فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج ° سال نهم/ شماره ۲۷ / بهار ۱۳۹۳

ارائه ی مدلی ترکیبی جهت ارزیابی ریسک های یک پروژه ی B.O.T

لیلا فضلی
دانش آموخته ی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
E-Mail: leyla.fazli@yahoo.com Email
علیرضا عیدی(نویسنده مسؤول)
استادیارگروه مهندسی صنایع، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۲۵ * تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۲۲

چکیده
در سراسر جهان B.O.T به عنوان روشی برای جذب بخش خصوصی در پروژه هایی که دچار کمبود منابع، عدم دسترسی به فناوری لازم و ... هستند، گسترش روزافزونی داشته است. شکست در چنین پروژه هایی هزینه های سنگین اقتصادی و اجتماعی را به تمامی طرف های قرارداد تحمیل خواهدکرد. بنابراین همچنان که T .B.O کنترل دولت را بر تأسیسات حفظ خواهد نمود، اما در عین حال عدم وجود شناخت کافی از محیط اجرای پروژه، می تواند ریسک بالایی برای سازمان پروژه به همراه داشته باشد. بر این اساس شناسایی و مدیریت ریسک، لازمه ی مؤفقیت پروژه های B.O.T می باشد. بنابراین در این مطالعه، یک مدل ارزیابی بر پایه ی تکنیک های: پروفایل کارایی ورودی بهبود یافته – تاکسونومی عددی، آنالیز اجزای اصلی بهبود یافته، بازی دو نفره با مجموع صفر – UTASTAR و کپلند به منظور ارزیابی ریسک های موجود در یک پروژه ی B.O.T پیشنهاد می گردد. همچنین به نظور بررسی عملکرد مدل پیشنهادی، یک مثال عددی به همراه تحلیل نتایج و اعتبارسنجی آن ارائه می گردد.

کلمات کلیدی: روژه ی B.O.T، شناسایی و مدیریت ریسک، ارزیابی ریسک.

۱- مقدمه

تداوم رشد اقتصادی ایران، همانند دیگر کشورهای در حال توسعه، نیازمند ایجاد توسعه‌ی تأسیسات زیربنایی کشور است. به همین علت در برنامه‌ی توسعه‌ی اقتصادی کشور، سرمایه‌گذاری زیادی بر روی زیربناها انجام گرفته است. اما در این راه گلوگاه‌هایی مانع ساخت و گسترش این تسهیلات می‌شود. کمبود بودجه‌ی دولتی و عدم دسترسی به تکنولوژی روز عمده‌ی این موانع است که این مهم را به تعویق می‌اندازد. دولت‌ها از جمله ایران برای رفع این مشکلات رو به بخش خصوصی آورده‌اند و آنها را برای حضور در پروژه‌های کلان ملی که قبلاً در انحصار دولت بوده است، دعوت کرده‌اند.

یکی از متداول‌ترین و مؤفقیت‌آمیزترین تکنیک‌های مشارکت بخش خصوصی در پروژه‌های عمومی، B.O.T[1] است. این روش از اوایل دهه‌ی۱۹۸۰یعنی هنگامی‌که ترکیه إعطای امتیاز چند نیروگاه را به مناقصه گذاشت متداول شد و هم اکنون در کشورهای در حال توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. دلایل عمده استفاده از B.O.T تحت عناوین: خصوصی‌سازی، جذب سرمایه‌گذاری خارجی، جذب تکنولوژی و بهره‌مند شدن از یک مدیریت کارآمد مطرح می‌باشد.

در فرآیند اجرایB.O.T بعد از درخواست رسمی دولت یا عوامل او برای توسعه و احداث پروژه به این روش، ابتدا کنسرسیومی از متولیان بخش خصوصی به منظور بررسی اسناد مناقصه، امکان‌سنجی پروژه و ارائه‌ی پیشنهاد جهت شرکت در مناقصه تشکیل می‌شود. درمرحله‌ی بعد، سرمایه‌گذاران انتخاب شده برای انجام پروژه، اقدام به تأسیس یک شرکت با عنوان شرکت پروژه می‌کنند. این شرکت که در بعضی کشورها صاحب امتیاز B.O.T محسوب می‌شود، با سرمایه‌ی متولیان پروژه تشکیل می‌گردد و مسؤولیت طراحی و اجرای پروژه را داشته و برای مدت مشخصی از آن تأسیسات بهره‌برداری نموده، پس از اتمام مدت قرارداد تأسیسات موجود را به دولت میزبان منتقل می‌کند. در اکثر حالت‌ها، شرکت پروژه قسمتی یا تمام هزینه‌ی مالی جهت ساخت و بهره‌برداری را برعهده می‌گیرد، لذا طول دوره‌ی بهره‌برداری باید برای برگشت سرمایه‌ای که شرکت پروژه در این راه خرج می‌کند کافی باشد. در پایان دوره، دولت میزبان می‌تواند حق بهره‌برداری را بپذیرد یا برای إعطای حق بهره-برداری، با صاحب امتیاز خصوصی قبلی پیمان ببندد یا آن را تحت یک پیمان به یک بخش خصوصی جدید إعطا کند. این شرکت علاوه بر تهیه‌ی وام لازم برای تأمین مالی پروژه، افزون بر سرمایهٔ مؤسسان، اقدام به انعقاد توافق نامه‌های لازم با دولت میزبان، پیمانکار اجرایی، پیمانکار تأمین‌کننده‌ی تجهیزات، شرکت بهره‌بردار و دیگر شخصیت‌های حقوقی می‌کند.

قابل ذکر است که دولت، باز پرداخت هیچ وامی را از طرف سرمایه‌گذاران پروژه تضمین نمی‌کند و با توجه به اینکه سرمایه-گذاری، به طور مستقیم از بودجه دولتی نمی‌باشد، فشار ناشی از استقراض برای دولت کاهش می‌یابد و علاوه بر آن ریسک‌های مربوط به ساخت و تکنولوژی‌های جدید به‌کار برده شده نیز به بخش خصوصی منتقل می‌شود. همچنین دولت، در هر دو زمان ساخت پروژه و بهره‌برداری از آن منافع بسیاری را از تجربه‌های بخش خصوصی به دست می‌آورد (Saeed Jabal Ameli, Haddad, & Haji Agha Bozorgi, 2010).

یکی از دلایل اصلی جذابیت طرح‌های B.O.T برای دولت‌هایی که تحت فشار مالی قرار دارند، شروع تقریباً بدون هزینه این طرح‌ها است. هر چند برای اجرای این‌گونه قراردادها لازم است دولت‌های میزبان تعهدات مالی قابل‌توجهی را در افق زمانی بلند مدت قبول نمایند (David, 1996). وجه بسیار مهم دیگر این سیستم انتقال فناوری است، به‌طوری‌که اگر به موقع توسط دولت میزبان در موافقت‌نامه‌ها و قراردادها گنجانده شود، در تربیت و آموزش مدیران، تکنسین‌ها و کارگران کشور مؤثر خواهد بود (Khanzadi, 2006). همچنین انتقال ریسک به بخش خصوصی و مسؤولیت بخش خصوصی در قبال هماهنگی‌های لازم از دیگر مشخصه‌های سیستم B.O.T است. لیکن خصوصیات سیستم B.O.T باعث می‌گردد که پروژه‌های برنامه‌ریزی شده با این سیستم با ریسک‌های زیادی همراه باشند که عدم مدیریت صحیح آنها، دست‌یابی به اهداف پروژه را مشکل و گاه غیر ممکن می‌کند. بر این اساس شناسایی و مدیریت ریسک، لازمه‌ی مؤفقیت طرح‌های B.O.T می‌باشد.

[1] Build - Operate - Transfer

بنابر فرآیند مدیریت ریسک بر اساس استاندارد PMBOK[۲] (2000) ، خروجی مرحله‌ی ارزیابی ریسک به عنوان ورودی مرحله‌ی برنامه‌ریزی و پاسخ‌گویی به ریسک عمل می‌کند؛ به همین جهت ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های B.O.T از اهمیت قابل-توجهی برخوردار است. اما تاکنون کارهای زیادی برروی مسأله‌ی ارزیابی ریسک‌های یک پروژه‌ی B.O.T انجام نگردیده است. از اینرو در این پژوهش یک مدل تلفیقی به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های یک پروژه‌ی B.O.T پیشنهاد می‌گردد. در ادامه برخی تحقیقات صورت گرفته در این حوزه ارائه می‌گردد.

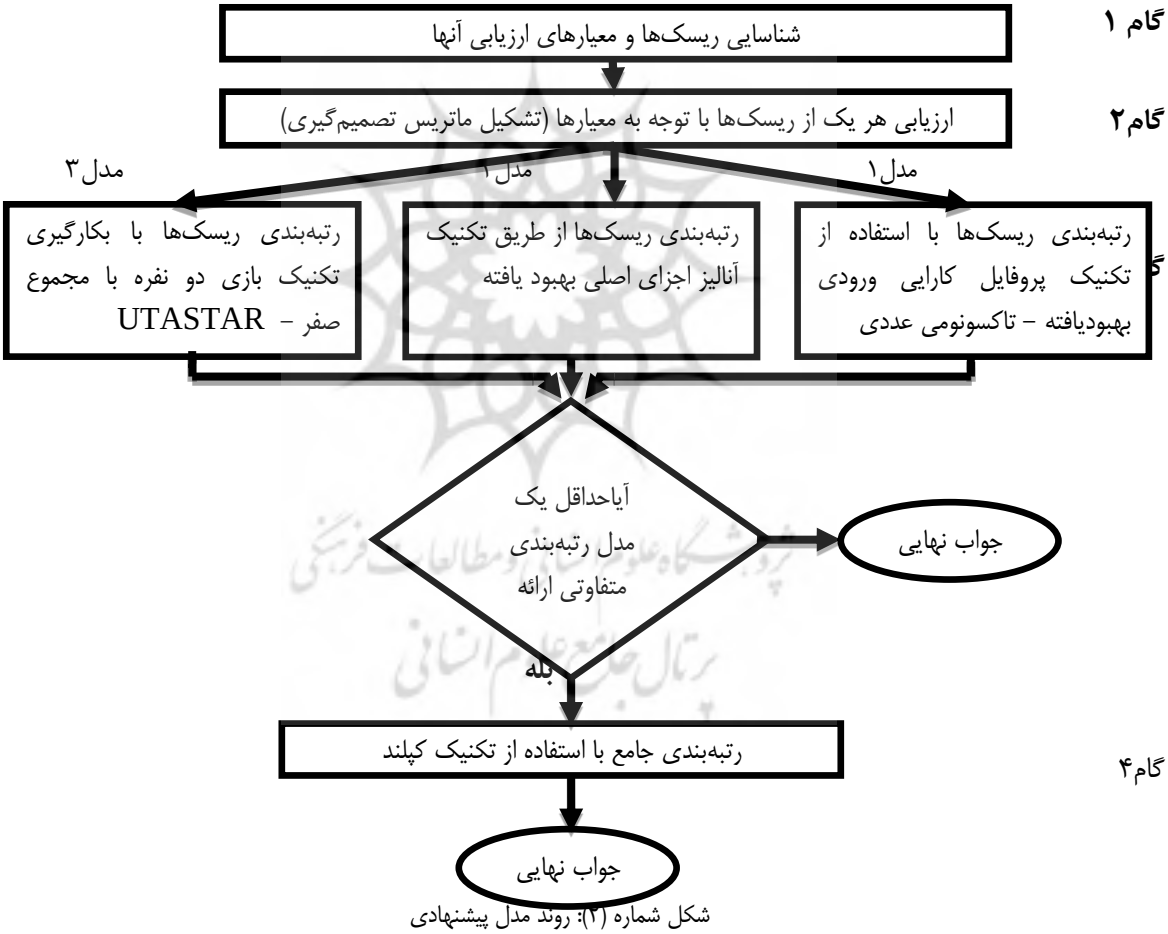
David (1996) به منظور به دست آوردن ارزش ریسک‌های یک پروژه‌ی B.O.T، هزینه تولید مورد انتظار برای سود سرمایه‌گذار و میزبان را با استفاده از یک روش آماری توسعه داد. Feng & Kang (1999) یک مدل سنجش و ارزیابی ریسک در محیط احتمالی را بر اساس تصمیم‌گیری چند شاخصه[۳] و تئوری مطلوبیت[۴] ارائه نمودند. این مدل می‌تواند برای سنجش ریسک، رتبه‌بندی ریسک و یافتن وقوع ریسک بحرانی استفاده گردد. Feng & Kang (2000)، Feng, Kang, & Tzeng (2002) وFeng & Kang (2009) از تئوری مطلوبیت چند شاخصه[۵] برای ارزیابی ریسک‌های قراردادهای امتیازی B.O.T بهره گرفتند. در سال ۲۰۰۲ توسط Zayed & Chang یک مدل ارزیابی که فراهم می‌کند روشی منطقی، قابل اعتماد و سازگار برای ارزیابی ریسک‌ها معرفی گردید. مدل پیشنهادی یک شاخص ریسک B.O.T را معرفی می‌نماید و از دو روش مدل‌سازی مختلف در ساخت این شاخص استفاده می‌کند: یک مدل توسعه‌یافته جدید و یک مدل Dias & Ioannou تطبیق داده شده. Ebrahimnejad, Mousavi, & Mojtahedi (2008) یک مدل فازی برای ارزیابی ریسک پروژه های B.O.T در یک نیروگاه ایرانی ارائه نمودند. آنها برای ارزیابی ریسک‌ها از تکنیک لین‌مپ فازی[۶] بهره گرفتند. Kang, Feng, & Khan(2005) یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه پویا[۷] را با استفاده از تابع مطلوبیت[۸] و برنامه‌ریزی پویا به منظور ایجاد یک مدل ارزیابی ریسک ارائه نمودند. سپس یک الگوریتم تکرار شونده[۹] برای حل مدل توسعه دادند. یک چارچوب ارزیابی احتمال و اثر ریسک بر اساس تکنیک‌های دلفی[۱۰] و درخت عیوب فازی[۱۱] توسط Thomas, Kalidindi, & Ganesh (2006) پیشنهاد گردید. این چارچوب جامع و تحلیلی ارائه شده در پروژه‌های راه آهن B.O.T کشور هندوستان به کارگرفته می‌شود. Li & Zou (2008) توسعه یک چارچوب شناسایی ریسک از دیدگاه چرخه عمر پروژه و یک چارچوب ارزیابی برای ریسک‌های مرتبط با پروژه B.O.T را با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی[۱۲] هدف قرار می‌دهند. یافته‌های پژوهش نشان داد که ریسک‌های مرتبط در پروژه‌های زیربنایی B.O.T منحصر به فرد هستند و در نتیجه طبقه بندی آنها از دیدگاه چرخه عمر پروژه مفید است و تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی پیشنهادی برای ارزیابی این ریسک‌ها مناسب است. همچنین در سال ۲۰۱۰، Ebrahimnejad, Mousavi, & Seyrafianpour یک رویکرد به منظور رتبه‌بندی ریسک در پروژه‌های B.O.T با استفاده از روش تاپسیس فازی [۱۳] و لین مپ فازی ارائه نمودند. آنها این مدل پیشنهادی را برای شناسایی و ارزیابی ریسک در یک پروژه B.O.T در یک نیروگاه در کشور ایران استفاده نمودند. با استفاده از تکنیک گسترش توسعه کیفی فازی[۱۴]، Roghanian & Bazleh(2011) به ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های B.O.T پرداختند. در تحقیقات ارائه شده توسط Askari & Shokrizade(2014) ابتدا ریسک‌های یک پروژه‌ی B.O.T شناسایی گردیدند، سپس ریسک‌های شناسایی شده بر اساس شدت و اثرشان بر اهداف پروژه (زمان، هزینه، کیفیت، ایمنی و محیط زیست) با دو تکنیک تاپسیس فازی و

[2] Project Management Body of Knowledge
[3] Multiple Attribute Decision Making
[4] Utility Theory
[5] Multiple Attribute Utility theory
[6] Fuzzy Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference
[7] Dynamic Multiobjective Programming
[8] Utility Function
[9] Iterative Algorithm
[10] Delphi
[11] Fuzzy Fault Tree
[12] Fuzzy Analytical Hierarchical Process
[13] Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
[14] Fuzzy Quality Function Deployment

مجموع ساده وزین فازی[۱۵]، رتبه‌بندی گردیدند. در مرحله‌ی بعد نتایج به دست آمده با استفاده از تکنیک گروه اسمی[۱۶] ادغام می‌گردند. سپس مقادیروقوع و تشخیص هرریسک توسط کارشناسان تعیین
و در نهایت ریسک‌ها با توجه به عدد اولویت ریسک از مد شکست[۱۷] و تجزیه و تحلیل اثر[۱۸] مورد بررسی قرار گرفت.
این مقاله مشتمل بر ۵ بخش است. در بخش دوم و سوم یک مدل تلفیقی به منظور ارزیابی ریسک‌های یک پروژه‌ی B.O.T یک مثال عددی به همراه تحلیل نتایج و اعتبارسنجی مدل پیشنهادی ارائه می‌گردد. در بخش چهارم به جمع‌بندی و نتیجه-گیری پرداخته می‌شود. نهایتاً در بخش پنجم مراجع بیان می‌گردد.

۲- مواد و روشها

در این پژوهش یک مدل تلفیقی به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های یک پروژه‌ی B.O.T پیشنهاد می‌گردد. روند مدل پیشنهادی به صورت بصری در شکل (۱) ارائه می‌گردد. در زیر به تشریح هر یک از مدل‌های استفاده شده در این مدل پرداخته می‌شود.



شکل شماره (۲): روند مدل پیشنهادی

مدل۱(تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته - تاکسونومی عددی[۱۹]): با آنکه هریک از روش‌های سنجش کارایی مزایا و معایب خاص خود را دارند، لکن تکنیک تحلیل پوششی داده[۲۰] و مشتقات آن با عنایت بر ویژگی‌ها و مزایای خاصشان از

[15] Fuzzy simple-additive-weighting
[16] Nominal group technique
[17] Failure Mode
[18] Effect Analysis
[18] Improved Input Efficiency Profiling - Numerical Taxonomy
[19] Data Envelopment Analysis

کاربردی‌ترین و مؤفق‌ترین روش‌ها در مقایسه با سایر تکنیک‌های سنجش عملکرد هستند. همچنین متدولوژی تحلیل پوششی داده و مشتقات آن به موجب توسعه و نفوذ چشمگیرش، تاکنون کارکردهای متعددی در حوزه‌های مختلف علوم داشته درحالی است که سایرروش‌های مطرح درحوزه سنجش کارایی این چنین کارکردهای متنوعی را ارائه ننموده‌اند. در نتیجه در این تحقیق با توسعه‌ی مدل پروفایل کارایی ورودی[۲۱] ارائه شده توسط Tofillis (1996)تکنیک جدید پروفایل کارایی ورودی بهبود یافته -تاکسونومی عددی ارائه و با استفاده از این تکنیک پیشنهادی به رتبه‌بندی ریسک‌ها پرداخته می‌شود.

تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته ° تاکسونومی عددی: انسان همواره خواستار کارایی بیشتر است و آن را ابزار رسیدن به سود و مطلوبیت بیشتر می‌داند. کارایی مفهومی است که سابقه طولانی در علوم مختلف دارد. کارایی در مفهوم عام آن به معنای درجه و کیفیت رسیدن به مجموعه اهداف مطلوب است. اندازه‌گیری کارایی و روش‌های محاسباتی آن از اواخر قرن بیستم توجه بیشتر اقتصاددانان را برانگیخته است به طوری‌که در سال ۱۹۷۸ .Charnes et al مدل تحلیل پوششی داده را ارائه نمودند (Kazemi & Nikkhah Farkhani, 2010). این مدل به حداکثرسازی نسبت موزون خروجی‌ها (معیارهای خروجی) و ورودی‌ها (معیارهای ورودی) با شرط آنکه همان ضرایب، کارایی سایر بنگاه‌ها را بیشتر از واحد نکند، می‌پردازد.

این تکنیک یک مدل برنامه‌ریزی خطی ناپارامتری است که از عمده‌ترین مزایای آن می‌توان به: تمیز گزینه‌های کارا و ناکارا، تعیین نمره‌ی کارایی، مقایسه و الگوبرداری، عدم‌حساسیت به واحد اندازه‌گیری، قابلیت تعمیم‌پذیری و گسترش بیش از سایر روش‌ها، ارزیابی واقع بینانه‌تر، محاسبات آسان، کاهش خطا، خاصیت جبرانی بودن، انعطاف‌پذیری و برخورداری از قدرت تطبیق-پذیری بالا جهت به کارگیری در مسائل مختلف، ارزیابی عملکرد تمامی گزینه‌ها با بهترین عملکرد ممکن در آن سیستم، ارائهٔ نتایج نسبتاً خوب در هنگام استفاده از نمونه‌های کوچک و ... اشاره نمود (Motameni, 2003; Safari et al., 2010; Arab Mazar, 2012). اما لازم به ذکر است در به کارگیری این مدل سه مشکل زیر می‌تواند رخ می‌دهد: ۱. ضعف قدرت تفکیک۲. ناتوانی در رتبه‌بندی کامل (قادر به تمایز میان کارایی گزینه‌های دارای کارایی واحد نمی‌باشد) ۳. مدل تحلیل پوششی داده یک معیار شعاعی سنجش کارایی است که فرض می‌کند یک واحد ناکارا جهت کارا شدن باید تمام ورودی‌هایش (خروجی-هایش) را به یک نسبت کاهش (افزایش) دهد یا به عبارتی دیگر، در یک واحد ناکارا تمام ورودی‌ها به یک اندازه ناکارا هستند فرضی غیر واقعی و غیرضروری است. بنابراین به نظر می‌رسد انتظار اینکه ورودی‌های مختلف دارای کارایی‌های متفاوتی باشند، واقعی‌تر است (Tofillis, 1996; Adila, 2001).

به منظور رفع این مشکلات، در سال ۱۹۹۶ Tofillis تکنیک پروفایل کارایی ورودی را ارائه داد. در این مدل برای هر منبع (ورودی) یک مقدارکارایی با توجه به این‌که این منبع صرف چه خروجی‌هایی می‌شود، بدست آورد. برای مثال کارایی نسبی منبع iام از گزینه‌ی k ام (E_{ik}) با استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی زیر بدست می‌آید:

$$\text{Max} \quad E_{ik}=\frac{\sum_s u_{isk}y_{sk}}{x_{ik}} \qquad (۱)$$

$$\text{S.t.:} \ \frac{\sum_s u_{isk}y_{sj}}{x_{ij}} \leq 1 \qquad \forall j \qquad (۲)$$

$$u_{isk} \geq \varepsilon \qquad \forall s \ (s \in t \ , \ s \leq t) \qquad (۳)$$

s خروجی‌هایی است که ورودی i ام صرف تولید آنها می‌گردد و t کل خروجی‌ها می‌باشد (s زیر مجموعه‌ای از t می‌باشد). ε یک مقدار مثبت بسیار کوچک است. بنابراین، روش پروفایل به حداکثرسازی نسبت موزون خروجی‌ها و هر ورودی با شرط آن‌که همان ضرایب، کارایی ورودی سایر گزینه‌ها را بیشتر از واحد نکند، می‌پردازد. اکنون با توجه به ورودی موردنظر یک گزینه کارا است اگر E =۱.

با به کارگیری این مدل بهبود قابل ملاحظه‌ای در قدرت تشخیص نتایج مدل تحلیل پوششی داده حاصل می‌شود. از سوی دیگر، با ارزیابی استفاده از هر ورودی به تنهایی، قادر به شناسایی بهترین شیوهٔ کار در هر زمینه خواهیم بود کاملاً مشخص است که

[20] Input Efficiency Profiling

ممکن است که هیچ گزینه‌ای در همه‌ی زمینه‌ها دارای بهترین شیوه کارنباشد و بنابراین، هر گزینه‌ای اهدافی خواهد داشت که برای رسیدن به آن‌ها فعالیت نماید. بنابراین قادر به شناسایی نقاط قوت و ضعف هر گزینه نیز هستیم. بنابراین مشکل ۱ و ۳ مدل تحلیل پوششی داده در این مدل رفع گردید.

Tofillis تنها بهترین کارایی ورودی (حالت خوش‌بینانه) را در نظرگرفته است به طوری‌که مدل بالا بهترین کارایی ورودی نسبی را ارائه

می‌دهد. حال اگرمدل بالارا به‌صورت مینیمم و با محدوده‌ی بیشتر از یک در نظر بگیریم، بدترین کارایی ورودی (حالت بدبینانه) به دست

می‌آید که آنرا با $\acute{E}$ نشان داده می‌دهیم. اکنون با توجه به ورودی موردنظر یک گزینه ناکارا است اگر $\acute{E}$=۱. از آنجایی‌که هر یک از کارایی‌های ورودی به تنهایی برای رتبه‌بندی کافی نیست با استفاده از میانگین هندسی[۲۲] این دو نوع کارایی ورودی، یک کارایی ورودی

کلی به‌صورت زیر معرفی می‌کنیم:

$$\vartheta_{ik} = \sqrt[2]{E_{ik} \times \acute{E}_{ik}} \qquad (۴)$$

مدل ارائه شده توسط Tofillis تنها بهترین کارایی ورودی را محاسبه می‌کند به طوری‌که این مدل با توجه به هر ورودی توانایی شناسایی بدترین گزینه را دارد، اما ممکن است نتواند بهترین گزینه را شناسایی کند (قادر به تمایز میان بهترین کارایی ورودی گزینه‌های دارای بهترین کارایی ورودی واحد نمی‌باشد). در واقع با توجه به هر ورودی، گزینه‌هایی که کارا نیستند قابل رتبه‌بندی می‌باشند، اما گزینه‌هایی که کارا می‌باشند قابل رتبه‌بندی نمی‌باشند. در نتیجه این مدل نمی‌تواند رتبه‌بندی جامعی با توجه به هر ورودی ارائه دهد. همچنین بدترین کارایی ورودی ممکن است قادر به شناسایی بدترین گزینه و رتبه‌بندی گزینه‌های ناکارا با توجه به ورودی مورد نظر نباشد (قادر به تمایز میان بدترین کارایی ورودی گزینه‌های دارای بدترین کارایی ورودی واحد نمی‌باشد). بنابراین، بر اساس آن نیز نمی‌توان رتبه‌بندی جامعی با توجه به هر ورودی ارائه داد. اما با توجه به هر ورودی، مدل پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته پیشنهادی با بهره‌گیری از هر دونوع کارایی قادر به شناسایی بهترین و بدترین گزینه است. در نتیجه رتبه‌بندی جامعی را با توجه به هر ورودی ارائه می‌دهد. بنابراین تصمیم‌گیری بهتر و دقیق‌تری ارائه می‌نماید از آنجایی‌که در این مدل هر دو حالت خوش‌بینانه و بدبینانه در نظر گرفته شده و تنها بر حالت خوش‌بینانه تکیه نگردیده است.

لازم به ذکر است که با وجود همه نقاط قوت مشخص مدل پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته‌ی ارائه شده در بالا و مدل ارائه شده توسط Tofillis، باز هم این مدل‌ها رتبه‌بندی کاملی با توجه به همه‌ی ابعاد ارائه نمی‌کند. Tofillis خود نیز به طور غیرمستقیم به این اشکال اساسی مدل پروفایل این چنین اشاره می‌نماید: مدل پروفایل مطرح شده ممکن است منجر به یک برنده مشخص نشود. سپس جهت رفع این مشکل بیان می‌دارد که هنوز هم قضاوت‌های ارزشی ضروری است. اکنون این سئوال مطرح می‌گردد که اگر بیش از یک گزینه در همه‌ی ابعاد دارایی کارایی بیش از شرط تعیین شده بود، چه باید کرد؟ با توجه به این مسأله اساسی، تلفیق تکنیک تاکسونومی عددی با مدل پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته‌ی ارائه شده در بالاجهت رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها پیشنهاد می‌گردد.

تکنیک تاکسونومی عددی اولین بار توسط Adanson در سال ۱۷۶۳ ارائه گردید و بعدها توسط ریاضی‌دانان لهستانی در اوایل نیمه دوم قرن بیستم گسترش پیدا کرد تا اینکه در سال ۱۹۶۸ این روش به عنوان ابزاری جهت سنجش و رتبه‌بندی توسعه یافتگی ملل مختلف توسط پرفسور Hellwing از مدرسه عالی اقتصاد Worclaw در یونسکو مطرح شد. تحلیل تاکسونومی برای طبقه‌بندی‌های مختلف در علوم بکار برده می‌شود و نوع خاص آن تاکسونومی عددی است. تاکسونومی عددی نامی کلی بوده و به روش‌هایی اطلاق می‌شود که موارد مشابه را از موارد غیر مشابه جدا ساخته و به صورت گروه‌های جداگانه عرضه می‌کند. این روش برای طبقه‌بندی موضوعات مختلف مورد استفاده قرار می گیرد؛ از جمله در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای، ملی،

[22] Geometric Mean

فرهنگی و همچنین بررسی دوگانگی اقتصادی به کار می‌رود که به کمک آن می‌توان اعضای یک مجموعه را بررسی کرده و موارد مشابه یا همگن را از غیر همگن جدا ساخت و در همان حال نیز بقیه‌ی اعضای مجموعه را طبقه‌بندی کرد. از ویژگی های این روش می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

الف: روش تاکسونومی به آمارهای سری زمانی نیاز ندارد و با داده‌های مقطعی به راحتی پاسخ می‌دهد.

ب: روش اجرایی به صورتی است که حتی اگر داده‌ها در ابتدا به صورت شاخص نباشند مشکلی ایجاد نمی‌شود زیرا در روند کار داده‌ها استاندارد می‌شوند.

ج: می‌تواند بر اساس تعریف موجود از موضوع مورد بحث شاخص‌ها را به صورت یک شاخص مرکب در جهت هدف مورد نظر ارائه داد. (Monfaredian Sarvestani, 2008, Ch. 3).

بنابراین، الگوریتم تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته ° تاکسونومی عددی به طور خلاصه به صورت زیر بیان می‌گردد:

۱. تشکیل ماتریس کارایی ورودی (ϑ): با استفاده از مدل پروفایل کارایی ورودی بهبود یافته، کارایی ورودی هر گزینه حاصل می‌گردد.

$$\vartheta = \begin{bmatrix} \vartheta_{11} & \dots & \vartheta_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vartheta_{n1} & \dots & \vartheta_{nm} \end{bmatrix}$$

۲. به کارگیری تکنیک تاکسونومی عددی: اکنون بادرنظرگرفتن ماتریس کاررایی ورودی به عنوان ماتریس داده، رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها با استفاده از تکنیک تاکسونومی عددی انجام می‌شود.

مدل ۲ (تکنیک آنالیزاجزای اصلی بهبود یافته[۲۳]): یکی از مشکلات داده با ابعاد زیاد در این است که در بیشتر مواقع تمام ویژگی‌های داده‌ها برای یافتن دانشی که در آنها نهفته است، مهم و حیاتی نیستند. به همین دلیل در بسیاری از زمینه‌ها کاهش ابعاد داده یکی از مباحث بسیار قابل توجه است. از جمله‌ی این روش‌های کاهش ابعاد داده می‌توان به تکنیک آنالیز اجزای اصلی اشاره کرد که در سال ۱۹۰۱ توسط Pearson ارائه شده است (Amini et al., 2007). آنالیز اجزای اصلی، یک تکنیک مفید آماری است که برای یافتن الگوها درداده‌ها با بعد زیاد کاربرد دارد. به بیان دیگر این تکنیک راهی است برای شناسایی الگوها در مجموعه‌ی داده‌ها و نشان دادن داده‌ها به طریقی که شباهت‌ها و اختلاف‌ها را برجسته نماید. به عبارتی این تکنیک در بردارنده‌ی یک رویه‌ی ریاضی است که تعدادی متغیر همبسته را تبدیل به تعداد کمتری متغیر ناهمبسته (ترکیبات خطی از متغیرهای اولیه همبسته) می‌کند که به آن‌ها مؤلفه‌های اصلی[۲۴] گفته می‌شود. عدم همبستگی بین مؤلفه‌های اصلی یک ویژگی مفید است، زیرا عدم همبستگی به این معنی است که مؤلفه‌های اصلی جنبه های متفاوتی از داده ها را اندازه گیری می‌کنند (Marec et al., 2008).

به طورکلی کاربرد عمده‌ی روش تکنیک آنالیز اجزای اصلی عبارت است از: کاهش تعداد متغیرها و یافتن ساختار ارتباطی بین متغیرها که درحقیقت همان دسته‌بندی متغیرها است. آنالیز اجزای اصلی از با ارزش‌ترین نتایج کاربرد جبر خطی است که به وفور درکلیه‌ی اشکال تحلیلی از علوم شبکه‌های عصبی تا نمودارهای کامپیوتری استفاده شده است، چرا که یک روش آسان و غیرپارامتریک برای استخراج اطلاعات مرتبط از یک مجموعه داده‌های پیچیده می‌باشد. همچنین به خصوص در شرایطی که ابعاد داده و ترکیب ساختار آنها کاملاً مشخص نیست مفید هستند. به کارگیری همه‌ی عوامل در بررسی‌ها ممکن است نه تنها باعث ایجاد مشکلات فنی مانند هم‌خطی[۲۵] شود بلکه باعث پیچیدگی مدل و افزایش اشتباهات آماری نیز شود. بنابراین استفاده از تکنیک آنالیز اجزای اصلی راهی برای کاهش این خطاها و از بین بردن هم‌خطی و دسترسی به نتایج بهتر می‌باشد (Mohaddes, 2001).

[23] Improved Principal Component Analysis
[24] Principal Component
[25] Multicollinearity

تکنیک آنالیز اجزای اصلی در هنگام رتبه‌بندی، دو جنبه از رتبه‌بندی را مد نظر قرار نمی‌دهد: ۱. عملکرد کلی یک گزینه نسبت به همه‌ی متغیرها ۲. عملکرد یک گزینه خاص نسبت به یک متغیر هنگامی‌که با دیگر گزینه‌های نمونه مقایسه می‌شوند. در نتیجه Premachandra (2001) این تکنیک را اصلاح نمود.

مدل۳ (تکنیک بازی دو نفره با مجموع صفر[۲۶] - UTASTAR): در این پژوهش به دنبال آن هستیم با برآورد یک تابع مطلوبیت[۲۷]، یک سیستم پشتیبانی تصمیم ارائه دهیم. یکی از روش‌هایی که برای برآورد تابع مطلوبیت از آن استفاده می‌شود UTASTARاست. در این روش به رتبه‌بندی اولیه ریسک‌ها نیاز است. بنابراین با استفاده از تکنیک بازی دو نفره با مجموع صفر رتبه‌بندی اولیه‌ی ریسک‌ها صورت می‌گیرد. سپس با استفاده از تکنیک UTASTAR رتبه‌ی نهایی ریسک‌ها و یک تابع مطلوبیت به دست می‌آید. در زیر به تشریح هر یک از این دو تکنیک پرداخته می‌شود.

تکنیک بازی دو نفره با مجموع صفر: نیاز به تحلیل موقعیت‌هایی مانند درگیرشدن دو یا چند طرف درگیر با اهداف گوناگون سبب پیدایش تئوری بازی‌ها[۲۸] شده است که همراه با روش ریاضی خاص خود شرایط مخاصمه را تبیین می‌کند. تئوری بازی‌ها اساساً طرح تحلیلی ساده‌کننده‌ای است که ما را قادر می‌سازد توجه خویش را بر جنبه‌های تعیین‌کننده موقعیت‌های تعارض آمیز متمرکز کنیم. تئوری بازی‌ها حوزه‌ای از ریاضیات کاربردی است که در بستر علم اقتصاد توسعه یافته و به مطالعه رفتار استراتژیک بین عوامل عقلانی می‌پردازد. رفتار استراتژیک، زمانی بروز می‌کند که مطلوبیت هرعامل، نه فقط به استراتژی انتخاب شده توسط خود فرد بلکه به استراتژی انتخاب شده توسط بازیگران دیگر وابستگی داشته باشد.

در سال ۱۹۲۱ یک ریاضیدان فرانسوی به نام Émile Borel برای نخستین بار به مطالعه‌ی تعدادی از بازی‌های رایج در قمارخانه‌ها پرداخت و تعدادی مقاله در مورد آن‌ها نوشت. او دراین مقاله‌ها بر قابل پیش‌بینی بودن نتایج این نوع بازی‌ها به طریق منطقی، تاکیدکرده بود. بسیاری از مؤرخین ایجاد تئوری بازی‌ها را نه به او، بلکه به John von Neumann ریاضی‌دان مجارستانی نسبت داده‌اند(Abdoli, 2008).

یکی از روش‌هایی که علاوه بر تعیین وزن گزینه‌ها به طور همزمان وزن معیارها را نیز تعیین می‌کند، استفاده از تکنیک بازی دو نفره با مجموع صفر برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است. این روش توسط Chen et al. (2006) ارائه شده است که طی آن مسأله‌ی تصمیم‌گیری را از زاویه‌ای متفاوت و به صورت یک بازی دونفره با مجموع صفرفرمول‌بندی می‌کند. بازی دو نفره با مجموع صفر، ساده‌ترین نوع بازی است که تنها در آن دو بازیکن حضور دارند. بازی‌های مجموع صفر بازی‌هایی هستند که ارزش بازی در طی بازی ثابت می‌ماند و کاهش یا افزایش پیدا نمی‌کند. در این بازی‌ها، سود یک بازیکن با زیان بازیکن دیگر همراه است یعنی به ازای هر برنده همواره یک بازنده وجود دارد. در این بازی‌ها همکاری بین بازیکنان ممکن است وجود داشته باشد اما به دلیل رقابت بین بازیکنان عدم همکاری به واقعیت نزدیک‌تر است. بنابراین در این مطالعه عدم همکاری بین بازیکنان در نظرگرفته می‌شود.

تکنیک UTASTAR: برای إتخاذ بهترین تصمیم در تصمیم‌گیری چند معیاره، تکنیک‌های مختلفی وجود دارد. یکی از این تکنیک‌ها، تکنیک UTA[۲۹] است. تکنیک UTA مجموعه‌ی تکنیک‌هایی است که به ارزیابی و تحلیل تابع مطلوبیت تصمیم-گیری می‌پردازد. این تکنیک اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط Jacquet - Lagrèze & Siskos مطرح گردید. این تکنیک امکان برآورد تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده را فراهم می‌سازد و فقط به رتبه‌بندی اولیه‌ی گزینه‌ها نیاز دارد. این تکنیک از یک برنامه‌ریزی ریاضی خطی به منظور برآورد تابع مطلوبیت استفاده می‌کند به‌گونه‌ای‌که تا حد ممکن رتبه‌بندی حاصل از این مدل بارتبه‌بندی اولیه مطابقت داشته باشد. باید توجه داشت که رتبه‌بندی گزینه‌های مرجع باید به دقت انجام گیرد تا تابع مطلوبیت بدست آمده کارایی لازم را داشته باشد. همچنین به منظور اعتبار بیشتر تکنیک، تحلیل حساسیت پس از بهینگی انجام می‌شود.

[26] Two ° Person Zero ° Sum Game
[27] Utility Function
[28] Game Theory
[29] Utility Additive

این تکنیک، ضمن آن‌که قادر است با گرفتن کمترین اطلاعات ازتصمیم‌گیرنده تابع مطلوبیت راتخمین بزند، درصورت مستقل نبودن شاخص‌ها از یکدیگر نیز قادر به حل مسأله است (Beuthe and Scannella, 2001). همچنین یکی دیگر از مزایای این تکنیک این است که با بدست آوردن تابع مطلوبیت می‌توان میزان مطلوبیت هرگزینه‌ی جدیدی را محاسبه نمود و گزینه‌ها را رتبه‌بندی کرد. از معایب این روش می‌توان به محاسبات پیچیده آن اشاره نمود که با استفاده از نرم‌افزارهایی که بدین منظور طراحی شده است حل مدل بسیار ساده می‌گردد.

تکنیک UTASTAR نتیجه‌ی اصلاح شده تکنیک UTA است. این روش توسط Siskos and Yannacopoulos در سال ۱۹۸۵ ارائه شده است. درتحقیقی که به منظور مقایسه مدل‌های مشتق از UTA صورت گرفته، نشان داده شده است که مدل UTASTAR در بسیاری از موارد نتایج بهتری نسبت به دیگر مدل‌ها ارائه می‌دهد (Figueira et al., 2005, Ch. 8).

تکنیک کپلند[30]: تصمیم‌گیرندگان برای تصمیم‌گیری بسیار مهم، خود را محدود به یک روش نمی‌کنند و از چندین روش تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند. اما امکان دارد هر یک از روش‌ها به نتایج متفاوتی دست یابند. بنابراین نمی‌توان رتبه‌بندی واحدی ارائه نمود. جهت غلبه بر این مسأله، روش‌های مختلفی مطرح شده که به روش‌های ادغام معروفند. یکی از این روشهای ادغام تکنیک کپلند است. این روش بر اساس ماتریس مقایسات زوجی بنا شده است. در روش کپلند ماتریس زوجی مقایسه‌ای براساس تعداد گزینه‌ها شکل می‌گیرد و در این مرحله دو به دو گزینه‌ها از لحاظ رتبه کسب شده در روش‌های تصمیم‌گیری با هم مقایسه می‌شوند. اگر از لحاظ برد دارای ارجحیت بود، در درایه‌ی زوجی مقایسه‌ای M گذاشته می‌شود و اگرعکس این حالت بود در درایه‌ی زوجی مقایسه‌ای X جایگزین می‌شود. تعداد Mها در ستون‌ها وسطرها جمع شده ودرزیر هر ستون و سطر نوشته می‌شود. دراین مرحله اختلاف مجموع سطر و ستون مشخص را به دست آورده و براساس اختلاف بزرگترین به کوچک‌ترین مرتب کرده و رتبه هر واحد تصمیم‌گیری مشخص می‌شود (Momeni, 2007).

بر این اساس ما نیز از سه مدل توضیح داده شده به منظور تصمیم‌گیری دقیق‌تر و بهتر استفاده می‌نماییم. درصورتی‌که این مدل‌ها به نتایج مختلفی منجر شوند جهت دست‌یابی به یک نتیجه جامع از تکنیک کپلند بهره می‌گیریم. در بخش بعد به منظور بررسی عملکرد مدل پیشنهادی یک مثال عددی ارائه می‌دهیم.

مثال عددی: انجام یک پروژه B.O.T همراه با ریسک‌هایی است که فرصت‌ها و تهدیدهایی را در مسیر دست‌یابی به اهداف از قبل تعیین‌شده‌ی متولیان آن ایجاد می‌کند. فرض کنید شرکت پروژه ۵ ریسک را در پروژه خود شناسایی کرده و برای دست‌یابی به اهداف خود، درصدد ارزیابی این ریسک‌های می‌باشد. شرکت پروژه به منظور ارزیابی عملکرد هر یک از این ریسک‌ها ۴ شاخص را در نظر می‌گیرد. عملکرد هر یک از ریسک‌ها در ارتباط با هر یک از معیارها (به‌صورت تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Matlab 7.5.0 R2007bتولید شده‌اند) با استفاده از متغیرهای کلامی ارزیابی شده‌اند که در جدول (۱) نشان داده می‌شوند. با استفاده از طیف لیکرت ۷ تایی نشان داده شده در جدول (۲) این متغیرهای کلامی تبدیل به اعداد کمی می‌گردند. در این پژوهش از نرم‌افزارهای Microsoft Excel 2010، SPSS 16.0، Minitab16.0، Lingo11.0 بر روی سیستمی با سخت‌افزار RAM = 2GB، CPU=2.53GH و نرم‌افزار Windows 7 Ultimate برای انجام محاسبات، حل مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مورد نیاز برای مدل، تحلیل نتایج و اعتبارسنجی مدل پیشنهادی استفاده می‌گردند.

اکنون با استفاده از مدل‌های: پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته – تاکسونومی عددی، آنالیز اجزای اصلی بهبود یافته و بازی دونفره با مجموع صفر – UTASTAR به صورت مجزا به ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌ها می پردازیم. نتایج حاصل از این مدل‌ها در جداول (۵)– (۳) ارائه می‌گردند.

جدول شماره (۱): طیف لیکرت

رتبه	علامت	عدد
خیلی کم	VL	۱

جدول شماره (۲): ارزیابی عملکرد ریسک‌ها

	ورودی۱	ورودی۲	ورودی۳	خروجی۱	خروجی۲
ریسک۱	MM	VH	H	MM	L

[30] Copeland

کم	L	۳
بیشتر از کم	ML	۵
متوسط	M	۷
بیشتر از متوسط	MM	۹
زیاد	H	۱۱
خیلی زیاد	VH	۱۳

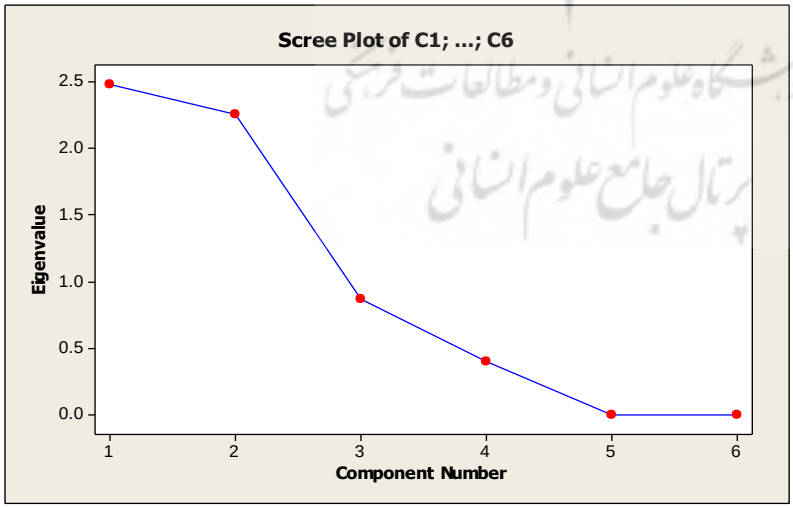
ریسک۲	VH	M	H	MM	M	M
ریسک۳	ML	M	MM	H	VH	
ریسک٤	H	VH	ML	MM	M	M
ریسک٥	MM	M	MM	MM	VH	VH

ورودی‌ها: معیارهای مثبت خروجی‌ها: معیارهای منفی

فرضیات: ۱. در تکنیک پروفایل کارایی ورودی ورودی بهبودیافته فرض شده است ورودی ۱ و ۳ با هر دو خروجی و ورودی۲ تنها با خروجی ۱ مرتبط است. ۲. ε در تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته و همچنین δ و ε در تکنیک UTASTAR، ۰,۰۰۵ در نظر گرفته شده است.

جدول شماره (۳): نتایج محاسباتی حاصل از مدل پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته – تاکسونومی عددی

	بدترین کارایی ورودی			بهترین کارایی ورودی			کارایی ورودی کل			f	رتبه
	ورودی ۱	ورودی۲	ورودی۳	ورودی۱	ورودی۲	ورودی۳	ورودی۱	ورودی۲	ورودی۳		
ریسک۱	۱	۱	۱	۰/۳۵	۰/۴۱	۰/۳۵	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۵۹	۰/۸۲	۵
ریسک۲	۱	۲/۲۹	۱/۲۹	۰/۳۱	۱	۰/۴۵	۰/۵۶	۱/۵۵	۰/۷۶	۰/۶۵	۴
ریسک۳	۳/۱۸	۲/۲۷	۲/۴۷	۱	۰/۹۵	۰/۹۲	۱/۷۸	۱/۴۷	۱/۵۱	۰/۰۹	۱
ریسک٤	۱/۱۸	۱/۲۹	۲/۸۳	۰/۳۷	۰/۵۴	۱	۰/۶۶	۰/۸۳	۱/۶۸	۰/۵۷	۳
ریسک٥	۱/۴۵	۲/۲۹	۱/۲۹	۰/۸	۱	۰/۸۴	۱/۰۸	۱/۵۵	۱/۰۴	۰/۴۱	۲



شکل شماره (۲): آزمون اسکری

جدول شماره (۴): نتایج محاسباتی حاصل از مدل آنالیز اجزای اصلی بهبود یافته

	Z	رتبه
ریسک۱	۰	۳
ریسک۲	۰/۸۵	۱
ریسک۳	−۱/۲	۵
ریسک٤	−۰/۴۲	۴
ریسک٥	۰/۷۸	۲

جدول شماره (۵): نتایج محاسباتی حاصل از مدل بازی دونفره با مجموع صفر – UTASTAR

	ریسک۱	ریسک۲	ریسک۳	ریسک٤	ریسک٥

$ES(A_i)$	۱/۰۶	۱/۲۹	۱/۷۶	۱/۶۴	۳/۴
رتبه‌ی اولیه	۵	۴	۲	۳	۱
مطلوبیت	۰/۱۲	۰/۲۹	۰/۷۸	۰/۴۹	۰/۷۹
رتبه نهایی	۵	۴	۲	۳	۱

نتایج حاصل از سه مدل پیشنهادی به شرح زیر می‌باشد:

- در جدول (۳) با توجه به ورودی ۲، تنها با تکیه بر بهترین کارایی مهمترین ریسک قابل شناسایی نیست (بهترین کارایی ورودی ریسک ۲ و ۵ یک است) و از نقطه نظر ورودی ۱، تنها با در نظر گرفتن بدترین کارایی کم اهمیت ترین ریسک قابل شناسایی نیست (بدترین کارایی ورودی ریسک ۱ و ۲ یک است). بنابراین در صورتی که یکی از این دو کارایی در نظر گرفته شود (مدل ارائه شده توسط Tofillis تنها بهترین کارایی ورودی را در نظر می‌گیرد) قادر به ارائه‌ی رتبه‌بندی جامعی با توجه به هر ورودی نمی‌باشیم در حالی که در تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته که همزمان از این دو نوع کارایی بهره می‌گیرد مهمترین و کم اهمیت ترین ریسک با توجه به هر ورودی قابل شناسایی می‌باشند. در نتیجه با توجه به هر ورودی قادر به ارائه‌ی یک رتبه‌بندی جامع هستیم.
- در تکنیک تاکسونومی عددی همه‌ی ریسک‌ها در گروه همگن قرارگرفتند.
- در تکنیک آنالیز اجزای اصلی بهبود یافته با استفاده از آزمون اسکری[۳۱] که در شکل ۴ نشان داده شده است دو مؤلفه‌ی اصلی اول حفظ گردیدند.
- مدل UTASTAR کاملاً از جواب اولیه پشتیبانی می‌کند (رتبه‌بندی کاملاً یکسان با تکنیک بازی دو نفره با مجموع صفر (رتبه‌بندی اولیه)) و تابع مطلوبیتی به صورت زیر به دست می‌دهد:

$$u(g) = 0.18\,u_1(g_1) + 0.17\,u_2(g_2) + 0.25\,u_3(g_3) + 0.1\,u_4(g_4) + 0.3\,u_5(g_5)$$

همان‌گونه‌که ملاحظه شد هر سه مدل رتبه‌بندی متفاوتی از ریسک‌ها را بدست دادند. بنابراین همان‌طورکه قبلاً ذکر گردید از تکنیک کپلند می‌توان جهت رسیدن به یک اولویت‌بندی واحد ریسک‌ها یاری گرفت. نتایج حاصل از این تکنیک در جدول (۶) ارائه می‌گردد.

جدول شماره (۶): نتایج محاسباتی حاصل از تکنیک کپلند

	ریسک۱	ریسک۲	ریسک۳	ریسک٤	ریسک٥	$\sum C$	$\sum C - \sum R$	رتبه
ریسک۱	-	X	X	X	X	۰	-۴	۵
ریسک۲	M	-	X	X	X	۱	-۲	۴
ریسک۳	M	M	-	M	X	۳	۲	۲
ریسک٤	M	M	X	-	X	۲	۰	۳
ریسک٥	M	M	M	M	-	۴	۴	۱
$\sum R$	۴	۳	۱	۲	۰			

بنابراین با توجه به آخرین ستون در جدول (۶) ریسک ۵ مهمترین ریسک و ریسک ۱ کم اهمیت ترین ریسک شناخته می‌شود.

[31] Scree Test

تحلیل نتایج: برای بررسی این موضوع که زوج نتایج حاصله از مدل‌های مورد استفاده (مدل ۱، ۲ و ۳) با هم همبستگی دارند ناگزیر از انجام آزمون آماری هستیم. فرضیه پژوهشی این است که همبستگی بین رتبه‌های حاصل از دو مدل پژوهش آیا وجود دارد. بنابراین از آزمون ضریب همبستگی رتبه‌ای با فرض زیر استفاده می‌گردد.

$$\begin{cases} H_0: \quad = 0 \quad H_1: \quad \neq 0 \end{cases}$$

آماره آزمون، تابع آزمون t می‌باشد که به صورت:

$$t = \frac{r_s\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s{}^2}} \ , \ r_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n} d_i}{n(n^2-1)} \qquad (۵۰)$$

به طوری‌که: R_{i1} = رتبه نمونه i برای متغیر ۱ R_{i2} = رتبه نمونه i برای متغیر۲ $d_i = R_{i1} - R_{i2}$

$$\text{If} \quad |t| \leq t\left(1-\frac{\alpha}{2}, n-2\right) \ , \text{conclude } H_0 \qquad (۵۱)$$

با عنایت به نتایج سه مدل، آزمون همبستگی بین مدل ۱ و ۲، مدل ۱ و ۳ و مدل ۲ و ۳ با $\alpha = ۰,۰۵$ صورت گرفت و فرض یک تنها برای آزمون همبستگی بین مدل ۱ و ۳ پذیرفته شده است. در واقع تنها مدل پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته – تاکسونومی عددی دارای همبستگی با مدل بازی دونفره با مجموع صفر – UTASTAR است.

اعتبارسنجی با استفاده از رگرسیون[۳۲]: هدف این مرحله به دست آوردن درجه‌ای از انطباق میان نتایج حاصل از مدل پیشنهادی با نتایج حاصل از رگرسیون است. در بسیاری از موارد، به علت بی‌نظمی و بی‌قاعدگی موجود در داده‌ها، قدرت تشخیص مدل ارائه شده کاهش می‌یابد. آنالیز رگرسیون خطی به عنوان یک ابزار تست در این‌گونه موارد پیشنهاد می‌شود (, .Emel et al). 2003به منظور انجام آزمایش، رتبه‌ی ریسک‌ها (ستون آخر جدول (۶)) به عنوان متغیر وابسته (Y) و معیارها انتخاب شده به عنوان متغیرهای مستقل (X) در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به خروجی‌های آنالیزرگرسیون، مشاهده می‌شود که میزان همبستگی Y در یک ترکیب خطی با متغیرهای وارد شده در معادله برابر با یک است که بیان‌گر قدرت بسیار بالای توضیح-دهندگی رگرسیون است. به معنای دیگر متغیرهای وارد شده به معادله رگرسیونی توانسته‌اند ۱۰۰ % از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تبیین نمایند. بنابراین رتبه‌های محاسبه شده با استفاده از مدل پیشنهادی تفاوت معناداری با رتبه های حاصل از مدل رگرسیونی نداشته و بنابراین مدل پیشنهادی از کارایی لازم برخوردار است. همچنین آماره F در جدول تحلیل واریانس معنادار بوده که به معنای وجودرابطه صحیح میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می‌باشد. لازم به ذکر است که با آزمون فرضیه‌ی معنادار بودن ضرائب، تنها معیار ۲ وارد مدل رگرسیونی نمی‌گردد و معادله رگرسیونی زیر حاصل می‌شود:

$$Y = 2.94 + 0.11\,X_1 + 0.13\,X_3 + 0.13\,X_4 - 0.43\,X_5$$

معادله رگرسیون فوق، یک تقریب خطی از نتایج مدل پیشنهادی می‌باشد. شایان ذکر است که چنانچه مجموعه معادلات به قدرکافی بزرگ باشند، آنگاه می‌توان از این معادله برای رتبه‌بندی و ارزیابی ریسک یا ریسک‌های جدید بدون نیاز به انجام دوباره محاسبات مدل پیشنهادی استفاده نمود.

۳- نتایج و بحث

رویکرد B.O.T یکی از روش‌های مشارکت بخش خصوصی می‌باشد که نه تنها مشکلات عدیده‌ی دولت را حل می‌کند بلکه موجب پیدایش فرصت‌های سرمایه‌گذاری، اجرا و ساخت، تأمین تجهیزات و دیگر فرصت‌های تجاری برای سرمایه‌گذاران خارجی می‌گرددکه در نتیجه موجب انتقال تکنولوژی به کشور، ایجاد اشتغال و تسریع در توسعه زیر بنایی کشور می‌شود.

مدیریت ریسک اساس پروژه‌های B.O.T است و از طرفی بر پایه فرآیند مدیریت ریسک، خروجی مرحله‌ی ارزیابی ریسک‌های پروژه به عنوان ورودی مرحله‌ی برنامه‌ریزی و پاسخ‌گویی به ریسک عمل می‌کند؛ به همین جهت ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های

[32] Regression

B.O.Tاز اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بنابراین، در این مقاله سعی در ارائه مدلی برای ارزیابی ریسک‌های یک پروژه‌ی B.O.T بر پایه‌ی تکنیک‌های: پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته – تاکسونومی عددی، آنالیز اجزای اصلی بهبود یافته، بازی دو نفره با مجموع صفر – UTASTAR و کپلند گردید. همچنین به منظور بررسی عملکرد مدل پیشنهادی، یک مثال عددی به همراه تحلیل نتایج و اعتبارسنجی آن با استفاده از آنالیز رگرسیون ارائه گردید و نتیجه گرفته شد که تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته / تاکسونومی عددی دارای همبستگی با تکنیک بازی دو نفره با مجموع صفر – UTASTAR است و مدل پیشنهادی از کارایی لازم برخوردار است.

موارد مطالعاتی آتی که می‌توان در ادامه‌ی کار به آن‌ها پرداخت به صورت ذیل فهرست شده‌اند:

۱. در نظرگیری عدم‌قطعیت و ابهام در مسأله

۲. کاربردی نمودن مسأله

۳. باتوجه به تعدد مدل‌هایی که برای تصمیم‌گیری وجود دارند، پیشنهاد می‌شود فرآیند تحقیق با استفاده از سایر مدل‌ها تکرارگردد و نتایج تحقیقات با یکدیگر مقایسه شود.

٤- منابع

1- Abdoli, GH. (2008). Game theory and its applications. Tehran: Jahat University Tehran Publications.

2- Adila, A. (2001). Predictors of university academic performance in Colombia instituto colombiano de neuropsicologia. Bogota, Colombia, International Journal of Educational Research, 35, 411 - 417.

3- Afshar, A., Khazayeni, G. (2005). Identification of risk factors in B.O.T projects. The 2nd National Congress on Civil Engineering, Tehran, Iran.

4- Amini, N., Yadollahi, H., & Inanloo, S. (2007). Health ranking of the provinces of country. Social Welfare Quarterly, 20, 27 - 48.

5- Arab Mazar, F. (2002). DEA in contrast to other techniques for measuring performance. The 3th International Conference of Data Envelopment Analysis, Firuzkuh, Iran

6- Askari, M., & Shokrizade, H.R. (2014).An integrated method for ranking of risk in BOT projects. Procedia - Social and Behavioral Sciences,109, 1390 -1394

7- Beuthe, M., & Scannella, G. (2001). Comparative analysis of UTA multicriteria methods. European Journal of Operational Research, 130(2), 246 - 262.

8- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rohdes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429 - 444.

9- Chen, Y.W., & Larbani, M. (2006). Two - person zero - sum game approach for fuzzy multiple attribute decision making problems. Fuzzy Sets and Systems, 157(1), 34 - 51.

10- David, K. (1996). Risk modeling in energy contracts between host utilities and BOT plant investors. IEEE Transactions on Energy Conversion, 11(2), 359 - 366.

11- Ebrahimnejad, S., Mousavi, S.M., & Mojtahedi, S.M.H. (2008). A fuzzy BOT project risk evaluation model in iranian power plant industry. The 5th of IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore.

12- Ebrahimnejad, S., Mousavi, S.M., & Seyrafianpour, H. (2010). Risk identification and assessment for build-operate-transfer projects: a fuzzy multi attribute decision making model. Expert Systems with Applications, 37(1), 575 - 586.

13- Emel, A.B., Oral, M., Reisman, A., & Yolalan, R. (2003). A credit Rating approach for the commercial banking sector. Journal of Socio ˚ Economic Planning Sciences, 37, 103 - 123.

14- Feng, C.M., & Kang, C.C. (1999). Risk identification and measurement of BOT projects. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 3(4), 337 - 349.

15- Feng, C.M., & Kang, C.C. (2000). The risk assessment of the negotiation group for BOT projects. Transportation Planning Journal Quarterly, 29(4), 709 - 738.
16- Feng, C.M., Kang, C.C., & Tzeng, G.H. (2002). Applications of group negotiation to risk assessment of BOT projects. OMEGA.
17- Figueira, J., Greco, S., & Ehrgott, M. (2005). Multiple Criteria Decision Analysis: State Of The Art Surveys (Ch. 8), USA: Springer science.
18- Jacquet - Lagrèze, E., & Siskos, Y. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA method, European Journal of Operational Research, 10 (2), 151- 164.
19- Li, J., & Zou, P.X.W. (2008). Risk identification and assessment in PPP infrastructure projects using fuzzy Analytical Hierarchy Process and life - cycle methodology. Journal Australasian Journal of Construction Economics and Building, 8(1), 32 ° 46.
20- Kang, C.C., Feng, C.M., & Khan, H. A. (2005). Risk assessment for build - operate - transfer projects: a dynamic multi - objective programming approach. Computers & Operations Research, 32, 1633 - 1654.
21- Kazemi, M., & Nikkhah Farkhani, Z. (2005). Application of data envelopment analysis to measure and analyze the relative efficiency of the towns of province Khorasan Razavi in the cultivation of wheat. Development Journal of Economics and Agricultural, 2(3), 87 - 94.
22- Khanzadi, M. (2008). Risk assessment model for project financing approach B.O.T. The 2th International Project Management Conference, Aryana Industrial and Research Group, Tehran.
23- Konstantinos, k. (2004). Risk Management: A powerful tool for improving efficiency of project. Manufacturing Information Systems.
24- Marec, A., Thomasa, J.H., & Elguerjouma, R. (2008). Damage characterization of polymer-based composite materials: Multivariable analysis and wavelet transform for clustering acoustic emission data. Mechanical Systems and Signal Processing, 22, 1441 - 1464.
25- Mirfakhraddiny, H., Farid, D., Tahari Mehrjardi, M.H., & Zareei Mahmod abadi, M. (2012). Identification and ranking of factors affecting quality improvement of health and treatment services using multiple attribute decision making (MADM): a case study. Journal of Health Administration, 13(43), 51- 63.
26- Mohaddes, F. (2001). Analysis of the main components and factors (Case study: Extraction of index assets price and evaluating its effect on inflation. Central Bank of the Islamic Republic of Iran). Set of Economic Research, The Office of Investigations and Economic policies.
27- Momeni, M. (2007). New topics in operations research. Tehran: Tehran University Publications.
28- Monfaredian Sarvestani, M. (2008). Ranking diderse urban areas of city Shiraz in terms of the degree of development (MSc Thesis). University of Isfahan, Isfahan, Iran.
29- Motameni, A.R. (2003). Productivity dynamism model design with data envelopment analysis (DEA) approach (Doctoral dissertation), University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran.
30- PMBOK. (2004). A guide to the project management Body of Knoledge (3th ed.). Management Institute, Standards Committee.
31- Premachandra, I.M. (2001). A note on DEA VS. Principal Component Analysis: an Improvement to Joe Zhu sApproach. European Journal of Operational Research, 132, 553 - 560.
32- Roghanian, E., & Bazleh, A. (2011). An approach in BOT project selection based on fuzzy QFD and TOPSIS with consideration of risk. IN Proceedings of the 3rd Conference on Thermal Power Plants, Tehran, Iran.

33- Safari, S., Ebrahimi Shaghaghi, M., & Sheikh, M.J. (2001). Credit risk management of corporate clients in commercial Bank with Data Envelopment Analysis approach (credit ranking). Managment Research in Iran (Modares Human Sciences), 4(14), 164 - 137.
34- Saeed Jabal Ameli, M., Haddad, H., & Haji Agha Bozorgi, A. (2000). Financial risk assessment model for B.O.T Projects based on risk cycle. Executive Management Conference, Tehran, Iran.
35- Siskos, Y., & Yannacopoulos, D. (1985). UTASTAR: an ordinal regression method for building additive value functions, Investigação operacional, 5(1), 39 - 53.
36- Thomas, A.V., Kalidindi, S.N., & Ganesh, L.S. (2006). Modelling and assessment of critical risks in BOT road projects. Construction Management and Economics, 24(4), 407-424
37- Tofillis, C. (1997). Input efficiency profiling: an application to airlines. Computers & Operations Research, 24(3), 253 - 258.
38- UN/ECE. (2000). Guidelines for Private Public Partnership for infrastructuredevelopment. United nations Economic commission for Europe, UN/ECE forum on Public - Private Partnerships for infrastructure, UN/ECE BOT expert Advisory group, Hamilton, G.
39- Zayed, T., & Chang, L. (2002). Prototype model for Build-Operate-Transfer Risk assessment. Journal of Management in Engineering, 18(1), 7 - 16.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی