

شناسایی و ارزیابی مالی پروژه‌های BOT با رویکرد مدیریت ریسک با استفاده از روش AHP_DEA

ابراهیم عباسی^۱

احسان رمضانیان^۲

تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۱

چکیده

هدف از تدوین این پژوهش، شناسایی نقاط قوت و ضعف و ارزیابی مالی پروژه‌های BOT با رویکرد مدیریت ریسک با استفاده از روش AHP_DEA است. از سوالات پرسشنامه این مقاله، تعداد ۱۴ سوال تأیید و این پرسشنامه‌ها بین ۲۲ مهندس که حداقل ۱۰ سال سابقه‌ی کار مفید در این زمینه داشتند، توزیع شد که در نهایت ۱۷ عدد از این پرسشنامه‌ها جمع‌آوری گردید. بر اساس این تحقیق، در قراردادهای BOT، باید تعهدات قراردادی هر یک از طرفین قرارداد و شرایط اجرایی آن و طرف مقابل به طور صریح و روشن بیان شود. همچنین باید تعهدات سرمایه‌پذیر در پروژه‌های زیربنایی به روش BOT، در مراحل مختلف آن و به شکل‌های متفاوت دیده شود. بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش، در قراردادهای BOT، باید تعهدات قراردادی هر یک از طرفین قرارداد و شرایط اجرایی آن و طرف به طور صریح و روشن بیان شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی مالی، مدیریت ریسک، AHP، DEA، BOT.

۱- دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء، ده ونک دانشگاه الزهراء، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، تهران

abbasiebrahim2000@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مالی دانشگاه تهران. ramezaniank@yahoo.com

۱- مقدمه

امروزه با توجه به دلایل مختلف از جمله رشد روزافزون جمعیت، رشد اقتصادی و افزایش شدید تقاضا و از طرفی کمبود منابع مالی ارگان‌های دولتی و بهره‌وری بالاتر بخش‌های خصوصی، از روش‌های مختلفی برای تأمین مالی پروژه‌ها استفاده می‌شود که از جمله متداول‌ترین آنها روش BOT می‌باشد. با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری و بازه‌ی زمانی طولانی این پروژه‌ها، در صورت عدم شناخت کافی در رابطه با ریسک‌های مالی پروژه، استفاده از این روش می‌تواند مخاطرات بالایی برای طرفین قرارداد داشته باشد. این مقاله از روش سیستماتیک و یکپارچه AHP-DEA برای ارزیابی ریسک استفاده می‌کند. در مطالعه‌ی پروژه‌های BOT، ریسک‌های کلی از قبیل نوسانات نرخ ارز، نوسانات نرخ سود، تورم، قصور، تقاضا و قیمت، مدت دوره‌ی ساخت، هزینه‌های دوره‌ی ساخت و ... شناسایی شدند.

قراردادهای بی.اوتی (B.O.T) یا ساخت، بهره‌برداری و انتقال (واگذاری) به قراردادهایی گفته می‌شود که در آن شرکت یا شرکت‌هایی در قبال امتیازاتی، اقدام به اجرای پروژه‌های سنگین (به لحاظ مالی) نموده، مدت محدودی از پروژه اجرا شده، منتفع گردیده و سپس پروژه یعنی مستحقات را به طوری که امکان فعالیت کامل را داشته باشد، بلا عوض به طرف دیگر که - عموماً دولت‌ها یا شرکت‌های وابسته به دولت می‌باشند - انتقال می‌دهند. این تعریف، ماهیت این قراردادها را به طور بسیار ساده تفهیم می‌کند. این قبیل قراردادها عموماً در پروژه‌های زیربنایی یک کشور منعقد می‌شوند، اما این بدان معنی نیست که استفاده از چنین سیاقی در سایر پروژه‌ها ممکن نباشد. اما به طور حتم، امتیازات

مالی پروژه بایستی به حدی باشد که مجری و سرمایه‌گذار رغبت انعقاد چنین قراردادی را داشته باشند. قرارداد احداث بزرگراه‌ها، خطوط راه آهن، احداث فرودگاه‌ها، اسکله‌ها، سد‌ها، مجتمع‌های پتروشیمی و دیگر پروژه‌های بزرگ، از مواردی است که عموماً از این طریق به انجام می‌رسد. در سیستم BOT، بخش خصوصی وظیفه طراحی، ساخت و بهره‌برداری پروژه را انجام داده و تأمین مالی پروژه را به عهده می‌گیرد و در مقابل، دولت بها و امتیاز بهره‌برداری را برای مدت معینی از پروژه می‌دهد تا بخش خصوصی با برداشت از درآمد پروژه (مانند عوارض راه، فروش برق نیروگاه و ...)، سرمایه‌ها و وام‌های گرفته شده را بازپرداخت کند، سود احتمالی را برداشت کرده و پس از منقضی شدن مدت امتیاز، تأسیسات را به کشور میزبان واگذار نماید (Pollalis, 1996). با تمام فرصت‌هایی که این گونه پروژه‌ها می‌توانند ایجاد کنند، ریسک‌های زیادی را به همراه دارند که موجب می‌شود گاه این روش تبدیل به تهدید شود. حضور عوامل مختلف در روند پروژه و تأثیرپذیری شدید پروژه به عوامل کلان ملی در این روش، پیچیدگی‌های فراوانی را به آن می‌دهد (EIC, 2000). تحلیل ریسک و بررسی پروژه‌های زیربنایی به روش BOT، کار ساده‌ای نمی‌باشد، زیرا به عوامل و ریسک‌های مختلفی بستگی دارد (ترابی و همکاران، ۱۳۹۱).

ریسک پروژه، رویداد یا وضعیتی غیرقطعی است که در صورت وقوع، اثری مثبت یا منفی بر یک هدف پروژه می‌گذارد. هر ریسک یک علت و در صورت وقوع، یک پیامد دارد. وضعیت‌های دارای ریسک می‌تواند شامل جوانب محیطی پروژه، همچون شیوه‌های ضعیف مدیریت پروژه یا وابستگی به دست‌اندرکاران خارجی که قابل کنترل

- نیستند، باشند. ریسک پروژه در برگیرنده تهدیدهایی
- بر اهداف پروژه و نیز فرصت‌هایی برای بهبود در
- راستای این اهداف می‌باشد. منشا ریسک پروژه در
- عدم قطعیتی است که در تمام پروژه‌ها موجود است
- (اصولی و همکاران، ۱۳۸۴).

مدیریت ریسک

- شناسایی راه‌های کمک به بهبود اجرای پروژه (Wang, et al, 2004)

برخورد با ریسک به طور ذاتی کاری دشوار و نیازمند چارچوب درست مدیریت هم از لحاظ تئوری و هم از لحاظ عملی است. مدیریت ریسک یک فرایند قاعده‌مند و سازمان‌یافته برای شناسایی، آنالیز و پاسخ به ریسک در طول چرخه حیات پروژه برای رسیدن به مقدار بهینه حذف اثرات ریسک، کاهش و یا کنترل آن است. به طور واضح و آشکار ارتقاء مدیریت پروژه با اتخاذ فرایند مدیریت ریسک به دست می‌آید (Al salman, 2004)

یکی از قسمت‌های مهم اتخاذ تصمیم، مدیریت ریسک است. مدیریت ریسک یک فرایند پیچیده و شامل مراحل شناسایی، آنالیز و مقابله با ریسک (پاسخ به ریسک) است (Wang, et al, 2004) طبق استاندارد PMBOK فرایند مدیریت ریسک دارای شش مرحله به شرح زیر است:

- ۱) برنامه‌ریزی مدیریت ریسک
- ۲) شناسایی ریسک
- ۳) تجزیه و تحلیل کیفی ریسک
- ۴) تجزیه و تحلیل کمی ریسک
- ۵) برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک
- ۶) کنترل و بازبینی ریسک

موسسه مدیریت پروژه ۱، مدیریت ریسک را فرایند سیستماتیک شناسایی، تجزیه و تحلیل و پاسخ

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

معمولا پنج نوع ارزیابی در رابطه با پروژه‌های BOT انجام می‌شوند که عبارتند از: ارزیابی تجاری، ارزیابی فنی، ارزیابی زیست‌محیطی، ارزیابی مالی و ارزیابی اقتصادی (سبط، بی تا). این ارزیابی شامل بررسی کارایی مالی پروژه و وجود منابع مالی کافی برای تامین هزینه‌های پروژه در چارچوب زمان‌بندی آن است. کارایی مالی پروژه‌های BOT به هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری و حداقل نرخ بازده مطلوب سرمایه‌گذاری، بستگی دارد. ارزیابی مالی برای تعیین گزینه‌های مختلفی که بیشترین بازگشت سرمایه را به دنبال داشته باشد، مورد توجه بخش خصوصی است (همان منبع).

از این جهت در این تحقیق به ارزیابی ریسک‌های مالی در پروژه‌های BOT پرداخته شده است.

۲-۱- مدیریت ریسک

فرایند مدیریت ریسک در چندین دهه‌ی گذشته، به علت پیشرفت سریع تکنولوژی، تبدیل به یک مجموعه‌ای از فرایندهای قاعده‌مند و رسمی شد. بنابراین مدیریت ریسک تبدیل به یک موضوع تخصصی گردید (Al salman, 2004) یک مدیریت سیستماتیک ریسک، فواید زیر را به همراه دارد:

- ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده

۳- سوال پژوهش

آیا می توان با استفاده از روش مورد بحث نقاط قوت و ضعف ارزیابی مالی پروژه های BOT با رویکرد مدیریت ریسک را شناسایی کرد؟

۴- روش شناسی پژوهش

با توجه به اهداف تحقیق، شناسایی ریسک ها یکی از مهمترین مراحل در فرآیند مدیریت ریسک می باشد، چرا که بدون شناسایی کامل ریسک های پروژه های BOT، پرداختن به ارزیابی ریسک امکان پذیر نبوده و نتایج به دست آمده غیرقابل استفاده است و واکنش اصولی و برنامه ریزی شده در برابر ریسک های پروژه های BOT، که هدف اصلی مدیریت ریسک است، بدون در نظر گرفتن این امر امکان پذیر نمی باشد. در این بخش، ریسک های مالی پروژه های BOT بر اساس مطالعات کتابخانه ای، بررسی مقالات و پایان نامه های مرتبط و مصاحبه با متخصصان این امر، شناسایی گردید. شناسایی دقیق ریسک های مالی در پروژه های BOT، می تواند کمک بزرگی در زمینه ی ارائه ی تمهیدات و راهکارهایی برای کاهش و یا حذف کامل مخاطرات کند.

به دلیل کمبود آمار و اطلاعات مستند از وضعیت ریسک های مالی پروژه های BOT، به نظر رسید که بهترین روش برای کسب چنین اطلاعاتی استفاده از پرسشنامه است، که پرسشنامه ها بر اساس ریسک های مالی شناسایی شده، طراحی گردید. این پرسشنامه، به چند نفر از کارشناسان این امر، ارائه و در مورد مواردی مانند تعداد سوالات، وضوح و قابل فهم بودن و استفاده از کلمات در سطح علمی به کار برده شده، اظهار نظر و مواردی اضافه یا کم گردید. در نهایت ۱۴ سوال تأیید شد که این پرسشنامه ها بین ۲۲ مهندس با حداقل ۱۰ سال سابقه ی کار مفید در

به ریسک های پروژه به منظور حداکثر کردن نتایج وقایع مثبت و حداقل کردن احتمال وقوع و اثر پیامدهای منفی بر اهداف پروژه می داند (Askari, et al, 2014)

در سال ۲۰۱۴، عسکری و همکاران، یک روش یکپارچه برای رتبه بندی ریسک در پروژه های BOT ارائه کردند (Askari, et al, 2014) در سال ۲۰۱۳، ژاوو و همکاران، فاکتورهای موثر در موفقیت پروژه- ای نیروگاه برق به روش BOT را در چین مورد بررسی قرار دادند (Wang, et al, 2004). در سال ۲۰۱۰، ابراهیم زاده و همکاران به شناسایی و ارزیابی پروژه های BOT، با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره با رویکرد فازی پرداختند (Ebrahimzadehet al. 2004) در سال ۲۰۰۹، کانک و همکاران به اندازه گیری و شناسایی ریسک در پروژه های BOT پرداختند (Kang, 2009). در سال ۱۳۸۸ عاملی و همکاران به ارائه ی مدلی کاربردی با نام چرخه مدیریت ریسک جامع، جهت ارزیابی ریسک مالی پروژه ها با رویکرد BOT پرداختند (عاملی و همکاران، ۱۳۸۸). در سال ۱۳۹۰ نصیرزاده و همکاران پارامترهای اثر گذار بر مقدار NPV با در نظر گرفتن اثرات ریسکها را به دست آوردند و در ادامه مقدار ارزش فعلی خالص (NPV) برای چرخه عمر پروژه را محاسبه و بررسی ارزیابی اقتصادی پروژه را انجام دادند نصیرزاده و همکاران، ۱۳۹۰. در سال ۱۳۸۷ عطارزاده و همکاران به ارزیابی اقتصادی پروژه های BOT با رویکرد مدیریت ریسک های مالی پرداختند. در این بررسی ریسک های مالی مورد شناسایی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نهایتاً سهم هر یک از طرف های دولتی و خصوصی در پذیرش این ریسکها مشخص گردید (عطارزاده و شاکری، ۱۳۸۷)

این زمینه، توزیع شد که در نهایت ۱۷ عدد از این پرسشنامه‌ها جمع‌آوری گردید.

برای بررسی اینکه تا چه حد برداشت پاسخگویان از سوالات یکسان بوده است، پایایی پرسشنامه تعیین می‌شود. بدین منظور ضریب پایایی تعریف شده است. از میان روش‌های موجود، روش آلفای کرونباخ برای محاسبه‌ی ضریب پایایی مورد استفاده قرار گرفت. پاسخ‌های به دست آمده وارد نرم‌افزار SPSS شد و با استفاده از آنها آلفای کرونباخ برای هر یک از پرسشنامه‌ها محاسبه گردید (بازرگان و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج مربوط به نرم افزار در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آلفای کرونباخ

عنوان پرسشنامه	مقدار آلفای کرونباخ
ماتریس احتمال وقوع	۰,۸۰۱
ماتریس شدت اثر	۰,۷۲۳

ضوابط تصمیم‌گیری در مقایسه با گزینه‌های تصمیم‌گیری با توجه به هر یک از معیارها و تعیین اولویت کلی برای هر گزینه‌ی تصمیم‌گیری است (قدسی پور، ۱۳۷۹). جان و همکاران، (۲۰۰۸) در فرآیند سلسله مراتبی، پس از رسم ساختار سلسله مراتبی، ماتریس مقایسه زوجی برای معیارها نسبت به یکدیگر تشکیل می‌شود. یعنی به هر مقایسه‌ی زوجی، با توجه به قضاوت شخصی تصمیم‌گیرندگان و کارشناسان، یک عدد از ۱ تا ۹ نسبت داده می‌شود که مفهوم هر عدد در جدول ۱ آورده شده است.

به طور کلی یک ماتریس مقایسه‌ی زوجی به صورت رابطه‌ی ۱ نشان داده می‌شود که در آن a_{ij} ترجیح عنصر i ام نسبت به عنصر j ام است. حال با مشخص بودن a_{ij} ها می‌توان وزن عناصر، یعنی w_i ها را به دست آورد (قدسیپور، ۱۳۷۹)

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

جدول ۱: مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۸، ۶، ۴، ۲	ترجیحات بین فواصل فوق

حجم محاسبات به روش دستی برای به دست آوردن وزن نسبی عناصر از ماتریس رابطه (۱) بالاست. در نتیجه وزن عناصر w_i با استفاده از نرم‌افزار expert choice و با روش بردار ویژه محاسبه می‌شود.

با توجه به جدول ۳ و نتایج به دست آمده از نرم‌افزار SPSS کلیه‌ی ضرایب قابل قبول می‌باشند و اطلاعات به دست آمده از پرسش‌نامه‌ها به طور کامل قابل استفاده در مرحله‌ی بعد است. در صورتی که آلفای کرونباخ کمتر از حد مجاز (۰,۷) باشد، بایستی سوالات که گسستگی پاسخ به آنها باعث کاهش مقدار آلفا کمتر از حد مجاز شده‌اند، شناسایی و حذف شوند.

۴-۴- مدل‌های پژوهش

AHP یک روش توسعه یافته (توسط Saaty در سال ۱۹۸۰) برای حمایت از تصمیم‌گیری چند شاخصه است. این روش شامل تجزیه‌ی یک مشکل پیچیده به یک سلسله مراتب، ارزیابی اهمیت نسبی

ترکیب دو روش AHP و DEA

برای ن‌گزینه تصمیم‌گیری، ماتریس مقایسه زوجی با توجه به هر معیار، وقتی که تعداد گزینه‌های تصمیم بسیار زیاد باشد غیرممکن است. ثابت شده در N های بزرگتر از ۱۵، تعداد زیادی از مقایسه، بار سنگینی برای کارشناسان ایجاد می‌کند و از سوی دیگر مقایسه بیش از حد در قضاوت به تناقص و تضاد منجر می‌شود. تلاش‌های متعددی برای ادغام دو روش در برنامه‌های واقعی وجود داشته است. به عنوان مثال بوون در سال ۱۹۹۰ دو روش AHP و DEA را برای حل مسئله انتخاب محل مورد استفاده و شباهت هر دو روش را از لحاظ ساختار و نتایج مورد بحث قرار داد. او یک پروسه‌ی دو مرحله‌ای را برای ادغام دو روش برای انتخاب مکان داد. گام اول اعمال DEA برای حذف مکان عددی ناکارآمد و گام دوم اعمال AHP برای سایتهای DEA کارآمد است. او ادعا کرد که استفاده از این روش دو مزیت استفاده از داده‌های عینی و ذهنی و همچنین کاهش تعداد مقایسه‌های زوجی با روش DEA را به همراه دارد (Jun, et al, 2008)

برای مشخص کردن اهمیت نسبی هر یک از گزینه‌های ریسک با توجه به هر یک از معیارها، برای هر معیار مجموعه‌ای از درجه‌های ارزیابی طبق رابطه (۲) معرفی شد.

رابطه ۲

$$G_j = \{H_{j1}, \dots, H_{jK_j}\}, \quad j = 1, \dots, m$$

که در آن مجموعه H_{j1} تا H_{jK_j} به نمایندگی از پر اهمیت‌ترین تا کم اهمیت‌ترین نمرات ارزیابی برای معیار j می‌باشد و K_j هم تعداد نمرات ارزیابی برای هر معیار می‌باشد. این تعریف اجازه می‌دهد تا برای معیارهای مختلف با استفاده از تعداد متفاوت نمرات، ارزیابی انجام شود. همچنین انعطاف‌پذیری

برای درجه بندی زبانی را فراهم می‌کند. سپس از کارشناسان درخواست می‌شود تا ارزیابی گزینه‌های ریسک بر اساس نمرات مربوط به ارزیابی خود با توجه به معیار مورد نظر براساس اهمیت نسبی، طبقه‌بندی نمایند.

پس فرض می‌شود که Z معیار توسط N_j کارشناس ارزیابی خواهد شد. نتایج را می‌توان با بردار ارزیابی توزیع رابطه‌ی (۳) مشخص کرد:

رابطه ۳

$$R(C_j(A_i)) = \{(H_{j1}, NE_{ij1}), \dots, (H_{jK_j}, NE_{ijK_j})\}, \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$$

که NE_{ijk} تعداد کارشناسانی که به گزینه ریسک A_i درجه H_{jk} تحت معیار Z پاسخ داده‌اند می‌باشد، که در جدول (۲) شکل کلی طرح پیشنهادی آورده شده است. سپس وزن محلی از هر گزینه با هر معیار توسط رابطه‌ی (۴) تعیین می‌شود.

رابطه ۴

$$v_{ij} = \sum_{k=1}^{K_j} s(H_{jk}) NE_{ijk}, \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m.$$

ابتدا ماکزیم سازی α از هر متغیر تصمیم‌گیری از جدول (۲) با توجه به نتایج نظرسنجی به دست آورده و سپس با توجه به رابطه‌ی (۵)، متغیر تصمیم‌گیری $s(H_{jk})$ از درجه H_{jk} ، به دست می‌آید.

جدول ۲: توزیع ماتریس تصمیم‌گیری برای گزینه‌های

تصمیم‌گیری (براساس مدل توسعه یافته DEA

(Jun, et al, 2008)

Alternative	Decision cntena					
	CI		CJ		CM	
	H_{II}	H_{IK1}	H_{JJ}	H_{JK}	H_{mI}	H_{mka}
AI	NE_{II}	NE_{IK1}	NE_{J1}	NE_{JK}	NE_{m1}	NE_{1mka}
AI	NE_{II}	NE_{IK1}	NE_{j1}	NE_{jk1}	NE_{m1}	NE_{mka}
AN	NE_{nII}	NE_{Nik1}	NE_{nj1}	NE_{nk1}	NE_{nm1}	NE_{nmka}

این نوع پروژه‌ها، پخش گردید. پرسشنامه با عنوان احتمال وقوع، احتمال وقوع هر ریسک را در طول پروژه بر اساس معیارهای عوامل مدیریتی، عوامل سیاسی، عوامل مربوط به قوانین و مقررات مورد بررسی قرار می‌دهد. در پرسشنامه‌ی تهیه شده برای بررسی شدت اثر، تاثیر هر ریسک بر روی معیارهای مالی، زمانی و کیفی مورد توجه قرار گرفت. اطلاعات مربوط به پرسشنامه‌ی معیارها با استفاده از نرم افزار EXPERT CHOICE مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

شکل ۱: وزن نسبی مقوله احتمال وقوع

(خروجی نرم‌افزار EC)

فاکتورهای مدیریت	۰,۵۲۸
فاکتورهای سیاسی	۰,۳۳۳
عوامل مربوط به قانون و مقررات	۰,۱۴۰
همبستگی	۰,۰۰۵

شکل ۲: وزن نسبی مقوله شدت اثر

(خروجی نرم‌افزار EC)

فاکتورهای مالی	۰,۲۷۹
فاکتورهای کیفیت	۰,۶۴۹
فاکتورهای زمان	۰,۰۷۲
همبستگی	۰,۰۰۶

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های توزیع شده بین متخصصین و جمع‌آوری آنها، نمرات جزئی ریسک با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای فاکتور احتمال وقوع و شدت اثر بر اساس روش توضیح داده شده به دست آمد. خلاصه نتایج به دست آمده در جدول ۴ آورده شده است.

رابطه ۵

$$\alpha \leq v_{ij} = \sum_{k=1}^{k_j} s(H_{jk})NE_{ijk} \leq 1, i = 1, \dots, n \quad s(H_{j1}) \geq 2s(H_{j2}) \geq \dots \geq k_j s(H_{jk_j}) \geq 0$$

در رابطه‌ی (۵)، $s(H_{j1}); \dots; s(H_{jk_j})$ متغیرهای تصمیم‌گیری هستند و $s(H_{j1}) \geq 2s(H_{j2}) \geq \dots \geq k_j s(H_{jk_j}) \geq 0$ روی کلاس‌های ارزیابی می‌باشد. در نهایت با داشتن متغیر $s(H_{jk})$ برای هر معیار، وزن محلی برای هر یک از گزینه‌ها توسط معادله‌ی (۴) به دست خواهد آمد.

ارزیابی ریسک اساساً بر اساس روش تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام می‌شود. بنابراین MCDM می‌تواند برای ارزیابی ریسک‌های مترو در مراحل مختلف ساخت به کار برده شود. از دیدگاه MCDM، فرایند سلسله‌مراتبی (AHP)، روش مناسبی برای مدل‌سازی معیارهای کیفی و کاربرد گسترده در طیف وسیعی از مناطق از جمله انتخاب، ارزیابی، برنامه‌ریزی و توسعه و تصمیم‌گیری است (2012, Hao-Tien Liu, Yieh-lin) با این حال با توجه به اینکه ده‌ها نوع حادثه در کارگاه‌های ساخت تونل مشاهده و شناسایی شده‌اند و روش AHP فقط می‌تواند تعداد محدودی از گزینه‌های ریسک را مقایسه زوجی کند پس مقایسه زوجی در این شرایط غیر ممکن است. برای غلبه بر این مشکل از ترکیب روش AHP_DEA در این مقاله استفاده شده است.

۶- نتایج پژوهش

برای ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های BOT، سه پرسشنامه تهیه گردید که بین عوامل درگیر در اجرای

جدول ۴: نتایج حاصل از ارزیابی ریسک‌های مالی برای ۱۴ فاکتور ریسک در پروژه‌های BOT

رتبه ریسک	فاکتور ریسک	نمره کلی ریسک (شدت اثر)	نمره کلی ریسک (احتمال وقوع)	نمره جزئی ریسک (شدت اثر)			نمره جزئی ریسک (احتمال وقوع)			فاکتورهای ریسک	ردیف
				زمانی	کیفی	مالی	عوامل مربوط به قوانین و مقررات	عوامل سیاسی	عوامل مدیریتی		
۵	۰.۹۶۸	۰.۸۱۸	۰.۸۲۴	۱	۰.۷۴۶	۰.۹۳۸	۰.۶۶۳	۱	۰.۷۵۵	ریسک های تحریم های اقتصادی	۱
۱	۰.۹۹۹	۰.۹۹۵	۰.۷۹۵	۱	۰.۹۳۲	۱	۰.۵۹۷	۰.۹۲۳	۰.۷۶۶	ریسک تغییر در نرخ ارز	۲
۶	۰.۹۶۳	۰.۷۶۲	۰.۸۴۴	۰.۹۰۱	۰.۶۹۱	۰.۸۹۲	۰.۷۰۲	۰.۷۶۲	۰.۹۳۱	ریسک موجود در کمک های مالی دولتی	۳
۳	۰.۹۷۸	۰.۸۷۳	۰.۸۲۹	۰.۷۷۴	۰.۹۷۵	۰.۶۶۱	۱	۰.۸۵۴	۰.۷۶۶	ریسک های موجود در صادرات و واردات	۴
۱۳	۰.۸۵	۰.۶۱	۰.۶۱۶	۰.۸۶۱	۰.۵۹	۰.۵۹	۰.۵	۰.۵۹	۰.۶۶۲	بروز اشکال در اسناد و مدارک تامین منابع مالی	۵
۱۰	۰.۸۶۴	۰.۶۱۵	۰.۶۴۸	۰.۶۸۵	۰.۶۴۲	۰.۵۳۵	۰.۴۶۵	۰.۵۶	۰.۷۵	ریسک‌های مالی ناشی از ضمانت نامه ها	۶
۱۱	۰.۸۶۴	۰.۶۷	۰.۵۸۹	۰.۵۴۱	۰.۶۸۶	۰.۶۶۵	۰.۵۹۴	۰.۶۶۱	۰.۵۴۱	افزایش نرخ مالیات ها	۷
۹	۰.۹۰۱	۰.۶۳۸	۰.۷۲۶	۰.۷۱۱	۰.۶۵۸	۰.۵۷۳	۰.۷۴۱	۰.۵۶۴	۰.۸۲۲	تغییر نرخ بهره بانکی	۸
۴	۰.۹۷۶	۰.۸۸۸	۰.۷۸۹	۰.۸۳۵	۰.۹۹۲	۰.۶۶۱	۰.۵۳۱	۰.۶۶۹	۰.۹۳۱	ریسک های ناشی از نبود نقدینگی لازم	۹
۱۲	۰.۸۶۳	۰.۶۶۲	۰.۵۹۵	۰.۷۰۶	۰.۶۲۵	۰.۷۳۸	۰.۶۰۶	۰.۵۵۴	۰.۶۱۶	ریسک ناشی از کسب درآمدهای ناکافی از دریافت تعرفه و عوارض	۱۰
۸	۰.۹۲۸	۰.۷۵۱	۰.۷۱۳	۰.۷۱۴	۰.۷۹	۰.۶۷	۰.۴۷۹	۰.۸۴۸	۰.۶۸۸	تغییر بازار	۱۱
۷	۰.۹۳۴	۰.۷۴۹	۰.۷۳۹	۰.۵۸۹	۰.۷۰۴	۰.۸۹۵	۰.۵۵۷	۰.۶۰۹	۰.۸۶۷	ریسک نرخ بازگشت سرمایه	۱۲
۲	۰.۹۹۱	۰.۹۳۹	۰.۸۴۷	۰.۹۶	۰.۹۶۴	۰.۸۷۴	۰.۸۱۹	۰.۶۱۵	۱	ریسک ناشی از تورم	۱۳
۱۴	۰.۸۴۸	۰.۶۳۶	۰.۵۸۳	۰.۷۸۲	۰.۶۳۶	۰.۶	۰.۴۴۷	۰.۵۷۸	۰.۶۲۱	مشکلات مالی یا ورشکستگی شرکت صاحب امتیاز	۱۴

ریسک و شدت اثر آن است. فاکتور ریسک زیاد خواهد بود اگر احتمال رخداد آن بالا باشد، یا اثرات آن بالا بوده و یا هر دو مورد ذکر شده صادق باشد. برای مثال در خصوص ریسک تغییر در نرخ ارز، نمره مربوط به احتمال وقوع و شدت اثر، هر دو مقدار بالایی را به خود اختصاص داده‌اند، که همین امر موجب نمره بالا برای فاکتور ریسک این آیتم شده است. اما در خصوص آیتم ۱۴، مشکلات مالی یا ورشکستگی شرکت صاحب امتیاز، چون دو نمره مربوط به احتمال وقوع و شدت اثر هر دو پایین می‌باشد، پس فاکتور ریسک مربوط به آن نیز عدد پایینی را به خود اختصاص می‌دهد که این امر

پاسخ سوال ۱: فاکتور ریسک یا مقدار ترکیبی ریسک برای هر یک از عناصر مورد نظر از فرمول زیر به دست می‌آید (Dale, 2014):

$$RF = P + C - (P * C) \quad (6)$$

برای هر یک از عناصر بررسی شده، مقادیر مرتبط با احتمال وقوع ریسک (P)، به طور متوسط مقداری بین محدوده ۰ تا ۱ تعلق می‌گیرد. به طور مشابه، شدت اثر مرتبط با ریسک مورد نظر (C) نیز، هم به طور واحد و هم دسته جمعی به طور متوسط مقداری بین صفر تا یک را به همراه خواهد داشت. فاکتور ریسک (RF) بین صفر (کم) تا یک (زیاد) متغیر بوده و نشان‌دهنده احتمال رخداد

پس از آن به ریسک‌های موجود در هر گروه ریسک پاسخ داده می‌شود. در این پروژه ریسک‌هایی که درجه بحرانی دارند، باید کاهش یابند. جدول مربوط به پاسخ ریسک‌ها در زیر آورده شده است.

موجب می‌شود، این ریسک در رده‌ی پایین تری نسبت به سایر ریسک‌ها قرار گیرد.

برای پاسخ به ریسک‌های ارزیابی شده، با توجه به رتبه‌بندی‌هایی که در بخش ۵ انجام شد، به ترتیب ریسک‌های با مقادیر و بزرگای بالاتر تعیین شده و

جدول ۵: ریسک‌های مالی پروژه‌های BOT و پاسخ به آن‌ها

ریسک	پاسخ به ریسک
<ul style="list-style-type: none"> ریسک تغییر در نرخ ارز افزایش نرخ مالیات‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ترکیب کردن پول محلی با ارز خارجی تعدیل قیمت محصولات و خدمات پروژه
<ul style="list-style-type: none"> ریسک موجود در کمک‌های مالی دولت ریسک ناشی از تورم 	<ul style="list-style-type: none"> عقد قراردادهای بلند مدت تامین مواد اولیه مانند سوخت افزایش تعرفه استفاده از خدمات و محصولات پروژه
<ul style="list-style-type: none"> ریسک ناشی از کسب درآمدهای ناکافی از دریافت تعرفه و عوارض تغییر بازار ریسک نرخ بازگشت سرمایه 	<ul style="list-style-type: none"> ارزیابی دقیق از وضع تقاضا تعهد نامه‌ی خرید تضمینی خدمات یا محصولات پروژه
<ul style="list-style-type: none"> ریسک‌های ناشی از نبود نقدینگی لازم مشکلات مالی یا ورشکستگی صاحب امتیاز 	<ul style="list-style-type: none"> کنترل فرآیند مالی در نظر گرفتن اعتبارات ذخیره‌ای
<ul style="list-style-type: none"> ریسک‌های تحریم‌های اقتصادی ریسک‌های موجود در صادرات و واردات 	<ul style="list-style-type: none"> تضمین دولت
<ul style="list-style-type: none"> بروز اشکال در اسناد و مدارک تامین منابع مالی ریسک‌های مالی ناشی از ضمانت‌نامه‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> تضمین عملکرد پیمانکار توسط یک موسسه‌ی مالی معتبر مانند شرکت‌های بیمه‌ای
<ul style="list-style-type: none"> تغییر نرخ بهره‌ی بانکی 	<ul style="list-style-type: none"> دزیافت وام با نرخ بهره‌ی شناور

۷- نتیجه‌گیری و بحث

این پژوهش به منظور رویارویی آگاهانه پیمانکاران بخش خصوصی با مشکلات موجود در اجرای پروژه‌های BOT تهیه شده است. خروجی فرایند ارزیابی مدیریت ریسک به عنوان ورودی مرحله برنامه‌ریزی پاسخ‌گویی به ریسک عمل می‌کند؛ به همین جهت ارزیابی مالی ریسک‌های پروژه‌های BOT از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مقاله ۱۴ ریسک مالی مربوط به پروژه‌های BOT

شناسایی گردید و با استفاده از روش AHP-DEA مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس پژوهش انجام شده، ریسک‌هایی مانند تغییر در نرخ ارز، ریسک ناشی از تورم، ریسک‌های مرتبط با صادرات و واردات بالاترین فاکتور ریسک را به خود اختصاص می‌دهند که برای مقابله با آن‌ها در قسمت پاسخ به ریسک پیشنهادات سازنده‌ای ارائه گردید. بر اساس این تحقیق، در قراردادهای BOT، باید تعهدات قراردادی هر یک از طرفین قرارداد و شرایط اجرایی

زیربنایی ایران"، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول، ۱۶۳.

* عطارزاده، م. شاکری، ا. (۱۳۸۷). ارزیابی اقتصادی پروژه‌های BOT با رویکرد مدیریت ریسک‌های مالی، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه،
 * عاملی، س. حداد، ح. حاجی آقا بزرگی، ع. (۱۳۸۸). ارائه مدلی جهت ارزیابی ریسک مالی پروژه‌های BOT بر اساس چرخه ریسک پروژه. اولین کنفرانس مدیریت اجرایی.

* قدسی پور، س. ح.، (۱۳۷۹). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)،

* نصیرزاده، ف. خانزادی، م. علیپور، م. (۱۳۹۰). ارزیابی اقتصادی پروژه‌های BOT با استفاده از منطق فازی، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت استراتژیک پروژه‌ها.

- * Al salman, A.A., (2004) "Assessment of risk management perceptions and practices of construction contractors, Saudi Arabia", MSc. Thesis of Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, King Fahd University of Petroleum & minerals.
- * Askari, M. SHokrizadeh, H. (2014) An Integrated Method for Ranking of Risk in BOT Projects, 2nd world Conference on Business, Economics and management, Procedia-Social and Behavioral Sciences, Volume 109, pages 1390-1394.
- * Dale F. cooper et al. (2004) "managing Risk in large projects and complex procurements". John Wiley's sons Ltd.
- * Ebrahimzadeh, S. Mousavi, S. Seyrafianpour, H. (2010) Risk identification and assessment for build-operate-transfer projects: A fuzzy multi attribute decision making model. Expert System with Applications, volume 37, issue 1, pages 575-586.

آن و طرف به طور صریح و روشن بیان شود. همچنین باید تعهدات سرمایه‌پذیر در پروژه‌های زیربنایی به روش BOT، در مراحل مختلف آن و به شکل‌های متفاوت باید دیده شود. نتایج به دست آمده از این پژوهش، با نتایج پژوهش در رابطه با ارایه مدلی جهت ارزیابی ریسک مالی پروژه‌های BOT بر اساس چرخه ریسک پروژه، محمدمسعود جیل عاملی، حمیدرضا حداد و علی حاجی آقابزرگی (۱۳۸۸) مطابقت دارد و نتایج پژوهش را تایید می‌کند.

پیشنهاد می‌شود ریسک‌های شناسایی شده، واضح بودن تعهدات قراردادی هر یک از طرفین، ارزیابی و رتبه بندی شوند.

فهرست منابع

- * اصولی، سیدحسین؛ نجابت، احسان؛ بیانی، علی؛ ناصری، حسین؛ افخمی، علی؛ (۱۳۸۴). انجمن مدیریت پروژه، پیکره دانش مدیریت پروژه، چاپ اول، تهران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی،
- * بازرگان، ع.، سرمد، ز.، حجازی، ا.، (۱۳۸۴) "روش تحقیق در علوم رفتاری"، نشر آگاه، چاپ یازدهم،
- * ترابی، م.، ابراهیمی، س. ن.، دهخدايي، م.، (۱۳۹۱). "شناسایی ریسک پروژه‌های BOT با دیدگاه TEFCEL و ارائه راهکارهای مقابله با آن" دومین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، پردیس بندر عباس.
- * سبط، محمد حسن، "BOT ساخت - بهره - برداری - انتقال و کاربرد آن در قراردادهای

- * EIC, "negotiation platform for public - private partnership in infrastructure Projects", (2000) European international contractors.
- * Hao-Tien Liu, Yieh-linTsaiA (2012) "fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry" Safety Science 50 1067–1078.
- * Jun Liu b, Taha M.S. Elhagh, (2008). "An Integrated AHP-DEA methodology for bridge risk assessment", Industrial Engineering.
- * Kang, CH. Feng, CH (2009). Risk measurement and risk identification for BOT projects: A multi-attribute utility approach. Mathematical and Computer Modelling, volume 49, issues 9-10.
- * Pollalis, S N, Menheere, B, (1996) "Case studies on build operate transfer", Delft university of technology, Netherlands.
- * Project Management Institute. (2008) A guide to Project Risk management Body of Knowledge (PMBOK).
- * Wang, S.Q; Dulaimi, M.F; Aguria, M.Y. (2004) "Risk management framework for construction projects in developing countries". Construction Management and Economical.
- * Zhao, zh. Zou, j. (2013) Factors influencing the success of BOT power plant projects in China: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 22, Pages 446-453.

یادداشت‌ها

¹ Project Management Institute