[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

تحقیقات مدلسازی اقتصادی/ دوره ۱۲، شماره ٤٤، صفحه ۲٤۹ -۲۱۳

«مقاله پژوهشی»

# تبیین الگوی بهینه در قراردادهای مشارکت عمومی –خصوصی ساخت، بهره برداری و واگذاری (BOT) کاربردی از نظریه قراردادها[1]

شایسته کاظمی[2]، امیرهرتمنی[3]، مهدی فدائی[4]

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۸/۲۵

## چکیده

در دهه‌های اخیر در کشورهای در حال توسعه، کمبود بودجه دولتی یا عدم دسترسی به فناوری، دولت‌ها را به جلب مشارکت بخش خصوصی ترغیب می‌کند. یکی از متداول‌ترین روش‌ها، دعوت به مشارکت در قالب قراردادهای مشارکت عمومی – خصوصی است. اجرای واقعی این نوع روش نیازمند تنظیم قراردادهایی است که خواسته‌های طرفین را برآورده سازد. این پژوهش با هدف طراحی قرارداد بهینه و مدل‌سازی نظری با استفاده از نظریه قراردادها، انجام‌گرفته است تا ضمن تحلیل قرارداد مشارکت عمومی- خصوصی، الگویی بهینه برای قراردادهای BOT ارائه دهد. در این پژوهش از مطالعات کتابخانه‌ای برای تبین قرارداد پایه و از مدل‌سازی ریاضی در برنامه MATLAB به روش بهینه‌سازی تجمعی ذرات جهت تخمین پارامترهای توابع مطلوبیت استفاده گردیده است. نتایج شبیه‌سازی برای یک قرارداد بهینه با استفاده از پارامترهای فرضی (طول عمر، درآمد، هزینه‌ها، نرخ تنزیل درآمدهای آتی، ارزش اسقاط هزینه‌های پروژه و غیره) به ترتیب ۳۸سال (زمان بهره‌برداری از پروژه)، ۷۸ درصد (مشارکت کارفرما بعد از زمان واگذاری)، ۴۵ درصد (مشارکت کارفرما در طول زمان بهره-برداری) و ۷ درصد (ریسک بر عهده کارفرما) محاسبه گردید. نتایج نشان داد این پارامترها

---

۱. این مقاله مستخرج از رساله دکتری است.

۲. دانشجوی دکتری علوم افتصادی، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد واحد اسلامی، دهاقان، ایران. Email: mrs71832003@yahoo.com

۳. استادیار گروه اقتصاد، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد واحد اسلامی، دهاقان، ایران، (نویسنده مسئول). Email: amirhortamani@dehaghan.ac.ir

۴. استادیار گروه اقتصاد، واحد اصفهان، دانشگاه پیام‌نور، اصفهان، ایران. Email: fadaeemahdi@pnu.ac.ir

کاملاً با ویژگی‌های نظری مدل تطابق داشته و همچنین مطلوبیت کارفرما در کنار مشارکت کارگزار، حداکثر گردیده است.

**واژه‌های کلیدی:** روش‌های مشارکت عمومی – خصوصی، قرارداد BOT، نظریه قراردادها، کارفرما و کارگزار، بهینه‌سازی تجمعی ذرات.

**طبقه‌بندی JEL**: D82، C70، Z12، D86.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]

[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

## 1. مقدمه

ایجاد تأسیسات زیر بنایی و زیرساختی یکی از مسائل مهم روز برای توسعه می‌باشد. هیچ اقتصادی در دنیا نمی‌تواند بدون ایجاد زیرساخت‌های لازم پیشرفت مناسبی داشته باشد. دولت‌ها در تأمین بودجه مورد نیاز برای تجهیز این بخش‌ها با تهدید جدی مواجه هستند؛ بنابراین این امکان وجود دارد که کیفیت ارائه خدمات توسط دولت‌ها مطلوب نبوده و منافع اجتماعی را برآورده نکند. دولت‌ها به‌منظور گسترش فعالیت‌های بخش عمومی، افزایش کیفیت کالاها و خدمات و ارتقاء رقابت‌پذیری از ابزارهای مشارکت استفاده نموده و به تلفیق مهارت‌های مدیریت کسب‌وکار و اجرای سیاست‌ها می‌پردازند و از دانش بخش خصوصی در جهت استفاده مطلوب از دارایی‌های بخش عمومی بهره می‌برند (عباس زاده اصل و همکاران، 1395).

از اواخر دهه 1970 یکی از مهم‌ترین راهبردهای دولت‌ها برای افزایش کارآمدی بخش‌های مختلف اقتصادی، حمایت از ورود بخش خصوصی و گام برداشتن در مسیر خصوصی‌سازی بوده است؛ به‌طوری‌که این سیاست به‌عنوان یک هدف غالب در سیاست‌های کلی درآمده و بر مبنای شرایط خاص خود، مشتمل بر اهداف مالی بنگاه و اهداف عمومی، راهکارهایی چون شفاف‌سازی در واگذاری‌ها، ایجاد امنیت در سرمایه‌گذاری، وضع و اصلاح قوانین و مقررات، ایجاد محیط رقابت، تحقیق و توسعه، ارزیابی و تجدید ساختار شرکت‌ها جهت آماده‌سازی بسترهای خصوصی‌سازی در تدوین قراردادها مطرح‌شده است. تجربیات نشان می‌دهد، تلاش‌های خصوصی‌سازی غالباً با موانع اقتصادی مواجه بوده و از کارایی پایینی برخوردار است. این مسئله مربوط به شیوه تأمین مالی پروژه‌ها بوده و به‌عنوان یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر اقتصادی یا غیراقتصادی بودن پروژه‌ها محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که انتخاب شیوه تأمین مالی نامناسب، هزینه‌های هنگفتی بر پروژه تحمیل خواهد کرد (عادل و همکاران،1390).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

یکی از راه‌حل‌های ارائه‌شده روش عمومی - خصوصی (PPP[1]) است. این روش به‌عنوان یکی از شیوه‌های مهم دولت‌ها برای جذب منابع مالی خصوصی محسوب می‌شود و حدود دو دهه است که جایگاه خود را در مباحث و مدل‌سازی‌های اقتصادی بازنموده است (نصرتی و همکاران، 1392)؛ به‌طوری‌که استفاده از آن پاسخ‌هایی را برای ارتقاء و بهبود سلسله‌مراتب قراردادهای مشارکت خصوصی در طرح‌های زیربنایی فراهم ساخته و راهبردهای مناسبی با توجه به اوضاع و شرایط به کارفرمایان دولتی ارائه نموده است. در این راستا تئوری اقتصادی پیش‌بینی می‌کند که مشارکت بخش دولتی و خصوصی به نتایج بهتری منجر می‌شود، اما این موضوع دارای ابعاد بسیار زیاد و جنبه‌های گوناگونی می‌باشد.

چگونگی مشارکت بخش خصوصی در طرح‌های زیربنایی شامل گزینه‌های مختلفی از نحوه تأمین مالی، مدیریت و مالکیت است که در موارد زیادی به دلیل عدم انجام بررسی‌ها و مطالعات لازم، معیارها به‌درستی شناسایی نشده و در نتیجه شیوه درست مشارکت در پروژه‌های بزرگ انتخاب نگردیده است؛ به‌طوری‌که پروژه با مشکلات متعددی و در برخی موارد با شکست روبرو شده است (گلابچی و همکاران، 1393)؛ لذا پرداختن به ماهیت اقتصادی و خصایص مربوط به ارائه مدل کاربردی در این نوع قرارداد جهت ارائه الگوی بهینه قراردادی می‌تواند در کارآمدی و موفقیت بیشتر پروژه‌ها و تأمین منابع مالی توسط بخش خصوصی مؤثر واقع شود.

با توجه به مسائل مطرح‌شده و ماهیت قراردادهای ساخت، بهره‌برداری و واگذاری، در این پژوهش جهت پاسخ به این سوال

که چه مدل قراردادی می‌تواند در عین حداکثر سازی مطلوبیت کارفرما (بخش عمومی)، مشارکت کارگزار (بخش خصوصی) را نیز تضمین کند؟ قرارداد بهینه با تعیین محدودیت‌ها و قیدها در همکاری مشترک با استفاده از نظریه قراردادها تحت شرایط اطلاعات کامل با بستر تعاملاتی قرادادی و برآورد توابع مطلوبیت کارفرما و کارگزار در

1. Public Private Partnership

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

یک مشارکت عمومی - خصوصی به روش BOT[1]، مشخص می‌گردد و الگوی بهینه قراردادی با تأکید بر تأمین مالی این پروژه‌ها توسط بخش خصوصی ارائه می‌شود. در این راستا در بخش مبانی نظری، نظریه قراردادها و ابعاد مشارکت عمومی خصوصی مشخص ارائه شده است. در بخش سوم مطالعات داخلی و خارجی صورت گرفته در این زمینه، بررسی شده است. در بخش چهارم به مدل و روش پژوهش پرداخته شده است. در پایان هم یافته‌های پژوهش و نتایج حاصل از آن به همراه پیشنهادهای کاربردی ارائه گردیده است.

## 2. مبانی نظری

نظریه قراردادها در بسیاری از زمینه‌های علمی و عملی علوم مختلف از جمله: حقوق، مدیریت و جامعه شناسی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است، با این وجود هیچ یک به‌طور دقیق به چارچوب نظری اقتصادی قراردادی و به‌طور خاص قراردادهای از نوع مشارکت عمومی – خصوصی نپرداخته‌اند.

### 2-1. نظریه قراردادها

دانش اقتصاد به دنبال خلق و بیان فرآیندهایی است. در این دانش به غیر از مبادلات بسیار پایه‌ای در اقتصاد خرد در قالب جعبه‌ی اجوورث کلاسیک، مشارکت‌های کمی پیچیده‌تر مانند تخصیص و تسهیم ریسک نیز مدنظر است. در اواخر دهه‌های 1970-1960 مفاهیم جدیدی در قالب سازگاری انگیزشی، مبنای نظریه‌ی انگیزه و اقتصاد اطلاعات را بنیان نهادند. این مفاهیم برای بیان تأمین مالی شرکت‌ها ابزارهای رسمی را ایجاد نمود؛ بطوری- که در این مشارکت‌ها طراح قرارداد به دنبال ایجاد شرایطی است که قرارداد، بهینه گردد و بهترین نتیجه حاصل شود. به‌طور مثال دولت می‌خواهد به یک شرکت پیمانکار پروژه را پیشنهاد دهد. سؤال این است که چه بندهایی در قرارداد آورده شود؟ چه پارامترهایی در قرارداد تعیین شود که شرکت پیمانکار به بهترین نحو ممکن پروژه را انجام دهد؟ و رفاه

1. Build Operate Transfer

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

اجتماعی (سود دولت) نیز حداکثر شود؟ پاسخ به این سؤالات در حیطه‌ی نظریه قراردادها است. در این نظریه تعاملات بازیگران اقتصادی معمولاً در قالب کارفرما و کارگزار مورد تحلیل قرار می‌گیرد، به‌گونه‌ای که شخصی مطلع، انگیزهٔ لازم برای آشکار کردن اطلاعات را داشته باشد و یا رفتار وی مخالف منافع طرف دیگر قرارداد نباشد درواقع به دنبال فراهم آوردن شرایطی است که در آن با تحریک انگیزه‌ها، دو طرف قرارداد به سمت بهینگی حرکت کنند. در این نظریه ویژگی‌های بهینگی و سازگاری انگیزشی در فضای اطلاعات کامل مورد تحلیل قرار می‌گیرد (درخشان، 1395). این نظریه برای یک بازیگر اقتصادی به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که انگیزه وی را برای انجام بهترین عمل تحریک کند. ساده‌ترین وضعیت قراردادی بین کارفرما و کارگزار زمانی است که قرارداد، بین دو طرف وجود داشته باشد و تنها یک‌بار باهم تعامل و مبادله انجام دهند و همچنین با هیچ عدم اطمینانی روبه‌رو نباشند و اطلاعات شخصی و عمل پنهان وجود نداشته باشد. علی‌رغم توسعه چشمگیر و سریع تئوری قراردادها از بعد نظری به دلیل کمبود داده‌های موردنیاز برای بررسی و آزمون این نظریات، به‌ندرت مطالعاتی درزمینه‌ی کاربردهای اقتصادسنجی و محاسبات عددی آن متناسب با شرایط بنگاه‌های اقتصادی صورت گرفته است (چیاپوری و سالانی[1]، 1997).

برای ورود به این نوع قراردادها و درک جامع و کامل‌تر، نیاز است که به بیان مفاهیم و مبانی نظری قراردادهای مشارکت عمومی – خصوصی و انواع آن پرداخته شود.

### 2-2. مشارکت عمومی - خصوصی

مشارکت عمومی – خصوصی ساز و کاری است که در آن بخش عمومی (دولت و سایر نهادهای حکومتی) به‌منظور تأمین خدمات زیر بنایی از جمله: آب و فاضلاب، حمل‌ونقل، سلامت، آموزش و غیره، از ظرفیت‌های بخش خصوصی اعم از دانش، تجربه و منابع مالی استفاده می‌نماید. به بیان دیگر بخش خصوصی به نیابت از دولت در برخی از وظایف و مسئولیت‌های تأمین این خدمات، نقش‌آفرینی می‌کند (برنامه و بودجه کشور، 1399).

1. Chiappori & Salanie

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

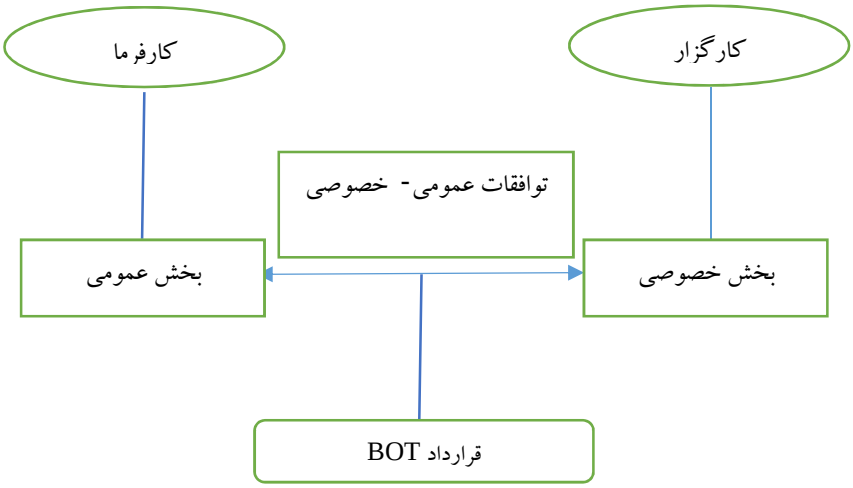
قرارداد بخش عمومی و خصوصی، یک قرارداد بلندمدت بین سازمان بخش عمومی و نماینده خصوصی است. هدف از این نوع قراردادها، توسعه و یا نوسازی تسهیلات عمومی است (گلابچی و همکاران، 1394). این نوع قرارداد یکی از کاربردهای مهم قرارداد مهارت‌های پیشرفته محسوب می‌شود و نیاز به سرمایه‌گذاری مالی گسترده دارد؛ به‌نحوی‌که یک شرکت خصوصی یا حتی دولتی از انجام آن برنمی‌آید. شراکت راهبردی بین بخش دولتی و خصوصی منجر به استفاده بهینه از مهارت‌ها، منابع و روش‌های انجام کار و توسعه خلاقیت و نوآوری می‌شود. طرفین قرارداد در همکاری عمومی-خصوصی، به طور متقابل از مزیت‌های نسبی یکدیگر در زمینه های فن آوری، دانش، مهارت و توانایی مدیریتی استفاده می‌کنند (پالیت و بوکایرت[1]). بطورکلی استفاده از این روش، علاوه بر تامین سرمایه مورد نیاز، سبب جلب مشارکت بخش خصوصی در ایجاد و مدیریت زیرساخت های مورد نیاز، استفاده از دانش و فناوری های جدید و ارتقاء بهره وری کل می‌گردد.

به موجب این قرارداد، منابع و ریسک های پروژه بین طرفین تقسیم می‌گردد و سازمان‌های دولتی جهت احداث زیرساخت‌ها یا ارائه خدمات دولتی زیر نظر ساز و کارهای مشارکت بخش عمومی – خصوصی، وارد مراحل قراردادی بلندمدت با بخش خصوصی می‌شوند و از این طریق منابع، خطرات و منافع میان بخش دولتی و خصوصی تقسیم می‌گردد.

ساختار این فرآیند در شکل 1 نشان داده‌شده است (مازارو و کرزیزانوفسکا[2]، 2011)

1. Pollit & Bouckaert
2. Moszoro & Krzyzanowska

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]




**شکل 1. فرآیند مشارکت عمومی- خصوصی در قالب قرارداد BOT**

این روش مشارکت، مدلی برای تأمین مالی پروژه‌های زیرساختی و زیر بنایی مثل پروژه‌های سیستم ارتباطی، فرودگاه و کارخانه‌های تولید برق می‌باشد. بخش دولتی و خصوصی می‌توانند به‌طور متقابل از مزیت‌های نسبی یکدیگر در زمینه‌ی فن‌آوری، دانش، مهارت، توانایی مدیریتی و هزینه استفاده نمایند. این رویکرد مشارکت، با نوآوری‌های سازمانی خود، امکان بهبود ارائه خدمات دولتی باوجود محدودیت را فراهم می‌سازد. این کار از طریق مشارکت منابع مالی، توان تکنیکی و انگیزه‌های بخش خصوصی صورت می‌گیرد. شریک بخش عمومی می‌تواند در سطح ملی، ایالتی و محلی باشد. از طرفی شریک خصوصی می‌تواند یک شرکت کاملاً خصوصی یا کنسرسیومی از شرکت‌هایی با تخصص‌های مختلف، فرم و شکل قرارداد ساده، قرارداد کوتاه‌مدت واگذاری، مدیریت بهره‌برداری تا یک قرارداد بلندمدت شامل تأمین منابع مالی، برنامه‌ریزی، ساخت، عملیات و اجرا، بهره‌برداری و نگهداری را در برگیرد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

نظریه‌های اقتصادی نشان می‌دهد بخش خصوصی انگیزه کافی برای سرمایه‌گذاری در این حوزه‌ها را ندارد؛ به دلیل اینکه در کشورمان قانون ویژه ای برای قراردادهای BOT تعریف نشده است ، اصلی ترین قوانینی که ناظر بر این نوع قراردادها می باشند قانون اساسی و قانون تشویق و حمایت از سرمایه گذاری خارجی هستند (داودیان و همکاران، 1395). بنابراین مشارکت عمومی – خصوصی با محدودیت‌های عمده‌ای مواجه است که طولانی و پیچیده بودن روند مذاکرات پیش از شروع کار و پس از آن را می‌توان مهم‌ترین مانع در این خصوص دانست.

تنظیم قرارداد با این ویژگی که خواسته‌های طرفین را برآورده کند، ضروری است؛ به‌طوری‌که در سال‌های اخیر شناخت معیارهای موفقیت و ارزیابی عملکرد نهایی قراردادهای مشارکتی، مورد توجه پژوهشگران قرارگرفته است و بحث مربوط به شناخت معیارهای موفقیت و ارزیابی عملکرد نهایی قراردادهای مشارکت، در قالب پژوهش‌های مختلف بر روی قراردادهای PPP صورت گرفته و تلاش‌های بسیاری در جهت شناسایی و ساختاربندی عوامل مؤثر در این نوع قراردادها انجام‌شده است.

در این راستا یکی از مباحث بسیار مهم در گستره طیف قراردادهای PPP، میزان مشارکت بخش خصوصی در پروژه‌ها می‌باشد که با توجه به تجارب و سوابق به‌کارگیری بخش خصوصی در پروژه‌های زیر بنایی، اسامی متفاوت و متنوعی برای این طیف قراردادها بکار گرفته‌شده‌اند.

*انواع این مشارکت‌ها عبارت‌اند از (حقیقت و پورپرتوی، 2015):*

- قرارداد ساخت، عملیات و واگذاری (BOT): در این نوع قرارداد تمام یا قسمتی از تأمین مالی به عهده بخش خصوصی می‌باشد و پس از اتمام دوره قرارداد، مالکیت پروژه توسط سرمایه‌گذاران به دولت منتقل می‌گردد (مشکات، 1399). لذا طول دوره قرارداد بلندمدت است تا اطمینان لازم برای بازگشت سرمایه و سود طرف خصوصی حاصل شود. ضمن این‌که بخش وسیعی از قدرت کنترل سنتی دولت بر پروژه‌ها در این نوع قراردادها به بخش خصوصی واگذار می‌شود (گلابچی و همکاران، 1393).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

- قرارداد ساخت، مالکیت و بهره‌برداری (BOO[1]): در این دسته از قراردادها، بخش خصوصی پس از ساخت طرح، مالک آن می‌شود و به‌طور نامحدود از آن بهره‌برداری می‌کند؛ لذا تعهدی به انتقال مالکیت به دولت بعد از مدت معین ندارد (پراتاپ و چاکرابارتی[2]، 2018). در این نوع قرارداد هرچند دولت مالک طرح نمی‌شود ولی تعهد می‌نماید مقدار معینی از محصول تولیدشده طرح را در فواصل زمانی معینی خریداری و به بخش خصوصی نیز یارانه اعطا کند.
- قرارداد ساخت، مالکیت، بهره‌برداری و فروش (BOOS[3]): در این نوع قرارداد بخش خصوصی در پایان، متعهد به فروش طرح به دولت می‌شود. وجود این نوع قرارداد در حقیقت رد نظر متخصصانی است که معتقدند ماهیت قراردادهایی ازاین‌دست اقتضاء می‌کند بخش خصوصی بعد از سال‌ها بهره‌برداری از طرح مکلف است آن را به‌طور مجانی به دولت منتقل کند و در این روش انتقال لزوماً در قالب فروش انجام می‌شود (مشکات، 1399).
- قرارداد ساخت، مالکیت، بهره‌برداری و انتقال (BOOT[4]) : در این دسته از قراردادها شریک بخش خصوصی، اختیار اجرای پروسه‌های تأمین مالی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از پروژه زیر بنایی و نیز اختیار تملک درآمدهای مربوطه را برای یک دوره زمانی معین و مشخص به دست می‌آورد و پس از اتمام دوره مشخص‌شده، مالکیت آن را به شریک بخش عمومی بازمی‌گرداند (مشکات، 1399).
- قرارداد ساخت، انتقال و بهره‌برداری (BTO[5]): در این نوع قرارداد برخلاف قرارداد BOT، بخش خصوصی پس از انتقال به دولت می‌تواند از آن بهره‌برداری کند. هدف از انعقاد این قرارداد آن است که طرفین می‌خواهند بر مالکیت دولت بر طرح و تأسیسات به‌محض اتمام آن تأکید کنند و طرفین در این نوع قرارداد توافق می‌کنند در قبال تعهدی

1. Build- Own- Operate
2. Pratap & Chakrabarti
3. Build- Own- Operate-Steal
4. Build- Own- Operate- Transfer
5. Build – Transfer- Operate

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

که بخش خصوصی به دولت می‌دهد از امتیاز استفاده انحصاری طرح برای مدت معین بهره‌مند باشند (معلمی و همکاران، 1389).

- قرارداد ساخت، اجاره و انتقال (BLT[1]): در این نوع قرارداد، سرمایه‌گذار خصوصی نسبت به ساخت پروژه اقدام نموده و دولت هزینه‌های سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را از محل اعتبار پروژه تحت یک شرایط برنامه توافق شده پرداخت می‌کند. مالکیت پروژه پس از انقضای دوره دوباره به دولت برمی‌گردد (اشعریون و همکاران، 1394). به عبارت دیگر قراردادهای ساخت، اجاره و انتقال یعنی احداث پروژه‌های دولت، اجاره آن به دولت یا بخش خصوصی و سپس انتقال مالکیت پروژه به دولت (فضولخان و پارا[2]، 2003).

حال بر اساس تقسیم‌بندی و عناوین ارائه‌شده و قراردادهایی که بین بخش خصوصی و دولتی بسته می‌شود، کدام‌یک از این نوع قراردادها بهینه است و برای بخش خصوصی انگیزه لازم برای تأمین مشارکت مالی را فراهم می‌سازد و منافع دولتی را نیز حداکثر می‌کند؟ یکی از روش‌های پذیرفته‌شده برای مشارکت بخش خصوصی در توسعه پروژه‌های زیر بنایی در سطح جهان و یکی از متداول‌ترین و موفقیت‌آمیزترین روش‌های مشارکت در پروژه‌های بخش عمومی – خصوصی، رویکرد BOT می‌باشد. این قرارداد به‌گونه‌ای است که معمولاً بین دولت‌ها و سازمان‌های متولی اقتصاد ازیک‌طرف و شرکت‌های بخش خصوصی از طرف دیگر منعقد می‌گردد؛ بنابراین پیش‌بینی می‌شود اجرای این نوع پروژه‌ها با استفاده از BOT بتواند تا حدود زیادی راهگشا باشد (بحرالعلوم و همکاران، 1399).

### 3-2. قرارداد ساخت، بهره‌برداری و انتقال (BOT)

رویکرد BOT، مخفف سه واژه ساخت، بهره‌برداری و واگذاری است که در واقع یکی از اشکال رایج در روش تأمین مالی پروژه‌ها محسوب شده و به قراردادهایی اطلاق می‌شود

1. Build- Lease- Transfer
2. Fouzul khan & Parra, 2003

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

که در آن طرحی با مجوز دولت و از طرف دستگاه دولتی برای ساخت به شرکت خصوصی که اصطلاحاً شرکت پروژه نامیده می‌شود، واگذار می‌شود و امتیاز بهره‌برداری از طرح برای مدتی به شرکت سازنده داده و او مالک طرح و منافع حاصل از آن می‌گردد (خزائنی و همکاران، 1390).

بعد از انقضای مدت قرارداد که غالباً بین 25 تا 40 سال می‌باشد، مالکیت طرح به دولت طرف قرارداد انتقال می‌یابد. بدین ترتیب شرکت خصوصی که معمولاً خارجی است، تأمین مالی طرح زیر بنایی را به عهده گرفته، آن را می‌سازد و پس از مدتی بهره‌برداری مالکیت طرح را به‌طور مجانی به دولـت منتقل می‌کند تا از آن به بعد، دولت به‌عنوان مالک از آن در راستای منافع عمومی بهره‌برداری کند. البته این امکان وجود دارد که در این نوع قرارداد یک طرح از جانب بخش خصوصی به بخش خصوصی دیگر واگذار شود. اما در غالب این قراردادها، دولت یکی از طرفین قرارداد و یکی از ارکان اصلی است، همچنین لزومی ندارد که بخش سرمایه‌گذار بخش خارجی باشد بلکه نمونه‌هایی وجـود دارد که نشان می‌دهند در این نوع قرارداد، طرح مورد نظر به بخش خصوصی واگذارشده است اما از آنجا که معمولاً بخش داخلی توان مالی و فنی لازم برای اجرای طرح را در اختیار ندارد، لذا حضور سرمایه‌گذار خارجی در این نوع قراردادها بسیار شایع است (نیک بخش،1394). دولت‌های مخـتلف BOT را روش مناسـبی برای سرمایه‌گذاری در ساخت سریع پروژه‌های زیر بنایی و به‌شدت مورد نیاز جامعه می‌دانند. پروژه های زیربنایی شامل پروژه هایی که به افزایش رفاه عمومی و افزایش سهولت انجام فعالیت های اجتماعی و اقتصادی کمک می کند این تسهیلات که شامل سدها، پل ها، جاده ها، فرودگاه ها، نیروگاههای برقی، شبکه های حمل و نقل ریلی، شبکه های آب و فاضلاب، سیستم های ارتباطات، مراکز درمانی و آموزشی می شوند، سیستم هایی هستند که برای سرویس‌دهی زندگی عمومی، طراحی و ساخته می شوند (ونداد وثوقی و پویان وثوقی، 1396).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

کاهش مشکلات عدیده دولت در زمینه‌ی استقراض خارجی، پذیرش ریسک پروژه‌ها، پایین بودن کارایی طرح‌ها، از جمله مزایای این نوع قرارداد است. همچنین انتقال فناوری به کشور و توسعه زیر بنایی از منافع اصلی در این روش محسوب می‌شود؛ بنابراین BOT به‌عنوان یک روش برای تأمین مالی پروژه‌ها محبوبیت فزاینده‌ای را ایجاد نموده است که عمده‌ترین این محبوبیت تفکر اعمال مدیریت بهینه‌تر توسط بخش خصوصی می‌باشد.

با اجرای این نوع قرارداد، دولت بخش عظیمی از ریسک‌های مربوط به پروژه را به بخش خصوصی منتقل و خود را از بار سنگین مدیریت و هماهنگی‌های لازم رها می‌کند و می‌تواند توسعه‌ی تأسیسات زیر بنایی خود را بدون اتکا به بودجه‌ی عمومی و یا تحمیل فشار وام‌های خارجی دنبال کند لذا در این روش لازم است تا شناسایی پروژه گام اول باشد(مشکات، 1399). در این مرحله مطالعات امکان‌سنجی و مقدماتی شامل بررسی‌های اقتصادی، مالی و فنی با توجه به اوضاع اقتصادی و سیاسی انجام می‌شود و الزامات و منافع حاصل از اجرای طرح به روش BOT مشخص می‌گردد تا ساختاربندی و تأمین مالی پروژه‌های BOT با شکست مواجه نگردد (کشفی و همکاران، 1392). درصورتی‌که پروژه را بتوان به‌صورت مستقیم به سرمایه‌گذار واجد شرایط واگذار کرد، با انجام مذاکرات، تفاهم‌نامه‌ای مابین طرفین به امضاء می‌رسد و موافقت‌نامه خرید محصول نیز منعقد می‌گردد.

این روش نسبت به روش مناقصه زمان کمتری نیاز دارد و در هزینه‌ها نیز صرفه‌جویی می‌گردد. البته اگر روند اجرای پروژه مستلزم انجام مناقصه باشد، لازم است تا مراحل فرعی در انجام مناقصه اجرایی شود. این مراحل فرعی عبارت‌اند از آمادگی کارفرما برای مناقصه، آمادگی سرمایه‌گذاران برای مناقصه و انتخاب برنده مناقصه. در مرحله توسعه و پس از امضای موافقت‌نامه پروژه، تنظیم موافقت‌نامه بین سرمایه‌گذاران برای شکل دادن به ساختار شرکت پروژه انجام و مشارکت سهام برای تحقق پروژه مشخص می‌شود. موافقت‌نامه تأمین مالی، عقد پیمان با پیمانکاران، کسب تعهدات و سایر امور مربوط نیز به انجام می‌رسد. در مرحله‌ی اجرا، ساخت‌وسازها و نصب و راه‌اندازی پروژه انجام و در

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

صورت موفقیت در آزمایش‌ها، فاز بعدی شامل آموزش‌ها، تهیه دستورالعمل‌های بهره‌برداری و کسب مجوزها آغاز می‌شود.

در مرحله بهره‌برداری و نگهداری که طولانی‌ترین دوره پروژه محسوب می‌شود، پس از راه‌اندازی پروژه کارفرما در طول بهره‌برداری با انجام بازرسی‌های دوره‌ای و دریافت گزارش‌ها نظـارت خود را اعمال می‌دارد و بر انتقال فناوری از شرکت پروژه یا پیمانکار، آموزش نیروی کار، ایمنی عمومی و حفظ شرایط محیط‌زیست توجه و دقت لازم را ابراز می‌نماید. در نهایت این نوع قرارداد با واگذاری طرح به کارفرما به انتها می‌رسد. نحوه نگهداری پروژه تا تاریخ واگذاری باید به‌گونه‌ای مناسب صورت پذیرد تا کارفرما بتواند بهره‌برداری از پروژه را ادامه دهد. در این مرحله لازم است صدور ضمانت‌نامه‌های تعمیرات و کارکرد مناسب تجهیزات و تأسیسات نیز لحاظ شود.

نظریه‌ی قراردادها یا اقتصاد قراردادها، رویکردی نوین به تعاملات اقتـصادی است که به دلیل شکل قراردادی که دارد به‌گونه‌ای است که تخصیص منابع را با در نظر گرفتن اطلاعات، تحلیل و بهینه یابی می‌کند. ویژگی‌هایی از جمله قدرت اقتصادی، طراحی مکانیسم با استفاده از مکانیسم‌های طراحی‌شده و بسیاری ویژگی‌های دیگر به این نظریه قدرت تحلیل بالا و متفاوتی را نسبت به سایر رویکردهای موجود داده است.

## 3. پیشینه پژوهش

از آنجا که انجام سرمایه‌گذاری‌های مشارکت عمومی– خصوصی بدون پشتوانه علمی، دانشگاهی و طراحی‌های دقیق مبتنی بر تئوری و تجربه امکان‌پذیر نیست؛ لذا انجام تحقیقات دانشگاهی در این خصوص بسیار حائز اهمیت است و در هر سطحی از این نوع مشارکت، دسته‌بندی انواع مدل‌های پروژه در این قالب که مسئول نگهداری دارایی‌های پروژه کدام‌یک از دو طرف شراکت بخش عمومی و یا خصوصی هستند، ضروری است.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

### 3- 1. مطالعات خارجی

بای و ژانگ[1] (2020) در مطالعه خود تحت عنوان "نحوه تأمین هزینه تأسیس ایستگاه‌های سوخت رسانی هیدروژن در چین" روش‌های تأمین مالی در پروژه‌های جایگاه سوخت هیدروژن در چین را بررسی نموده و به انتخاب روش تأمین مالی بهینه با استفاده از روش AHP[2] پرداختند. آن‌ها با در نظر گرفتن شاخص‌های تعدد جهت انتخاب روش کارآمد بیان کردند تأمین به‌موقع منابع، ریسک‌های پروژه و هزینه‌های تأمین مالی به‌عنوان اصلی‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار در انتخاب روش تأمین مالی پروژه می‌باشد، همچنین آن‌ها استفاده از مشارکت عمومی- خصوصی را به‌عنوان بهترین روش اجرای پروژه‌های مربوط به این بخش معرفی نمودند.

آیر و ساقیر[3] (2010) به‌طور مشخص 17 ریسک مرحله توسعه پروژه‌های PPP جاده هندوستان را در پژوهشی با عنوان "بررسی ساختار ریسک مشارکت با استفاده از مدل سازی" شناسایی نموده و نشان دادند تأخیر در تعطیلی مالی، ریسک اضافه هزینه و ریسک بیش از حد زمان، بیشترین وابستگی را به سایر ریسک ها دارد. آن‌ها در ادامه با بررسی قراردادهای مشارکت عمومی – خصوصی در پروژه‌های راه‌سازی پیشنهاد دادند از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM[4]) برای تهیه ساختار سلسله مراتبی و همچنین روابط متقابل این خطرات استفاده شود؛ به طوری که تصمیم گیرندگان را قادر می سازد تا اقدامات مناسب را انجام دهند.

یوان و همکاران[5] (2012) چالش عمده در زمینه‌ی تولید را ناشی از بحران مالی جهانی برشمردند. آن‌ها در مطالعه خود با عنوان "کلید توسعه شاخص‌های عملکرد برای پروژه-های PPP" یک مدل ساختاریافته برای ارزیابی عملکرد پروژه‌های مشارکت عمومی –

1. Bai & Zhang
2. Analytical Hierarchy Process
3. Iyer and Sagheer
4. Interpretive Structure Model
5. Yuan

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

خصوصی ارائه نموده و گزینه PPP را به عنوان گزینه جذاب در پروژه‌های بخش دولتی معرفی کردند.

در سال 2007، یامورتاسی و اردیم[1]، در مطالعه خود تحت عنوان "تجزیه و تحلیل اقتصادی مدل BOT در ایجاد نیروگاه‌های جایگزین" با اشاره به مشکلات اصلی تأمین مالی در بخش سرمایه‌گذاری در صنعت برق بخصوص در کشورهای درحال‌توسعه، استفاده از روش‌های مشارکت عمومی- خصوصی از جمله BOT را راهگشا دانسته و با در نظر گرفتن شاخص‌های فنی و اقتصادی در نیروگاه به بهترین نوع آن برای تأمین مالی از طریق روش مشارکت عمومی – خصوصی اشاره نمودند. یی و تیونگ[2] (2003) با مطالعات هم‌زمان و استفاده از روش ارزش حال فایده خالص در پژوهشی با عنوان "تأثیر طراحی دوره امتیازات در مدیریت ریسک پروژه‌های BOT" اثر دوره‌های مختلف بهره‌برداری بر کارایی پروژه‌های BOT را بررسی نموده و نشان دادند طراحی یک دوره‌ی بهره‌برداری خوب برای شرکت پروژه و دولت میزبان سودمند خواهد بود.

### 3-2. مطالعات داخلی

بحرالعلوم و همکاران (1399) در مقاله خود تحت عنوان "تحلیل مقایسه‌ای روش‌های تأمین مالی نیروگاه‌های حرارتی در ایران" چهار شاخص هزینه‌های تأمین مالی، ریسک تأمین بموقع منابع، ساختار بازپرداخت و ریسک نوسانات نرخ ارز را به‌عنوان موثرترین شاخص ها در انتخاب روش تأمین مالی کارآمد برای نیروگاه های حرارتی معرفی نمودند. آن‌ها با به‌کارگیری روش AHP، به اولویت‌بندی روش‌های تأمین مالی با استفاده از معیارهای منتخب پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد تأمین بموقع منابع مالی جهت اجرای این پروژه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین عامل تصمیم گیری در انتخاب روش تأمین مالی می‌باشد. نصرتی و همکاران (1392) با استفاده از مدل های سرمایه گذاری مشارکت دولتی و خصوصی در بخش سلامت، روش PPP را به‌عنوان راهکاری مناسب برای تأمین هزینه‌های

1. Yumurtaci & Erdem
2 .Ye and Tiong

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

بخش بیمارستانی دانستند. با این حال، مدل مورد نظر در قابلیت دوام و همچنین تعمیم پذیری به‌عنوان یک الگو برای بخش سلامت کشور با چالش های جدی مواجه است.

عادل و همکاران (1390) مدلی جامع و مناسب جهت خصوصی‌سازی و واگذاری بنگاه‌های دولتی در ایران با رویکرد خط‌مشی گذاری طراحی نمودند. آن‌ها با در نظر گرفتن قوانین و سلسله مراتب در کشور، استراتژی‌های مناسب واگذاری را ارائه دادند. این استراتژی‌ها عبارتند از 1- استراتژی عمومی خصوصی‌سازی (جذب سرمایه‌گذاری خارجی) 2- عرضه سهام در بورس اوراق بهادار با نظارت دولت، مجلس، مجمع تشخیص مصلحت نظام، رسانه‌ها و نهادهای غیر دولتی بر فرآیند خصوصی‌سازی.

بنابراین مسئله اصلی این پژوهش، شفاف‌سازی در واگذاری‌ها از نوع مشارکت قراردادهای عمومی- خصوصی است تا بتوان با استفاده از مبانی نظریه قراردادها[1] (اقتصاد قراردادها) در شرایط اطلاعات کامل و استفاده از عوامل مشارکت در این نوع قراردادها به‌عنوان روش و مبنایی علمی، توان تحلیلی و حل مسئله را در این نوع قراردادها جهت دستیابی به یک قرارداد بهینه فراهم نمود. در کشور ما به دلایل همچون عدم دسترسی به داده‌های مورد نیاز و همچنین ضعف در پرداختن به نظریه‌ی قراردادها در سرفصل‌های دانشگاهی، مطالعات تجربی انجام شده در این حوزه بسیار محدود بوده و ارتباط آن با نیاز واقعی بنگاه‌های اقتصادی چندان قوی به نظر نمی‌رسد؛ لذا در این پژوهش سعی شده است در مقایسه با سایر مطالعات پیشین، با رویکرد جدید ذهنی، استفاده از روش نظریه‌ی قراردادها را در زمینه کاربردی نمودن نظریات اقتصادی در یک تعامل قراردادی به روش BOT ارائه داد. در واقع بررسی پروژه‌های BOT با روش نظریه‌ی قراردادها، فضای اقتصاد قراردادها و با استفاده از رسوب دانش، در دانش اقتصاد قراردادها از طریق مدل‌سازی نظری و تشکیل توابع مطلوبیت کارفرما و کارگزار برای نخستین بار به ارائه تضمین و تنظیم قراردادها می پردازد.

1. Contract Theory

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

## 4. مدل تحقیق و روش برآورد

برای مدل‌سازی قرارداد مشارکت عمومی – خصوصی، با توجه به مبانی نظری و ویژگی‌های انواع مشارکت عمومی – خصوصی، مدل‌سازی بر مبنای قرارداد BOT مطابق واقعیت بیرونی قرارداد، در جامعه امروز مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد؛ لذا برای هر یک از متغیرهای مورداستفاده، پارامتری تعریف‌شده و وارد مدل می‌گردد تا بتوان همه جزئیات واقعی را تحلیل نمود. برای بیان بهتر ارکان مدل اشاره به این نکته ضروری است که با توجه به نحوه تحلیل بررسی قراردادها با در نظر گرفتن تابع مطلوبیت گزینه بهینه‌ی کارگزار از طریق حل یک مسئله‌ی بهینه‌سازی استخراج می‌شود.

در ابتدا پیش‌فرض‌های ساده‌ای برای امکان‌سازی مدل به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

- قراردادی که برای مشارکت عمومی- خصوصی بسته می‌شود ساختار BOT دارد.
- اطلاعات کارفرما و کارگزار در الگوی قراردادی متقارن (کامل) است.
- کارفرما و کارگزار ماکزیمم کننده تابع مطلوبیت یا سود خودشان هستند.
- کارفرما و کارگزار هر دو انتخاب‌های عقلانی انجام می‌دهند و درواقع عقلانیت کامل است و محدود نمی‌باشد.
- تمام پارامترهای قراردادی تائید پذیر (اثبات پذیر)[1] هستند.
- این قرارداد در محدوده‌ی جغرافیایی شکل می‌گیرد که یک دادگاه صالح و خیراندیش[2] حضور دارد و ضمانت اجرایی قراردادها را ایجاد می‌کند.
- اخذ مجوزهای اجرای قرارداد بر عهده کارفرما می‌باشد.
- در زمان ساخت هیچ درآمدی برای پروژه وجود ندارد.
- هزینه فرصت کارگزار صفر در نظر گرفته‌شده است.

لذا با استفاده از این پیش‌فرض‌ها و به‌کارگیری نظریه قرارداد و دانش اقتصاد انگیزه در شرایط اطلاعات کامل، مدل‌سازی ریاضی انجام می‌شود؛ بنابراین تشخیص نظری، استفاده

1. Verifiable
2. Benevolent court

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

از مبانی نظریه قراردادها است تا توان تحلیل و حل مسئله‌ی بهینگی را در قراردادهای مشارکت بخش خصوصی ایجاد نماید. الگوی قراردادی در مراحل مشارکت عمومی – خصوصی با استفاده از توابع هدف شناسایی و به روش مدل‌سازی ریاضی تبیین می‌شود و با حداکثر سازی اهداف کارفرما قرارداد بهینه شناسایی می‌گردد. به عبارت دیگر با توجه به نحوه تحلیل بررسی قراردادها با در نظر گرفتن تابع مطلوبیت گزینه بهینه‌ی کارگزار از طریق حل یک مسئله‌ی بهینه‌سازی استخراج می‌شود. در الگوی ارائه شده، تابع هدف تابع مطلوبیت غیر مستقیم کارفرما و کارگزار است که تابع مطلوبیت غیرمستقیم، ارزش بهینه دست‌یافتنی یک تابع مطلوبیت داده شده‌ای را می‌رساند که وابسته به قیمت کالاها، درآمد یا سطح ثروتی است که فرد (در اینجا منظور کارفرما یا کارگزار ) دارا می‌باشد. این تابع دارای مجموعه ای از قیدهای مربوط به امکان پذیری ، عقلانیت فردی یا قیود مشارکت مربوط به کارفرما است. نحوه تحلیل مرسوم در بررسی قراردادها به این صورت است که با در نظر گرفتن تابع مطلوبیت خاصی گزینه بهینه فرد تصمیم گیرنده از طریق حل یک مسئله بهینه‌سازی استخراج می‌شود. در این میان برای شناسایی توابع از روش بررسی و مطالعات کتابخانه‌ای استفاده و اعتبار سنجی آن از طریق شبیه‌سازی انجام می‌شود. نظریه‌ی قراردادها این نکته را بحث می کند که تحت شرایط اطلاعات کامل، کارفرما می تواند با تعیین تابع مطلوبیت، سود خود را حداکثر نماید و مشارکت کارگزار را نیز فراهم سازد (طغیانی و همکاران، 1394)؛ لذا ضمن تضمین مشارکت بخش خصوصی در قراردا، انگیزه‌های طرفین قرارداد نیز تأمین می‌گردد. بنابراین توجه به نکات زیر برای مدل‌سازی ضروری خواهد بود:

ابتدا همه متغیرهای تأثیرگذار در انگیزه کارفرما و یا کارگزار بر مبنای قراردادهای BOT شناسایی و احصاء می‌شود که این کار می‌تواند از طریق مطالعه کتابخانه‌ای و بررسی بر مبنای نمونه‌های واقعی این نوع قراردادها انجام شود. در ادامه بر اساس ساختار قراردادی (صورت‌های قراردادها) متغیرهای مهم انتخاب می‌شوند و پارامترهایی که تأثیر چندانی ندارند و یا وجود آن‌ها تابع را به حدی پیچیده می‌کند و مدل‌سازی را غیرممکن می‌سازد،

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

حذف می‌شوند. لازم به ذکر است اساس مدل‌سازی، ساده کردن و ایجاد قابلیت توضیح دادن واقعیت است و شاید وجود برخی متغیرها چنان مدل را پیچیده کند که قابلیت محاسبه را از پژوهشگر خواهد گرفت لذا نمی‌توان آن‌ها را در مدل وارد کرد.

متغیرهای مثالی شامل: سود، ریسک، طول مدت قرارداد و... می‌باشد که مطلوبیت طرفین را تغییر می‌دهد. از این‌رو شناسایی تعداد محدودی از پارامترهایی که قابلیت مذاکره هستند و برای تابع مطلوبیت کارفرما نیز مهم تشخیص داده می‌شوند، صورت می‌پذیرد. سپس نوع تأثیرگذاری متغیر بر مطلوبیت کارفرما و کارگزار تعیین می‌شود. به این صورت که آیا خطی یا غیرخطی، مثبت یا منفی، مستقیم یا از طریق متغیر دیگری بر مطلوبیت تأثیر می‌گذارد و در نهایت جواب بهینه به دست می‌آید.

بعد از انجام این مراحل تابع مطلوبیت کارفرما و کارگزار تعریف می‌شود. لازم به ذکر است تابع تعریف‌شده باید ویژگی‌های توابع مطلوبیت مدرن در اقتصاد را دارا باشد. در پایان نسبت و ارتباط توابع مطلوبیت کارفرما و کارگزار استخراج می‌شود تا بتوان در قرارداد با تعریف قیدهایی از جمله قید مشارکت از آن‌ها استفاده نمود. توضیح آنکه کارفرما می‌خواهد قرارداد را با اعدادی طراحی کند که بتواند حتماً مشارکت کارگزار را به دست آورد حال باید این امر در برنامه‌ریزی لحاظ شود که دقیقاً مرز ایجاد مشارکت حتمی کجاست و این یک نوع قید است که مربوط به بحث انگیزه مشارکت می‌شود. دانستن این مرز سبب می‌شود، حداکثر سازی تابع هدف کارفرما تحقق پیدا کند و قرارداد بهینه معنا پیدا کند. بنابراین فهرستی از قرارداد باید به نحوی طراحی شود و پارامترها به‌گونه‌ای محاسبه گردد که فرد بر اساس توانمندی خود از نوع قراردادی که تنظیم‌شده است، آن را انتخاب کند و آن پارامتری برگزیده شود که برای کارفرما بهینه است. در واقع کارگزار در یک بستر بازی قرار می‌گیرد که واکنش او دقیقاً همان خواهد بود که سود کارفرما یا تابع کلی هدف کارفرما را بهینه می‌کند.

این فهرست همان قرارداد بهینه است که می‌تواند از اشکال مختلف قرارداد باشد. در واقع با در نظر گرفتن این موارد کلیدهای رسیدن به قرارداد بهینه به دست می‌آید؛ لذا بررسی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

پارامترهای مدل بر اساس اینکه تا چه حد این پارامترها تأثیرگذار هستند و انگیزه طرفین را جلب خواهد نمود، صورت می‌پذیرد. در واقع برای ورود به تابع مطلوبیت نیاز است که پارامترها را بر اساس اینکه چقدر بر روی انگیزه کارفرما و کارگزار تأثیرگذار می‌باشند انتخاب نمود. ضمن اینکه این نکته نیز حائز اهمیت است که برخی پارامترها می‌تواند فقط روی کارفرما تأثیر داشته باشد و بعضی پارامترها هم روی هردوی تابع کارگزار و تابع کارفرما تأثیرگذار هستند. پارامترهای مدل در جدول 1 نشان داده شده است.

قرارداد BOT بر اساس یک‌زمان‌بندی صورت می‌پذیرد و طبق توافقی که انجام می‌گیرد، منعقد می‌شود. برنامه زمان‌بندی این قرارداد در شکل 2 نشان داده‌شده است.

**شکل 2. نمودار زمان‌بندی قرارداد BOT**
**(مربوط به مراحل ساخت، بهره‌برداری و انتقال)**

مأخذ: (هارت[1] 2003)

بر اساس مطالب مطرح‌شده نیاز است در هرکدام از این زمان‌ها (از صفر تا زمان ساخته‌شدن و از زمان ساخته‌شدن تا زمان تحویل پروژه و از تحویل تا آخر پروژه) مقدار منفعت یا هزینه‌ای که هرکدام از طرفین (کارفرما یا کارگزار) انجام می‌دهند، مشخص شود تا بتوان از مجموع هزینه‌ها و درآمدهای به‌دست‌آمده یا سایر منافعی که به دست می‌آید، تابع مطلوبیت موردنظر شکل گیرد. در بسیاری از وضعیت‌ها و مسایل واقعی تصمیم گیرندگان، بیش از یک هدف در نظر گرفته می‌شود. در برنامه‌ریزی خطی[2] تصمیم-گیرندگان تنها یک هدف دارند، از جمله حداکثر کردن سود، حداقل کردن هزینه، حداقل کردن ضایعات و یا حداکثر کردن سهم بازار که البته در نظر گرفتن تنها یک هدف ممکن است باعث بروز مشکلاتی شود. بطور مثال اگر شرکتی در تصمیم‌گیری‌اش در خصوص

1. Hart
2. Linear Programming (LP)

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

میزان تولید تنها به سود فکر کند و از اهداف دیگری مثل رضایت مشتری، رضایت کارکنان، تنوع تولید، سهم بازار، غافل شود ممکن است در بلندمدت نتواند به بقاء خود ادامه دهد؛ بنابراین لازم است مدل‌های چند هدفه به کار برده شود(مومنی،1396). در مدل-های چند هدفه، تابع هدف و محدودیت‌ها می‌توانند غیر خطی باشند. ولی برای سادگی کار در اکثر موارد با مدل‌های خطی کار می‌شود و توابع هدف و محدودیت‌های غیرخطی مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. در ارتباط با مدل‌های چند هدفه بحث چهار مفهوم جواب بهینه[1]، جواب نامطلوب[2]، جواب برگزیده[3]، جواب رضایت بخش[4] پیش می‌آید.

**جواب بهینه**: جوابی است که همزمان تمامی اهداف را بهینه کند. به این جواب گاهی جواب برتر گفته می‌شود در صورتی که جواب بهینه برای مساله وجود نداشته باشد، مفاهیم بعدی مطرح می‌شود.

**جواب نامطلوب**: جوابی است که نمی توان هیچ تابع هدفی را بهبود بخشید بدون آن که هم زمان باعث دور شدن حداقل یکی از اهداف دیگر شود.

**جواب برگزیده**: جواب نامغلوبی است که توسط تصمیم گیرنده با توجه به برخی از اهداف اضافی به عنوان جواب نهایی انتخاب می‌شود.

**جواب رضایت بخش**: جوابی است که سطوح مورد نظر اهداف را برای تصمیم گیرنده محقق می‌سازد. جواب رضایت بخش لزوما جواب نامغلوبی نیست. این جواب برای تصمیم گیرندگانی که دانش و توانایی‌شان محدود است مطرح می‌شود.

چنان که اشاره شد در بسیاری از مسائل چند هدفه جواب بهینه وجود ندارد. زیر اهداف در اکثر مواقع در تضاد با هم هستند و بهینگی یک هدف، باعث دور شدن هدف دیگر از مقدار بهینه‌ی آن خواهد شد. بنابراین جواب بهینه در مدل‌های چند هدفه لزوما مترادف با بهینه شدن همه ی توابع هدف نیست؛ بنابراین در تصمیم‌گیری چند هدفه، روش‌های

1. Optimal Solution
2. Nondominated Solution
3. Preferred Solution
4. Satisfying Solution

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

مختلفی برای حل این گونه مسایل وجود دارد که جواب هر روش با روش دیگر لزوما یکسان نیست. زیرا مفروضات هر روش و همچنین میزان مشارکت تصمیم گیرنده در فرایند حل مساله متفاوت است. در ادامه پنج روش معروف و در عین حال نسبتا ساده برای حل مسایل چند هدفه مطرح خواهد شد. این روش‌ها عبارتند از: 1- روش تبدیل تابع هدف به محدودیت 2- روش وزن‌دهی به اهداف 3- روش اولویت مطلق 4- روش معیار جامع 5- روش برنامه‌ریزی آرمانی. روش‌های ذکر شده بخشی از روش‌های مختلف و متنوع مسایل چند هدفه است. با توجه به اینکه در این پژوهش تابع مطلوبیت به عنوان تابع هدف مساله است و تابع هدف با قید آن به صورت متناقض رفتار می‌کنند، لذا از روش وزن دهی به اهداف استفاده می‌شود و قید با یک ضریب به تابع هدف اضافه می‌گردد. این روش در محیط برنامه‌نویسی MATLAB و با استفاده از روش الگوریتم فرا ابتکاری[1] با عنوان الگوریتم تجمعی ذرات به صورت عددی بهینه‌سازی می‌شود. بطور کلی مراحل بهینه‌سازی مدل به ترتیب عبارتند از :

1-جستجو برای قراردادهای مشارکتی 2- پالایش قراردادهای گردآوری شده 3-انتخاب پارامترهای وضعیت بر اساس تاثیرگذاری 4- مدل‌سازی تابع مطلوبیت کارفرما 5- مدل-سازی تابع مطلوبیت کارگزار 6-انتخاب روش تصمیم‌گیری چند هدفه از نوع تکنیک وزن‌دهی به اهداف 7- استفاده از نرم افزار MATLAB برای برآورد پارامترهای مجهول از طریق الگوریتم تجمعی ذرات 8- محاسبه جواب‌های بهینه

### 4-1. توابع مطلوبیت کارفرما و کارگزار

جهت تعریف توابع مطلوبیت کارفرما و کارگزار پارامترهایی در نظر گرفته شده است. بر این اساس تعریف پارامترهای انتخابی در جدول شماره 1 به شرح ذیل بیان می‌شود:

1. Partial Swarm Optimization (PSO)

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]

[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

**جدول 1. پارامترهای مدل قرارداد BOT**

| پارامتر | توضیحات | پارامتر | توضیحات |
|---|---|---|---|
| $T_0$ | زمان آغاز پروژه | K | ارزش مادی دانش منتقل‌شده به کارفرما در طول پروژه که به‌صورت کمی محاسبه می‌گردد. |
| $T_B$ | مدت‌زمان ساخت پروژه | θ | ضرری که کارگزار از انتقال دانش خود به کارفرما به‌واسطه از دست رفتن انحصار دانش متحمل می‌شود |
| $T_{OP}$ $T_T$ | زمان بهره‌برداری از پروژه. این زمان بازمان تحویل پروژه یکسان است | δ | ارزش اسقاط هزینه‌های صرف شده برای ساخت پروژه |
| $T_L$ | مدت‌زمان طول عمر پروژه | t | زمان سپری‌شده از لحظه آغاز پروژه (سال) |
| $i_p$ | درصد مشارکت کارفرما در طول زمان بهره‌برداری از پروژه توسط کارگزار | P | احتمال کمتر شدن درآمد پروژه از هزینه‌های ساخت |
| $i_q$ | درصد مشارکت کارفرما بعد از زمان واگذاری پروژه توسط کارگزار | S | درصد ریسک بر عهده کارفرما |
| R | درآمد پروژه | $r_t$ | نرخ بهره یا نرخ تنزیل درآمدهای آتی با این هدف که درآمدهای آتی به درآمد فعلی تنزیل شود. |
| $C_B$ | هزینه‌های ساخت | $U_P$ | تابع مطلوبیت کارفرما |
| $C_A$ | هزینه‌های جاری و اجرایی | $U_A$ | تابع مطلوبیت کارگزار |

تابع مطلوبیت کارفرما که با $U_P$ نشان داده می‌شود به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$U_P = \delta * \sum_{t=0}^{t=T_B}\left(\frac{C_{Bt}}{(1+r_t)t}\right) + i_p * \sum_{t=T_B}^{t=T_{op}}\left(\frac{R_t-C_{At}}{(1+r_t)t}\right) + i_q * \sum_{t=T_{OP}}^{t=T_L}\left(\frac{R_t-C_{At}}{(1+r_t)t}\right) - \sum_{t=T_{OP}}^{t=T_L}\left(\frac{C_{At}}{(1+r_t)t}\right) - \frac{P*S\left(C_B+\sum_{t=0}^{t=T_L}(C_{At}-R_t)\right)}{(1+r_t)t_L} + K \quad (1)$$

همان‌طور که در تابع مطلوبیت فوق مشاهده می‌شود $\delta * \sum_{t=0}^{t=T_B}\left(\frac{C_{Bt}}{(1+r_t)t}\right)$ : مقدار هزینه‌ای است که بابت ساخت پروژه صرف می‌شود که پس از تنزیل ارزش فعلی، این

مقدار هزینه به دست می‌آید که با علامت مثبت آمده است چرا که این مقدار هزینه در آخر کار تجهیزات برای کارفرما باقی می‌ماند و می‌تواند بفروشد البته نه به قیمتی که هزینه شده است که یک ارزش اسقاطی دارد که سیگمای پشت پرانتز ارزش اسقاط آن تجهیزات را نشان می‌دهد که نصیب کارفرما می‌شود.

$i_p * \sum_{t=T_B}^{t=T_{op}} \left(\frac{R_t - C_{At}}{(1+r_t)t}\right)$ : درصدی از سود حاصل از بهره‌برداری پروژه در طول مدتی که بهره‌برداری دست کارگزار است را نشان می‌دهد یعنی به‌طور مثال از دوره‌ای که پروژه ساخته شد به مدت T سال دست کارگزار است و او بهره‌برداری می‌کند و در این مدت یک‌درصدی از سود ایجادشده را به کارفرما پرداخت می‌کند که $i_p$ آن درصد را نشان می‌دهد و مجموع قسمت دوم کل درآمد حاصل از این دوره را مشخص می‌کند.

$i_q * \sum_{t=T_{OP}}^{t=T_L} \left(\frac{R_t - C_{At}}{(1+r_t)t}\right)$ : دوره‌ای است که درصدی از سود را نشان می‌دهد که کارفرما بعد از انتقال به دست می‌آورد و پروژه تحویل کارفرما شده است حالا شروع به بهره‌برداری می‌کند اما ممکن است هنوز درصدی از پروژه را بردارد و درصدی از آن را طبق تعهد به کارگزار بدهد. بنابراین $i_q$ درصد از پروژه را برمی‌دارد که معمولاً $i_q$ از $i_p$ بیشتر است چون در اینجا خودش بهره‌برداری می‌کند و حتی در بعضی پروژه‌ها $i_q$ یک است و همه سودهای حاصل از بهره‌برداری متعلق به خودش می‌باشد. پس این مقدار تا آخر عمر پروژه ادامه دارد و درصدی را شامل می‌شود که متعلق به خودش است.

$\sum_{t=T_{OP}}^{t=T_L} \left(\frac{C_{At}}{(1+r_t)t}\right)$: مجموعه هزینه‌های جاری که کارفرما در طول زمانی که پروژه به کارفرما منتقل و بهره‌برداری را دست می‌گیرد، بپردازد. $\frac{P*S(C_B+\sum_{t=0}^{t=T_L}(C_{At}-R_t))}{(1+r_t)\,t_L}$ : درصد ضرر مورد انتظار که به‌واسطه شکست پروژه (بیشتر شدن مجموع هزینه‌ها از درآمد) به کارفرما تحمیل می‌گردد و برای کارفرما ریسک محسوب می‌شود.

$K$: منفعتی است که به‌واسطه انتقال دانش به دست آورده است و یا به عبارتی ارزش مادی دانشی است که از کارگزار به کارفرما منتقل‌شده است. تابع مطلوبیت کارگزار که با $U_A$ نمایش داده می‌شود عبارت‌اند از:

(2)

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

$$U_A = -\sum_{t=T_0}^{t=T_B}\left(\frac{C_{Bt}}{(1+r_t)t}\right) + (1-i_p) * \sum_{t=T_B}^{t=T_{OP}}\left(\frac{R_t - C_{At}}{(1+r_t)t}\right) - \sum_{t=T_B}^{t=T_{OP}}\left(\frac{C_{At}}{(1+r_t)t}\right) + (1-i_q) * \sum_{t=T_{OP}}^{t=T_L}\left(\frac{R_t - C_{At}}{(1+r_t)t}\right) + \frac{P * S(C_B - \sum_{t=0}^{t=T_L}(C_{At} - R_t))}{(1+r_t)\, t_L} + \theta * K$$

$-\sum_{t=T_0}^{t=T_B}\left(\frac{C_{Bt}}{(1+r_t)t}\right)$ : هزینه‌هایی است که کارگزار بابت ساخت پروژه انجام می‌دهد بنابراین با علامت منفی نمایش داده می‌شود که مجموع $C_B$ ها است که در سال‌های مختلف صورت می‌پذیرد. $(1-i_p) * \sum_{t=T_B}^{t=T_{OP}}\left(\frac{R_t - C_{At}}{(1+r_t)t}\right)$: مجموعه سود دوره‌ای است از $T_B$ تا $T_{OP}$ که کارگزار خودش بهره‌برداری را انجام می‌دهد و $(1-i_p)$ درصد از سود آن دوره را برمی‌دارد. $\sum_{t=T_B}^{t=T_{OP}}\left(\frac{C_{At}}{(1+r_t)t}\right)$: مجموع هزینه‌های اجرایی از $T_B$ تا $T_{OP}$ است که کارگزار بهره‌برداری را انجام داده و از سود آن کم می‌شود؛ به‌طوری‌که $C_{AT}$ به عهده خودش می‌باشد.

$(1-i_q) * \sum_{t=T_{OP}}^{t=T_L}\left(\frac{R_t - C_{At}}{(1+r_t)t}\right)$: مجموعه سود دوره‌ای است از $T_{OP}$ تا $T_L$ که پروژه در اختیار کارفرما می‌باشد و $(1-i_q)$ درصد از سود آن دوره را برمی‌دارد. این سود برای بعضی پروژه‌ها صفر می‌شود.

$\frac{P*S(C_B - \sum_{t=0}^{t=T_L}(C_{At} - R_t))}{(1+r_t)\, t_L}$ : درصد درآمدی که در صورت شکست پروژه (بیشتر شدن مجموع هزینه‌ها از درآمدها)، کارفرما به کارگزار باید پرداخت کند. $K$: مقدار عددی ارزش دانشی است که از کارگزار به کارفرما انتقال داده می‌شود. اگر مقدار K صفر باشد، هیچ‌دانشی انتقال داده نشده است. $\theta$ : درصد زیانی است که کارگزار به واسطه از دست دادن انحصارش و یا به واسطه انتقال دانش و زیادشدن رقیب، متحمل می‌شود.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

### 4-2. قیود مدل‌سازی

بعد از تعریف توابع مطلوبیت کارگزار و کارفرما، گام بعدی معرفی قیودی است که در مدل‌سازی استفاده می‌گردد:

**قید مشارکت**: این قید بیانگر این است که کارفرما در صورتی حاضر به مشارکت در تعامل قراردادی است که میزان مطلوبیت آن حداکثر شود.

$$Max\ U_P \quad S.t\ \ \mathrm{U_A}(C_B) \geq 0 \qquad (3)$$

**قید منطقی**: این قید بیانگر این است که درصد مشارکت کارفرما در طول زمان بهره‌برداری و بعد از زمان واگذاری پروژه توسط کارگزار ، مثبت و کمتر از یک باشد. همچنین بزرگ‌تر بودن $i_q$ از $i_P$ قیدی است که به جای یک منطق ریاضی یک منطق عقلی-اقتصادی دارد؛ زیرا درصد مشارکت کارفرما در زمانی که کارگزار از پروژه بهره‌برداری می‌کند، کمتر از زمانی است که خودش از پروژه بهره‌برداری می‌کند.

$$0 < i_p < i_q < 1 \qquad (4)$$

گام بعدی در مدل‌سازی، عددگذاری پارامترهایی است که به عنوان پارامترهای وضعیت[1] مشخص می‌شوند و قابلیت تغییر دارند. این مقادیر بر مبنای تعاریفی که در نمونه قراردادهای BOT مطرح‌شده است استخراج می‌شوند.

### 4-3. بهینه‌سازی با الگوریتم تجمعی ذرات

آخرین مرحله مدل‌سازی، بهینه‌سازی پارامترهای مجهولی است که در قراردادهای BOT لحاظ شده است که شامل $i_q$ (درصد مشارکت کارفرما بعد از زمان واگذاری پروژه توسط کارگزار)، $i_P$ (درصد مشارکت کارفرما در طول زمان بهره‌برداری از پروژه توسط کارگزار)، $T_{OP}$ (زمان بهره‌برداری از پروژه) و S (درصد ریسک بر عهده کارفرما) می‌شود.

این بهینه‌سازی از طریق الگوریتم فرا ابتکاری تجمعی ذرات انجام می‌گیرد. الگوریتم فرا ابتکاری تجمعی ذرات، یک الگوریتم جمعیت محور با جستجوی اجتماعی است که از

1. State variables

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

روی رفتار اجتماعی دسته‌های پرندگان و ماهی‌ها مدل شده است. این الگوریتم از توده‌ای از ذرات تشکیل‌شده و هر ذره در ناحیه‌ای از فضای جستجو ساکن شده است. مقدار تابع هدف برای هر ذره میزان شایستگی یا برازندگی مکان آن ذره را نشان می‌دهد. فرض کنید به دنبال بهینه‌سازی تابع f با متغیرهای $x_1, x_2, \dots, x_n$ باشیم. برای این منظور در ابتدا m ذره در فضای جستجو به‌طور تصادفی قرار داده می‌شود که سرعت آن‌ها برابر صفر است. بهترین موقعیت مکانی در هر دوره t توسط ذره i، با

$$P_i(t) = (P_{i1}(t), P_{i2}(t), \dots, P_{in}(t)) \qquad (5)$$

نشان می‌دهند. همچنین بهترین تجربه جمعی ذرات را با

$$g(t) = (g_1(t), g_2(t), \dots, g_n(t)) \qquad (6)$$

نشان می‌دهند. در این الگوریتم ذره‌ها موقعیت یا مکان خود را مطابق فرمول زیر به‌روزرسانی می‌کنند:

$$v_{ij}(t+1) = w * v_{ij}(t) + c_1 * r_1 * \left(P_{ij}(t) - x_{ij}(t)\right) + c_2 * r_2 * \left(g_j(t) - x_{ij}(t)\right) \qquad (7)$$
$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t)$$

که در آن $x_{ij}(t)$: مولفه j بردار مکان ذره iم در دوره t از اجرای الگوریتم می‌باشد.

$v_{ij}(t)$: مولفه j بردار سرعت ذره iم در دوره t از اجرای الگوریتم است.

$w$: ضریب اینرسی می‌نامند و بهترین انتخاب به‌صورت $0.4 < w < 0.9$ می‌باشد.

$r_1$ و $r_2$: دو عدد تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه صفر و یک است.

$c_1$ و $c_2$: به ترتیب ضریب یادگیری شخصی و ضریب یادگیری جمعی می‌نامند. غالباً این دو ضریب به‌صورت $c_1 = c_2 = 2$ انتخاب می‌شوند.

پس از به‌روزرسانی موقعیت جدید ذرات، الگوریتم مجدداً تکرار می‌شود. برای این منظور بهترین تجربه شخصی هر ذره و بهترین تجربه گروهی به‌روزرسانی می‌شوند و مطابق رابطه بیان‌شده (رابطه 7) ابتدا سرعت ذرات محاسبه و سپس موقعیت آن‌ها به‌روزرسانی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

می‌شود. الگوریتم تا جایی ادامه می‌یابد که ملاک و معیار پایان الگوریتم آن را مشخص کرده است (موریس کلرک[1]، 2006).

## 5. داده‌ها و نتایج تجربی

برای تدوین الگوی مفهومی[2] با استفاده از تبیین قرارداد پایه به روش BOT ، مدل‌سازی ریاضی انجام شد. برای بهینه‌سازی و تخمین پارامترها از نرم‌افزار MATLAB و الگوریتم فرا ابتکاری تجمعی ذرات (الگوریتم پرندگان) استفاده گردید. در این برنامه تابع هدفی تعریف می‌شود که این تابع مجموع موزون توابع مطلوبیت کارفرما و کارگزار می‌باشد. با توجه به اینکه در بهینه‌سازی مدل، دو هدف متضاد شامل افزایش هم‌زمان مطلوبیت کارفرما و کارگزار وجود دارد؛ لذا در این برنامه از رویکرد"مجموع موزون" استفاده‌شده است. این برنامه با هدف بهینه‌سازی و تخمین پارامترهایی چون درصد مشارکت کارفرما بعد از زمان واگذاری پروژه توسط کارگزار، درصد مشارکت کارفرما در طول زمان بهره‌برداری از پروژه توسط کارگزار، زمان بهره‌برداری از پروژه و درصد ریسک بر عهده کارفرما با تأمین قیود مشارکت و منطقی صورت گرفته است.

برای اجرای فرآیند بهینه‌سازی در نرم‌افزار MATLAB، مقادیر انتخابی و عددهای فرضی به شرح زیر به‌عنوان ورودی برنامه داده شد:

$$\delta = 100 , P = 0.1, r_t = 0.2 , R_t = 50 , C_B = 100, C_A = 10, T_L = 50, T_B = 10, K = 5$$

البته لازم به ذکر است مقدار عددی این پارامترها بر اساس جمع‌بندی از پژوهش‌ها و مقالات عباس‌زاده اصل و همکاران (1395)، حسینی و داودیان (1390)، امامیان و همکاران (1394)، بحرالعلوم و همکاران (1399) وعباسی و رمضانیان (1394) بدست آمده است.

خروجی کار، مقادیر بهینه‌ی پارامترهای مجهول است به شرح ذیل در جدول 2 به دست می‌آید:

1. Maurice Clerc
2. Platform

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

**جدول 2. تخمین پارامترهای مجهول قرارداد BOT**

| پارامترهای مجهول | | مقدار بهینه |
|---|---|---|
| $T_{OP}$ | زمان بهره‌برداری از پروژه | 38 |
| $i_q$ | درصد مشارکت کارفرما بعد از زمان واگذاری پروژه توسط کارگزار | 0/78 |
| $i_P$ | درصد مشارکت کارفرما در طول زمان بهره‌برداری از پروژه توسط کارگزار | 0/45 |
| S | درصد ریسک بر عهده کارفرما | 0/07 |

در این پژوهش با در نظر گرفتن نظریه قراردادها، قراردادی به کارگزار پیشنهاد شد؛ به‌طوری‌که میزان مطلوبیت کارفرما حداکثر و مشارکت کارگزار را محقق نمود. نتایج جدول2 نشان می‌دهد مقادیر بهینه‌ی به‌دست‌آمده با تئوری نظریه قراردادها سازگار و از عقلانیت اقتصادی برخوردار است زیرا طول مدت قراردادهای BOT 20 الی 40 سال بوده و $T_{OP}$=38 سال به‌دست‌آمده است. همچنین مقادیر $i_q$ و $i_P$ مثبت و کمتر از یک به‌دست‌آمده و مقدار $i_P$ کمتر از $i_q$ شده است که نشان می‌دهد قیدهای منطقی در محدوده موردنظر قرارگرفته‌اند؛ بنابراین مقادیر بهینه تحت قیود مشارکت، منطقی و قیدهایی که در ذهن پژوهشگر متصور می‌شد، به دست آمدند.

## 6. نتیجه‌گیری

محدودیت منابع دولتی و ایجاد تحول و جنبش در اقتصاد کشور به‌خصوص در پروژه‌های بزرگ و زیربنایی، بیش از پیش ضرورت تأمین مالی از طریق سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را مدنظر دولت و سیاست‌گذاران قرار داده است. ازاین‌رو امروزه واگذاری و دخالت بیشتر بخش خصوصی از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا یکی از مواردی که همواره در سرمایه‌گذاری و اجرای پروژه‌های بزرگ موردتوجه قرارگرفته است، تأمین منابع مالی این گروه پروژه‌ها است؛ به‌طوری‌که چند سال است استفاده از روش‌های نوین و متعدد مشارکت بخش خصوصی با دقت و توجه بیشتری دنبال

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

می‌گردد. یکی از این روش‌ها، استفاده از مشارکت عمومی- خصوصی از جمله BOT است. از آنجایی که به‌کارگیری پروژه‌های BOT در سطح جهان تاریخچه کوتاهی داشته و بیش از دو دهه از به ثمر رسیدن آن نمی‌گذرد، لذا این روش به‌عنوان یکی از روش‌های جدید و مثمر ثمر خصوصی‌سازی محسوب می‌شود که مشارکت فعال بخش خصوصی را در احداث و توسعه پروژه‌های زیر بنایی به همراه دارد. روش مذکور در ایران نیز بسیار جوان بوده و هنوز هیچ پروژه‌ای با این روش به پایان نرسیده است (منظور مرحله واگذاری است). بررسی‌های انجام‌شده بر روی مطالعات داخلی و خارجی نشان می‌دهد محققان در سراسر دنیا به روش‌های تأمین مالی پروژه‌ای از نوع BOT توجه خاص دارند و تقریباً تمامی جوانب آن اعم از جنبه‌های مالی، حسابداری، حقوقی، زیست محیطی و عملیاتی را مورد بررسی قرار داده‌اند ولی شناسایی و ارزیابی معیارهای مؤثر به منظور انتخاب نوع قرارداد کمتر مورد توجه قرارگرفته است. این مسئله به دلیل ساختار و پیچیدگی‌هایی است که در اهداف بخش‌های مختلف قراردادهای PPP نسبت به سایر قراردادها وجود دارد؛ به‌طوری‌که شناسایی و انتخاب صحیح نوع قرارداد مشارکت در ساخت یک پروژه می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد. از جمله مهم‌ترین شاخص‌های این روش، پذیرش ریسک و انتقال فنّاوری و توسعه زیر بنایی است؛ لذا درک صحیح این روش از طرف دولت به‌عنوان کارفرما و بخش خصوصی به‌عنوان کارگزار و استفاده آن در یک شرایط مناسب قراردادی پیش‌نیاز اصلی جهت موفقیت این روش به‌حساب می‌آید. در این پژوهش مدل قراردادی پیشنهاد شده است که بر اساس مقادیر فرضی و کالیبره شده، مقادیر بهینه متغیرهای اصلی قراردادی را محاسبه نموده و البته اگر مقادیر اولیه پارامترها تغییر یابد، احتمالا نتایج دیگری خواهد داد که قابل سناریوسازی است. لذا ضمن بررسی قراردادهای مشارکت عمومی – خصوصی به روش BOT با استفاده از مبانی نظری موجود در قراردادهای PPP و همچنین بهره‌گیری از مباحث مورداستفاده در نظریه قراردادها و طراحی ساز و کار، قرارداد مشارکت در حالتBOT مدل‌سازی شد. در این راستا جهت ماکزیمم سازی تابع مطلوبیت کارفرما و همچنین تأمین قیود منطقی و قید مشارکت،

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

تعدادی پارامتر فرضی در مدل تعریف گردید که طبق هر یک از وضعیت‌های قراردادی، قابلیت تغییر دارند؛ لذا بر اساس پارامترهای فرضی در نظر گرفته‌شده و تأمین قیود منطقی و مشارکت، پارامترهای مجهول مدل به‌صورت، 38سال (زمان بهره‌برداری از پروژه)، 78 درصد (مشارکت کارفرما بعد از زمان واگذاری پروژه توسط کارگزار)، 45 درصد (مشارکت کارفرما در طول زمان بهره‌برداری از پروژه توسط کارگزار) و 7 درصد (ریسک بر عهده کارفرما) برآورد گردید. با توجه به اهمیت قرارداد BOT در پروژه‌های زیربنایی و نقش آن در توسعه اقتصادی، پیشنهاد می‌گردد سازمان‌های دولتی با در نظر گرفتن شاخص‌ها و تئوری‌های اقتصادی، جهت تنظیم پارامترهای قراردادی از الگوی مفهومی این پژوهش استفاده نمایند که ضمن تضمین مشارکت کارگزاران و بخش خصوصی، منافع کارفرما و نهادهای حکمرانی در بخش دولتی به حداکثر برسد. از آنجا که این مطالعه تحت اطلاعات متقارن با فرض اطلاعات کامل در قرارداد BOT انجام‌شده است، پیشنهاد می‌گردد این نوع قرارداد تحت اطلاعات نامتقارن مورد بررسی، ارزیابی، محاسبه و مدل‌سازی قرار گیرد و متناظر با آن الگوی مفهومی طراحی شود.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

## منابع و ماخذ:


- Abbasi, A., Ramezanian, E. (2015). Identify and Assess Financial Risk Management Approach Using BOT Projects HP-DEA, Financial Knowladge of Securities Analysis, 8 (25), 69-79. (in Persian)
- Abbaszadeh, E., Parchami Jalal, M & Raqimi, A. (2017). A Decision-Making Model to Attract Private Sector Investors into BOT and BOO Water and Sanitation Projects. Journal of Water and Wastewater, 28(1), 1-17. (in Persian)
- Asharion Qomizadeh, F., Tajmir Riahi, H. (2014). Comparing Financing Methods in Energy Projects Based on Istisna Sukuk - BLT Contract and Independent Istisna Sukuk Annexation. Islamic Finance Research Bi-quarterly Journal, 3 (2), 159-186. (in Persian)
- Azar, A., Gholipour, R., Alvani, M., Komijani, A., & Mohammadi, E. (2011). Designing of Comprehensive Model Privatization and Transfer of State owned Enterprises With policymaking Approach In Iran. Management Research in Iran, 15 (4), 29-49. (in Persian)
- Bahrololoum, M., Bakhtiar, Sh. (2020). Comparative Analysis of Financing Methods in Thermal Power Plants in Iran. Journal of Energy Policy and Planning Research, 6 (3), 221-250. (in Persian)
- Bia,W., & Zhang, L.(2020). How to finance for establishing hydrogen refueling stations in china? An analysis based on Fuzzy AHP and PROMETHEE. International journal of Hydrogen Energy,45(59),34354-34370
- Chiappori, P. A., & Salanie B. (1997). Empirical Contract Theory: The Case of Insurance Data. European Economic Review, (4), 943-950.
- Clerc, M. (2006). Particle Swarm Optimizition. The International Scientific Series
- Country Plan and Budget (2020). Public-Private Partnership Program of the Government in 1400. Tehran: Publications of the National Planning and Budget Organization, Documentation Center. (in –Persian
- Davodian, H., Akbari Lor, H., Alvand, R., Seyed Kalbadi, M.(2016). Evaluation of the performance of BOT contracts in the development of construction and development of infrastructure. International Conference of Management Elites, Tehran, https://civilica.com/doc/528847. (in Persian)
- Emamian, S., Jalali, Gh. And Shahnaghi, K. (2017). New Model of B.o.t Contracts To Determine Concession Period and Transfer Point for Building Power Plants. Iranian Electric Industry Journal of Quality and Productivity, 5(2), 41-50. (in Persian)


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]

[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

- Fouzul khan, M., & J.parra, R. (2003). financing large project, prentise hall.
- Derakhshan, Morteza (2016). Theory of Contracts, Motives and Information, First Edition, Tehran: Imam Sadegh University Press. (in Persian)
- Golabchi, M., & Noorzaei, E. (2015). Selection of Proper Method of Public-Private Partnership to Finance Iran Freeway Projects with AHP Approach. JOURNAL OF TRANSPORTION ENGINEERIN, 6 (3), 523-537. (in Persian)
- Hart, O. (2003). Incomplete contracts and public ownership: Remarks, and an application to public-private partnershipps. The Economic Journal Conference Papers, 113(486), 69- 76.
- Haghighat, j., Purpartovi, M. (2015). An Economic Analysis Of Different Methods Of Financing Tehran Strategic Oil Storage. Journal Of Iranian Energy Economics, 2(6), 49-73.
- Hashimoto, H., Hamada, k. & Hosoe, N. (2010). A numerical approach to the contract theory: the case of adverse selection. GRIPS Policy Research Center, Discussion 11-27.
- Hosseini, S. M., &, Davodian, A. (2011). Prioritization of financing methods for refinery projects in Iran, Financial Management Perspective, 1(3), 69-82. (in Persian)
- -Iyer, K.C. & Sagheer, M. (2010), Hierarchical structuring of PPP risks using interpretative structural modeling. Construction engineering management, 136(2),151-159.
o-Kashfi, H., & Raghimi, A. (2014). Benefiting from private sector capacities in forms of BOO and BOT mechanisms . Journal of Water and Sustainable Development, 1 (1), 1-7 .(in Persian)
- -Khazaeni, G., Khanzadi, M., & Afshar, A. (2011). Deal Success Evaluation Of Multi Objective Model For Bot Projects; Structure And \R\Napplication.
- Sharif JOURNAL Civil Engineering, 2 (2), 45-55. (in Persian)
- Meshkat, M. (2020). Public-Private Partnership (PPP) BOT, EPC, HAM contract models.
- Tehran: Mizan Publishing. (in Persian)
- Moalemi, M., & Zahedi, M. (2011). Evaluation of economic plans. Tehran: Payame Noor University Press. (in Persian)
- Momeni, M.( 2017). New Topics in Operations Research. Author Publisher. (in Persian)
- Moszoro, M., Krzyzanowska, M. (2011). Implementing Public-Private Partnerships in Municipalities. Working Paper, WP-908, In: IESE Research Papers.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

- Nikbakhsh, Ali.(2015). Review of international contracts for construction, operation and transfer. Third International Conference on New Approaches to Energy Conservation
- Nosrati, m., Sadeghi, H., Abdoli, Gh., & Agheli, L. (2013). Applying Public-Private Partnership Investment Model in Health: Assessment of Hospital Readiness in Iran. Journal of Management And Medical Informatics School, 1 (2), 128-137. (in Persian)
- Pollitt, C., & Bouckaert G. (2004). Public management reform. A comparative analysis. Oxford University Press USA.
- Pratap, k. V., & R. Chakrabarti. (2018). Public- private partnerships in Infrastructure. Managing the challenges, springer Singapore.
- Toghyani, M, Samadi, S, Sadeghi, Z. (2015).An Analysis of the Problem of Asymmetric Information in Partnership Contracts of Interest- Free Banking and the Solutions. Ma'rifat-e Eghtesad-e Islami, 7 (13), 5-34. (in Persian)
- Vosoughi, V., & Vosoughi, P. (2017). Study and Recognition of BOT Partnership Contract in Water and Wastewater Infrastructure Projects, National Conference on Engineering Sciences, Tehran, https://civilica.com/doc/655883. (in Persian)
- Ye, S. & Tiong., R. (2003). The Effect Of Concession Period Design On Completion Risk Management Of BOT Projects. Construction Management and Economics, 21(5), 471-482.
- Yuan, J., Wang, C., Skibniewski, M. J., & Li, Q. (2012). Developing key performance indicators for Public- private partnership projects: Questionnaire survey and analysis. Journal of Management in Engineering, 28(3), 252-264.
- Yumurtaci, Z., Erdem, H. (2007). Economical analyses of build- 0perate- transfer model in establishing alternative power plants. Energy conversion and Management, 48(1), 234-241.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]
[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22286454.1400.12.44.7.4 ]

[ DOI: 10.52547/jemr.12.44.213 ]

# Explain the Optimal Pattern in the Contracts of Public Private Participation Construction, Exploitation and Transfer (BOT) Applied to Contracts Theory

**Shayesteh Kazemi[1], Amir Hortamani[2], Mahdi Fadaee[3]**

**Received: 2021/06/18 Accepted: 2021/11/16**

**Abstract**

In recent decade in developing countries, lack of government budget or lack of access to modern technology, persuade governments to attract private sector participation in the economy. One of the most common methods is Public-Private Partnership agreements. The real implementation of this type of partnership needs to set contracts that satisfies preferences of both parties. This research aims to solve this problem using the solutions available in the Contracts Therory Knowledge. Theoretical modeling with analyzing public-private partnership model, provide an optimal model for BOT contract. We use library method to explain the basic contract and mathematical modeling by MATLAB software with Particle Swarm Optimization to specify the parameters of utility functions and to provide optimal contract.

The simulation results for an optimal contract were calculated using the supposed parameters (life time, incom, costs, future incoms discount rate, salvage value of project costs) 38 years (project utilization time), 78% (principal participation after transfer time), 45% (principal participation during the operation), 7% (riskes to the principal).

The results showed that these parameters are fully matched with the theoretical properties of the model and the principals utility is maximum beside the agent participation.

**Keywords**: Public-Private Partnership Methods, BOT Contract, Contracts Theory, Principal and Agent, Partical Sworm Optimization.

**JEL Classification:** D82, C70, Z12, D86.

1. Ph.D Student of Economics,Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. .
Email: mrs71832003@yahoo.com

2. Professor of Economics, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran. (Coressponding Author)
Email: amirhortamani@dehaghan.ac.ir

3 . Assistant Professor of Economics, Payam Noor University, Isfahan Branch,Iran. .
Email: fadaeemahdi@pnu.ac.ir