

روش اندازه‌گیری عملکرد شرکت‌ها با استفاده از رویکرد ترکیبی آنالیز روابط خاکستری و تاپسیس فازی

رسول تقی‌زاده*، صفر فضلی**

چکیده

مقابله با چالش‌های پیش‌روی سازمان‌ها نیازمند آن می‌باشد که مدیران آنها الگوی مناسبی از اندازه‌گیری عملکرد داشته باشند تا بتوانند به بهبود مستمر در تمام زمینه‌ها دست یابند. اندازه‌گیری عملکرد، پیشرفت مداوم به سمت اهداف تعیین‌شده را ممکن می‌سازد و نقاط رکود و رونق را شناسایی می‌نماید. از جمله معیارهای مهم عملکرد، معیار مالی است که اندازه‌گیری آن از روش‌های گوناگون امکان‌پذیر است. در این مقاله از ترکیب آنالیز روابط خاکستری و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی با معیار نسبت‌های مالی استفاده شده است. پژوهش حاضر به صورت پیمایشی در بورس اوراق بهادار تهران انجام شد. نمونه آماری تحقیق از بین پنجاه شرکت برتر بورس در سال ۱۳۸۷ - که داده‌های آنها طی ۱۲ ماه سال مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند - انتخاب شد. یافته‌های این تحقیق شامل خوشه‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد مالی و انتخاب شاخص از بین نسبت‌های مالی است که با استفاده از آنالیز روابط خاکستری انجام گرفته است. از آنجا که برخی نسبت‌های مالی شبیه به هم و دارای ساختار یکسانی هستند، ابتدا نسبت‌های مالی برای سال مورد بررسی را با استفاده از آنالیز روابط خاکستری خوشه‌بندی کردیم. هر خوشه، شامل تعدادی از نسبت‌های مالی مشابه است شاخص نمایانگر که به‌دست آمده است. رتبه‌بندی نهایی شرکت‌های نمونه آماری، یافته این تحقیق است که با ترکیب تاپسیس فازی و آنالیز روابط خاکستری به‌دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد با به‌کارگیری این رویکرد ترکیبی، عملکرد مالی شرکت‌ها را می‌توان به سادگی مقایسه و رتبه‌بندی کرد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی عملکرد مالی، آنالیز روابط خاکستری، شاخص نمایانگر، تاپسیس فازی.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۷/۱۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۲/۵.

* کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین. (نویسنده مسئول).

E-mail: r-t@teachers.org

** استادیار، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین.

مقدمه

طی چند دهه اخیر، دنیای سازمانی دچار تغییرات بسیار در زمینه‌های مختلف شده است. در نتیجه همین تغییرات، سازمان‌ها وارد رقابت شدیدی در زمینه‌های بهبود کیفیت، افزایش انعطاف پذیری، افزایش قابلیت اطمینان، گسترش خطوط محصول، تأکید بر خلاقیت و... شده‌اند [۱۲]. در همین راستا، اندازه‌گیری عملکرد از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا به گفته اندیشمندان مدیریت، اگر نتوانیم چیزی را اندازه‌گیری کنیم، نمی‌توانیم آنرا مدیریت کنیم [۹].

تحقیقات بسیار زیادی در سال‌های اخیر در مورد ماهیت و روش اندازه‌گیری عملکرد سازمان‌ها انجام شده است. نتایج این تحقیقات از آن جهت ارزشمند است که می‌توان وضعیت فعلی سازمان‌ها را درک نمود و چالش‌های آینده در زمینه اندازه‌گیری عملکرد را مورد بررسی قرار داد [۱۶]. امروزه صاحب‌نظران حوزه مدیریت بر اهمیت مدل‌های ارزیابی عملکرد به‌عنوان یکی از معتبرترین شاخص‌های توسعه‌یافتگی سازمان‌ها تأکید می‌ورزند. از این رو، یکی از دغدغه‌های اساسی سازمان‌های امروزی، دستیابی به یک شیوه ارزیابی کارا و انعطاف‌پذیر است تا با آن بتوان کلیه ابعاد عملکردی سازمان را مورد بررسی قرار داد. اگر اندازه‌گیری عملکرد را فرایند کمی‌سازی کارایی و اثربخشی یک فعالیت تعریف کنیم [۱۷]، از جمله راه‌های تجزیه و تحلیل گزارش‌های مالی که از طریق آن می‌توان حجم بالای اطلاعات موجود در گزارش‌های مالی را خلاصه نمود و همزمان جنبه‌های مختلف فعالیت شرکت را مورد بررسی قرار داد، تهیه نسبت‌های مالی از اطلاعات گزارش‌های مالی است. نسبت‌های مالی، بیان‌کننده ارتباط بین دو یا چند رقم از ارقام صورت‌های مالی است که به صورت جزئی از کل یا درصدی از آن بیان می‌شود. زمانی که یک نسبت محاسبه می‌گردد، می‌توان گفت که عدد به‌دست آمده، محصول یک رابطه ریاضی و همبستگی آماری دو یا چند متغیر در مقطع خاصی از زمان است.

مهمترین هدف نسبت‌ها در تجزیه و تحلیل‌ها، تسهیل و تفسیر گزارش‌های مالی است که با کاهش اعداد زیاد موجود در گزارش‌های مالی و تبدیل آنها به نسبت‌های مالی محدود انجام می‌گیرد.

برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های مختلف باید معیارهای ارزیابی - که معمولاً مالی هستند - را در اختیار داشته باشیم. نسبت‌های مالی معمولاً از ترازنامه، صورت سود و زیان، و صورت جریان نقدی به‌دست می‌آیند. با این حال، برخی نسبت‌های مالی، دارای ساختار و الگوی یکسان می‌باشند. برای اجتناب از ارزیابی مکرر نسبت‌های مالی مشابه، آنها را در دسته‌هایی خوشه‌بندی می‌کنند.

وقتی تعداد شرکت‌های مورد بررسی، نسبتاً کم و توزیع فراوانی آنها نامشخص باشد، روش‌های کلاسیک خوشه‌بندی مانند تحلیل خوشه‌ای، تحلیل عاملی، و تحلیل مؤلفه‌های اصلی،

مناسب نیستند. در این صورت، می‌توان از آنالیز روابط خاکستری برای خوشه‌بندی مؤلفه‌های نسبت‌های مالی استفاده کرد و سپس با استفاده از آن، شاخص نمایانگر برای هر خوشه را معین می‌کرد.

پس به تعداد خوشه‌ها، معیار ارزیابی خواهیم داشت. به دلیل استفاده از چند معیار، ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های نمونه آماری در حوزه مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره قرار می‌گیرد. به گفته برتراند راسل، هر چیزی تا حدی مبهم است [۲]. به دلیل عدم قطعیت و ابهام موجود در مسأله، برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌ها از تکنیک تاپسیس فازی استفاده شده است.

ادامه مقاله به این صورت سازمان‌دهی شده است. ابتدا برخی تحقیقات مرتبط با موضوع این پژوهش به صورت اجمالی، معرفی می‌شوند. در بخش ۳ نحوه به‌دست آوردن شاخص‌های نمایانگر از نسبت‌های مالی بررسی می‌شود. بخش ۴ به مروری مختصر بر خواص اعداد و مجموعه‌های فازی اختصاص یافته و در بخش ۵، تکنیک تاپسیس در محیط فازی توضیح داده شده است. در بخش ۶ با به کارگیری آنالیز روابط خاکستری و تاپسیس فازی برای شرکت‌های نمونه آماری، رتبه‌بندی این شرکت‌ها بر اساس عملکرد مالی در سال ۱۳۸۷ به‌دست می‌آید و بخش آخر به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص دارد.

تحقیقات مرتبط

تاکنون تحقیقات بسیاری در زمینه بررسی عملکرد مالی شرکت‌ها و رتبه‌بندی آنها بر اساس آن صورت گرفته است. مطالعات جیگادیش و تیتمن^۱ (۱۹۹۳) در باره خرید بهترین‌ها (موفق) و فروش بدترین‌ها (ناموفق) نشان داد در یک افق زمانی ۳ تا ۱۲ ماهه، شرکت‌هایی که بازده بالاتری داشتند، به طور متوسط، عملکرد بهتری نسبت به بقیه شرکت‌ها داشتند (یک درصد در هر ماه) [۱۴].

بایک^۲ و پلازیبات (۱۹۹۸) بر مبنای تحلیل چندمعیاره اقدام به رتبه‌بندی شرکت‌ها نمودند. آنها از روش AHP برای تعیین وزن معیارها (شاخص‌های کارایی) و از روش PROMETHEE برای رتبه‌بندی نهایی استفاده کردند. هدف آنها ارائه روشی بود که در هر لحظه بتواند به سوالات مالی شرکت‌ها پاسخ دهد [۶].

پیتروسکی^۳ (۲۰۰۰) از اطلاعات صورت‌های مالی برای تفکیک شرکت‌های موفق و ناموفق استفاده کرد. سوال اصلی این محقق آن بود: آیا با استفاده از تحلیل‌های بنیادین مبتنی بر حسابداری شرکت‌هایی که نسبت ارزش دفتری به قیمت بازار آنها بالاست، می‌توان بازدهی

1. Jegadish & Titman
2. Babic & Plazibat
3. Pitroski

بالاتری داشت؟ این مطالعه نشان داد شرکت‌هایی که از نظر علایم بنیادی، قوی و همچنین دارای نسبت ارزش دفتری به قیمت بازار بالاتری هستند، به طور متوسط، بازدهی بالاتری داشته‌اند. وی برای تفکیک شرکت‌های موفق از ناموفق، از شاخص اف استفاده نمود. برخی متغیرهای بنیادی مورد استفاده در مقاله وی عبارتند از حاشیه سود، بازده سهام و غیره [۱۸].

کای و وو^۱ (۲۰۰۱) مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی مالی انجام دادند. در مرحله اول، آنها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، طبقه‌بندی سیستم ارزیابی مالی اولیه را مورد بررسی و تعدیل قرار دادند و با بررسی سیزده شاخص مالی، آنها را در چهار گروه طبقه‌بندی کردند. در مرحله دوم، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مدلی را ارائه کردند که خروجی آن، واحدهای کارا تر را مشخص می‌سازد [۷].

جانسون و سونن^۲ (۲۰۰۳) با مقایسه داده‌های مالی ۴۷۸ شرکت در ۹۸-۱۹۸۲، عوامل مؤثر در موفقیت مالی شرکت‌ها را شناسایی نمودند. موفقیت مالی با استفاده از سه روش نسبت شارپ، آلفای جانسون و EVA اندازه‌گیری شد. ۱۰ شرکت در نظر گرفته شدند و با استفاده از مدلی از مقایسات دو دویی، شرکت‌ها و شاخص‌های اندازه‌گیری مقایسه شدند. نتایج این تحقیق نشان داد شرکت‌های دارای سودآوری بالا، مدیریت سرمایه کارا و درجه اطمینان بالا به کسب و کار خود، موفق‌ترین شرکت‌ها می‌باشند [۱۵].

اورتاگول^۳ و کاراکاسوگلو (۲۰۰۷) عملکرد بنگاه‌های سیمان ترکیه را با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی و روش تاپسیس ارزیابی کردند. آنها هدف از این مطالعه را ایجاد مدلی فازی برای ارزیابی عملکرد بنگاه‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی عنوان نمودند. روش FAHP در تعیین وزن معیارها به وسیله تصمیم‌گیران استفاده شد و سپس رتبه‌بندی نهایی به وسیله روش تاپسیس صورت گرفت [۱۱].

به دست آوردن شاخص‌های نمایانگر از نسبت‌های مالی

تهیه صورت‌های مالی، یکی از متداول‌ترین روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات مالی است. هر گروه از استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی، موفقیت یک فعالیت در بورس را از دیدگاه خود بررسی می‌کند. یکی از معیارهای ارزیابی موفقیت یک صنعت یا فعالیت، نسبت‌های مالی است [۴]. این نسبت‌ها، در حقیقت، چکیده گزارش‌های مالی شرکت‌ها هستند که اطلاعات زیادی را درباره وضعیت درونی شرکت‌ها ارائه می‌دهند [۵]. نسبت‌های مالی، شاخص‌های خوبی برای

1. Cai & Wu
2. Johnson & Soenen
3. Ertugrul & Karakasoglu

سنجش عملکرد و موقعیت مالی بنگاه‌ها هستند. این نسبت‌ها را می‌توان بر طبق اطلاعاتی که ارائه می‌کنند، طبقه‌بندی نمود [۱۱].

طبقه‌بندیهای مختلفی از نسبت‌های مالی وجود دارد. اما یک تقسیم‌بندی کلی که بیش از سایر طبقه‌بندی‌ها در متون مختلف استفاده شده است، طبقه‌بندی نسبت‌های مالی در پنج گروه به شرح زیر می‌باشد [۵]:

۱- نقدینگی ۲- اهرمی ۳- ارزش بازار ۴- فعالیت ۵- سودآوری
با استفاده از نسبت‌های نقدینگی می‌توان توانایی شرکت‌ها برای انجام تعهدات کوتاه‌مدت را مورد بررسی قرار داد. نسبت‌های اهرمی، توانایی شرکت‌ها برای انجام تعهدات و پرداخت بدهی‌ها در سررسید را ارزیابی می‌کنند. نسبت‌های ارزش بازار، معیارهایی هستند که بین قیمت بازار و ارزش دفتری هر سهم و سود ارتباط برقرار می‌کنند. کارایی شرکت‌ها، از منظر مدیریت دارایی‌ها، با استفاده از نسبت‌های فعالیت سنجیده می‌شود و آن دسته از نسبت‌های مالی که نتایج عملیات شرکت‌ها (سود ویژه، سود ناویژه، سود عملیاتی، سود قبل از کسر بهره و مالیات) را از دیدگاه‌های مختلف (فروش، دارایی‌ها) بررسی می‌کنند، نسبت‌های سودآوری نامیده می‌شوند.

در این پژوهش از نسبت‌های مالی (مطابق با جدول ۱) برای ارزیابی عملکرد مالی استفاده می‌شود. در این جدول، نسبت‌هایی که دارای علامت مثبت (+) هستند، آیت‌های نوع سود هستند، یعنی هر چه مقدار آنها بیشتر باشد، بهتر است. نسبت‌هایی که دارای علامت منفی (-) هستند، آیت‌های نوع هزینه هستند و کم بودن آنها مطلوب است.

جدول ۱. نسبت‌های مالی مورد استفاده در این پژوهش

نوع نسبت	نام نسبت	نوع نسبت	نام نسبت
نقدینگی	سرمایه در گردش خالص (+)	ارزش بازار	سود هر سهم (+)
	سرمایه در گردش خالص به کل داراییها (+)		قیمت به سود (-)
اهرمی	نسبت جاری (+)	ارزش دفتری (+)	
	نسبت آتی (+)	بازده سود سهام (+)	
سودآوری	نسبت بدهی (-)	پرداخت سود سهام (+)	
	نسبت بدهی به ارزش ویژه (-)	P/B (-)	
فعالیت	دفعات تحویل هزینه بهره (-)	گردش حسابهای دریافتی (+)	
	حاشیه سود ناخالص (+)	متوسط دوره وصول مطالبات (-)	
	حاشیه سود خالص (+)	گردش موجودی کالا (+)	
	بازده مجموع داراییها - ROA (+)	دوره گردش کالا (-)	
	بازده سهام‌داران عادی - ROE (+)	دوره عملیات (-)	
	گردش حقوق صاحبان سهام (+)	گردش مجموع داراییها (+)	

برخی نسبت‌های مالی، دارای الگو و ساختار یکسان هستند. لذا از آنالیز روابط خاکستری برای دسته‌بندی نسبت‌های مالی استفاده می‌شود، به طوری که در هر دسته، نسبت‌های مالی که دارای خصوصیات شبیه به هم هستند قرار می‌گیرند. سپس برای هر دسته، یک شاخص نمایانگر به دست می‌آید که معیارهای ارزیابی عملکرد مالی در این پژوهش خواهند بود. تئوری آنالیز روابط خاکستری را دنگ^۱ در ۱۹۸۹ مطرح کرد [۱۰]. اطلاعات خاکستری، آنهایی هستند که ناقص یا ناشناخته‌اند. آنالیز روابط خاکستری، روشی برای اندازه‌گیری روابط بین این اطلاعات است. در ادامه، مراحل آنالیز روابط خاکستری در خوشه‌بندی نسبت‌های مالی شرح داده می‌شود. ابتدا نسبت‌های مالی، نرمال می‌شوند. اگر نسبت مالی در زمره آیت‌های نوع مثبت باشد، از فرمول (۱) و اگر در زمره آیت‌های نوع منفی باشد، از فرمول (۲) برای نرمال کردن مقادیر نسبت‌های مالی استفاده می‌شود.

$$y_i(k) = \frac{x_i(k)}{\sqrt{\sum_{t=1}^m [x_i(t)]^2}} \quad (1)$$

$$y_i(k) = \frac{1/x_i(k)}{\sqrt{\sum_{t=1}^m [1/x_i(t)]^2}} \quad (2)$$

در فرمول‌های بالا، $y_i(k)$ مقدار نرمال شده نسبت مالی i ($i=1,2,\dots,s$) برای شرکت k ($k=1,2,\dots,m$) است. m نشان‌دهنده تعداد کل شرکت‌های مورد بررسی است. سپس برای هر شرکت، فاصله نسبت‌های مالی نرمال شده، با استفاده از فرمول (۳)، دو به دو به دست می‌آید.

$$\Delta_i(k) = |y_0(k) - y_i(k)| \quad (3)$$

هر یک از نسبت‌های مالی نرمال شده، یک‌بار به عنوان مرجع ($y_0(k)$) در نظر گرفته می‌شود و فاصله بقیه نسبت‌ها از آن به دست می‌آید. رابطه خاکستری $\gamma(y_0, y_i)$ با استفاده از فرمول (۴) به دست می‌آید.

$$\gamma(y_0, y_i) = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \gamma(y_0(k), y_i(k)) = r_{0i} \quad (4)$$

در فرمول (۴) مقدار $\gamma(y_0(k), y_i(k))$ از طریق فرمول (۵) محاسبه می‌شود.

$$\gamma(y_0(k), y_i(k)) = \frac{\min_i \Delta_i(k) + \zeta \max_i \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \zeta \max_i \Delta_i(k)} \quad (5)$$

در این فرمول، ζ شاخص تفکیک نامیده می‌شود که مقداری بین صفر و یک دارد ($\zeta \in [0, 1]$).

با استفاده از روابط بالا می‌توان ماتریس روابط خاکستری ($R=(r_{ij})$) را به دست آورد که رابطه نسبت‌های مالی را به صورت دو دویی به فرم ماتریسی نشان می‌دهد. در این ماتریس $i=1,2,\dots,s$ و $j=1,2,\dots,s$ است و s تعداد کل نسبت‌های مالی را نشان می‌دهد. پس از محاسبه ماتریس R ، از تعاریف زیر برای خوشه‌بندی نسبت‌های مالی استفاده می‌شود:

تعریف ۱: اگر $r_{ji} \geq r$ و $r_{ij} \geq r$ باشد، آنگاه نسبت‌های مالی Y_j و Y_i متعلق به یک خوشه هستند. r سطح آستانه خوشه‌بندی نام دارد.

تعریف ۲: اگر $r_{ij} \geq r$ و $r_{ji} \geq r$ باشد و نیز $r_{ik} \geq r$ و $r_{ki} \geq r$ باشد ولی $r_{jk} < r$ یا $r_{kj} < r$ ، در صورتی که $\min\{r_{ij}, r_{ji}\} \geq \min\{r_{ik}, r_{ki}\}$ باشد، آنگاه Y_j و Y_i در یک خوشه قرار می‌گیرند.

تعریف ۳: هنگامی که Y_i و Y_j به یک خوشه تعلق دارند، اگر $r_{ij} \geq r_{ji}$ باشد، آنگاه شاخص نمایانگر این خوشه، نسبت مالی i است.

تعریف ۴: هنگامی که Y_i, Y_j و Y_k در یک خوشه هستند، شاخص نمایانگر خوشه با توجه به مقادیر $(r_{ij} + r_{ik})$ ، $(r_{ji} + r_{jk})$ و $(r_{ki} + r_{kj})$ تعیین می‌شود. اگر از بین این سه مقدار، $(r_{ij} + r_{ik})$ حداکثر مقدار را داشته باشد، شاخص نمایانگر خوشه، نسبت مالی i است.

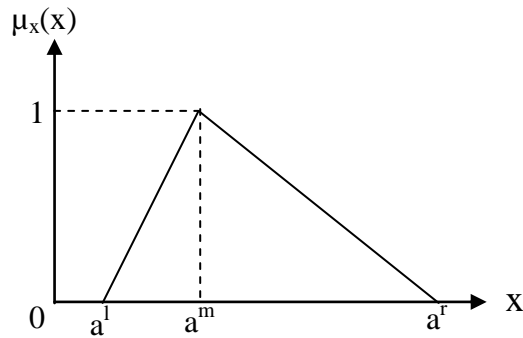
اعداد فازی و مجموعه‌های فازی

تئوری مجموعه‌های فازی را پروفسور لطفی‌زاده مطرح کرد. این تئوری در شرایط ابهام و عدم اطمینان کاربرد دارد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و عبارات نادقیق را با زبان ریاضی بیان کند و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد [۲۲].

بر اساس این نظریه، یک عدد فازی، مجموعه فازی خاصی به صورت $\tilde{A} = x \in R / \mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد که در آن، x مقادیر حقیقی عضو مجموعه R را می‌پذیرد و تابع عضویت آن به صورت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد. بیشترین اعداد فازی مورد استفاده، اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای هستند. اعداد فازی مثلثی، به دلیل محاسبات ساده‌تر، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این رو، ما نیز در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی استفاده می‌کنیم. یک عدد فازی مثلثی A عددی با تابع عضویت تکه‌ای خطی μ_A به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود:

$$\mu_x(x) = \begin{cases} (x - a^l)/(a^m - a^l), & a^l \leq x < a^m \\ 1, & x = a^m \\ (a^r - x)/(a^r - a^m), & a^m < x \leq a^r \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

که می‌تواند به صورت عدد فازی مثلثی (a^l, a^m, a^r) نشان داده شود. شکل ۱، این تابع عضویت را نمایش می‌دهد.



شکل ۱. نمایش عدد فازی مثلثی

اگر $A=(a^l, a^m, a^r)$ و $B=(b^l, b^m, b^r)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، تابع فاصله $d(A, B)$ به صورت رابطه (۷) تعریف می‌شود [۸]:

$$d(A, B) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a^l - b^l)^2 + (a^m - b^m)^2 + (a^r - b^r)^2]} \quad (7)$$

تاپسیس فازی

تکنیک تاپسیس فازی، تعمیمی از تکنیک تاپسیس در محیط فازی است. تکنیک تاپسیس را هوانگ و یون^۱ در ۱۹۸۱ مطرح کردند. منطق زیربنایی تاپسیس، تعریف راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی است. راه‌حل ایده‌آل مثبت، معیارهای از نوع سود را حداکثر و معیارهای از نوع هزینه را حداقل می‌نماید. راه‌حل ایده‌آل منفی، معیارهای از نوع هزینه را حداکثر و معیارهای از نوع سود را حداقل می‌کند. گزینه بهینه، نزدیکترین گزینه به راه‌حل ایده‌آل مثبت و دورترین گزینه از راه‌حل ایده‌آل منفی است. به‌طور خلاصه، راه‌حل ایده‌آل مثبت، ترکیبی از بهترین ارزشهای قابل دسترس معیارهاست، در حالی که راه‌حل ایده‌آل منفی، شامل بدترین ارزشهای قابل دسترس معیارهاست. برای ارزیابی عملکرد مالی، ابتدا یک مسأله FMCDM را فرمول‌بندی می‌کنیم. مسأله FMCDM شامل مجموعه‌ای از m گزینه است که در n شاخص مالی و وزن‌های مربوطه ارزیابی می‌شوند. مسأله می‌تواند به صورت زیر مدل‌سازی شود.

$$G = [G_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \dots & G_{1n} \\ G_{21} & G_{22} & \dots & G_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ G_{m1} & G_{m2} & \dots & G_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$.W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

در اینجا A_1, A_2, \dots, A_m گزینه‌های ممکن هستند که کارشناسان باید ارزیابی نمایند. C_1, C_2, \dots, C_n معیارهایی هستند که در مقابل عملکرد گزینه‌ها در نظر گرفته شده‌اند. G_{ij} رتبه عملکرد مالی گزینه A_i در برابر معیار C_j و W_j وزن C_j می‌باشد. در فرایند ارزیابی، این وزنها درجه اهمیت معیارهای ارائه شده توسط کارشناسان مالی - از طریق بررسی‌ها و ارزیابی‌های ذهنی - را با واژه‌های زبانی نشان می‌دهند. این وزنها زبانی به خیلی کم (VL)، کم (L)، متوسط (M)، بالا (H) و خیلی بالا (VH) تقسیم و از طریق پرسشنامه جمع‌آوری می‌شوند [۲۱]. فرض می‌کنیم $b_{ij}(e)$ ارزش شاخص نمایانگر j را در دوره e نشان می‌دهد که در آن $e=1,2,\dots,t$ و $j=1,2,\dots,n$ ، $i=1,2,\dots,m$ هستند.

با توجه به مفهوم اعداد فازی مثلثی، G_{ij} را تعریف می‌کنیم:

$$G_{ij} = (g_{ij}^l, g_{ij}^m, g_{ij}^r) \quad (8)$$

که در آن:

$$g_{ij}^l = \min \{b_{ij}(e) \mid e = 1, 2, \dots, t\}$$

$$g_{ij}^m = \frac{1}{t} \sum_{e=1}^t b_{ij}(e)$$

$$g_{ij}^r = \max \{b_{ij}(e) \mid e = 1, 2, \dots, t\}$$

لذا $[G_{i1}, G_{i2}, \dots, G_{in}]$ رتبه‌های عملکرد گزینه A_i را در n معیار نشان می‌دهند.

با استفاده از عملگرهای MAX و MIN، راه‌حلهای ایده‌آل مثبت (A^+) و ایده‌آل منفی (A^-) برای مجموعه گزینه‌ها شناسایی می‌شوند.

$$A^- = [G_1^-, G_2^-, \dots, G_n^-] \quad (9)$$

$$A^+ = [G_1^+, G_2^+, \dots, G_n^+] \quad (10)$$

در روابط بالا G_n^+ و G_n^- که اعداد فازی مثلثی به صورت رابطه (۸) می‌باشند، به ترتیب از کمترین و بیشترین مقادیر g_{ij}^l ، g_{ij}^m و g_{ij}^r برای گزینه n ام تشکیل شده‌اند.

واضح است که برای $i=1,2,\dots,m$ و $j=1,2,\dots,n$ رابطه (۱۱) برقرار است:

$$G_j^+ \geq G_{ij} \geq G_j^- \quad (11)$$

d_{ij}^+ و d_{ij}^- به ترتیب، نشان‌دهنده فاصله G_{ij} از G_j^+ و G_j^- هستند که با استفاده از فرمول‌های (۱۲) و (۱۳) محاسبه می‌شوند:

$$d_{ij}^- = d(G_{ij}, G_j^-) = \sqrt{\frac{1}{3}[(g_{ij}^l - g_j^{l-})^2 + (g_{ij}^m - g_j^{m-})^2 + (g_{ij}^r - g_j^{r-})^2]} \quad (12)$$

$$(i=1,2,\dots,m), (j=1,2,\dots,n)$$

$$d_{ij}^+ = d(G_{ij}, G_j^+) = \sqrt{\frac{1}{3}[(g_{ij}^l - g_j^{l+})^2 + (g_{ij}^m - g_j^{m+})^2 + (g_{ij}^r - g_j^{r+})^2]} \quad (13)$$

$$(i=1,2,\dots,m), (j=1,2,\dots,n)$$

برای تعیین ضریب اهمیت معیارهای مختلف تصمیم‌گیری، از اعداد فازی استفاده می‌شود. در این صورت $W_{jk} = (w_{jk}^l, w_{jk}^m, w_{jk}^r)$ یک عدد فازی مثلثی است که وزن‌های زبانی بیان شده توسط خبره E_k در مورد معیار C_j را به صورت فازی بیان می‌کند: ($k=1,2,\dots,p$ و $j=1,2,\dots,n$) W_j را به عنوان میانگین وزن معیار C_j در نظر می‌گیریم و آن را با استفاده از رابطه (۱۴) محاسبه می‌کنیم:

$$W_j = (w_j^l, w_j^m, w_j^r) = \left(\frac{1}{p}\right) \otimes (W_{j1} \oplus W_{j2} \oplus W_{j3} \oplus \dots \oplus W_{jp}) \quad (14)$$

$$(j=1,2,\dots,n)$$

علائم \oplus و \otimes نشان‌دهنده ضرب و جمع فازی هستند.

D_i^+ و D_i^- به ترتیب، فاصله وزین گزینه A_i را از راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی بیان می‌کنند و با استفاده از روابط (۱۵) و (۱۶) به دست می‌آیند.

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n W_j \otimes d_{ij}^- \quad (15)$$

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n W_j \otimes d_{ij}^+ \quad (16)$$

$$(i=1,2,\dots,m)$$

فاصله A_i از A^+ و A^- به صورت بردار $[D_i^-, D_i^+]$ نشان داده می‌شود. ($i=1,2,\dots,m$)

برای محاسبه راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی، نیازمند تعریف پارامترهای PD^+ ، ND^+ ، ND^- و PD^- هستیم که به صورت روابط (۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰) تعریف می‌شوند.

$$ND^- = \text{MIN}_{1 \leq i \leq m} \{ D_i^- \} \quad (17)$$

$$ND^+ = \text{MAX}_{1 \leq i \leq m} \{ D_i^- \} \quad (18)$$

$$PD^- = \text{MIN}_{1 \leq i \leq m} \{ D_i^+ \} \quad (19)$$

$$PD^+ = \text{MAX}_{1 \leq i \leq m} \{ D_i^+ \} \quad (20)$$

برای بردار فاصله $[D_i^-, D_i^+]$ ، راه‌حل ایده‌آل منفی، $[ND^-, PD^+]$ و برای راه‌حل ایده‌آل مثبت، $[ND^+, PD^-]$ است. A_i^+ و A_i^- به ترتیب، نشان‌دهنده فاصله‌های $[D_i^-, D_i^+]$ تا $[ND^+, PD^-]$ و $[ND^-, PD^+]$ هستند که با استفاده از روابط (۲۱) و (۲۲) به دست می‌آیند.

$$A_i^- = d(D_i^-, ND^-) + d(D_i^+, PD^+) \quad (21)$$

$$A_i^+ = d(D_i^-, ND^+) + d(D_i^+, PD^-) \quad (22)$$

$$i = 1, 2, \dots, m.$$

در نهایت، ضریب نزدیکی گزینه A_i که با A_i^* نشان داده می‌شود، با استفاده از رابطه (۲۳) محاسبه می‌گردد.

$$A_i^* = \frac{A_i^-}{A_i^- + A_i^+} \quad (23)$$

$$i = 1, 2, \dots, m.$$

واضح است که $0 \leq A_i^* \leq 1$ است. اگر $A_i^* = 1$ باشد، گزینه A_i راه‌حل ایده‌آل مثبت و در صورتی که $A_i^* = 0$ ، گزینه A_i راه‌حل ایده‌آل منفی خواهد بود. لذا می‌توان رتبه‌بندی گزینه‌های مختلف را با توجه به میزان نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل مثبت و دوری از راه‌حل ایده‌آل منفی انجام داد.

یافته‌های تحقیق

یافته‌های این تحقیق، بر اساس اطلاعات مالی بورس اوراق بهادار تهران است. برای این منظور، هفت شرکت به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند تا با تحلیل داده‌های مربوطه، عملکرد مالی آنها اندازه‌گیری شود. این هفت شرکت از طریق روش رتبه‌بندی فازی و از بین پنجاه شرکت برتر بورس در ۱۳۸۷، به عنوان پورتفوی، انتخاب شدند (تقی‌زاده، ۱۳۸۹). این هفت شرکت عبارتند از: ۱- معادن روی؛ ۲- نیرو ترانس؛ ۳- سامان گستر اصفهان؛ ۴- توسعه صنعتی؛ ۵- نگین طبس؛ ۶- الکتریک شرق؛ ۷- نفت بهران.

برای هر یک از این شرکت‌ها، نسبت‌های مالی ۱۲ ماهه ۱۳۸۷ از نرم‌افزار تدبیرپرداز استخراج شد. جدول شماره ۲، نسبت‌های مالی سه شرکت از شرکت‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نسبت‌های مالی دوازده ماهه ۱۳۸۷ برای سه شرکت از شرکت‌های نمونه آماری

	الکترونیک	نگین	نفت
	شرق	طیس	بهران
	۱۳۹۲۰۲	-۶۶	۱۱۰۰۶۴
نسبت‌های نقدینگی	سرمايه در گردش خالص (میلیون ريال)	سرمايه در گردش خالص به کل دارایی‌ها (درصد)	سرمايه در گردش خالص (میلیون ريال)
	۱۷/۱۵۱	-۰/۰۴۱	۳/۹۳۷
	نسبت جاری (برابر)	۱	۱/۰۶
	نسبت آتی (برابر)	۰/۸۱	۰/۳۶
نسبت‌های اهرمی	نسبت بدهی (درصد)	۳۹/۴۲	۷۲/۹۱
	نسبت بدهی به ارزش ویژه (درصد)	۶۵/۰۸	۲۶۹/۱۵
	دفعات تحصيل هزینه بهره (دفعه)	۳۱/۱۲	۵/۲۱
	سود هر سهم (ريال)	۲۷۶/۰۷	۱۹۰/۱۸
	قيمت به سود (مرتبه)	۱۴/۰۶	۶۵/۳۹
نسبت‌های ارزش بازار	ارزش دفتری (ريال)	۳۲۴۹/۶	۴۲۰۶/۸۹
	بازده سود سهام (درصد)	۰/۲۷	۰/۲۳
	پرداخت سود سهام (درصد)	۳/۷۶۷	۱۵/۲۴۹
	قيمت در انتهای دوره (ريال)	۳۸۸۱	۱۲۴۳۵
	P/B (مرتبه)	۱/۱۹	۲/۹۶
	گردش حسابهای دریافتی (مرتبه)	۰/۵۵۶۴	۰/۲۵۹۶
نسبت‌های فعالیت	متوسط دوره وصول مطالبات (روز)	۶۵۶/۰۱۵	۱۴۰۵/۹۰۷
	گردش موجودی کالا (مرتبه)	۱/۶۹	۰/۰۸
	دوره گردش کالا (روز)	۲۱۶/۱۵	۴۸۵۵/۷۳
	دوره عملیات (روز)	۸۷۲/۱۶۴۵	۶۲۶۱/۶۳۷
	گردش مجموع داراییها (مرتبه)	۰/۱۷	۰/۰۶
	حاشیه سود ناخالص (درصد)	۴۲/۴۳	۲۸/۹۵
نسبت‌های سودآوری	حاشیه سود خالص (درصد)	۴۹/۶۶	۷/۸۶
	بازده مجموع دارایی‌ها - ROA (درصد)	۲۷/۴۲	۱۱/۲
	بازده سهامداران عادی - ROE (درصد)	۴۵/۲۶	۴۱/۳۳
	گردش حقوق صاحبان سهام (درصد)	۹۱/۱۵	۵۲۵/۶۳

منبع: نرم‌افزار تدبیرپرداز

خوشه‌بندی و انتخاب شاخص‌های ارزیابی از طریق آنالیز روابط خاکستری

همان‌طور که ذکر شد، بعضی نسبت‌های مالی، دارای ساختار مشابه هستند و می‌توان آنها را در یک دسته قرار داد تا از ارزیابی‌های مشابه پرهیز شود. خوشه‌بندی با استفاده از آنالیز روابط خاکستری انجام می‌شود. برای این منظور، نسبت‌های مالی دوازده ماهه به‌دست آمده، در مرحله بعد نرمال می‌شوند. اگر نسبت مالی در زمره آیت‌های سود باشد، از فرمول (۱) و اگر در زمره آیت‌های هزینه باشد، از فرمول (۲) استفاده می‌شود. نسبت‌های نقدینگی نرمال شده برای سه شرکت در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. نسبت‌های نقدینگی نرمال شده برای سه شرکت

	الکترونیک شرق	نگین طیس	نفت بهران	
نسبت‌های نقدینگی	سرمایه در گردش خالص (میلیون ریال)	۰/۲۶۸۵	-۰/۰۰۰۱	۰/۲۱۲۳
	سرمایه در گردش خالص به کل دارایی‌ها (درصد)	۰/۳۴۹۲	-۰/۸۰۰۰	۰/۰۸۰۲
	نسبت جاری (برابر)	۰/۳۲۶۶	۰/۲۶۱۳	۰/۲۷۷۰
	نسبت آتی (برابر)	۰/۲۱۰۳	۰/۲۷۴۸	۰/۱۲۲۱

منبع: محاسبات محققین

در ادامه برای هر دسته از نسبت‌های نقدینگی، اهرمی، ارزش بازار، فعالیت و سودآوری، با استفاده از رابطه $\Delta_i(k) = |y_0(k) - y_i(k)|$ ، فاصله نسبت‌های مالی هر شرکت را محاسبه می‌کنیم. سپس با استفاده از این فواصل، مقادیر $\gamma(y_0(k), y_i(k))$ را محاسبه می‌کنیم. این کار با استفاده از رابطه (۵) انجام می‌گیرد. شاخص تفکیک (γ)، مطابق با نظر وانگ، ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود [۲۱].

در نهایت، برای محاسبه ماتریس روابط خاکستری (r_{ij}) از رابطه

$$r_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \gamma(y_0(k), y_i(k)) = r_{0i}$$

برای r_{ij} ، ماتریس روابط خاکستری برای نسبت‌های نقدینگی به‌دست می‌آید.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.1711 & 0.1755 & 0.1696 \\ 0.1613 & 1 & 0.1550 & 0.1522 \\ 0.1769 & 0.1672 & 1 & 0.1763 \\ 0.1688 & 0.1616 & 0.1745 & 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس روابط خاکستری برای نسبت‌های نقدینگی:

انجام این مراحل برای نسبت‌های اهرمی، ارزش بازار، فعالیت، و سودآوری، منجر به ماتریس‌های روابط خاکستری زیر شده است.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.1733 & 0.1770 \\ 0.1801 & 1 & 0.1797 \\ 0.1686 & 0.1683 & 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس روابط خاکستری برای نسبت‌های اهرمی

ماتریس روابط خاکستری برای نسبت‌های ارزش بازار :

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.1668 & 0.1763 & 0.1659 & 0.1589 & 0.1548 \\ 0.1701 & 1 & 0.1717 & 0.1659 & 0.1584 & 0.1820 \\ 0.1800 & 0.1720 & 1 & 0.1710 & 0.1689 & 0.1680 \\ 0.1631 & 0.1600 & 0.1650 & 1 & 0.1693 & 0.1670 \\ 0.1628 & 0.1586 & 0.1697 & 0.1754 & 1 & 0.1665 \\ 0.1557 & 0.1783 & 0.1648 & 0.1690 & 0.1630 & 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس روابط خاکستری برای نسبت‌های فعالیت:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1.0000 & 0.1637 & 0.1569 & 0.1685 & 0.1737 \\ 1.0000 & 1 & 0.1637 & 0.1569 & 0.1685 & 0.1737 \\ 0.1626 & 0.1626 & 1 & 0.1678 & 0.1854 & 0.1675 \\ 0.1594 & 0.1594 & 0.1704 & 1 & 0.1641 & 0.1560 \\ 0.1637 & 0.1637 & 0.1829 & 0.1567 & 1 & 0.1699 \\ 0.1782 & 0.1782 & 0.1727 & 0.1575 & 0.1786 & 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس روابط خاکستری برای نسبت‌های سودآوری:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.1562 & 0.1661 & 0.1664 & 0.1593 \\ 0.1761 & 1 & 0.1727 & 0.1704 & 0.1693 \\ 0.1743 & 0.1635 & 1 & 0.1858 & 0.1691 \\ 0.1736 & 0.1611 & 0.1850 & 1 & 0.1755 \\ 0.1691 & 0.1616 & 0.1701 & 0.1771 & 1 \end{bmatrix}$$

با استفاده از تعاریف خوشه‌بندی نسبت‌های مالی که در بخش ۳ ذکر شدند و با در نظر گرفتن آستانه خوشه‌بندی مطابق با نظر وانگ در سطح $0/75$ ($r = 0/75$) نسبت‌های مالی به چند دسته تقسیم می‌شوند [۲۱]. سپس برای هر دسته، یکی از نسبت‌های مالی موجود در آن به عنوان شاخص نمایانگر در نظر گرفته می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴. خوشه‌بندی انجام گرفته توسط آنالیز روابط خاکستری

نوع نسبت	دسته	نسبت‌های داخل دسته	شاخص نمایانگر دسته
نقدینگی (N)	C1	N1,N3	N3
	C2	N2	N2
	C3	N4	N4
اهرمی (AH)	C4	AH1	AH1
	C5	AH2	AH2
	C6	AH3	AH3
ارزش بازار (AB)	C7	AB1,AB3	AB3
	C8	AB2,AB6	AB2
	C9	AB4	AB4
	C10	AB5	AB5
فعالیت (F)	C11	F1,F2	F1
	C12	F3,F5	F3
	C13	F4	F4
	C14	F6	F6
سودآوری (S)	C15	S1	S1
	C16	S2	S2
	C17	S3,S4	S3
	C18	S5	S5

منبع: محاسبات محققین

با انجام آنالیز روابط خاکستری، تعداد معیارهای (نسبت‌های مالی) مورد استفاده کاهش یافت و فقط نسبت‌هایی که به عنوان شاخص‌های نمایانگر انتخاب شدند، به عنوان معیارهای ارزیابی عملکرد مالی به کار رفتند.

تعیین اهمیت شاخص‌ها با رویکرد فازی

یافته دوم این تحقیق، تعیین اهمیت شاخص‌های اندازه‌گیری عملکرد است. شش خبره مالی (E1 تا E6) از راه پاسخ به پرسشنامه، درجه اهمیت این شاخص‌های نمایانگر را به صورت عبارات زبانی بیان کردند. درجه‌های اهمیت بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، به ترتیب، با حروف اختصاری VL, L, M, H و VH مشخص و سپس به اعداد فازی مثلثی تبدیل شدند. برای این درجه‌ها اعداد فارسی مثلثی زیر در نظر گرفته شد.

$$VL = (0, 0, 0.3)$$

$$L = (0, 0.0, 3.5)$$

$$M = (0.0, 3.0, 0.7)$$

$$H = (0.0, 5.1, 7)$$

$$VH = (0.1, 1, 7)$$

برای هر یک از نسبت‌های مالی $C1, C2, \dots, C18$ ، میانگین اعداد فازی به دست آمده از نظرات خبرگان در مورد هر معیار، به عنوان وزن آن معیار محسوب می‌شود. (برای میانگین‌گیری از اعداد فازی مثلثی، همیه اجزا اول اعداد فازی مثلثی با هم جمع و بر تعداد آنها تقسیم می‌شود. عدد به دست آمده، جزء اول عدد فازی میانگین را تشکیل می‌دهد. این کار برای جزءهای دوم و سوم اعداد فازی هم تکرار می‌شود.) وزن معیار $C1$ با $W1$ ، وزن معیار $C2$ با $W2$ ، ... و وزن معیار $C18$ با $W18$ نشان داده می‌شود.

جدول شماره ۵. اعداد فازی مثلثی بیانگر وزنهای معیارهای CI تا C18

W1=(۰/۵,۰/۷۱۶,۰/۹۵)	W7=(۰/۲۳۳,۰/۴۱۶,۰/۶۵)	W13=(۰/۴۳۳,۰/۶۳۳,۰/۹)
W2=(۰/۲۱۶,۰/۴۱۶,۰/۶۶۶)	W8=(۰/۶۳۳,۰/۹,۱)	W14=(۰/۵۳۳,۰/۷۵,۱)
W3=(۰/۵۳۳,۰/۷۵,۱)	W9=(۰/۵۶۶,۰/۸,۱)	W15=(۰/۵۶۶,۰/۸,۱)
W4=(۰/۴۳۳,۰/۶۵,۰/۸۵)	W10=(۰/۶,۰/۸۵,۱)	W16=(۰/۶,۰/۸۵,۱)
W5=(۰/۶,۰/۸۵,۱)	W11=(۰/۴,۰/۶,۰/۸۵)	W17=(۰/۶۳۳,۰/۹,۱)
W6=(۰/۵۶۶,۰/۸,۱)	W12=(۰/۴۶۶,۰/۶۳۳,۰/۹)	W18=(۰/۲,۰/۴۳۳,۰/۶۳۳)

رتبه‌بندی عملکرد شرکتها با استفاده از رویکرد ترکیبی

یافته‌های این تحقیق، مربوط به رتبه‌بندی عملکرد شرکتهاست که با استفاده از ترکیب روش‌های آنالیز روابط خاکستری و تاپسیس فازی برای هر یک از شرکت‌های موجود در سه پورتفوی، به صورت سه ماهه، شش ماهه، نه ماهه و دوازده ماهه، از نرم‌افزار تدبیرپرداز برای سال ۱۳۸۷ استخراج گردیدند. سپس با استفاده از فرمولهای نرمال کردن (۱) و (۲)، این مقادیر به صورت نرمال درآمدند.

برای هر نسبت مالی، چهار مقدار به ازای نسبت‌های مالی سه ماهه، شش ماهه، نه ماهه و دوازده ماهه وجود دارد. این مقادیر باید به اعداد فازی مثلثی تبدیل شوند. برای این کار، در هر شرکت و به ازای هر نسبت، کوچکترین عدد، جزء اول، میانگین این چهار مقدار، جزء دوم و مقدار حداکثر، جزء سوم عدد فازی را تشکیل می‌دهند.

در این مرحله، راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی را باید تعیین نمود. جزء اول عدد فازی مثلثی، راه‌حل ایده‌آل منفی برای هر نسبت مالی، مینیمم مقادیر جزء اول آن نسبت در بین همه شرکتها است. جزء دوم عدد فازی مثلثی، مینیمم مقادیر جزء دوم و جزء سوم این عدد، مینیمم مقدار در بین اجزاء سوم آن نسبت در بین همه شرکتها است.

جزء اول عدد فازی مثلثی راه‌حل ایده‌آل مثبت برای هر نسبت مالی، ماکزیمم مقادیر جزء اول آن نسبت در بین همه شرکتها است. اجزاء دوم و سوم راه‌حل ایده‌آل مثبت برای هر کدام از نسبت‌های مالی نیز به همین ترتیب به دست می‌آیند.

سپس باید فاصله هر گزینه در مورد معیارهای مختلف را از راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی مشخص کرد. در صورتی که $A=(a^1, a^m, a^r)$ عدد فازی معیار $c1$ در گزینه اول و عدد فازی $B=(b^1, b^m, b^r)$ بیانگر راه‌حل ایده‌آل منفی مربوط به معیار $c1$ باشد، فاصله میان A و B با استفاده از رابطه (۷) محاسبه می‌شود.

فاصله همه معیارها در همه گزینه‌ها از راه‌حل ایده‌آل منفی را با استفاده از همین رابطه محاسبه می‌کنیم. این مراحل برای محاسبه فاصله گزینه‌ها در ارتباط با همه معیارها از راه‌حل ایده‌آل مثبت هم تکرار می‌شود. برای مثال، برای شرکت‌های الکتریک شرق و نگین طبس، فاصله معیارهای مختلف از راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶. فاصله معیارها از راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی

معیار	الکتریک شرق		نگین طبس	
	فاصله از ایده‌آل منفی	فاصله از ایده‌آل مثبت	فاصله از ایده‌آل منفی	فاصله از ایده‌آل مثبت
c1	۰/۰۴۶۳	۰/۱۷۱۷	۰/۰۰۰۰	۰/۲۱۷۶
c2	۰/۲۲۶۲	۰/۳۰۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۵۳۰۱
c3	۰/۰۲۵۳	۰/۳۰۴۱	۰/۰۴۰۳	۰/۲۸۸۶
c4	۰/۴۰۴۴	۰/۰۸۴۴	۰/۳۲۹۶	۰/۱۸۰۸
c5	۰/۰۰۰۰	۰/۰۱۲۵	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۷۹
c6	۰/۰۰۰۰	۰/۲۹۳۱	۰/۱۰۸۴	۰/۱۸۴۹
c7	۰/۰۳۴۴	۰/۲۵۳۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۸۸۸
c8	۰/۱۵۳۵	۰/۱۶۱۲	۰/۱۳۱۷	۰/۱۸۲۲
c9	۰/۴۱۴۳	۰/۰۰۰۰	۰/۱۰۶۴	۰/۳۱۳۷
c10	۰/۲۵۴۷	۰/۱۰۵۰	۰/۰۷۶۸	۰/۲۸۰۸
c11	۰/۱۸۲۰	۰/۳۹۱۱	۰/۰۶۸۱	۰/۴۰۶۱
c12	۰/۰۰۱۹	۰/۷۰۱۴	۰/۰۱۹۲	۰/۶۸۴۶
c13	۰/۰۰۰۳	۰/۵۷۱۱	۰/۰۰۲۷	۰/۵۶۸۷
c14	۰/۱۵۶۸	۰/۱۰۷۴	۰/۲۶۳۹	۰/۰۰۰۰
c15	۰/۶۰۹۶	۰/۰۱۰۶	۰/۶۱۳۰	۰/۰۰۶۹
c16	۰/۶۰۸۵	۰/۰۰۹۹	۰/۶۱۰۲	۰/۰۰۸۱
c17	۰/۲۰۱۲	۰/۲۰۲۴	۰/۳۹۴۵	۰/۰۰۰۰
c18	۰/۳۶۴۵	۰/۰۶۴۰	۰/۰۸۵۸	۰/۳۲۶۶

منبع: محاسبات محققین

D_i^+ و D_i^- به ترتیب، فاصله وزن دار گزینه A_i را از راه‌حل ایده‌آل منفی و راه‌حل ایده‌آل مثبت نشان می‌دهند و با استفاده از رابطه‌های (۱۵) و (۱۶) محاسبه می‌شوند. برای مثال، D_1^+ و D_1^- که نشان‌دهنده فاصله وزن دار عملکرد مالی الکتریک شرق از راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی هستند، در جدول ۷ نشان داده شده‌اند.

جدول ۷. فاصله وزن دار عملکرد مالی الکتریک شرق از راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی

	D1(-)			D1(+)		
C1	-/۰.۲۳۲	-/۰.۳۳۲	-/۰.۴۴۰	-/۰.۸۵۸	-/۱.۲۲۹	-/۱.۶۳۱
C2	-/۰.۴۸۹	-/۰.۹۴۱	-/۱.۵۰۷	-/۰.۶۵۸	-/۱.۲۶۷	-/۲.۰۲۸
C3	-/۰.۱۳۵	-/۰.۱۹۰	-/۰.۲۵۳	-/۱.۶۲۱	-/۲.۲۸۱	-/۳.۰۴۱
C4	-/۱.۱۷۵۱	-/۲.۶۲۹	-/۳.۴۳۸	-/۰.۳۶۵	-/۰.۵۴۹	-/۰.۷۱۷
C5	-/۰.۰۰۰	-/۰.۰۰۰	-/۰.۰۰۰	-/۰.۰۷۵	-/۰.۱۰۶	-/۰.۱۳۵
C6	-/۰.۰۰۰	-/۰.۰۰۰	-/۰.۰۰۰	-/۱.۶۵۹	-/۲.۳۴۵	-/۲.۹۳۱
C7	-/۰.۰۸۰	-/۰.۱۴۳	-/۰.۲۲۳	-/۰.۵۹۰	-/۱.۰۵۴	-/۱.۶۴۶
C8	-/۰.۹۷۲	-/۱.۳۸۲	-/۱.۵۳۵	-/۱.۰۲۰	-/۱.۴۵۱	-/۱.۶۱۲
C9	-/۲.۳۴۵	-/۳.۳۱۴	-/۴.۱۴۳	-/۰.۰۰۰	-/۰.۰۰۰	-/۰.۰۰۰
C10	-/۱.۵۲۸	-/۲.۱۶۵	-/۲.۵۴۷	-/۰.۶۳۰	-/۰.۸۹۳	-/۱.۰۵۰
C11	-/۰.۷۲۸	-/۱.۰۹۲	-/۱.۵۴۷	-/۱.۱۶۴	-/۱.۷۴۷	-/۲.۴۷۴
C12	-/۰.۰۰۹	-/۰.۰۱۲	-/۰.۰۱۷	-/۳.۲۶۹	-/۴.۴۴۰	-/۶.۳۱۳
C13	-/۰.۰۰۱	-/۰.۰۰۲	-/۰.۰۰۲	-/۲.۴۷۳	-/۳.۶۱۵	-/۵.۱۴۰
C14	-/۰.۸۳۶	-/۱.۱۷۶	-/۱.۵۶۸	-/۰.۵۷۲	-/۰.۸۰۵	-/۱.۰۷۴
C15	-/۳.۴۵۱	-/۴.۸۷۷	-/۶.۰۹۶	-/۰.۰۶۰	-/۰.۰۸۵	-/۰.۱۰۶
C16	-/۳.۶۵۱	-/۵.۱۷۲	-/۶.۰۸۵	-/۰.۰۶۰	-/۰.۰۸۴	-/۰.۰۹۹
C17	-/۱.۲۷۳	-/۱.۸۱۰	-/۲.۰۱۲	-/۱.۲۸۱	-/۱.۸۲۲	-/۲.۰۲۴
C18	-/۰.۷۲۹	-/۱.۵۷۸	-/۲.۳۰۷	-/۰.۱۲۸	-/۰.۲۷۷	-/۰.۴۰۵
مجموع ستون	۱/۸۲۰۹	۲/۶۸۱۵	۳/۳۷۲۱	۱/۶۴۸۴	۲/۴۰۴۹	۳/۲۴۱۸

منبع: محاسبات محققین

برای محاسبه راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی، نیازمند تعریف پارامترهای ND^+ ، ND^- ، PD^+ و PD^- هستیم که به صورت زیر تعریف می‌شوند.

$$ND^- = \min_{1 \leq i \leq 18} \{D_i^-\}$$

$$ND^+ = \max_{1 \leq i \leq 18} \{D_i^-\}$$

$$PD^- = \min_{1 \leq i \leq 18} \{D_i^+\}$$

$$PD^+ = \max_{1 \leq i \leq 18} \{D_i^+\}$$

مقادیر ND^+ ، ND^- ، PD^+ و PD^- به صورت زیر هستند:

ND-			ND+		
۰/۹۰۴۳	۱/۳۲۷۹	۱/۷۶۷۷	۰/۰۳۲۶	۰/۹۴۰۵	۰/۸۱۸۷
PD-			PD+		
۱/۴۲۲۷	۲/۱۲۱۸	۲/۷۶۱۷	۲/۵۶۴۰	۳/۷۵۳۴	۴/۸۳۷۱

A_i^- و A_i^+ ، به ترتیب، نشان‌دهنده فاصله $[D_i^-, D_i^+]$ تا $[ND^-, PD^+]$ و $[ND^+, PD^-]$ هستند که با استفاده از فرمولهای زیر به دست می‌آیند.

$$A_i^- = d(D_i^-, ND^+) + d(D_i^+, PD^+)$$

$$A_i^+ = d(D_i^-, ND^+) + d(D_i^+, PD^-)$$

$$i = 1, 2, \dots, m.$$

جدول ۸، مقادیر A_i^- و A_i^+ را نشان می‌دهد.

جدول ۸. مقادیر A_i^- و A_i^+ برای هفت شرکت مورد بررسی

A1-	A2-	A3-	A4-	A5-	A6-	A7-
۲/۶۳۹۲	۱/۸۳۴۷	۱/۹۶۲۹	۰/۰۰۰۰	۱/۹۱۴۰	۲/۱۴۶۶	۳/۳۰۱۷
A1+	A2+	A3+	A4+	A5+	A6+	A7+
۰/۶۶۹۳	۱/۴۸۰۹	۱/۳۴۲۷	۳/۳۰۱۷	۱/۳۹۵۵	۱/۱۵۶۶	۰/۰۰۰۰

منبع: محاسبات محققین

در نهایت، ضریب نزدیکی گزینه A_i که با A_i^* نشان داده می‌شود، با استفاده از رابطه (۲۳) محاسبه می‌گردد.

A_i^* نشان‌دهنده عددی بین صفر و یک است. هرچه این عدد، بزرگتر و نزدیکتر به یک باشد، نشان‌دهنده مناسبتر بودن این گزینه با توجه به معیارهای مورد بررسی خواهد بود.

با رتبه‌بندی نزولی A_i^* ها، رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها از لحاظ عملکرد مالی مشخص می‌شود. جدول ۹، نتایج نهایی را برای هفت شرکت مورد بررسی نشان می‌دهد. نمره به‌دست آمده برای هر شرکت، نشان‌دهنده عملکرد مالی آن شرکت در مقایسه با بقیه شرکت‌های مورد بررسی است.

جدول ۹. رتبه‌بندی نهایی شرکتها بر اساس عملکرد مالی و نمرات مربوطه

رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
گزینه	A7*	A1*	A6*	A3*	A5*	A2*	A4*
نام	سامان	الکترونیک	معادن	نفت	نیرو ترانس	نگین	توسعه
گزینه	گستر	شرق	روی	بهران		طیس	صنعتی
نمره	۱/۰۰۰۰	۰/۷۹۷۷	۰/۶۴۹۹	۰/۵۹۳۸	۰/۵۷۸۳	۰/۵۵۳۴	۰/۰۰۰۰

منبع: محاسبات محققین

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری عملکرد، ابزاری برای فهم وضعیت شرکت و اطمینان از موفقیت آن در آینده است. به گفته رز، اندازه‌گیری عملکرد، ابزاری تحلیلی است که شاخص‌ها را تعیین می‌کند، نتایج را به صورت کمی نشان می‌دهد و عکس‌العمل‌های بعدی را تعیین می‌نماید [۱۹]. از آنجا که کسب سود، هدف اصلی بسیاری از شرکت‌هاست، عملکرد مالی و اندازه‌گیری آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

در ایران، تحقیقات زیادی در زمینه رتبه‌بندی شرکتها بر اساس عملکرد مالی آنها انجام شده است که هر یک با استفاده از معیارهایی اقدام به این کار نموده‌اند. مهرانی (۱۳۸۴)، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را بر اساس متغیرهای مالی بنیادی رتبه‌بندی کرد. بدین منظور، ۱۵۳ شرکت در نظر گرفته شد. متغیرها ترکیبی از نسبت‌های مالی بودند. سپس با استفاده از تکنیک تاپسیس، ۱۷۰ شرکت در ۱۳ صنعت رتبه‌بندی شدند و بدین ترتیب، رتبه هر شرکت در صنعت خاص خود مشخص گردید [۴].

مومنی و نجفی (۱۳۸۳) عملکرد اقتصادی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس تهران را با استفاده از مدل ارزیابی کردند. آنها ۹ شاخص مالی را به‌عنوان معیارهای ارزیابی در نظر گرفتند. سپس با استفاده از تکنیک تاپسیس، ۱۷۰ شرکت در ۱۳ صنعت رتبه‌بندی شدند و بدین ترتیب رتبه هر شرکت در صنعت خاص خود مشخص گردید [۳].

از آنجا که برخی نسبت‌های مالی، دارای ساختار یکسان هستند، در این مقاله بر خلاف پژوهش‌های دیگری که در ایران انجام شده‌اند، برای جلوگیری از محاسبات تکراری، نسبت‌های مالی با استفاده از آنالیز روابط خاکستری خوشه‌بندی شده‌اند و برای هر خوشه، یک نسبت مالی به‌عنوان شاخص نمایانگر نسبت‌های مالی آن خوشه مشخص شده است. سپس با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره تاپسیس در محیط فازی، رتبه‌بندی شرکت‌ها بر اساس عملکرد مالی آنها انجام شده است. از آنجا که عملکرد مالی، به‌طور مستقیم، بر بقاء شرکت‌ها تاثیر می‌گذارد، نتایج به‌دست آمده می‌تواند برای مدیران مالی، بسیار مفید باشد و معیاری برای سنجش عملکرد مالی را در اختیار آنها بگذارد.

منابع

- ۱- تقی زاده، رسول، (۱۳۸۹)، مقایسه روش رتبه‌بندی فازی با تاپسیس فازی در انتخاب پورتفوی بهینه برای شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران، کارشناسی ارشد، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره).
- ۲- کاسکو، بارت (۱۳۸۴)، «تفکر فازی»، علی غفاری، عادل مقصود پور، تهران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- ۳- مومنی، منصور و نجفی مقدم، علی (۱۳۸۳)، «ارزیابی عملکرد اقتصادی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس تهران با استفاده از مدل TOPSIS» فصلنامه تحقیقات اقتصادی، شماره ۳، ص ۵۵.
- ۴- مهرانی، کیارش (۱۳۸۴)، رتبه‌بندی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران بر اساس متغیرهای بنیادی مالی و رابطه آن با بازده سهام، کارشناسی ارشد، موسسه عالی آموزش عالی مدیریت و برنامه ریزی.
- ۵- نمازی، محمد و رستمی، نورالدین (۱۳۸۵)، «بررسی رابطه بین نسبت‌های مالی و نرخ بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران»، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، شماره ۴۴، ص ۱۲۷ - ۱۰۵.
- 6- Babic, P. & Plazibat, L. (1998). Ranking of Enterprises Based on Multicriteria Analysis. *International Journal of Production Economics*, 56, 29 – 35.
- 7- Cai, Y. & Wu, W., (2001). Synthetic Financial Evaluation by a Method of Combining DEA with AHP. *International Transactions in Operational Research*, 8, 603 – 609.
- 8- Chang, Y.H., Yeh, C.H. (2002). A survey analysis of service quality for domestic airlines. *European Journal of Operational Research*, 139, 166-177.
- 9- Das, L., (1994). Performance measurement takes center stage at Johnson space center. *Industrial Engineering*, 26, 24-28.
- 10- Deng, J., (1989). Introduction to grey system theory. *The Journal of Grey System*, 1, 1_24.
- 11- Ertugrul, I., & Karakasoglu, N., (2007). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, article in press.
- 12- Fry, T., Karwan, K.R., Baker, W.M., (1993). Organization development: Behavioral science interventions for organization improvement. 5th edition, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall.
- 13- Hwang, C.L., Yoon, K., (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. *Springer*, Berlin, Heidelberg, New York.
- 14- Jegadeesh, N., & Titman, S., (1993). Return to buying winners and selling losers: Implication for stock market efficiency. *Journal of finance*, 48, 65 – 69.

- 15- Johnso, R., & Soenen, L., (2003). Indicators of Successful Companies. *European Management Journal*, 21, 364 – 369.
- 16- Mehregan, M., & Shahbandarzadeh, H., (2006). A method for performance evaluation of bank branches using multi-attribute decision making technique. *Financial Researches*, 20, 17–24
- 17- Neely, A., Richards, H., Mills, J., Platts, K., (1997). Designing performance measures: A structured approach. *International Journal of Operations and Production Management*, 17, 1131-1152.
- 18- Pitroski, J., (2000). Value investing: The use of historical financial statement information to separate winners from losers. *Journal of Accounting research*, 38, 1– 41.
- 19- Rose, K.H., (1995). A performance measurement method. *Quality progress*, 28, 63-66.
- 20- Sink, D.S., (1991). The role of measurement in achieving world-class quality and productivity management. *Industrial Engineering*, June.
- 21- Wang, Y.J., (2008). Applying FMCDM to evaluate financial performance of domestic airlines in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 34, 1837 – 1845.
- 22- Zadeh, L., (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 38-53.