

## به کارگیری تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و مدل ابر کارایی جهت ارزیابی کارایی مالی و رتبه بندی شرکتهای پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران

سید امیرحسین میرقادری

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

am\_mail@yahoo.com

عباس شیخ ابومسعودی (نویسنده مسئول)\*

\*گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

a\_sh\_edu@pin.iaun.ac.ir

### چکیده

پنجچیدگی محیط عرصه رقابتی کسب و کار ضرورت آگاهی از نقاط قوت و ضعف سازمان و بهبود مستمر فرآیندها را بیش از پیش آشکار نموده است. از این رو مدیران، امروزه در جستجوی دستیابی به راهحلی جهت ارزیابی عملکرد سازمان خود هستند تا بتوانند موجبات ارتقاء و بهبود سازمان خود را فراهم نمایند.

یکی از راهکارهای ارزیابی عملکرد سازمان استفاده از نسبت‌های مالی است این نسبت‌ها تصویری از بازدهی شرکت و فرصت‌های آینده واحدهای تجاری ارائه می‌کنند. با توجه به اینکه بررسی جداگانه نسبت‌های مالی دید صحیحی از کارایی سازمان ایجاد نمی‌کند لذا تجمیع اثر نسبت‌های مالی کارا به نظر می‌رسد. مدل‌های DEA از آن جهت که دستیابی به شاخص کارایی را با در نظر گرفتن همزمان ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه میسر می‌سازند مناسب می‌باشد؛ در نتیجه کارایی به دست آمده از این روش قابل اطمینان می‌باشد.

در این تحقیق مدل DEA از نوع BCC ورودی محور، استفاده شد و کارایی نسبی ۴۷۰ شرکت پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران بین سال‌های ۹۲ تا ۹۵ که در نه گروه غیرهمگن طبقه‌بندی شده بودند محاسبه شد. سپس شرکت‌ها بر اساس کارایی رتبه‌بندی گردیدند و همچنین، به منظور متمایز نمودن بیشتر شرکت‌ها و امکان فراهم نمودن زمینه‌ای برای رتبه بندی بهتر آنها از مدل‌های ابر کارایی استفاده شده است و شرکت‌هایی به عنوان مرجع برای سایر شرکت‌ها انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)؛ ابر کارایی؛ کارایی مالی؛ نسبت‌های مالی؛ بورس اوراق بهادار

### ۱- مقدمه

تلاش‌های اقتصادی انسان در طول تاریخ همواره در راستای کسب حداکثر بازده از منابع و نهاده‌های موجود بوده است و تمامی این تلاش‌ها از ابتدایی‌ترین ابزار کار تا پیشرفته‌ترین فن‌آوری‌های عصر حاضر تمایل و علاقه بشر را به افزایش کارایی و بهره‌وری نشان می‌دهد.

در دهه های اخیر، رشد روزافزون جمعیت از یک سو و کمیابی منابع اولیه و نیز هزینه های بالای فن آوری های نوین از سوی دیگر، باعث شده است تا راهکارهای استفاده بهتر از منابع موجود، مورد توجه واحدهای اقتصادی قرار گیرد.

بر این اساس، شناخت مفهوم کارایی، و اندازه گیری میزان آن در سازمان‌ها و بنگاه های اقتصادی امری ضروری به نظر می رسد. مسلماً بدون در دست داشتن الگویی برای ارزیابی فعالیتهای صورت گرفته، بسیاری از منابع موجود؛ هدر رفته و رسیدن به اهداف و برنامه های سازمانی نیز با مشکل جدی مواجه خواهد شد. از این رو، دستیابی به مدیریت کارآمد در راستای تأمین نیازهای سازمان، بهره مندی از نگرش سیستمی و نیز در اختیار داشتن ابزارها و امکانات مناسب برای سنجش عملکرد واحدهای مختلف، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. (قاسمی، ۱۳۸۸)

سنجش عملکرد مالی سازمان جهت اتخاذ تصمیمات کارآمد و اثربخش سازمانی، امری حیاتی و کلیدی می باشد؛ (زنجیردار و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از شاخص‌هایی که برای بررسی عملکرد مالی هر سازمانی استفاده می شود، نسبت های مالی است (برزگری خانقا و همکاران، ۱۳۹۲). در فرآیند ارزیابی عملکرد مالی، داده‌ها مستقیماً از گزارش‌های مالی گردآوری و به اطلاعات خلاصه شده تبدیل می گردند. اگرچه تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی در فرآیند ارزیابی عملکرد مالی سازمانی قدمتی دیرینه دارد ولیکن یکی از مشکلات عدیده در استفاده از آن‌ها آن است که تک بعدی بوده و تنها یک بعد خاص سازمانی را می توان به واسطه به کارگیری آن‌ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داد (یوسفی زنوز و راجی، ۱۳۹۶).

پژوهش حاضر روش تحلیل پوششی داده‌ها را برای رفع این مشکلات پیشنهاد می دهد. این روش با تجمیع نسبت‌ها، نمره واحدی را به نام "کارایی" به هر موسسه مورد بررسی اختصاص می دهد. در واقع این تکنیک با وارد کردن نسبت‌ها به عنوان ورودی و خروجی مدل، آنها را به معیاری واحد که قابلیت ارزیابی عملکرد و مقایسه را افزایش می دهد، تبدیل می کند.

در مجموع می توان بیان داشت که این تحقیق بر آن است تا به واسطه به کارگیری رویکرد نسبت‌های مالی و تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای نگرشی متوازن و تجمیعی در خصوص تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی به سنجش میزان کارآمدی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران بین سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۲ بپردازد؛ بر این اساس پرسش اصلی پژوهش آن است که کدام یک از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در سال‌های مذکور از کارایی مالی برخوردار بوده و کدام یک ناکارآ می باشند و رتبه بندی این شرکت‌ها از منظر کارایی مالی به چه صورت است؟

علاوه بر این تعدادی از واحدهای تصمیم گیرنده که در مدل های DEA کارا ارزیابی می شوند، دارای نمره ی کارایی یک هستند، پس هیچ تمایزی بین آن‌ها از لحاظ تئوری وجود ندارد. با توجه به این که تصمیم گیرنده ها در صدد رتبه بندی کاملی از واحدهای تصمیم گیری (DMU ها) هستند، تا بتوانند عملکرد آن‌ها را بهتر ارزیابی کنند و در جهت بهبود بیشتر پیش روند در این تحقیق از روش های ابرکارایی که قادر به رتبه بندی تمامی DMU ها هستند استفاده شده است.

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

### ۲-۱- مبانی نظری

- کارایی و روش‌های برآورد آن

کارایی در مفهوم عام به معنای درجه و کیفیت رسیدن به مجموعه اهداف مطلوب است. کارایی بخشی از بهره‌وری است و به صورت‌های گوناگونی تعریف می شود. (طحاری و همکاران، ۱۳۹۰)

طبق مصوبات کمیته حسابرسی عملیاتی سازمان حسابرسی، کارآیی عبارت است از: نسبت نتایج به دست آمده از عملیات (ستاده) به منابع مصرف شده (نهاده) در مقایسه با یک استاندارد مشخص (خواجوی و همکاران، ۱۳۸۹). عملیات کارآ، عملیاتی است که با استفاده از روش‌های بهینه، حداکثر بازده (ستاده) را با مصرف حداقل منابع (نهاده) تأمین کند (مهرگان، ۱۳۸۵). نحوه محاسبه کارآیی در رابطه شماره ۱ بیان شده است.

$$\text{کارآیی} = \frac{\text{خروجی واقعی}}{\text{ورودی واقعی}} = \frac{\text{خروجی واقعی}}{\text{خروجی مورد انتظار}} = \frac{\text{خروجی واقعی}}{\text{ورودی واقعی}} \quad (1)$$

انواع مختلف کارآیی عبارتند از کارآیی مقیاس، کارآیی فنی، کارآیی تخصیصی، کارآیی ساختاری و کارآیی مالی، که همه آن‌ها برای حداکثر کردن تولید با هزینه مشخص یا حداقل نمودن هزینه با سطح تولید مشخص هستند و نتیجه آن‌ها نیز حداکثر کردن سود واحد تصمیم‌گیرنده است (طحاری و همکاران، ۱۳۹۰). در این پژوهش با توجه به اینکه اثر نسبت‌های مالی بر کارآیی بررسی شده، از مفهوم کارآیی مالی استفاده شده است.

کارآیی مالی: عبارت است از نسبت ستانده‌های مالی ناشی از عملیات و فعالیت‌های موسسه به داده‌های مربوط به عوامل مختلف به کار گرفته شده در انجام فعالیت‌های مختلف موسسه (شیخ ابومسعودی، عباس، ۱۳۹۶).

تعریف رابطه‌ی عملکرد با روابط تاثیر گذار به ساخت تابعی با عنوان تابع تولید منجر شده که از ترکیب ورودی‌ها بیشترین خروجی ممکن را تولید می‌کند. واضح است که به دست آوردن تابعی که در تعریف بالا بگنجد، کار دشوار و در بسیاری از موارد غیر ممکن است. پس برای به دست آوردن تابع، آن را به روش‌های مختلف تقریب زدند. از جمله‌ی این روش‌ها می‌توان به روش‌های سنتی و علمی اشاره کرد که روش‌های علمی خود به دو شاخه پارامتری و غیر پارامتری تقسیم می‌شوند (عبادی، ۹۰). رویکرد پارامتریک از روش‌های آماری استفاده می‌نماید که بیشتر در تجزیه و تحلیل مسائل اقتصادی کاربرد دارد. روند رویکرد پارامتریک این‌گونه است که با استفاده از داده‌های مشاهده شده، پارامترهای یک تابع تولید مشخص برآورد می‌شود و سپس بر اساس آن میزان کارآیی واحدهای تحت ارزیابی مشخص می‌گردد. از فرضیات مهم این رویکرد می‌توان به مشخص بودن نوع رابطه بین داده‌ها و ستانده‌ها اشاره کرد (شیخ ابومسعودی، عباس، ۱۳۹۶). با پیشرفت تکنولوژی، روش‌های پارامتری در برخورد با مسایل موفق عمل نکرد. روش‌های ناپارامتریک عموماً عملکرد یک بنگاه یا واحد تصمیم‌گیری را با بهترین عملکرد بالفعل بنگاه‌های داخل آن صنعت بررسی می‌کند که در این تحقیق از رویکرد ناپارامتریک استفاده شده است.

#### • تحلیل پوششی داده‌ها

برای رفع مشکلات ناشی از روش‌های پارامتری، فارل در سال ۱۹۵۷ برای نخستین بار روش‌های غیر پارامتری را ابداع کرد. DEA، در واقع تعمیم کار فارل در ابداع اولین روش غیر پارامتری است. فارل، با استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های واحد‌های تصمیم‌گیرنده و با استفاده از اصول حاکم بر آن‌ها، مجموعه‌ای با عنوان مجموعه‌ی امکان تولید را ارائه و قسمتی از مرز آن را تقریبی از تابع تولید خواند. این مرز را مرز کارا نیز می‌نامند و واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای که روی این مرز قرار می‌گیرند، کارا ارزیابی می‌شوند. از آنجائی که DEA تکنیک ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده است، حداقل یکی از واحدها روی مرز و بقیه‌ی واحدها در زیر آن قرار دارند. نام تحلیل پوششی داده‌ها، از ویژگی پوششی بودن منشأ گرفته است.

این روش‌ها در مقایسه با بقیه روش‌های عملی قبلی، دارای مزیت‌هایی است که در ادامه به ذکر آن می‌پردازیم. در روش‌های DEA برخلاف بعضی از روش‌های عددی، مشخص بودن وزن‌ها از قبل و تخصیص آن‌ها به ورودی و خروجی داده‌ها لازم نیست، همچنین این روش‌ها، نیازی به اشکال تابعی از قبل مشخص شده (مانند روش رگرسیون‌های آماری) و یا شکل صریح تابع تولید (مانند برخی از روش‌های پارامتری) ندارند. تحلیل پوششی داده‌ها، با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی، می‌تواند تعداد زیادی از متغیرها و روابط را در برگیرد و مشکلات روش‌هایی را که در استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌ها با محدودیت مواجه‌اند را ندارد. همچنین DEA، فرصت‌های زیادی برای همکاری میان تحلیل‌گر و تصمیم‌گیرنده ایجاد می‌کند. این همکاری‌ها می‌تواند در راستای انتخاب ورودی و خروجی واحدهای تحت‌ارزیابی و چگونگی عملکرد و الگویابی نسبت به مرز کارا باشد (عبادی، ۹۰).

#### • مجموعه امکان تولید و مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها

مجموعه‌ای به صورت  $\{X, Y\}$  را تولید می‌کند:  $T = \{(X, Y)\}$  را مجموعه‌ی امکان تولید (PPS) می‌نامند. این تعریف با توجه به نوع تکنولوژی تولید متفاوت، PPS‌های مختلف را تولید می‌کنند. مجموعه امکان تولید دارای ویژگی‌های زیر است:

۱. اصل شمول مشاهدات: تمام  $(X, Y)$  مشاهده شده به مجموعه تعلق دارد (کوپر، سیفورد، تون، ۲۰۰۰).

۲. اصل اشعه بیکران: اگر  $(X, Y)$  یک عضو از مجموعه باشند، آنگاه  $(\lambda X, \lambda Y), \lambda \geq 0$  نیز به مجموعه تعلق دارد (کوپر و همکاران، ۲۰۰۰)

۳. اصل تحدب: اگر  $(X, Y)$  عضوی از مجموعه باشند، آنگاه داریم:

$$(\lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2, \lambda Y_1 + (1 - \lambda)Y_2) \geq 0$$

که یک ترکیب خطی از دو نقطه بالاست نیز، عضوی از مجموعه است (کوپر و همکاران، ۲۰۰۰)

۴. اصل امکان پذیری: اگر  $(X, Y)$  یک عضو از مجموعه باشند، آنگاه به ازای تمام  $(X', Y')$  به طوری  $Y \geq Y', X \geq X'$

به مجموعه تعلق دارد (کوپر و همکاران، ۲۰۰۰)

۵. اصل کمینه: کوچکترین مجموعه تولید شده توسط اصول ۱، ۲، ۳ و ۴، مجموعه امکان تولید را شکل می‌دهند (اوتو و

بوگتوفت، ۲۰۱۱).

اولین PPS که به مجموعه‌ی امکان تولید CCR معروف است در سال ۱۹۷۸ توسط چارلز و همکارانش به صورت زیر تعریف شد:

## • مدل CCR

فارل در سال ۱۹۵۷ اولین کسی بود که روش غیر پارامتری را با استفاده از برنامه‌ریزی خطی پیشنهاد کرد (نجفی و همکاران، ۸۷). فارل با استفاده از روشی مبتکرانه اقدام به اندازه‌گیری عملکرد یک واحد تولیدی کرد. مدل مورد بررسی وی تنها یک ورودی و یک خروجی را در نظر می‌گرفت و وی نتوانست مدل خود را در حالت چند ورودی و چند خروجی توسعه دهد (امیری و جهانی، ۱۳۸۹).

در سال ۱۹۷۸ چارنزا<sup>۱</sup>، کوپر<sup>۲</sup> و رودز<sup>۳</sup> روش فارل را برای حالت چند ورودی و چند خروجی تعمیم دادند که به خاطر حرف اول اسم ارائه‌دهندگان آن به روش CCR معروف شد. در مدل CCR میزان کارایی مانند روش‌های پارامتری به صورت نسبت خروجی به ورودی تعریف می‌شود. واحدی که این نسبت برای آن بیشترین باشد کارآ نامیده می‌شود. متغیرهای مسئله زیر وزن‌ها بوده و جواب مسئله مناسب‌ترین و مساعدترین مقادیر را برای وزن‌های واحد تصمیم‌گیرنده یا واحد صفر ارائه و کارایی آن را اندازه‌گیری می‌کند. مدل ریاضی آن به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max } Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

st: واحد (j=1,2,...,n)

فرمول (۳): مدل اولیه CCR

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

(جهانشاد، ۱۳۸۸)

$x_{ij}$ = میزان ورودی  $i$  ام برای واحد  $j$  ام ( $i=1,2,\dots,m$ )

$y_{rj}$ = میزان خروجی  $r$  ام برای واحد  $j$  ام ( $r=1,2,\dots,s$ )

$u_r$ = وزن داده‌شده به خروجی  $r$  ام (قیمت خروجی  $r$  ام)

$v_i$ = وزن داده‌شده به ورودی  $i$  ام (هزینه ورودی  $i$  ام)

در تحلیل پوششی داده‌ها دوگان فرم مضربی همواره شکل پوششی را نتیجه می‌دهد. فرم پوششی، کارایی را بر اساس تخمین تابع تولید و مقایسه واحد تحت ارزیابی با مرز کارایی محاسبه می‌کند. با توجه به این که دوگان مسئله DEA به محاسبات کمتری برای حل نیازمندند، این مدل‌ها را به شکل دوگان نوشته سپس آن را حل می‌نمایند، شکل دوگان مسئله یاد شده (در حالت تبدیل شده از فرم کسری به فرم برنامه‌ریزی خطی) عبارت است از:

1. Charnes  
2. Cooper  
3. Rhodes

فرمول (۴) : مدل دوگان CCR

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & \text{Subject to} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, t \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon \end{aligned}$$

(قاسمی، ۱۳۸۸)

### • مدل BCC

مدل‌های CCR از جمله مدل‌های بازده ثابت به مقیاس است. مدل بازده ثابت به مقیاس زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی کارایی واحدها، هرگاه فضا و شرایط رقابت ناقص محدودیت‌هایی را در سرمایه‌گذاری تحمیل کند؛ موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می‌گردد.

در سال ۱۹۸۴ بنکر<sup>۱۱</sup>، چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که با توجه به حروف اول نام آن‌ها به مدل BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها است که در ارزیابی کارایی نسبی واحدها با بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌پردازد.

مدل BCC برای ارزیابی کارایی واحد تحت بررسی (صفر) به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max } Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + \omega}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (۴)$$

St:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + \omega}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$\omega$  ها آزاد در علامت

همان‌طور که ملاحظه می‌شود تفاوت این مدل با مدل CCR در وجود متغیر آزاد در علامت  $\omega$  می‌باشد. در مدل BCC علامت متغیر  $\omega$  بازده به مقیاس را برای هر واحد می‌تواند مشخص کند.

برای تبدیل این مدل به مدل ورودی محور باید یک متغیر آزاد در علامت را به مدل اضافه نمود. مدل مضربی BCC ورودی محور به شکل زیر خواهد بود:

فرمول (۵): مدل اولیه (مضربی) BCC ورودی محور

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_0 &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + \omega \\ \text{st:} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \omega &\leq 0 \\ (j=1, 2, \dots, n) \\ u_r, v_i &\geq 0 \quad \omega \text{ آزاد در علامت} \end{aligned}$$

اما برای تبدیل مدل کسری BCC به یک مدل برنامه‌ریزی خطی می‌توان از روش دیگری نیز استفاده کرد. در این روش با اعمال محدودیتی دیگر مدل برنامه‌ریزی کسری BCC به مدل برنامه‌ریزی خطی زیر تبدیل می‌شود که بیانگر مدل مضربی BCC خروجی محور است:

فرمول (۶): مدل اولیه (مضربی) BCC خروجی محور

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_0 &= \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + \omega \\ \text{st:} \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} &= 1 \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + \omega &\leq 0 \\ (j=1, 2, \dots, n) \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

(جهانشاد، ۱۳۸۸)

مدل BCC همانند مدل CCR است. با این حال در شکل اولیه این مدل محدودیت  $\{\lambda = 1\}$  به سایر محدودیت‌های مدل CCR اضافه شده است و در نتیجه در شکل ثانویه آن، متغیرهای متناظر با آن محدودیت به تابع هدف اضافه می‌گردد. این موضوع بر اساس ارتباط مسائل اولیه و ثانویه در برنامه‌ریزی خطی حاصل شده است. در فرمول بندی مدل CCR فرض شده است که رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌ها از فرض بازده به مقیاس ثابت پیروی میکند؛ یعنی مثلاً اگر ورودی‌ها دو برابر شوند، خروجی‌ها نیز دو برابر می‌شوند، در حالی که خروجی‌ها افزایشی بیش از دو برابر یا کمتر از دو برابر داشته باشند، به ترتیب بازده آن‌ها افزایشی یا کاهش‌ی فرض می‌شود. در بسیاری از سازمان‌ها فرض بازده به مقیاس ثابت برقرار نیست. این مشکل در مدل BCC با اضافه شدن محدودیت ذکر شده در بالا برطرف شده است. بنابراین بر اساس دیدگاه اصل موضوع جهت ساختن مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مجموعه امکان تولید BCC به صورت رابطه ۷ تعریف می‌شود که با (pps) نشان می‌دهیم:

$$\text{pps} = \{(X, Y) \mid X \geq X\lambda, Y \leq Y\lambda, 1\bar{\lambda} = 1, \lambda \geq 0\} \quad (7)$$

که در آن:

$$\{X=(x_j) \subset R^{m \times n}\}, \quad \{Y=(y_j) \subset R^{s \times n}\} \quad (8)$$

مجموعه ای از داده ها بوده و  $(\lambda \in R^n)$  است. بنابراین فرق مدل BCC با مدل CCR تنها در شرط  $1\lambda = \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  است. این شرط با توجه به محدودیت  $(\lambda_j \geq 0)$  یک وضعیت تحدب را برای ترکیب DMUها تحلیل میکند. (جهانشاد، ۸۸) از آنجایی که مدل بررسی شده کارآیی را با تعیین وزنهای ورودی و خروجی محاسبه می کند به آن مدل وزنی یا مضربی گفته می شود.

دو مشخصه اساسی برای استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها، ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو می باشد که به تشریح هر یک پرداخته می شود.

۱- ماهیت الگوی مورد استفاده: ماهیت (دیدگاه) الگوی مورد استفاده به دو دسته ورودی محور و خروجی محور به شرح زیر تقسیم می شود:

الف) ماهیت (دیدگاه) ورودی محور

در صورتی که در فرآیند ارزیابی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی ها، سعی در حداقل سازی ورودی ها شود، ماهیت الگوی مورد استفاده ورودی محور است.

ب) ماهیت (دیدگاه) خروجی محور

در صورتی که در فرآیند ارزیابی با ثابت نگه داشتن سطح ورودی ها، سعی در حداکثر سازی خروجی ها شود؛ ماهیت الگوی مورد استفاده خروجی محور است.

۲- بازده به مقیاس الگوی مورد استفاده: بازده به مقیاس، بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی ها و خروجی های یک سیستم در یکی از دو حالت زیر می باشد.

الف) بازده به مقیاس ثابت

بازده به مقیاس ثابت، یعنی هر مضربی از ورودی ها همان مضرب از خروجی ها را تولید می کند. در الگوی CCR بازده به مقیاس واحدها را ثابت فرض می کند؛ بنابراین واحدهای کوچک و بزرگ، باهم مقایسه می شوند.

ب) بازده به مقیاس متغیر

بازده به مقیاس متغیر یعنی هر مضربی از ورودی ها، می تواند همان مضرب از خروجی ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را، در خروجی ها تولید کند. در الگوی BCC بازده به مقیاس را، متغیر فرض می کند.

از آنجایی که مدل های پایه ایی تحلیل پوششی داده‌ها، واحدهای تصمیم گیرنده را به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم می کنند، به طوری که هیچ رتبه بندی برای واحدهای کارا قائل نمی شوند، از این رو، توسعه مدل های تحلیل پوششی داده‌ها برای رتبه بندی واحدهای کارا احساس می شود. یکی از این روش ها در ادامه بررسی می شود.

#### • مدل ابر کارایی

استفاده از مدل های ابر کارایی می تواند به ارائه فهرست دقیق تری از شرکت های کارا کمک نماید. ابر کارایی به مدل DEA اصلاح شده ای اطلاق می شود که در آن، بنگاه ها می توانند مقادیر کارایی بزرگتر از یک (۱۰۰ درصد) داشته باشند. دلیل این امر آن است که شرکت ها برای محاسبه کارایی، هیچ محدودیتی در خصوص قرار دادن خود به عنوان یک مرجع، پیش رو ندارند. این روش برای نخستین بار توسط اندرسون و پترسون ارائه شد که هدف اصلی آن، فراهم نمودن سیستمی برای



رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری است که در آن می‌توان بین واحدهای تصمیم‌گیری موجود بر روی نقاط مرزی، تمایز قائل شد. در این حالت برای محاسبه کارایی  $\alpha$  امین بنگاه، داده‌های مربوط به بنگاه  $\alpha$  ام از ماتریس حذف می‌شود. بنابراین، در مدلی برنامه‌ریزی خطی که برای  $\alpha$  امین بنگاه اجرا می‌شود، خود بنگاه به عنوان بخشی از مرز مبنا وجود ندارد و چنانچه این بنگاه در مدل استاندارد اولیه DEA کاملاً کارا بوده باشد، در مدل فعلی دارای کارایی بیشتر از یک خواهد بود. کارکردهای متعددی برای مدل‌های ابر کارایی ذکر شده است که عبارتند از:

- الف) رتبه‌بندی واحدهای کاراء (ب) طبقه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده (ج) حساسیت طبقه‌بندی‌های کارایی (د) محاسبه و تجزیه شاخص بهره‌دوری مالم کوپست (قاسمی، ۱۳۸۸)
- رابطه جبری یک مدل ابر کارایی برای محاسبه کارایی واحد تصمیم‌گیرنده‌ها به صورت فرمول ۷ تعریف می‌شود:

فرمول (۷): مدل اولیه ابر کارایی

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta \\
 & \text{Subject to} \\
 & \sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{rj} \quad r = 1, 2, \dots, t \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & u_r, v_i \geq \varepsilon
 \end{aligned}
 \tag{قاسمی، ۱۳۸۸}$$

#### • نسبت‌های مالی<sup>۱</sup>

نسبت‌های مالی، ارتباط ریاضی و منطقی بین اقلام موجود در صورت‌های مالی اساسی و گزارش‌های مالی ایجاد می‌کند که به منظور ارزیابی کیفی اطلاعات کمی و طبقه‌بندی و پیش‌بینی وضعیت آینده شرکت‌ها از آن‌ها استفاده می‌شود. این نسبت‌ها را می‌توان به چهار دسته کلی زیر تقسیم نمود:

- ۱- نسبت‌های نقدینگی، ۲- نسبت‌های اهرمی، ۳- نسبت‌های فعالیت، ۴- نسبت‌های سودآوری
- ۱- نسبت‌های نقدینگی: این نسبت‌ها توانایی یک شرکت را نسبت به پرداخت تعهدات کوتاه‌مدت و پرداخت بدهی‌های جاری به توسط دارایی‌های جاری نشان می‌دهد. از جمله نسبت‌های این گروه عبارت‌اند از: نسبت جاری-نسبت آبی
- ۲- نسبت‌های اهرمی: این دسته از نسبت‌ها، حد و اندازه‌ای را که یک شرکت از طریق وام یا قرض از منابع خارج از موسسه تامین مالی می‌کند؛ اندازه‌گیری می‌نمایند. از جمله نسبت‌های این گروه عبارت‌اند از: نسبت بدهی، نسبت توانایی پرداخت هزینه‌های بهره و نسبت پوشش هزینه‌های ثابت.

۳-نسبت‌های فعالیت: این گروه از نسبت‌ها درجه کارائی مدیریت موسسه را در کاربرد منابعش اندازه گیری می‌کنند. از جمله نسبت‌های این گروه عبارت‌اند از: گردش موجودی کالا، متوسط دوره وصول طلب، گردش سنی موجودی، سیکل عملیاتی، گردش دارائی‌های ثابت و گردش مجموع دارائی‌ها.

۴-نسبت‌های سودآوری: این گروه از نسبت‌ها، فعالیت کلی مدیریت موسسه را از طریق سود حاصل از فروش و سرمایه‌گذاری‌ها اندازه‌گیری می‌کنند (میزان سودآوری شرکت در یک دوره را نشان می‌دهند) و توانایی تحصیل سود و بازده کافی سرمایه‌گذاری، معیاری برای سنجش سلامت مالی و مدیریت مؤثر شرکت می‌باشد. از جمله نسبت‌های این گروه عبارت‌اند از: سود خالص به فروش (نسبت حاشیه سود)، بازدهی کل سرمایه‌گذاری و بازدهی ارزش ویژه (شیخ ابومسعودی، عباس، ۱۳۸۲).

متغیرهای مستقل در این پژوهش نسبت‌های مالی می‌باشند که در دو گروه ورودی و خروجی مورداستفاده قرار گرفته‌اند. ورودی‌ها و خروجی‌ها با توجه به منابع در دسترس، تحقیقات گذشته و نظرسنجی از خبرگان انتخاب شده‌اند.

## ۲-۲ پیشینه پژوهش

محمدی (۱۳۸۳) در پژوهشی تحت عنوان "تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها" کاربرد تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی برای تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی شرکت‌های داروسازی را مورد بررسی قرار داد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در میان نسبت‌های نقدینگی، نسبت سریع و در میان نسبت‌های سودآوری، بازده حقوق صاحبان سهام و در میان نسبت‌های رشد، نسبت افزایش حقوق صاحبان سهام و در میان نسبت‌های عملیاتی، نسبت گردش موجودی بیشترین اهمیت را در صنعت داروسازی داشته است. پس از به‌کارگیری شاخص‌های ترکیبی به‌عنوان ستاده و استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های جمعی، نمره‌ی ناکارآمدی شرکت‌های داروسازی محاسبه شد که در این میان شرکت داروسازی البرز بالاترین و شرکت دارویی لقمان پایین‌ترین رتبه را به خود اختصاص دادند.

شکراله خواجهی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی "تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مکملی برای تحلیل سنتی نسبت‌های مالی" پرداختند. در این تحقیق صورت‌های مالی ۲۶۷ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران برای سال مالی ۱۳۸۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار داد شد. نسبت‌ها و داده‌های مالی، ۴ ورودی و ۷ خروجی مدل پوششی BCC ورودی محور تکنیک مذکور را تشکیل دادند. اجرای مدل مذکور نشان داد که در میان ۲۶۷ شرکت مورد بررسی ۳۲ شرکت دارای کارایی نسبی و ۲۳۵ شرکت ناکارآ هستند.

فراق نیا و شاکر محمود کیانی (۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی سنجش کارایی مالی ۷۲ شرکت دارویی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۹، با استفاده از مدل‌های ابر کارآی تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و بررسی رابطه آن با نسبت‌های مالی پرداختند. میانگین امتیاز کارایی شرکت‌های دارویی در بازه زمانی مذکور به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۷۷ و ۰/۶۹ بوده و شرکت فراورده‌های تزریقی ایران و زهراوی به‌عنوان کارآترین واحدها محسوب شدند. نرمال بودن توزیع داده‌ها نیز با آزمون کلموگروف اسمیرنوف تایید شد و فرضیات پژوهش با آزمون همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، بین کارایی حاصل از DEA و نسبت‌های فعالیت و ابعاد آن شامل نسبت گردش مجموع دارایی‌ها، نسبت گردش موجودی کالا و نسبت حساب‌های دریافتی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

سویوشی و گوتو<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) در پژوهشی به "استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها - آنالیز تفکیک کننده برای بررسی تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر روی عملکرد مالی شرکت‌های فعال در صنایع تجهیزات الکتریکی و ماشین‌آلات در ژاپن"

پرداختند نتیجه پژوهش بیانگر آن بود که هزینه‌های تحقیق و توسعه بر عملکرد مالی شرکت‌های موجود در صنعت ماشین‌آلات تأثیر مثبت و در صنعت تجهیزات الکتریکی تأثیر منفی گذاشته بود. به عبارت دیگر، نتایج بیانگر این موضوع بود که تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر عملکرد مالی (شامل اجتناب از ورشکستگی) به نوع صنعت وابسته بوده است. وزاکین و دوزاکین<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) در پژوهشی به ارزیابی عملکرد بخش‌های مختلف صنعتی کشور ترکیه پرداختند. در این پژوهش ۳ مؤلفه دارایی‌های خالص، تعداد کارکنان و ارزش افزوده ناخالص به‌عنوان ورودی و دو مؤلفه سود قبل از کسر مالیات و درآمد صادراتی هر بخش به‌عنوان خروجی برای مدل ارزیابی تحلیل پوششی داده‌ها در سطح کل شرکت‌ها و همچنین شرکت‌های موجود در هر یک از صنایع، استفاده شد. نتایج بیانگر آن است که در طول سال ۲۰۰۷ در سطح کل شرکت‌ها، تنها ۹ شرکت و در سطح هر صنعت ۶۵ شرکت در مجموع بطور کارآ عمل کرده‌اند. ۲۷۸ شرکت هم به‌عنوان ناکارآترین شرکت‌ها شناسایی شدند که بسیار پایین‌تر از حد متوسط سطح کل شرکت‌ها و سطح صنایع فعالیت می‌کردند.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به ارزیابی کارایی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها می‌پردازد. با توجه به مقطعی بودن این تحقیق و هدف آن که ارزیابی کارایی شرکت‌های موجود در بورس اوراق بهادار تهران، رتبه‌بندی آن‌ها و نیز مشخص نمودن شرکت‌های مرجع و شرکت‌هایی که در حوزه درماندگی مالی قرار گرفته‌اند؛ اطلاعات موردنیاز از عملکرد شرکت‌ها از طریق ترازنامه و صورت‌حساب سود و زیان برای چهار سال مالی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ استخراج گردیده است. برای تعیین کارایی و رتبه‌بندی شرکت‌ها از طریق مدل DEA، معمولاً باید همه شرکت‌ها در یک گروه قرار گرفته و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گرفتند و با توجه به ماهیت تکنیک مذکور که باید تمام اعضای مجموعه (DMUها) دارای ماهیت یکسان باشند (این موضوع یکی از ضعف‌های پژوهش‌ها قبلی محسوب می‌گردد)؛ لذا به همین جهت در این پژوهش، کل شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران که به‌عنوان جامعه آماری انتخاب گردیدند؛ در نه گروه غیر همگن دسته‌بندی شدند. این گروه‌ها عبارتند از: ۱- شرکت‌های دارویی ۲- صنایع غذایی ۳- محصولات شیمیایی و فرآورده‌های نفتی ۴- خودرو و حمل‌ونقل ۵- مواد و مصالح ساختمانی ۶- صنایع فلزی ۷- فناوری ۸- شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری‌های مالی ۹- مؤسسات اعتباری و بانک‌ها؛ که این عمل باعث بالا رفتن دقت تحلیل و تعمیم‌پذیری بالاتر آن می‌گردد. مبنای این دسته‌بندی، نوع سیستم تولیدی و ریسک‌های مشابه برای هر دسته بوده است. به‌عنوان مثال شرکت‌های صنایع ساختمانی و سرامیک که در یک دسته قرار داده شده‌اند؛ هر دو دارای سیستم تولید پیوسته هستند و از لحاظ انبار مواد اولیه (مواد فاسد نشدنی) و توزیع و حمل‌ونقل محصولات، مشابه هم هستند و در نتیجه دارای ریسک‌های مالی و غیرمالی مشابه می‌باشند.

### ● متغیرهای پژوهش

نسبت‌های مالی ارتباط ریاضی و منطقی بین اقلام موجود در گزارش‌های مالی ایجاد می‌کند که به‌منظور ارزیابی کیفی اطلاعات کمی و طبقه‌بندی و پیش‌بینی وضعیت آینده شرکت‌ها (واحدهای تصمیم‌گیرنده) از آن استفاده شده است. متغیرهای مستقل در این پژوهش نسبت‌های مالی در نظر گرفته شده است که در دو گروه خروجی و ورودی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ورودی‌ها و خروجی‌ها با توجه به منابع در دسترس، تحقیقات گذشته و نظرسنجی از خبرگان با استفاده از روش دلفی انتخاب شده‌اند.

ورودی: عاملی است که با افزایش آن و حفظ تمام عوامل دیگر کارایی کاهش یافته و با کاهش آن و حفظ تمام عوامل دیگر کارایی افزایش می‌یابد.

خروجی : عاملی است که با افزایش آن و حفظ تمام عوامل دیگر ، کارایی افزایش یافته و با کاهش آن و حفظ تمام عوامل دیگر کارایی کاهش می‌یابد .

شرایطی که در انتخاب عوامل داده(ورودی) و ستانده(خروجی) باید در نظر گرفته شوند عبارت‌اند از:

۱- یک ارتباط مفهومی بین داده‌ها و ستانده‌ها برقرار باشد .

۲- یک ارتباط مقداری بین داده‌ها و ستانده‌ها در عمل استنباط شود .

۳- ارتباط بین داده‌ها و ستانده‌ها مستقیم باشد.

۴- داده‌ها و ستانده‌ها نا منفی باشند و هر DMU حداقل یک داده و ستاده مثبت داشته باشند.

۵-  $\{ (ورودی + خروجی) * ۲ \text{ یا } (ورودی + خروجی) * ۳ \} \geq \text{تعداد DMU (طلوع، جوشقانی، ۸۹)}$

مسئله قابل توجه در روش DEA آن است که اگر تعداد DMU ها، در مقایسه با تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها اختلاف چندانی نداشته باشند ؛ پس از حل مسئله مشاهده خواهد شد که بیشتر DMU ها کارآ می شوند . آنچه به صورت تجربی حاصل شده است چنین است که تعداد DMU های تحت بررسی ، در سنجش با مجموع تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها ، باید از رابطه بالا پیروی کند (محرابیان، ۸۷) . که در گروه بندی های انجام شده در این تحقیق این موضوع رعایت شده است .

جدول (۱) : متغیرهای تحقیق

نام متغیر	نماد	متغیر	روش محاسبه
نسبت بدهی	TLTA	ورودی	جمع کل دارایی‌ها/جمع کل بدهی‌ها(بدون حقوق صاحبان سهام)
نسبت بدهی به ارزش ویژه	TDE	ورودی	حقوق صاحبان سهام /جمع کل بدهی‌ها
بازده دارایی	ROA	خروجی	جمع دارایی‌ها /سود خالص بعد از کسر مالیات
بازده حقوق صاحبان سهام	ROE	خروجی	حقوق صاحبان سهام /سود خالص بعد از کسر مالیات
گردش دارایی‌های ثابت	CATA	خروجی	کل دارایی‌های ثابت خالص / جمع درآمدها(فروش)
گردش مجموع دارایی‌ها	NSTA	خروجی	جمع کل دارایی‌ها /جمع درآمدها(فروش)
حاشیه سود	PM	خروجی	فروش /سود خالص بعد از کسر مالیات

از آنجا که مدل‌های الگوی DEA نمی‌توانند داده‌های منفی به خود بگیرند ؛ لذا به این منظور برای تعدیل اعداد منفی ، کوچک‌ترین عدد منفی هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها را مشخص کرده و با اضافه کردن قرینه آن به اعداد مربوطه، مجموعه داده‌ها(متغیرها) را برای اجرای الگوی DEA توسط نرم‌افزار آماده می‌شود .

برای دسترسی به اطلاعات مالی لازم ، نیاز به صورت‌های مالی سالانه شرکت‌ها می‌باشد که این صورت‌ها از طریق سایت اینترنتی "مدیریت پژوهشی توسعه و مطالعات اسلامی بورس اوراق بهادار تهران" و کتابخانه بورس اوراق بهادار تهران ؛ سایت کدال و با استفاده از نرم‌افزار ره‌آورد نوین جمع‌آوری شد .

### ● انتخاب مدل تحلیل پوششی داده‌ها

نوع مدل DEA مورد استفاده در این پژوهش BCC ورودی محور با فرم پوششی می‌باشد. به این دلیل که تغییر در ورودی‌ها باعث تغییر در خروجی‌ها به همان نسبت نمی‌شود و شرکت‌های مورد بررسی، بهینه عمل نمی‌کنند. بازده به مقیاس متغیر است؛ پس مدل BCC مدل مناسب‌تری می‌باشد. علت انتخاب این دیدگاه برای الگو این است که در این پژوهش مدیریت شرکت‌ها کنترل چندانی بر میزان خروجی (میزان سود) ندارند ولی می‌توانند ورودی خود را کاهش دهند و در نتیجه میزان کارایی افزایش یابد. در این موارد میزان ورودی‌ها، به‌عنوان متغیر تصمیم می‌باشد و بنابراین، دیدگاه ورودی مورد استفاده قرار می‌گیرد. و در نهایت برای رتبه بندی واحدهای کارا از معیار اندرسون پیترسون استفاده شده و با استفاده از نرم افزار واحدهای تصمیم‌گیری مرجع برای هر واحد انتخاب شده است.

### ● روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا متغیرهای تحقیق که شامل نسبت بدهی، نسبت بدهی به ارزش ویژه به‌عنوان ورودی و بازده دارایی، بازده حقوق صاحبان سهام، گردش دارایی ثابت، گردش مجموع دارایی‌ها و حاشیه سود به‌عنوان خروجی می‌باشد از صورت وضعیت مالی شرکت‌ها برای چهار سال مالی ۹۲ تا ۹۵ به دست آمد. در ادامه با استفاده از مدل BCC ورودی محور، متغیرهای ورودی و خروجی که مقادیر آن‌ها از طریق ترازنامه‌های مالی شرکت‌ها بدست آمده است برای هر گروه از صنعت و هر سال به‌طور جداگانه وارد کد نوشته شده در نرم‌افزار متلب گردید و نتایج کارایی برای هر سال و هر دسته محاسبه شد و سپس در نرم‌افزار اکسل اعداد کارایی رتبه‌بندی شده و بر اساس درجه کارایی شرکت‌ها برای آن‌ها در هر سال نمودار ترسیم شده است که رتبه‌بندی شرکت‌ها به‌صورت راحت‌تر قابل دید، فهم و تفکیک باشد. در ادامه با استفاده از تکنیک ابرکاری شرکت‌های کارا رتبه بندی شده و با توجه به وزن‌های بدست آمده برای هر کدام از شرکت‌ها، شرکتی به‌عنوان مرجع انتخاب شد. با استفاده از میانگین کارایی‌های بدست آمده در چهار سال، رتبه بندی جدیدی از شرکت‌ها ارائه شد که به تشریح آن در بخش بعدی پرداخته می‌شود. نهایتاً با استفاده از متوسط صنعت محاسبه شده و مقادیر کارایی به‌دست آمده، وضعیت آینده شرکت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

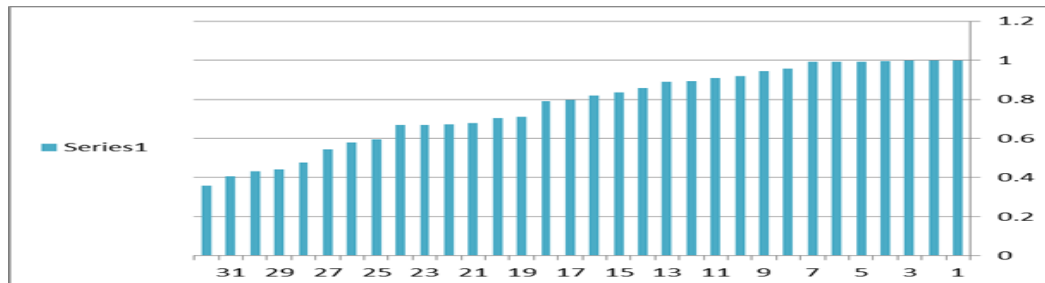
### ۴- یافته‌های پژوهش

در این بخش با استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌ها و تکنیک روش BCC به ارزیابی شرکت‌ها در هر گروه از صنایع و تعیین کارا و ناکارا بودن آنها می‌پردازیم (در این روش بر خلاف روش CCR فرض ثابت بودن بازده به مقیاس حذف می‌شود و بازده به مقیاس به صورت یک متغیر (W) وارد مدل می‌شود تا نشان دهنده مقیاس به صورت افزایشی، کاهش و با ثابت باشد که این موضوع نسبت به روش CCR به واقعیت نزدیکتر می‌باشد). در مرحله بعد پس از تعیین شرکت‌های کارا در هر گروه از صنایع، از روش اندرسون پیترسون (A & P) به منظور رتبه بندی شرکت‌های کارا استفاده می‌شود. همچنین برای واحدهای ناکارا، شماره واحدهای مرجع مشخص می‌شوند که این واحدهای مرجع توسط نرم‌افزار معرفی می‌شوند.

رتبه‌بندی کارایی و تعیین شرکت‌های کارا و ناکارا، رتبه بندی شرکت‌های کارا و نمودارهای کارایی هر گروه برای هر سال به‌طور جداگانه محاسبه شده و برای هر گروه رتبه‌بندی کلی شرکت‌ها بر مبنای میانگین کارایی آن‌ها در سال‌های ۹۲ تا ۹۵ در قالب جدول و نمودار بیان شده است. به دلیل حجم زیاد اطلاعات و محدودیت فضا، برای نمونه فقط جداول و نمودارهای یک گروه از صنعت (گروه شرکت‌های صنایع دارویی) آورده شده است.

نتایج مربوط به میانگین کارایی، رتبه بندی واحدهای کارا و تعیین واحدهای مرجع متناسب با وزن داده شده به واحدها (با استفاده از نرم‌افزار) برای شرکت‌های صنایع دارویی در سال ۹۲ تا ۹۵ در جدول (۲) قرار گرفته و در شکل (۱) تصویر شده است.

\*لازم به توضیح است به دلیل وجود محدودیت های حقوقی در معرفی شرکت های درمانده مالی و همچنین رعایت اصول اخلاقی نام اصلی شرکت ها ذکر نگردیده و از شماره گذاری بدین منظور استفاده گردیده است .



شکل (۱): میانگین کارایی گروه شرکت‌های صنایع دارویی

جدول (۲): رتبه‌بندی کلی صنایع دارویی

رتبه	نام شرکت	کارایی صنایع بر اساس مدل BCC	مقادیر کارایی برای واحدهای کارا بر اساس روش A&P	شماره واحدهای مرجع	کارآ/ناکارآ
۱	شرکت شماره ۱	1	۳/۲۶		کارآ
۲	شرکت شماره ۲	1	۱/۳۳		کارآ
۳	شرکت شماره ۳	1	۱/۳۰		کارآ
۴	شرکت شماره ۴	0.993925		۳	ناکارآ
۵	شرکت شماره ۵	0.992125		۲/۳	ناکارآ
۶	شرکت شماره ۶	0.99205		۱/۲	ناکارآ
۷	شرکت شماره ۷	0.991375		۲/۳	ناکارآ
۸	شرکت شماره ۸	0.957325		۱	ناکارآ
۹	شرکت شماره ۹	0.94275		۲	ناکارآ
۱۰	شرکت شماره ۱۰	0.9176		۲	ناکارآ
۱۱	شرکت شماره ۱۱	0.909825		۳	ناکارآ
۱۲	شرکت شماره ۱۲	0.8944		۲/۳	ناکارآ
۱۳	شرکت شماره ۱۳	0.889		۱/۳	ناکارآ
۱۴	شرکت شماره ۱۴	0.858575		۲	ناکارآ
۱۵	شرکت شماره ۱۵	0.83485		۲	ناکارآ
۱۶	شرکت شماره ۱۶	0.8188		۱/۳	ناکارآ

۱۷	شرکت شماره ۱۷	0.79635	۱/۳	ناکارآ
۱۸	شرکت شماره ۱۸	0.789375	۱/۳	ناکارآ
۱۹	شرکت شماره ۱۹	0.7115	۱/۳	ناکارآ
۲۰	شرکت شماره ۲۰	0.70535	۲/۳	ناکارآ
۲۱	شرکت شماره ۲۱	0.6789	۱/۳	ناکارآ
۲۲	شرکت شماره ۲۲	0.672025	۲/۳	ناکارآ
۲۳	شرکت شماره ۲۳	0.669325	۱/۲/۳	ناکارآ
۲۴	شرکت شماره ۲۴	0.6672	۲	ناکارآ
۲۵	شرکت شماره ۲۵	0.595075	۱/۲/۳	ناکارآ
۲۶	شرکت شماره ۲۶	0.579675	۱/۳	ناکارآ
۲۷	شرکت شماره ۲۷	0.543775	۳	ناکارآ
۲۸	شرکت شماره ۲۸	0.47645	۱/۳	ناکارآ
۲۹	شرکت شماره ۲۹	0.442675	۲	ناکارآ
۳۰	شرکت شماره ۳۰	0.43235	۱/۲/۳	ناکارآ
۳۱	شرکت شماره ۳۱	0.406875	۱/۲/۳	ناکارآ
۳۲	شرکت شماره ۳۲	0.357925	۳	ناکارآ

در جدول ۲ رتبه‌بندی کلی گروه شرکت‌های صنایع دارویی بر اساس میانگین کارایی آن‌ها در سال‌های ۹۲ تا ۹۵ به دست آمده است. در این گروه ۳۲ شرکت قرار داشتند که شرکت‌های شرکت شماره ۱، شماره ۲ و شماره ۳ از آن‌ها در همه ی سال‌ها کارآ بوده‌اند.

با توجه به نتایج حاصل از جدول ۲ میتوان گفت که در گروه شرکت‌های صنایع دارویی، شرکت‌هایی که در همه سال‌های مورد بررسی کارآ بوده‌اند مناسب برای سرمایه‌گذاری تشخیص داده می‌شوند؛ زیرا می‌توان گفت که احتمال درماندگی مالی این شرکت‌ها با توجه به روند مطلوب فعالیت آنها بسیار کم است. علاوه بر این نتایج روش ابر کارایی حاکی از آن است که شرکت شماره ۱ دارای بالاترین میزان کارایی در بین شرکت‌ها بوده است.

اولین نکته ای که از جدول (۲) دریافت می‌شود این است که کارایی در اینجا نسبی می‌باشد. به عبارت دیگر، ارزیابی کارایی صنایع نسبت به صنایع و فعالیت‌های صنعتی موجود می‌باشد و ممکن است در صورتی که مجموعه واحدها و فعالیت‌های مورد بررسی دچار تغییر شود، کارایی بخش‌های کارا نیز دستخوش تغییرات می‌گردد.

دومین نکته که از نتایج موجود قابل ذکر است و در جدول (۲) مشاهده می‌شود این است که برای واحدهای ناکارا شماره واحدهای مرجع مشخص شده است، معرفی واحدهای مرجع از مزایای روش تحلیل پوششی داده‌ها است که واحدهای ناکارا می‌توانند با الگوگیری از آنها به کارایی دست یابند. در این روش برای هر بنگاه ناکارا با ترکیبی از بنگاه یا بنگاه‌های کارا، بنگاهی را می‌سازند که الگوی بنگاه موردنظر قرار می‌گیرد. ذکر این نکته حائز اهمیت است که الگوگیری در اینجا از حیث نوع تولید و با محصولات و از این جنبه‌ها نیست بلکه الگوگیری از لحاظ روش مدیریتی منابع و روش بهینه استفاده کردن از منابع انسانی و فیزیکی موجود مورد توجه می‌باشد.



## ● پیش‌بینی درماندگی مالی

روش تحلیل پوششی داده‌ها برخلاف روش‌های رایج ارزیابی عملکرد، روشی آینده‌نگر است و بر اساس آن می‌توان در خصوص عملکرد آتی شرکت‌ها پیش‌بینی‌های لازم را انجام داد. این روش با محاسبه کارایی واحدها می‌تواند شرکت‌هایی را که احتمال درماندگی مالی آن‌ها در آینده وجود دارد (که یک مرحله مانده به ورشکستگی می‌باشد) را تا حدود زیادی پیش‌بینی کند (البته در صورتی که روند کلی سیاست‌های شرکت‌ها در سال‌های آتی تغییر اساسی نداشته باشد). برای این کار هر سال به‌عنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) در نظر گرفته شده، کارایی صنعت در آن سال محاسبه شده، میانگین کارایی در این دوره زمانی (۹۲ تا ۹۵) تحت عنوان متوسط صنعت به‌دست آمده و کارایی هر شرکت با متوسط صنعت خود مقایسه می‌شود. نتایج حاصل از محاسبه متوسط صنعت در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳ رتبه بندی متوسط صنعت

رتبه	نام گروه	متوسط صنعت	رتبه	نام گروه	متوسط صنعت
۱	مصالح ساختمانی	0.895606	۶	صنایع غذایی	0.762995
۲	صنایع فلزی	0.845067	۷	صنایع دارویی	0.703206
۳	خودرو و حمل‌ونقل	0.808605	۸	شرکت‌های فناوری	0.698784
۴	محصولات شیمیایی و فراورده‌های نفتی	0.790548	۹	شرکت‌های سرمایه‌گذاری	0.673243
۵	مؤسسات مالی	0.787667			

## ۵- نتیجه‌گیری و بحث

(۱) با رتبه‌بندی شرکت‌ها برای هر سال مالی توسط تحلیل پوششی داده‌ها (با روش BCC)، واحدهای تحت بررسی به دو گروه واحدهای کارآ و غیر کارآ تقسیم شدند. واحدهای کارآ واحدهایی هستند که امتیاز کارایی آن‌ها برابر با یک است و واحدهای غیر کارآ واحدهایی هستند که اندازه کارایی آن‌ها کوچک‌تر از یک می‌باشد. به‌عنوان نمونه در شرکت‌های گروه صنایع دارویی در سال ۹۲ (۵ شرکت کارآ و ۲۷ شرکت ناکارآ) هستند. در سال ۹۳ (۷ شرکت کارآ و ۲۵ شرکت ناکارآ)، در سال ۹۴ (۹ شرکت کارآ و ۲۳ شرکت ناکارآ) و در سال ۹۵ (۹ شرکت کارآ و ۲۳ شرکت ناکارآ) هستند.

(۲) شرکت‌هایی که در همه سال‌ها کارآ می‌باشند؛ برای سرمایه‌گذاری مناسب تشخیص داده شده و می‌توان گفت که احتمال ورشکستگی این شرکت‌ها با توجه به روند مطلوب فعالیت این شرکت‌ها بسیار کم است؛ زیرا در حوزه درماندگی مالی ورود پیدا نکرده‌اند؛ یعنی چنین شرکت‌هایی را می‌توان به‌عنوان شرکت‌های مرجع (الگو) برای سایر شرکت‌ها معرفی کرد. در گروه شرکت‌های صنایع دارویی شرکت‌های شماره ۱، شرکت شماره ۲ و شرکت شماره ۳ در همه سال‌ها کارآ بوده‌اند.

(۳) از آنجایی که مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، واحدهای تصمیم‌گیرنده را به دو دسته کارآ و ناکارآ تقسیم می‌کنند، اغلب تصمیم‌گیرنده‌ها درصد رتبه بندی کاملی از واحدهای تصمیم‌گیرنده هستند. در این نوشتار از مدلی برای رتبه بندی واحدهای کارآ در تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته شده است. برای رتبه بندی شرکت‌های کارآ از روش ابر کارایی اندرسون و پترسون استفاده شده و با نادیده گرفتن یک محدودیت واحدهای کارآ مجدداً رتبه بندی شده‌اند و شرکت شماره ۱ بالاترین کارایی را بین شرکت‌های کارآ دارد.

(۴) شرکت‌هایی از یک صنعت که در همه سال‌ها ناکارآ می‌باشند؛ مناسب برای سرمایه‌گذاری تشخیص داده نمی‌شوند؛ زیرا می‌توان گفت که احتمال درماندگی مالی این شرکت‌ها با توجه به روند نامطلوب فعالیت آنها بسیار زیاد است. جدول (۴) آن دسته از شرکت‌هایی را که در همه سال‌های مورد بررسی کاملاً کارآ بوده‌اند را در گروه صنعت مربوطه نشان می‌دهد.



جدول (۴): شرکت های کاملاً کارآ در هر گروه صنعت

شماره گروه	نام گروه	نام شرکت / شرکت های کارآ
۱	مصالح ساختمانی	ساروج بوشهر
۲	صنایع فلزی	-
۳	خودرو و حمل و نقل	پمپ ایران
۴	محصولات شیمیایی و فراورده های نفتی	پتروشیمی فن آوران
۵	موسسات مالی	-
۶	صنایع غذایی	توسعه صنایع بهشهر
۷	صنایع دارویی	پخش البرز-داروپخش-شیرین دارو
۸	شرکت های فناوری	خدمات فنی فولاد یزد- مدیریت انرژی امید تابان هور
۹	شرکت های سرمایه گذاری	-

۵) در مورد شرکت‌هایی که در برخی از سال‌ها کارآ و در بعضی از سال‌های دیگر ناکارآ شناخته شدند به سرمایه‌گذاران پیشنهاد می‌شود که در انتخاب این شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری دقت بیشتری را اعمال نمایند. به عبارتی می‌توان گفت که احتمال ورشکستگی این شرکت‌ها نسبت به شرکت‌های کارآ بیشتر و نسبت به شرکت‌های ناکارآ کمتر است.

۶) یکی از مهم‌ترین مزایای تحلیل پوششی داده‌ها این است که در این روش برای هر واحد تصمیم‌گیری ناکارآ یک مجموعه از واحدهای کارآ (واحد مجازی) مشخص می‌شود که می‌تواند به‌عنوان الگو برای بهبود عملکرد مورد استفاده آنها قرار گیرد. واحد های تصمیم‌گیری تشکیل‌دهنده این ترکیب به‌عنوان گروه‌های الگو برای واحد تصمیم‌گیری ناکارآ مطرح هستند. همچنین این روش می‌تواند مقدار بهبود لازم را در هر یک از داده‌ها و ستانده‌های واحد ناکارآ (با استفاده از وزن‌های داده‌شده به متغیرها) مشخص کند. به‌عنوان مثال هر چه گردش دارایی ثابت، گردش مجموع دارایی‌ها و حاشیه سود بیشتر باشد شرکت شانس بیشتری برای طبقه‌بندی به‌عنوان واحد کارآ را دارد و هر چه نسبت بدهی، نسبت بدهی به ارزش ویژه بزرگ‌تر باشند، احتمال این که شرکت در قالب شرکت‌های ناکارآ قرار گیرد بیشتر خواهد بود؛ که میزان تغییرات لازم در مقادیر داده‌ها و ستانده‌ها برای تبدیل واحد ناکارآ به کارآ با استفاده از وزن‌های داده‌شده به آن‌ها قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

به عنوان مثال در گروه شرکت‌های صنایع دارویی، شرکت های شماره ۱ و ۲ و ۳ که دارای بیشترین میزان کارآیی هستند به‌عنوان الگو برای سایر شرکت‌ها انتخاب شده‌اند و در واقع سایر شرکت‌های این گروه باید در مسیر مالی خود سیاست‌ها و ترکیب اوزان داده‌ها و ستانده‌های این شرکت را سرلوحه عملکردشان قرار دهند.

در مورد پیش بینی وضعیت مالی آینده شرکت‌ها می‌توان بیان داشت که:

● شرکت‌هایی که کارآیی آن‌ها بیشتر از میانگین صنعت می‌باشد؛ مناسب برای سرمایه‌گذاری تشخیص داده‌شده و به سرمایه‌گذاران پیشنهاد می‌گردد که در این شرکت‌ها سرمایه‌گذاری کنند.

● شرکت‌هایی که کارآیی آن‌ها کمتر از میانگین صنعت می‌باشد؛ مناسب برای سرمایه‌گذاری تشخیص داده نمی‌شوند. به عبارتی می‌توان گفت که احتمال درماندگی مالی این شرکت‌ها با توجه به روند نامطلوب فعالیت این شرکت‌ها بیشتر است. برای مثال با توجه به جدول ۳ در گروه شرکت‌های سرمایه‌گذاری، متوسط صنعت ۰/۷۰ می‌باشد و شرکت‌های سرمایه‌گذاری شماره ۳۰، شماره ۳۱ و شماره ۳۲ که به ترتیب دارای کارآیی ۰/۴۳ و ۰/۴۰ و ۰/۳۵ می‌باشند؛ در صورت عدم تغییر سیاست‌های خود در سال‌های آتی به احتمال بیشتری نسبت به سایر شرکت‌ها درمانده مالی خواهند شد.

● از جمله کاربردهای دیگر از متوسط صنعت این است که می‌توان یک سال مالی را به‌عنوان الگو در نظر گرفته، یک مطالعه روندی را شکل داده و مسیر آینده را بر مبنای آن ترسیم نمود. به‌طور مثال گروه شرکت‌های سرمایه‌گذاری در سال ۹۵ نسبت به دیگر سال‌ها، از بالاترین میزان کارآیی مالی برخوردار بوده است و این سال را می‌توان به‌عنوان واحد مرجع یا الگو معرفی

نمود، بدین منظور که سیاست‌های تولیدی که در این سال استفاده شده است را برای افزایش کارایی در این صنعت در آینده به کار برد.

### فهرست منابع

- امیری، مقصود، جهانی، سمانه (۱۳۸۹)؛ به‌کارگیری یک روش IDEA/AHP برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان، نشریه مدیریت صنعتی، تهران، ۲: ۵-۱۸
- برزگی خانقاه، جمال. مروتی شریف آباد، علی. ارجمندی، مهدیه. (۱۳۹۲)، بررسی عملکرد و سطح کارایی شرکت های تعاونی کشاورزی با تأکید بر شاخص های مالی به روش تحلیل پوششی داده ها (مطالعه موردی تعاونی های کشاورزی استان یزد)، دومین کنفرانس ملی حسابداری، مدیریت مالی و سرمایه گذاری، گرگان، انجمن علمی و حرفه ای مدیران و حسابداران گلستان.
- جهانشاد، آریتا، پورزمانی، زهرا، اژدری، فاطمه. (۱۳۸۸). بررسی کارایی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها و ارتباط آن با بازده سهام، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی
- خواجهی، شکراله؛ غیوری، علی؛ غفاری، محمدجواد. (۱۳۸۹)، تکنیک تحلیل پوششی داده ها مکملی برای تحلیل سنتی نسبتهای مالی، بررسیهای حسابداری و حسابرسی، شماره ۶۰
- زنجیردار، مجید؛ طالبی فراهانی، زرین؛ موسوی بصری، سید مسلم؛ لونی، ندا؛ (۱۳۸۹)، مقایسه سیستم های سنجش عملکرد و تحلیلی بر کارت امتیازی متوازن به عنوان سیستم نوین سنجش عملکرد. مجله بررسی های بازرگانی، شماره ۴۱
- شیخ ابومسعودی، عباس (۱۳۸۲)، برنامه ریزی استراتژیک و کاربرد آن در مدیریت، انتشارات ارکان
- شیخ ابومسعودی، عباس، ۱۳۹۶، طراحی مدل های زنجیره ارزش در سیستم تولید چند مرحله ای برای دستیابی به استراتژی مدیریت سود اثربخش (بخش نگر کل نگر): همراه با مطالعه موردی در صنایع نساجی، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان
- طحاری، فرید. بابایی، محمدحسین. داریوش، حمید. (۱۳۹۰)، ارائه یک مدل ترکیبی از تحلیل پوششی داده ها و برنامه ریزی آرمانی برای بهبود سنجش کارایی واحدهای تصمیم گیری، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، شماره ۲۱
- طلوع، مهدی، جوشقانی، سمانه (۱۳۸۹)؛ مدل های تحصیل خروجی متمرکز و تخصیص ورودی متمرکز در تحلیل پوششی داده ها، نشریه مدیریت صنعتی، تهران، ۲(۵): ۵۹
- عبادی، سعید، (۱۳۹۰)، روشی برای رتبه بندی نمرات کارایی با استفاده از بوت استرپ، مجله ریاضیات کاربردی واحد لاهیجان، سال هشتم، شماره ۲
- فراق نیا، فاطمه. شاکر محمود کیانی، فاطمه. (۱۳۹۳)، سنجش کارایی مالی شرکت های دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل های ابر کارای تکنیک DEA و بررسی رابطه آن با نسبت های مالی، ششمین کنفرانس بین المللی تحلیل پوششی داده ها، لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان
- قاسمی، عبدالرسول، (۱۳۸۸)، تلفیقی از مدل ابر کارایی با قضاوت های مدیریتی در ارزیابی عملکرد شعب بانک مسکن، فصلنامه پژوهش های اقتصادی، سال سیزدهم، گزارش پژوهشی شماره ۴۱

- محرابیان، سعید، (۱۳۸۷)؛ مفاهیم محاسباتی در تحلیل پوششی داده‌ها، پایان نامه دکتری علوم ریاضی تهران؛ دانشگاه تربیت مدرس.
- مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۵)، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها، انتشارات مدیریت دانشگاه تهران، چاپ دوم
- مهرگان، نادر؛ گراوند، سهراب؛ صادقی، حسین؛ ملکشاهی، مجتبی (۱۳۹۲)، ارزیابی کارآیی انرژی در صنعت پتروشیمی، تهران، نشریه علمی پژوهشی سیاست گذاری اقتصادی، دوره ۵، شماره ۱۰
- نجفی ، سید اسماعیل ، آریانژاد ، دکتر میربهادر ، حسین زاده لطفی ، دکتر فرهاد ، ابن الرسول ، سید اصغر (۱۳۸۷)؛ ارزیابی کارایی با تلفیق دو نظام اندازه‌گیری DEA و BSC ، فصلنامه مدیریت (پژوهشگر) ، تهران ، ۵ (۱۱)
- یحیی زاده فر، محمود. عباسی، سیده ماریا، (۱۳۹۵)، ارزیابی کارایی مالی بانک پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس.

- Coelli,F and Tim,L (1988). An Introduction to efficiency and productivity Analysis, Kluwer Academic Publisher
- Khan, Shazida Jan Mohd. Samsudin, Shamzaeffa. Islam, Rabiul, (2017) "Efficiency of banks in Southeast Asia: Indonesia, Malaysia, Philippines and Thailand", International Journal of Social Economics, Vol. 44 Issue: 12, pp.2302-2312, <https://doi.org/10.1108/IJSE-01-2016-0020>
- Permachandra.M (2007) "DEA as a tool for bankruptcy assessment: A comparative study with logistic regression technique" European journal of operational research 193: 412-42
- Wong, Wai Peng. Deng, Qiang, (2016), "Efficiency analysis of banks in ASEAN countries", Benchmarking: An International Journal, Vol. 23 Issue: 7, pp.1798-1817, <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2013-0102> .