فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال دوازدهم/ شماره ۴۱/ پاییز ۱۳۹۶

ارائه یک روش ترکیبی از تحلیل پوششی داده ها و داده کاوی جهت ارزیابی واحدهای تصمیم گیرنده

علیرضا علی‌نژاد (نویسنده مسؤول)
دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
Email:alalinezhad@gmail.com
جواد خلیلی
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۱۸ * تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۱

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 داده‌ها و سپس ارائه قواعدی با استفاده از داده کاوی است. شاخص مالم کوئیست با امکان‌پذیر ساختن ترکیب مشاهدات سری زمانی و مقطعی، تا حدودی مشکل ناکافی بودن مشاهدات را برطرف می‌کند و برای یافتن روندهای عملکرد یک واحد در طول زمان مفید است. در این پژوهش، ارزیابی کارایی ۲۲ شرکت داروسازی پذیرفته‌شده در سازمان بورس اوراق بهادار با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌ها و با استفاده از شاخص مالم کوئیست ورودی محور در طول سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۱ صورت گرفته است و سپس نتایج حاصل از آن به عنوان 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.

کلمات کلیدی: شاخص مالم کوئیست، تحلیل پوششی داده‌ها، داده‌کاوی، درخت تصمیم، شرکت‌های دارویی، کارایی.

۱- 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 (Ajali and Safari, 2009).

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.

یکی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص مالم کوئیست[2] است. استفاده از شاخص مالم کوئیست نیازمند داشتن داده های مقطعی و سری زمانی واحدهای اقتصادی (داده های تابلویی) است، در حالی که در شاخصی نظیر ترنکوئیست[3]، محاسبه بهره وری عوامل تولید صرفا با استفاده از داده های سری زمانی بنگاه، امکان پذیر است (Mohan and Rey, 2004). الگوی ریاضی شاخص مالم کوئیست بر مبنای تابع مسافت تعریف شده که در آن تغییر در بهره وری کل عوامل تولیدی در بین دو نقطه از داده ها، از طریق محاسبه نسبت فاصله هر یک از این نقاط از سطح یک تکنولوژی معین (مشترک)، اندازه گیری می شود.

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 and 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 تجزیه و تحلیل اطلاعات و پیش‌بینی را نیز شامل می‌شود (Siadati et al., 2012).

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 باشد 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 شاخص مالم کوئیست 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 شاخص مالم کوئیست، 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.

---

1 Data Envelopment Analysis
2 Malmquist index
3 Torn-quist

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 and 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 و مقالات مختلفی در این زمینه ارائه گردیده است.

سون و مون[4] (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 درخت‌تصمیم و نتایج به‌دست آمده از تحلیل پوششی داده‌ها، به‌عنوان متغیر هدف در نظر گرفته شدند.

سئول و همکاران[5] (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.

طلوع و همکاران (۲۰۰۹)، در مقاله‌ای با استفاده از این تکنیک‌های 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 حل تنها یک برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح است، پیشنهاد کردند.

تسایی و تسایی[6] (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.

غلامی و همکاران (۲۰۱۲)، 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.

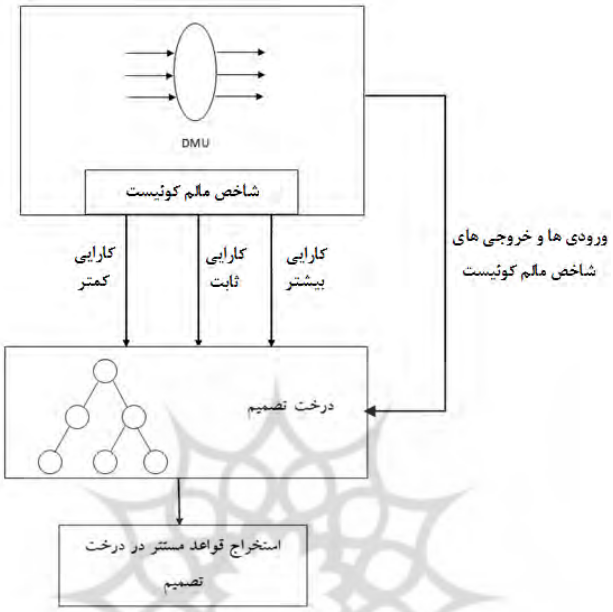
ساموئلینکو و اسی برایسون[7] (۲۰۱۳)، با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری، تحلیل پوششی داده‌ها، تسهیلاتی را برای ارزیابی و مدیریت کارایی نسبی سازمان‌هایی که در محیط‌های ناپایدار کار می‌کنند، ایجاد کردند.

شاهی بیک (۲۰۱۵)، با ارزیابی عملکرد کارایی از مدل DEA و تجزیه وتحلیل 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.

4 Sohn and Moon
5 Seol et al
6 Tsai and Tsai
7 Samoilenko and Osei-Bryson

چیانگ و همکاران[8] (۲۰۱۷)، با استفاده از روش ترکیبی تحلیل پوششی داده ها و درخت تصمیم به ارزیابی عملکرد صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشور تایوان پرداختند و ۱۶ شرکت مربوطه را مورد بررسی قرار دادند.

مدل ارائه شده در این پژوهش، در واقع چارچوبی جدید برای ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها است که در این پژوهش شاخص مالم کوئیست و درخت تصمیم مدنظر است و برای تجزیه و تحلیل 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 شماره (۱): ساختار کلی پیاده‌سازی مدل پژوهش

۲- مواد و روش ها

الف) 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[9] 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. علت این‌که آن را تحلیل پوششی یا تحلیل فراگیر می‌نامند، این است که این روش، یک تابع مرزی ارائه می‌دهد که تمام داده‌ها را شامل می‌شود. به عبارتی، تمامی داده‌ها را پوشش می‌دهد. از آنجا که روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر مجموعه‌ای از مسائل بهینه سازی است که در آنها هیچ‌گونه مؤلفه‌ای برای تخمین وجود ندارد، روشی غیر پارامتریک است (Charnes et al., 1985).

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

$$\text{Max} \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} \qquad (۱)$$

St:

8 Chiang et al
9 Farrell

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

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، u_r وزن تخصیص داده شده به ورودی i است.

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

$$\text{Min } \theta_p \qquad (\ )$$
St:
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \theta_p x_{ip} \quad ; i = 1, \dots, m$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{rp} \quad ; r = 1, \dots, s$$
$$\lambda_j \ge 0 \quad ; j = 1, \dots, n$$
$$\theta_p free$$

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

ب) شاخص مالم کوئیست

این شاخص ابتدا توسط مالم کوئیست به عنوان شاخص استاندارد معرفی شد (Malmquist, 1953). برای اولین بار توسط کیوز و همکاران، درتئوری تولید به کار گرفته شد و برای محاسبه شاخص ها، ازتابع فاصله استفاده کردند و فرض نمودند که همه واحدها نسبت به مرز تولید زمان خود، کارا می باشند یعنی $D^k(x^k, y^k) = 1$ و طی زمان t_1 و t_2 تابع فاصله فوق الذکر به صورت رابطه (۳) تعریف می شود (Caves et al., 1982).

$$D^k(x^k, y^k) = \min\left\{\theta \,\middle|\, \theta x^{t1} \text{ بتواند با تکنولوژی زمان } t^2 \text{ و } y^{t1} \text{ را تولید می کند}\right\} \qquad (۳)$$

اگر تعداد واحد های تصمیم گیرنده برابر n باشد و $x_j^{t1} = (x_{1j}^{t1}, \dots, x_{mj}^{t1})$ و $y_j^{t1} = (y_{1j}^{t1}, \dots, y_{sj}^{t1})$ به ترتیب بردارهای ورودی و خروجی واحد تصمیم گیرنده jام در زمان t_1 و $x_j^{t2} = (x_{1j}^{t2}, \dots, x_{mj}^{t2})$ و $y_j^{t2} = (y_{1j}^{t2}, \dots, y_{sj}^{t2})$ به ترتیب بردارهای ورودی و خروجی واحد تصمیم گیرنده jام در زمان t_2 باشد، بر اساس شاخص مالم کوئیست، رشد بهره وری واحد تصمیم گیرنده oام به صورت رابطه (۴) تعریف می شود (Jahanateghi et al., 2011).

$$M_o = \left[\frac{D_o^{t1}(x_o^{t2}, y_o^{t2})}{D_o^{t1}(x_o^{t1}, y_o^{t1})} \times \frac{D_o^{t2}(x_o^{t2}, y_o^{t2})}{D_o^{t2}(x_o^{t1}, y_o^{t1})}\right]^{\frac{1}{2}} = \frac{D_o^{t2}(x_o^{t2}, y_o^{t2})}{D_o^{t1}(x_o^{t1}, y_o^{t1})}\left[\frac{D_o^{t1}(x_o^{t2}, y_o^{t2})}{D_o^{t2}(x_o^{t2}, y_o^{t2})} \times \frac{D_o^{t2}(x_o^{t1}, y_o^{t1})}{D_o^{t2}(x_o^{t1}, y_o^{t1})}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۴)$$

که در آن:

$$D_o^{t2}(x_o^{t1}, y_o^{t1}) = \text{Min } \theta \qquad (۵)$$
St:
$$x^{t1}\lambda \le \theta x_o^{t1},$$
$$y^{t1}\lambda \ge y_o^{t1},$$
$$\lambda \ge 0.$$
$$D_o^{t2}(x_o^{t1}, y_o^{t1}) = \text{Min } \theta \qquad (۶)$$
St:

$x^{t2}\lambda \leq \theta x_o^{t1}$,
$y^{t2}\lambda \geq y_o^{t1}$,
$\lambda \geq 0$.

$D_o^{t1}(x_o^{t2}, y_o^{t2})$ و $D_o^{t2}(x_o^{t2}, y_o^{t2})$ نیز به طور مشابه محاسبه می شوند و تفاسیر مقدار M_o بصورت زیر خواهد بود:

- $M_o > 1$: کارایی بیشتر شده است.
- $M_o = 1$: کارایی بدون تغییر و ثابت است.
- $M_o < 1$: کارایی کمتر شده است.

ترکیب تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای و درخت تصمیم

در این پژوهش، با تعیین شاخص های جمع دارایی ها و سرمایه به عنوان شاخص های ورودی و شاخص های فروش خالص و سود خالص به عنوان شاخص های خروجی، ابتدا با استفاده از شاخص مالم کوئیست ورودی محور، مقادیر کارایی واحدها مشخص می‌گردد. سپس با نتایج به‌دست‌آمده از این روش و همچنین ورودی‌ها و خروجی‌های استفاده‌شده در شاخص مالم کوئیست را به‌عنوان ورودی برای درخت تصمیم درنظر گرفته و درنهایت، قواعد مستتر در درخت تصمیم را با الگوریتم j48 استخراج می گردد. این قواعد می‌تواند به‌عنوان پیش‌بینی وضعیت برای سایر سازمان‌ها و شرکت‌ها مورد استفاده قرارگیرد.

۳- نتایج و بحث

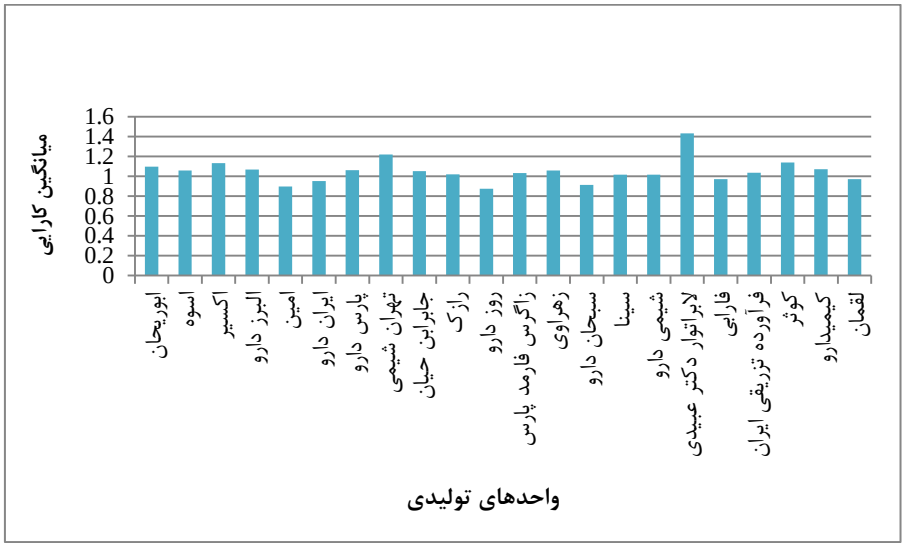
این پژوهش، با داشتن داده‌های پنج ساله، شکل خواهد گرفت. در شاخص مالم کوئیست مورد استفاده در پژوهش حاضر، با در نظر گرفتن تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده برابر N و دوره زمانی برابر T پارامترهای این پژوهش بوده و به ترتیب ۲۲ و ۵ می باشند.

مقادیر میانگین کارایی ۲۲ شرکت داروسازی در طول سال های ۱۳۹۵-۱۳۹۱با استفاده از شاخص مالم کوئیست و بر اساس ورودی و خروجی‌های فوق الذکر، در جدول (۱) آمده است. مقادیر شاخص مالم کوئیست ورودی محور برای همه واحدها، به وسیله نرم‌افزار (DEA SOLVER) محاسبه شده است.

جدول شماره (۱): نتایج سنجش کارایی بر اساس شاخص مالم کوئیست

نام واحد تولیدی	امتیاز شاخص مالم کوئیست	وضعیت کارایی	نام واحد تولیدی	امتیاز شاخص مالم کوئیست	وضعیت کارایی
ابوریحان	۱/۰۹۷۵	بیشتر	زاگرس فارمد پارس	۱/۰۳۰	بیشتر
اسوه	۱/۰۵۸۳	بیشتر	زهراوی	۱/۰۵۸	بیشتر
اکسیر	۱/۱۳۳	بیشتر	سبحان دارو	۰/۹۱۲	کمتر
البرز دارو	۱/۰۶۶	بیشتر	سینا	۱/۰۱۵	بیشتر
امین	۰/۸۹۸	کمتر	شیمی دارو	۱/۰۱۶	بیشتر
ایران دارو	۰/۹۵۲	کمتر	لابراتوار دکتر عبیدی	۱/۴۳۱	بیشتر
پارس دارو	۱/۰۶۱	بیشتر	فارابی	۰/۹۷۰	کمتر
تهران شیمی	۱/۲۱۹	بیشتر	فرآورده تزریقی ایران	۱/۰۳۳	بیشتر
جابرابن حیان	۱/۰۵۱	بیشتر	کوثر	۱/۱۳۹	بیشتر
رازک	۱/۰۱۸	بیشتر	کیمیدارو	۱/۰۷۱	بیشتر
روز دارو	۰/۸۷۴	کمتر	لقمان	۰/۹۷۰	کمتر

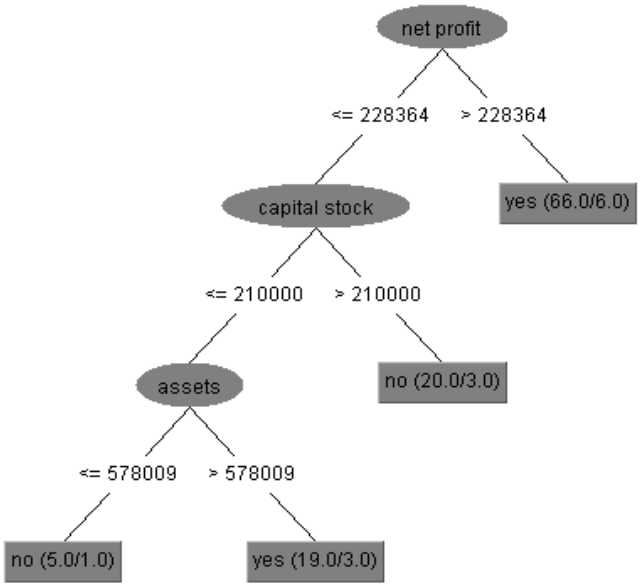
در شکل (۲) روند کارایی برای ۲۲ واحد تصمیم‌گیرنده رسم شده است. محور افقی نشان‌دهنده واحدهای تولیدی و محور عمودی نشان‌دهنده میانگین امتیاز کارایی است. همان‌طور که در شکل (۲) و جدول (۱) مشخص است، شرکت لابراتوار داروسازی دکتر عبیدی بالاترین امتیاز کارایی و روز دارو کمترین مقدار کارایی را کسب کرده است. در شرکت‌های داروسازی امین، روز دارو، صبحان دارو، فارابی و لقمان مقدار کارایی در طول دوره ۵ ساله کمتر شده است.



شکل شماره (۲): مقدار میانگین کارایی در طول دوره ۵ سال برای واحدهای تصمیم‌گیرنده

ویژگی‌های استفاده‌شده در درخت تصمیم شامل جمع دارایی‌ها، سرمایه، فروش خالص، سود خالص و کارایی واحدهای تصمیم گیرنده و از نوع عددی بر اساس شاخص مالم کوئیست (کلاس) است. واحدهای تصمیم گیرنده با وضعیت کارایی بیشتر با "بله" و واحدهای تصمیم گیرنده با وضعیت کارایی کمتر 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 شکل (۲) 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.



شکل شماره(۳): درخت تصمیم حاصل شده از اجرای مدل

با توجه به شکل (۳) که درخت حاصل از رده‌بندی است، مشاهده می‌گردد که بر اساس مقدار سود خالص، شرکت‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند. شرکت‌هایی که سود خالص بیش‌تر از ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال و شرکت‌هایی که سود خالص کم‌تر یا مساوی ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال دارند. شرکت‌هایی که سود خالص بیش‌تر از ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال دارند، دارای وضعیت کارایی بیشتر و بالاتر از یک هستند.

برای سود خالص کم‌تر یا مساوی ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال، به دو شاخه بر اساس شاخص سرمایه بیش‌تر از ۲۱۰۰۰۰ میلیون ریال و کم‌تر یا مساوی ۲۱۰۰۰۰ میلیون ریال تقسیم می‌شوند. شرکت‌هایی که سود خالص کم‌تر یا مساوی ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال داشته باشند و سرمایه بیشتر از ۲۱۰۰۰۰ میلیون ریال داشته باشند، دارای وضعیت کارایی کمتر و پایین تر از یک هستند.

شرکت‌هایی که سود خالص کم‌تر یا مساوی ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال و سرمایه کم‌تر یا مساوی ۲۱۰۰۰۰ میلیون ریال داشته باشند، به دو شاخه بر اساس شاخص دارایی بیش‌تر از ۵۷۸۰۰۹ میلیون ریال و کم‌تر یا مساوی ۵۷۸۰۰۹ میلیون ریال تقسیم می‌شوند. شرکت‌هایی با سود خالص کم‌تر یا مساوی ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال و سرمایه کم‌تر یا مساوی ۲۱۰۰۰۰ میلیون ریال و دارایی بیش‌تر از ۵۷۸۰۰۹ میلیون ریال دارای وضعیت کارایی بیشتر و بالاتر از یک و شرکت‌هایی با سود خالص کم‌تر یا مساوی ۲۲۸۳۶۴ میلیون ریال و سرمایه کم‌تر یا مساوی ۲۱۰۰۰۰ میلیون ریال و دارایی کم‌تر یا مساوی ۵۷۸۰۰۹ میلیون ریال دارای وضعیت کارایی کمتر و پایین تر از یک هستند.

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 شاخص مالم کوئیست و درخت تصمیم است، دارای ورودی‌های درخت شامل واحدها با وضعیت کارایی بیشتر و کمتر به‌دست‌آمده از شاخص مالم کوئیست که ورودی‌ها و خروجی‌های شاخص مالم کوئیست هستند، بوده و از ورودی‌ها و خروجی‌های شاخص مالم کوئیست 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 نه تنها با عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده دیگر، بلکه با عملکرد همان واحد تصمیم‌گیرنده در زمان‌های گذشته مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مورد واحدها، مدیران شرکت لابراتوار داروسازی دکتر عبیدی، که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیشتر مقدار کارایی را در مراکز تولید دارو طی دوره زمانی مذکور دارد، باید به سمت کارایی بیش‌تر و بالاتر حرکت کرده و

مدیران شرکت‌ها با کارایی کمتر لازم است با الگوبرداری از واحدها با کارایی بیشتر به سمت مرز کارایی نسبی و سپس کارایی بیشتر حرکت کنند.

با توجه به این‌که روش ارائه شده، بر اساس میانگین هندسی 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 خود در طی سال‌های گذشته و نسبت به واحدهای دیگر، کمک شایانی کند.

از پیشنهادات برای پژوهش‌های آتی، 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 شاخص مالم کوئیست برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده
- استفاده از سایر روش های تحلیل پوششی داده ها و مقایسه نتایج حاصل از آن با نتایج حاصل از شاخص مالم کوئیست.

٤- منابع

1. Ajali, M. & Safari, H. (2009). Evaluation of the decision-making units using the combined model of neural networks predicting performance and data envelopment analysis (Case study: National Gas Company of Iran). *Industrial Engineering Journal*, 45(1), 29-13.
2. Caves, D.W., Christensen L.R. & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, 50, 1393˚1414.
3. 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, 95-112.
4. Chiang, T. C., Cheng, P. Y., & Leu, F. Y. (2017). Prediction of technical efficiency and financial crisis of Taiwan sPinformation and communication technology industry with decision tree and DEA. *Soft Computing*, 21(18), 5341-5353.
5. Gholami, P., Najafi, M. & Najafi, M. (2012). Provide a new method using data envelopment analysis model and entropy to select the attribute in data mining. *9th International Industrial Engineering Conference*, Iran.
6. Han, J. & Kamber, M. (2001). Data Mining: Concepts and Techniques. San Diego Academic Press.
7. Jahanateghi, M.A., Holy, V., Vaez Ghasemi, M. (2011). Multistage Malmquist Productivity Index. *Research Journal in Operations and Applications*, 8(4), 70-59.
8. Jenhani, I.; Amor, N. B. & Elouedi, Z. (2008). Decision Trees as Possibilistic Classifiers. *International Journal of Approximate Reasoning*, 48(3), 784-807.
9. Lee, S. (2010). Using Data Envelopment Analysis and Decision Trees for Efficiency Analysis and Recommendation of B2C Controls. *Journal of Decision Support Systems*, 49, 486-497.
10. Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estatistica*, 4, 209˚242.
11. Mohan, T. T., & Ray, S. C. (2004). Productivity growth and efficiency in Indian banking: a comparison of public, private, and foreign banks. *Economics working papers*, 1-25.
12. 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), 69-84.

13. 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, 131-142.
14. 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, 432-440.
15. Shahi Beyk, A. (2015). Human Resource Performance Evaluation Using Data Envelopment Data Enhancement Results: A Case Study in a Holding Company. *International Conference on Advanced Research in Industrial Management and Engineering*, Iran.
16. Siadati, S, Tarokh, M, & Soleimani, M. (2013). Applying data mining methods to enhance the safety of animal food product. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 7 (5), 643-650.
17. Sohn, S. & Moon, T. (2004). Decision Tree Based on Data Envelopment Analysis for Effective Technology Commercialization. *Expert Systems With Applications*, 26, 279-284.
18. 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), 8503-8508.
19. Tsai, Ch. & Tsai, J. (2010). Performance Evaluation of the Judicial System in Taiwan Using Data Envelopment Analysis and Decision Trees. In Computer Engineering and Applications (ICCEA), *2010 Second International Conference on*, 2, 290-294.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی