, Sobhiyah, M. H. (2019). Identifying and Explaining the Effecting Factors in Environmental Complexity of Public Private Partnership Projects Case Study: Freeway Partnership Contracts of Iran. *Journal of Structural and Construction Engineering*. doi: 10.22065/jsce.2019.183385.1847
- [4] De Marco, A., & Mangano, G. (2017). Risk factors influencing the debt leverage of project financing initiatives in the energy industry. *International Journal of Energy Sector Management*, 11(3), 444-462. doi:10.1108/ijesm-02-2017-0006
- [5] Jeerangsuwan, T., Said, H., Kandil, A., & Ukkusuri, S. (2013). Financial evaluation for toll road projects considering traffic volume and serviceability interactions. *Journal of Infrastructure Systems*, 20(3), 04014012. doi:10.1061/(asce)is.1943-555x.0000175
- [6] Rouhani, O. M., Geddes, R. R., Do, W., Gao, H. O., & Beheshtian, A. (2018). Revenue-risk-sharing approaches for public-private partnership provision of highway facilities. *Case Studies on Transport Policy*, 6(4), 439-448. doi:10.1016/j.cstp.2018.04.003
- [7] Jiang, Y. (2017). Selection of PPP Projects in China Based on Government Guarantees and Fiscal Risk Control. *International journal of financial research*, 8(1), 99-111. doi:10.5430/ijfr.v8n1p99
- [8] Carpintero, S., Vassallo, J. M., & Soliño, A. S. (2013). Dealing with traffic risk in Latin American toll roads. *Journal of Management in Engineering*, 31(2), 05014016. doi:10.1061/(asce)me.1943-5479.0000266
- [9] Seethepalli, K. (2016). Financial Viability Support: Global Efforts to Help Create Commercially Viable PPPs. The World Bank Group, Available at: <https://www.github.org/resources/publications/financial-viability-support-global-efforts-to-create-commercially-viable-ppps/> [Accessed 10. 06. 2019]
- [10] Wang, Y., Cui, P., & Liu, J. (2018). Analysis of the risk-sharing ratio in PPP projects based on government minimum revenue guarantees. *International Journal of Project Management*, 36(6), 899-909. doi:10.1016/j.ijproman.2018.01.007
- [11] Zapata Quimbayo, C. A., Mejía Vega, C. A., & Marques, N. L. (2019). Minimum revenue guarantees valuation in PPP projects under a mean reverting process. *Construction Management and Economics*, 37(3), 121-138. doi:10.1080/01446193.2018.1500024
- [12] Carbonara, N., & Pellegrino, R. (2018). Revenue guarantee in public-private partnerships: a win-win model. *Construction management and economics*, 36(10), 584-598. doi:10.1080/01446193.2018.1467028
- [13] Buyukyoran, F., & Gundes, S. (2018). Optimized real options-based approach for government guarantees in PPP toll road projects. *Construction management and economics*, 36(4), 203-216. doi:10.1080/01446193.2017.1347267
- [14] Chen, Q., Shen, G., Xue, F., & Xia, B. (2017). Real options model of toll-adjustment mechanism in concession contracts of toll road projects. *Journal of Management in Engineering*, 34(1), 04017040. doi:10.1061/(asce)me.1943-5479.0000558
- [15] Power, G. J., Burris, M., Vadali, S., & Vedenov, D. (2016). Valuation of strategic options in public-private partnerships. *Transportation research part A: policy and practice*, 90, 50-68. doi:10.1016/j.tra.2016.05.015
- [16] Garvin, M. J., & Ford, D. N. (2012). Real options in infrastructure projects: theory, practice and prospects. *Engineering Project Organization Journal*, 2(1-2), 97-108. doi:10.1080/21573727.2011.632096
- [17] Broadie, M., & Detemple, J. B. (2004). Anniversary article: Option pricing: Valuation models and applications. *Management science*, 50(9), 1145-1177. doi:10.1287/mnsc.1040.0275
- [18] Nguyen, A., Mollik, A., & Chih, Y. Y. (2018). Managing Critical Risks Affecting the Financial Viability of Public-Private Partnership Projects: Case Study of Toll Road Projects in Vietnam. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(12), 05018014. doi:10.1061/(asce)co.1943-7862.0001571
- [19] Farquharson, E., Torres de Mästle, C., & Yescombe, E. R. (2011). How to engage with the private sector in public-private partnerships in emerging markets. Washington DC: The World Bank, 66-67. doi: 10.1596/978-0-8213-7863-2
- [20] Galera, A. L. L., & Soliño, A. S. (2010). A real options approach for the valuation of highway concessions. *Transportation Science*, 44(3), 416-427. doi:10.1287/trsc.1090.0299
- [21] Liu, T., Bennon, M., Garvin, M. J., & Wang, S. (2017). Sharing the big risk: assessment framework for revenue risk sharing mechanisms in transportation public-private partnerships. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(12), 04017086. doi:10.1061/(asce)co.1943-7862.0001397
- [22] Hawas, F., & Cifuentes, A. (2017). Valuation of projects with minimum revenue guarantees: A Gaussian copula-based simulation approach. *The engineering economist*, 62(1), 90-102. doi: 10.1080/0013791x.2016.1153178
- [23] Chiara, N., & Kokkaew, N. (2013). Alternative to government revenue guarantees: Dynamic revenue insurance contracts. *Journal of infrastructure systems*, 19(3), 287-296. doi:10.1061/(asce)is.1943-555x.0000145

- [24] Feng, Z., Zhang, S. B., & Gao, Y. (2015). Modeling the impact of government guarantees on toll charge, road quality and capacity for Build-Operate-Transfer (BOT) road projects. *Transportation research part A: policy and practice*, 78, 54-67. doi:10.1016/j.tra.2015.05.006
- [25] Carbonara, N., Costantino, N., Gunnigan, L., & Pellegrino, R. (2015). Risk management in motorway PPP projects: empirical-based guidelines. *Transport reviews*, 35(2), 162-182. doi:10.1080/01441647.2015.1012696
- [26] Iyer, K. C., & Sagheer, M. (2011). A real options based traffic risk mitigation model for build-operate-transfer highway projects in India. *Construction management and economics*, 29(8), 771-779. doi:10.1080/01446193.2011.597412
- [27] Brandão, L. E., Bastian-Pinto, C., Gomes, L. L., & Labes, M. (2012). Government supports in public-private partnership contracts: Metro Line 4 of the Sao Paulo Subway System. *Journal of Infrastructure Systems*, 18(3), 218-225. doi:10.1061/(asce)is.1943-555x.0000095
- [28] Wang, Y. (2015). Evolution of public-private partnership models in American toll road development: Learning based on public institutions' risk management. *International Journal of Project Management*, 33(3), 684-696. doi:10.1016/j.ijproman.2014.10.006
- [29] Mirzadeh, I., & Birgisson, B. (2015). Evaluation of highway projects under government support mechanisms based on an option-pricing framework. *Journal of construction engineering and management*, 142(4), 04015094. doi:10.1061/(asce)co.1943-7862.0001079
- [30] Hatefi, S. M., Heidari, A. (2019). Evaluating construction projects based on the risk factors by using an integrated fuzzy AHP and fuzzy VIKOR model [Special issue]. *Journal of Structural and Construction Engineering*, 5(4), 156-175. doi: 10.22065/jsce.2017.89816.1238
- [31] De Marco, A., & Mangano, G. (2012). Risk and value in privately financed health care projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(8), 918-926. doi:10.1061/(asce)co.1943-7862.0000660
- [32] Pellegrino, R., Vajdic, N., & Carbonara, N. (2013). Real option theory for risk mitigation in transport PPPs. Built environment project and asset management. doi: 10.1108/BEPAM-05-2012-0027
- [33] Nguyen, D. A., Garvin, M. J., Ford, D. N., Kumar, R., & Taylor, J. E. (2017). Improving Public-Private Partnership Contracts through Risk Characterization, Contract Mechanisms, and Flexibility. Doctoral dissertation. Blacksburg: Virginia Tech.
- [34] Kokkaew, N., & Chiara, N. (2013). A modeling government revenue guarantees in privately built transportation projects: a risk-adjusted approach. *Transport*, 28(2), 186-192. doi:10.3846/16484142.2013.803262
- [35] Ma, G., Du, Q., & Wang, K. (2018). A concession period and price determination model for PPP projects: Based on real options and risk allocation. *Sustainability*, 10(3), 706.
- [36] Carbonara, N., Costantino, N., & Pellegrino, R. (2014). Concession period for PPPs: A win-win model for a fair risk sharing. *International Journal of Project Management*, 32(7), 1223-1232. doi:10.1016/j.ijproman.2014.01.007
- [37] Shan, L., Garvin, M. J., & Kumar, R. (2010). Collar options to manage revenue risks in real toll public-private partnership transportation projects. *Construction management and economics*, 28(10), 1057-1069. doi:10.1080/01446193.2010.506645
- [38] Chiara, N., Garvin, M. J., & Vecer, J. (2007). Valuing Simple Multiple-Exercise Real Options in Infrastructure Projects. *Journal of Infrastructure Systems*, 13(2), 97-104. doi:10.1061/(asce)1076-0342(2007)13:2(97)
- [39] Zhang, X. (2009). Win-win concession period determination methodology. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(6), 550-558. doi:10.1061/(asce)co.1943-7862.0000012
- [40] Hong, Y., Lee, S., & Li, T. (2015). Numerical method of pricing discretely monitored Barrier option. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 278, 149-161. doi:10.1016/j.cam.2014.08.022
- [41] Zhang, X. (2005). Financial viability analysis and capital structure optimization in privatized public infrastructure projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(6), 656-668. doi:10.1061/(asce)0733-9364(2005)131:6(656)
- [42] Mun, J. (2002). *Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investments and decisions*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 197-198, 220-222.
- [43] Liu, J., & Cheah, C. Y. (2009). Real option application in PPP/PFI project negotiation. *Construction management and economics*, 27(4), 331-342. doi:10.1080/01446190902807071