عنوان مقاله: ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای و درخت تصمیم

جواد خلیلی [1] ــ علیرضا علی‌نژاد [2]

دریافت: ۱۳۹۵/۹/۱۹
پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲۹

چکیده:

کارایی از موضوع‌های مهمی است که علاوه بر مدیران شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف، مشتریان استفاده‌کننده از خدمات این شرکت‌ها و سازمان‌ها نیز به آن علاقه‌مند هستند. هدف این پژوهش، بررسی کارایی شرکت‌های داروسازی پذیرفته‌شده در سازمان بورس اوراق بهادار با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای و سپس ارائه قواعدی با استفاده از درخت تصمیم است. روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با امکان‌پذیر ساختن ترکیب مشاهدات سری زمانی و مقطعی، تا حدودی مشکل ناکافی بودن مشاهدات را برطرف می‌کند. این روش بر اساس میانگین متحرک عمل می‌کند و برای یافتن روندهای عملکرد یک واحد در طول زمان مفید است. در این پژوهش، ارزیابی کارایی ۲۳ شرکت داروسازی پذیرفته‌شده در سازمان بورس اوراق بهادار با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌ها به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای در وضعیت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در طول سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۸ صورت گرفته است و سپس نتایج حاصل از آن به‌عنوان برچسب دسته واحدهای تصمیم‌گیرنده که در واقع ورودی روش درخت تصمیم است، مورد استفاده قرار می‌گیرند. درنهایت، با استفاده از درخت تصمیم، قواعد مستتر در داده‌ها استخراج می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تحلیل پنجره‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها، داده‌کاوی، درخت تصمیم، شرکت‌های دارویی، کارایی.

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین.
javadkhalili2@gmail.com
۲. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران (نویسنده‌مسئول).
alalinezhad@gmail.com

مقدمه

امروزه با توجه به رشد سازمان‌ها و اهمیت آن‌ها در جامعه، ارزیابی عملکرد سازمان‌ها بسیار مورد توجه مدیران قرار گرفته است. شاخص‌های فراوانی به‌عنوان معیار ارزیابی عملکرد سازمان‌ها مطرح شده است که کارایی یکی از آن‌ها است. مدیران همواره به‌دنبال افزایش کارایی سازمان خود هستند. برای افزایش کارایی باید مقدار آن را اندازه‌گیری کرد که برای اندازه‌گیری کارایی، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از این روش‌ها تحلیل پوششی داده‌ها است.

اندازه‌گیری کارایی به‌خاطر اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت، همواره مورد توجه پژوهشگران قرار داشته است. به‌عنوان یک اصل، عملکرد هر واحد سازمانی و یا سازمان تا آن‌جا که میسر است، باید اندازه‌گیری شود. وجود یا عدم وجود نظام ارزیابی عملکرد مؤثر و کارآمد، با مرگ سازمان رابطه مستقیم دارد و فقدان آن را به‌عنوان بیماری سازمانی قلمداد نموده‌اند. بدیهی است که ایجاد یک نظام کارا و استفاده بهینه از منابع باعث جلوگیری از هدر رفت مبالغ عظیمی از منابع مادی می‌گردد؛ به‌طوری‌که می‌تواند با درصد کمی افزایش در کارایی، صرفه‌جویی زیادی حاصل گردد (اجلی قشلاجویی و صفری، ۱۳۸۸).

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1] روشی است برای محاسبه کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مانند بانک‌ها، بیمارستان‌ها و دانشگاه‌ها که هریک از این واحدها چند ورودی را دریافت کرده و چند خروجی تولید می‌کنند. کلیدی‌ترین ویژگی این روش آن است که واحدهای تصمیم‌گیری تحت بررسی، متجانس بوده و ورودی‌هایی از نوع یکسان را برای تولید خروجی‌هایی از نوع یکسان مصرف می‌کنند. این همان ویژگی است که واحدها را قابل مقایسه با هم می‌کند (علی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴).

یکی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مدل تحلیل پنجره‌ای است. اساس کار تحلیل پنجره‌ای، میانگین متحرک است و برای یافتن روندهای عملکرد یک واحد در طول زمان مفید است. تحلیل پنجره‌ای ابتدا در سال ۱۹۸۵ توسط چارنز و همکاران[2] مطرح شد. ایده اصلی این روش، درنظرگرفتن هر واحد تصمیم‌گیرنده به‌عنوان واحد تصمیم‌گیرنده‌ای بود که در زمان‌های مشاهده مختلف، متفاوت است (Cullinane *et al*., 2004). این روش باعث افزایش تعداد داده‌های مورد

1. Data Envelopment Analysis
2. Charnes *et al*.

بررسی در تحلیل می‌شود که این امر در صورت وجود تعداد داده‌های کم در نمونه مفید است. در تحلیل پنجره‌ای، عملکرد یک واحد در یک دوره زمانی خاص در مقابل عملکرد خود آن واحد در سایر دوره‌های زمانی و علاوه بر عملکرد سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده قرار می‌گیرد (Yang & Cao, 2010).

با توجه به افزایش حجم داده‌ها، نیاز به داده‌کاوی روز به روز بیش‌تر می‌شود. داده‌کاوی را می‌توان حاصل سیر تکاملی طبیعی فناوری اطلاعات دانست، که این سیر تکاملی ناشی از یک سیر تکاملی در صنعت پایگاه داده است، نظیر عملیات جمع‌آوری داده‌ها و ایجاد پایگاه داده، مدیریت داده و تحلیل و فهم داده‌ها (Han & Kamber, 2001). این ابزارها ممکن است مدل‌های آماری، الگوریتم‌های ریاضی و روش‌های یادگیرنده باشند، که خود را به‌صورت خودکار و بر اساس تجربه‌ای که از طریق شبکه‌های عصبی یا درخت‌های تصمیم‌گیری به‌دست می‌آورند، بهبود می‌بخشند. داده‌کاوی منحصر به گردآوری و مدیریت داده‌ها نبوده و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و پیش‌بینی را نیز شامل می‌شود (سیادتی و همکاران، ۱۳۹۱).

درخت تصمیم، یکی از روش‌های داده‌کاوی است. درخت تصمیم عبارت است از فلوچارت یا نموداری که یک سیستم دسته‌بندی یا یک مدل پیش‌گویانه را نشان می‌دهد و روشی برای نمایش یک سری از قوانین هستند که منتهی به یک رده یا مقدار می‌شوند. هدف از درخت تصمیم، کسب نتایج مطلوب، دقت بالا و خطای کم، شفاف و قابل تفسیر است و کاربردهایی نظیر نمایش مفاهیم مختلفی نظیر ساختار جملات و معادلات در هوش مصنوعی، مسائل با توصیف‌گر فصلی و توابع هدف با خروجی مقادیر گسسته دارد (Jenhani *et al*., 2008).

این پژوهش، چگونگی نحوه ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از تحلیل پنجره‌ای و درخت تصمیم را مورد بررسی قرار می‌دهد و به‌عنوان مطالعه موردی، شرکت‌های داروسازی پذیرفته‌شده در بورس و اوراق بهادار در نظر گرفته شده‌اند. از آن‌جا که در تحلیل پنجره‌ای، عامل زمان نیز در نظر گرفته می‌شود و درخت تصمیم به پیش‌بینی می‌پردازد، این پژوهش مدیران را قادر می‌سازد که در تصمیمات آتی خود از پیش‌بینی‌های به‌دست‌آمده، استفاده کنند.

پیشینه پژوهش

امروزه کارایی به‌عنوان یک فرهنگ و چشم‌انداز در تمام حیطه‌های کار و زندگی بشر مطرح است و عامل پیشرفت و توسعه اقتصادی است. از طرفی توسعه الگوهای ارزیابی کارایی به‌عنوان یک موضوع مهم، همواره مورد توجه فعالان در این حوزه بوده است. همچنین، علم داده‌کاوی در امر استخراج دانش و اطلاعات از میان حجم بسیار زیاد اطلاعات و داده‌ها بسیار موردتوجه قرار

گرفته است. داده‌کاوی را می‌توان حاصل سیر تکاملی طبیعی فناوری اطلاعات دانست، که این سیر تکاملی ناشی از یک سیر تکاملی در صنعت پایگاه داده است، نظیر عملیات جمع‌آوری داده‌ها و ایجاد پایگاه داده، مدیریت داده و تحلیل و فهم داده‌ها (Han & Kamber, 2001). از سویی، برای ارزیابی کارایی، از میان حجم وسیعی از داده‌ها نیاز به روش علمی و مناسبی است که بتوان به بهترین صورت ممکن، میزان عملکرد را مورد سنجش قرار داد.

در سال‌های اخیر، طیف وسیعی از پژوهشگران در زمینه‌های مختلف به استفاده ترکیبی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و داده‌کاوی پرداخته‌اند. یکی از مدل‌های ترکیبی، مدل تحلیل پنجره‌ای و درخت تصمیم است که در زمینه‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است و مقالات مختلفی در این زمینه ارائه گردیده است.

سون و مون[1] (۲۰۰۴)، به بررسی درخت تصمیم بر اساس روش تحلیل پوششی داده‌ها برای فناوری مؤثر تجارتی پرداختند که هدف خود را در این مقاله توسعه R & D معرفی نمودند و در این روش، فناوری به‌عنوان متغیر ورودی برای درخت تصمیم و نتایج به‌دست آمده از تحلیل پوششی داده‌ها، به‌عنوان متغیر هدف در نظر گرفته شدند.

سئول و همکاران[2] (۲۰۰۷)، چارچوبی برای فرایند محک‌زنی خدمات با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و درخت تصمیم در نظر گرفتند. روش پیشنهادی توسط آن‌ها، مدیران را قادر می‌سازد تا واحدهای خدماتی ناکارا در سطح شرکت و فرایندهای ناکارا در سطح واحد خدماتی را پیدا کنند و در انتخاب اولویت فرایند برای بهبود و محک‌زنی کمک می‌کند.

ساموئلینکو و اسی برایسون[3] (۲۰۰۸)، یک روش سه مرحله‌ای برای افزایش قدرت تبعیض‌آمیز تحلیل پوششی داده‌ها در زمان وجود ناهمگنی در نمونه ارائه کردند. در مرحله نخست، آن‌ها از آنالیز خوشه‌ای به‌منظور آزمون برای وجود زیرمجموعه‌ها در نمونه استفاده کردند. در مرحله دوم، از تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده و همچنین کارایی نسبی متوسط هر زیرمجموعه که در مرحله قبل شناسایی شده است، استفاده شد و درنهایت، از درخت تصمیم به‌منظور بررسی زیرمجموعه خاص از کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده در نمونه استفاده گردید.

طلوع و همکاران (۲۰۰۹)، در مقاله‌ای با استفاده از این فن‌های داده‌کاوی و تحلیل پوششی داده‌ها، قوانین مختلف ممکن به‌دست آمده را برای ارزیابی و رتبه‌بندی جالب و سودمندی با قوانین انجمنی در داده‌کاوی پرداختند و مدل جدیدی که قادر به پیدا کردن کارآمدترین قانون ارتباط با

1. Sohn & Moon
2. Seol *et al.*
3. Samoilenko & Osei-Bryson

حل تنها یک برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح است، پیشنهاد کردند.

لی[1] (۲۰۱۰)، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و درخت تصمیم به بررسی کارایی و کنترل مشتریان پرداخت. وی ابتدا به اندازه‌گیری کارایی با تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته و سپس با درخت تصمیم پیشنهاداتی در حوزه کنترل مشتریان مؤسسات ارائه نمود.

تسایی و تسایی[2] (۲۰۱۰)، با استفاده از ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و درخت تصمیم، به بررسی پیشبرد بهره‌وری و کیفیت حکم قضایی پرداختند. در ابتدا با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی ۱۸ دادگاه منطقه‌ای در تایوان پرداختند، سپس از نمرات کارایی و کارایی کل هر واحد تصمیم‌گیرنده برای آموزش درخت تصمیم استفاده کردند.

رحیمی و بهمنش (۲۰۱۲)، در مطالعه‌ای از ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها، درخت تصمیم و شبکه عصبی در صنعت کشاورزی استفاده کردند. آن‌ها ابتدا کارایی واحدها را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی کردند و سپس با استفاده از درخت تصمیم و شبکه عصبی به پیش‌بینی پرداختند. بر اساس مدل پیشنهادی آن‌ها، صحت پیش‌بینی‌ها و قواعد به‌دست‌آمده برای بهبود کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده ۸۴٪ بود.

ساموئلینکو و اسی برایسون (۲۰۱۳)، با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری، تحلیل پوششی داده‌ها، تسهیلاتی را برای ارزیابی و مدیریت کارایی نسبی سازمان‌هایی که در محیط‌های ناپایدار کار می‌کنند، ایجاد کردند.

علی‌نژاد (۲۰۱۶)، یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها به همراه Bootstrapping برای ارزیابی عملکرد یکی از الگوریتم‌های داده‌کاوی ارائه داد و با یک فرایند دو مرحله‌ای، عملکرد ۱۸ شعبه بیمه مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین مشخص گردید، استفاده از یک شاخص مالم‌کوئیست[3]، نمرات بهره‌وری را مشخص می‌نماید، اما نمی‌تواند جزئیات عوامل مؤثر بر پسرفت و پیشرفت بهره‌وری را ارائه کند و درخت طبقه‌بندی و رگرسیون به DMU[4] اجازه می‌دهد تا قوانین را برای کشف و کاوش اطلاعات معنادار و پنهان از پایگاه‌های داده وسیع استخراج کند.

غلامی و همکاران (۱۳۹۱)، با الگوریتم انتخاب خصیصه و فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل تحلیل پوششی داده‌ها به ایجاد و آزمایش۶ پایگاه داده واقعی پرداختند و مشخص گردید که روش پیشنهادی در مقایسه با سایر الگوریتم‌های موجود دقت بالاتری دارد.

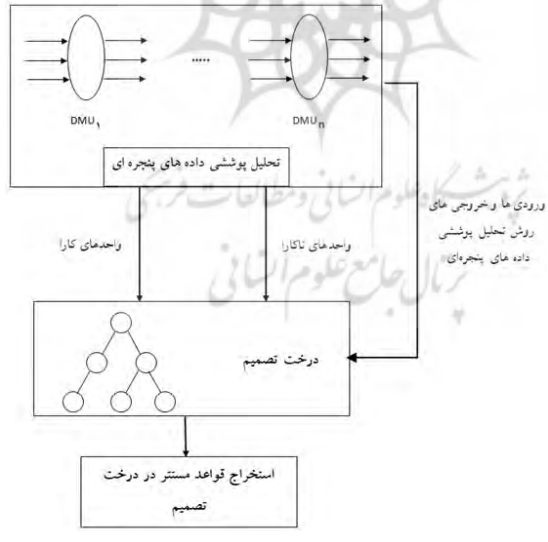
1. Lee
2. Tsai & Tsai
3. Malmquist
4. Decision Making Unit

تقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)، به مدل‌سازی و پیش‌بینی کارایی بانک‌های دولتی و خصوصی کشور با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک پرداختند و با بررسی کارایی بانک‌ها در بین سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ از رویکرد رگرسیون چندمتغیره، شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک برای پیش‌بینی کارایی بانک‌ها استفاده شد.

شاهی بیک (۱۳۹۴)، با ارزیابی عملکرد کارایی از مدل DEA و تجزیه‌وتحلیل نتایج با ابزارهای داده‌کاوی، مبنایی را برای اتخاذ تصمیمات مدیریت منابع انسانی ایجاد نمود. این ساختار توسعه‌یافته، در یک پروژه واقعی برای ارزیابی عملکرد پرسنل یکی از شرکت‌های هلدینگ در ایران آزمایش گردید و نتایج حاصل از آن، کارایی و اثربخشی پرسنل را نشان می‌دهد.

روش پژوهش

مدل ارائه شده در این پژوهش، در واقع چارچوبی جدید برای ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها است که در این پژوهش مدل CCR[1]، تحلیل پنجره‌ای و درخت تصمیم مدنظر است و برای تجزیه‌وتحلیل مدل ارائه شده، به بررسی اطلاعات شرکت‌های داروسازی پذیرفته‌شده در بورس و اوراق بهادار ایران پرداخته شده است. ساختار کلی پیاده‌سازی مدل پژوهش به‌صورت شکل (۱) است.



شکل ۱: ساختار کلی پیاده‌سازی مدل پژوهش

1. Charnes, Cooper & Rhodes

تحلیل پوششی داده‌ها

اندازه‌گیری کارایی به‌خاطر اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان، همواره مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در سال ۱۹۵۷ فارل[1] برای اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای یک واحد تولیدی نمود. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مدنظر قرار داده بود، شامل یک ورودی و یک خروجی بود. اما مدلی که در این پژوهش نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل (CCR) است که توسط چارنز و همکارانش در سال ۱۹۷۸ ارائه گردید. آن‌ها دیدگاه فارل را توسعه داده و مدلی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت که آن را مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) نیز نامیدند.

هدف در این مدل، اندازه‌گیری و مقایسه کارایی نسبی واحدهای سازمانی، مانند مدارس، بیمارستان‌ها، شعب بانک و شهرداری‌هاست که دارای چندین ورودی و خروجی شبیه به هم هستند. مدل مضربی یا اولیه CCR ورودی محور به‌صورت رابطه (۱) است.

رابطه (۱)

$$\text{Max} \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp}$$

St:

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

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0 \quad ; j = 1, \dots, n$$

$$u_r , v_i \geq 0 \; ; r = 1, \dots, s \quad ; i = 1, \dots, m$$

در این مدل، با توجه به این‌که s تعداد ستاده‌ها و m تعداد نهاده‌ها است، تعداد متغیرهای تصمیم برابر m+s و تعداد محدودیت‌های اصلی برابر n+۱ است. همچنین، x_{ij} مقدار ورودی iام از واحد jام، y_{rj} مقدار خروجی rام از واحد jام، u_r وزن تخصیص داده شده به خروجی r، وزن تخصیص داده شده به ورودی i است.

ثانویه مدل CCR ورودی‌محور نیز به‌صورت رابطه (۲) است.

1. Farrell

رابطه (۲)

$$\text{Min } \theta_p$$

St:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta_p x_{ip} \quad ; i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{rp} \quad ; r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad ; j = 1, \dots, n$$

$$\theta_p free$$

که تعداد متغیرهای تصمیم در این مدل برابر n+۱ و تعداد محدودیت‌های اصلی برابر m+s است.

تحلیل پنجره‌ای

تحلیل پنجره‌ای توسط چارنز و همکارانش در سال ۱۹۸۵ مطرح شد. تحلیل پنجره‌ای نسخه وابسته به زمان DEA است. تحلیل پنجره‌ای بر اساس میانگین متحرک عمل می‌کند و برای یافتن روند عملکرد یک واحد در طول زمان مفید است. تحلیل پنجره‌ای، متوسط کارایی مدل‌های با بازدهی ثابت و مدل‌های با بازدهی متغیر را محاسبه می‌کند و برای مشخص‌شدن روند کارایی در طول زمان کاربرد دارد. بنابراین، می‌تواند برای مشخص‌شدن روند عملکرد یک واحد تصمیم‌گیرنده در طول زمان به‌کار برده شود؛ اما هیچ نظریه‌ای برای تعیین اندازه بهینه پنجره وجود ندارد (Salem *et al.*, 2010). در مطالعات واقعی، مشاهدات برای (DMU) در طول چندین دوره‌ی زمانی به‌صورت مکرر در دسترس است (داده‌های سری زمانی) و اجرای تحلیلی که درصد تغییرات کارایی را در طول زمان مدنظر قرار دهد، حائز اهمیت است. در چنین زمینه‌ای، اجرای DEA در طول زمان با استفاده از فلسفه میانگین متحرک ممکن می‌شود؛ به‌صورتی‌که یک DMU در هر دوره زمانی به عنوان یک DMU متفاوت در نظر گرفته می‌شود. مشخصاً عملکرد یک DMU در یک دوره زمانی مشخص، در تقابل با عملکردش در سایر دوره‌ها و عملکرد سایر DMUها، قرار می‌گیرد (Cooper *et al.*, 2011).

برای مدل‌سازی، N عدد DMU (n=1,2,…,N) را در نظر بگیرید که در T دوره (t=1,2,…,T) مشاهده شده است که همه r ورودی را برای تولید s خروجی به‌کار می‌برند. بنابراین، نمونه دارای N × T مشاهده است. DMU^n_t نشان‌دهنده یک DMU^n در دوره t با یک بردار ورودی r بعدی

$x_t^n = (x_{1t}^n . x_{2t}^n . \dots . x_{rt}^n)'$ و یک بردار خروجی s بعدی $y_t^n = (y_{1t}^n . y_{2t}^n . \dots . y_{st}^n)'$ است. پنجره در زمان k که $1 \le k \le T$ و با عرض w که $1 \le w \le t - k$ شروع می‌شود و با K_w نشان داده می‌شود. ماتریس ورودی‌ها برای تحلیل پنجره‌ای به رابطه (۳) و ماتریس خروجی‌ها نیز به‌صورت رابطه (۴) است.

رابطه (۳) $$x_{kw} = \left(x_k^1, \dots, x_k^N, x_{k+1}^1, \dots, x_{k+1}^N, x_{k+w}^1, \dots, x_{k+w}^N\right)$$

رابطه (۴) $$y_{kw} = \left(y_k^1, \dots, y_k^N, y_{k+1}^1, \dots, y_{k+1}^N, y_{k+w}^1, \dots, y_{k+w}^N\right)$$

مسأله DEA پنجره‌ای ورودی‌محور برای DMU_t' تحت یک فرضیه بازده به مقیاس ثابت به صورت رابطه (۵) است (Charnes *et al*., 1985).

رابطه (۵)

$$\text{Min } \theta$$

$$\text{St:}$$

$$\theta X_t' - \lambda X_{kw} \ge 0.$$

$$\lambda Y_{kw} - Y_t' \ge 0$$

$$\lambda_n \ge 0 \quad (n = 1.2. \dots . N \times w)$$

در رابطه (۵)، θ یک اسکالر است که نرخ کاهش در نهاده‌ها را مشخص می‌کند (۱= θ واحد تصمیم‌گیرنده کارا است). همچنین، X_{KW} ماتریس ورودی (نهاده) تحلیل پنجره‌ای (در زمان k با طول w) و Y_{KW} ماتریس خروجی(ستانده) تحلیل پنجره‌ای (در زمان k با طول w)، λ بردار $(N \times 1)$ شامل اعداد ثابت (وزن‌های مجموعه مرجع) است.

ترکیب تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای و درخت تصمیم

در این پژوهش، ابتدا با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای ورودی محور با بازدهی ثابت به مقیاس واحدهای کارا و ناکارا مشخص می‌گردد. سپس واحدهای کارا و ناکارای به‌دست‌آمده از این روش و همچنین ورودی‌ها و خروجی‌های استفاده‌شده در تحلیل پنجره‌ای را به‌عنوان ورودی برای درخت تصمیم درنظر گرفته و درنهایت، قواعد مستتر در درخت تصمیم را با الگوریتم j48 استخراج می‌کنیم. این قواعد می‌تواند به‌عنوان پیش‌بینی وضعیت برای سایر سازمان‌ها و شرکت‌ها مورد استفاده قرارگیرد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در این پژوهش، ابتدا عرض پنجره سه در نظر گرفته شده است. بنابراین، با داشتن داده‌های شش ساله، چهار پنجره شکل خواهد گرفت ((T-W+1) T تعداد دوره مورد بررسی و W طول پنجره است). پنجره نخست شامل سال‌های یکم، دوم و سوم است. در پنجره دوم، سال نخست حذف و سال چهارم اضافه می‌شود (پنجره دوم: سال دوم، سال سوم و سال چهارم). به این ترتیب، این کار تا پنجره آخر ادامه می‌یابد.

در تحلیل پنجره‌ای مورد استفاده در پژوهش حاضر، با در نظر گرفتن تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده برابر N، دوره زمانی برابر T، طول پنجره برابر K و تعداد پنجره برابر W پارامترهای این پژوهش در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱: مقادیر پارامترهای مدل

پارامتر	مقدار
N	۲۳
T	۶
K	۳
W	۴

مقادیر کارایی ۲۳ شرکت داروسازی با استفاده از تحلیل پوششی پنجره‌ای داده‌ها و بر اساس ورودی و خروجی‌های ذکرشده با عرض سه سال برای هر پنجره در جدول (۲) آمده است. مدل تحلیل پنجره‌ای برای هر پنجره با بازدهی ثابت به مقیاس از تمام واحدها، به وسیله نرم‌افزار (DEAP)[1] محاسبه شده است.

1. Data Envelopment Analysis Program

جدول ۲: نتایج سنجش مدل کارایی بر اساس تحلیل پنجره‌ای

داروسازی ابوریحان						
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۰/۹۸۸				۰/۹۶۳	۱	۱	پنجره اول
۰/۹۸۰			۰/۹۷۸	۰/۹۶۳	۱		پنجره دوم
۰/۹۰۵		۱	۰/۸۰۶	۰/۹۰۹			پنجره سوم
۰/۹۳۵	۱	۱	۰/۸۰۶				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۸۶۳	۰/۹۴۵	۱	۱	میانگین کارایی هر سال
داروسازی اسوه						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۷۹				۱	۰/۹۳۷	۱	پنجره اول
۰/۹۹۸			۱	۱	۰/۹۹۴		پنجره دوم
۰/۹۷۶		۱	۰/۹۲۷	۱			پنجره سوم
۰/۹۹۰	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۸۷				پنجره چهارم
	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۷۱	۱	۰/۹۶۵	۱	میانگین کارایی هر سال
داروسازی اکسیر						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۶۴				۱	۰/۹۳۷	۰/۸۹۳	پنجره اول
۱			۱	۱	۰/۹۹۴		پنجره دوم
۰/۹۴۵		۱	۰/۹۲۷	۱			پنجره سوم
۰/۹۲۷	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۸۷				پنجره چهارم
	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۷۱	۱	۰/۹۶۵	۰/۸۹۳	میانگین کارایی هر سال
البرز دارو						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۲۰				۰/۸۶۶	۰/۸۹۳	۱	پنجره اول
۰/۹۴۵			۰/۸۶۶	۰/۹۶۹	۱		پنجره دوم
۰/۸۷۶		۱	۰/۷۶۹	۰/۸۵۸			پنجره سوم
۰/۹۱۱	۱	۱	۰/۷۳۴				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۷۸۹	۰/۸۹۸	۰/۹۴۶	۱	میانگین کارایی هر سال

ادامه جدول ۲: نتایج سنجش مدل کارایی بر اساس تحلیل پنجره‌ای

داروسازی امین							
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۰/۸۹۵				۰/۸۴۸	۰/۸۳۶	۱	پنجره اول
۱			۱	۱	۱		پنجره دوم
۰/۹۹۱		۱	۰/۹۷۳	۱			سوم
۰/۹۵۲	۰/۸۵۹	۱	۰/۹۹۹				پنجره چهارم
	۰/۸۵۹	۱	۰/۹۹۱	۰/۹۴۹	۰/۹۱۸	۱	میانگین کارایی هر سال
ایران دارو							
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۸۸۸				۰/۸۴۰	۰/۸۲۴	۱	پنجره اول
۰/۹۸۰			۰/۹۴۱	۱	۱		پنجره دوم
۰/۸۷۱		۱	۰/۷۶۵	۰/۸۴۹			پنجره سوم
۰/۹۰۰	۰/۹۳۳	۱	۰/۷۶۵				پنجره چهارم
	۰/۹۳۳	۱	۰/۸۲۴	۰/۸۹۶	۰/۹۱۲	۱	میانگین کارایی هر سال
پارس دارو							
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۷۴				۱	۱	۰/۹۲۲	پنجره اول
۰/۹۶۶			۱	۰/۸۹۷	۱		پنجره دوم
۰/۹۶۷		۱	۱	۰/۹۰۱			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۱	۰/۹۳۳	۱	۰/۹۲۲	میانگین کارایی هر سال
تهران شیمی							
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۱				۱	۱	۱	پنجره اول
۰/۹۹۴			۰/۹۸۱	۱	۱		پنجره دوم
۰/۸۷۶		۱	۰/۸۰۱	۰/۸۲۷			پنجره سوم
۰/۸۹۳	۱	۱	۰/۶۷۹				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۸۲۰	۰/۹۴۲	۱	۱	میانگین کارایی هر سال

ادامه جدول ۲: نتایج سنجش مدل کارایی بر اساس تحلیل پنجره‌ای

داروسازی جابرابن حیان						
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۱				۱	۱	۱	پنجره اول
۱			۱	۱	۱		پنجره دوم
۰/۹۲۸		۱	۰/۷۸۵	۱			پنجره سوم
۰/۹۴۶	۱	۱	۰/۸۳۸				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۸۷۴	۱	۱	۱	میانگین کارایی هر سال
داروسازی رازک						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۵۸				۰/۹۵۴	۱	۰/۹۲۰	پنجره اول
۰/۹۶۱			۰/۹۲۸	۰/۹۵۴	۱		پنجره دوم
۰/۹۹۳		۱	۱	۰/۹۸۰			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۹۷۶	۰/۹۶۳	۱	۰/۹۲۰	میانگین کارایی هر سال
داروسازی روز دارو						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۶۸				۱	۰/۹۰۴	۱	پنجره اول
۰/۹۲۷			۰/۷۸۱	۱	۱		پنجره دوم
۰/۸۹۸		۱	۰/۶۹۵	۱			پنجره سوم
۰/۸۹۸	۱	۱	۰/۶۹۵				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۷۲۴	۱	۰/۹۵۲	۱	میانگین کارایی هر سال
داروسازی زاگرس فارمد پارس						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۸۸				۰/۹۶۳	۱	۱	پنجره اول
۰/۹۸۱			۰/۹۴۴	۱	۱		پنجره دوم
۱		۱	۱	۱			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۸	۱	۱	میانگین کارایی هر سال

ادامه جدول ۲: نتایج سنجش مدل کارایی بر اساس تحلیل پنجره‌ای

داروسازی زهراوی							
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۱				۱	۱	۱	پنجره اول
۱			۱	۱	۱		پنجره دوم
۰/۹۶۱		۱	۰/۸۸۳	۱			پنجره سوم
۰/۹۹۶	۱	۱	۰/۹۸۸				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۹۵۷	۱	۱	۱	میانگین کارایی هر سال
سبحان دارو							
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۳۴				۰/۹۴۲	۰/۸۶۰	۱	پنجره اول
۱			۱	۱	۰/۹۹۹		پنجره دوم
۰/۹۷۳		۱	۰/۹۱۸	۱			پنجره سوم
۰/۹۷۸	۱	۱	۰/۹۳۳				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۹۵۰	۰/۹۸۱	۰/۹۲۹	۱	میانگین کارایی هر سال
داروسازی سینا							
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۵۳				۰/۸۵۹	۱	۱	پنجره اول
۰/۹۲۰			۰/۸۷۳	۰/۸۸۶	۱		پنجره دوم
۱		۱	۱	۱			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۹۵۸	۰/۹۱۵	۱	۱	میانگین کارایی هر سال
شیمی دارویی دارو پخش							
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۹۳				۱	۰/۹۸۰	۱	پنجره اول
۱			۱	۱	۱		پنجره دوم
۱		۱	۱	۱			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۱	۱	۰/۹۹۰	۱	میانگین کارایی هر سال

ادامه جدول ۲: نتایج سنجش مدل کارایی بر اساس تحلیل پنجره‌ای

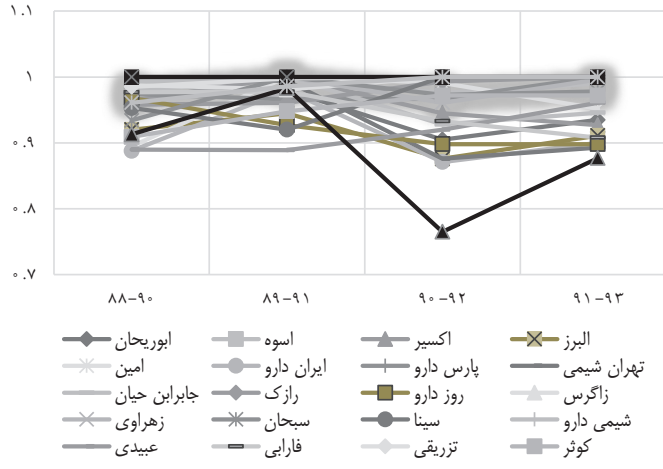
لابراتوار داروسازی دکتر عبیدی						
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۰/۸۹۰				۰/۶۷۱	۱	۱	پنجره اول
۰/۸۸۹			۱	۰/۶۶۶	۱		پنجره دوم
۰/۹۲۰		۰/۹۲۱	۱	۰/۸۴۰			پنجره سوم
۰/۹۶۱	۰/۹۶۴	۰/۹۲۱	۱				پنجره چهارم
	۰/۹۶۴	۰/۹۲۱	۱	۰/۷۲۶	۱	۱	میانگین کارایی هر سال
داروسازی فارابی						
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۰/۹۷۷				۱	۰/۹۳۰	۱	پنجره اول
۰/۹۷۸			۱	۱	۰/۹۳۴		پنجره دوم
۰/۹۳۳		۱	۰/۸۸۵	۰/۹۱۵			پنجره سوم
۰/۹۰۸	۰/۸۳۹	۱	۰/۸۸۵				پنجره چهارم
	۰/۸۳۹	۱	۰/۹۲۳	۰/۹۷۲	۰/۹۳۲	۱	میانگین کارایی هر سال
فرآورده های تزریقی ایران						
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۰/۹۸۵				۱	۱	۰/۹۵۵	پنجره اول
۰/۹۹۸			۱	۱	۰/۹۹۵		پنجره دوم
۱		۱	۱	۱			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۱	۱	۰/۹۹۷	۰/۹۵۵	میانگین کارایی هر سال
داروسازی کوثر						
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۰/۹۰۹				۱	۰/۷۲۸	۱	پنجره اول
۰/۹۴۸			۰/۹۶۳	۱	۰/۸۸۲		پنجره دوم
۰/۹۷۲		۱	۰/۹۱۶	۱			پنجره سوم
۰/۹۷۲	۱	۱	۰/۹۱۶				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۹۳۲	۱	۰/۸۰۵	۱	میانگین کارایی هر سال

ادامه جدول ۲: نتایج سنجش مدل کارایی بر اساس تحلیل پنجره‌ای

کیمیدارو						
میانگین کارایی هر پنجره	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	۸۸	
۰/۹۱۳				۰/۸۷۸	۰/۸۶۲	۱	پنجره اول
۰/۹۸۳			۰/۹۵۰	۱	۱		پنجره دوم
۰/۷۶۵		۱	۰/۶۳۰	۰/۶۶۴			پنجره سوم
۰/۸۷۷	۱	۱	۰/۶۳۰				پنجره چهارم
	۱	۱	۰/۷۳۷	۰/۸۴۷	۰/۹۳۱	۱	میانگین کارایی هر سال
دارویی لقمان						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۱				۱	۱	۱	پنجره اول
۱			۱	۱	۱		پنجره دوم
۱		۱	۱	۱			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۱	۱	۱	۱	میانگین کارایی هر سال
تولید مواد اولیه داروپخش						
میانگین کارایی هر پنجره	**۹۳**	**۹۲**	**۹۱**	**۹۰**	**۸۹**	**۸۸**	
۰/۹۶۱				۱	۰/۹۵۹	۰/۹۲۵	پنجره اول
۰/۹۸۶			۱	۱	۰/۹۵۹		پنجره دوم
۱		۱	۱	۱			پنجره سوم
۱	۱	۱	۱				پنجره چهارم
	۱	۱	۱	۱	۰/۹۵۹	۰/۹۲۵	میانگین کارایی هر سال

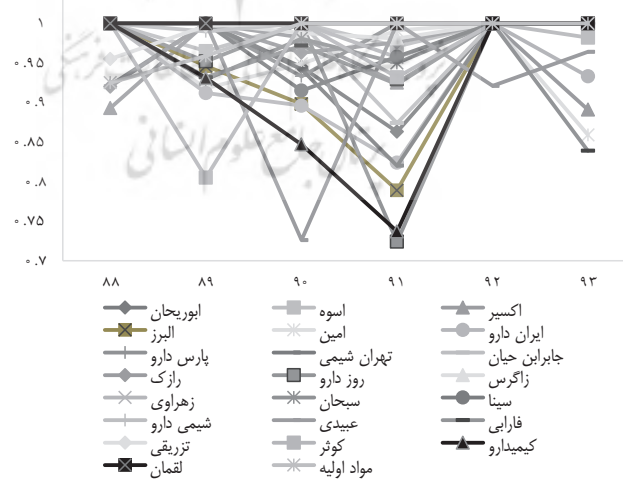
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در نمودار (۱) روند کارایی در طول پنجره‌ها برای ۲۳ واحد تصمیم‌گیرنده رسم شده است. محور افقی نشان‌دهنده پنجره‌ها و محور عمودی نشان‌دهنده امتیاز کارایی است. همان‌طور که در شکل مشخص است، شرکت داروسازی لقمان در تمام پنجره‌ها امتیاز کارایی یک را کسب کرده و کاراترین شرکت است. شرکت‌های داروسازی رازک، شیمی دارویی داروپخش، فرآورده‌های تزریقی ایران، کوثر و تولید مواد اولیه داروپخش روند صعودی دارند و شرکت داروسازی روزدارو روند نزولی داشته و شرکت‌های داروسازی دیگر دارای روند صعودی یا نزولی نیستند و در طول بازه مورد بررسی، هم صعود و هم نزول داشته‌اند.



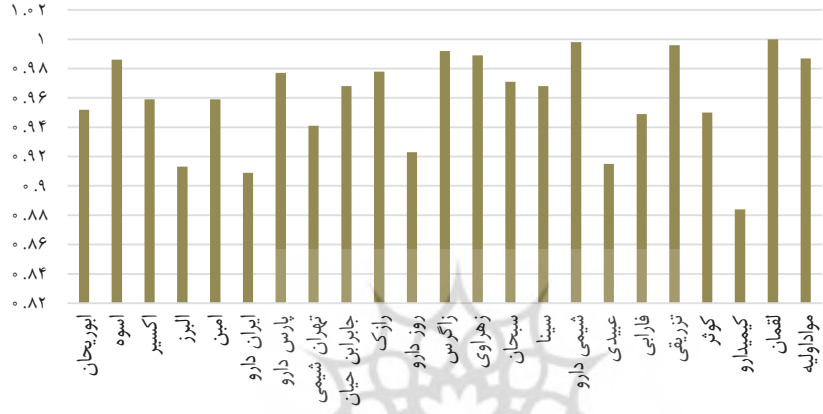
نمودار ۱: روند کارایی در طول پنجره‌ها برای واحدهای تصمیم‌گیرنده

در نمودار (۲) روند کارایی در هر سال برای ۲۳ شرکت داروسازی رسم شده است. محور افقی نشان‌دهنده دوره‌های مورد بررسی و محور عمودی نشان‌دهنده امتیاز کارایی است. شرکت داروسازی لقمان در هر دوره دارای عدد کارایی یک است و شرکت‌های فرآورده‌های تزریقی ایران و تولید مواد اولیه داروپخش دارای روند صعودی هستند. سایر شرکت‌ها دارای روند صعودی یا نزولی نیستند و در طول دوره مورد بررسی، هم صعود و هم نزول داشته‌اند.



نمودار ۲: روند کارایی هر دوره

از تحلیل مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای برای ۲۳ شرکت داروسازی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار با مقادیر ورودی و خروجی مشخص شده، با توجه به نمودار (۳) نتیجه‌گیری می‌شود که شرکت داروسازی لقمان با عدد کارایی یک، دارای بالاترین مقدار کارایی و شرکت داروسازی کیمیدارو با عدد کارایی ۰/۸۸۴ دارای پایین‌ترین مقدار کارایی هستند.

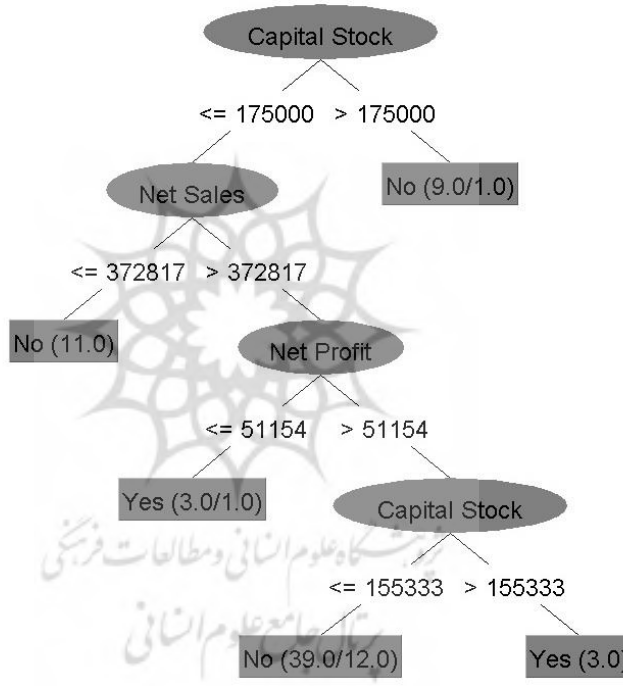


نمودار ۳: میانگین کارایی کل

ویژگی‌های استفاده‌شده در درخت تصمیم شامل جمع دارایی‌ها، سرمایه، فروش خالص، سود خالص و میانگین کارایی هر پنجره و از نوع عددی بر اساس مدل تحلیل پنجره‌ای (کلاس) است. پنجره‌های کارا با "بله" و پنجره‌های ناکارا با "خیر" مشخص شده‌اند. از آن‌جا که باید اعتبار روش ارائه‌شده در هر پژوهشی مورد سنجش قرار گیرد، برای سنجش اعتبار و صحت مدل و برای آزمون روایی این پژوهش، داده‌ها به دو دسته، داده‌های تست و داده‌های آموزشی در روش درخت تصمیم، تقسیم شدند که خروجی‌های نهایی بررسی شده و روایی پژوهش تأیید شد. به‌طورکلی مبانی نظری این پژوهش که شامل تجربه‌های مشابه هستند نیز روایی ابزار گردآوری داده‌ها را پشتیبانی می‌کنند. در این پژوهش، ۷۰ درصد از داده‌ها، مجموعه داده‌های آموزشی و ۳۰ درصد نیز، مجموعه داده‌های آزمایشی انتخاب شده‌اند. به‌منظور انتخاب تصادفی داده‌های آزمایشی از نرم‌افزار (EXCEL) استفاده شده است.

پس از وارد کردن ویژگی‌ها و کلاس به وسیله نرم‌افزار (Weka)، درخت تصمیم با استفاده از الگوریتم (j48) که یک درخت هرس‌شده یا نشده از درخت (C4.5) است، رسم شده است که

در نمودار (۱) آورده شده است. الگوریتم (C4.5) تکمیل شده الگوریتم (ID3) است. برای این منظور، ابتدا داده‌ها را مرتب کرده و سپس مقادیر سودمندی را برای تمامی حالت‌هایی که امکان جدا شدن این داده‌های مرتب‌شده از هم وجود دارد را به‌دست آورده و جداساز متناظر با بزرگ‌ترین سودمندی مقدار را به‌عنوان جداکننده انتخاب می‌کنیم. یکی از ویژگی‌های ذاتی درخت، حذف برخی از ویژگی‌ها بر اساس اهمیت یا حداقل همبستگی است، که در درخت موردنظر، ویژگی سرمایه حذف شده است.



نمودار ۴: درخت تصمیم حاصل شده از اجرای مدل

با توجه به نمودار (۴) که درخت حاصل از رده‌بندی است، مشاهده می‌گردد که بر اساس مقدار سرمایه، شرکت‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند. شرکت‌هایی که سرمایه بیش‌تر از ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال و شرکت‌هایی که سرمایه‌ی کم‌تر یا مساوی ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال دارند. شرکت‌هایی که سرمایه بیش‌تر از ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال دارند، ناکارا هستند.

برای سرمایه کم‌تر یا مساوی ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال، به دو شاخه بر اساس شاخص فروش خالص بیش‌تر از ۳۷۲۸۱۷ میلیون ریال و کم‌تر یا مساوی این مقدار تقسیم می‌شوند. شرکت‌هایی که سرمایه کم‌تر یا مساوی ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال داشته باشند و فروش خالص کم‌تر یا مساوی ۳۷۲۸۱۷ میلیون ریال داشته باشند، ناکارا هستند.

شرکت‌هایی که سرمایه کم‌تر یا مساوی ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال و فروش خالص بیش‌تر از ۳۷۲۸۱۷ میلیون ریال داشته باشند، بر اساس شاخص سود خالص به دو شاخه بیش‌تر از ۵۱۱۵۴ میلیون ریال و کم‌تر از این مقدار تقسیم می‌شوند. شرکت‌هایی که سرمایه کم‌تر یا مساوی ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال و فروش خالص بیش‌تر از ۳۷۲۸۱۷ میلیون ریال و سود خالص کم‌تر یا مساوی ۵۱۱۵۴ میلیون ریال داشته باشند، کارا هستند.

شرکت‌های دارای سرمایه کم‌تر یا مساوی ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال و فروش خالص بیش‌تر از ۳۷۲۸۱۷ میلیون ریال و سود خالص بیش‌تر از ۵۱۱۵۴ میلیون ریال بر اساس سرمایه به دو شاخه بیش‌تر از ۱۵۵۳۳۳ میلیون ریال و کم‌تر یا مساوی این مقدار تقسیم می‌شوند. شرکت‌هایی که سرمایه کم‌تر از ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال و فروش خالص بیش‌تر از ۳۷۲۸۱۷ میلیون ریال و سود خالص بیش‌تر از ۵۱۱۵۴ میلیون ریال و سرمایه بیش‌تر از ۱۵۵۳۳۳ ریال داشته باشند، کارا هستند. شرکت‌هایی که سرمایه کم‌تر از ۱۷۵۰۰۰ میلیون ریال و فروش خالص بیش‌تر از ۳۷۲۸۱۷ میلیون ریال و سود خالص بیش‌تر از ۵۱۱۵۴ میلیون ریال و سرمایه کم‌تر یا مساوی ۱۵۵۳۳۳ ریال داشته باشند، ناکارا هستند.

نتیجه‌گیری

تحلیل پوششی داده‌ها، یک ابزار مدیریتی قدرتمند برای ارزیابی کارایی شرکت‌ها و سازمان‌ها است. در روش تحلیل پوششی داده‌ها، در برآورد کارایی شرکت‌ها، کارایی نسبی سنجیده می‌شود. به‌بیان دیگر، در این روش بیان می‌شود که شرکت در حضور شرکت‌های مشابه چگونه عمل می‌کند و امکان دارد شرکت به‌طور مطلق کارا نباشد. بنابراین، شرکت‌هایی که رتبه کارایی بالاتری دارند، می‌توانند عملکرد خود را بهبود بخشند. اگر اطلاعات شرکت‌های مشابه بیش‌تری در دسترس باشد، اندازه کارایی شرکت‌ها مناسب‌تر و صحیح‌تر نشان داده می‌شود. شرکت‌های کارا مرجع نسبی مناسبی برای افزایش کارایی شرکت‌های ناکارا هستند.

هر سازمانی برای آگاهی از وضعیت موجود خود، نیاز به سنجش عملکرد دارد. روش تحلیل پوششی داده‌ها یکی از متداول‌ترین روش‌ها در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و شرکت‌ها است.

همچنین، با توجه به وجود داده‌های چند دوره زمانی و نیاز شرکت‌ها به ارزیابی عملکرد خود طی سال‌های گذشته و وضعیت کنونی، استفاده از مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها، به‌تنهایی نمی‌تواند بیان‌کننده وضعیت واحدهای تصمیم‌گیرنده تحت بررسی در طول زمان باشد. به‌همین دلیل، لازم است تا اطلاعات مربوط به دوره‌های مختلف یک واحد تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته شوند و روند عملکرد آن‌ها با توجه به امتیاز کارایی‌شان در دوره‌های زمانی مختلف مدنظر قرار بگیرد. از طرفی، با توجه به افزایش روزافزون حجم داده‌ها، استفاده از داده‌کاوی در کسب و کارها و مباحث علمی، گسترش زیادی یافته است، که به‌منظور کشف دانش موجود در سازمان‌ها، استخراج قواعد مستتر در داده‌ها اهمیت زیادی پیدا می‌کند. بنابراین، با استفاده از نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای به‌عنوان ورودی درخت تصمیم، می‌توان قواعد مستتر در داده‌ها را استخراج کرد و دلایل عملکرد ضعیف یا عملکرد قابل قبول واحدهای تصمیم‌گیرنده را کشف کرد و برای بهتر شدن عملکرد این واحدها و واحدهای مشابه، راهکارهای مؤثری ارائه کرد.

در پژوهش‌های انجام‌شده از متغیرهای محیطی به‌عنوان ورودی درخت تصمیم استفاده شده است و حالت استاتیک دارند (Lee, 2010)، درحالی‌که این پژوهش که ترکیبی از روش CCR تحلیل پنجره‌ای و درخت تصمیم است، دارای ورودی‌های درخت شامل واحدهای کارا و ناکارای به‌دست‌آمده از روش تحلیل پنجره‌ای (پنجره‌های کارا و ناکارا از واحدهای تصمیم‌گیرنده) که ورودی‌ها و خروجی‌های روش تحلیل پنجره‌ای هستند، بوده و از ورودی‌ها و خروجی‌های روش تحلیل پنجره‌ای به‌عنوان ورودی درخت تصمیم استفاده شده است، که از جامعیت بیش‌تری نسبت به کارهای گذشته برخوردار است و همچنین حالت پویا داشته و عامل زمان را در نظر می‌گیرد و عملکرد هر واحد تصمیم‌گیرنده را نه‌تنها با عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده دیگر، بلکه با عملکرد همان واحد تصمیم‌گیرنده در زمان‌های گذشته مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

با نگاهی اجمالی به عملکرد بورس اوراق بهادار تهران می‌توان دریافت که در برخی از دوره‌های زمانی، عملکرد آن رشد قابل‌ملاحظه‌ای داشته است؛ اما این رشد همواره پایدار نیست و احتمال رکود بعد از دوره رونق در تمام اقتصادها وجود دارد. بنابراین، آمادگی شرکت‌ها برای مقابله با بحران و ورشکستگی ضروری است. بهره‌وری یکی از عوامل مهمی است که از آن به‌عنوان هدف نهایی یک بنگاه اقتصادی نام برده می‌شود و روند تغییرات آن در طول زمان بیانگر پیشرفت، ثبات و یا پسرفت آن در طول زمان است. بنابراین، در عین این‌که بررسی روند تغییرات آن در طول زمان در سطح خرد تعیین‌کننده راهبردهای صنایع یا شرکت‌ها است، در سطح کلان نیز به‌عنوان یک دورنما به سیاست‌گذاران و مجریان کمک می‌کند.

در این پژوهش، چارچوب پیشنهادی بر روی داده‌های شرکت‌های دارویی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار اجرا شد. در این پژوهش عرض پنجره سه در نظر گرفته شده است، هر چند از لحاظ نظری روشی برای تعیین اندازه بهینه پنجره وجود ندارد. در بیشتر مطالعات، عرض پنجره دو یا سه در نظر گرفته شده است. بنابراین، با داشتن داده‌های شش ساله، چهار پنجره شکل گرفت و کارایی یا ناکارایی پنجره‌ها، محاسبه شد و ورودی‌ها و خروجی‌های روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای و پنجره‌های کارا و ناکارا وارد درخت تصمیم شد و درنهایت قواعد مستتر در درخت تصمیم استخراج شدند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مورد کارا و یا ناکارا بودن واحدها، مدیران شرکت داروسازی لقمان، که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده کاراترین مرکز تولید دارو طی دوره زمانی مذکور است، باید در مجموع به سمت کارایی بیش‌تر و بالاتر حرکت کرده و مدیران شرکت‌های ناکارا لازم است با الگوبرداری از واحدهای کارا به سمت مرز کارایی نسبی حرکت کنند.

پیشنهادها

با توجه به این‌که روش ارائه شده، بر اساس میانگین متحرک عمل می‌کند و برای یافتن روندهای عملکرد یک واحد در طول زمان مفید است، نتایج و پیش‌بینی‌های حاصل از آن، می‌تواند به مدیران این واحدها و سایر مدیران بهره‌مند از این روش، در رسیدن به کارایی نسبی بالاتر نسبت به واحد خود در طی سال‌های گذشته و نسبت به واحدهای دیگر، کمک شایانی کند.

از پیشنهادات برای پژوهش‌های آتی مرتبط با پژوهش حاضر، می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

استفاده از سایر الگوریتم‌های درخت تصمیم و مقایسه آن‌ها با یکدیگر

استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با نتایج حاصل از درخت تصمیم

استفاده از داده‌های فازی و تصادفی در روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده

استفاده از شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست و مقایسه نتایج حاصل از آن با نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

منابع

الف) فارسی

اجلی‌قشلاجویی، مهدی و صفری، حسین (۱۳۸۸). ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از مدل ترکیبی شبکه‌های عصبی پیش‌بینی‌کننده عملکرد و تحلیل پوششی داده‌ها (مورد مطالعه: شرکت ملی گاز ایران)، *نشریه مهندسی صنایع (دانشکده فنی دانشگاه تهران)*، دوره چهل و پنجم، شماره ۱، صص ۲۹-۱۳.

تقی‌زاده مهرجردی، روح‌اله؛ فاضل‌یزدی، علی و محبی، رضا (۱۳۹۲). مدل‌سازی و پیش‌بینی کارایی بانک‌های دولتی و خصوصی ایران با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک. *فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت دارای و تأمین مالی*، سال اول، شماره دوم، صص ۱۲۶-۱۰۳.

سیادتی، سامان؛ تارخ، محمدجعفر و سلیمانی، مریم (۱۳۹۱). به‌کارگیری متد داده‌کاوی به‌منظور افزایش میزان ایمنی فراورده‌های غذایی دامی. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، دوره هفتم، شماره ۷ (پیاپی ۵)، صص ۶۵۰-۶۴۳.

شاهی بیک، آزاده (۱۳۹۴). ارزیابی عملکرد نیروی انسانی با استفاده از نتایج تحلیل پوششی داده‌ها براساس داده‌کاوی: موردکاوی در یک شرکت هلدینگ. *کنفرانس بین‌المللی پژوهشهای نوین در مدیریت و مهندسی صنایع*، شرکت مدیران ایده‌پردازان پایتخت ایلیا، ایران.

علی‌نژاد، علیرضا؛ زهره بندیان‌مجید و اسفندیاری، نیما (۱۳۹۴). *مقدمه‌ای بر سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد*. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، چاپ سوم.

غلامی، پیمان؛ نجفی، محمد و نجفی، مسعود (۱۳۹۱). ارائه روشی نوین با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و آنتروپی برای انتخاب خصیصه در داده‌کاوی. *نهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، انجمن مهندسی صنایع ایران*، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ایران.

ب) انگلیسی

Alinezhad, A. (2016). An Integrated DEA and Data Mining Approach for Performance Assessment, *Iranian Journal of Optimization*, 8(2), pp. 968-987.

Charnes, A.; Clark, C. T.; Cooper, W. W. & Golany, B. (1985). A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the US Air Forces. *Annals of Operations Research*, 2, pp. 95-112.

Cooper, W. W.; Seiford, L. M. & Zhu, J. (2011). *Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations*. In Handbook on Data Envelopment Analysis, pp. 1-39, Springer US.

Cullinane, K.; Song, D. & Wang, T. (2004). An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency. *Journal of Review of*

Network Economics, 3(2), pp. 137-149.
Han, J. & Kamber, M. (2001). Data Mining: Concepts and Techniques, San Diego Academic Press.
Jenhani, I.; Amor, N. B. & Elouedi, Z. (2008). Decision Trees as Possibilistic Classifiers, *International Journal of Approximate Reasoning*, 48(3), pp. 784-807.
Lee, S. (2010). Using Data Envelopment Analysis and Decision Trees for Efficiency Analysis and Recommendation of B2C Controls. *Journal of Decision Support Systems*, 49, pp. 486-497.
Rahimi, I. & Behmanesh, R. (2012). Improve Poultry Farm Efficiency in Iran: Using Combination Neural Networks, Decision Trees, and Data Envelopment Analysis (DEA). *International Journal of Applied Operational Research*, 2(3), pp. 69-84.
Salem Al-Eraqi, Ahmed; Adli, Mustafa & Ahamad, Tajudin Khader (2010). An Extended DEA Windows Analysis: Middle East and East African Seaports. *Journal of Economic Studies*, 37(2), pp. 208-218.
Samoilenko, S. & Osei-Bryson, K. M. (2008). Increasing the Discriminatory Power of DEA in the Presence of the Sample Heterogeneity with Cluster Analysis and Decision Tree. *Expert Systems with Applications*, 34, pp. 1568-1581.
Samoilenko, S. & Osei-Bryson, K. M. (2013). Using Data Envelopment Analysis (DEA) for Monitoring Efficiency-based Performance of Productivity-drive Organizations: Design and Implementation of a Decision Support Systems, *Omega*, 41, pp. 131-142.
Seol, H.; Choi, J.; Park, G. & Park, Y. (2007). A Framework for Benchmarking Service Process Using Data Envelopment Analysis and Decision Tree, *Journal of Expert Systems with Applications*, 32, pp. 432-440.
Sohn, S. & Moon, T. (2004). Decision Tree Based on Data Envelopment Analysis for Effective Technology Commercialization. *Expert Systems with Applications*, 26, pp. 279-284.
Toloo, M.; Sohrabi, B. & Nalchigar, S. (2009). A New Method for Ranking Discovered Rules from Data Mining by DEA. *Journal of Expert Systems with Applications*, 36(4), pp. 8503-8508.
Tsai, Ch. & Tsai, J. (2010). Performance Evaluation of the Judicial System in Taiwan Using Data Envelopment Analysis and Decision Trees. In Published in: 2010 Second International Conference on Computer Engineering and Applications. 19-21 March. Vol 2, pp. 290-294.
Yang, Z. & Cao, Y. (2010). Assessing Canadian Schedule I Banks Using DEA Window Analysis and the Malmquist Index. In 2010 7th International Conference on Service Systems and Service Management, pp. 1-6.