

## ارزیابی کارایی نسبی بنادر کانتینری عمده‌ی منطقه‌ی خاورمیانه با رویکرد DEA-AP

آزیتا حاجی‌زاده<sup>۱</sup>، سید ناصر سعیدی<sup>۲</sup>، عامر کعبی<sup>۳</sup>، همایون یوسفی<sup>۴</sup>، مصطفی زارع دوست<sup>۵</sup>

h.yousefi@kmsu.ac.ir

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و مدیریت دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ۲- استادیار، دانشکده اقتصاد و مدیریت دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ۳- استادیار، دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ۴- استادیار، دانشکده اقتصاد و مدیریت دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ۵- مربی، سازمان بنادر و دریانوردی، استاد مدعو دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

### چکیده

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی کارایی نسبی بنادر کانتینری عمده‌ی خاورمیانه، همچنین بررسی تغییرات در کارایی تکنیکی موضعی و ماهیت بازدهی نسبت به مقیاس بنادر مورد توجه این پژوهش در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ می باشد. در این کار تحقیقاتی ابتدا با استفاده از مدل بنکر، چارنز و کوپر تحت عنوان بازدهی نسبت به مقیاس متغیر خروجی محور، کارایی نسبی بنادر کانتینری عمده‌ی منطقه‌ی خاورمیانه ارزیابی گردید؛ سپس بر اساس نتایج حاصل، بنادر کارا با استفاده از روش اندرسون-پیترسون رتبه‌بندی شدند. بر اساس نتایج حاصل از مدل بازدهی نسبت به مقیاس متغیر خروجی محور، بندر امام خمینی (ره) کارایی عملیاتی ضعیفی را از خود نشان داده است و از طرفی بنادر بوشهر، جبل علی، خورفکان و اسکندریه، بالاترین ضریب کارایی را به خود اختصاص دادند. بخش دیگری از این مقاله به جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادهایی به منزله افزایش فعالیت های بندری در راستای کارا تر شدن بنادر مورد مطالعه اختصاص یافته است.

کلمات کلیدی: حمل و نقل دریایی، بنادر کانتینری، خاورمیانه، کارایی، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها

تاریخ دریافت مقاله :	۹۵/۰۲/۰۲
تاریخ پذیرش مقاله :	۹۵/۰۹/۱۵

## ۱- مقدمه

حمل و نقل دریایی، در گذشته تا به امروز، ستون فقرات توسعه و پیشرفت بسیاری از کشورها می‌باشد [۱]. امروزه، کشورهای همسایه در منطقه خاورمیانه، وارد رقابت شدیدی برای ربودن گوی سبقت در شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین تجارت بین‌المللی شده‌اند و به این ترتیب بنادر به عنوان نقطه‌ی اتصال میان حمل و نقل دریایی و زمینی نقشی مهم در توسعه‌ی اقتصادی منطقه‌ی ایفا می‌کنند [۲]. در این راستا، با توجه به رشد روزافزون تجارت کانتینری، صنعت بندر کانتینری به حلقه‌ای بسیار مهم در شبکه‌ی تجارت بین‌المللی مبدل گشته است [۳]. در چنین شرایطی ضروری است، بنادر کانتینری نه تنها تسهیلات و امکانات خود را توسعه دهند بلکه کارایی عملیاتی خود را برای کسب مزیت رقابتی در برابر رقیبان خود بهبود ببخشند [۴]. بنادر و ترمینال‌های کانتینری، جزئی اساسی و حیاتی از اقتصاد مدرن امروزی را تشکیل می‌دهند. حمل و نقل کانتینری از اواسط قرن بیستم، به وضوح هزینه حمل و نقل را در تجارت جهانی کاهش داده است. بر اساس نمودارهای ارائه شده توسط آنکتاد<sup>۱</sup>، تجارت از طریق حمل و نقل کانتینری در سال‌های بین ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۵ از میانگین رشد سالانه ۵٫۳۲ درصدی برخوردار خواهد بود [۵]. امروزه اکثر محموله‌های بین‌المللی در بنادر دریایی، در کانتینرها قرار گرفته و جابجا می‌شوند. اخیراً رقابت شدید بین بنادر مختلف به ویژه در اروپا و آسیا، باعث شده است تا بنادر مختلف به سمت فراهم آوردن امکانات و تسهیلات بیشتر حرکت کنند و بهبود کیفیت خدمات، کاهش هزینه خدمات و افزایش عملکرد ترمینال را مورد توجه قرار دهند. سیستم حمل و نقل کانتینری نیازمند سرمایه‌ی زیادی است و کنترل زمان گردش کشتی‌ها در ترمینال کانتینری برای کاهش هزینه کلی شرکت‌های کشتیرانی بسیار مهم تلقی می‌رود [۶]. کارایی یک مفهوم مدیریتی است که سابقه‌ای طولانی در علم مدیریت دارد [۷]. کارایی نشان می‌دهد که یک سازمان به نحو خوبی از منابع خود در راستای تولید نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان استفاده کرده است [۸]؛ و این امر اهمیت مسئله‌ی کارایی بنادر و پایانه‌های کانتینری و استفاده‌ی بهینه از منابع محدود را دوچندان

می‌کند [۹]. برای همین منظور، امروزه بنادر برای اینکه بتوانند در محیط رقابتی موفق باشند، باید مسئله کارایی در عملکردشان را مورد توجه قرار دهند [۱]. در این مطالعه، با توجه به ورودی و خروجی‌های اساسی در عملیات هر بندر کانتینری به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی ضریب کارایی در بنادر کانتینری مورد نظر بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ پرداخته می‌رود. سپس با روش اندرسون پترسون به رتبه‌بندی بنادر کارا پرداخته و در نهایت راهکارهایی کاربردی برای ارتقای کارایی برای بنادر کانتینری کشور پیشنهاد می‌گردد.

## ۲- پیشینه تحقیق

مطالعات فراوانی با تمرکز بر سنجش عملکرد و کارایی بنادر در مناطق مختلف انجام شده است. در این مطالعات از رویکردهای پارامتریک و ناپارامتریک متنوعی استفاده شده است که در این میان رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها به دلیل مزایای آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و به دلیل جامعیت آن پژوهش‌های زیادی به کمک این تکنیک انجام شده است.

مارتینز و همکاران (۱۹۹۹)، کارایی ۲۶ بندر اسپانیا را با استفاده از مدل DEA-BCC مورد ارزیابی قرار داده و بنادر این کشور را در قالب بنادر کارا و ناکارا دسته‌بندی کردند. آن‌ها برای این منظور داده‌های مربوط به سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷ را در نظر گرفتند [۱۰]. ایتو (۲۰۰۲)، نیز در مطالعه‌ای با عنوان تغییرات کارایی در بنادر کانتینری عمده در ژاپن با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، با استفاده از مدل‌های CCR و BCC تکنیک DEA کارایی نسبی هشت بندر بین‌المللی ژاپن را در سال‌های بین ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ مورد ارزیابی قرار داد. در این مطالعه، بندر توکیو به‌عنوان کاراترین بندر رتبه‌بندی گردید [۱۱]. کولینان و وانگ (۲۰۰۶)، در پژوهشی بر اندازه‌گیری کارایی ترمینال‌های کانتینری اروپا متمرکز شدند. آن‌ها در این مطالعه، از دو الگوی بازدهی نسبت به مقیاس ثابت و متغیر استفاده کرده و نتیجه‌گیری کردند که مهارت‌های مدیریت این ترمینال‌ها عاملی اساسی در افزایش کارایی این ترمینال‌ها می‌باشد. [۱۲]. قیصر و همکاران (۲۰۰۶)، در تحقیقی کارایی ۲۰ بندر کانتینری مهم آمریکا را در طول دوره شش‌ساله ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۳ با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار داده‌اند؛ به‌عنوان نتایج

<sup>۱</sup> United nation conference of trade & development

چین، به ارزیابی کارایی تکنیکی موضعی و کارایی مقیاس ۴۲ ترمینال در این کشور پرداختند. با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی هر کدام از ترمینال‌ها محاسبه گردید [۱۸].

### ۳- ابزار تحقیق

واژه DEA<sup>۱</sup> به معنی تحلیل پوششی داده‌ها، یکی از فنون ناپارامتریک سنجش کارایی واحدهای سازمانی مشابه است. منظور از واحد تصمیم‌گیرنده عبارت است از یک واحد سازمانی یا یک سازمان مجزا که توسط فردی به نام مدیر اداره می‌شود، به شرط آنکه این سازمان دارای فرایند سیستمی باشد؛ یعنی تعدادی ورودی به کار گرفته شود تا تعدادی خروجی به دست آید [۱۹]. اساس این روش بر مبنای ورودی‌ها و خروجی‌ها شکل گرفته است [۲۰]. انواع مدل‌های این تکنیک رو به افزایش است. اما اساسی‌ترین آن‌ها مدل بازدهی نسبت به مقیاس ثابت و بازدهی نسبت به مقیاس متغیر می‌باشد. در عمل، مدل بازدهی نسبت به مقیاس ثابت کاربرد ندارد زیرا به ندرت می‌توان سازمانی را یافت که با تغییر یک واحد در ورودی‌های آن، خروجی‌هایش نیز به همان نسبت تغییر کند. با توجه به این‌که در این تحقیق برای ارزیابی از مدل بازدهی نسبت به مقیاس متغیر<sup>۲</sup> BCC خروجی محور استفاده شده است، تنها این مدل تشریح می‌شود.

### ۲-۱ مدل BCC خروجی محور

ماهیت عملیات در دنیای واقعی، به ندرت با مدل بازدهی نسبت به مقیاس ثابت مطابقت دارد. به همین دلیل در سال ۱۹۸۴، بنکر، چارنز و کوپر عاملی را به نام بازده به مقیاس متغیر را به مدل CCR<sup>۳</sup> اضافه نمودند. با این تغییر، آن‌ها مدل BCC را به وجود آوردند که مدل ریاضی آن کاملاً شبیه مدل CCR بوده است با این تفاوت که به تابع هدف و محدودیت نامساوی مدل CCR عامل بازده به مقیاس (W) اضافه گردید. فرم مضربی این مدل در رابطه‌ی ۱ نشان داده شده است. بازده نسبت به مقیاس بدین معناست که اگر میزان ورودی خود را X برابر کنیم، ممکن است خروجی به اندازه ورودی، کمتر و یا بیشتر از

تحقیق، ۷ بندر در طول این دوره به‌عنوان بندر کارا شناخته شدند [۱۳]. لینگ و تسن (۲۰۰۷)، در تحقیقی برای رتبه‌بندی و مقایسه مهم‌ترین بنادر کانتینری آسیا-اقیانوسیه از مدل DEA-AP استفاده کردند [۱۴]. سو و همکاران (۲۰۰۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی و رتبه‌بندی بندر کانتینری عمده در آسیای شمالی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها، به ارزیابی کارایی ۱۹ بندر کانتینری این منطقه با استفاده از دو روش CCR و BCC خروجی محور پرداخته‌اند [۴]. العراقی و همکاران (۲۰۰۸)، در تحقیقی با عنوان ارزیابی کارایی بندر به ارزیابی کارایی ۲۲ بندر واقع در خاورمیانه و آفریقای شرقی در یک بازه‌ی زمانی شش ساله پرداخته‌اند. در این تحقیق کارایی نسبت به مقیاس ثابت، متغیر و مقیاس بندر محاسبه گردید. [۲]. هانگ و همکاران (۲۰۱۰)، در تحقیقی با عنوان ارزیابی مقایسه‌ای کارایی عملیاتی بندر کانتینری آسیا، کارایی عملیاتی بندر کانتینری آسیا را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این تحقیق، از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. به‌عنوان نتیجه این تحقیق، اکثر بنادر کانتینری دارای بازدهی نسبت به مقیاس افزایشی بوده‌اند. [۶]. کیانی مقدم و همکاران (۱۳۹۲)، کارایی نسبی بندر عمده ایران را برای یک دوره سه ساله با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی کرده و بندر کارا، ناکارا و مرجع برای هر سال شناسایی گردید. در این تحقیق از مدل CCR خروجی محور جهت ارزیابی بندر استفاده شده است. به عنوان نتیجه این پژوهش، بندر شهید رجایی، باهنر و بوشهر بعنوان بندر کارا تشخیص داده شدند [۱۵]. مانیسامی و جان (۲۰۱۳)، در مقاله‌ی خود با عنوان کارایی بندر کانتینری آمریکای لاتین، با استفاده از تکنیک DEA، به ارزیابی کارایی ۳۰ بندر کانتینری واقع در ۲۰ کشور در این منطقه در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۰۸ پرداختند [۱۶]. کاسیبی و زالی (۲۰۱۳)، در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی کارایی عملیات ترمینال‌های کانتینری، به ارزیابی کارایی ۶ ترمینال عمده کشور مالزی در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۳-۲۰۱۰ پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که هیچ رابطه‌ای میان کارایی و اندازه‌ی ترمینال وجود ندارد و کارایی از تخصیص بهینه‌ی منابع و نه اندازه‌ی ترمینال نشئت می‌گیرد [۱۷]. دان و همکاران (۲۰۱۳)، در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی کارایی ترمینال‌های کانتینری ساحلی در

<sup>۱</sup> Data Envelopment Analysis

<sup>۲</sup> Banker, Charnes, Cooper (BCC)

<sup>۳</sup> Charnes, Cooper, Rhodes (CCR)

محدودیت کوچک‌تر یا مساوی صفر مربوط به آن واحد تصمیم‌گیرنده، حذف می‌شود. با حذف این محدودیت، ضریب کارایی واحد کارا ممکن است بزرگ‌تر از یک شود. به این ترتیب امکان رتبه بندی بین واحدهای کارا به وجود می‌آید [۲۳].

$$\begin{aligned} \text{Max } y_j &= \theta \\ \text{s.t. } \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik} + s_i^- &= x_{ij} \quad (2.1) \\ i &= 1, 2, \dots, m, k \neq j \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta y_{rj} \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{rk} + s_r^+ &= 0 \quad (2.2) \\ r &= 1, 2, \dots, s, k \neq j \end{aligned}$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad (2.3)$$

$$\lambda_k, s_i^-, s_r^+ \geq 0; \theta \text{ آزاد در علامت}, k=1, 2, \dots, n, k \neq j$$

رابطه ۲. مدل اندرسون-پترسون با بازده نسبت به مقیاس خروجی محور

#### ۴- روش شناسی پژوهش

##### ۴-۱ روش پژوهش

این مطالعه، به دلیل ماهیت مورد استفاده بودن نتایج آن برای مدیران بنادر، از نظر هدف کاربردی، از لحاظ ماهیت توصیفی-تحلیلی، از نظر فرآیند، به دلیل استفاده از ارقام و اعداد ورودی و خروجی‌های بنادر، کمی و از نظر منطق، استقرایی است. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه، ورودی و خروجی‌های عملیات کانتینری در پایانه‌های کانتینری هستند که داده‌هایی کمی می‌باشند. این داده‌ها برای هر پایانه کانتینری در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ می‌باشند.

##### ۴-۲ بنادر مورد مطالعه

با توجه به منطقه و صنعت مورد مطالعه، با هدف تمرکز ویژه بر بنداری که در زمان حال و در آینده می‌توانند به رقاباتی جدی برای بنادر کشور مبدل گردند، بنادر زیر به عنوان بنادر فعال در صنعت کانتینری منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. در این مطالعه، بنادر کانتینری جبل علی، خورفکان از کشور امارات متحده عربی، صلاله و صحار از کشور عمان، دمام و جدّه از کشور عربستان سعودی، پورت سعید و اسکندریه از کشور مصر و نیز بنادر خرمشهر، امام خمینی (ره)، بوشهر و بندر شهید رجایی از

آن تغییر کند. به این ترتیب، بازدهی نسبت به مقیاس به ترتیب ثابت، کاهش و یا افزایشی گردد. [۱۹]. اندازه گیری کارایی با استفاده از روش CCR، کارایی فنی خالص نیست و به دلیل تفاوت واحدها در شرایط مختلف، تشکیل شده از کارایی فنی خالص به اضافه کارایی مقیاس است. فرض الگوی بازده ثابت به مقیاس، فقط زمانی مناسب است که همه بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل کنند، اما عواملی مانند رقابت ناقص، محدودیت منابع مالی و غیره باعث می‌رود که یک بنگاه نتواند در مقیاس بهینه عمل کند. [۲۱].

در اینجا ذکر این نکته ضروری است که در بسیاری از بنادر امکان کاهش ورودی‌ها یعنی حذف سرمایه گذاری‌ای پیشین وجود ندارد. بنابراین در این مطالعه از رویکرد خروجی محور استفاده گردیده است. به این ترتیب به منظور افزایش کارایی، تمرکز بر تغییرات خروجی‌ها معطوف می‌شود.

$$\min E_j = \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} + W \quad (1.1)$$

$$\text{s.t. } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1 \quad (1.2)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ik} + W \leq 0 \quad (1.3)$$

$$W \text{ free}, U_r \geq 0, V_i \geq 0,$$

رابطه ۱. مدل بازده به مقیاس متغیر خروجی محور

$u_r$ : وزن (ضریب) داده شده به ستاده ی  $r$  ام

$V_i$ : وزن (ضریب) داده شده به نهاده ی  $i$  ام

$z_j$ : اندیس واحد تصمیم‌گیری تحت بررسی

$Y_{rk}$ : مقدار ستاده ی  $r$  ام برای واحد  $k$  ام

$X_{ik}$ : مقدار نهاده ی  $i$  ام برای واحد  $k$  ام

$S$ : تعداد ستاده،

$m$ : تعداد نهاده‌ها

$n$ : تعداد واحد ما

$w$ : عامل بازده به مقیاس [۲۲].

##### ۲-۲ مدل اندرسون-پترسون خروجی محور

در تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، امکان رتبه بندی بین واحدهای کارا وجود ندارد. برای رفع این مشکل نیاز به استفاده از مدل اندرسون-پترسون می‌باشد. در این روش در مدل برنامه‌ریزی خطی مربوط به DMU کارایی ۱،

کشور جمهوری اسلامی ایران به عنوان بنادر مورد کاوی شده در این مطالعه در نظر گرفته شدند.

#### ۴-۳ شاخص‌ها (ورودی‌ها و خروجی‌ها) ی پژوهش

بازده عملیاتی کانتینری در واحد تی ای یو، رایج‌ترین و مناسب‌ترین شاخص در تعیین کارایی تولیدی بنادر کانتینری می‌باشد و به طور گسترده‌ای در مطالعات پیشین، به عنوان یک خروجی منحصر به فرد از عملیات بندر مورد استفاده قرار گرفته است [۱۶]. در این مطالعه، بازده عملیاتی کانتینری بنادر مورد کاوی به عنوان خروجی تک در نظر گرفته شده است. در تئوری تولید، ورودی‌های اساسی شامل نیروی کار، زمین تجهیزات می‌باشد. تقریباً تمامی مطالعات پیشین در این زمینه، کل طول اسکله‌ها و مساحت کلی ترمینال را به عنوان متغیرهای ورودی در بخش زمین در نظر گرفته‌اند. به خاطر دشواری گردآوری اطلاعات مربوط به نیروی کار، متغیرهای تقریبی<sup>۱</sup> نیروی کار، بر اساس نظریه‌ی (2000) Notteboom et al مشتق شده است [۹]. این نظریه بر رابطه‌ی تنگاتنگ بین تعداد گنتری کرین‌ها و تعداد نیروی کار اسکله در ترمینال‌های کانتینری دلالت دارد [۱۶]. بنابراین، این مطالعه از تجهیزات محوطه و اسکله به عنوان متغیرهای تقریبی نیروی کار بهره می‌گیرد. در این پژوهش تعداد اسکله‌های کانتینری، کل طول اسکله‌ها، مساحت کلی ترمینال و تعداد گنتری کرین‌ها و جرثقیل‌های محوطه و اسکله به عنوان متغیرهای ورودی و بازده عملیاتی به عنوان خروجی در نظر گرفته شده است.

#### ۵- تکنیک‌های روش‌های تحلیل

تکنیک مورد استفاده نیز تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها است که زیر مجموعه‌ای از تکنیک‌های پژوهش‌های عملیاتی است. در این پژوهش، به منظور محاسبه و مقایسه‌ی ضریب کارایی پایانه‌های کانتینری از مدل BCC خروجی محور و برای رتبه‌بندی بنادر کارا از روش<sup>۲</sup> AP استفاده می‌گردد.

داده‌های کمی مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌های بنادر کانتینری از سالنامه‌ی آمار عملیات سازمان بنادر و

دریاوردی جمهوری اسلامی ایران در خصوص عملکرد سالانه بنادر طی سال‌های ۹۲-۹۰ و سایت رسمی مربوط به هر بندر و نیز مجله‌ای بین‌المللی مدیریت کانتینر جمع‌آوری شده است. برای حل مدل تحلیل پوششی داده‌ها، از نرم‌افزار DEA solver professional و برای حل مدل اندرسون-پترسون از نرم‌افزار LINGO استفاده گردیده است.

#### ۶- یافته‌های پژوهش

داده‌های مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌های بنادر در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۱ در جدول ضمیمه 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. به منظور محاسبه‌ی ضریب کارایی هر یک از بنادر در سه سال باید، ۳۶ مدل BCC خروجی محور از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به طور جداگانه ساخته شود و با توجه به اینکه بنادر کارا نیز باید با روش AP باهم مقایسه گردند، تعداد مدل‌ها به بیش از ۳۶ مدل می‌رسد. پس از تشکیل مدل‌های مورد نظر با کمک داده‌های بنادر، این مدل‌ها به کمک نرم‌افزار DEA Solver Pro مورد محاسبه قرار گرفتند و کارایی هر یک از بنادر و رتبه آن‌ها بر مبنای روش BCC خروجی محور به دست آمد. در مرحله بعد، برای بنادری که ضریب کارایی ۱ را به خود اختصاص داده‌اند مدل AP در نرم‌افزار لینگو پیاده‌سازی گردید. نتایج حل مسئله در جداول ۱ ارائه شده است:

یکی دیگر از قابلیت‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها، توانایی آن در معرفی واحدهایی به عنوان واحدهای مرجع برای هر یک از واحدهای ناکارا می‌باشد. 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 با تغییر ورودی‌ها یا خروجی‌های خود، بر روی مرز کارایی قرار گیرند.

در جدول ۲ قیمت‌های سایه‌ای مربوط به بنادر مرجع هر بندر ناکارا به تفکیک سال در مدل BCC خروجی محور آورده شده است. برای به دست آوردن بنادر مجازی بنادر ناکارا باید قیمت‌های سایه بنادر مرجع آن را در مختصات ورودی‌ها و خروجی‌های بندر مرجع متناظرش ضرب کرده

<sup>1</sup> Proxy variables

<sup>2</sup> Anderson & Peterson

قیمت سایه‌ای ۰/۱۱۹ و بندر خورفکان با قیمت سایه‌ای ۰/۸۸ می‌تواند بر روی مرز کارایی تکنیکی موضعی واقع شود. مختصات بنادر مرکب مجازی در جدول ۳ نشان داده شده است.

#### ۸- بحث و پیشنهادات

در این پژوهش، کارایی ۱۲ بندر کانتینری عمده در منطقه استراتژیک خاورمیانه با مدل بازدهی نسبت به مقیاس متغیر در بازه‌ی زمانی از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، ۲۰۱۱-۲۰۱۳ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همانطور که مشاهده شد، بنادر کشور امارات متحده عربی بهترین عملکرد را از خود نشان داده و بنادر ایرانی بجز بندر بوشهر، از کارایی ضعیفی برخوردار بودند. ممکن است بخشی از دلایل این عدم کارایی بخاطر تحریم‌های چند سال اخیر بوده باشد. هر چند نمی‌توان مشکلات عملکرد مدیریتی و تجهیزات این بنادر را از نظر دور داشت.

بدین ترتیب، پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

۱. قرارداد طولانی‌مدت با پورت اپراتوری با مدیریتی قوی، به گونه‌ای که پورت اپراتور مذکور با پشتوانه‌ی قرارداد طولانی مدت خود بتواند سرمایه‌گذاری‌های مد نظر خود را در بندر انجام دهد.

۲. بهینه‌سازی زمان کارکرد یا زمان بیکاری تجهیزات

۳. استفاده از سیستم‌های مکانیزه عملیات کانتینری و کاهش وابستگی سیستم‌های بندری به نیروی انسانی در عملیات بندری

۴. بازرسی و تعمیر تجهیزات و از رده خارج کردن تجهیزات مستهلک

۵. افزایش و بسط ورودی‌ها برای بنداری که تحت بازده به مقیاس افزایشی فعالیت می‌کنند.

و سپس ورودی‌ها و خروجی‌های وزین حاصله را با هم جمع کرد.

#### ۷- نتیجه‌گیری

طبق نتایج به دست‌آمده از اجرای مدل BCC خروجی محور، مدل در بازه‌ی زمانی مورد نظر، بندر بوشهر، خورفکان، جبل علی و اسکندریه دارای بالاترین میزان کارایی بوده و بندر امام خمینی (ره)، از این حیث، ضعیف‌ترین عملکرد را از خود ارائه داده است. نتایج حاصل از مدل AP نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳ بندر جبل علی و در سال ۲۰۱۲ بندر خورفکان، هر دو از کشور امارات متحده عربی کاراترین بنادر بوده‌اند. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در بازه‌ی زمانی مورد کوی، اکثر بنادر بازده نسبت به مقیاس متغیر داشته‌اند. تمامی بنادر ایرانی به جز بندر شهید رجایی که در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲، بازده نسبت به مقیاس کاهشی را داشته‌اند، الباقی دارای بازده نسبت به مقیاس افزایشی را دنبال نموده‌اند؛ که می‌توان چنین استنتاج نمود که مدیران این بنادر با گسترش ظرفیت ورودی‌های خود می‌توانند شاهد افزایش خروجی خود به میزانی بیشتر و در نتیجه افزایش کارایی خود باشند. از آنجایی که ضریب کارایی حاصل از مدل BCC کارایی تکنیکی مطلق را نشان می‌دهد، به این ترتیب ضریب کارایی این مدل برای هر بندر، ناشی از ناکارایی عملیاتی آن بندر می‌باشد؛ یعنی اینکه مدیران این بنادر، می‌بایست بر بهبود رویه‌های مدیریتی و چگونگی اداره‌ی عملیات تمرکز نمایند. با تعمق ویژه بر بندر کانتینری ایران، بندر خرمشهر، شهید رجایی و خصوصاً بندر امام خمینی (ره)، بنادر ناکارای عملیاتی می‌باشند و تنها بندر بوشهر از این حیث در هر سه سال بصورت کارا عمل نموده است. در ادامه، بنادر مرجع بنادر ناکارا با قیمت سایه‌ای مربوط به آن‌ها معرفی و محاسبه گردید. با توجه به شرایط بروز بودن بندر امام خمینی (ره)، و با الگو قرار دادن بندر بوشهر با قیمت سایه‌ای ۰/۸۹۰ و بندر خورفکان با قیمت سایه‌ای ۰/۱۹۰ می‌تواند در سال ۲۰۱۳ به کارایی تکنیکی موضعی دست یابد. بندر خرمشهر در سال ۲۰۱۳، با الگو قرار دادن بندر بوشهر با قیمت سایه‌ای ۰/۹۷۶ و بندر خورفکان با قیمت سایه‌ای ۰/۲۳ کارایی تکنیکی موضعی می‌گردد. بندر شهید رجایی نیز در سال ۲۰۱۳، با الگو قرار دادن بندر بوشهر با

جدول (۱) ضریب کارایی و رتبه‌ی بنادر در مدل BCC و AP خروجی محور  
(منبع: یافته‌های تحقیق با بکارگیری از مدل AP در نرم افزار لینگو)

سال ۲۰۱۳				سال ۲۰۱۲				سال ۲۰۱۱				بندر
بازده به مقیاس	کارایی در روش AP	رتبه در روش BCC خروجی محور	کارایی در روش BCC خروجی محور	بازده به مقیاس	کارایی در روش AP	رتبه در روش BCC خروجی محور	کارایی در روش BCC خروجی محور	بازده به مقیاس	کارایی در روش AP	رتبه در روش BCC خروجی محور	کارایی در روش BCC خروجی محور	
افزایشی		۱۲	۰/۱۶۱	افزایشی		۱۲	۰/۰۹۴	افزایشی		۱۲	۰/۱۰۲	امام خمینی(ره)
افزایشی	۱/۳	۱	۱	افزایشی	۱/۶۴	۱	۱	افزایشی	۱/۷۴	۱	۱	بوشهر
افزایشی		۱۱	۰/۱۹۹	افزایشی		۱۱	۰/۲۲	افزایشی	۱/۳۲	۱	۱	خرمشهر
افزایشی		۱۰	۰/۵۲۳	کاهشی		۹	۰/۴۹۳	کاهشی		۸	۰/۷۷۵	شهید رجایی
کاهشی	۲/۹۹۰	۱	۱	کاهشی	۲/۸	۱	۱	کاهشی	۳/۰۴۳	۱	۱	جبل علی
ثابت	۱/۷۲۸	۱	۱	ثابت	۲/۹۶۱	۱	۱	ثابت	۱/۸۱۶	۱	۱	خورفکان
کاهشی		۶	۰/۷۹۸	کاهشی		۶	۰/۸۳۱	کاهشی		۷	۰/۹۴۰	صلاله
افزایشی	۱/۱۰۵	۱	۱	افزایشی		۵	۰/۹۹۵	افزایشی		۱۰	۰/۴۶۷	صحرار
افزایشی		۹	۰/۵۳۸	کاهشی		۱۰	۰/۳۴۷	کاهشی		۱۱	۰/۴۵۳	دمام
کاهشی		۸	۰/۶۲۸	کاهشی		۸	۰/۶۵۲	کاهشی		۹	۰/۶	جده
کاهشی		۷	۰/۷۴۴	کاهشی		۷	۰/۷۶۳	کاهشی	۱/۰۵۹	۱	۱	پورت سعید
ثابت	۱/۴	۱	۱	افزایشی	۱/۳۲۴	۱	۱	ثابت	۱/۵۳۹	۱	۱	اسکندریه

جدول (۲) بنادر مرجع و قیمت‌های سایه‌ای بنادر مرجع بناکارا  
(منبع: یافته‌های تحقیق با محاسبه مختصات ورودی و خروجی بنادر مرجع)

بنادر مرجع و قیمت‌های سایه‌ای			بندر
۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	
بوشهر (۰/۸۰۹) خورفکان (۰/۱۹۰)	بوشهر (۰/۶) خورفکان (۰/۴)	خرمشهر (۰/۳۲۶) بوشهر (۰/۲۵۶) خورفکان (۰/۴۱۶)	امام خمینی (ره)
بوشهر (۰/۹۷۶) خورفکان (۰/۰۲۳)	بوشهر (۰/۹۵) خورفکان (۰/۰۵)	-	خرمشهر
بوشهر (۰/۱۱۹) خورفکان (۰/۸۸۰)	جبل علی (۰/۰۷۵) خورفکان (۰/۹۲۴)	جبل علی (۰/۰۳۳) خورفکان (۰/۹۶۶)	شهید رجایی
جبل علی (۰/۰۳۸) خورفکان (۰/۹۶۱)	جبل علی (۰/۰۳۸) خورفکان (۰/۹۶۱)	خورفکان (۰/۸۳۳) بندر سعید (۰/۱۶۶)	صلاله
-	بوشهر (۱)	بوشهر (۱)	صحار
بوشهر (۰/۱۹۸) خورفکان (۰/۸۰۱)	جبل علی (۰/۰۷۱) خورفکان (۰/۹۲۸)	خورفکان (۰/۹۴۴) بندر سعید (۰/۰۵۵)	دمام
جبل علی (۰/۳۵۱) خورفکان (۰/۶۴۸)	جبل علی (۰/۳۵۱) خورفکان (۰/۶۴۸)	جبل علی (۰/۲۹۸) خورفکان (۰/۱۹۸) بندر سعید (۰/۵۰۲)	جده
جبل علی (۰/۱۷۳) خورفکان (۰/۸۲۶)	جبل علی (۰/۰۸۲) خورفکان (۰/۹۱۷)	-	پورت سعید



جدول (۳) مختصات ورودی و خروجی بنادر مرکب مجازی مربوط به بنادر ناکارا سال ۲۰۱۳  
(منبع: یافته‌های تحقیق با ارزیابی مختصات ورودی و خروجی بنادر مورد مطالعه)

خروجی	ورودی‌ها				بندر
	تعداد جرثقیل‌های اسکله و یارد	مساحت ترمینال	طول اسکله‌ها	تعداد اسکله‌ها	
۱۴۲ ۸۷۷/۶۱ ۷۳۵/۶۱	۱۲	۴۰	۱۰۵۰	۵	واقعی امام خمینی (ره) مجازی اختلاف
۵۵ ۲۷۵/۹۵ ۲۲۰/۹۵	۵	۲۳	۸۶۰	۶	واقعی خرمشهر مجازی اختلاف
۱۷۶۳ ۳۳۶۷/۷۸ ۱۶۰۴/۷۸	۶۱	۱۰۳	۱۸۰۷	۸	واقعی شهید رجایی مجازی اختلاف
۳۳۴۰ ۴۱۸۱/۹۵ ۸۴۱/۹۵	۹۷	۸۷	۲۵۰۵	۷	واقعی صلاله مجازی اختلاف
۱۶۵۹ ۳۰۸۳/۳۷ ۱۴۲۴/۳۷	۷۰	۱۱۶	۱۶۸۰	۷	واقعی دمام مجازی اختلاف
۴۵۶۱ ۷۲۶۰/۰۷ ۲۶۹۹/۰۷	۱۳۲	۲۲۴	۴۶۴۵	۱۹	واقعی جده مجازی اختلاف
۴۱۰۰ ۵۵۰۷/۵۷ ۱۴۰۷/۵۷	۱۰۴	۱۴۶	۳۳۵۰	۱۶	واقعی پورت سعید مجازی اختلاف

Urban and Regional Development Studies, vol.14, pp. 133–152, 2002.

[۱۲] Cullinane, K. P. Ji and Wang, T., “The Efficiency of European Container Ports: A Cross-sectional Data Envelopment Analysis” International Journal of Logistics: Research and Applications, vol.9, pp.19-31, 2006.

[۱۳] Kaisar, E.I. Pathomsiri, S. and Haghani, “A. Efficiency measurement of US ports using data envelopment analysis”, In National Urban Freight Conference, February, Long Beach, pp 45-52, 2006.

[۱۴] Lin, L.C. Tseng, C.C. “Operational performance evaluation of major container ports in the Asia-Pacific region”. Maritime Policy and Management, vol.34(13), pp.535–551, 2007

[۱۵] کیانی مقدم، م. جعفر زاده کناری، م. بخشی زاده، ع. "ارزیابی کارایی نسبی بنادر ایران با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها"، مجله اقیانوس‌شناسی، سال چهارم، شماره ۱۳، بهار ۱۳۹۲.

[۱۶] Munisamy, S and Jun, O., “Efficiency of Latin American Container Seaports using DEA”, Proceedings of 3rd Asia-Pacific Business Research Conference, February, Kuala Lumpur, Malaysia, pp.25 – 32, 2013.

[۱۷] Kasypi, M. Zaly, M. “Efficiency of Operations in Container Terminals: A Frontier Method” European Journal of Business and Management, Vol.5, PP.91-106, 2013.

[۱۸] Dan, L. Weixin, L. Feng, P. “The Efficiency Measurement of Coastal Container Terminals in China” Journal of Transportation Systems and Information Technology, Vol.13, pp.10-15, 2013.

[۱۹] مهرگان، م. "مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها)" جلد اول، چاپ اول، ۱۳۸۳. انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، صفحات ۹۵ الی ۹۷.

[۲۰] آذر، ع، غلامرضایی، د. "رتبه‌بندی استان‌های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها" پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هشتم، شماره دوازدهم، ۱۳۸۴.

## منابع

[۱] Cullinane, K.P.B. Ji, P. Wang, T.F. Song, D.W. c. “The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis”, Transportation Research Part A, vol.40, pp. 354–374, 2002.

[۲] Al-Eraqi, A. S. Mustafa, A. and Khader, A. T. “An Extended DEA Windows Analysis: Middle East and East African Seaports”, Journal of Economic Studies, vol. 37, pp.208-218, 2010.

[۳] Yan, J., Sun, X and Liu, J.J. “Assessing container operator efficiency with heterogeneous and time-varying production frontiers”, Transportation Research part B, Vol.42, pp.172-185, 2008.

[۴] So, S.H.; Kim, J.J; Cho, J and Kim, D.K, “Efficiency Analysis and Ranking of Major Container Ports in Northeast Asia: An Application of Data Envelopment Analysis”, International Review of Business Research Papers, vol.16, pp.486-503, 2007.

[۵] Legato, P. Canonaco, P. M, & Mazza, R “Yard crane management by simulation and optimization”, Maritime Economics & Logistics, vol.11, pp. 36–57, 2009.

[۶] Hung, S. W. Lu, W. M. and Wang, T. P, “Benchmarking The Operating Efficiency of Asia Container Ports”. European Journal of Operational Research, vol.203, pp. 706-713, 2010.

[۷] Witzel, M. “A Short History of Efficiency”, Business Strategy Review, vol.13, pp. 38-47, 2002.

[۸] Pierce, J. “Efficiency Progress in the New South Wales Government”, [www.treasury.nsw.gov.edu](http://www.treasury.nsw.gov.edu), 1996.

[۹] Notteboom, T. Coeck, C. van den Broeck, J. “Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of Bayesian stochastic frontier models”, International Journal of Maritime Economics, vol.14, pp. 83–106, 2002.

[۱۰] Martinez-Budria, E. Diaz-Armas, R. Navarro-Ibanez, M. and Ravelo-Mesa, T. «A study of the efficiency of Spanish port authorities using data envelopment analysis”, International Journal of Transport Economics, vol.156, pp.237-253, 1999.

[۱۱] Itoh, H, “Efficiency changes at major container ports in Japan: a window application of data envelopment analysis”, Review of

[۲۱] رهبر دهقان، ع، اسماعیلی دستجردی پور، ع، دهمرده، ن. محاسبه انواع کارایی و بازده نسبت به مقیاس در صنعت شیر استان کرمان"، فصلنامه علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه، سال هفدهم، شماره چهار، ۱۳۹۱.

[۲۲] کوپر، و، سیفورد، ل، تن، ک. "تحلیل پوششی داده‌ها (مدل‌ها و کاربردها)"، ترجمه علی میرحسینی، ۱۳۹۱، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران)، صفحات ۱۴۱ الی ۱۴۶.

[۲۳] Anderson, P. and Petersen, N.C, " A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis", Management Science, vol.39, pp.1261-1264,1993.

[۲۴] Budira-Martinez et al. (1999) study the growth of Spanish ports from different groups based on their complexity in terms of relative efficiency using the DEA