فصلنامــه اقتصاد مالی
سال پانزدهم / شماره ۵۵ / تابستان ۱۴۰۰
صفحه ۱۰۷ تا ۱۳۱

تعیین سطح خدمات بهینه در قراردادهای حمل و نقل مبتنی بر B.O.T بر اساس مدل ژانگ (مطالعه موردی: قرارداد بلیط الکترونیکی ناوگان حمل و نقل تهران)

محمد کیان[۱]
بابک حاجی کریمی[۲]
محمد مهدی مظفری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۷

چکیده

پروژه‌های حمل‌ونقل عمومی در سراسر دنیا امروزه توسط شرکت‌های خصوصی و از طریق قراردادهای B.O.T در حال انجام است. با توجه به اینکه هزینه‌های پروژه‌های حمل‌ونقل قابل‌توجه می‌باشد، شرکت‌های خصوصی با پرداخت این هزینه‌ها و تأمین بودجه احداث پروژه کمک شایانی در ساخت این پروژه‌ها انجام می‌دهند. دغدغه اصلی که تحقیق حاضر را بسیار حائز اهمیت می‌کند ریسک بالای پروژه‌های B.O.T است که سبب می‌گردد اجرای این پروژه‌ها با مشکل جدی مواجه شود. به‌طور طبیعی، با کاهش درآمد شرکت طرف قرارداد، ریسک پروژه افزایش‌یافته و احتمال ترک پیمان و یا بروز دعاوی نیز بالا می‌رود. با بهینه کردن سطح خدمت از طرف دولت، امکان درآمدزایی بیشتر به وجود آمده که علاوه بر کاهش ریسک ضررهای مالی، باعث افزایش میل به اجرای انواع پروژه‌ها در غالب B.O.T می‌گردد. چهار عامل عوارض، ظرفیت پروژه، یارانه دولتی، دوره اعطای امتیاز مشخصه اصلی قراردادهای B.O.T می‌باشند که سود و زیان شرکت‌های خصوصی طرف قرارداد با دولت را مشخص می‌نمایند؛ اما در این میان یک فاکتور قابل تنظیم به نام سطح خدمت وجود دارد که می‌تواند تا حد قابل‌توجهی بر قراردادهای B.O.T تأثیرگذار باشد. با بررسی یک مدل ریاضی ارائه‌شده توسط ژانگ، میزان تأثیر این پارامتر بر سایر عوامل و درنتیجه سود و زیان شرکت خصوصی در قرارداد بلیط الکترونیک ناوگان حمل‌ونقل تهران بررسی گردید.

۱- گروه مدیریت صنعتی، مدیریت مالی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران. Kianmohammad1355@gmail.com
۲- گروه مدیریت صنعتی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران، نویسنده مسئول. hajikarimibabak@gmail.com
۳- گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران. Mozaffari@soc.ikiu.ac.ir

نتایج نشان داد سطح خدمت بالاتر منجر به افزایش ظرفیت پروژه، میزان عوارض کل بالاتر، تقاضای غیرقطعی بیشتر و متعاقباً افزایش سطح رفاه اجتماعی گردد، درعین‌حال از یک نقطه به بعد سبب کاهش سود شرکت خصوصی طرف قرارداد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: قراردادهای B.O.T، مدل ژانگ، سطح خدمت، قرارداد بلیط الکترونیک ناوگان حمل‌ونقل تهران.
طبقه بندی JEL: M14, G28, M41, L12

۱- مقدمه

زیرساخت‌ها به‌عنوان استخوان‌بندی در هر جامعه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. بزرگ‌راه‌ها، خطوط ریلی برون و درون‌شهری، بندرها، پل‌ها، سازه‌های هیدرولیکی، نیروگاه، تونل‌ها و امکانات شهری ازجمله مهم‌ترین زیرساخت‌ها محسوب می‌گردند (ژانگ و کوماراسوامی،[1] ۲۰۰۱). با توجه به هزینه‌بر بودن و از طرفی لزوم توسعه زیرساخت‌ها در هر کشور لازم است تا بودجه کافی جهت ساخت و نگهداری این پروژه‌ها از سوی دولت تأمین گردد. بااین‌حال، در پاره‌ای از اوقات کمبود بودجه مانعی بر سر راه احداث زیرساخت‌ها و توسعه آن‌ها می‌باشد (ژانگ، ۲۰۰۴).

تداوم رشد اقتصادی ایران، مانند سایر کشورهای درحال‌توسعه، نیازمند ایجاد و توسعه تأسیسات زیربنایی کشور است. به همین دلیل در چهار برنامه توسعه اقتصادی کشور، سرمایه-گذاری زیادی بر روی زیربناها انجام‌گرفته است. در کشور ایران، هزینه‌های بالا و همچنین مدت‌زمان طولانی موردنیاز جهت اجرای پروژه‌های حیاتی به‌عنوان مهم‌ترین عامل در عدم اجرا یا تأخیر در این نوع پروژه‌ها محسوب می‌گردند؛ بنابراین در کشور ایران نیز همانند سایر کشورهای دیگر جهت تسریع در اجرای پروژه‌های زیرساختی به بخش خصوصی روی آورده شده است. از همین رو در سال‌های اخیر ضمن درک این واقعیت که منابع دولتی جوابگوی نیازهای کشور نیست، جهت دستیابی به توسعه پایدار اقتصادی از بخش خصوص در توسعه‌ی طرح‌های زیر بنایی استفاده شده و سیاست خصوصی‌سازی و کاهش حجم دولت به‌عنوان یکی از سیاست‌های اصلی اقتصادی موردتوجه قرارگرفته است، به‌طوری‌که با ابلاغ سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی و تعیین حدود فعالیت‌های اقتصادی توسط دولت، ضرورت خصوصی‌سازی آشکار شده و فرایند آن در کشور جدی شده است (مزارعی، ۱۳۹۵).

یکی از متداول‌ترین و موفقیت‌آمیزترین روش‌های مشارکت بخش خصوصی در پروژه‌های دولتی روش B.O.T[2] به معنای ساخت، بهره‌برداری و واگذاری است. در این روش بخش خصوصی وظیفه

طراحی، ساخت پروژه را بر عهده داشته و تأمین مالی پروژه را بر عهده می‌گیرد. در مقابل دولت به شرکت طرف قرارداد امتیاز بهره‌برداری را برای مدت معینی از پروژه می‌دهد تا بخش خصوصی با برداشت از درآمد پروژه (مانند عوارض راه، فروش برق نیروگاه و ...) سرمایه‌گذاری اولیه انجام‌شده با سود احتمالی مدنظر را کسب نماید و پس از منقضی شدن مدت امتیاز، تأسیسات را به دولت واگذار نماید (مزارعی، ۱۳۹۵). با اجرای پروژه به روش B.O.T، دولت بخش عظیمی از ریسک‌های مربوط به پروژه را به بخش خصوصی منتقل کرده، خود را از بار سنگین مدیریت و هماهنگی‌های لازم رها کرده و می‌تواند توسعه تأسیسات زیر بنایی خود را بدون اتکا به بودجه عمومی و یا تحمیل فشار و وام‌های خارجی دنبال کند. با این روش سرمایه‌های بخش خصوصی جذب‌شده که در صورت موفقیت، می‌تواند موجب تشویق سرمایه‌گذاران خارجی برای حضور در بازار محلی گردد (راهنمای پمبوک،[۳] ۲۰۰۴)

روش B.O.T به‌عنوان سیستم اجرای پروژه و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، در حالی موردتوجه متخصصان و کارشناسان قرار گرفته است که دولت جمهوری اسلامی ایران بر اساس بند ث و بند غ تبصره‌ی دو ماده‌ای بودجه سال ۸۴ و در اجرای ماده‌ی ۱۳ قانون چهارم توسعه‌ی اقتصادی اجتماعی و فرهنگی کشور مجاز به تأمین و تضمین منابع مالی از بازارهای سرمایه‌گذاری و در قالب قراردادهای تأمین مالی پروژه‌ها و یا مشارکت در آن‌ها و همچنین قرارداد تسهیلات مالی با تأمین‌کنندگان منابع مالی مشتمل بر پیمانکار و یا سازنده‌ی طرح، اشخاص حقوقی ایرانی، بانک-ها و سایر مؤسسات اعتباری مالی و پولی شده است. همچنین طبق ماده‌ی ۱۳ قانون چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور (قانون برنامه چهارم توسعه، ۱۳۸۳) به دولت اجازه داده‌شده است از تسهیلات بلندمدت خارجی به‌منظور رشد اقتصاد ملی دانایی محور در تعامل با اقتصاد جهانی استفاده نماید. به همین دلیل دولت ایران پروژه‌های زیادی را برای اجرا به این روش پیشنهاد نموده است.

یک پروژه موفق فارغ از نحوه اجرای آن، پروژه‌ای است که تمامی طرف‌های پروژه که در فرایند انجام آن نقش داشته‌اند به منافع و سود پیش‌بینی‌شده خود برسند، چراکه در غیر این صورت، عدم منفعت یک‌طرف موجب برهم خوردن تعادل و در نتیجه به خطر افتادن کل پروژه می‌شود. این موضوع در پروژه‌های B.O.T به دلیل کثرت طرفین و تنوع معیارها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌طوری‌که از دید اصولی یک پروژه B.O.T موفق نتیجه شده از موفقیت خود پروژه، رضایت کنسرسیوم و محیط اقتصادی و سیاسی کشور میزبان است.

هنگامی‌که شرکت خصوصی طرف قرارداد اقدام به وضع عوارض می‌نماید با مشکل عدم قطعیت در تعداد کاربران و استفاده‌کنندگان روبرو است که این امر سبب لطمه زدن به بازگشت سرمایه و

سود مدنظر می‌گردد (ژانگ، فنگ، ژانگ و سونگ،[۴] ۲۰۱۸) لذا در این تحقیق با مطالعه موردی قرارداد بلیط الکترونیکی ناوگان حمل‌ونقل تهران و استفاده از مدل ارائه شده توسط ژانگ به بررسی تأثیر سطح خدمات و بهینه کردن آن در جهت ایجاد هماهنگی بین عرضه و تقاضا توسط تنظیمات قابل انجام از سوی دولت پرداخته شده است.

در بسیاری از پروژه‌های B.O.T تعیین ظرفیت پروژه و همچنین میزان عوارض از اختیارات شرکت خصوصی طرف قرارداد می‌باشد، بااین‌حال، با توجه به سرمایه‌گذاری هنگفت این شرکت‌ها، در برخی موارد حتی عوارض و ترافیک ایده‌ال و بهینه هم سودآور نمی‌باشد. به همین دلیل دولت‌ها برای تشویق شرکت‌های خصوصی در مشارکت در انجام این‌گونه پروژه‌ها اقدام به دادن یارانه می‌نماید (ایوریول،[۵] ۲۰۱۳).

هنگامی‌که شرکت طرف قرارداد اقدام به وضع عوارض می‌نماید با مشکل عدم قطعیت در تعداد کاربران و استفاده‌کنندگان روبرو است. با وضع عوارض کم افزایش کاربران به وقوع می‌پیوندد که اگرچه شرط ظرفیت پروژه را ارضا می‌نماید اما به دلیل ایجاد ترافیک و ایجاد صفوف طویل دریافت عوارض روند بازگشت سرمایه و سود را به‌شدت کند می‌کند. برای ایجاد تعادل بین ظرفیت پروژه و ترافیک که سبب کاهش مدت‌زمان ایستادن در صفوف پرداخت عوارض و درنتیجه افزایش روند بازگشت سود و سرمایه می‌شود، دولت طرف قرارداد می‌تواند سطح موردنیاز ارائه خدمت را مشخص نماید (نشریه شماره ۴۶۹، ۱۳۹۸).

در بسیاری از پروژه‌های B.O.T مربوط به حمل‌ونقل، دولت طرف قرارداد، سرعت و حجم ترافیک را در ساعات مختلف در طول شبانه‌روز تعیین می‌نماید. این تنظیمات می‌تواند به نحو مناسبی عرضه و تقاضا (ظرفیت و ترافیک) را هماهنگ نموده و سطح خدمات را بالا می‌برد. این نیازمندی‌ها میزان عوارض و همچنین ظرفیت تعیین‌شده از سوی شرکت طرف قرارداد را تحت تأثیر قرار خواهد داد که نهایتاً در سطح یارانه دولت و مدت‌زمان دریافت عوارض از سوی شرکت به میزان قابل‌توجهی مؤثر خواهد بود. مسئله اصلی در این تحقیق این است که در کشور ایران نیازمندی‌های سطح خدمات چگونه قرارداد بلیط الکترونیکی ناوگان حمل‌ونقل تهران با چهار فاکتور عوارض، ظرفیت پروژه، یارانه دولتی، دوره اعطای امتیاز که از نوع B.O.T می‌باشد را تحت تأثیر قرار خواهد داد و بهینه‌ترین سطح خدماتی که دولت می‌تواند مشخص نماید چیست.

دولت در برنامه چهارم توسعه اقتصادی کشور، رشد اقتصادی بالای ۸ درصد را برای کشور در نظر گرفته است تا بتواند به یک نرخ تک‌رقمی تورم و بیکاری دست یابد. با توجه به ضعف ساختارهای زیربنایی کشور، رسیدن به این رشد نیازمند سرمایه‌گذاری عظیمی در سال‌های آتی در تأسیسات زیربنایی کشور می‌باشد، اما محدودیت بودجه دولتی و محدودیت اعتبار و در نتیجه آن

کاهش قدرت وام گرفتن دولت موجب شده است این روند به‌کندی پیش رفتـه و در کنـار مـدیریت ناکارای دولتی، اجرای پروژه‌های متعدد به تعویق افتد. مطالعه وضعیت اجرایی پروژه‌هـای زیربنـایی در کشور حاکی از ظرفیت بالا برای به‌کارگیری سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و یا اجرای آن‌هـا بـه روش B.O.T است. حجم بالای سرمایه‌گذاری در این پروژه‌هـا و اختصـاص بخـش قابـل‌تـوجهی از بودجه در پروژه‌های زیربنایی می‌توانی فاکتورهای اقتصادی نظیر تورم، نرخ برابر با پول خارجی و ... را تحت تأثیر قرار دهد. در این روش سرمایه پروژه توسط بخش خصوصی تأمین می‌شـود و فشـاری را به اعتبارات عمومی کشور وارد نخواهد کرد. همچنین چـون دولـت ضـامن وام‌هـای گرفتـه‌شـده توسط بخش خصوصی نیست بنابراین وارد بدهی‌های کشور نشده و توان اعتباری کشـور را کـاهش نمی‌دهد. مدیریت بخش خصوصی در این‌گونه پروژه‌ها به علـت انگیـزه منفعـت‌جویانـه آن موجـب افزایش بهره‌وری و کارآمدی پروژه می‌گردد. درنهایت کنترل استراتژیک دولت بر تأسیسات زیربنایی از بین نرفته و در پایان دوره‌ی امتیاز، تأسیسات به دولت باز می‌گردد.

بندهای ۲۴ و ۲۵ سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه مربوط به حمل‌ونقل ریلی است. در بند ۲۴ بر اولویت بخش ریلی در توسعه حمل‌ونقل و ایجاد مزیت رقابتی برای آن و در بند ۲۵ بر توسعه حمل‌ونقل ریلی باری و اتصال شبکه ریلی به مراکز بزرگ اقتصادی، تجاری و صنعتی و شـبکه‌هـای ریلی منطقه‌ای و جهانی به‌ویژه کریدور شمال-جنوب باهدف توسعه صادرات و ترانزیـت بـار تأکیـد شده است. بر طبق ماده ۵۲ قانون برنامه ششم توسعه، سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در احـداث و بهره‌برداری از حمل‌ونقل ریلی مانند سرمایه‌گذاری در مناطق کمتر توسـعه‌یافتـه تلقـی مـی‌شـود و خدمات حمل‌ونقل ریلی از مالیات بر ارزش‌افزوده معاف است. همچنـین بـر طبـق مـاده ۵۷ دولـت مکلف است به‌منظور تکمیل و اجرای طرح‌های حمل‌ونقل ریلی، عـلاوه بـر مشـارکت‌هـای دولتـی-خصوصی و افزایش اعتبارات این حوزه در بودجه سالانه، ۱ درصد منابع حاصل از فروش نفت و گـاز را در قالب بودجه سالانه به وزارت راه و شهرسازی اختصاص دهـد. بـر اسـاس ایـن مـاده، در طـول اجرای قانون برنامه، سهم حمل‌ونقل ریلی بار باید حداقل بـه ۳۰ درصـد و سـهم حمـل‌ونقـل ریلـی مسافر حداقل به ۲۰ درصد برسد.

در بسیاری از پروژه‌های B.O.T مربوط به حمل‌ونقـل، دولـت طـرف قـرارداد، سـرعت و حجـم ترافیک را در ساعات مختلف در طول شبانه‌روز تعیین می‌نماید. ایـن تنظیمـات مـی‌توانـد بـه نحـو مناسبی عرضه و تقاضا (ظرفیت و ترافیـک) را هماهنـگ نمـوده و سـطح خـدمات را بـالا مـی‌بـرد؛ بنابراین هدف کلی در این تحقیق بررسی تأثیر سطح خدمات در قرارداد بلـیط الکترونیکـی ناوگـان حمل‌ونقل تهران به‌صورت کمی است.

در کنار هدف کلی، اهدافی همچون کاهش دعاوی بین کارفرما و پیمانکار، افزایش درآمد طرف خصوصی و افزایش رفاه عمومی نیز موردبررسی قرار می‌گیرند؛ که خود سبب افزایش رغبت برای اجرای پروژه‌های مختلف به این روش می‌گردد. در سطح کلان با افزایش موفقیت پروژه‌های B.O.T، اجرای سریع‌تر و بیشتر پروژه‌های زیرساختی که به‌عنوان شاهرگ رونق اقتصادی در هر کشوری تلقی می‌گردند، بر اساس این روش مشاهده می‌گردد.

آنچه تاکنون در خصوص قراردادهای عمرانی انجام‌شده است، محدود به بررسی عوامل موفقیت پروژه و یا میزان موفقیت نوع خاصی از قراردادها در پروژه‌های مختلف بوده است. در کشور ایران تاکنون در هیچ‌کدام از قراردادهای B.O.T حوزه حمل‌ونقل تأثیر سطح خدمات در این‌گونه قراردادها به‌طور کمی موردبررسی قرار نگرفته است. همچنین مدل ریاضی مورداستفاده در این تحقیق در نوع خود یک مدل بروز برای بررسی تأثیر سطح خدمات در قراردادهای B.O.T است که به‌تازگی ارائه‌شده است. در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از مدل عددی نوین ارائه‌شده توسط ژانگ تأثیر سطح خدمات در قرارداد پروژه بلیط الکترونیکی حمل‌ونقل تهران بررسی گردد. به‌علاوه تحقیقات گذشته عمدتاً کیفی بوده اما اعداد و ارقام به‌دست‌آمده از داده‌های کمی این تحقیق، نکات کلی تحقیق را نشان می‌دهد؛ اما در مقابل داده‌های کیفی جزئیاتی دقیق برای درک عمیق مفاهیم کلی تحقیق را در اختیار قرار می‌دهد.

۲- پیشینه‌ی پژوهش

حمل‌ونقل یکی از اجزای جدایی‌ناپذیر زندگی امروز است. دولت‌ها قادر نیستند به‌تنهایی سرمایه لازم را برای تأمین مالی طرح‌های زیربنایی تأمین کنند. برای حل این معضل باید روش‌های مختلف تأمین مالی (ازجمله مشارکت دادن بخش خصوصی) را بکار گیرند. مدل ساخت، بهره‌برداری، انتقال (B.O.T) یکی از مهم‌ترین روش‌هایی است که اجرای این پروژه‌ها را میسر ساخته است. در این روش دولت کلیه هزینه‌های پروژه را به بخش خصوصی واگذار می‌کند و بخش خصوصی مسئولیت طراحی، تأمین مالی و احداث پروژه را بر عهده خواهد داشت. پس از بهره‌برداری پروژه، بخش خصوصی طی یک دوره زمانی مشخص (دوره امتیاز) با استفاده از درآمدهای پروژه، اقدام به بازپرداخت اصل سرمایه و سود موردنظر خواهد کرد و در انتهای این دوره پروژه به دولت منتقل می‌شود. در یک مقاله توسط نقی‌زاده و عطاران در سال ۱۳۹۵ با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه با مدیران و کارشناسان پروژه خط ۲ قطار شهری مشهد و جمع‌آوری متغیرها و عوامل دخیل در مراحل مختلف پروژه‌های حمل‌ونقل ریلی درون‌شهری و تحلیل این متغیرها با استفاده از نرم‌افزار،

نرخ ارزش کنونی سرمایه‌گذاری (NPV) محاسبه‌شده و راهکارهایی جهت اجـرای ایـن پـروژه‌هـا بـا مشارکت بخش خصوصی ارائه‌شده است (نقی‌زاده و عطاران، ۱۳۹۵).

در سال ۱۳۹۶ شهبازی در یک تحقیق پیمایشی به بررسی و مقایسـه شـاخص‌هـای ریسـک در پروژه‌های بزرگ‌راهی و آزادراهی که از طریق قراردادهای B.O.T و DBB اجرا می‌شوند پرداخت. در این راستا، دو پرسشنامه متفاوت (یکی برای B.O.T و یکی برای DBB) طراحی شد و مصـاحبه نیـز صورت گرفت. سپس پرسشنامه‌ها به جامعه آماری موردنظر، یعنی متخصصان و متصدیان ایـن‌گونـه پروژه‌ها، ارسال شد. به‌منظور تحلیل آماری، داده‌های جمع‌آوری‌شـده وارد نـرم‌افـزار SPSS گردیـد. نتایج نشان می‌دهد که ریسک‌های، به‌طورکلی، تأثیر بالایی بر زمان و تأثیر کمتری بر کیفیت دارند. به‌عـلاوه، ریسـک‌هـای عامـل کارفرمـا در قراردادهـای DBB و ریسـک‌هـای سـاخت و تکمیـل در قراردادهای B.O.T دارای بیشترین احتمال وقوع و تایر بر اهداف پروژه هستند. با ارزیابی و مقایسـه شاخص‌های ریسک در قراردادهـای B.O.T و DBB در سـاخت پـروژه‌هـای بزرگراهـی و آزادراهـی مشخص گردید که ریسک‌ها به‌طورکلی، تأثیر بـالایی بـر زمـان و تـایر کمتـری بـر کیفیـت دارنـد، همچنین بی‌ثباتی در نرخ ارز تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت پروژه‌ها دارد (شهبازی، ۱۳۹۶).

در سال ۱۳۹۷ کاظمی به بررسی تأثیر شاخص‌های کلان اقتصـادی بـر بـروز تغییـر کـار و ادعـا در قراردادهای B.O.T پرداخت. با توجه به نیاز به بهره‌برداری سریع‌تر از طرح‌ها و بـه‌کـارگیری دانـش اجرایی پیمانکار موجب استفاده از قرارداد به روش B.O.T گردیده است لازم است، در ایـن تحقیـق باهدف تدوین ساختار مناسبی برای اجرای این قراردادها در کشور، تمام قوانین پیـرو بررسـی تـأثیر شاخص‌های کلان اقتصادی بر بروز تغییـر کـار و ادعـا در قراردادهـای B.O.T و راهکارهـایی بـرای اصلاح آن‌ها پیشنهاد شده است (کاظمی، ۱۳۹۷).

یانـگ و منـگ[۶] در سـال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ مشـکلات قراردادهـای B.O.T را درراه‌هـای عمـومی موردبررسی قراردادند و یک مدل ریاضی را در خصوص انتخاب بهینه ترکیـب عـوارض-ظرفیـت در بازارهای رقابتی ارائه دادند (یانگ و منـگ، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲). در سـال ۲۰۰۷ ورهـوف انتخـاب‌هـای شرکت‌های خصوصی را در خصوص میزان عوارض و ظرفیت در مناقصه‌هـا بررسـی کردنـد و نقـش مزایده را بر رفاه جامعه مشخص نمود (ورهوف، ۲۰۰۷). با فرض اینکه دولت و شرکت‌های خصوصی طرف قرارداد اطلاعات کامل و جامعی از هزینه‌های ساخت و میزان ترافیک مورد عرضه دارند؛ گـائو و یانگ در سال ۲۰۰۹ در مورد چگونگی تعیین میزان عوارض، ظرفیت و مدت اعطـای امتیـاز را در جهت افزایش رفاه عمومی از طریق قراردادهای ترک تشریفات یـا مناقصـه تحقیقـاتی انجـام دادنـد (گائو و یانگ،[۷] ۲۰۰۹).

تان و یانگ[8] در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۲ یک بهینه یابی دو هدفه را در تعیین مدت‌زمان اعطای امتیاز و ظرفیت جاده و همچنین قیمت عوارض انجام دادند. به‌علاوه آن‌ها تأثیرات ناهمگونی کاربران بر قراردادهای بهینه را بررسی کردند (تان و یانگ، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱).

فنی، جورجیوس، دیمیتریوس و گلیکریا[9] در سال ۲۰۱۳ در مطالعه‌ای تحت عنوان پیچیدگی در ارزیابی قرارداد در ساخت‌وساز پروژه‌های بزرگ‌راهی، به بررسی عوامل مؤثر در انتخاب نوع قرارداد پرداخته‌اند. پس از بررسی عوامل مؤثر در هفت شاخص و نه معیار طبقه‌بندی‌شده و پس از توزیع در قالب پرسشنامه در میان ۷۹ نفر از خبرگان حرفه‌ای در مقوله ساخت بزرگ‌راه، نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن بود که سال و نوع تجربه، ارتباط مستقیم و یا غیرمستقیم با پروژه و موقعیت پروژه تأثیر بسزایی در انتخاب نوع پروژه دارند (فنی، جورجیوس، دیمیتریوس و گلیکریا، ۲۰۱۳).

سوپرارتو و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی تأثیر نوع قرارداد در عملکرد آن پرداخته‌اند. به‌منظور بررسی موضوع، در تعداد ۱۱۳ پروژه عملکرد کارگروهی پیمانکاران و کارفرمایان و نوع قرارداد ساخت و بهره‌برداری بررسی شد. نتایج نشان‌دهنده آن است که کارگروهی نتایج مؤثرتر نسبت به عدم همکاری مشترک دو گروه دارد و سبب افزایش انگیزه و عملکرد بهتر پروژه خواهد شد (سوپرارتو و همکاران، ۲۰۱۵).

فنگ، ژانگ و گائو، در سال ۲۰۱۵ سه نوع تضمین معمول را شامل گارانتی حداقل ترافیک، گارانتی حداقل درآمد در دوره قرارداد و گارانتی یارانه بر روی قیمتبررسی نمودند. آن‌ها اثرات این سه ضمانت را بر روی قیمت عوارضی، ظرفیت راه و کیفیت آن مطالعه نمودند. در سال ۲۰۱۶ آن‌ها بر روی طراحی یارانه دولتی بهینه در حالتی که عملکرد شرکت‌های خصوصی غیر منعطف بود پرداختند. مطالعات آن‌ها نشان داد که یارانه دولتی هنگامی‌که عامل تخفیف بالا و هزینه یارانه‌های جانبی پایین است، می‌تواند باعث بهبود عملکرد غیر منعطف شرکت‌های خصوصی طرف قرارداد گردد. (فنگ، ژانگ و گائو، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶).

لو و منگ در سال ۲۰۱۷ تنظیم ظرفیت و عوارض را جهت رفع مشکلات عدم قطعیت تقاضا در پروژه‌های B.O.T مربوط به آزادراه‌ها موردبررسی قراردادند (لو و منگ،[10] ۲۰۱۷). در همین سال لی و چای اثرات سیاست‌گذاری‌های یارانه‌ای مختلف دولت بر انتخاب شرکت‌های خصوصی طرف قرارداد در خصوص ظرفیت و عوارض را در شرایط عدم قطعیت تقاضا بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند پرداخت یارانه‌ها به‌صورت کلی و یکپارچه ظرفیت کم و میزان عوارض زیاد را در پی خواهد داشت، درحالی‌که پرداخت یارانه به‌صورت واحد نتیجه معکوس دارد (لی و چای، ۲۰۱۷).

در سال ۲۰۱۸، ونگ، خیونگ، نیو و ژو با در نظر گرفتن نرخ کاربری ظرفیت، قراردادهای بهینه B.O.T را بررسی نمودند. در بسیاری از قراردادهای B.O.T مربوط به حوزه حمل‌ونقل، دولت‌ها سطح خدمات موردنیاز را در جهت مطابقت هرچه بیشتر ظرفیت پروژه و تقاضای کاربران وضع می‌کنند (ونگ، خیونگ، نیو و ژو، ۲۰۱۸). ژانگ و فنگ و سونگ سطح خدمات را به‌عنوان احتمال ارضا شدن ظرفیت پروژه در حالتی تقاضا نامشخص است تعریف می‌کنند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که تنظیم سطح خدمات می‌توان باعث ارتقاء میزان عوارضی و همچنین ظرفیت پروژه گردد. آن‌ها در سال ۲۰۱۸ با ارائه مدلی ریاضی به بررسی میزان تایر سطح خدمات بر قراردادهای B.O.T در حوزه حمل‌ونقل پرداختند و اثبات کردند که تعیین سطح خدمات مناسب، عوارض و کاربر مازاد را بهبود بخشیده اما سبب کاهش سود شرکت‌های خصوصی می‌گردد (ژانگ، فنگ، ژانگ و سونگ ۲۰۱۸).

۲-۱- مدل ژانگ

در یک قرارداد B.O.T را با دوره ساخت T و طول عمر T، دولت و شرکت خصوصی طرف قرارداد در یک محیط با عدم قطعیت اقدام به بازی استاکلبرگ[11] می‌نمایند. دولت به‌عنوان پیشرو، در حرکت اول نسبت به تعیین میزان یارانه دولتی r و دوره‌ی اعطای امتیاز T در جهت رسیدن به سطح حداکثر رفاه عمومی اقدام می‌نماید. سپس در حرکت متقابل، شرکت خصوصی طرف قرارداد، مبلغ عوارض P و ظرفیت پروژه ϑرا در جهت کسب حداکثر سود تعیین می‌کند. به‌عنوان یک روش معمول پارامتر میزان تقاضا (ترافیک تقاضا) d با فرض تصادفی و خطی بودن هزینه یک مسافرت γ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$d = a - \gamma + \varepsilon$$ رابطه ۱)

که در اینجا ε یک متغیر تصادفی برای عدم قطعیت تقاضا با تابع احتمال f (۰) و تابع توزیع تجمعی F (۰) و a حجم و بزرگی بازار می‌باشد (پارسانتا و ورهوف، ۲۰۰). μ و $\square^2$ به ترتیب نماد مقدار قابل‌انتظار و واریانس ε هستند. بدون کاهش در عمومیت، فرض شود مقدار μ برابر صفر است. نکته قابل‌توجه این است که تابع تقاضای خطی نیز توسط اوبلس و ورهوف و همچنین وانگ و پالیسمورد استفاده قرار گرفته است (اوبلس و ورهوف، ۲۰۰۸، وانگ و پالیسمورد، ۲۰۱۴).

γمی‌تواند به‌عنوان ترکیب خطی از زمان مسافرت t و میزان عوارض p نوشته شود که درنتیجه:

رابطه ۲) $\square = p + \theta t$

که در اینجا θ میزان ارزش زمان کاربران است. مدت‌زمان هر سفر t می‌توان با نسبت حجم به ظرفیت d/v افزایش یابد (گائو و یانگ، ۲۰۰۹). برای سادگی، فرض می‌شود که t در رابطه خطی$\frac{d}{\vartheta}$می‌باشد که درنتیجه:

رابطه ۳) $t = t_0 + \beta \frac{d}{\vartheta}$

که در اینجا t_0 زمان رایگان مسافرت است. برای هر مقدار از ε، تقاضای ترافیک می‌تواند با تعادل عرضه-تقاضا معرفی شود که درنتیجه:

رابطه ۴) $d = a - p + \varepsilon - \theta(t_0 + \beta \frac{d}{\vartheta})$

موازنه عرضه-تقاضا به میزان زیر افزایش می‌یابد:

رابطه ۵) $d = \frac{\vartheta}{\vartheta - \theta\beta}(a - \theta t_0 - p + \varepsilon)$

ازآنجایی‌که a و θt_0 همگی ثابت هستند و همیشه به‌صورت هم‌زمان باهم ظاهر می‌شوند به فرم $\hat{a}$در این تحقیق نوشته می‌شود. همچنین بجای $\theta\beta$ از η استفاده می‌شود. بنابراین d به فرم زیر نوشته می‌شود:

رابطه ۶) $d = \frac{\vartheta}{\vartheta - \eta}(\hat{a} - p + \varepsilon)$

هنگامی‌که شرکت خصوصی اتخاذ تصمیم می‌کند، با چند نیازمندی از طرف دولت طرف می‌شود. در این تحقیق، سطح سرویس α به این احتمال تعریف می‌گردد که ظرفیت پروژه بتواند میزان تقاضا را ارضا نماید. در این صورت:

رابطه ۷) $\square = Prob(d(p,\vartheta)) \leq \vartheta$

به این معنی احتمال α، کاربران مجبور نیستند برای استفاده از پروژه زمانی را منتظر بمانند؛ بنابراین یک سطح سرویس بالا به معنی احتمال پایین ترافیک می‌باشد.

π میزان سود شرکت خصوصی را نشان می‌دهد که از دو قسمت تشکیل شده است: سود حاصل از پروژه و یارانه دولت. یارانه دولت بر اساس بودجه دولتی مشخص می‌گردد. فرض شود که حداکثر

یارانه دریافت شده توسط شرکت خصوصی به ازای هر کاربر $\bar{r}$ باشد.؛ نابراین سود مورد انتظار شرکت خصوصی برابر رابطه زیر است:

$$E\pi = \left(T - \underline{T}\right)(p + r - s)Ed - k\vartheta \qquad \text{رابطه ۸)}$$

در اینجا s هزینه واحد عملیات شرکت خصوصی، k هزینه واحد ساخت و E عملگر انتظار باشد.

مازاد مصرف‌کننده برای منحنی تقاضا –قیمت به‌عنوان اختلاف قیمت دلخواه پرداختی از سوی کاربر و قیمت یک سفر کامل است که می‌تواند به‌عنوان یک ناحیه زیر منحنی تقاضا و بالای قیمت کامل محاسبه گردد. توجه شود که قیمت کامل استفاده از پروژه γ شامل میزان عوارض p و هزینه سفر θt است؛ بنابراین، یک کاربر در صورتی از پروژه استفاده کرد که میزان دلخواه پرداختی مدنظر او بیشتر از هزینه کلی سفر γ باشد. ازآنجایی‌که $\gamma = P + \theta t$ و $d = \hat{a} - \gamma + \varepsilon$ ، برای هر مقدار از ε حداکثر مبلغ مدنظر کاربر برای استفاده از پروژه برابر $\hat{a} + \varepsilon$ و میزان حداقل آن γ می‌باشد؛ بنابراین مازاد مصرف‌کننده باید به‌صورت زیر محاسبه گردد.

$$\int_{\gamma}^{\widehat{a+\varepsilon}} (\hat{a} - \omega + \varepsilon)d\omega = \frac{1}{2}(\hat{a} - \gamma + \varepsilon)^2 = \frac{1}{2}d^2 \qquad \text{رابطه ۹)}$$

بنابراین مازاد مصرف‌کننده مورد انتظار برابر: $\frac{1}{2}E\mathrm{d}^2$ یادآوری می‌گردد که

$$d = \frac{\vartheta}{\vartheta - \eta}(a - \hat{a} + \varepsilon) \qquad \text{رابطه ۱۰)}$$

می‌باشد؛ بنابراین مصرف‌کننده مازاد مورد انتظار در پروژه برابر $\frac{1}{2}\left(\frac{\vartheta}{\vartheta+\eta}\right)^2 E(a - p + \varepsilon)^2$ است.

به‌عنوان یک فرض استاندارد، فرض می‌شود که یارانه دولتی از سرمایه‌های عمومی با هزینه‌های جانبی با پارامتر λ باشد. ازآنجایی‌که یارانه دولتی از برنامه مالیاتی دارای تحریف مشتق می‌شود، هر واحد یارانه دولتی منجر به هزینه‌های اضافه بر جامعه می‌گردد. به این منظور که هر واحد یارانه دریافتی توسط شرکت خصوصی به میزان $(1 + \lambda)$ به جامعه هزینه وارد می‌نماید. برخی محققین میزان λ را اندازه‌گیری نموده‌اند؛ اسنو و وارن میزان هزینه‌های جانبی را در کشورهای توسعه‌یافته ۳۰ درصد و بانک جهانی[۱۲] میزان آن را در کشورهای درحال‌توسعه ۹۰ درصد برآورد کرده‌اند (اسنو و واران، ۱۹۹۶، بانک جهانی، ۱۹۹۸). مازاد مصرف‌کننده کلی مورد انتظار در دوره‌ی اعطای امتیاز ECS برابر با مازاد مصرف‌کننده از پروژه منهای یارانه دولتی با هزینه-های اجتماعی است که به‌صورت زیر بیان می‌گردد:

$$ECS = \left(T - \underline{T}\right)E\left(\frac{1}{2}d^2 - (1 + \lambda)rd\right) \qquad \text{رابطه ۱۱)}$$

برای داشتن مازاد مصرف‌کننده مثبت، فرض می‌شود که مقدار $\frac{1}{2}Ed^2 - (1+\lambda)rEd$ بزرگ‌تر از صفر باشد، بنابراین، یارانه دولتی و هزینه‌های اجتماعی آن نباید از میزان مازاد مصرف‌کننده پروژه فراتر رود.

رفاه عمومی مورد انتظار در دوره‌ی اعطای امتیاز برابر حاصل جمع میزان سود شرکت خصوصی و مازاد مصرف‌کننده است که به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$Ew_c = E\pi + ECS = \left(T - \underline{T}\right)\left((p - \lambda r - s)Ed + \frac{1}{2}Ed^2\right) - k\vartheta$$

$$= \left(T - \underline{T}\right)\left((p - \lambda r - s)\frac{\vartheta}{\vartheta+\eta}(\hat{a} - p) + \frac{1}{2}\left(\frac{\vartheta}{\vartheta+\eta}\right)^2((a-p)^2 + \sigma^2\right) - k\vartheta \quad \text{رابطه ۱۲)}$$

که در اینجا در خط آخر می‌توان σ^2 را بر اساس $\sigma^2 = E\varepsilon^2 - \mu^2 = E\varepsilon^2$ تعریف نمود.

زمانی که پروژه به دولت برگردانده می‌شود، دولت خود آن را اداره می‌کند که پارامتر S_g میزان هزینه صورت گرفته توسط دولت به ازای هر کاربر می‌باشد. کاملاً محرز است که به علت بزرگی سازمان‌های دولتی، انگیزه‌های متفاوت و عدم اطلاعات کافی و همچنین وجود کاغذبازی، دولت در معرض هزینه‌های بالایی قرار داد (کیو و وانگ، ۲۰۱۱)؛ بنابراین منطقی است که فرض شود هزینه گرداندن پروژه توسط شرکت‌های خصوصی به‌مراتب کمتر از دولت است که درنتیجه:

$$S \leq S_g \quad \text{رابطه ۱۳)}$$

این فرضیه یک مزیت دیگر پروژه‌هایB.O.T را منعکس می‌نماید که شرکت‌های خصوصی باعث بالا بردن راندمان پروژه‌های می‌گردند (کاواک، چیح و ایبس، ۲۰۰۹). اگر P_g میزان عوارض کاربر در زمان اداره پروژه توسط دولت باشد، میزان رفاه اجتماعی موردنیاز در این دوره برابر رابطه زیر است:

$$EW_g = \left(T - \underline{T}\right)\left(\left(p_g - s_g\right)\frac{\vartheta}{\vartheta+\eta}\left(\hat{a} - P_g\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{\vartheta}{\vartheta+\eta}\right)^2((\hat{a} - P_g)^2 + \sigma^2)\right) \quad \text{رابطه ۱۴)}$$

درنتیجه، رفاه عمومی مورد انتظار در طول عمر پروژه برابر است با:

$$EW = EW_c + EW_g \quad \text{رابطه ۱۵)}$$

در تحلیل بازی استاکلبرگ بین دولت و شرکت خصوصی، در مرحله اول تصمیم بهینه شرکت خصوصی در تعیین عوارضی و ظرفیت پروژه حل‌شده، سپس تصمیم بهینه دولت بر مدت دوره

اعطای امتیاز و یارانه دولتی حل می‌گردد. با توجه به سطح خدمات موردنیاز، شرکت خصوصی طرف قرارداد برنامه زیر را حل می‌نماید:

$$\max (\mathrm{p}.\vartheta)\ E\pi = \left(T - \underline{T}\right)(p + r - s)Ed + k\vartheta \qquad \text{رابطه ۱۶)}$$

$$Prob(d \le \vartheta) \ge \alpha \qquad \text{رابطه ۱۷)}$$

میزان عوارض و ظرفیت بهینه برای شرکت خصوصی بستگی به میزان یارانه دولت و طول مدت اعطای امتیاز دارد. دخیل کردن تابع رفاه عمومی، می‌توان میزان یارانه و دوره اعطای بهینه دولت را مشخص نمود.

هنگامی‌که سطح خدمات به‌طور کافی بالا باشد، شرکت خصوصی میزان عوارض و ظرفیت پروژه را به‌گونه‌ای تعیین می‌کند که تنها سطح خدمات موردنیاز را ارضا کند. برای بررسی بیشتر موضوع، فرض می‌شود سطح خدمات موردنیاز بالا است، در غیر این صورت سطح خدمات موردنیاز در $\bar{\alpha} \ge$ به‌اندازه کافی بالا باشد تا $\bar{\alpha}$تصمیمات شرکت خصوصی بی‌استفاده خواهد بود. فرض شود $\max\{F(2\eta).F(\bar{a} + r - s)\}$.

هنگامی‌که سطح خدمات دارای محدودیت باشد، می‌توان چندین ساده‌سازی انجام داد. درنتیجه ظرفیت پروژه را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد:

$$\square(p) = a - p - \eta + \mathrm{z}_{\square} \qquad \text{رابطه ۱۸)}$$

که در آن

$$\square + \eta - \hat{a} + p = F^{-1}(\alpha) = \mathrm{z}_{\square}$$

بنابراین در شرایط بهینه، ظرفیت پروژه بهینه مشخص‌کننده میزان عوارض هر کاربر می‌باشد. این به این معنی است که شرکت خصوصی تنها نیازمند اتخاذ تصمیم و تعیین p است. این نکته حائز اهمیت است که برای ایجاد مدل با محدودیت فرض بر آن است که دولت نیز در تعیین سطح خدمات دارای محدودیت اعمال‌شده توسط شرکت خصوصی است. توجه شود که سطح خدمات موردنیاز رابطه بین ظرفیت پروژه و میزان عوارض را ثابت می‌کند (رابطه). به‌علاوه هنگامی‌که پروژه وارد دوره گرداندن توسط دولت می‌گردد، پروژه در آن هنگام ساخته شده و ظرفیت آن ثابت شده است؛ بنابراین عوارض باید با مقدار مشخص شده توسط شرکت خصوصی در طول دوره‌ی اعطای امتیاز برابر باشد ($p=p_g$). این فرضیات آنالیز را در خصوص دوره بهره‌برداری توسط دولت ساده می‌نماید. بااین‌حال اگر فرض شود دولت سطح خدمات دیگری را جهت دریافت مبالغ عوارضی متفاوت

از شرکت خصوصی بخواهد اعمال نماید، در قسمت‌های جلوتر نشـان داده خواهـد شـد کـه تفـاوت معناداری در مدل ایجاد نمی‌گردد.

با ساده‌سازی صورت گرفته در بالا، برنامه‌ای که شرکت خصوصی با آن جهت حل مواجه خواهد شد به‌صورت زیر خواهد بود:

رابطه ۱۹) $\max(p)\ E\pi = \left(T - \underline{T}\right)(p + r - s)\frac{\hat{a}-p-\eta+z_{\alpha}}{\hat{a}-p+z_{\alpha}}(\hat{a} - p) - k(\hat{a} - p - \eta + z_{\alpha})$

۳- روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق در این مطالعه، عددی (مدل ریاضی) و به‌صورت کمـی مـی‌باشـد. در علـوم طبیعـی و علوم اجتماعی، پژوهش‌های کمی، تحقیقات تجربی سامانمند است از پدیـده‌هـای قابـل‌مشـاهده از طریق روش‌های آماری، ریاضی یا محاسباتی است. هدف پژوهش‌های کمی توسعه و استخدام مدل-های ریاضی، نظریه‌ها یا فرضیه مربوط به پدیده‌ها است. تحقیـق کمـی بـرای جمـع‌آوری داده‌هـای واقعی و درست طراحی شده است. داده‌های کمی از نوع ساختاریافته و آمـاری هسـتند و بـرای بـه دست آوردن یک نتیجه کلی از تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرند. چهار فـاکتور عـوارض، ظرفیـت پروژه، یارانه دولتی، دوره اعطای امتیاز مشخصه اصلی قراردادهای B.O.T می‌باشند که سود و زیـان شرکت‌های خصوصی طرف قرارداد با دولت را مشخص می‌نمایند؛ اما در این میان یک فـاکتور قابـل تنظیم به نام سطح خدمات وجود دارد که مـی‌توانـد تـا حـد قابـل‌تـوجهی بـر قراردادهـای B.O.T تأثیرگذار باشد. با بررسی یک مدل ریاضی ارائه‌شده توسط ژانگ، میزان تأثیر این پـارامتر بـر سـایر عوامل و درنتیجه سود و زیان شرکت خصوصی بررسـی گردیـد و ارتبـاط موجـود نشـان داده شـده است.

تعیین سطح خدمات بهینه در قرارداد بلیط الکترونیکی ناوگان حمل‌ونقـل تهـران مـی‌توانـد در میزان درآمد شرکت خصوصی طرف قرارداد مؤثر بوده و باعث افزایش درآمد گردد. ازایـن‌رو در ایـن تحقیق با بهره‌گیری از روش ژانگ سطح بهینه خدمات تعیین گردیـده و میـزان تـأثیر آن مشـخص می‌گردد.

به‌منظور ارائه خدمات بهتر و برتر به شهروندان و همچنین در راستای تحقق یکی از مؤلفـه‌هـای شهر الکترونیک، شهرداری تهران به نمایندگی سازمان سرمایه‌گذاری و مشارکت‌هـای مردمـی شـهر تهران، با همکاری سایر بخش‌های متصدی شهرداری تهران (معاونت حمل‌ونقل و ترافیـک، شـرکت بهره‌برداری مترو، شرکت واحد اتوبوس‌رانی تهران و سـازمان فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات) جهـت تجهیز ناوگان حمل‌ونقل شهری تهران به سیستم بلیط الکترونیکی در سـال ۱۳۸۷، اقـدام بـه عقـد قرارداد با شرکت فناوری اطلاعات سرمایه‌گذاری ایران (فناسا) در قالـب قـرارداد B.O.T بـر مبنـای

ماده ۱۰ قانون مدنی نمود. در قرارداد پروژه بلیط الکترونیک ناوگان حمل‌ونقل تهران دوره ساخت $\underline{T}$ (۶ ماه) و طول عمر فرضی T (۳۰ سال) فرض شده است. میزان یارانه دولتی در این پروژه برابر صفر بوده و دوره‌ی اعطای امتیاز برابر ۷ سال است.

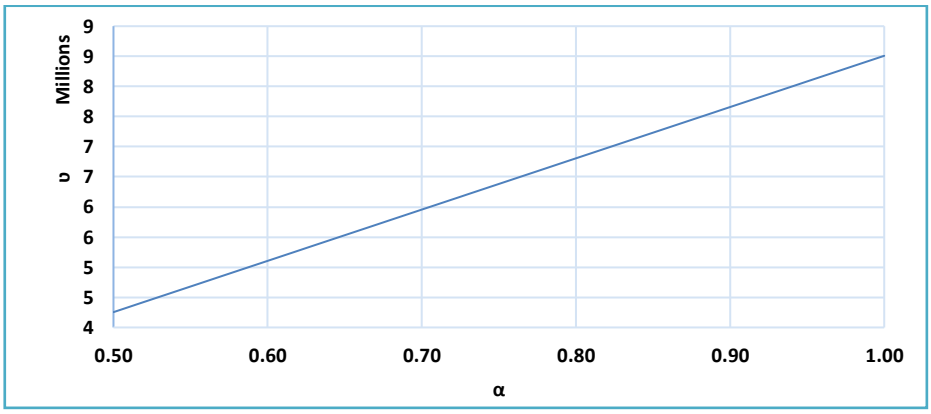
۴- یافته‌های پژوهش

در این تحقیق پروژه بلیط الکترونیک ناوگان حمل‌ونقل تهران توسط مدل ژانگ مورد بررسی قرار گرفت. ظرفیت حداکثری پروژه از ضرب تعداد ساعت ارائه خدمات یعنی ۱۴ ساعت و به ازای هر ساعت دو مسافرت در تعداد و ظرفیت دستگاه‌های اشاره‌شده در قرارداد به دست می‌آید. با توجه به اینکه سفر رایگانی در پروژه دیده نشده پس میزان حجم بازار عبارت است از حداکثر عوارض دریافتی در هنگامی‌که پروژه بیشترین کاربر را دارد. سطح خدمت α به این احتمال تعریف می‌گردد که ظرفیت پروژه بتواند میزان تقاضا را ارضا نماید. به این معنی احتمال α، کاربران مجبور نیستند برای استفاده از پروژه زمانی را منتظر بمانند؛ بنابراین یک سطح سرویس بالا به معنی احتمال پایین ترافیک می‌باشد. در این تحقیق سطح خدمت از ۰/۵ تا ۱ موردبررسی قرار گرفته است. با توجه به اینکه در اسناد موجود از پروژه سطح خدمت تعیین نشده است با توجه به سایر پارامترها برای هر ظرفیت، عوارض و ... مشخص می‌گردد. برای ساده‌سازی آنالیز، از رقابت میان شرکت‌های خصوصی صرف‌نظر شده و فرض می‌گردد شرکت خصوصی طرف قرارداد قدرت مشخص کردن میزان عوارض و ظرفیت پروژه را به‌صورت تام‌الاختیار دارد. یک نکته قابل‌توجه عدم قطعیت تقاضا می‌باشد که یک مشخصه بسیار مهم در پروژه‌های B.O.T است.

میزان سود شرکت خصوصی را نشان می‌دهد که از دو قسمت تشکیل‌شده است: سود حاصل از پروژه و یارانه دولت که در این پروژه تنها از عوارض دریافتی از کاربران تأمین می‌گردد. در اینجا هزینه واحد بهره‌برداری معادل ۲۴ ریال فرض شده است هزینه واحد ساخت اولیه نیز به مقدار ۱۰۰۰۰ ریال فرض شده است.

با شرایط موجود و فرض شده با استفاده از مدل ژانگ چهار نمودار سطح خدمت-عوارض دریافتی کل، سطح خدمت-عوارض متوسط دریافتی به ازای هر کاربر، سطح خدمت ظرفیت پروژه و سطح خدمت- سود شرکت خصوصی طرف قرارداد استخراج‌شده است.

در شکل ۱ نمودار ظرفیت پروژه ϑ با توجه به سطح خدمتα ۰/۵ تا ۱ رسم شده است. با توجه به عدم وجود یارانه در قرارداد موردمطالعه این رابطه یک رابطه خطی بود و به‌صورت مستقیم با افزایش سطح خدمت، ظرفیت پروژه نیز افزایش داشته است. واحد ظرفیت پروژه نفر- روز می‌باشد.



شکل ۱. نمودار سطح خدمت-ظرفیت پروژه

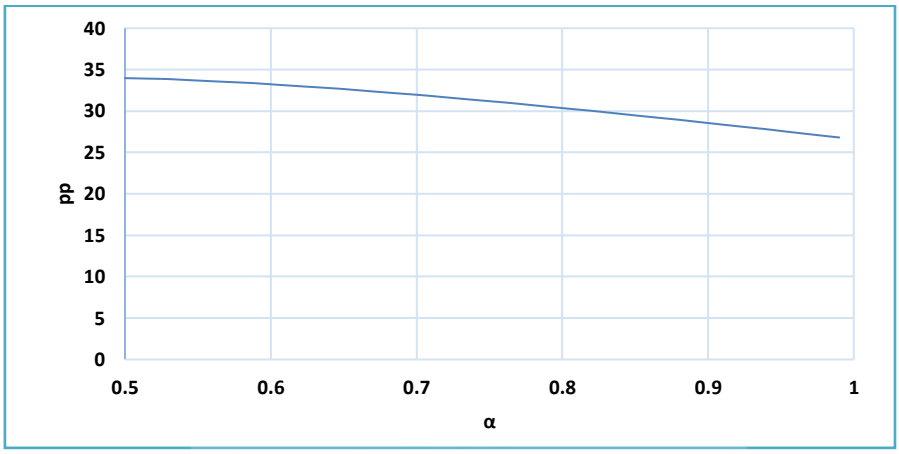
منبع: یافته‌های پژوهشگر

در شکل ۲ میزان عوارض دریافتی توسط شرکت فناسا در مقابل سطح خدمت نشان داده شده است. با افزایش سطح خدمت، تعداد کاربران افزایش یافته، بنابراین عوارض دریافتی نیز افزایش می‌یابد. واحد این عوارض ریال بوده و به ازای یک روز نشان داده شده است.

در شکل ۳ میزان عوارض متوسط بر حسب ریال به ازای هر نفر در مقابل سطح خدمت نشان داده شده است. برعکس عوارض دریافتی کل، میزان متوسط عوارض هر کاربر کاهش داشته که علت افزایش عوارض کل، افزایش ظرفیت پروژه با توجه به افزایش سطح خدمت می‌باشد.

شکل ۲. نمودار سطح خدمت-عوارض دریافتی

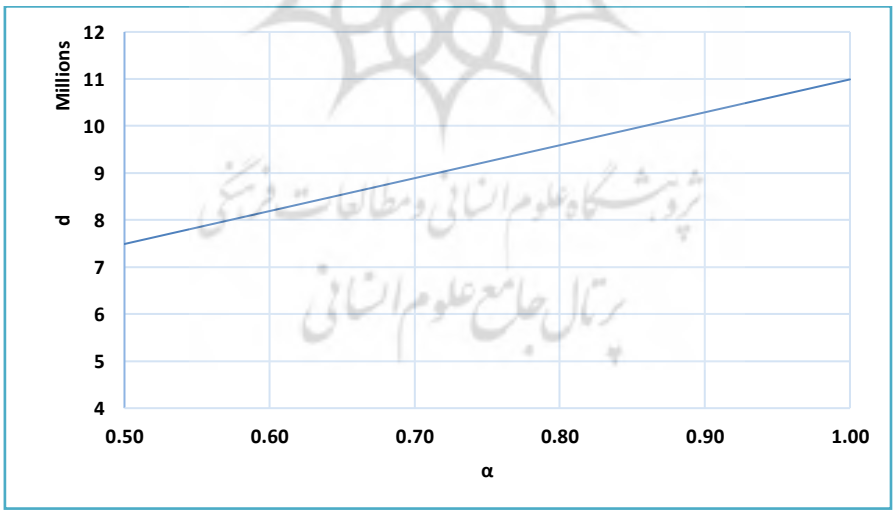
منبع: یافته‌های پژوهشگر



شکل ۳. نمودار سطح خدمت-متوسط عوارض به ازای یک کاربر

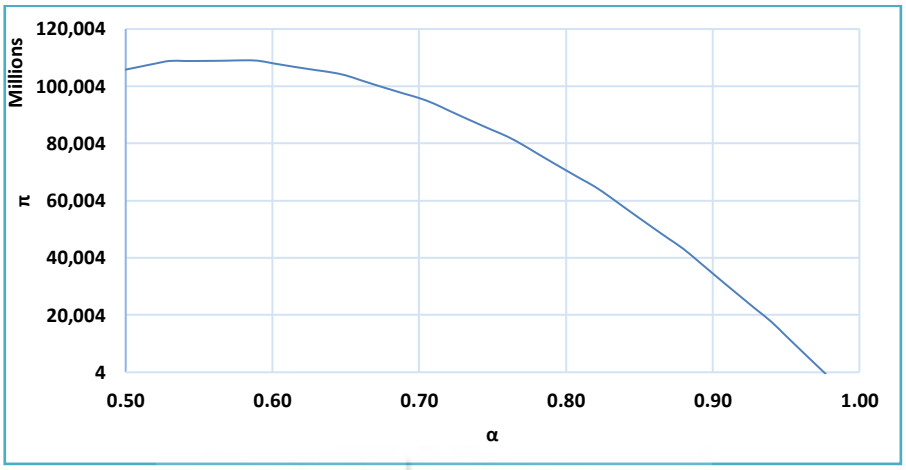
منبع: یافته‌های پژوهشگر

در شکل ۴ نمودار تقاضا بر حسب سطح خدمت ترسیم‌شده است. این نمودار نشان می‌دهد که با ارائه سطح خدمت بالاتر میزان شانس ترغیب افراد به استفاده از پروژه افزایش داشته و می‌توان تعداد کاربران بیشتری را انتظار داشت.



شکل ۴. نمودار سطح خدمت-تقاضای غیرقطعی

منبع: یافته‌های پژوهشگر



شکل ۵. نمودار سطح خدمت-سود شرکت فناسا

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در شکل ۵ نیز نمودار سود شرکت فناسا با توجه به سطح خدمت نشان می‌دهد که اگرچه تا حدودی افزایش سطح خدمت سبب افزایش سود شرکت گشته، اما با میل کردن این عدد به یک سود شرکت کاهش داشته و حتی در سطح خدمت نزدیک به یک به صفر رسیده و شرکت از سود خارج می‌گردد. سود شرکت خصوصی به میزان یارانه دولتی که در این پروژه صفر می‌باشد و طول دوره‌ی اعطای امتیاز بستگی دارد. سود نشان داده شده در شکل ۵ بر حسب ریال بوده و برای کل دوره ۷ ساله اعطای قرارداد می‌باشد. دلیل به صفر رسیدن سود این است که در یک سطح خدمت میزان هزینه اولیه صورت گرفته برای هر کاربر از درآمد روزانه شرکت برای آن کاربر پیشی گرفته و با منفی شدن رابطه درآمد و هزینه شرکت از سود خارج شده و دچار ضرر می‌گردد؛ بنابراین سطح خدمت بهینه از نظر دولت و شرکت خصوصی متفاوت بوده، بدین‌صورت که هرچه سطح خدمت بیشتر باشد، تعداد خدمات‌رسانی بیشتر شده که باب طبع دولت بوده، اما در نقطه‌ای سبب کاهش سود شرکت خصوصی می‌گردد.

۵- بحث

برای داشتن حداکثر سود از سوی شرکت خصوصی، بهترین سطح خدمت مابین ۰/۵ تا ۰/۶ می‌باشد و با افزایش آن سود شرکت خصوصی به خطر خواهد افتاد که خود سبب افزایش ریسک پروژه می‌گردد. همچنین با افزایش سطح خدمت عوارض دریافتی از مشتریان کاهش یافته و سبب

افزایش رفاه عمومی می‌گردد؛ بنابراین یافتن یک سطح خدمت بهینه که هم ضامن سود شرکت خصوصی طرف قرارداد بوده و هم میزان عوارض دریافتی از سوی کاربران را در محدوده مناسب قرار دهد، سبب بهینه شدن پروژه می‌گردد که میزان ریسک را به حداقل و سطح رفاه عمومی را به یک حداکثر نسبی می‌رساند. با بررسی نمودارهای استخراج شده از مدل ژانگ، بهینه‌ترین سطح خدمت ۰/۵۴ به دست آمد. اگرچه در این سطح خدمت میزان عوارض در حداقل و میزان سود شرکت خصوصی طرف قرارداد در حداکثر خود نمی‌باشد اما میزان عوارض تنها ۷ درصد از میزان حداقل قابل دریافت بیشتر و سود شرکت خصوصی تنها ۱ درصد کمتر از سود حداکثر خود می‌باشد؛ بنابراین با تنظیمات در اختیار کارفرما، می‌توان بدون ارائه هرگونه یارانه و تنها با انتخاب این سطح خدمت یک قرارداد بهینه داشت. همچنین این گزینه این اختیار را به شرکت خصوصی می‌دهد تا بدون تغییر در هزینه‌های انجام شده به میزان سود قابل قبولی برسد.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در بخش قبل و نمودارهای تولید شده، به کمک کد نویسی الگوریتم ژنتیک GEP[۱۳] در محیط نرم‌افزار متلب روابط شماره ۲۰ و ۲۱ جهت تخمین سطح خدمت بر اساس پارامترهای ظرفیت پروژه، تقاضای غیرقطعی، عوارض دریافتی و سود شرکت به دست آمد:

$$\alpha = \frac{(749.2+\ 1.17*\vartheta+\ 1.83\mathrm{e}{-5}*\vartheta^2 - 155.65*\mathrm{m})}{10e6}$$ رابطه ۲۰)

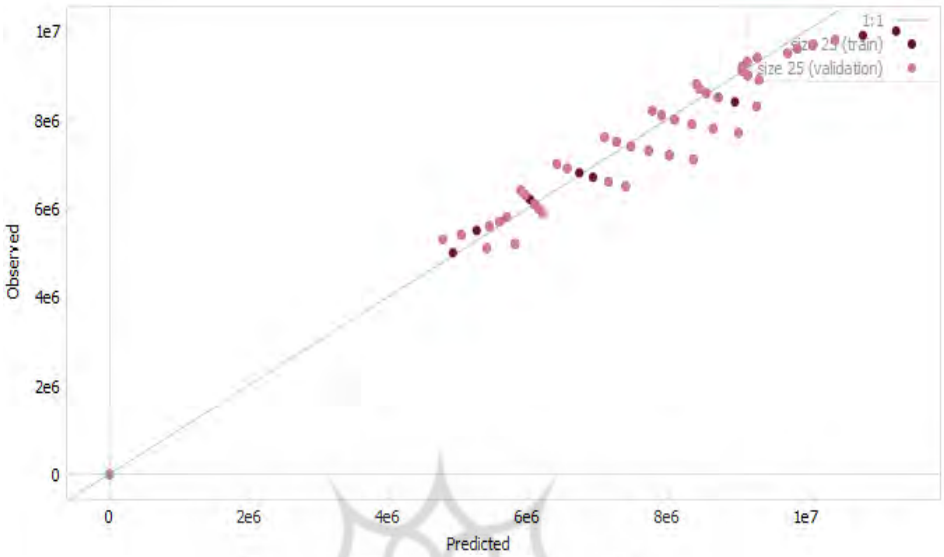
رابطه ۲۱)

$$\alpha\ = \frac{(151.7 * d + 5.8e - 5 * \pi + 1.63e - 12 * p * \pi + 6.06e - 9 * p^2 - 1.79e9 - 4.97 * p)}{10e6}$$

در این روابط α سطح خدمت، ϑ ظرفیت پروژه، m تعداد کاربران در روز، d تقاضای غیرقطعی، p میزان عوارض دریافتی و π میزان سود شرکت خصوصی طرف قرارداد است.

در رابطه ۲۰ ضریب همبستگی ۰/۹۹ و در رابطه ۲۱ مقدار ضریب همبستگی ۰/۹۸ می‌باشد که نشان از ارتباط نزدیک این پارامترها با میزان سطح خدمت دارد. لازم به ذکر است روابط ارائه شده مختص به پروژه قرارداد بلیط الکترونیک ناوگان حمل‌ونقل تهران می‌باشد. برای سایر پروژه‌های نیز می‌توان با روش بکار رفته در این تحقیق روابط و مدل‌ها را به دست آورده و ارائه نمود.

در شکل ۶، نمودار مقایسه نتایج حاصل فرمول ۲۰ و ۲۱ با نتایج موجود حاصل به‌دست‌آمده نمایش داده شده است. رابطه نزدیک این پارامترها در این اشکال به‌خوبی نشان داده شده است. همان‌طور که بیان گردید، سطح خدمت یک پارامتر وابسته بوده و به عوامل زیادی در پروژه ربط دارد. ازاین‌رو در روابط به‌دست‌آمده، پارامترهای دخیل در سطح خدمت آورده شده‌اند.



شکل ۶. مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از رابطه ۲۰ و ۲۱ و نتایج موجود

منبع: یافته‌های پژوهشگر

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

چهار فاکتور عوارض، ظرفیت پروژه، یارانه دولتی، دوره اعطای امتیاز مشخصه اصلی قراردادهای B.O.T می‌باشند که سود و زیان شرکت‌های خصوصی طرف قرارداد با دولت را مشخص می‌نمایند؛ اما در این میان یک فاکتور قابل تنظیم به نام سطح خدمات وجود دارد که می‌تواند تا حد قابل‌توجهی بر قراردادهای B.O.T تأثیرگذار باشد که در مدل ارائه شده توسط ژانگ ارائه شده و در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

نتیجه‌گیری

پروژه بلیط الکترونیک ناوگان حمل‌ونقل تهران توسط این مدل بررسی شد و نتایج زیر به دست آمد:

مشخص گردید که افزایش سطح خدمت منجر به افزایش ظرفیت پروژه گشته که سبب ارائه خدمات به کاربران بیشتری می‌گردد. در سطح خدمات بالا، کاربران دچار اتلاف وقت در صفوف دریافت خدمات شهری مانند سوارشدن به قطاری شهری نمی‌گردند. افزایش سطح خدمت در کل باعث افزایش عوارض دریافتی از سوی شرکت خصوصی فناسا می‌گردد که دلیل این امر افزایش تعداد کاربران است. درعین‌حال با توجه به شرایط قرارداد، متوسط دریافت عوارض به ازای هر نفر

کاهش پیدا می‌کند. سطح خدمت بالا سبب می‌گردد تا کاربران بیشتری میل بـه اسـتفاده از پـروژه داشته باشند و این امر سبب افزایش کاربران مورد انتظار می‌گردد. افزایش کـاربران از طرفـی خـود سبب افزایش رضایتمندی اجتماعی شده و از طرف دیگر سـبب افـزایش درآمـد شـرکت خصوصـی می‌گردد. هرچند افزایش سطح خدمت سبب افزایش ظرفیـت، کـاهش عـوارض بـه ازای هـر نفـر و افزایش کاربران مورد انتظار می‌گردد، اما در یک سطح خدمت به سطوح بالاتر خدمت افـت شـرکت خصوصی طرف قرارداد اتفاق می‌افتد؛ با توجه به اینکه این پروژه هیچ یارانه دولتی نداشته؛ بنـابراین افت موجود جبران نشده و در سطح خدمت نزدیک به یک سود شرکت صفر گشته و وارد ضرر می‌شود. یارانه دولتی به علت افزایش سود شـرکت خصوصـی در زمـان افـزایش سـطح خـدمت سـبب افزایش رفاه اجتماعی می‌گردد. دلیل این امر از محل تأمین اعتبار ایـن یارانـه‌هاسـت کـه عمـدتاً از محل درآمد حاصل از مالیات و سایر بودجه‌های عمومی می‌باشـد. بـا بررسـی نمودارهـای اسـتخراج شده از مدل ژانگ، بهینه‌ترین سطح خدمت ۰/۵۴ به دست آمد. در این سطح خدمت میزان عوارض تنها ۷ درصد از میزان حداقل قابل دریافت از کاربران بیشتر و سود شرکت خصوصی تنهـا ۱ درصـد کمتر از سود حداکثر خود می‌باشد.

پیشنهادها

دغدغه اصلی که تحقیق حاضر را بسیار حائز اهمیت می‌کند ریسک بالای پروژه‌هـای B.O.T اسـت که سبب می‌گردد اجرای این پروژه‌ها با مشکل جدی مواجه شود. به‌طور طبیعی، با کـاهش درآمـد شرکت طرف قرارداد، ریسک پروژه افزایش‌یافته و احتمال ترک پیمان و یا بروز دعاوی نیز بالا مـی‌رود. با بهینه کردن سطح خدمت از طرف دولت، امکان درآمدزایی بیشتر به وجود آمده که علاوه بـر کاهش ریسک ضررهای مالی، باعث افزایش میل به اجرای انواع پروژه‌ها در غالب B.O.T می‌گـردد؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد در بررسی ریسک‌پذیری قراردادهای B.O.T مدل ژانگ و میزان تـأثیر آن بر کاهش ریسک نیز موردتوجه قرار گیرد.

در بسیاری از پروژه‌های B.O.T عدم تناسب درآمد شرکت خصوصـی طـرف قـرارداد بـا هزینـه انجام پروژه سبب بروز اختلافات و مشکلات و دعوای مختلفی از سوی کارفرما و پیمانکار می‌گـردد. با بررسی تأثیر میزان سطح خدمات و ارائه تنظیمات مناسب می‌توان در جهت کاهش دعوای اقـدام نمود. پیشنهاد می‌گردد تا تأثیر بهینه‌سازی سطح خدمات بر اساس مدل ژانگ بر میزان دعاوی بـین کارفرما و پیمانکار بررسی گردد.

چهار فاکتور عوارض، ظرفیت پروژه، یارانه دولتی، دوره اعطای امتیاز مشخصه اصلی قراردادهای B.O.T می‌باشند که سود و زیان شرکت‌های خصوصی طرف قرارداد با دولت را مشخص می‌نماینـد؛

اما در این میان بهینه‌سازی سطح خدمات می‌تواند تا حد قابل‌توجهی بر قراردادهای B.O.T تأثیرگذار باشد؛ بنابراین لازم است با بررسی مدل ریاضی ارائه‌شده توسط ژانگ، به بهینه‌سازی و تدوین مدلی برای تعیین بهترین سطوح خدمات و بررسی میزان تأثیر این پارامتر بر سایر عوامل و درنتیجه سود و زیان شرکت خصوصی در هر پروژه به‌طور خاص پرداخت.

یکی از پارامترهای مهم مدل ژانگ هزینه جانبی اعطای یارانه از طرف دولت است؛ با توجه به نقش مهم این پارامتر، لازم است تا تحقیق در مورد میزان هزینه جانبی یارانه وضع‌شده در کشور ایران بررسی شود.

میزان رضایت کاربران از پروژه‌های احداث‌شده بر اساس قرارداد B.O.T یکی از پارامترهای مهم در جهت افزایش رفاه عمومی است. از طرفی میزان رفاه کاربران با اعطای یارانه از سوی دولت که درواقع از محل مالیات‌های عمومی تأمین می‌شود در تضاد است. در مدل ژانگ، پارمترهای رفاه عمومی و میزان یارانه نیز مورد توجه قرار گرفته است. لازم است با استفاده از این روش در پروژه-های موجود و آینده با قرارداد B.O.T یک رابطه بهینه بین این دو تعریف نمود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

۱) قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی، مجلس شورای اسلامی، مصوب ۱۳۸۳.

۲) کاظمی، س.، (۱۳۹۷)، بررسی تاثیر شاخص¬های کلان اقتصاد بر برزو تغییر کار و ادعا در قراردادهای ..B.O.T پایان¬نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تفت.

۳) مزارعی، ع.، (۱۳۹۵). تبیین شیوه مؤثر ارجاع قرارداد و انتخاب برنده مناقصات در مجموعه قراردادهای B.O.T پروژه¬های زیرساخت در ایران. پایان¬نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه هنر، دانشکده معماری و شهرسازی

۴) نشریه شماره ۴۶۹، (۱۳۹۸)، موافقت ساخت-بهره¬برداری-واگذاری. (B.O.T) دفتر استانداردها و طرح¬های آب و آبفا.

۵) نقی¬زاده، غ.، عطاران، ه.، (۱۳۹۵)، بررسی راهکارهای مشارکت بخش خصوصی در توسعه حمل و نقل ریلی درون شهری. همایش ملی معماری شهرسازی، و سرزمین پایدار.

6) Auriol, E., Picard, P.M, (2013), A theory of B.O.T concession contracts. J. Econ. Behav. Organiz. 89, 187–209.

7) Fani, A., Georgios, N. A., Dimitrios, K., Glykeria P. K., (2013), Complexity in the Evaluation of Contract Types Employed for the Construction of Highway Projects. Procedia Social and Behavioral Sciences, Volume 74, 29 March 2013, Pages 448–458.

8) 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 (B.O.T) road projects. Transp. Res. Part A: Pol. Pract. 78, 54–67.

9) Feng, Z., Zhang, S.-B., Gao, Y., Zhang, S.-J., (2016). Subsidizing and pricing private toll roads with noncontractible service quality: a relational contract approach. Transp. Res. Part B: Methodol. 91, 466–491.

10) Guo, X., Yang, H., (2009), Analysis of a build-operate-transfer scheme for road franchising. Int. J. Sustainable Transp. 3 (5–6), 312–338.

11) Kwak, Y.H., Chih, Y., Ibbs, C.W., (2009), Towards a comprehensive understanding of public private partnerships for infrastructure development. California Manage. Rev. 51 (2), 51–78

12) Li, S., Cai, H., (2017), Government incentive impacts on private investment behaviors under demand uncertainty. Transp. Res. Part E: Logist. Transp. Rev. 101, 115–129.

13) Lu, Z., Meng, Q., (2017), Analysis of optimal B.O.T highway capacity and economic toll adjustment provisions under traffic demand uncertainty. Transp. Res. Part E: Logist. Transp. Rev. 100, 17–37.

14) Parsanta, K., and Stephen, O., (2004), Selection and application of risk management tools and technique for build-operate-transfer projects.

15) PMBOK GUIDE, (2004), A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project management Institute. Four campus Boulevand Square, PA19073-3299 USA.
16) Qiu, L.D., Wang, S., (2011), B.O.T projects: incentives and efficiency. J. Dev. Econ. 94 (1), 127–138.
17) Shahbazi, R., (2017), Assessing and comparing risk indices in B.O.T and DBB delivery methods in freeway and highway construction projects, MSc Degree Thesis, Tehran University.
18) Snow, A., Warren Jr, R.S., (1996), The marginal welfare cost of public funds: theory and estimates. J. Public Econ. 61 (2), 289–305.
19) Suprapto, M., Hans L.M. Bakker, Herman G. Mooi, Marcel J.C.M Hertogh, (2015), How do contract types and incentives matter to project performance? International Journal of Project Management, Available online 29 August 2015.
20) Tan, Z., Yang, H., (2012), a. Flexible build-operate-transfer contracts for road franchising under demand uncertainty. Transp. Res. Part B: Methodol. 46 (10), 1419–1439.
21) Tan, Z., Yang, H., (2012), b. The impact of user heterogeneity on road franchising. Transp. Res. Part E: Logist. Transp. Rev. 48 (5), 958–975.
22) Tan, Z., Yang, H., Guo, X., (2010), Properties of Pareto-efficient contracts and regulations for road franchising. Transp. Res. Part B: Methodol. 44 (4), 415–433.
23) Ubbels, B., Verhoef, E.T., (2008), Auctioning concessions for private roads. Transp. Res. Part A: Pol. Pract. 42 (1), 155–172.
24) Verhoef, E.T., (2007), Second-best road pricing through highway franchising. J. Urban Econ. 62 (2), 337–361.
25) Wang, F., Xiong, M., Niu, B., Zhuo, X., (2018), Impact of government subsidy on B.O.T contract design: price, demand, and concession period. Transp. Res. Part B: Methodol. 110, 137–159.
26) Wang, G.W.Y., Pallis, A.A., (2014), Incentive approaches to overcome moral hazard in port concession agreements. Transp. Res. Part E: Logist. Transp. Rev. 67, 162–174. World Bank, 1998. World Development Indicators. World Bank.
27) World Bank, (1998). World Development Indicators. World Bank.
28) Yang, H., Meng, Q., (2000), Highway pricing and capacity choice in a road network under a build-operate-transfer scheme. Transp. Res. Part A: Pol. Pract. 34 (3), 207–222.
29) Yang, H., Meng, Q., (2002), A note on highway pricing and capacity choice in a road network under a build-operate-transfer scheme. Transp. Res. Part A: Pol. Pract. 36 (7), 659–663.
30) Zhang, X. Q., and Kumaraswamy, M. M., (2001), Hong Kong experience in managing B.O.T projects. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 127(2),154–162.
31) Zhang, X., (2004), Concessionaire selection: methods and criteria. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 130 (2), 235-244..
32) Zhang, Y., Feng, Z., Zhang, Sh. And Song., J., (2018), The eff ects of service level on B.O.T transport project contract. Transportation Research Part E.

یادداشت‌ها

1. Zhang, and Kumaraswamy
2. Build, Operate and Transfer
3. PMBOK GUIDE
4. Zhang, Y., Feng, Z., Zhang, Sh. And Song
5. Auriol, E., Picard
6. Yang, H., Meng
7. Guo, X., Yang
8. Tan, Z., Yang uo, X., Yang
9. Fani, A., Georgios, N. A., Dimitrios, K., Glykeria
10. Lu, Z., Meng
11. Stackelberg game
12. World Bank
13. Gene Expresion Programming

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی