12th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2016)

Iran Institute of Industrial

Kharazmi University

12th International Conference on Industrial Engineering

تعیین دوره امتیاز در قراردادهای PPP با استفاده از سیستم‌های پویا

علیرضا شرفی[a]، محسن صادق عمل‌نیک[b]

[a] دانشجوی دکتری مهندسی صنایع – پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

[b] دانشیار دانشکده مهندسی صنایع – پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

نویسنده مسئول: محسن صادق عمل‌نیک (amalnick@ut.ac.ir)

چکیده

طی دو دهه اخیر، مشارکت دولت و بخش خصوصی (PPP) در انجام پروژه‌های زیربنایی گسترش یافته است؛ زیرا از طرفی دانش و تخصص بخش خصوصی را جذب کرده و از طرف دیگر حجم سرمایه‌گذاری مورد نیاز دولت را کاهش می‌دهد. در آن‌گونه از قراردادهای PPP که با اعطای دوره امتیاز همراه است، تعیین دقیق طول دوره یکی از عوامل مهم در حیات و موفقیت پروژه است. اما ماهیت بلند مدت این‌گونه پروژه‌ها و وجود عوامل مختلف با اثرگذاری متقابل و عدم قطعیت در مقادیر آن‌ها، این مهم را با مشکل مواجه می‌سازد. در این مقاله بر پایه یک سیستم پویا مدلی به منظور تعیین نقطه بازگشت سرمایه و طول دوره انحصار ارائه شده، که توانایی تحلیل فاکتورهای مختلف با درجات متفاوتی از ریسک و اثربخشی متقابل را داراست. هم‌چنین اعتبارسنجی روش پیشنهادی در یک پروژه واقعی حمل و نقل شهری مورد ارزیابی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: مشارکت دولت و بخش خصوصی (PPP[1])؛ دوره امتیاز[2]؛ سیستم پویا[3]؛ حمل و نقل شهری

1. مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل رشد و توسعه کشورها در شرایط کنونی، تمرکز بر زیرساخت‌ها و اجرای هر چه سریع‌تر پروژه‌های زیربنایی است. این نیازمندی‌ها در کشورهای در حال توسعه اغلب در بخش‌هایی مثل آب، برق، انرژی و جاده و در کشورهای صنعتی به منظور ارائه هر چه بهتر خدمات دولتی شامل آموزش و بهداشت دیده می‌شوند [1]. اما ویژگی‌هایی هم‌چون زمان اجرایی بلند مدت، حجم سرمایه‌گذاری بسیار زیاد، پیچیدگی فنی و مالی و عدم وجود برآورد مناسب از مقادیر پارامترهای تاثیرگذار اجرای آن‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد [2]. این ویژگی‌ها دولت‌ها را ملزم می‌سازد تا از روش‌های نوینی برای اجرای این پروژه استفاده نمایند. یکی از این روش‌ها، مشارکت دولتی- خصوصی (PPP) برای انجام پروژه‌های زیر بنایی و تأمین مالی تسهیلات دولتی است و گرایش به آن به صورت فزاینده گسترش یافته است [3]. این ابتکار ابتدا در اوایل دهه 1980 در بخش‌های حمل و نقل کشور انگلستان ایجاد شد و هم اکنون PPP در کشورهای توسعه یافته مثل انگلستان و آلمان و هم‌چنین در کشورهای در حال توسعه خصوصا در حوزه آمریکای لاتین فراوان به چشم می‌خورد [4].

قراردادهای PPP طیف وسیعی از همکاری‌های دولت و بخش خصوصی را شامل می‌شوند و بر اساس نوع قرارداد، نوع مالکیت، روش تامین مالی و تقسیم ریسک، به دسته‌های مختلفی قابل تقسیم می‌باشند. جدول 1 پنج گروه اصلی پروژه‌های PPP را بیان می‌کند. در این جدول هرچه از بالا به سمت پایین حرکت می‌کنیم، به میزان اختیار و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی افزوده می‌شود. از میان روش‌های ذکر شده در جدول 1، BOT، BTO ، BROT و BOOT جزء روش‌های اعطای دوره امتیاز هستند. در این روش‌ها دولت به منظور بازگشت سرمایه بخش خصوصی، حق بهره‌برداری از منافع پروژه را برای دوره‌ای مشخص و به صورت انحصاری به بخش خصوصی واگذار می‌کند.

عوامل مختلفی در موفقیت قراردادهای ذکر شده موثر است. علاوه بر محدوده پروژه و ویژگی‌های فنی که در تمام پروژه‌های مشارکتی مشترک هستند، سطح مطلوب خدمت‌دهی (درپروژه‌های خدماتی)، حجم تولیدی (در پروژه‌های تولیدی) و هزینه ارائه خدمات (مانند هزینه عوارض در یک پروژه احداث جاده) از

[1] Public-Private Partnership
[2] Concession Period
[3] System Dynamics

جمله مهم‌ترین عوامل هستند [5]. تعیین طول دوره بهره‌برداری (امتیاز) نیز یکی از مهم‌ترین بندهای این پروژه‌ها است که از آن به عنوان قلب قرارداد یاد شده و تاثیر قابل توجهی در حیاط مالی و اجرای موفق آن‌ها دارد [6]. پیش از اجرای این پروژه‌ها و در فرآیند مذاکره، هزینه‌ها و درآمدهای متصور در طول دوره ساخت و بهره‌برداری آن محاسبه شده و بر اساس آن مدت دوره انحصار بین دولت و بخش خصوصی تعیین می‌شود. تعیین طول دوره امتیاز جزء تصمیم‌گیری-های پیچیده بوده و می‌تواند منشا بسیاری از اختلافات آتی باشد. تعیین منطقی این بازه، ضمن ایجاد یک رابطه برد- برد بین دو طرف، دستیابی به عواید مناسب را برای آن‌ها تضمین می‌کند [7].

جدول 1 : انواع روش‌های PPP با توجه به نوع مالکیت، تامین سرمایه، پذیرش ریسک و مدت قرارداد

گروه	روش‌های اصلی گروه	مالکیت	تامین سرمایه	پذیرش ریسک	طول قرارداد
مدیریت تامین و مدیریت قرارداد	برون‌سپاری	دولتی	دولتی	دولتی	1-3
	مدیریت عملیات	دولتی	دولتی	دولتی	3-5
	مدیریت نگهداری	دولتی	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	3-5
اجاره	Built- Lease-transfer (BLT)	دولتی	دولتی	دولتی/خصوصی	5-20
اعطای امتیاز	Built- Transfer- Operate (BOT)	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	15-30
	Built- Transfer- Operate (BTO)	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	15-30
	Build-Operate-Own-Transfer (BOOT)	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	15-30
	Build-Rent-Own-Transfer (BROT)	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	دولتی/خصوصی	15-30
سرمایه گذاری و مالکیت خصوصی	Private Finance Initiative (PFI)	دولتی/خصوصی	خصوصی	دولتی/خصوصی	10-20
	Build- Own- Operate (BOO)	خصوصی	خصوصی	خصوصی	نامحدود
	Design-Build-Finance-Operate (DBFO)	خصوصی	خصوصی	خصوصی	نامحدود

برخی از پارامترهای مورد نیاز برای تعیین دوره امتیاز مانند سرمایه‌گذاری کلی پروژه، هزینه‌های عملیاتی، بهره وام و ... کمی است، در حالی‌که سایر پارامترها هم‌چون میزان حمایت دولت و تاثیر سطح رقابت در پروژه کیفی هستند. وجود دو عامل وابستگی داخلی و فاکتور ریسک در این متغیرها، باعث ایجاد پیچیدگی در تعیین جواب بهینه می‌شود. به منظور برآورد هزینه-درآمد و تعیین طول دوره انحصار، تعدادی از محققیق روش‌هایی را پیشنهاد داده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها در جدول 2 ارائه شده است.

جدول 2 : مهم‌ترین مطالعات صورت گرفته در خصوص تعیین طول دوره انحصار در قراردادهای PPP

نویسندگان	سال انتشار	مدل استفاده شده	مطالعه موردی
Ngee et al.	1997	مدل رگرسیون خطی چندگانه	ساخت نیروگاه برق در آسیا
Shen et al.	2002	NPV	پل Dong-Fang در هنگ‌کنگ
Ye and Tiong	2003	NPV و شبیه سازی مونت کارلو	نیروگاه Laibin B در چین
Shen and Wu	2005	NPV و شبیه سازی مونت کارلو	پل Dong-Fang در هنگ‌کنگ
Huang and Chou	2006	رویکرد پروژه‌های حقیقی مشابه[1]	قطار سریع تایوان
Shen et al.	2007	نظریه بازی‌ها و چانه زنی	پل Dong-Fang چین
Subprasom and Chen	2007	الگوریتم ژنتیک	بزرگراه شهری در منطقه Pearl River Delta چین
Ng et al.	2007	شبیه سازی فازی	مثال فرضی
Zhang	2009	روش مسیر بحرانی و شبیه سازی مونت کارلو	5 پروژه تونل در هنگ کنگ
Xu et al.	2012	سیستم پویا با در نظر گرفتن فاکتورهای ریسک	کمربندی شهر Nanjing چین
Nasirzadeh et al.	2014	منطق فازی و موازنه بین عوارض و طول دوره	بزرگراهی با هزینه 130 میلیون دلار

به صورت کلی، روش‌های ارائه شده برای تعیین طول دوره انحصار را می‌توان در 5 دسته تقسیم بندی نمود. اولین و ساده ترین روش، محاسبه NPV کل پروژه

[1] real option approach

و تعیین نقطه سربه سر است. این روش علی‌رغم کاربردی بودن، توانایی تحلیل نوسانات و عدم قطعیت پارامترها را ندارد. برخی از محققین به عنوان دومین روش، استفاده از مدل‌های تئوری احتمال را برای بررسی عدم قطعیت پیشنهاد دادند، اما با توجه به کمبود داده‌های تاریخی در اکثر پروژه‌های PPP، این مدل‌ها قابلیت بهره‌برداری در فضای واقعی را ندارند. سومین روش پیشنهادی، روش مونت‌کارلو بود که با توجه به بار محاسباتی زیاد و فرض وجود وابستگی میان تمام متغیرها، روش مناسبی برای این منظور نیست [18]. استفاده از پروژه‌های واقعی مشابه یکی دیگر از روش‌های پیشنهادی است و رویکرد جدیدی از تصمیم-گیری در شرایط عدم قطعیت را ایجاد می‌کند، اما مشکل پیدا کردن پروژه‌های مشابه و تعیین فاکتورهای کلیدی برای پروژه تحت بررسی را با خود همراه دارد. پنجمین و آخرین گروه از روش‌های پیشنهادی، استفاده از سیستم فازی و روش‌های فراابتکاری است و بیشتر به منظور انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های موجود با توجه به توابع هدف مختلف و بعضاً متضاد میان طرفین قرارداد کاربرد دارد.

بر پایه مرور ادبیات انجام شده، روشی سیستماتیک که بتواند انواع متغیرهای تاثیرگذار را به همراه وابستگی‌های متقابل بین آن‌ها مدل نموده و فاکتورهای مختلف ریسک را در نظر بگیرد، یافت نشد. این پژوهش با استفاده از سیستم‌های پویا، روابط علت و معلولی را میان پارامترهای مختلف درآمدی و هزینه‌ای ایجاد می‌کند. به علاوه رویکرد پیشنهادی فاکتورهای مختلف ریسک را در نظر گرفته و امکان انجام تحلیل حساسیت را برای جواب نهایی مهیا می‌سازد.

2. مدل‌سازی مساله تعیین دوره انحصار

1.2. معرفی پارامترها

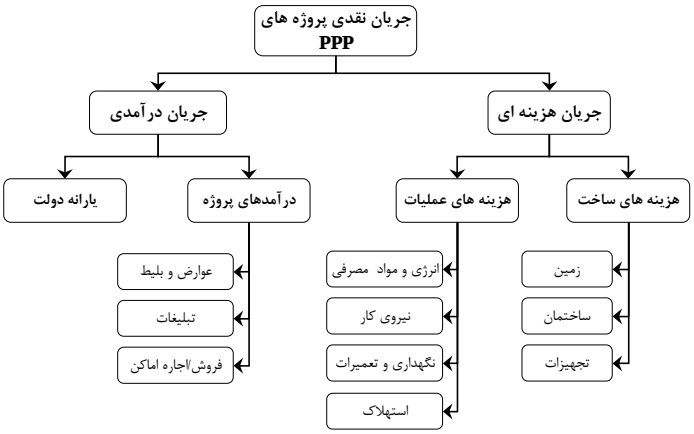
در پروژه‌های PPP، طول دوره معمولا در فاز امکان‌سنجی پروژه و پس از بررسی همه فاکتورها تعیین می‌شود. این پارامترها به دو دسته جریان خروجی[1] (هزینه‌ها) و جریان ورودی[2] (درآمدها) تقسیم می‌شوند. سپس با استفاده از ارزش فعلی جریان نقدی (NPV)، این دو گروه با یکدیگر ترکیب شده و طول دوره تعیین می‌شود. پارامترهای موثر در جریان نقدی یک پروژه PPP به صورت زیر تعریف می‌شوند [19] (شکل 1).

جریان هزینه (CO): به طور کلی هزینه‌های پروژه‌های PPP به دو دسته هزینه‌های ساخت و هزینه‌های عملیات تقسیم می‌شوند. هزینه‌های ساخت در فرآیند امکان‌سنجی با بهره‌گیری از تجارب سایر پروژه‌ها و تعرفه‌های مهندسی، ساخت، خرید و نصب تجهیزات برآورد می‌شوند و با توجه به طول دوره ساخت پروژه، فاکتورهایی هم‌چون تورم و بهره وام‌ها به آن افزوده می‌شود. هزینه‌های عملیاتی نیز شامل هزینه‌های روزانه بهره‌برداری مانند هزینه‌های پرسنلی، برق و انرژی، نگهداری و تعمیرات و ... می‌شوند. در این حالت با در نظر گرفتن نرخ بهره سالانه (R) و ارزش زمانی پول (Time)، مقدار جریان هزینه‌ای پروژه در زمان حال از رابطه زیر بدست می‌آید. در این رابطه C_c معرف هزینه‌های ساخت و C_o هزینه‌های عملیاتی می‌باشد.

$$C = (C_c + C_o)/(1+R)^{Ti} \quad (1)$$

جریان درآمدی (CI): درآمد این پروژه‌ها عمدتا از محل دریافت عوارض (فروش کالا/خدمت)، یارانه دولت، تبلیغات و فروش/اجاره اماکن حاصل می‌شود. از آن‌جا که اکثر پروژه‌های PPP عام المنفعه هستند، هدف دولت‌ها از اجرای آن‌ها کسب درآمد نیست و معمولا اهداف دیگری هم‌چون افزایش رضایت عمومی و توسعه زیرساخت‌ها نیز مورد نظر می‌باشد و دلیل اصلی کمک‌های دولتی (یارانه)، دستیابی به این گونه اهداف می‌باشد. با در نظر گرفتن I_s به عنوان درآمدهای پروژه و I_g به عنوان یارانه دولتی، ارزش جریان درآمدی پروژه در زمان حال از رابطه (2) بدست می‌آید.

$$C = (I_s + I_g)/(1+R)^{Ti} \quad (2)$$



[1] Cash Outflow
[2] Cash Inflow

شکل 1 : مهم‌ترین پارامترهای تاثیر گذار در جریان نقدی پروژه‌های PPP

ارزش نهایی جریان نقدی پروژه نیز طبق رابطه (3) محاسبه می‌شود. اگر مقدار NPV در طی دوره عمر پروژه بزرگ‌تر یا مساوی صفر شود، پروژه توجیه اقتصادی دارد. هم‌چنین نقطه سر به سر (بازگشت سرمایه) جایی است که مقدار NPV برابر صفر می‌شود. پیدا کردن نقطه سربه‌سر می‌تواند راهنمای خوبی برای تعیین طول دوره انحصار باشد. معمولا دولت‌ها با توجه به حساسیت پروژه، شهرت و کیفیت کاری پیمانکار و سطح رقابت بخش خصوصی، دوره انحصار را مقداری نزدیک و یا بزرگ‌تر از نقطه سربه‌سر تعیین می‌کنند [19].

$$N \quad = C \; - C \qquad (3)$$

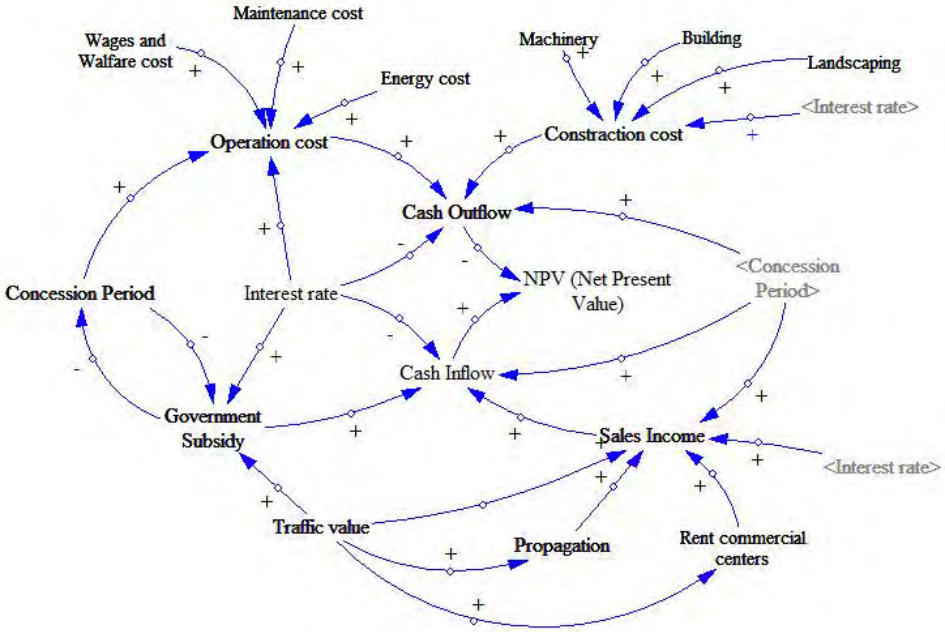
2.2. تعیین طول دوره انحصار به کمک سیستم‌های پویا

همان‌گونه که بیان شد، فاکتورهای متعددی در تعیین طول دوره انحصار موثر هستند و به دلیل وجود ریسک و عدم قطعیت در آن‌ها، سیستم پیچیده‌ای را در کنار یکدیگر ایجاد می‌کنند. مکانیزم تعیین طول دوره باید بتواند در گام اول ساختار درآمدی و هزینه‌ای پروژه را در طول دوره‌های ساخت و بهره‌برداری به روشنی ترسیم کند و در گام دوم، تاثیر فاکتورهای مختلف را در مدل نشان دهد [15]. سیستم‌های پویا به دلیل برخورداری از دو ویژگی اصلی، ابزارهای مفید جهت بررسی و مدل کردن این‌گونه ساختارها می‌باشند. آن‌ها تغییرات را در طول زمان بررسی می‌کنند و در ویژگی دوم، امکان بازخورد و دریافت اطلاعات را فراهم می‌کنند[16,20]. این روش در اواسط دهه 1950 توسط فارستر[1]، استاد دانشگاه MIT ارایه شد و به تدریج توانایی‌های خود را در مدل نمودن رفتار سیستم‌های پیچیده به اثبات رساند. لذا در این پژوهش از سیستم‌های پویا برای تعیین طول دوره انحصار در پروژه‌ها زیربنایی استفاده شده است. گام‌های زیر چهارچوب کلی تحقیق را نشان می‌دهد.

- شناسایی پارامترهای مدل و فاکتورهای ریسک آن‌ها. پارامترهای مدل شامل متغیرهای کمی هستند که در فاز امکان‌سنجی پروژه تحت مطالعه تعریف شده‌اند. هم‌چنین میزان نوسان و ریسک هر یک از متغرها در این مرحله برآورد می‌شود.
- ایجاد یک رابطه علت و معلولی از پارامترهای تعریف شده در گام قبلی، با توجه به محیط اجرای پروژه و ماهیت آن.
- ایجاد نمودار جریان- حالت در محیط نرم افزار Vensim به همراه معادلات آن.
- اعتبار سنجی مدل پیشنهادی در پروژه واقعی تحت بررسی.
- بررسی میزان تاثیر عدم قطعیت پارامترها (فاکتورهای ریسک) و انجام آنالیز حساسیت در مدل تحت مطالعه.

شکل 2 نمودار علی و معلولی جریان نقدی را که برای غالب پروژه‌های PPP قابل استفاده است، نشان می‌دهد. به عنوان مثال همان‌گونه که در این شکل مشخص است، افزایش طول دوره انحصار موجب افزایش هزینه‌های بهره‌برداری و درآمدهای پروژه می‌شود. هم‌چنین طول دوره انحصار رابطه معکوسی با میزان کمک‌های دولتی دارد؛ به این معنا که با افزایش دوره انحصار به دلیل افزایش درآمد پروژه، میزان کمک دولت کاهش می‌یابد و برعکس. پس از تعریف متغیرها و مولفه‌های ریسک آن‌ها در نرم‌افزار Vensim، مدل مورد نظر در طی زمان تعریف شده اجرا شده و نتایج متغیرها را در طول زمان ارائه می‌دهد.

[1] - Jay W. Forrester

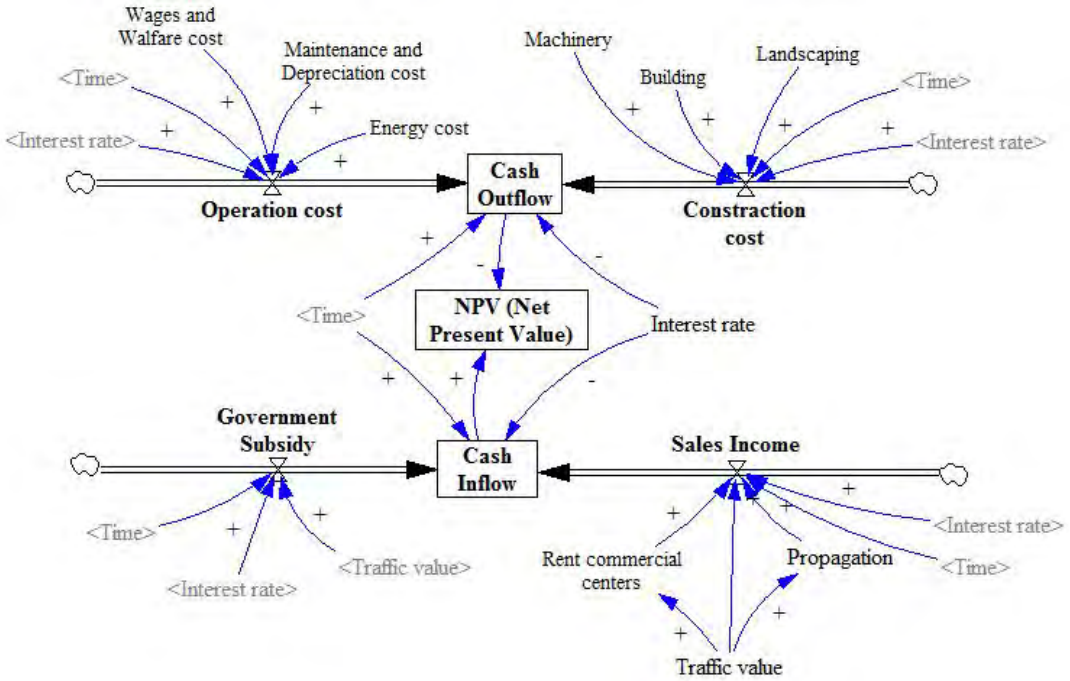


شکل 2 . نمودار علی و معلولی جریان نقدی پروژه‌های PPP دارای دوره انحصار

3. اعتبار سنجی مدل و مطالعه موردی

به منظور توضیح روشن‌تر مدل پیشنهادی و سنجش اعتبار آن، در این قسمت یک پروژه واقعی در حوزه خدمات حمل و نقل شهری ایران ارائه می‌شود. عمر مفید این پروژه 30 سال و زمان تکمیل فاز اول و دوم آن به ترتیب در سال‌های سوم و پنجم اجرای طرح برآورد شده است. ظرفیت این پروژه در ابتدای بهره-برداری از فاز اول آن 120000 نفر در ساعت بوده و پیش‌بینی می‌شود تا با بهره‌برداری از فاز دوم، این عدد به 190000 نفر در ساعت برسد. با توجه به اهمیت این پروژه، دولت متعهد شده است که $^2/_3$ هزینه بلیط را به صورت یارانه بپردازد. حداقل نرخ بهره نیز برای سال‌های مختلف با استفاده از توزیع یکنواخت در بازه [0.1,0.3] انتخاب شده است.

به منظور تحلیل جریان نقدی پروژه در دوره 30 ساله ، از نرم‌افزار Vensim PLE32 استفاده شده است. نمودار حالت- جریان برای این پروژه در شکل 3 نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود هر یک از جریان‌های درآمدی و هزینه‌ای پروژه، طبق نمودار شکل 1 و روابط (1) و (2) به زیربخش‌های اصلی خود تقسیم شده و چگونگی تاثیرگذاری فاکتورهای مختلف در گذر زمان نشان داده شده است.

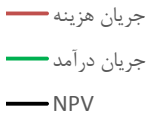


شکل 3 . نمودار جریان- حالت پروژه حمل و نقل شهری با استفاده از نرم افزار سیستم پویا

طبق پارامترهای عنوان شده، جریان نقدی پروژه بر پایه سیستم پویا شبیه‌سازی شده و نتایج آن در جدول 3 و شکل 4 نشان داده شده است. مقدار نهایی NPV در پایان دوره 30 ساله برابر 7829 میلیارد ریال برآورد شده است و با توجه به سرمایه اولیه 18087 میلیارد ریالی، نسبت 1.43 برای B/C بدست آمده است. هم‌چنین در سال 17ام عمر پروژه، سرمایه‌گذاری‌های انجام شده بازگشت می‌یابد. شکل 4 جریان هزینه و درآمد پروژه را طی 30 سال نشان می‌دهد. از ابتدای سال 4ام و با بهره‌برداری از فاز اول، جریان درآمدی پروژه شروع می‌شود؛ اما با توجه به این‌که هزینه‌های پروژه تا ابتدای سال ششم بیشتر از درآمدهای آن است، نمودار NPV تا آن سال روند نزولی خواهد داشت.

جدول 3. نتایج اجرای مدل به کمک سیستم پویا

آیتم مالی	مقدار	واحد
کل سرمایه مورد نیاز برای ساخت	18,087,900	میلیون ریال
NPV در پایان 30 سال	7,829,200	میلیون ریال
نسبت هزینه به فایده (B/C)	1.43	نسبت
نقطه سر به سر پروژه	17	سال



شکل 4 . جریان درآمد و هزینه پروژه و مقادیر NPV طی 30 سال عمر پروژه

4. آنالیز حساسیت دوره بازگشت سرمایه

در این قسمت قصد داریم تا با انجام شبیه‌سازی، میزان حساسیت NPV را به ازای مقادیر مختلف یارانه پرداختی توسط دولت و تقاضای مردم در سال‌های مختلف بررسی نماییم. این منظور شبیه‌سازی‌ها به گونه‌ای انجام می‌شود که میزان جابجایی نقطه سر به سر (NPV=0) را به ازای تغییر در پارامترهای ورودی نشان دهد. لذا دو سناریو طراحی شده است؛ در سناریوی اول مقادیر NPV در سال‌های مختلف برای مقادیر مختلف یارانه دولتی محاسبه شده و در جدول 4 قابل مشاهده است. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، دولت در برآورد اولیه در نظر داشته دو سوم (حدود 67٪) هزینه هر بلیط را به صورت یارانه نقدی پرداخت کند، که با این شرایط نقطه سربه‌سر سرمایه گذاری سال 17ام می‌باشد. با کاهش میزان یارانه پرداختی، دوره بازگشت سرمایه افزایش می‌یابد. به طور مثال اگر این یارانه به 45٪ کاهش یابد، نقطه سربه‌سر سال 21 بوده و اگر معادل 80٪ در نظر گرفته شود، پس از 15 سال سرمایه اولیه برگشت می‌کند. این تحلیل کمک می‌کند تا دولت و پیمانکار خصوصی با توجه به امکانات و محدودیت‌های خود، دوره انحصار مناسب را تعیین نمایند.

جدول 4. مقادیر NPV (میلیون ریال) به ازای تغییر در درصد یارانه پرداختی هر بلیط توسط دولت

سال	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%
13	-3,154,730	-2,884,630	-2,614,530	-2,344,430	-2,074,330	-1,804,230	-1,534,130	-1,264,030	-993,932
14	-2,715,990	-2,411,220	-2,106,440	-1,801,670	-1,496,890	-1,192,120	-887,342	-582,567	-277,790
15	-2,277,250	-1,937,800	-1,598,350	-1,258,900	-919,451	-580,001	-240,551	**98,900**	**438,352**
16	-1,838,510	-1,464,380	-1,090,260	-716,134	-342,010	**32,116**	**406,241**	780,367	1,154,490
17	-1,399,770	-990,968	-582,168	-173,367	**235,432**	644,233	1,053,030	1,461,830	1,870,640
18	-961,026	-517,551	-74,076	**369,400**	812,874	1,256,350	1,699,830	2,143,300	2,586,780
19	-522,284	-44,134	**434,016**	912,167	1,390,320	1,868,470	2,346,620	2,824,770	3,302,920
20	-83,542	**429,283**	942,108	1,454,930	1,967,760	2,480,580	2,993,410	3,506,240	4,019,060
21	**355,200**	902,700	1,450,200	1,997,700	2,545,200	3,092,700	3,640,200	4,187,700	4,735,200
22	793,942	1,376,120	1,958,290	2,540,470	3,122,640	3,704,820	4,286,990	4,869,170	5,451,350

6,167,490	5,550,640	4,933,790	4,316,940	3,700,080	3,083,240	2,466,380	1,849,530	1,232,680	23

هم‌چنین برآورد تقاضای عمومی برای این پروژه در سال اول بهره‌برداری 120000 نفر بوده و پیش‌بینی می‌شود که این رقم پس از 5 سال به 190000 برسد. جدول 5 میزان حساسیت NPV را به ازای تغییرات سطح تقاضا نشان می‌دهد. برای مثال اگر تقاضای عمومی به میزان 20٪ کاهش یابد، دوره بازگشت سرمایه از 17 سال به 21 سال افزایش می‌یابد، در حالی‌که با افزایش 20٪ تقاضا، پس از گذشت 14 سال، سرمایه اولیه بازگشت می‌یابد. این تحلیل به دولت و بخش خصوصی کمک می‌کند تا در دوره بهره‌برداری از پروژه، درصورت تغییر سطح تقاضا، اختلافات خود را حل و فصل نمایند.

جدول 5. مقادیر NPV (میلیون ریال) به ازای تغییر در تقاضای عمومی

سال	-20%	-15%	-10%	-5%	5%	10%	15%	20%
13	-3,280,770	-2,956,640	-2,632,520	-2,308,400	-1,660,160	-1,336,040	-1,011,920	-687,799
14	-2,858,200	-2,492,470	-2,126,740	-1,761,010	-1,029,550	-663,818	-298,087	**67,644**
15	-2,435,640	-2,028,300	-1,620,960	-1,213,620	-398,936	**8,405**	**415,746**	823,087
16	-2,013,080	-1,564,130	-1,115,180	-666,227	**231,676**	680,627	1,129,580	1,578,530
17	-1,590,520	-1,099,960	-609,396	-118,835	862,288	1,352,850	1,843,410	2,333,970
18	-1,167,960	-635,785	-103,614	**428,557**	1,492,900	2,025,070	2,557,240	3,089,420
19	-745,394	-171,613	**402,168**	975,949	2,123,510	2,697,290	3,271,080	3,844,860
20	-322,832	**292,559**	907,950	1,523,340	2,754,120	3,369,520	3,984,910	4,600,300
21	**99,730**	756,731	1,413,730	2,070,730	3,384,740	4,041,740	4,698,740	5,355,750
22	522,292	1,220,900	1,919,510	2,618,130	4,015,350	4,713,960	5,412,580	6,111,190
23	944,854	1,685,080	2,425,300	3,165,520	4,645,960	5,386,180	6,126,410	6,866,630

5. نتیجه‌گیری

مشارکت دولتی- خصوصی (PPP) یکی از روش‌های نوین و موفق در تأمین مالی و اجرای پروژه‌های زیر بنایی است و براساس نوع قرارداد، نوع مالکیت، روش تامین مالی و تقسیم ریسک، به روش‌های مختلفی قابل انجام می‌باشند. اعطای دوره امتیاز یکی از پرکاربردترین روش‌های PPP است که در آن دولت به منظور بازگشت سرمایه بخش خصوصی، حق بهره‌برداری از منافع پروژه را برای دوره‌ای مشخص به بخش خصوصی واگذار می‌کند. تعیین طول دوره بهره‌برداری (امتیاز) جزء تصمیم‌گیری‌های مهم در انجام این پروژه‌ها بوده و تعیین منطقی این بازه، ضمن ایجاد یک رابطه برد- برد بین دو طرف، دستیابی به عواید مناسب را برای آن‌ها تضمین می‌کند. فاکتورهای متعددی در تعیین طول دوره موثر هستند و به دلیل وجود ریسک و عدم قطعیت در آن‌ها، سیستم پیچیده‌ای را در کنار یکدیگر ایجاد می‌کنند. این پژوهش با بهره‌گیری از مفاهیم جریان نقدی پروژه و استفاده از مدل‌سازی سیستم‌های پویا، روابط علت و معلولی را میان پارامترهای مختلف درآمدی و هزینه‌ای ایجاد کرده و روشی سیستماتیک و جامع را به منظور تعیین طول دوره ارائه می‌کند. رویکرد پیشنهادی فاکتورهای مختلف ریسک را در نظر گرفته و امکان انجام تحلیل حساسیت را برای جواب نهایی مهیا می‌سازد. هم‌چنین اعتبارسنجی روش پیشنهادی در یک پروژه واقعی حمل و نقل شهری مورد ارزیابی قرار گرفته است.

منابع

[1] Morgan, P. 1998. Background paper on capacity development and public private partnerships.

[2] Chew, A., Storr, D. and Casey, B. 2007. Current issues in hospital PPPs in Australia.” International Construction Law. Review, Vol. 24(3) 290–317.

[3] Regan, M., Smith, J., & Love, P. E. 2010. Impact of the capital market collapse on public-private partnership infrastructure projects. J. of construction engineering and management, 137(1) 6-16.

[4] Akintoye, A., Beck, M., & Hardcastle, C. 2002. Public private partnerships. (3th Eds.) Blackwell science.

[5] Zhang, X., & AbouRizk, S. M. 2006. Determining a reasonable concession period for private sector provision of public works and service. Canadian Journal of Civil Engineering, 33(5), 622-631.

[6] Shen, L. Y., Bao, H. J., Wu, Y. Z., and Lu, W. S. 2007. Using bargaininggame theory for egotiating concession period for BOT-type contract. J. Constr. Eng. Manage., 133(5), 385-392.

[7] Yu Y.H., 2006. The study on models of bidding decision making for BOT project and its application. Hunan University. PhD thesis. (In Chinese).
[8] Ngee, L., Tiong, R.L.K., Alum, J., 1997. Automated approach to negotiation of BOT contracts. Journal of construction in civil engineering 11 (2), 121–128.
[9] Shen, L.Y., Li, H., Li, Q.M., 2002. Alternative concession model for build operate transfer contract projects. J. Constr. Eng. Manag. 128 (4), 326–330.
[10] Ye, S., Tiong, R.L.K., 2003. The effect of concession period design on completion risk management of BOT projects. Construction Management and Economics 21 (5), 471–482.
[11] Shen, L.Y., Wu, Y.Z., 2005. Risk concession model for build/operate/transfer contract projects. J. Constr. Eng. Manag. 131 (2), 211–220.
[12] Huang, Y.L., Chou, S.P., 2006. Valuation of the minimum revenue guarantee and the option to abandon in BOT infrastructure projects. Construction Management and Economics 24 (4), 379–389.
[13] Subprasom, K., Chen, A., 2007. Effects of regulation on highway pricing and capacity choice of a build–operate–transfer scheme. J. Constr. Eng. Manag. 133 (1), 64–71.
[14] Ng, S.T., Xie, J., Skitmore, M., Cheung, Y.K., 2007. A fuzzy simulation model for evaluating the concession items of public–private partnership schemes. Autom. Constr. 17 (1), 22–29.
[15] Zhang, X.Q., 2009. Win–win concession period determination methodology. J. Constr. Eng. Manag. 135 (6), 550–558.
[16] Xu, Y., Sun, C., Skibniewski, M. J., Chan, A. P., Yeung, J. F., & Cheng, H. 2012. System Dynamics (SD)-based concession pricing model for PPP highway projects. International Journal of Project Management, 30(2), 240-251.
[17] Nasirzadeh, F., Khanzadi, M., & Alipour, M. 2014. Determination of Concession Period in Build-Operate-Transfer Projects Using Fuzzy Logic. Iranian Journal of Management Studies, 7(2), 437-456.
[18] Shaheen, A.; Fayek, A. & Abou Rizk, S. 2007. Fuzzy numbers in cost range estimating". J. Constr. Eng. Manage, 133(4), 325–34.
[19] Huang, Y.L., Xu, X.Y., Tan, F., Li, X.S., 2004. Engineering Economics. Southeast University Press, NanJing.
[20] Khanzadi, M.; Nasirzadeh. F. & Alipour. M. 2012. Integrating system dynamics and fuzzy logic modeling to determine concession period in BOT projects. J. Automation in construction, 22, 368-376.