

مدیریت تولید و عملیات، دوره ششم، شماره (۲)، پیاپی (۱۱)، پاییز و زمستان ۱۳۹۴

دریافت: ۹۲/۵/۱۵ پذیرش: ۹۳/۴/۹

صص: ۱۴۴-۱۲۹

## رویکرد جدیدی برای در نظر گرفتن عامل دارای نقش دوگانه در مساله‌ی انتخاب تأمین کننده: DEA با مرزهای کارآ و ناکارآ

حسین عزیزی<sup>\*۱</sup>، اکبر جعفری شاعرلر<sup>۱</sup>، رضا فرضی پور صائن<sup>۲</sup>

۱- هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد پارس‌آباد مغان، پارس‌آباد مغان، ایران

۲- هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران

### چکیده

این مقاله مساله‌ی عواملی را که در مساله‌ی انتخاب تأمین کننده می‌توانند هم به عنوان ورودی و هم به عنوان خروجی در نظر گرفته شوند، بررسی می‌کند. کمیت یک چنین عاملی ممکن است بر کارایی نسبی تأمین کنندگان تأثیر بگذارد. علیرغم این واقعیت که مقالات زیادی به بررسی عوامل دونقشی پرداخته‌اند، لیکن به نظر می‌رسد که ایده‌ی طبقه‌بندی کردن یک عامل به عنوان ورودی یا خروجی در یک مدل واحد نمی‌تواند روابط سببی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را در نظر بگیرد. رویکرد ساده‌ای برای حل این محدودیت و نیز در نظر گرفتن عوامل دارای نقش دوگانه پیشنهاد می‌شود. یک مثال عددی کاربرد رویکرد پیشنهادی را در زمینه‌ی انتخاب تأمین کننده نشان می‌دهد.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها؛ انتخاب تأمین کننده؛ عامل دارای نقش دوگانه؛ کارایی‌های خوشبینانه

و بدبینانه



## ۱- مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک رویکرد داده‌ای برای ارزیابی عملکرد مجموعه‌ای از موجودیت‌های هم‌تا به نام واحدهای تصمیم‌گیری (DMU) است<sup>۱</sup>، که عملکرد آنها بر اساس اندازه‌های/نشانگرهای متعدد مشخص می‌شود. تعریف DMU عمومی و انعطاف‌پذیر است. در مساله‌ی مورد نظر ما، DMU به یک تأمین‌کننده اشاره دارد. به طوری که در مقالات بیان شده است، در سال‌های اخیر، کاربردهای مختلفی از DEA برای ارزیابی عملکرد انواع مختلف موجودیت‌ها در فعالیت‌های گوناگون در محیط‌های مختلف و در کشورهای متفاوت معرفی شده‌اند. در کاربردهای DEA، از انواع مختلف DMU، از قبیل بیمارستان‌ها، بال‌های هواپیماهای نیروی هوایی آمریکا، دانشگاه‌ها، شهرها، دادگاه‌ها، بنگاه‌های بازرگانی و غیره، برای ارزیابی عملکرد موجودیت‌هایی مانند کشورها، مناطق و امثال آن، استفاده شده است.

از زمانی که DEA در شکل کنونی آن برای نخستین بار در سال ۱۹۷۸ ارائه شد، محققان در رشته‌های مختلف به سرعت متوجه شدند که این روش، یک روش عالی و آسان برای مدل‌سازی فرآیندهای عملیاتی برای ارزیابی عملکرد است. جهتگیری تجربی DEA و عدم نیاز آن به فرضیات قبلی متعدد که در رویکردهای دیگر وجود دارد (مانند روش‌های استاندارد تحلیل رگرسیون آماری)، به استفاده‌ی آن در مطالعات مختلف در زمینه‌ی برآورد مرز کارایی در بخش دولتی و غیرانتفاعی، بخش نظارت و بخش خصوصی منجر شده است. از

آنجا که DEA به فرضیات بسیار کمی نیاز دارد، لذا امکاناتی را برای استفاده در مواردی باز کرده است که نسبت به رویکردهای دیگر مقاوم بوده‌اند، چون دارای روابط بغرنج (و غالباً ناشناخته‌ای) بین اندازه‌های متعدد هستند.

DEA در ابتدا به عنوان «یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای داده‌های مشاهداتی» توصیف شده است که «روش جدیدی را برای به دست آوردن برآوردهای تجربی از روابطی که سنگ بنای اقتصاد مدرن هستند—مانند توابع تولید و/یا سطوح امکان تولید کارآ—به دست می‌دهد» (چارنوز<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۷۸). در حقیقت، DEA روشی است که به جای تمایلات مرکزی، به سوی مرزها گرایش دارد. بر خلاف رگرسیون آماری که تلاش می‌کند یک صفحه‌ی رگرسیون را از مرکز داده‌ها عبور دهد، در اینجا یک سطح خطی قطعه‌قطعه در بالای مشاهدات شناور می‌شود.

DEA اطلاعات محک‌زنی اساسی ارائه می‌دهد که مشتمل است بر (۱) یک نمره‌ی کارایی برای هر DMU، (۲) یک مجموعه‌ی مرجع کارایی که شامل DMUهای هم‌تا است، (۳) یک هدف برای DMU غیرکارآ، و (۴) اطلاعات مربوط به اینکه تا چه حد می‌توان اندازه‌های متعدد عملکرد را کاهش یا افزایش داد، تا عملکرد بهبود داده شود. مجموعه‌ی مرجع کارایی متشکل از DMUهای کارایی است که برای ساخت هدف یا استاندارد محک‌زنی برای DMUهای غیرکارآ استفاده شده‌اند. بنابراین، DEA ابزار مفیدی برای محک‌زنی است.

در DEA، اندازه‌های متعدد عملکرد، ورودی‌ها و

کردند. طلوع (۲۰۰۹) نشان داد که روش کوک و ژو (۲۰۰۷) در عمل ممکن است به علت اشتباه محاسباتی بر اثر وارد کردن یک عدد مثبت بزرگ به مدل، نمرات کارآیی نادرستی ایجاد کند. سپس مدل بازبینی شده‌ای را ارائه کرد که نیازی به یک چنین عدد مثبت بزرگی نداشت. امیرتیموری و امروزنژاد (۲۰۱۲) نشان دادند که مدل اصلاح شده‌ی طلوع (۲۰۰۹) یک حالت خاص از مدل کوک و ژو (۲۰۰۷) است که در شرایط واقعی اجرایی نیست و هر دو مدل پیشنهادی میزان کارآیی را بیش از اندازه برآورد می‌کنند. امیرتیموری و امروزنژاد (۲۰۱۱)، مدل جایگزینی را معرفی کردند که در آن هر اندازه‌ی انعطاف‌پذیر به عنوان ورودی یا خروجی در نظر گرفته می‌شود، به طوری که کارآیی فنی DMU مورد ارزیابی بیشینه‌سازی شود. تمرکز اصلی مقاله‌ی آنها بر تأثیری بود که اندازه‌های انعطاف‌پذیر بر تعریف مجموعه‌ی امکان تولید و سنجش کارآیی فنی داشت. طلوع (۲۰۱۲) نیز این مدل را مستقل ابداع کرد.

امروزه، بنگاه‌ها تأمین کنندگان را به شکل فعال‌تری در فرآیندهای توسعه‌ی تلفیقی خود دخالت می‌دهند، و تأمین کنندگان را به عنوان منبعی برای مزیت رقابتی می‌شناسند. معنای این مطلب آن است که جا برای توسعه و شناسایی عواملی که می‌تواند به حفظ یا بهبود رابطه‌ی بین خریدار و تأمین کننده در توسعه‌ی محصول برون‌سپاری شده کمک کند، وجود دارد (نلور<sup>۶</sup>، ۲۰۰۱). کار<sup>۷</sup> و پیرسون<sup>۸</sup> (۱۹۹۹) اعلام کرده‌اند که بنگاه‌هایی که رویکردی راهبردی برای خرید دارند، بیش از سایر بنگاه‌ها در ارزیابی تأمین کننده دخالت دارند. همچنین، نشان داده شده است

خروجی‌ها نامیده می‌شوند. معمولاً ورودی‌ها اندازه‌هایی هستند که مقادیر کمتر آنها ترجیح داده می‌شود، و خروجی‌ها معمولاً اندازه‌هایی هستند که مقادیر بزرگ‌تر آنها مرجح است. با این حال، دلایل قوی وجود دارد که اجازه داده شود برخی عوامل هم به شکل ورودی و هم به شکل خروجی در نظر گرفته شوند. بیزلی<sup>۳</sup> (۱۹۹۰، ۱۹۹۵)، در مطالعه‌ای در مورد کارآیی گروه‌های آموزشی دانشگاهی، بودجه پژوهشی را در هر دو سمت ورودی و خروجی بررسی کردند. اما به طوری که کوک<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۶) گفته‌اند، مدل پیشنهادی بیزلی (۱۹۹۰، ۱۹۹۵) دو محدودیت دارد. محدودیت اول آن است که در غیاب قیود (مثلاً ناحیه‌ی اطمینان یا نسبت مخروطی) مربوط به مضارب، هر DMU ممکن است ۱۰۰٪ کارآ باشد. محدودیت دوم آن است که عامل دونقشی در سمت ورودی متفاوت از سمت خروجی در نظر گرفته شده است. کوک و همکاران (۲۰۰۶) مدل جدیدی ابداع کردند که محدودیت فوق‌الذکر را ندارد. با این حال، منابع پیش‌گفته دچار یک محدودیت بزرگ هستند: آنها یک عامل را در داخل یک مدل واحد به عنوان ورودی یا خروجی طبقه‌بندی می‌کنند و نمی‌توانند تضمین کنند که تابع تولید و روابط سببی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها تأیید خواهد شد. یعنی در نظر گرفتن همزمان یک عامل به عنوان ورودی و خروجی در یک مدل بدان معنا است که عاملی وجود دارد که برای تولید خودش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کوک و ژو<sup>۵</sup> (۲۰۰۷) روش جدیدی را برای تعیین اینکه یک اندازه ورودی است یا خروجی، ارائه

دست آوردن مشتریان بیشتر کمک می‌کنند. علت اینکه چرا تجربه‌ی کیفیت سرویس و باورپذیری کیفیت سرویس به عنوان ورودی در نظر گرفته شده‌اند، آن است که آنها وسیله‌ای برای جذب مشتریان بیشتر برای ارائه دهندگان 3PL هستند. هدف مقاله‌ی حاضر آن است که رویکرد ساده‌ای برای انتخاب تأمین کنندگان در حضور یک عامل دونقشی پیشنهاد کند.

مقاله به شکل زیر پیش می‌رود. در قسمت ۲، بررسی مقالات ارائه می‌شود. قسمت ۳ رویکرد DEA با مرزهای کارآ و ناکارآ را معرفی می‌کند. مثال عددی و ملاحظات پایانی به ترتیب در قسمت‌های ۴ و ۵ ارائه می‌شوند.

## ۲- بررسی مقالات

برخی رویکردهای برنامه‌ریزی ریاضی در گذشته برای انتخاب تأمین کننده استفاده شده است. نیدیک<sup>۱۳</sup> و هیل<sup>۱۴</sup> (۱۹۹۲)، بارباروس اوغلو<sup>۱۵</sup> و یازغاج<sup>۱۶</sup> (۱۹۹۷)، و ناراسیمهان (۱۹۸۳) از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)<sup>۱۷</sup> برای پشتیبانی از تصمیمات انتخاب تأمین کننده استفاده کردند. قهرمان<sup>۱۸</sup> و همکاران (۲۰۰۳) AHP فازی را برای انتخاب بهترین تأمین کننده که بیشترین رضایت را برای معیارهای تعیین شده ایجاد می‌کند، پیشنهاد کردند. اوزغن<sup>۱۹</sup> و همکاران (۲۰۰۸) تلفیقی از AHP و برنامه‌ریزی خطی (LP)<sup>۲۰</sup> امکان‌گرایی چندآرمانی را برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان پیشنهاد کردند. قدسی‌پور و اوبراین<sup>۲۱</sup> (۱۹۹۸) از AHP و LP برای انتخاب تأمین کنندگان استفاده کردند.

که این رویکرد راهبردی تأثیر مثبتی بر عملکرد مالی شرکت خرید کننده دارد و ممکن است برای بخش‌های مختلف شرکت خریدار سودمند باشد. هان<sup>۹</sup> و همکاران (۱۹۹۰) تأکید می‌کنند که توانایی یک سازمان برای تولید یک محصول باکیفیت با قیمت معقول و به شکل بهنگام به شدت تحت تأثیر قابلیت‌های تأمین کنندگان آن قرار دارد. در محیط رقابتی کنونی، تأمین کنندگان منابع مهمی برای تولید کنندگان هستند. تأمین کنندگان تأثیر بزرگ و مستقیمی بر هزینه، کیفیت، فناوری و زمان به بازار رساندن محصولات جدید دارند (هندفیلد<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۱۹۹۹). تالوری<sup>۱۱</sup> و ناراسیمهان<sup>۱۲</sup> (۲۰۰۴) تأکید می‌کنند که مدیریت مجموعه‌ی تأمین از طریق شناسایی، انتخاب و مدیریت تأمین کنندگان برای روابط درازمدت راهبردی، جزئی کلیدی برای موفقیت زنجیره‌ی تأمین است.

در برخی از موارد، عوامل دونقشی وجود دارند که می‌توانند یا نقش ورودی و یا نقش خروجی را بر عهده گیرند. مثلاً، تجربه‌ی کیفیت سرویس و باورپذیری کیفیت سرویس می‌توانند یا به عنوان ورودی و یا به عنوان خروجی در نظر گرفته شوند. از دیدگاه تصمیم گیرنده که می‌خواهد بهترین ارائه دهنده‌ی 3PL را انتخاب کند، اینگونه اندازه‌ها ممکن است نقش جایگزین را برای «خدمات کیفیت بالا» ایفا کنند، و لذا به طور معقول می‌توان آنها را به عنوان خروجی طبقه‌بندی کرد. از سوی دیگر، از دیدگاه ارائه دهنده‌ی 3PL که قصد دارد خدمات تدارکات معکوس را تأمین کند، آنها را می‌توان به عنوان ورودی در نظر گرفت که به ارائه دهنده‌ی 3PL در به

سودمندی چندشاخصی را بر مبنای کاربرد DEA با هدف کمک به مدیران خرید برای فرمول‌بندی راهبردهای عملی سپارش در بازارهای متغیر توصیف کرد. اخیراً فرضی‌پور صائن (a۲۰۱۰) نمرات تجربیه‌ی کیفیت سرویس و باورپذیری کیفیت سرویس را به عنوان عوامل دوتقشی برای انتخاب ارائه دهنندگان تدارکات معکوس طرف ثالث در نظر گرفت. از دیدگاه تصمیم گیرنده که قصد دارد بهترین تأمین کننده را انتخاب کند، اینگونه اندازه‌ها ممکن است نقش جایگزینی را برای «کیفیت بالای سرویس» ایفا کنند، بنابراین، عقلاً می‌توان آنها را به عنوان خروجی طبقه‌بندی کرد. از سوی دیگر، از دیدگاه تأمین کننده که قصد دارد خدمات تدارکات معکوس را ارائه کند، آنها را می‌توان در حکم ورودی دانست که به تأمین کننده در به دست آوردن مشتریان بیشتر کمک می‌کند. همچنین، فرضی‌پور صائن (b۲۰۱۰) روشی را برای انتخاب تأمین کنندگان در حضور عوامل دوتقشی و محدودیت‌های وزنی پیشنهاد کرد. در این مقاله، هزینه‌ی پژوهش و توسعه هم به عنوان ورودی و هم به عنوان خروجی در نظر گرفته شد. لیکن فرضی‌پور صائن (a۲۰۱۰) و فرضی‌پور صائن (b۲۰۱۰) یک عامل را در یک مدل به عنوان ورودی یا به عنوان خروجی طبقه‌بندی کردند که روابط سببی را بین ورودی‌ها و خروجی‌ها در نظر نمی‌گیرد. اخیراً، مهدیلو و همکاران (۲۰۱۱) رویکردی را بر اساس دیدگاه خوشبینانه مطرح کرده‌اند که روابط سببی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را در نظر می‌گیرد. معذالک آنها دیدگاه بدبینانه را در نظر نگرفته‌اند، تا

لین<sup>۲۲</sup> و چن<sup>۲۳</sup> (۲۰۰۴) یک چارچوب تصمیم‌گیری فازی را برای انتخاب مطلوب‌ترین ائتلاف زنجیره‌ی تأمین راهبردی تحت منابع ارزیابی محدود ارائه کردند. همچنین، هولت<sup>۲۴</sup> (۱۹۹۸) و لی<sup>۲۵</sup> و همکاران (۱۹۹۷) از نظریه‌ی مجموعه‌های فازی در انتخاب تأمین کننده استفاده کردند. چانگ<sup>۲۶</sup> و همکاران (۲۰۰۶) یک روش تصمیم‌گیری چندشاخصی فازی مبتنی بر مقدار دهنده‌های زبان‌شناختی فازی برای انتخاب تأمین کننده ارائه کردند. مورلاکی<sup>۲۷</sup> (۱۹۹۹) AHP را با مجموعه‌ی فازی ترکیب کرد و آن را برای ارزیابی تأمین کنندگان در بخش‌های مهندسی و ماشین‌آلات به کار برد. وبر<sup>۲۸</sup> (۱۹۹۶) از DEA برای ارزیابی تأمین کننده در مورد یک محصول منفرد استفاده کرد و مزایای بکارگیری DEA برای یک چنین سیستمی را نشان داد. در این مطالعه، معیارهای انتخاب تأمین کنندگان کاهش معنی‌دار هزینه، تأخیر ارسال و رد شدن مواد اولیه بود. وبر و همکاران (۲۰۰۰) نیز رویکردی را برای ارزیابی تأمین کنندگان با استفاده از برنامه‌ریزی چندآرمانی و DEA ارائه کردند. تالوری و همکاران (۲۰۰۶) یک مدل DEA مقید به شانس برای انتخاب تأمین کنندگان ارائه کردند. تالوری و ناراسیمهان (۲۰۰۳) یک مدل DEA بیشینه-کمینه برای مسأله‌ی انتخاب تأمین کننده ارائه کردند. محمدی گرافامی (۲۰۰۶) رویکرد استفاده از DEA برای مقایسه‌ی عملکرد کلی تأمین کنندگان بر اساس مفهوم هزینه‌ی کل مالکیت را ارائه کرد و این کاربرد را از طریق مطالعه‌ای برای یک بنگاه فرضی نمایش داد. برالییا<sup>۲۹</sup> و پترونی<sup>۳۰</sup> (۲۰۰۰) یک نظریه‌ی

خلاصه شده‌اند.

$$\max \frac{\sum_{r=1}^R \mu_r y_{r0} + \gamma w_0}{\sum_{i=1}^I v_i x_{i0} + \beta w_0} \quad (1)$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^R \mu_r y_{rk} + \gamma w_k - \sum_{i=1}^I v_i x_{ik} - \beta w_k \leq 0, \quad k=1, \dots, K,$$

$$\mu_r, v_i, \gamma, \beta \geq 0, \quad r=1, \dots, R, \quad i=1, \dots, I.$$

کوک و همکاران (۲۰۰۶) بیان می‌کنند که روش بیزلی (۱۹۹۰، ۱۹۹۵) برای در نظر گرفتن عامل دونقشی هم در سمت ورودی و هم در سمت خروجی کاملاً مناسب نیست و نوعی تناقض محسوب می‌شود. تناقض آن است که مدل (۱)  $w_0$  را در نقش ورودی و در نقش خروجی به شکل متفاوتی در نظر می‌گیرد.

برای اصلاح این نقیصه‌ی ظاهری، کوک و همکاران (۲۰۰۶) توصیه می‌کنند که  $w_0$  در سمت ورودی به عنوان غیرقابل کنترل در نظر گرفته شود. از آنجا که در سمت خروجی، متغیرها عموماً در فرآیند بهینه‌سازی یک مدل با ماهیت ورودی ثابت باقی می‌مانند، همچنین، می‌توان  $w_0$  را به عنوان غیرقابل کنترل در نظر گرفت. از این دیدگاه، کوک و همکاران (۲۰۰۶) مدل (۱) را تغییر دادند و LP آن را به شکل زیر نشان دادند:

$$\max \sum_{r=1}^R \mu_r y_{r0} + \gamma w_0 - \beta w_0$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^I v_i x_{i0} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^R \mu_r y_{rk} + \gamma w_k - \beta w_k - \sum_{i=1}^I v_i x_{ik} \leq 0, \quad k=1, \dots, K,$$

$$\mu_r, v_i, \gamma, \beta \geq 0, \quad r=1, \dots, R, \quad i=1, \dots, I.$$

گنجانیدن عامل دونقشی در سمت ورودی مدل (۲) به عنوان غیرقابل کنترل مبتنی بر ایده‌ی بنکر<sup>۳۱</sup> و موری<sup>۳۲</sup> (۱۹۸۶) است. این مؤلفان ثابت می‌کنند که روش مدل‌سازی اینگونه ورودی‌ها این است که به

جایی که مؤلفان اطلاع دارند، هیچگونه منبعی وجود ندارد که عوامل دونقشی را به طور ساده و مستقیم در نظر گرفته باشد. رویکرد ارائه شده در این مقاله مزایای مشخصی دارد:

- رویکرد پیشنهادی بسیار ساده و مستقیم است.
- رویکرد پیشنهادی روابط سببی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را در نظر می‌گیرد.
- رویکرد پیشنهادی به آسانی در تمام انواع مدل‌های DEA بدون هر گونه زحمتی برای تلفیق کردن مفهوم عامل دونقشی با این مدل‌ها قابل استفاده است.
- در رویکرد پیشنهادی هر دو دیدگاه خوشبینانه و بدبینانه همزمان در نظر گرفته می‌شوند.

### ۳- DEA با مرزهای کارآ و ناکارآ

#### ۳-۱- مدل‌های DEA برای اندازه‌گیری کارایی خوشبینانه

بیزلی (۱۹۹۰، ۱۹۹۵) مدل (۱) را که مبتنی بر مدل CCR استاندارد (چارنر و همکاران، ۱۹۷۸) است برای ارزیابی کارایی ۵۰ گروه آموزشی دانشگاهی پیشنهاد کرد. موقعیتی را در نظر بگیرید که در آن  $k$  عضو یک مجموعه از  $K$  DMU باید از نظر  $R$  خروجی  $Y_k = (y_{rk})_{r=1}^R$  و  $I$  ورودی  $X_k = (x_{ik})_{i=1}^I$  ارزیابی شوند. به علاوه، فرض کنید که یک عامل خاص توسط هر DMU در مقدار  $w_k$  حفظ می‌شود، و هم به عنوان عامل ورودی و هم به عنوان عامل خروجی در نظر گرفته می‌شود. نامگذاری‌های استفاده شده در این مقاله در جدول ۱

حالت ۱: اگر  $\hat{\gamma} - \hat{\beta} < 0$ ، آنگاه عامل دونقشی «مانند یک ورودی رفتار می‌کند». لذا هر چه مقدار این عامل کمتر باشد، بهتر است، و منجر به افزایش کارایی می‌شود.

حالت ۲: اگر  $\hat{\gamma} - \hat{\beta} > 0$ ، آنگاه عامل دونقشی «مانند یک خروجی رفتار می‌کند». لذا هر چه مقدار این عامل بیشتر باشد، بهتر است، و منجر به افزایش کارایی می‌شود.

حالت ۳: اگر  $\hat{\gamma} - \hat{\beta} = 0$ ، آنگاه عامل دونقشی در حالت تعادل است.

سمت خروجی برده شوند، ولی با علامت مخالف. این ایده غالباً در موقعیت‌هایی بروز می‌کند که معیارهایی وجود دارند که خارج از کنترل مدیریت هستند ولی بر کارایی DMUها تأثیر می‌گذارند. لذا در فرآیند ارزیابی، غالباً انتظار می‌رود که این عوامل در سطح فعلی‌شان باقی بمانند.

حال، در مورد علامت  $\hat{\gamma} - \hat{\beta}$ ، که در اینجا  $\hat{\gamma}$  و  $\hat{\beta}$  مقادیر بهینه‌ی مدل (۲) هستند، سه امکان وجود دارد:  $\hat{\gamma} - \hat{\beta} > 0$ ،  $\hat{\gamma} - \hat{\beta} = 0$ ، و  $\hat{\gamma} - \hat{\beta} < 0$  (کوک و همکاران، ۲۰۰۶).

#### جدول ۱- نامگذاری‌ها.

$DMU_0$ : واحد تصمیم‌گیری مورد بررسی
$k = 1, \dots, K$ : مجموعه‌ی DMUها (تأمین کنندگان)
$i = 1, \dots, I$ : مجموعه‌ی ورودی‌ها
$r = 1, \dots, R$ : مجموعه‌ی خروجی‌ها
$x_{i0}$ : ورودی $i$ -ام $DMU_0$
$v_i$ : وزن ورودی $i$ -ام
$y_{r0}$ : خروجی $r$ -ام $DMU_0$
$\mu_r$ : وزن خروجی $r$ -ام
$w_0$ : سطح عامل دونقشی $DMU_0$
$\gamma$ : وزن عامل دونقشی وقتی که در سمت خروجی در نظر گرفته می‌شود
$\beta$ : وزن عامل دونقشی وقتی که در سمت ورودی در نظر گرفته می‌شود
$x_{ik}$ : ورودی $i$ -ام $DMU_k$
$y_{rk}$ : خروجی $r$ -ام $DMU_k$
$w_k$ : سطح عامل دونقشی $DMU_k$
$\lambda_k$ : بردار بارهای $DMU$ ، که عملکرد را برای $DMU_0$ تعیین می‌کند
$\theta_1$ : اندازه‌ی کارایی شعاعی برای $DMU_0$ ، وقتی که عامل دونقشی در سمت ورودی در نظر گرفته می‌شود
$\theta_2$ : اندازه‌ی کارایی شعاعی برای $DMU_0$ ، وقتی که عامل دونقشی در سمت خروجی در نظر گرفته می‌شود
$\theta^* = \max\{\theta_1, \theta_2\}$



DMU به عنوان کارآی DEA شناسایی می‌شود، ولی اغلب اوقات معلوم می‌شود که بیش از یک DMU کارآی DEA هستند.

مدل (۴) عامل دونقشی را تنها در سمت خروجی در نظر می‌گیرد:

$$\begin{aligned} & \min \theta_2 \\ & \text{s.t.} \\ & \sum_{k=1}^K x_{ik} \lambda_k \leq \theta_2 x_{i0}, \quad i=1, \dots, I, \\ & \sum_{k=1}^K y_{rk} \lambda_k \geq y_{r0}, \quad r=1, \dots, R, \\ & \sum_{k=1}^K w_k \lambda_k \geq w_0, \\ & \lambda_k \geq 0, \quad k=1, \dots, K, \\ & \theta_2 \text{ free.} \end{aligned} \quad (3)$$

جدول ۲ آگوریتم این رویکرد را از دیدگاه خوشبینانه نشان می‌دهد.

بنابراین، با استفاده از آگوریتم فوق، محدودیت برخورد متعارف با عامل دونقشی که در قسمت ۱ مورد بحث قرار گرفت، برطرف می‌شود.

در اینجا ما درباره‌ی رویکرد ساده‌ای برای کار با یک عامل دونقشی و پیدا کردن رفتار این عامل به عنوان ورودی، خروجی، یا تعادل بحث می‌کنیم. مدل (۳) عامل دونقشی را تنها در سمت ورودی و به عنوان یک ورودی غیرقابل کنترل در نظر می‌گیرد.

$$\begin{aligned} & \min \theta_1 \\ & \text{s.t.} \\ & \sum_{k=1}^K x_{ik} \lambda_k \leq \theta_1 x_{i0}, \quad i=1, \dots, I, \\ & \sum_{k=1}^K y_{rk} \lambda_k \geq y_{r0}, \quad r=1, \dots, R, \\ & \sum_{k=1}^K w_k \lambda_k \leq w_0, \\ & \lambda_k \geq 0, \quad k=1, \dots, K, \\ & \theta_1 \text{ free.} \end{aligned} \quad (3)$$

اگر مقدار بهینه‌ی تابع هدف مدل (۳)،  $\theta_1^*$ ، یک باشد، یعنی  $\theta_1^* = 1$ ، آنگاه گفته می‌شود که  $DMU_0$  کارآی DEA یا کارآی خوشبینانه است؛ در غیر این شکل، گفته می‌شود که غیرکارآی DEA یا غیرکارآی خوشبینانه است. مدل LP (۳) جمعاً  $n$  بار، هر بار برای یک  $DMU_0$  حل می‌شود. در نتیجه، لااقل یک

جدول ۲- آگوریتم رویکرد پیشنهادی از دیدگاه خوشبینانه.

<p>مرحله‌ی ۱: شروع کنید.</p> <p>مرحله‌ی ۲: عامل دونقشی را فقط در سمت ورودی در نظر بگیرید و مدل (۳) را اجرا کنید.</p> <p>مرحله‌ی ۳: عامل دونقشی را در سمت خروجی در نظر بگیرید و مدل (۴) را اجرا کنید.</p> <p>مرحله‌ی ۴: مقدار <math>\max\{\theta_1, \theta_2\} = \theta^*</math> را پیدا کنید و آن را به عنوان نمره‌ی کارآیی <math>DMU_0</math> در نظر بگیرید.</p> <p>مرحله‌ی ۵: اکنون <math>\theta_1</math> و <math>\theta_2</math> را به عنوان نشانگر رفتار عامل دونقشی نیز در نظر بگیرید. <math>\theta_1</math> و <math>\theta_2</math> به شکل زیر تفسیر می‌شود:</p> <p>حالت ۱: اگر <math>\theta_1 &gt; \theta_2</math>، آنگاه عامل دونقشی «به عنوان ورودی رفتار می‌کند».</p> <p>حالت ۲: اگر <math>\theta_1 &lt; \theta_2</math>، آنگاه عامل دونقشی «به عنوان خروجی رفتار می‌کند».</p> <p>حالت ۳: اگر <math>\theta_1 = \theta_2</math>، آنگاه عامل دونقشی در سطح تعادل است.</p>
---

ورودی بیشینه نیز گفت، در مقابل مرز تولید سنتی که می‌توان آن را مرز خروجی بیشینه دانست. مدل (۵)، مدل اساسی تحلیل بدترین کارایی یا کارایی بدبینانه است، که کاملاً شبیه مدل DEA در CCR است.

برای اندازه‌گیری کارایی‌های بدبینانه‌ی DMUها، مدل (۶) عامل دونقشی را تنها در سمت ورودی و به عنوان یک ورودی غیرقابل کنترل در نظر می‌گیرد، به شکل زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} & \max \varphi_1 \\ & \text{s.t.} \\ & \sum_{k=1}^K x_{ik} \lambda_k \geq \varphi_1 x_{io}, \quad i=1, \dots, I, \\ & \sum_{k=1}^K y_{rk} \lambda_k \leq y_{ro}, \quad r=1, \dots, R, \\ & \sum_{k=1}^K w_k \lambda_k \geq w_o, \\ & \lambda_k \geq 0, \quad k=1, \dots, K, \\ & \varphi_1 \text{ free.} \end{aligned} \quad (5)$$

همچنین، مدل (۷) عامل دونقشی را تنها در سمت خروجی در نظر می‌گیرد:

$$\begin{aligned} & \max \varphi_2 \\ & \text{s.t.} \\ & \sum_{k=1}^K x_{ik} \lambda_k \geq \varphi_2 x_{io}, \quad i=1, \dots, I, \\ & \sum_{k=1}^K y_{rk} \lambda_k \leq y_{ro}, \quad r=1, \dots, R, \\ & \sum_{k=1}^K w_k \lambda_k \leq w_o, \\ & \lambda_k \geq 0, \quad k=1, \dots, K, \\ & \varphi_2 \text{ free.} \end{aligned} \quad (6)$$

نهایتاً، جدول ۳ الگوریتم این رویکرد را از دیدگاه بدبینانه نشان می‌دهد. در قسمت بعد، یک مثال عددی ارائه می‌شود. در این مثال، توانایی رویکرد پیشنهادی خود در تعیین نمرات کارایی تأمین کنندگان و رفتار عامل دونقشی را بررسی می‌کنیم.

<sup>۱</sup> از آنجا که DEA وزنهایی را که بالاترین کارایی نسبی ممکن را به یک DMU می‌دهند، محاسبه می‌کند، در حالی که نمره‌ی کارایی همه‌ی DMUهای دیگر را با همان مجموعه‌ی وزنها کوچک‌تر یا مساوی با یک نگه می‌دارد، لذا ما از  $\max\{\theta_1, \theta_2\}$  به عنوان نشانگر رفتار عامل دونقشی استفاده می‌کنیم.

### ۳-۲- مدل‌های DEA برای اندازه‌گیری کارایی بدبینانه

اکنون مدلی را معرفی می‌کنیم که برای تعیین بدترین نمره‌ی کارایی نسبی ممکن یک DMU در مقابل بهترین نمره‌ی کارایی نسبی ممکن آن تعیین می‌شود، به کار می‌رود (جهانشاهلو و افضل‌نژاد، ۲۰۰۶)؛ عزیزی و فتحی اجیرلو، (۲۰۱۰):

$$\begin{aligned} & \max \varphi_o \\ & \text{s.t.} \\ & \sum_{k=1}^K x_{ik} \lambda_k \geq \varphi_o x_{io}, \quad i=1, \dots, I, \\ & \sum_{k=1}^K y_{rk} \lambda_k \leq y_{ro}, \quad r=1, \dots, R, \\ & \lambda_k \geq 0, \quad k=1, \dots, K, \\ & \varphi \text{ free.} \end{aligned} \quad (4)$$

فرض کنید ورودی‌ها با نسبت  $\varphi_o$  افزایش داده شود، و خروجی‌ها بدون تغییر نگه داشته شود. اگر ورودی‌ها را نتوان به همان نسبت افزایش داد، یعنی  $\varphi_o^* = 1$ ، آنگاه  $\varphi_o^* = 1$ ، آنگاه بدبینانه است. از سوی دیگر، اگر ورودی‌ها را بتوان به همان نسبت افزایش داد، یعنی  $\varphi_o^* > 1$ ، آنگاه  $\varphi_o^* > 1$ ، آنگاه غیرناکارایی DEA یا غیرناکارایی بدبینانه است. تمام واحدهای ناکارایی بدبینانه یک مرز تولید ناکارا را تشکیل می‌دهند که می‌توان به آن مرز

جدول ۳- الگوریتم رویکرد پیشنهادی از دیدگاه بدبینانه

مرحله ۱: شروع کنید.  
 مرحله ۲: عامل دونقشی را فقط در سمت ورودی در نظر بگیرید و مدل (۶) را اجرا کنید.  
 مرحله ۳: عامل دونقشی را در سمت خروجی در نظر بگیرید و مدل (۷) را اجرا کنید.  
 مرحله ۴: مقدار  $\max\{\varphi_1, \varphi_2\} = \varphi^*$  را پیدا کنید و آن را به عنوان نمره‌ی کارآیی  $DMU_0$  در نظر بگیرید.  
 مرحله ۵: اکنون  $\varphi_1$  و  $\varphi_2$  را به عنوان نشانگر رفتار عامل دونقشی نیز در نظر بگیرید.  $\varphi_1$  و  $\varphi_2$  به شکل زیر تفسیر می‌شود:  
 حالت ۱: اگر  $\varphi_1 > \varphi_2$ ، آنگاه عامل دونقشی «به عنوان ورودی رفتار می‌کند».  
 حالت ۲: اگر  $\varphi_1 < \varphi_2$ ، آنگاه عامل دونقشی «به عنوان خروجی رفتار می‌کند».  
 حالت ۳: اگر  $\varphi_1 = \varphi_2$ ، آنگاه عامل دونقشی در سطح تعادل است.

$X_2$  (۳۴) و هزینه‌ی تحقیق و توسعه (R&D) (۳۵) هستند. خروجی‌های استفاده شده در مطالعه شامل تعداد ارسال‌های رسیده بموقع (۳۶)  $(Y_2)$ ، تعداد شکل حساب‌های دریافت شده بدون خطا (۳۷)  $(Y_1)$  و R&D هستند. هم نقش ورودی و هم نقش خروجی را ایفا می‌کند.

۳-۳- مثال عددی

برای نشان دادن کاربرد رویکرد پیشنهادی در زمینه‌ی انتخاب تأمین کننده، از مجموعه‌ی داده‌های گرفته شده از فرضی‌پور صائن (b2010) استفاده می‌کنیم. ورودی‌ها برای انتخاب تأمین کنندگان شامل هزینه‌ی کل ارسال (۳۳)  $(X_1)$ ، تعداد ارسال‌ها در ماه (

جدول ۴- مجموعه‌ی داده‌های ۱۸ تأمین کننده

عامل دونقشی	خروجی‌ها		ورودی‌ها		تأمین کننده (DMU)
	$Y_2$	$Y_1$	$X_2$	$X_1$	
R&D					
۲۰	۱۸۷	۹۰	۱۹۷	۲۵۳	۱
۳۲	۱۹۴	۱۳۰	۱۹۸	۲۶۸	۲
۱۵	۲۲۰	۲۰۰	۲۲۹	۲۵۹	۳
۱۰	۱۶۰	۱۰۰	۱۶۹	۱۸۰	۴
۱۶	۲۰۴	۱۷۳	۲۱۲	۲۵۷	۵
۲۸	۱۹۲	۱۷۰	۱۹۷	۲۴۸	۶
۱۲	۱۹۴	۶۰	۲۰۹	۲۷۲	۷
۳۶	۱۹۵	۱۴۵	۲۰۳	۳۳۰	۸
۳۰	۲۰۰	۱۵۰	۲۰۸	۳۲۷	۹
۲۸	۱۷۱	۹۰	۲۰۳	۳۳۰	۱۰
۱۹	۱۷۴	۱۰۰	۲۰۷	۳۲۱	۱۱
۲۵	۲۰۹	۲۰۰	۲۳۴	۳۲۹	۱۲
۱۸	۱۶۵	۱۶۳	۱۷۳	۲۸۱	۱۳
۲۷	۱۹۹	۱۷۰	۲۰۳	۳۰۹	۱۴
۲۲	۱۸۸	۱۸۵	۱۹۳	۲۹۱	۱۵
۳۱	۱۶۸	۸۵	۱۷۷	۳۳۴	۱۶
۵۰	۱۷۷	۱۳۰	۱۸۵	۲۴۹	۱۷
۱۵	۱۶۷	۱۶۰	۱۷۶	۲۱۶	۱۸

جدول ۵- نمرات کارآیی و رفتار ورودی/خروجی از دیدگاه خوشبینانه

DMU	نمره‌ی کارآیی به دست آمده از مدل (۲)	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta^*$	رفتار عامل دونقشی
۱	۰,۹۷۸۶	۰,۹۷۸۶	۰,۹۷۲۶	۰,۹۷۸۶	$K_2$
۲	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_3$
۳	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_3$
۴	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_3$
۵	۰,۹۹۸۶	۰,۹۹۸۶	۰,۹۹۲۵	۰,۹۹۸۶	$K_2$
۶	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_3$
۷	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۰,۹۵۰۱	۱,۰۰۰۰	$K_2$
۸	۰,۹۸۶۰	۰,۹۷۹۹	۰,۹۸۶۰	۰,۹۸۶۰	$K_1$
۹	۰,۹۸۱۱	۰,۹۸۰۹	۰,۹۸۱۱	۰,۹۸۱۱	$K_1$
۱۰	۰,۸۵۹۷	۰,۸۵۹۳	۰,۸۵۹۷	۰,۸۵۹۷	$K_1$
۱۱	۰,۸۶۴۳	۰,۸۶۴۳	۰,۸۵۷۵	۰,۸۶۴۳	$K_2$
۱۲	۰,۹۲۰۵	۰,۹۱۹۱	۰,۹۲۰۵	۰,۹۲۰۵	$K_1$
۱۳	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۰,۹۸۲۹	۱,۰۰۰۰	$K_2$
۱۴	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_3$
۱۵	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_3$
۱۶	۰,۹۷۲۶	۰,۹۶۸۲	۰,۹۷۲۶	۰,۹۷۲۶	$K_1$
۱۷	۱,۰۰۰۰	۰,۹۷۷۶	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_1$
۱۸	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	$K_3$

کنید که  $\theta^*$  و نتایج مدل (۲) به شناسایی تأمین کنندگان کارآیی یکسانی منجر شده‌اند. همچنین، نتایج نشان می‌دهند که  $K_1=6$ ،  $K_2=5$  و  $K_3=7$ . تأمین کنندگان در  $K_1$  آنهایی هستند که در آنها R&D مانند یک خروجی رفتار می‌کند، و هر چه مقدار آن بیشتر باشد، کارآیی اعضای آن مجموعه بیشتر خواهد بود. برای تأمین کنندگانی که در  $K_2$  هستند، R&D مانند یک ورودی رفتار می‌کند، و مقدار کمتر آن باعث افزایش کارآیی اعضای گروه می‌شود. هفت تأمین کننده‌ی  $K_3$  در سطح تعادل هستند.

ما از مدل‌های (۶) و (۷) برای اندازه‌گیری کارآیی‌های همان ۱۸ تأمین کننده استفاده کردیم، و نمرات نشان داده شده در جدول ۶ را به دست آوردیم. به طوری که در ستون‌های دوم و سوم جدول

جدول ۵ به ترتیب نتایج ارزیابی با استفاده از مدل (۲) و مدل‌های (۳) و (۴) را نشان می‌دهد. نتایج ارزیابی با استفاده از مدل (۲) نشان می‌دهد که تأمین کنندگان ۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷ و ۱۸ با نمره‌ی کارآیی نسبی یک کارآیی خوشبینانه هستند و هشت تأمین کننده‌ی باقیمانده با نمرات کارآیی کمتر از یک، غیرکارآیی خوشبینانه محسوب می‌شوند.  $\theta_1$  نمره‌ی کارآیی شعاعی  $DMU_0$  به دست آمده از مدل (۳) را نشان می‌دهد که در آن هزینه‌ی R&D در سمت ورودی و به عنوان یک ورودی غیرقابل کنترل در نظر گرفته می‌شود.  $\theta_2$  نمره‌ی کارآیی شعاعی  $DMU_0$  با استفاده از مدل (۴) را نشان می‌دهد که در آن هزینه‌ی R&D در سمت خروجی در نظر گرفته می‌شود.  $\theta^*$  نمره‌ی کارآیی شعاعی نهایی  $DMU_0$  است که با  $\max\{\theta_1, \theta_2\}$  به دست آمده است. دقت

و بالاخره، آنچه در اینجا می‌خواهیم بر آن تأکید کنیم، این است که تحلیل بدترین کارایی نسبی ممکن نه جایگزینی برای DEA سنتی است، و نه انکار آن؛ بلکه مکمل DEA است. یک مجموعه‌ی نمره‌دهی عملکرد باید مشتمل بر هر دوی آنها باشد. ارزیابی نتیجه‌گیری‌های حاصل از فقط یکی از آنها یک طرفه خواهد بود.

۶ دیده می‌شود، هر دو مدل (۶) و (۷) نمرات متفاوتی حاصل کردند. بر اساس این مدل‌ها، نتایج نشان می‌دهند که  $K_1=8$ ،  $K_2=6$  و  $K_3=4$ . با ترکیب این دو روش تحلیل، می‌توانیم نتیجه بگیریم که عامل دونقشی می‌بایستی به عنوان یک خروجی در نظر گرفته شود.

جدول ۶- نمرات کارایی و رفتار ورودی/خروجی از دیدگاه بدبینانه.

رفتار عامل دونقشی	$\phi^*$	$\phi_2$	$\phi_1$	DMU
$K_2$	۱,۱۰۵۲	۱,۰۹۵۶	۱,۱۰۵۲	۱
$K_1$	۱,۱۶۵۶	۱,۱۶۵۶	۱,۱۶۱۷	۲
$K_2$	۱,۱۴۲۹	۱,۰۴۹۴	۱,۱۴۲۹	۳
$K_2$	۱,۱۲۶۳	۱,۰۲۱۴	۱,۱۲۶۳	۴
$K_2$	۱,۱۴۴۸	۱,۰۷۴۵	۱,۱۴۴۸	۵
$K_1$	۱,۱۵۹۵	۱,۱۵۹۵	۱,۱۵۷۸	۶
$K_3$	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۷
$K_1$	۱,۱۴۰۴	۱,۱۴۰۴	۱,۱۰۰۰	۸
$K_1$	۱,۱۴۳۲	۱,۱۴۳۲	۱,۱۴۲۱	۹
$K_3$	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱۰
$K_3$	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱۱
$K_1$	۱,۰۶۲۶	۱,۰۶۲۶	۱,۰۶۲۱	۱۲
$K_2$	۱,۱۳۲۳	۱,۰۸۲۷	۱,۱۳۲۳	۱۳
$K_1$	۱,۱۶۶۲	۱,۱۶۶۲	۱,۱۶۵۰	۱۴
$K_1$	۱,۱۵۸۸	۱,۱۵۸۸	۱,۱۵۸۵	۱۵
$K_3$	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱۶
$K_1$	۱,۱۳۸۲	۱,۱۳۸۲	۱,۰۰۰۰	۱۷
$K_2$	۱,۱۲۸۸	۱,۰۸۵۲	۱,۱۲۸۸	۱۸

عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاری مناسب استفاده شد. برای در نظر گرفتن عامل دونقشی در مساله‌ی انتخاب تأمین‌کننده، رویکرد جدیدی ارائه شد. ما صحت رویکرد پیشنهادی را با مقایسه‌ی نتایج با مدل‌های متعارف نشان دادیم. در رویکرد ما، برای ارزیابی  $n$  DMU در کل  $4n$  مساله‌ی LP توسط

### ۳-۴- ملاحظات پایانی

راهبرد انتخاب تأمین‌کننده راهبردی است که تولیدکننده از آن برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مطابق شرایط مورد نیاز خود استفاده می‌کند (لمکه<sup>۳۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). به خاطر ماهیت چندمعیاری مساله انتخاب تأمین‌کننده، از DEA به

Azizi, H. & Fathi Ajirlu, S. (2010). "Measurement of overall performances of decision-making units using ideal and anti-ideal decision-making units". *Computers & Industrial Engineering*, 59(3), 411-418.

Banker, R. D. & Morey, R. C. (1986). "Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs". *Operations Research*, 34(4), 513-521.

Barbarosoglu, G. & Yazgac, T. (1997). "An application of the analytical hierarchy process to the supplier selection problem". *Production and Inventory Management Journal*, 38(2), 15-21.

Beasley, J. (1990). "Comparing university departments". *Omega*, 8(2), 171-183.

Beasley, J. (1995). "Determining teaching and research efficiencies". *Journal of Operational Research Society*, 46(4), 441-452.

Braglia, M. & Petroni, A. (2000). "A quality assurance-oriented methodology for handling tradeoffs in supplier selection". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(2), 96-111.

Carr, A. S. & Pearson, J. N. (1999). "Strategically managed buyer-supplier relationships and performance outcomes". *Journal of Operations Management*, 17(5), 497-519.

Chang, S. L., Wang, R. C. & Wang, S. Y. (2006). "Applying fuzzy linguistic quantifier to select supply chain partners at different phases of product life cycle". *International Journal of Production Economics*, 100(2), 348-359.

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

Cook, W. D., Green, R. H. & Zhu, J. (2006). "Dual-role factors in data envelopment analysis". *IIE Transactions*, 38(2), 105-115.

Cook, W. D. & Zhu, J. (2007). "Classifying

چهار مدل پیشنهادی می‌بایستی حل شود. در واقع، هر چه مدل‌های ارزیابی بیشتر باشند، در این شکل ارزیابی‌ها نیز دقیق‌تر خواهند بود. این یکی از مزایای استفاده از رویکرد DEA با مرزهای کارآ و ناکارآ است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های تحلیل بدترین کارآیی نسبی ممکن، توانایی آن در رتبه‌بندی واحدهای کارآی DEA است. به علاوه، تحلیل بدترین کارآیی نسبی ممکن بسیار نویدبخش نیز هست. به عنوان مثال، تغییر مرز ورودی باید بتواند تغییرات پیشرفت فنی را تا حدودی منعکس کند. بنابراین، به کمک مرز ورودی، باید بتوانیم سهم پیشرفت فنی را در فعالیت تولید اندازه‌گیری کنیم.

مساله در نظر گرفته شده در این مطالعه در مراحل اولیه‌ی تحقیق است و پژوهش‌های بیشتری را می‌توان بر اساس نتایج این مقاله انجام داد. برخی از آنها به شرح زیر هستند:

- الگوریتم پیشنهادی را می‌توان در حضور داده‌های نادقیق استفاده کرد.
- ترجیحات تصمیم‌گیرنده را می‌توان با محدود کردن ناحیه‌ی شدنی وزن‌های ورودی و خروجی، در الگوریتم پیشنهادی الحاق کرد.

#### ۴- سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از ارائه پیشنهادات و نظرات اصلاحی داوران محترم، سپاسگزاری می‌کنند.

#### منابع

Amirteimoori, A. & Emrouznejad, A. (2011). "Flexible measures in production process: A DEA-based approach". *RAIRO-Operations Research*, 45(1), 63-74.

Amirteimoori, A. & Emrouznejad, A. (2012). "Notes on "Classifying inputs and outputs in data envelopment analysis"". *Applied Mathematics Letters*, 25(11), 1625-1628.

- International Journal of Logistics Management*, 11(2), 45–58.
- Li, C. C., Fun, Y. P. & Hung, J. S. (1997). “A new measure for supplier performance evaluation”. *IIE Transactions on Operations Engineering*, 29(9), 753–758.
- Lin, Ch. W. R. & Chen, H. Y. S. (2004). “A fuzzy strategic alliance selection framework for supply chain partnering under limited evaluation resources”. *Computers in Industry*, 55(2), 159–179.
- Mahdiloo, M., Noorizadeh, A. & Farzipoor Saen, R. (2011). “A new approach for considering a dual-role factor in supplier selection problem”. *International journal of academic research*, 3(1), 261–266.
- Mohammady Garfamy, R., (2006). “A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection”. *Journal of Enterprise Information Management*, 19(6), 662–678.
- Morlacchi, P. (1999). “Vendor evaluation and selection: the design process and a fuzzy-hierarchical model”. Proceedings of Eighth IPSERA conference, Dublin.
- Narasimhan, R. (1983). “An analytical approach to supplier selection”. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(4), 27–32.
- Nellore, R. (2001). “Managing buyer–supplier relations”. Taylor & Francis Group, London.
- Nydick, R. L. & Hill, R. P. (1992). “Using the analytical hierarchy process to structure the supplier selection procedure”. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28(2), 31–36.
- Özgen, D., Önüt, S., Gülsün, B., & Tuzkaya, U. R., (2008). “A two-phase possibilistic linear programming methodology for multi-objective supplier selection and order allocation problems”. *Information Sciences*, 178(2), 485–500.
- Talluri, S. & Narasimhan, R. (2003). “Vendor evaluation with performance variability: a max-min approach”. *European Journal of inputs and outputs in data envelopment analysis”. *European Journal of Operational Research*, 180(2), 692–699.*
- Farzipoor Saen, R. (2010a). “A New Model for Selecting Third-Party Reverse Logistics Providers in the Presence of Multiple Dual-Role Factors”. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 46(1-4), 405–410.
- Farzipoor Saen, R. (2010b). “Restricting weights in supplier selection decisions in the presence of dual-role factors”. *Applied Mathematical Modelling*, 34(10), 2820–2830.
- Ghodsypour, S. H. & O’Brien, C. (1998). “A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming”. *International Journal of Production Economics*, 56–57(1), 199–212.
- Hahn, C. K., Watts, C. A., & Kim, K. Y. (1990). “The supplier development program: a conceptual model”. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(2), 1–7.
- Handfield, R. B., Monczka, R. M., Petersen, K. J. & Ragatz, G. L. (1999). “Involving suppliers in new product development”. *California Management Review*, 42(1), 59–82.
- Holt, G. D. (1998). “Which contractor selection methodology?”. *International Journal of Project Management*, 16(3), 153–164.
- Jahanshahloo, G.R. & Afzalinejad, M. (2006). “A ranking method based on a full-inefficient frontier”. *Applied Mathematical Modelling*, 30(3), 248–260.
- Kahraman, C., Cebeci, U. & Ulukan, Z. (2003). “Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP”. *Logistics Information Management*, 16(6), 382–394.
- Lemke, F., Goffin, K., Szwajczewski, M., Pfeiffer, R. & Lohmuller, B. (2000). “Supplier base management: experiences from the UK and Germany”. *The*

- 15- Barbarosoglu
- 16 -Yazgac
- 17- Analytic hierarchy process (AHP)
- 18 -Kahraman
- 19- Özgen
- 20 -Linear programming (LP)
- 21- O'Brien
- 22 -Lin
- 23- Chen
- 24 -Holt
- 25- Li
- 26 -Chang
- 27- Morlacchi
- 28 -Weber
- 29- Braglia
- 30 -Petroni
- 31- Banker
- 32 -Morey
- 33 -Total Cost of shipments
- 34 -Number of shipments per month
- 35 -Research and Development (R&D)
- 36 -Number of shipments to arrive on Time
- 37 -Number of bills received from the supplier without errors
- 38 Lemke

*Operational Research*, 146(3), 543–552.

Talluri, S. & Narasimhan, R. (2004). "A methodology for strategic sourcing". *European Journal of Operational Research*, 154(1), 236–250.

Talluri, S., Narasimhan, R. & Nair, A. (2006). "Vendor performance with supply risk: a chance-constrained DEA approach". *International Journal of Production Research*, 100(2), 212–222.

Toloo, M. (2012). "Alternative solutions for classifying inputs and outputs in data envelopment analysis". *Computers and Mathematics with Applications*, 63(6), 1104–1110.

Toloo, M. (2009). "On classifying inputs and outputs in DEA: A revised model". *European Journal of Operational Research*, 198(1), 358–360.

Weber, C. A. (1996). "A data envelopment analysis approach to measuring vendor performance". *Supply Chain Management: An International Journal*, 1(1), 28–39.

Weber, C. A., Current, J. & Desai, A. (2000). "An optimization approach to determining the number of vendors to employ". *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(2), 90–98.

#### پی‌نوشت

---

- 1 -Decision-making units (DMUs)
- 2- Charnes
- 3 -Beasley
- 4- Cook
- 5 -Zhu
- 6- Nellore
- 7 -Carr
- 8- Pearson
- 9- Hahn
- 10- Handfield
- 11 -Talluri
- 12- Narasimhan
- 13- Nydick
- 14 -Hill



