

ارزیابی کارایی نسبی بنادر ایران با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

منصور کیانی مقدم^۱، مهدی جعفرزاده کناری^{۲*}، علیرضا بخش‌زاده^۳

۱- استادیار، دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، استان سیستان و بلوچستان، چابهار، پست الکترونیکی: m.kiani@cmu.ac.ir

۲- کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، پست الکترونیکی: m.j.kenari@gmail.com

۳- کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، پست الکترونیکی: abakhshizadeh@ymail.com

تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۷

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۱۴

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس شناسی است.

چکیده

هدف مطالعه‌ی حاضر مقایسه کارایی نسبی بنادر عمده‌ی ایران و شناسایی بنادر کارا برای سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ است. روش تحقیق حاضر از نوع تحلیلی-کاربردی بوده و جامعه آماری تحقیق حاضر را بنادر عمده کشور تشکیل می‌دهند. برای جمع‌آوری داده‌های تحقیق از سایت اینترنتی سازمان بنادر و دریانوردی استفاده شد. داده‌ها به سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و هشت ماه نخست ۱۳۹۰ مربوط هستند. روش تحلیل داده‌ها نیز مبتنی بر تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) بوده است و برای تعیین ضریب کارایی بنادر و مشخص کردن بنادر کارا و ناکارا از مدل CCR خروجی محور و برای رتبه‌بندی واحدهایی که با مدل CCR خروجی محور کارا شدند، از روش اندرسون-پیترسون (AP) استفاده شد. جهت محاسبه مدل‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از دو بسته نرم‌افزاری LINGO و SPSS استفاده شد. یافته‌های تحقیق نشان داد که در سال ۱۳۸۸، ۳۶ درصد، در ۱۳۸۹، ۲۷ درصد و در ۱۳۹۰، ۲۷ درصد بنادر کارا بودند. در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹، بندر شهید باهنر و در سال ۱۳۹۰، بندر شهید رجایی کاراترین بنادر بودند. در نهایت، بنادر مجازی به عنوان الگوهای برای بنادر ناکارا معرفی و پیشنهاد شدند. بنادر ناکارا در صورت رسیدن به شرایط بنادر مجازی متناظر با خود، کارا می‌گردند.

کلمات کلیدی: صنعت بندر، کارایی نسبی، تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی عملکرد.

۱. مقدمه

جایجایی بار (تا رقم ۹۲/۷ درصد) به خود اختصاص داده و به همین علت، از جمله محورهای اصلی، در توسعه «زیرساخت‌ها» به شمار می‌رود (ودادی، ۱۳۸۷). در چرخه‌ی اقتصاد یک کشور، حمل و نقل عاملی است که تمامی ارکان اقتصادی از ابتدای امر تولید تا رساندن کالا به بازارهای مصرف نهایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اگر حمل و نقل را در ابعاد و تعاریف کلان آن در نظر گرفته شود، هیچ فعلی در اقتصاد جامعه بدون استفاده از این

هم‌زمان با حرکت کشورها و صنایع به سمت جهانی شدن، تقاضا و فشار برای رقابت افزایش چشمگیری یافت، زیرا محصولات و خدمات تولید شده کشورها باید در سطح بین‌المللی عرضه گردیده و این امر مستلزم رقابت شدید بین‌المللی است. در همین راستا خاصه حمل و نقل دریایی، ثقل وزینی را در سطح

به مزیت رقابتی بین‌المللی است (Tongzon, 1989). بنادری موفق خواهند بود که از منابع محدود خود حداکثر بهره را ببرند. برای این منظور محاسبه کارایی بنادر می‌تواند به آنها در جهت بهبود کارایی‌شان کمک کند.

تکنیک‌های مختلفی برای محاسبه کارایی وجود دارد (از قبیل SFA, TFP, multiple linear regression, FDH) که یکی از کاربردی‌ترین و بهترین آنها تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است. تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیکی است که به کمک آن می‌توان واحدهایی که کارهای مشابه انجام می‌دهند و منابع (ورودی) و مصارف (خروجی) مشابهی دارند را از لحاظ کارایی مقایسه کرده و ضریب کارایی هر واحد را به صورت کمی به دست آورد. خصیصه‌ها و قابلیت‌های ویژه و منحصر به فرد روش تحلیل پوششی داده‌ها در چند سال اخیر منجر به توسعه سریع این تکنیک در حوزه‌ها و سازمان‌های مختلف گردیده است. با توجه به این قابلیت‌ها تاکنون از این تکنیک، پژوهش‌هایی در ایران و جهان در زمینه ارزیابی کارایی بیمارستان‌ها (Kazley and Ozcan, 2009؛ محمدی اردکانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ عالم تبریز و ایمانی پور، ۱۳۹۰؛ نیکوکار و همکاران، ۱۳۸۹)، بانک‌ها و خدمات مالی (حمیدی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Lin et al., 2009؛ علیرضایی و همکاران، ۱۳۸۶)، شرکت‌های سرمایه‌گذاری بورس (رستمی و همکاران، ۱۳۹۰؛ محمودآبادی و غیوری، ۱۳۹۰؛ نیکومرام و همکاران، ۱۳۸۴؛ Serifsoy, 2007)، کتابخانه‌ها (کتابی و همکاران، ۱۳۹۰)، حمل و نقل (Kumar, 2011؛ Charnes et al., 1996؛ Curi et al., 2011) و صنایع دیگر صورت گرفته است.

این تکنیک در حوزه حمل و نقل دریایی و کشتیرانی کاربرد ویژه‌ای دارد، به طوری که، تحقیقات بسیاری در دنیا در رابطه با محاسبه و مقایسه کارایی بنادر به کمک این تکنیک صورت گرفته است (Wu and Estache et al., 2004؛ Cullinane et al., 2006؛ Goh, 2010؛ Hung et al., 2010؛ Kaisar et al., 2006).

از مدل تحلیل پوششی داده‌ها در بنادر کشورهای مختلفی به منظور محاسبه کارایی نسبی استفاده شده است. (Roll and Hayuth, 1993) از تکنیک تحلیل پوشش داده‌ها برای ارزیابی و تعیین کارایی بنادر کشورهای توسعه یافته دنیا استفاده کردند و تعداد اندکی از بنادر را در به‌عنوان بنادر کارا معرفی کردند. (Kaisar et al., 2006)؛ Valentine and Gray, (2001) و

صنعت انجام نمی‌شود. به همین دلیل داشتن یک صنعت حمل و نقل فعال و کارا، شاید بیشترین تاثیر را در افزایش یا کاهش بهره‌وری از دیگر عوامل تولید و مصرف داشته باشد (اتاق بازرگانی و صنایع و معادن تهران، ۱۳۸۸).

در دهه‌ی اخیر پس از جهانی شدن اقتصاد، تحول چشمگیر در تجارت بین‌المللی و سرمایه‌گذاری‌های نامحدود در عرصه‌های بین‌المللی، صنعت کشتیرانی و حمل و نقل دریایی شاهد یک رشد سریع بوده است (Munisamy and Singh, 2011).

از آنجا که بیشتر مبادلات کالا در دنیا از طریق دریا انجام می‌شود و مزایایی که حمل و نقل دریایی نسبت به سایر شیوه‌های حمل و نقل دارد، بنادر کشور به‌عنوان مجاری اصلی ورود و خروج کالا به حساب می‌آیند. بنادر نقشی محوری و مهم در تسهیل تجارت ایفا نموده (Wilson and Blonigen, 2006) و در صورتی که به درستی اداره شوند و از ظرفیت‌های خود به نحو مطلوبی استفاده کنند، چرخ محرک اقتصاد کشورها به شمار می‌روند (Begum, 2008). بنادری که در استفاده از ظرفیت‌های خود به گونه‌ای ناکارآمد عمل نمایند، حجم تجارت را به‌ویژه در کشورهای کوچک و کمتر توسعه یافته کاهش می‌دهند (Clark et al., 2004). تحقیقات به اثبات رسانده‌اند که بهبود کارایی بنادر از ۲۵ تا ۷۵ درصد، می‌تواند به‌طور میانگین منجر به کاهش هزینه‌های تخلیه و بارگیری در حدود ۱۲ درصد شود (Clark et al., 2002). امروزه در عرصه مبادله‌ی کالا از طریق حمل و نقل دریایی و خشکی، بنادر به‌عنوان پل ارتباطی مهم و از زیربنای توسعه اقتصادی هر کشور محسوب می‌گردند. اهمیت درآمدهای بندری امروز به حدی است که بعضی کشورها استفاده از این درآمدها را راهی برای تبدیل شدن به قدرت‌های اقتصادی می‌دانند. فعالیت‌های بندری بخش مهم و ارزشمندی از حمل و نقل را تشکیل می‌دهند. در کشورهایی که به دریا راه دارند ۷۰ درصد تجارت خارجی از طریق بنادر انجام می‌شود. در ایران این رقم ۹۰ درصد است (کاظم‌پور فرد، ۱۳۸۲). صنعت بندر، خصوصاً بنادر کانتینری روز به روز در حال رقابتی‌تر شدن است (Tongzon and Liu, 1995) Heng, 2005) و این امر اهمیت مسأله کارایی بنادر و استفاده بهینه از منابع محدود را دوچندان می‌کند (Notteboom et al., 2000؛ Cullinane et al., 2004). برای همین منظور، امروزه بنادر برای اینکه بتوانند در محیط رقابتی موفق باشند، باید مسئله کارایی در عملکردشان را مورد توجه قرار دهند (Cullinane et al., 2006). کارایی بنادر عامل مهمی برای کشورها جهت رسیدن

¹ Data Envelopment Analysis

توسط چارلز در سال ۱۹۷۸ مطرح گردیده است. تحلیل پوششی داده‌ها تکنیکی است که برای ارزیابی و مقایسه کارایی نسبی بخش‌ها یا «واحدهای تصمیم‌گیری»^۲ که وظایف یکسان اما ورودی‌ها و خروجی‌های متفاوتی دارند، به کار می‌رود (مومنی، ۱۳۸۹). در جای دیگر تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان روشی ناپارمتریک برای اندازه‌گیری کارایی یک واحد تصمیم‌گیری با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه تعریف می‌شود (Cullinane et al., 2006). در واقع این روش یک روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری است که چندین ورودی و چندین خروجی دارد (خواجوی و همکاران، ۱۳۸۴). اساس این روش بر مبنای ورودی‌ها و خروجی‌ها شکل گرفته است. به‌طور کلی هرچه مقدار ورودی‌ها کاهش یابد و یا مقدار خروجی‌ها افزایش یابد، کارایی واحد مورد بررسی نیز بیشتر می‌شود. چارلز، کوپر و رودز^۳ که پایه‌گذاران تحلیل پوششی داده‌ها هستند، آن را به این صورت تعریف کرده‌اند: «تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی به‌کار گرفته شده برای داده‌های مشاهده شده است که روشی جدید برای تخمین تجربی نسبت‌های وزنی است یا مرز کارایی را همچون تابع تولید فراهم می‌سازد که پایه اقتصاد مدرن است» (آذر و مومنی، ۱۳۸۳).

انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در حال افزایش است و جنبه تخصصی‌تری پیدا می‌کند. اما اساس تمامی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مدل‌های با بازدهی نسبت به مقیاس ثابت (CCR)^۴ و با بازدهی نسبت به مقیاس متغیر (BCC)^۵ هستند (آذر و غلامرضایی، ۱۳۸۴). مدل تحلیل پوششی داده‌ها را از لحاظ ورودی‌محور یا خروجی‌محور بودن نیز می‌توان تقسیم‌بندی کرد. بنابراین، چهار دسته کلی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها را به‌صورت شکل ۱ می‌توان نشان داد.

با توجه به این که در این تحقیق برای ارزیابی از مدل CCR خروجی‌محور استفاده شده است، تنها این مدل را تشریح می‌شود.

(Martinez et al., 1999) کارایی ۲۶ بندر اسپانیا را با استفاده از مدل DEA-BCC مورد ارزیابی قرار داده و بنادر این کشور را در قالب بندر کارا و ناکارا دسته‌بندی کردند. آنها برای این منظور داده‌های مربوط به سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷ را در نظر گرفتند (Kaisar et al., 2006; Valentine and Gray, 2001; Martinez et al., 1999). Itoh (2002) نیز با استفاده از مدل‌های CCR و BCC تکنیک DEA عملکرد نسبی هشت بندر بین‌المللی ژاپن را در سال‌های بین ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ مورد ارزیابی قرار داد. در تحقیق دیگری با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها سی بندر کانینری برتر دنیا (بر اساس رتبه‌بندی سال ۲۰۰۱) بر مبنای کارایی نسبی مورد مقایسه قرار گرفتند و از این تعداد ۵ بندر کارا شناخته شد (Cullinane et al., 2004). به کمک این تکنیک در سال ۲۰۰۸ کارایی نسبی ۲۲ بندر کارگو^۱ در خاورمیانه و آفریقا تعیین گردید (Al-Eraqi et al., 2008).

Lin and Tseng (2007) در تحقیقی برای رتبه‌بندی و مقایسه مهمترین بنادر کانینری آسیا-اقیانوسیه که با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، به عنوان بندر کارا انتخاب شده بودند، از مدل DEA-AP استفاده کردند. Lin and Wu (2008) نیز کارایی نسبی بنادر کانینری هند را با استفاده از مدل DEA-AP مورد ارزیابی قرار دادند.

تعدد مطالعات صورت گرفته در حوزه‌ی به‌کارگیری این تکنیک در محاسبه کارایی بندر، بیانگر جامعیت و دقت این تکنیک در محاسبه کارایی نسبی است. اما با توجه به سابقه طولانی بندر ایران در حوزه حمل و نقل دریایی و بندر و کشتیرانی، تا کنون پژوهشی با هدف ارزیابی کارایی بندر ایران صورت نگرفته است. این تحقیق به دنبال این هدف است و قصد دارد ۱۱ بندر عمده ایران را با به‌کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها از جنبه کارایی مورد ارزیابی قرار دهد. علاوه بر این، برای هر بندر که به عنوان بندر ناکارا تشخیص داده شود، بندر یا بندری مرجع یا الگو مشخص می‌گردد، تا بندر ناکارا با رساندن شرایط خود به شرایط این بندر مرجع، به مرز کارایی برسد و کارا گردند.

۲. ابزار سنجش کارایی بندر: تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) مبتنی بر یک تکنیک بهینه‌سازی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی است، که

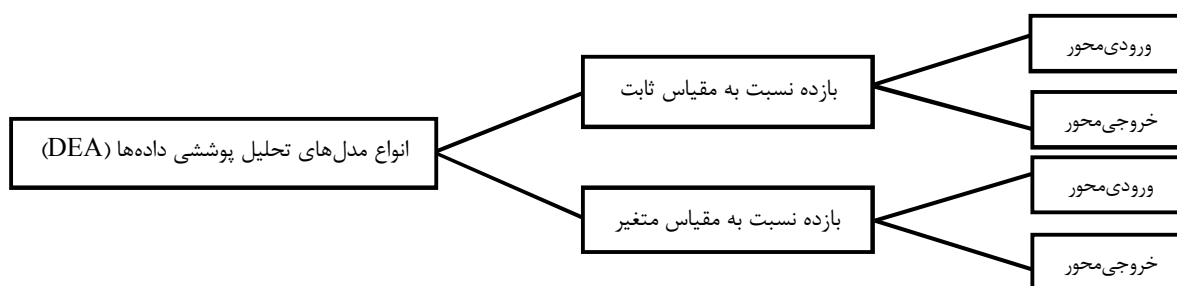
² Decision Making Unit (DMU)

³ Charnes, Cooper, Rhodes

⁴ Charnes, Cooper, Rhodes (CCR)

⁵ Bander, Charnes, Cooper (BCC)

¹ Cargo



شکل ۱: انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها

نسبت به هم وجود ندارد. در این حالت می‌توان از روش اندرسون-پیترسون^۲ برای رتبه‌بندی واحدهای کارا استفاده کرد.

۲-۲. روش اندرسون-پیترسون (AP)

اندرسون و پیترسون در سال ۱۹۹۳ روشی را مطرح کردند که برای رتبه‌بندی واحدهای کارا مناسب است و به کمک آن می‌توان واحدهایی که کارایی ۱ (کارایی حداکثر) دارند را نیز با هم مقایسه و از هم تفکیک کرد. در این روش در مدل برنامه‌ریزی خطی مربوط به DMU با کارایی ۱، محدودیت کوچک‌تر یا مساوی صفر (≤ 0) مربوط به آن DMU (محدودیت P ام) حذف می‌شود تا آن DMU با محدودیت منابع مواجه نباشد. سپس مدل مجدداً پس از اعمال این تغییر حل می‌شود. در این صورت ضریب کارایی واحدهای کارا ممکن است بزرگ‌تر از ۱ شود. هرچه ضریب واحدی بزرگتر باشد، آن واحد کارا تر است (اندرسون و پیترسون، ۱۹۹۳). مدل اندرسون-پیترسون در رابطه ۲ نشان داده شده است.

$$\text{Max } e_p = \sum_{i=1}^n u_i v_{ip}$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ip} = 1$$

$$\sum_{i=1}^n u_i y_{ij} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ip} \leq 0$$

$$j=1, 2, \dots, k, j \neq p$$

$$u_i \geq 0, v_i \geq 0$$

رابطه ۲: مدل اندرسون - پیترسون با بازده به مقیاس ثابت ورودی محور

۱-۲. مدل CCR خروجی محور^۱

نام این مدل (CCR) از حروف اول سه محقق به وجود آورنده آن یعنی چارنز، کوپر و رودز اقتباس شده است (Charnes et al., 1978). این مدل دارای بازدهی نسبت به مقیاس ثابت است. مدل‌های خروجی محور به دنبال افزایش یا حداکثر کردن خروجی‌ها به شرط عدم افزایش (بدون تغییر یا کاهش) در میزان ورودی‌ها هستند. در واقع هدف این مدل حداکثر کردن میزان خروجی، بدون این که در میزان ورودی‌ها یا منابع افزایشی حاصل شود، است. این مدل در رابطه ۱ نشان داده شده است.

$$\text{Min } e_p = \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}$$

$$\sum_{i=1}^n u_i y_{ip} = 1$$

$$\sum_{i=1}^n u_i y_{ij} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$j=1, 2, \dots, k$$

$$u_i \geq 0, v_i \geq 0$$

رابطه ۱: مدل بازده به مقیاس ثابت خروجی محور

در صورت استفاده از این مدل تحلیل پوششی داده‌ها به منظور محاسبه کارایی و رتبه‌بندی واحدها، ممکن است بیش از یک واحد بالاترین ضریب کارایی یعنی ۱ را کسب کنند و کارا شوند. در این صورت امکان مقایسه و رتبه‌بندی این واحدهای کارا

² Anderson and Peterson (AP)

¹ Output-oriented

۳. روش‌شناسی پژوهش

برای محاسبه برخی پارامترهای توصیفی از نرم افزار SPSS استفاده شده است.

۳-۱. روش پژوهش

روش پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از نظر نحوه جمع‌آوری داده‌ها، توصیفی است. شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق کمی و تکنیک مورد استفاده نیز روش تحلیل پوششی داده‌ها است که زیرمجموعه‌ای از تکنیک‌های تحقیق در عملیات است. در این تحقیق از روش CCR خروجی‌محور به منظور محاسبه کارایی بنادر و از روش AP برای مقایسه بنادر کارا استفاده شده است. این تحقیق به دنبال مقایسه بنادر ایران از لحاظ کارایی است. بنابراین به طبع، واحدهای تصمیم‌گیری در این پژوهش بنادر عمده کشتی‌رانی ایران هستند. جامعه‌ی آماری این تحقیق تمامی بنادر کشتی‌رانی ایران هستند، اما از آنجا که داده‌های مربوط به بعضی از بنادر کوچک در دسترس نبود، ۱۱ بندر اصلی ایران به عنوان نمونه در نظر گرفته شده است. این بنادر عبارتند از: بندر چابهار^۱، امام خمینی (ره)، خرمشهر، آبادان، شهید رجایی، شهید باهنر، امیرآباد، انزلی، نوشهر، لنگه و بوشهر. برای جمع‌آوری داده‌های (ورودی‌ها و خروجی‌های) مربوط به بنادر اصلی ایران از سایت اینترنتی سازمان بنادر و دریانوردی جمهوری اسلامی ایران استفاده شده است و در معتبر و دقیق بودن این داده‌ها تردیدی وجود ندارد. داده‌ها مربوط به بازه زمانی سال‌های ۸۸، ۸۹ و هشت ماه اول سال ۹۰ است که در جدول ۲ نمایش داده شده‌اند. (شایان ذکر است که علت انتخاب این سه سال برای مقایسه کارایی بنادر، در دسترس بودن تنها اطلاعات کامل مربوط به این سه سال برای تمامی بنادر بود. با توجه به این که آمار ورودی‌های در نظر گرفته شده برای بنادر برای سال‌های ۸۸ و ۹۰ توسط سازمان بنادر و دریانوردی ارائه نشده بود و تنها آمار ورودی‌های سال ۸۹ وجود داشت، از ورودی‌های سال ۸۹ برای هر سه سال ۸۸، ۸۹ و ۹۰ استفاده شده است. البته باید در نظر داشت که مقادیر ورودی‌ها در سه سال پایایی تغییرات چندانی نداشته است). با توجه به این که از داده‌های واقعی مربوط به بنادر استفاده شده، بررسی پایایی و روایی موضوعیت ندارد. در نهایت برای حل مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها از نرم افزار LINGO و

۳-۲. شاخص‌ها (ورودی‌ها و خروجی‌ها) پژوهش

همان‌طور که بیان شد، منطق روش تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای ورودی‌ها (داده‌ها) و خروجی‌های (ستاده‌ها) واحدهای مورد مقایسه (در این تحقیق بنادر) شکل گرفته است. انتخاب بهترین مجموعه از ورودی‌ها و خروجی‌ها یکی از مهمترین مراحل محاسبه کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها است. برای این منظور، با توجه به مجموع نظرات متخصصان و افراد خبره در حوزه بندر و دریانوردی، در این پژوهش در مجموع شش متغیر ورودی و سه متغیر خروجی در نظر گرفته شده است. فهرست ورودی‌ها و خروجی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: متغیرهای ورودی و خروجی

| ورودی‌ها | خروجی‌ها |
|---|-------------------------------------|
| مساحت بندر و محوطه انبارداری | تخلیه و بارگیری محموله‌های نفتی |
| تعداد کارکنان | تخلیه و بارگیری محموله‌های غیر نفتی |
| تعداد چرقتیل (شامل ترانسیتور، ساحلی، محوطه، گنتری کرین) | تخلیه و بارگیری محموله‌های کانتینری |
| تعداد تجهیزات دریایی (شامل بارج، لایروب و یدک‌کش) | |
| تعداد تراکتور | |
| سایر تجهیزات خشکی (شامل تاب لیفتراک، لیفتراک، ریج استاکر و مکنده) | |

۴. یافته‌های پژوهش

داده‌های مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌های بنادر در سال‌های ۸۸، ۸۹ و هشت ماه نخست ۹۰ که از سایت بنادر و دریانوردی استخراج شده است، در ضمیمه ۱ تحقیق آورده شده است. به کمک این داده‌ها می‌توان مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های مربوط به هر بندر را تشکیل داده و کارایی نسبی آن‌ها را به دست آورد. در این تحقیق از مدل CCR خروجی‌محور استفاده شده است. در صورتی که مقیاس شاخص‌های کمی با هم متفاوت باشند، انجام عملیات ریاضی پیش از بی‌مقیاس کردن یا یکسان‌سازی مقیاس‌ها مجاز نیست (اصغری‌پور، ۱۳۸۶). از آنجا که در این تحقیق شاخص مساحت بندر بر مبنای کیلومتر مربع، شاخص‌های تخلیه بارگیری نفتی و غیرنفتی بر مبنای تن، شاخص تخلیه و بارگیری کانتینری بر مبنای TEU و سایر شاخص‌ها بر مبنای تعداد است، بنابراین ابتدا باید داده‌ها را بی‌مقیاس کرد. جهت بی-

^۱ منظور از بندر چابهار هر دو بندر شهید کلاتری و شهید بهشتی می باشند.

به آن‌ها نزدیک کنند. با استفاده از نرم افزار LINGO واحدها یا بنادر مرجع تمامی بنادر ناکارا برای سال ۸۹ بدست آمده است که در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به این که دو بندر شهید رجایی و شهید باهنر از کارایی نسبی بهتری نسبت به سایر بنادر برخوردار بودند، بندر مرجع بسیاری از بنادر ناکارا قرار گرفتند.

در جدول ۴ قیمت‌های سایه مربوط به بنادر مرجع هر بندر ناکارا در جلوی آن نوشته شده است. به کمک این قیمت‌های سایه می‌توان بنادر مرکب مجازی^۱ هر یک از بنادر ناکارا را آورد. بنادر مرکب مجازی شرایط (مختصات ورودی‌ها و خروجی‌های) بنادر ناکارا را جهت کارا شدن نشان می‌دهد. یعنی نشان می‌دهد که یک بندر ناکارا مثلاً بندر چابهار برای کارا شدن باید وضعیت ورودی‌ها و خروجی‌هایش را به چه مقدار برساند، تا به مرز کارایی برسد. برای به‌دست آوردن بنادر مجازی بنادر ناکارا باید قیمت‌های سایه بنادر مرجع آن را در مختصات ورودی‌ها و خروجی‌های بندر مرجع متناظرش ضرب کرده و سپس ورودی‌ها و خروجی‌های وزین حاصله را باهم جمع کرد. به‌عنوان مثال بندر مرکب مجازی امام خمینی (ره) به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\begin{pmatrix} \text{مختصات ورودی ها و} \\ \text{خروجی های بندر} \\ \text{مجازی امام خمینی} \end{pmatrix} = 0.1619 \begin{pmatrix} \text{مختصات ورودی ها و} \\ \text{خروجی های بندر} \\ \text{شهید رجایی} \end{pmatrix} + 0.146 \begin{pmatrix} \text{مختصات ورودی ها و} \\ \text{خروجی های بندر} \\ \text{شهید باهنر} \end{pmatrix}$$

مختصات ورودی‌ها و خروجی‌های بنادر مرکب مجازی مربوط به هر یک از بنادر ناکارا برای سال ۸۹ در جدول ضمیمه ۲ آورده شده است. در این جدول، بنادر مجازی بنادر ناکارا و اختلاف ورودی‌ها و خروجی‌های واقعی آنها با بندر مجازی‌شان در سال ۸۹ نشان داده شده است. بنادر ناکارا برای اینکه کارا گردند باید یا از ورودی‌هایشان به‌کاهند و یا به خروجی‌هایشان بیفزایند و یا همزمان هم از ورودی‌ها کاسته و هم به خروجی‌ها بیفزایند. برای مثال بندر آبادان برای این که کارا گردد، باید مقدار ورودی‌ها و خروجی‌هایش را به بندر مجازی آبادان برساند (بندر مجازی آبادان در شکل به رنگ تیره مشخص شده است).

مقیاس‌سازی نیز می‌توان از رابطه نرمالیزه یا بی‌وزن کردن استفاده کرد. یعنی مقادیر مربوط به هر شاخص را بر مجموع مقادیر آن شاخص تقسیم کرد، تا تمامی داده‌ها به اعدادی بین صفر و یک تبدیل شده و بی‌مقیاس شوند.

پس از بی‌مقیاس‌سازی داده‌ها، برای هر یک از بنادر در هر سال باید یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها CCR خروجی‌محور به طور جداگانه ساخته شود. یعنی در مجموع با توجه به این که ۱۱ بندر داریم و کارایی هر بندر در ۳ سال باید محاسبه گردد، پس باید ۳۳ مدل تحلیل پوششی داده‌ها تشکیل شود و با توجه به این که واحدهای کارا نیز باید با روش AP با هم مقایسه گردد، تعداد مدل‌ها به بیش از ۳۳ مدل می‌رسد. پس از تشکیل مدل‌های موردنظر با کمک داده‌های بنادر، این مدل‌ها به کمک نرم افزار LINGO مورد محاسبه قرار گرفتند و کارایی هر یک از بنادر به صورت جدول ۲ بدست آمد. رتبه هر یک از بنادر بر مبنای روش‌های CCR خروجی‌محور و روش AP نیز در جدول (۲) آمده است. البته بهتر است که رتبه‌بندی بر مبنای روش AP ملاک مقایسه بنادر قرار گیرد، زیرا در این روش واحدهای کارا را نیز می‌توان با هم مقایسه کرد.

همان‌طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، در سال ۸۸ چهار بندر رجایی، باهنر، نوشهر و بوشهر و در سال ۸۹ سه بندر رجایی، باهنر و بوشهر و در هشت ماه ابتدایی سال ۹۰ نیز سه بندر رجایی، باهنر و بوشهر، جزء بنادر کارا بودند؛ بدین معنی که نسبت به بقیه بنادر، به طور نسبی استفاده بهتری از منابع خود نموده و نتایج بهتری کسب کرده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، دو بندر رجایی، باهنر و بوشهر در هر سه سال مورد بررسی جزء بنادر کارا هستند. سایر بنادر که کارایی نسبی کمتر از یک دارند، ناکارا هستند. برخی از پارامترهای محاسبه شده برای ضریب کارایی بنادر بر مبنای مدل CCR در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، میانگین کارایی بنادر در طی سه سال در حال کاهش است.

علاوه بر این که مدل تحلیل پوششی داده‌ها، توانایی محاسبه کارایی نسبی واحدها و در نهایت رتبه‌بندی آنها را دارد، این مدل می‌تواند واحدهایی را به عنوان واحدهای مرجع برای هر یک از واحدهای ناکارا معرفی کند. در واقع واحدهای مرجع الگوهایی برای واحدهای ناکارا جهت کارا شدن هستند و واحدهای ناکارا می‌توانند برای کارا شدن، واحدهای مرجع را به عنوان الگو انتخاب کرده و سعی نمایند تا ورودی‌ها یا خروجی‌های خود را

¹ Hypothetical composite

جدول ۲: ضریب کارایی و رتبه بنادر به روش CCR خروجی محور و AP

| سال ۹۰ | | | | سال ۸۹ | | | | سال ۸۸ | | | |
|--------|------------------|----------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|------------------------------|
| رتبه | کارایی در روش AP | رتبه در روش CCR خروجی محور | کارایی در روش CCR خروجی محور | رتبه در روش AP | کارایی در روش CCR خروجی محور | رتبه در روش AP | کارایی در روش CCR خروجی محور | رتبه در روش AP | کارایی در روش CCR خروجی محور | رتبه در روش AP | کارایی در روش CCR خروجی محور |
| ۴ | | ۴ | ۰/۸۹۶ | ۷ | | ۷ | ۰/۹۲۳ | ۶ | | ۶ | ۰/۹۲۶ |
| ۶ | | ۶ | ۰/۷۷۸ | ۶ | | ۶ | ۰/۸۳۶ | ۷ | | ۷ | ۰/۹۰۷ |
| ۹ | | ۹ | ۰/۲۰۹ | ۱۰ | | ۱۰ | ۰/۳۱۷ | ۱۰ | | ۱۰ | ۰/۲۸۵ |
| ۱۱ | | ۱۱ | ۰/۰۸۰ | ۱۱ | | ۱۱ | ۰/۱۳۶ | ۱۱ | | ۱۱ | ۰/۰۷۹۷ |
| ۱ | ۶/۹۹۹ | ۱ | ۱ | ۲ | ۵۹/۸ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱۰۶/۳۸ | ۱ | ۱ |
| ۲ | ۱/۱۵۸ | ۱ | ۱ | ۱ | ۶۶/۶۶ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱۲۳ | ۱ | ۱ |
| ۷ | | ۷ | ۰/۶۳۶ | ۴ | | ۴ | ۰/۹۱۰ | ۵ | | ۵ | ۰/۹۶۴ |
| ۵ | | ۵ | ۰/۸۱۸ | ۸ | | ۸ | ۰/۶۹۰ | ۹ | | ۹ | ۰/۶۹۲ |
| ۸ | | ۸ | ۰/۵۶۶ | ۵ | | ۵ | ۰/۸۷۹ | ۳ | ۱/۲۳۰ | ۱ | ۱ |
| ۱۰ | | ۱۰ | ۰/۰۹۶ | ۹ | | ۹ | ۰/۶۱۲ | ۸ | | ۸ | ۰/۶۹۶ |
| ۳ | ۱/۰۲۳ | ۱ | ۱ | ۳ | ۱/۲۸۲ | ۱ | ۱ | ۴ | ۱/۰۱۸ | ۱ | ۱ |

این رو، در این مطالعه چون تسلط بنادر بر ورودی‌ها کمتر است و نمی‌توانند برخی از ورودی‌هایشان که تا به حال هزینه شده را برای رسیدن به کارایی به‌کاهند، از روش خروجی محور استفاده شده است. در این روش بیشتر تغییرات (افزایش) برای رسیدن به کارایی در خروجی‌ها اعمال می‌شود. اما ورودی‌ها نیز ممکن تغییر (کاهش) یابند. برخی از تغییرات در ورودی‌ها برای بنادر عملی نمی‌باشد. مثلاً بنادر نمی‌توانند از محوطه خود به‌کاهند و یا نمی‌توانند برخی از تجهیزات و یا نیروی انسانی خود را کاهش دهند، برای همین منظور بهتر است که بنادر برای رسیدن به کارایی بیشتر بر افزایش خروجی تمرکز کنند.

برای این منظور این بندر باید دو چرثقیل، هشت تراکتور و سه مورد از تجهیزات خشکی که همگی جزء ورودی‌هایش هستند بکاهد و ۱۸۰۸۶۸ تن بر تخلیه و بارگیری نفتی، ۴۴۸۱۴۸ تن بر تخلیه و بارگیری غیرنفتی و ۸۱۰۲ TEU بر تخلیه و بارگیری کانتینری‌اش که همگی جزء خروجی‌هایش هستند، بیافزاید، تا به مرز کارایی رسیده و کارا گردد. این نتیجه‌گیری را برای سایر بنادر نیز می‌توان انجام داد. میزان تغییرات در ورودی‌ها و خروجی‌های هر بندر ناکارا برای کارا شدن در سطر سوم هر بندر در جدول ضمیمه (۲) مشخص شده است.

جدول ۳: پارامترهای کارایی برای بنادر به تفکیک سال

| پارامترهای کارایی بر مبنای مدل CCR | سال | |
|------------------------------------|-------|-------|
| | ۸۸ | ۸۹ |
| مجموع ضرایب کارایی | ۸/۵۴۹ | ۸/۳۱۳ |
| میانگین کارایی | ۰/۷۷۷ | ۰/۷۵۵ |
| انحراف معیار کارایی | ۰/۳۱۸ | ۰/۲۹۲ |
| کمترین ضریب کارایی | ۰/۰۷۹ | ۰/۰۸۰ |
| بیشترین ضریب کارایی | ۱ | ۱ |
| درصد بنادر کارا | ٪۳۶ | ٪۲۷ |
| درصد بنادر ناکارا | ٪۶۴ | ٪۷۳ |

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده بر مبنای روش CCR خروجی-محور، از میان ۱۱ بندر مورد بررسی در سال ۸۸ ۳۶ درصد بنادر کارا (یعنی چهار بندر رجایی، باهنر، نوشهر و بوشهر) و ۶۴ درصد بنادر ناکارا هستند، در سال ۸۹ و هشت ماه نخست سال ۹۰ نیز ۲۷ درصد بنادر کارا (یعنی سه بندر رجایی، باهنر و بوشهر) و ۷۳ درصد مابقی ناکارا هستند. بر مبنای روش AP نیز، در سال‌های ۸۸ و ۸۹ بندر شهید باهنر و در هشت ماه نخست سال ۹۰ بندر شهید رجایی کاراترین بندر ایران شناخته شده است. در نهایت، یافته‌های تحقیق نشان داد که بنادر ناکارا برای کارا شدن می‌توانند مطابق جدول ۴ و جدول ضمیمه ۲ با الگو قرار دادن بنادر مرجع مختص به خود به مرز کارایی رسیده و کارا شوند.

جدول ۴: بنادر مرجع بنادر ناکارا سال ۸۹

| بنادر ناکارا | واحد یا بنادر مرجع واحدهای ناکارا |
|-----------------|-----------------------------------|
| چابهار | شهید رجایی (۰/۰۵۱۲) |
| امام خمینی (ره) | شهید رجایی (۰/۶۱۹) |
| خرمشهر | شهید رجایی (۰/۱۰۱) |
| آبادان | شهید رجایی (۰/۰۳۱) |
| انزلی | شهید رجایی (۰/۱۲۴) |
| امیرآباد | شهید رجایی (۰/۰۶۴) |
| نوشهر | شهید رجایی (۰/۰۲۵۶) |
| لنگه | شهید رجایی (۰/۰۱۵۷) |
| | شهید باهنر (۰/۸۴۹) |

نکته‌ای که باید به آن توجه شود این است که ممکن است در بسیاری از بنادر امکان کاهش ورودی‌ها وجود نداشته باشد. از

ضمیمه (۲)

مختصات ورودی و خروجی بنادر مرکب مجازی مربوط به بنادر ناکارا سال ۸۹

| سال | خروجی‌ها | | | ورودی‌ها | | | مساحت بندر و محوطه انبارداری (کیلومتر مربع) | تعداد کارکنان | تعداد جرثقیل (ترانستینر، ساحلی، محوطه، گنتوری کرین) | تعداد تجهیزات دریایی (بارج، لایروب و یدک‌کش) | تعداد تراکتور | سایر تجهیزات خشکی (تاپ لیفتراک، لیفتراک، ریج استاکر و مکنده) | تخلیه و بارگیری نفتی (تن) | تخلیه و بارگیری غیر نفتی (تن) | تخلیه و بارگیری کانتینری (TEU) | |
|------|----------|--------|--------|----------|-------|--------|---|---------------|---|--|---------------|--|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------|
| | واقعی | مجازی | اختلاف | واقعی | مجازی | اختلاف | | | | | | | | | | واقعی |
| ۱۳۸۶ | ۲۴۶/۲ | ۲۴۶/۲ | ۰ | ۶ | ۶ | ۰ | ۹۵ | ۴ | ۴ | ۰ | ۱۴ | ۱۲ | ۱۲۴۹۷۷۶ | ۳۸۸۹۰۱ | ۱۸۴۲۸ | |
| ۱۳۸۷ | ۲۱۴/۶۸ | ۲۱۴/۶۸ | ۰ | ۲ | ۲ | ۰ | ۱۵ | ۴ | ۲ | ۰ | ۱ | ۲ | ۱۳۳۷۴۸۳ | ۲۴۳۸۱۵۰ | ۱۲۸۵۹۹ | |
| ۱۳۸۸ | -۳۱/۵۲ | -۳۱/۵۲ | ۰ | -۴ | -۴ | ۰ | -۸۰ | ۰ | -۴ | ۰ | -۱۳ | -۱۰ | ۸۷۷۰۶ | ۲۰۴۹۲۴۹ | ۱۱۰۱۷۱ | |
| ۱۳۸۹ | ۲۶۲۲ | ۲۶۲۲ | ۰ | ۱۹ | ۱۹ | ۰ | ۴۷۷ | ۷۸ | ۱۹ | ۰ | ۲ | ۱۳۴ | ۱۵۳۳۳۹۰ | ۲۵۱۸۰۸۲۸ | ۱۵۶۶۸۶ | |
| ۱۳۹۰ | ۲۶۲۲ | ۲۶۲۲ | ۰ | ۹ | ۹ | ۰ | ۲۲۲ | ۵۳ | ۹ | ۰ | ۲ | ۲۴ | ۱۶۳۲۶۲۱۰ | ۳۰۰۴۸۴۰۶ | ۱۵۵۵۲۳۲ | |
| ۱۳۹۱ | ۰ | ۰ | ۰ | -۲۵ | -۲۵ | ۰ | -۲۵۵ | -۲۵ | -۱۰ | ۰ | ۰ | -۱۱۰ | ۱۴۷۹۹۲۰ | ۴۸۶۷۹۷۸ | ۱۳۹۸۵۳۶ | |
| ۱۳۹۲ | ۴۸۰ | ۴۸۰ | ۰ | ۵ | ۵ | ۰ | ۱۱۱ | ۲۲ | ۵ | ۰ | ۲۱ | ۴۷ | ۴۷۳۲۳ | ۱۲۳۱۰۱۲ | ۹۳۹۱۹ | |
| ۱۳۹۳ | ۴۸۰ | ۴۸۰ | ۰ | ۵ | ۵ | ۰ | ۷۳ | ۱۰ | ۵ | ۰ | ۲ | ۱۸ | ۲۹۷۷۸۳۶ | ۵۳۳۳۶۶۴ | ۲۹۲۸۹۳ | |
| ۱۳۹۴ | ۰ | ۰ | ۰ | -۱۲ | -۱۲ | ۰ | -۳۹ | -۱۲ | ۰ | ۰ | -۱۹ | -۲۹ | ۲۹۳۰۵۱۳ | ۴۱۰۲۴۵۲ | ۱۹۹۹۷۴ | |
| ۱۳۹۵ | ۲۸/۵ | ۲۸/۵ | ۰ | ۶ | ۶ | ۰ | ۲۹ | ۶ | ۱ | ۰ | ۹ | ۷ | ۲۳۵۶ | ۷۳۴۶۴ | ۰ | |
| ۱۳۹۶ | ۲۸/۵ | ۲۸/۵ | ۰ | ۴ | ۴ | ۰ | ۲۹ | ۴ | ۱ | ۰ | ۱ | ۴ | ۱۸۳۲۲۴ | ۵۱۶۱۲ | ۸۱۰۲ | |
| ۱۳۹۷ | ۰ | ۰ | ۰ | -۲ | -۲ | ۰ | ۰ | -۲ | ۰ | ۰ | -۸ | -۳ | ۱۸۰۸۶۸ | ۴۴۸۱۴۸ | ۸۱۰۲ | |
| ۱۳۹۸ | ۵۷۳/۵ | ۵۷۳/۵ | ۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۰ | ۳۳۱ | ۲۰ | ۰ | ۰ | ۷۱ | ۹۰ | ۳۱۳۸۲۷ | ۶۵۵۶۳۰ | ۷۶۲۱ | |
| ۱۳۹۹ | ۵۷۳/۵ | ۵۷۳/۵ | ۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۰ | ۱۳۳ | ۲۰ | ۲ | ۰ | ۵ | ۱۵ | ۳۵۸۹۰۸۶ | ۷۱۸۴۶۶۲ | ۳۱۲۵۳۱ | |
| ۱۴۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | -۹۹ | -۹۹ | ۰ | -۹۹ | -۹۹ | -۷ | ۰ | -۶۶ | -۷۵ | ۳۲۷۵۲۵۹ | ۶۳۰۰۳۲ | ۳۰۴۹۱۰ | |
| ۱۴۰۱ | ۱۰۴۳ | ۱۰۴۳ | ۰ | ۵ | ۵ | ۰ | ۵۹ | ۵ | ۵ | ۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۴۴۸۷۸ | ۲۱۰۶۷۷۵ | ۲۱۹ | |
| ۱۴۰۲ | ۲۷۰ | ۲۷۰ | ۰ | ۵ | ۵ | ۰ | ۱۹ | ۵ | ۱ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۶۷۱۸۵۳ | ۳۰۴۷۶۸۸ | ۱۶۰۱۴۸ | |
| ۱۴۰۳ | -۷۷۳ | -۷۷۳ | ۰ | -۴۰ | -۴۰ | ۰ | -۴۰ | -۴۰ | -۴ | ۰ | -۱۴ | -۱۷ | ۱۶۲۶۹۷۵ | ۹۴۰۹۱۳ | ۱۵۹۰۲۹ | |
| ۱۴۰۴ | ۱۳۴/۵ | ۱۳۴/۵ | ۰ | ۲ | ۲ | ۰ | ۱۸۵ | ۲ | ۶ | ۰ | ۲۷ | ۴۸ | ۶۴۱۹۴ | ۱۰۷۲۹۷۹ | ۸۸۰ | |
| ۱۴۰۵ | ۱۰۸ | ۱۰۸ | ۰ | ۹ | ۹ | ۰ | ۹ | ۲ | ۱ | ۰ | ۱ | ۲ | ۶۶۸۷۴۱ | ۱۲۱۹۰۷۵ | ۶۴۲۹۹ | |
| ۱۴۰۶ | -۲۶/۵ | -۲۶/۵ | ۰ | -۱۷۶ | -۱۷۶ | ۰ | -۱۷۶ | -۱۷۶ | -۵ | ۰ | -۲۶ | -۴۶ | ۶۰۴۵۴۷ | ۱۴۶۰۹۶ | ۶۳۴۱۹ | |
| ۱۴۰۷ | ۱۰۸۷ | ۱۰۸۷ | ۰ | ۱۱۰ | ۱۱۰ | ۰ | ۱۱۰ | ۱۵ | ۱ | ۰ | ۴ | ۹ | ۰ | ۱۱۰۷۱۸۷ | ۰ | ۰ |
| ۱۴۰۸ | ۱۰۸۷ | ۱۰۸۷ | ۰ | ۸۴ | ۸۴ | ۰ | ۸۴ | ۱۰ | ۱ | ۰ | ۳ | ۹ | ۶۹۸۵۱۵ | ۱۸۰۲۵۱۱ | ۴۰۳۳۵ | |
| ۱۴۰۹ | ۰ | ۰ | ۰ | -۲۶ | -۲۶ | ۰ | -۲۶ | -۵ | ۰ | ۰ | -۱ | ۰ | ۶۹۸۵۱۵ | ۶۹۵۲۳۴ | ۴۰۳۳۵ | |

منابع

داده‌ها در (DEA) در تعیین پرتفویی از کاراترین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، سال بیست و دوم، شماره دوم، صفحات ۷۵ تا ۸۹

رستمی، م؛ فلاح شمس، م؛ اسکندری، ف، ۱۳۹۰. ارزیابی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران: مطالعه مقایسه ای بین تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک، پژوهش‌های مدیریت در ایران، سال پانزدهم، شماره سوم، صفحات ۱۲۹ تا ۱۴۷.

عالم تبریز، الف؛ ایمانی‌پور، م، ۱۳۹۰. اندازه‌گیری کارایی نسبی خدمات درمانی بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (Data Envelopment Analysis). مدیریت اطلاعات سلامت، سال هشتم، شماره سوم، صفحات ۳۱۵ تا ۳۲۵.

علیرضایی، م؛ افشاریان، م؛ تسلیمی، و، ۱۳۸۶. ارائه راهکارهای منطقی بهبود عملکرد شعب بانک‌ها به کمک مدل‌های تعمیم یافته تحلیل پوششی داده‌ها، پژوهشنامه اقتصادی، شماره بیست و هفتم، صفحات ۲۶۳ تا ۲۸۴.

اتاق بازرگانی و صنایع و معادن تهران، ۱۳۸۸. اصلاح الگوی مصرف در بخش حمل و نقل (برون شهری).

اصغرپور، م.ج، ۱۳۸۶. تصمیم‌گیری چند معیاره، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

آذر، ع؛ غلامرضایی، د، ۱۳۸۴. رتبه بندی استان‌های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هشتم، شماره دوازدهم، صفحات ۱۵۳ تا ۱۷۳.

آذر، ع؛ مومنی، ع، ۱۳۸۳. اندازه‌گیری بهره‌وری در شرکت‌های تولیدی به وسیله مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، دانشور رفتار، سال یازدهم، شماره هشتم، صفحات ۴۱ تا ۵۴.

حمیدی، ن؛ اکبری شمیرانی، ر؛ فضلی، ص، ۱۳۹۰. شناسایی شعبه‌های ناکارای بانک ملت و استفاده از راهب ادغام به منظور افزایش کارایی آن، پژوهش‌های مدیریت در ایران، سال پانزدهم، شماره سوم، صفحات ۸۷ تا ۱۰۳.

خواجوی، ش؛ سلیمی فرد، ع؛ ربیعه، م، ۱۳۸۴. کاربرد تحلیل پوششی

- the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2: 429–444.
- Charnes, A.; Gallegos, A.; Li, H., 1996. Robustly efficient parametric frontiers via Multiplicative DEA for domestic and international operations of the Latin American airline industry, *European Journal of Operation Research*, 88: 525-536.
- Clark, X.; Dollar, D.; Micco, A., 2004. Port Efficiency, Maritime Transport Costs and Bilateral Trade, NBER working paper, 10:132-145.
- Cullinane, K.P.B.; Ji, P.; Wang, T.-F.; Song, D.-W., 2006. The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A*, 40: 354–374.
- Cullinane, K.P.B.; Song, D.-W.; Ji, P.; Wang, T.-F., 2004. An application of DEA windows analysis to container port production efficiency. *Review of Network Economics*, 3 (2): 186–208.
- Curi, C.; Gitto, S.; Mancuso, P., 2011. New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis, *Socio-Economic Planning Sciences*, 45: 84-93.
- Estache, A.; Tovar, B.; Trujillo, L., 2004. Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico. *Utilities Policy*, 12: 221–230.
- Hung, S-W.; Lu, W-M.; Wang, T-P., 2010. Benchmarking the operating efficiency of Asia container ports, *European Journal of Operational Research*, 203: 706–713.
- Itoh, H., 2002. Efficiency changes at major container ports in Japan: a window application of data envelopment analysis. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 14 (2): 133–152.
- Kaisar, E.I.; Pathomsiri, S.; Haghani, A., 2006. Efficiency measurement of US ports using data envelopment analysis. In: National Urban Freight Conference, Long Beach, CA, 3: 2-16.
- Kazley, A.S.; Ozcan, Y.A., 2009. Electronic medical
- کاظم پور فرد، الف، ۱۳۸۲. بندر پشتوانه اقتصاد، روزنامه همشهری، سال یازدهم، شماره ۳۱۰۸.
- کتابی، س.؛ میراحمدی، م.؛ کریم پور آذر، آ.، ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد کتابخانه هاب عمومی استان ها توسط تکنیک تحلیل پوششی داده ها، تحقیقات اطلاع رسانی و کتابخانه های عمومی، سال هفدهم، شماره اول، صفحات ۹ تا ۲۸.
- محمدی اردکانی، س.، ۱۳۸۸. ارزیابی کارایی نسبی بیمارستان های دولتی استان یزد با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها، مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، سال هفدهم، صفحات ۶۷ تا ۷۵.
- محمودآبادی، ح.؛ غیوری، ع.، ۱۳۹۰. رتبه بندی اعتباری از لحاظ توان مالی پرداخت اصل و فرع بدهی‌ها با استفاده از شیوه تحلیل پوششی داده ها (مورد مطالعه: شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران)، دانش حسابداری، سال دوم، شماره چهارم، صفحات ۱۲۵ تا ۱۴۵.
- مومنی، م.، ۱۳۸۹. مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات منصور مومنی، چاپ اول
- نیکوکار، س.؛ کتابی، س.؛ معظم، الف، ۱۳۸۹. ارائه یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی عملکرد مدیران بیمارستان‌ها، مدیریت اطلاعات سلامت، سال هفتم، شماره چهارم، صفحات ۶۰۱ تا ۶۱۱.
- نیکومرام، ه.؛ قایی، ن.؛ علیرضایی، م.، ۱۳۸۴. ارزیابی کارایی شرکت‌های سرمایه گذاری پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به کمک مدل‌های محک زنی ریاضی و تحلیل پوششی داده‌ها، پژوهشنامه اقتصادی، سال پنجم، صفحات ۷۷ تا ۱۰۰.
- Al-Eraqi, A.S.; Mustafa, A.; Khader, A.T.; Barros, C.P., 2008. Efficiency of middle Eastern and East African seaports: application of DEA using Window analysis. *European Journal of Scientific Research*, 23 (4): 597–612.
- Anderson, P.; Peterson, NC., 1993. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 39(10): 1261-1294.
- Begum, H., 2008. Impact Of Port Efficiency and Productivity on the Economy of Bangladesh- A Case Study of chittagong Port, Biennial Conference Paper, 7: 129-136.
- Charnes, A.; Cooper, W.W.; Rhodes, E., 1978. Measuring

- applying data envelopment analysis (DEA). *Maritime Policy and Management*, 20 (2): 153–161.
- Serifsoy, B., 2007. Stock exchange business models and their operative performance, *Journal of Banking and Finance*, 31: 2978–3012.
- Tongzon, J.; Heng, W., 2005. Port privatization, efficiency and competitiveness: some empirical evidence from container ports (terminals). *Transportation Research A: Policy and Practice*, 39 (5): 405–424.
- Tongzon, J., 1989. The impact of wharfage costs on Victoria's export-oriented industries. *Economic Paper*, 8: 58–64.
- Valentine, V.F.; Gray, R., 2001. The measurement of port efficiency using data envelopment analysis In: *Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research*. Seoul, South Korea.
- Wilson, W.W.; Blonigen, B.A., 2006. Port efficiency and trade flows. Institute for Water Resources U.S. Army Corps of Engineers Alexandria, Virginia
- Wu, Y.C.; Lin, C.W., 2008. National port competitiveness: implications for India. *Management Decision*, 46 (10): 1482–1507.
- Wu, Y-C.J.; Goh, M., 2010. Container port efficiency in emerging and more advanced markets, *Transportation Research Part E*, 46: 1030–1042.
- record use and efficiency: A DEA and windows analysis of hospitals, *Socio-Economic Planning Sciences*, 43: 209–216.
- Kumar, S., 2011. State road transport undertakings in India: technical efficiency and its determinants, *Benchmarking: An International Journal*, 18(5): 616-643.
- Lin, L.C.; Tseng, C.C., 2007. Operational performance evaluation of major container ports in the Asia-Pacific region. *Maritime Policy and Management*, 34 (6): 535–551.
- Lin, T. T.; Lee, C.C.; Chiu, T. F., 2009. Application of DEA in analyzing a bank's operating performance, *Expert Systems with Applications*, 36: 8883–8891.
- Liu, Z., 1995. The comparative performance of public and private enterprises: the case of British ports. *Journal of Transport Economics and Policy*, 29 (3): 263–274.
- Munisamy, S.; Singh, G., 2011. Benchmarking the efficiency of Asian container ports *African Journal of Business Management*, 5(4): 1397-1407.
- Notteboom, T.; Coeck, C.; van den Broeck, J., 2000. Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of Bayesian stochastic frontier models. *International Journal of Maritime Economics*, 2 (2): 83–106.
- Roll, Y.; Hayuth, Y., 1993. Port performance comparison