



پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری

دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صص ۲۱۹-۲۵۳

نوع مقاله: پژوهشی

رویکرد ترکیبی روش بهترین-بدترین آرمانی خطی و طبقه‌بندی چند شاخصه برای تشکیل سبد سهام

میر سید محمد محسن امامت^۱، مقصود امیری^{۲*}، محمدرضا مهرگان^۳، محمد تقی تقوی فرد^۲

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۲. استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۳. استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۲/۰۸

چکیده

در چهار دهه اخیر تصمیم‌گیری چند شاخصه همواره یک حوزه فعال پژوهشی و کاربردی بوده است. آنچه تا به امروز بیشتر بدان پرداخته شده است، توسعه یا بکارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه برای رتبه‌بندی گزینه‌های موجود بوده است. اما حیطة تصمیم‌گیری چند شاخصه فقط به این نوع مسئله محدود نمی‌شود و مسائل طبقه‌بندی را نیز در بر می‌گیرد. هدف از پژوهش حاضر پیشنهاد رویکردی ترکیبی متشکل از روش‌های بهترین-بدترین آرمانی خطی و یک روش نوین طبقه‌بندی چند شاخصه به‌منظور تشکیل سبد سهام در بازار بورس اوراق بهادار تهران است. در این مطالعه، وزن شاخص‌های مؤثر بر انتخاب سبد سهام در طی یک فرآیند تصمیم‌گیری گروهی با استفاده از روش بهترین-بدترین آرمانی خطی تعیین شدند. سپس با استفاده از روش پیشنهادی طبقه‌بندی چند شاخصه، سبد سهام تشکیل شد. روش پیشنهادی قادر است ترجیحات تصمیم‌گیرنده نظیر دامنه تعداد سهام‌های موجود در سبد سهام و یا محدودیت‌هایی نظیر حداکثر تعداد سهام از هر صنعت را در نظر بگیرد. در این مطالعه نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی با روش‌های تاپسیس سورت و ویکورسورت مقایسه شد. نتایج به دست آمده دقت بالای روش پیشنهادی را نشان داد و سبد سهام تشکیل شده توسط روش پیشنهادی به طرز قابل توجهی سودآورتر از روش‌های دیگر بود. رویکرد پیشنهادی در این پژوهش را می‌توان در سایر مسائل دنیای واقعی که ماهیت طبقه‌بندی دارند نیز بکار گرفت.

کلیدواژه‌ها: تصمیم‌گیری چند شاخصه، طبقه‌بندی چند شاخصه، بهترین-بدترین آرمانی، انتخاب سبد سهام



۱- مقدمه

به طوری کلی روی^۱ مسائل حوزه تصمیم‌گیری را به چهار دسته شامل انتخاب^۲، رتبه‌بندی^۳، طبقه‌بندی^۴ و توصیف^۵ تقسیم می‌کند [۱]. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل دو دسته روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه و تصمیم‌گیری چند شاخصه هستند. در سال‌های اخیر روش‌های طبقه‌بندی چند شاخصه به عنوان زیر شاخه‌ای از حوزه تصمیم‌گیری چند شاخصه توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است. این روش‌ها در پی تخصیص گزینه‌ها به طبقات از پیش تعیین شده با در نظر گرفتن شاخص‌های چندگانه هستند [۲]. روش‌های طبقه‌بندی چند شاخصه تاکنون در طیف وسیعی از مسائل همچون ارزیابی رضایت مشتریان [۳]، سرمایه‌گذاری [۴]، مدیریت پروژه [۵]، مکان‌یابی [۶]، و مدیریت ریسک [۷] استفاده شده‌اند. در بسیاری از مسائل دنیای واقعی انجام طبقه‌بندی بدون در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم‌گیرنده فاقد ارزش لازم برای تصمیم‌گیرنده است. روش‌های کلاسیک طبقه‌بندی چند شاخصه توانایی در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم‌گیرندگان همچون کنترل تعداد گزینه‌های تخصیص یافته به طبقات را ندارند. یکی از مسائل دنیای واقعی که همواره تصمیم‌گیرنده تمایل به ابراز ترجیحات خود در فرآیند طبقه‌بندی دارد، مسئله انتخاب سبد سهام است. هدف از این پژوهش توسعه یک روش نوین طبقه‌بندی چند شاخصه و به‌کارگیری و اعتبارسنجی آن در یک مسئله انتخاب سبد سهام است.

بازار سرمایه از ارکان مهم نظام مالی کشور است و با هدایت کردن وجوه مازاد به سایر حوزه‌های اقتصاد، نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای را در توسعه و رشد اقتصادی کشور ایفا می‌کند [۸]. مدیریت صحیح سرمایه‌گذاری می‌تواند موجب هدایت سرمایه و نقدینگی جامعه به سمت بخش‌های مولد کشور شود و اشتغال، تولید ثروت و رونق اقتصادی را در کشور سبب شود. این سرمایه‌گذاری می‌تواند در حوزه سهام باشد [۹ و ۱۰]. تاکنون مدل‌های مختلفی در حوزه انتخاب سبد سهام معرفی شده است. اما یکی از نقدهای وارد شده به مدل‌های کلاسیک انتخاب سبد سهام این است که این مدل‌ها صرفاً به استفاده از شاخص‌های بازده و ریسک اکتفا می‌کنند [۱۱]، حال آنکه نادیده گرفتن شاخص‌های چندگانه در مسئله انتخاب سبد سهام، اعتبار نتایج را زیر سؤال خواهد برد [۱۲]. مسئله تشکیل سبد سهام یک مسئله طبقه‌بندی محسوب می‌شود، چرا که هدف از آن شناسایی مجموعه‌ای از سهام از کل سهام‌های موجود در بازار به منظور سرمایه‌گذاری در آن‌ها است. از طرفی دیگر با توجه به ماهیت چند شاخصه در ارزیابی



سهام، رویکرد مبتنی بر طبقه‌بندی چند شاخصه تطابق قابل توجهی با ماهیت مسئله انتخاب سبب سهام دارد. رویکرد پیشنهادی در این پژوهش شامل دو گام اصلی است. در گام اول وزن شاخص‌ها تعیین و در گام دوم با استفاده از روش پیشنهادی، گزینه‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. در این پژوهش به منظور تعیین وزن شاخص‌ها از یک روش مبتنی بر بهترین-بدترین^۱ با نام بهترین-بدترین آرمانی خطی استفاده شده است. استفاده از روش‌های مبتنی بر بهترین-بدترین در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته است که این به دلیل نقاط قوت این رویکرد است. بهترین-بدترین یک رویکرد مبتنی بر بردار است که نیاز به مقایسات زوجی اندکی دارد و این موضوع باعث بهبود نرخ سازگاری می‌شود. این رویکرد قادر است وزن شاخص‌ها را سریع‌تر و به طور قابل اعتمادتر نسبت به روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی که روشی مبتنی بر ماتریس کامل است به دست آورد [۱۳]. همچنین فرآیند جمع‌آوری داده در این روش بسیار ساختارمند و به راحتی قابل فهم است [۱۴]. امیری و امامت [۱۵] روش بهترین-بدترین خطی را با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی توسعه دادند و آن را روش بهترین-بدترین آرمانی^۲ خطی نامیدند. در این روش تعداد محدودیت‌ها نسبت به مدل قبلی کاهش یافته است و پیچیدگی محاسباتی کمتر شده است. پژوهش حاضر اولین مطالعه است که از روش بهترین-بدترین آرمانی خطی به منظور ارزیابی وزن شاخص‌های مؤثر بر انتخاب سهام استفاده می‌کند. همچنین در این پژوهش یک روش نوین برای طبقه‌بندی سهام توسعه داده شده است. این روش که از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه محسوب می‌شود قادر است علاوه بر طبقه‌بندی گزینه‌ها، ترجیحات تصمیم‌گیرنده را به عنوان داده‌های ورودی به فرآیند طبقه‌بندی وارد نماید. در مسئله انتخاب سبب سهام، همواره تصمیم‌گیرنده (سرمایه‌گذار) تمایل دارد تعداد سهام موجود در سبب سهام اندازه معین و یا در دامنه خاصی باشد. همچنین در بسیاری از مواقع تصمیم‌گیرنده تمایل دارد تعداد سهام‌های موجود در سبب سهام که از یک صنعت هستند، بیشتر از یک تعداد معینی نباشد. روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی در این پژوهش قادر است تمام این ترجیحات را در فرآیند ارزیابی در نظر بگیرد. در این مطالعه دقت نتایج روش پیشنهادی با نتایج روش‌های تاپسیس‌سورت^۳ و ویکورسورت^۴ مقایسه شده‌اند. علت انتخاب این دو روش برای مقایسه این بوده که این روش‌ها از منظر داده‌های مورد نیاز کاملاً با روش پیشنهادی منطبق هستند. همچنین این دو روش همچون روش پیشنهادی به منظور تشکیل طبقات از پروفایل حدی^۵ استفاده می‌کنند. اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت انجام شده در این

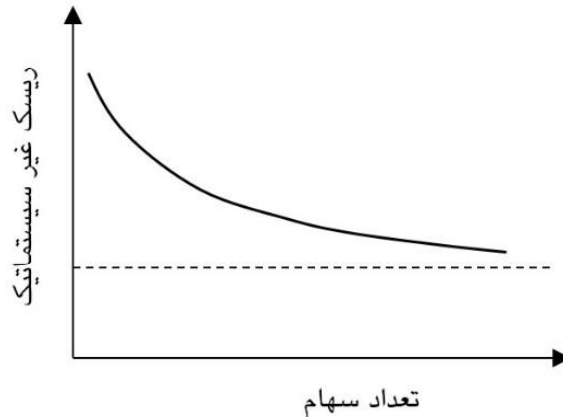


پژوهش کیفیت بالای نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی را نشان می‌دهد. در ادامه این پژوهش ابتدا به مرور مدل‌های کلاسیک انتخاب سبد سهام و توسعه‌ها و کاربردهای روش‌های طبقه‌بندی چند شاخصه پرداخته می‌شود. سپس روش‌شناسی پژوهش و روش‌های بکار رفته در این مطالعه بصورت گام‌به‌گام تشریح می‌شود. در بخش بعد یافته‌های پژوهش و نتایج اعتبارسنجی رویکرد پیشنهادی ارائه می‌شود. در بخش پایانی نتایج پژوهش و پیشنهادات آتی ارائه می‌گردد.

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- سرمایه‌گذاری و انتخاب سبد سهام

به تبدیل وجوه مالی به یک یا چندین دارایی، به طوری که این دارایی برای مدتی در زمان آینده نگهداری می‌شود، سرمایه‌گذاری می‌گویند. سرمایه‌گذار این سرمایه‌گذاری را با هدف رشد سرمایه خود و بهره‌مند شدن از منافع آتی آن انجام می‌دهد [۱۶]. یکی از جذاب‌ترین و مهم‌ترین انواع مسائل مالی، سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار است [۹]. تا کنون مدل‌های مختلفی به منظور انتخاب سهام ارائه شده است. مارکویتز^۱ در سال ۱۹۵۲ تئوری مدرن سبد سهام^۲ را که بر مبنای میانگین بازده و ریسک بود ارائه کرد. این تئوری بر این اصل استوار است که ریسک از دست دادن سود یا سرمایه برای یک سهام خیلی بیشتر از مجموعه‌ای از سهام است. یک سرمایه‌گذار حرفه‌ای لازم است به جای یک سهام، در مجموعه‌ای از سهام سرمایه‌گذاری کند که این مجموعه سهام به سبد سهام معروف است [۱۷]. شکل ۱ تأثیر افزایش تعداد سهام بر ریسک را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افزایش تعداد سهام تا یک حدی باعث کاهش ریسک می‌شود. در اینجا لازم است توضیحی در خصوص انواع ریسک نیز ارائه شود. به‌طور کلی ریسک را به دو دسته ریسک سیستماتیک و ریسک غیرسیستماتیک تقسیم می‌کنند. منظور از ریسک سیستماتیک، ریسکی است که مربوط به خود بازار است و از اختیار ما خارج است. اما ریسک غیرسیستماتیک مربوط به هر سهم خاص است و این نوع ریسک به رفتار بازار ارتباطی ندارد. این نوع ریسک با افزایش تنوع، قابل کاهش است [۱۸]. بنابراین با افزایش تعداد سهام و تشکیل سبد سهام، می‌توان ریسک سرمایه‌گذاری را تا حدی کاهش داد.



شکل ۱. تأثیر افزایش تعداد سهام بر ریسک غیر سیستماتیک

اولین بار شارپ^۱ [۱۹] پارامتر ضریب بتا را به عنوان ریسک سیستماتیک تعریف و مدل تک شاخصی را ارائه کرد. مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای^۲ توسط رأس^۲ در دهه ۱۹۷۰ معرفی شد. این مدل مشکلی که در خصوص در نظر گرفتن منابع غیر بازار ریسک در مدل شارپ وجود داشت را برطرف کرد [۲۰]. پس از مدل‌های کلاسیک انتخاب سبد، مدل‌های مختلفی پیشنهاد شده است. وجه تشابه اکثر این مدل‌ها، گرایش آن‌ها به مدل‌های چند شاخصه است [۲۱]. در نظر گرفتن صرفاً شاخص‌های بازده و ریسک و غفلت از سایر عوامل مؤثر بر انتخاب سبد سهام، انتقادهای زیادی را به وجود آورد. این انتقادات به این دلیل بوده است که سرمایه‌گذاران در دنیای واقعی شاخص‌های مختلفی را برای تشکیل سبد سهام، مد نظر قرار دارند [۱۱]. در انتخاب سبد سهام، لازم است که عوامل گوناگون تاثیرگذار بر بازار مورد توجه قرار گیرد. بنابراین انتخاب سبد سهام اساساً یک مسئله چند شاخصه به حساب می‌آید [۲۲].

۲-۲- مروری بر توسعه‌ها و کاربردهای روش‌های طبقه‌بندی چند شاخصه

در روش‌های طبقه‌بندی چند شاخصه، گزینه‌ها به طبقاتی که از پیش تعریف شده‌اند و دارای ترتیب هستند، تخصیص می‌یابند. به طور مثال کارمندان یک سازمان را می‌توان بر اساس عملکردشان (خوب، متوسط، ضعیف) طبقه‌بندی نمود. همچنین از این روش‌ها به منظور پایش اولیه جهت کاهش تعداد گزینه‌ها نیز استفاده شده است [۲۳]. در روش‌های طبقه‌بندی چند



شاخصه، معمولاً پروفایل‌ها تعیین می‌شود. این پروفایل‌ها همچون گزینه‌های فرضی هستند که برای تعریف طبقات به‌کار می‌روند [۲۴]. لازم به توضیح است که به‌طور کلی دو نوع پروفایل وجود دارد. پروفایل حدی که در حدود بالا و پایین طبقات تعریف می‌شود و پروفایل مرکزی^۱ که در مرکز هر طبقه تعریف می‌شود. در این بخش به بررسی پژوهش‌های انجام شده در حوزه طبقه‌بندی چند شاخصه می‌پردازیم. برخی از این مطالعات به توسعه روش‌های طبقه‌بندی چندشاخصه پرداخته‌اند و برخی دیگر از مطالعات در پی بکارگیری روش‌های توسعه داده شده در مسائل دنیای واقعی بوده‌اند.

دیواد^۲ و همکاران [۲۵] روش UTADIS^۳ را برای حل مسائل طبقه‌بندی پیشنهاد کردند. این روش به‌صورت وسیع در مسائل طبقه‌بندی در حوزه مالی به‌کار گرفته شده است. در این روش به‌منظور تخصیص گزینه‌ها به طبقات از توابع مطلوبیت استفاده می‌شود. همچنین دیگر ویژگی این روش استفاده از مثال‌های تخصیص برای ساخت مدل است [۲۶]. یو وی^۴ [۲۷] روش ELECTRE-TRI را که توسعه‌ای است از روش‌های خانواده ELECTRE به‌منظور تخصیص گزینه‌ها به طبقات از پیش تعیین شده پیشنهاد داد. در این روش طبقات با استفاده از پروفایل‌های حدی تعریف می‌شوند و در گام پایانی از دو شیوه تخصیص خوش‌بینانه و بدبینانه برای تخصیص گزینه‌ها به طبقات استفاده می‌شود. هورسون و زوپونیدیس^۵ [۲۸] با استفاده از روش ELECTRE-TRI به طبقه‌بندی سهام پرداختند. در این پژوهش که در بازار بورس آتن یونان انجام و داده‌های مالی سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۱ مورد استفاده قرار گرفت، بیست سهام به سه طبقه شامل "سهام‌های غیر جذاب"، "سهام‌های میانی"، "سهام‌های جذاب" تخصیص یافتند. زوپونیدیس و دامپوس^۶ [۲۹] روش MHDIS را که روشی است مبتنی بر مطلوبیت پیشنهاد کردند. این روش بر اساس مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و عدد صحیح مختلط توسعه یافته است. روش پیشنهادی در این مطالعه در چندین مسئله واقعی در حوزه‌های مالی و بازاریابی به‌کار گرفته شد. نمری و لامبوری^۷ [۳۰] روش FlowSort را که توسعه‌ای از روش‌های خانواده PROMETHEE است، به‌منظور حل مسائل طبقه‌بندی پیشنهاد دادند. در این روش از دو نوع پروفایل حدی و مرکزی برای تشکیل طبقات می‌توان استفاده کرد. دیزرت و تاکنت^۸ [۳۱] روش ELECTRE-TRI نرم را پیشنهاد دادند. این روش که بر اساس توابع باور^۹ است، به‌منظور رفع نیاز به تعریف اختیاری مقدار نقطه برش و انتخاب اختیاری روش تخصیص گزینه که در روش ELECTRE-TRI مشاهده می‌شود، پیشنهاد شد. روش



پیشنهادی در یک مسئله مکان‌یابی برای محل بازیابی ضایعات بکار گرفته شد. ایشیزاکا^۱ و همکاران [۳۲] روش AHPSort را که توسعه‌ای بر روش AHP برای حل مسائل طبقه‌بندی است، پیشنهاد کردند. در این روش که مبتنی بر مفهوم مقایسات زوجی است، از پروفایل‌های حدی و مرکزی استفاده می‌شود. روش پیشنهادی در یک مسئله طبقه‌بندی تأمین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت. سیلوا^۲ و همکاران [۳۳] روش ELECTRE-TRI را در یک مسئله مکان‌یابی در کشور پرتغال بکار بردند. در این مطالعه ۳۱۸ مکان، به سه طبقه که معرف درجه تناسب مکان‌ها هستند، تخصیص یافتند. این طبقات با عنوان تناسب کم، متوسط و زیاد نام‌گذاری شدند. فرجی سیکبار^۳ و همکاران [۳۴] روش TOPSIS را برای حل مسائل طبقه‌بندی توسعه دادند و آن را TOPSISort نامیدند. در این روش ارزیابی گزینه‌ها با توجه به فاصله از جواب ایده‌آل^۴ انجام می‌شود. این روش از جمله روش‌هایی است که برای تشکیل طبقات از پروفایل‌های حدی استفاده می‌کند. روش پیشنهادی در این مطالعه در یک مسئله ارزیابی زیست‌محیطی مناطق شهری استفاده شد. میکولی و ایشیزاکا^۵ [۳۵] روش AHPSort II را پیشنهاد دادند. در این روش تعداد مقایسات، نسبت به روش AHPSort به طرز قابل توجهی کاهش یافته است؛ به طوری که در مورد مطالعه این پژوهش تنها به میزان ۱/۴ درصد مقایسات مورد نیاز در روش AHPSort، مقایسات انجام گرفت. روش پیشنهاد شده در این پژوهش در مسئله طبقه‌بندی شهرها بر اساس خطرپذیری نسبت به حمله گرگ‌ها به شهر در منطقه آمبریا کشور ایتالیا بکار گرفته شد. دمیر^۶ و همکاران [۳۶] روش VIKOR را برای حل مسائل طبقه‌بندی توسعه دادند و آن را VIKORSort نامیدند. در این روش از پروفایل‌های حدی برای تشکیل طبقات استفاده می‌شود. روش پیشنهادی در این مطالعه در یک مسئله ارزیابی تأمین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت. لئو^۷ و همکاران [۳۷] روش BWMSort II را پیشنهاد دادند. این روش توسعه روش بهترین-بدترین با استفاده از مجموعه فازی نوع دوم فاصله‌ای^۸ است. روش BWMSort II در مقایسه با روش AHPSort II به تعداد مقایسات کمتری نیاز دارد. روش پیشنهادی در این پژوهش در یک مثال عددی به منظور طبقه‌بندی گزینه‌ها بکار گرفته شد. امامت و همکاران [۳۸]، در پژوهشی به بررسی و مقایسه کاربرد دو روش طبقه‌بندی چند شاخصه FlowSort و ELECTRE-TRI در حوزه انتخاب سبد سهام پرداختند. در این پژوهش پانزده رویکرد از روش FlowSort به همراه چهار رویکرد مختلف از روش ELECTRE-TRI در نظر گرفته شد و مجموعاً نوزده رویکرد مختلف مورد بررسی و



مقایسه قرار گرفتند. پس از بررسی نتایج به دست آمده بر اساس داده‌های واقعی مشخص شد که روش FlowSort با به کارگیری رویکرد تخصیص مبتنی بر جریان مثبت و تابع ترجیح V شکل، بهترین نتیجه را ارائه نموده است. مهرگان و همکاران [۳۹] چارچوبی ترکیبی از روش‌های UTADIS و تحلیل خوشه‌ای به منظور تشکیل سبد سهام ارائه دادند. در این پژوهش که در بازار بورس اوراق بهادار تهران انجام شده بود، پس از حل اولیه مدل و تعیین طبقه شرکت‌ها، تحلیل پس‌به‌پس‌بستگی^۱ انجام و آزمون‌های صحت طبقه‌بندی و خطای طبقه‌بندی اجرا شدند. نتیجه به کارگیری این رویکرد ترکیبی به عنوان یک چارچوب یادگیرنده، حصول وزن شاخص‌ها، مطلوبیت گزینه‌ها، و در نهایت طبقه‌بندی آن‌ها بود. رحمانی اصل و همکاران [۴۰]، با الگو گرفتن از چارچوب ترکیبی بکار رفته در مطالعه مهرگان و همکاران [۳۹]، به طرز مشابهی این چارچوب را به منظور تشکیل سبدی متشکل از صندوق‌های سرمایه‌گذاری بکار گرفتند. جدول ۱ خلاصه‌ای از مطالعاتی را که تشریح شد، نشان می‌دهد. ویژگی مشترک روش‌های طبقه‌بندی چند شاخصه بررسی شده این است که این روش‌ها هیچ کنترلی بر تعداد گزینه‌ها در طبقات ندارند. در بسیاری از مسائل همچون مسئله انتخاب سبد سهام، تصمیم‌گیرنده در خصوص تعداد گزینه‌های مجاز در طبقات محدودیت‌هایی را در نظر دارند. لذا توسعه مدلی که بتواند بر تعداد گزینه‌های طبقات کنترلی را اعمال نماید حائز اهمیت است و در این مطالعات مشاهده نمی‌شود.

جدول ۱. برخی از مطالعات انجام شده در حوزه طبقه‌بندی چند شاخصه

منبع	روش طبقه‌بندی	مطالعه موردی	استفاده از نمونه‌های مرجع	پرو فایل حدی	پرو فایل مرکزی	حوزه کاربرد
[۲۵]	UTADIS		✓			-
[۲۷]	ELECTRE-TRI			✓		مثال عددی
[۲۸]	ELECTRE-TRI	✓		✓		سرمایه‌گذاری
[۲۹]	MHDIS	✓	✓			مالی و بازاریابی
[۳۰]	FlowSort			✓	✓	مثال عددی
[۳۱]	Soft ELECTRE-TRI	✓		✓		مکان‌یابی
[۳۲]	AHPSort	✓		✓	✓	زنجیره تأمین



منبع	روش طبقه‌بندی	مطالعه موردی	استفاده از نمونه‌های مرجع	پرو فایل حدی	پرو فایل مرکزی	حوزه کاربرد
[۳۳]	ELECTRE-TRI	✓		✓		مکان‌یابی
[۳۴]	TOPSISSort	✓		✓		محیط زیست
[۳۵]	AHPSort II	✓		✓	✓	مدیریت ریسک
[۳۶]	VIKORSORT	✓		✓		زنجیره تأمین
[۳۷]	BWMSort II			✓	✓	مثال عددی
[۳۸]	FlowSort ELECTRE-TRI	✓		✓		سرمایه‌گذاری
[۳۹]	UTADIS	✓	✓			سرمایه‌گذاری
[۴۰]	UTADIS	✓	✓			سرمایه‌گذاری

۳- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش از یک متدولوژی ترکیبی شامل روش‌های بهترین-بدترین آرمانی خطی و یک روش نوین طبقه‌بندی چند شاخصه به‌منظور انتخاب سبد سهام در بازار بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. در پژوهش حاضر از روش تحلیلی-ریاضی استفاده شده است. همچنین این پژوهش از نظر گردآوری داده‌ها، توصیفی است. در این پژوهش ابتدا یکصد و یک مقاله انگلیسی و فارسی در حوزه انتخاب سبد سهام مورد بررسی قرار گرفتند. در انتخاب مقالات از کلیدواژه‌های مرتبط همچون انتخاب سبد سهام، انتخاب پرتفولیوی سهام، ارزیابی سهام و تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده شده است و در پایگاه مقالات انگلیسی همچون الزویر و گوگل اسکالر و برای مقالات فارسی در پایگاه‌هایی نظیر گوگل و مگیران جستجو انجام شد. پس از بررسی محتوای مقالات شاخص‌های پر تکرار آن‌ها شناسایی شدند. در این مرحله تعداد نه شاخص پر تکرار تعیین گردید. شاخص‌های شناسایی شده شامل شاخص‌های P/E ، ROE ، ROA ، EPS ، ضریب بتا، حاشیه سود خالص، بازده سهام، قیمت به ارزش دفتری و نسبت جاری بودند. به‌منظور بررسی اولیه شاخص‌های شناسایی شده از منظر بومی‌سازی و بررسی قابل استفاده بودن این شاخص‌ها در بازار بورس اوراق بهادار تهران، یک پرسش‌نامه طیف لیکرت الکترونیکی در اختیار دوازده خبره فعال در حوزه بورس اوراق بهادار قرار گرفت. همچنین از خبره‌ها خواسته شد چنانچه شاخص مهم دیگری وجود دارد که باید به



مجموعه شاخص‌ها اضافه شود و یا شاخصی که باید از مجموعه شاخص‌ها حذف شود اعلام نمایند. خبره‌ها شامل چهار استاد دانشگاه در رشته مرتبط و هشت فعال بازار سهام با حداقل سابقه فعالیت مرتبط سه ساله بودند. خبره‌ها دارای تجربه و دانش قابل قبول در حوزه انتخاب سبد سهام بودند و همگی در شرکت‌ها و کارگزاری‌های رسمی مشغول به فعالیت و یا مشاوره بودند. تحلیل پاسخ‌های خبره‌ها در این گام نشان داد استفاده از شاخص‌های شناسایی شده در بازار بورس اوراق بهادار تهران مورد تأیید است. در این مطالعه با در نظر گرفتن داده‌های مربوط به سهام‌های مورد بررسی در این پژوهش، مقادیر همبستگی بین شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. بین شاخص‌های EPS و قیمت به ارزش دفتری و بین شاخص‌های نسبت جاری و حاشیه سود خالص مقادیر همبستگی بالای ۰/۷ مشاهده شد. نتایج این تحلیل به تصمیم‌گیرنده ارشد ارائه گردید. در نهایت با نظر تصمیم‌گیرنده ارشد در این مطالعه، شاخص‌های قیمت به ارزش دفتری و نسبت جاری از مجموعه شاخص‌ها حذف شدند. شاخص‌های نهایی مورد استفاده در این تحقیق شامل شاخص‌های P/E (C_1)، ROE (C_2)، ROA (C_3)، EPS (C_4)، ضریب بتا (C_5)، حاشیه سود خالص (C_6)، بازده سهام (C_7) هستند. این پژوهش در شرکت سرمایه‌گذاری ملی ایران انجام شده است. لذا ترجیحات مورد نظر تصمیم‌گیرندگان در این شرکت مد نظر قرار گرفته است. وزن شاخص‌ها در این مطالعه توسط چهار نفر از تصمیم‌گیرندگان شرکت سرمایه‌گذاری ملی ایران با استفاده از روش بهترین-بدترین آرمانی خطی تعیین شده است. این افراد که خبره‌های اصلی این پژوهش به حساب می‌آیند شامل مدیر تحلیل، مدیر سرمایه‌گذاری و دو تحلیلگر هستند که در واحد تحلیل شرکت سرمایه‌گذاری ملی ایران مشغول به فعالیت هستند و سبد سهام طبق تحلیل و نظر این افراد تشکیل می‌شود. همه این افراد دارای تحصیلات بیش از کارشناسی ارشد و در رشته‌های مرتبط با مالی هستند و بین ۲ تا ۱۲ سال سابقه فعالیت در حوزه انتخاب سبد سهام دارند. در این پژوهش پروفایل‌های حدی که تشکیل دهنده طبقات هستند با توافق تصمیم‌گیرنده ارشد و تحلیل‌گیر تعیین شدند. در این مطالعه از داده‌های ۵۰ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران که از نرم‌افزار ره‌آوردنویین جمع‌آوری شده استفاده شده است. انتخاب این شرکت‌ها بر اساس میزان حضور این شرکت‌ها در لیست ۵۰ شرکت فعال بورس که به‌طور فصلی توسط سازمان بورس اوراق بهادار تهران منتشر می‌شود، انجام شده است. دوره زمانی در نظر گرفته در این پژوهش برای ارزیابی سهام‌ها از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ است. بنابراین ۱۲ لیست شرکت‌های فعال در طی این سه سال مد نظر قرار گرفته است و ۵۰ سهام با بیشترین حضور در این لیست در



مجموع این ۱۲ فصل انتخاب شده‌اند. همچنین در انتخاب شرکت‌ها مواردی همچون اینکه سال مالی شرکت‌ها منتهی به ۲۹ اسفند باشند و اینکه روزهای معاملاتی سهام‌ها بیش از ۷۰ درصد باشد مد نظر قرار گرفته است. در این مطالعه تصمیم‌گیرنده دو محدودیت برای تشکیل سبد سهام ابراز کرده است. اول اینکه تصمیم‌گیرنده تمایل دارد در سبد سهام خود بین چهار تا هشت سهام قرار گیرد. همچنین تصمیم‌گیرنده تمایل دارد هر صنعت بیش از دو سهام در سبد سهام نداشته باشد. این ترجیحات با استفاده از تعریف محدودیت‌ها در مدل طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی در این پژوهش لحاظ شده است. در نهایت طبقه‌بندی سهام انجام و نتایج طبقه اول به‌عنوان سبد سهام در نظر گرفته شده است. در این مطالعه سهام‌ها در سه طبقه قرار گرفته‌اند. انتخاب تعداد طبقات در این مطالعه با نظر تصمیم‌گیرنده و همچنین بررسی مطالعات پیشین که از روش‌های طبقه‌بندی چند شاخصه به‌منظور تشکیل سبد سهام استفاده کردند، انجام شده است. طبقه اول سبد سهام پیشنهادی است، طبقه دوم شامل سهام‌های تحت نظر^۱ هستند. همچنین سهام‌های موجود در طبقه سوم، سهام‌ها با عملکرد ضعیف هستند که خرید آن‌ها در زمان تحلیل توصیه نمی‌شود. در این مطالعه اعتبارسنجی نتایج به‌دست آمده با بازده سهام در دوره آتی یعنی سال ۱۳۹۶ انجام شده است. انتخاب سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ به این علت بوده است که شاخص بورس در طی این سال‌ها از ثبات بیشتری برخوردار بوده است و تأثیرات عوامل بیرونی همچون سیاسی و نوسانات قیمت ارز بر بازار بورس کمتر بوده است. نتایج به‌دست آمده از روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی با روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت مقایسه شده است. انتخاب این روش‌ها به این دلیل بوده است که این روش‌ها از نظر داده‌های مورد نیاز تطابق کامل با روش پیشنهادی در این مطالعه دارند. ضمن اینکه این روش‌ها همچون روش پیشنهادی از پروفایل‌های حدی به‌منظور تشکیل طبقات استفاده می‌کنند. بنابراین با توجه به روش‌های موجود، این دو روش مناسب‌ترین روش‌ها برای مقایسه با روش پیشنهادی در این پژوهش هستند. در این مطالعه به‌منظور بررسی کیفیت نتایج ارائه شده توسط روش پیشنهادی و روش‌های پیشین از شاخص اعتبارسنجی که در رابطه ۱ ارائه شده است استفاده شده است [۳۸].

$$F = \frac{\sum_i x_i \cdot y_i}{\sum_i x_i} \cdot 100 \quad (1)$$

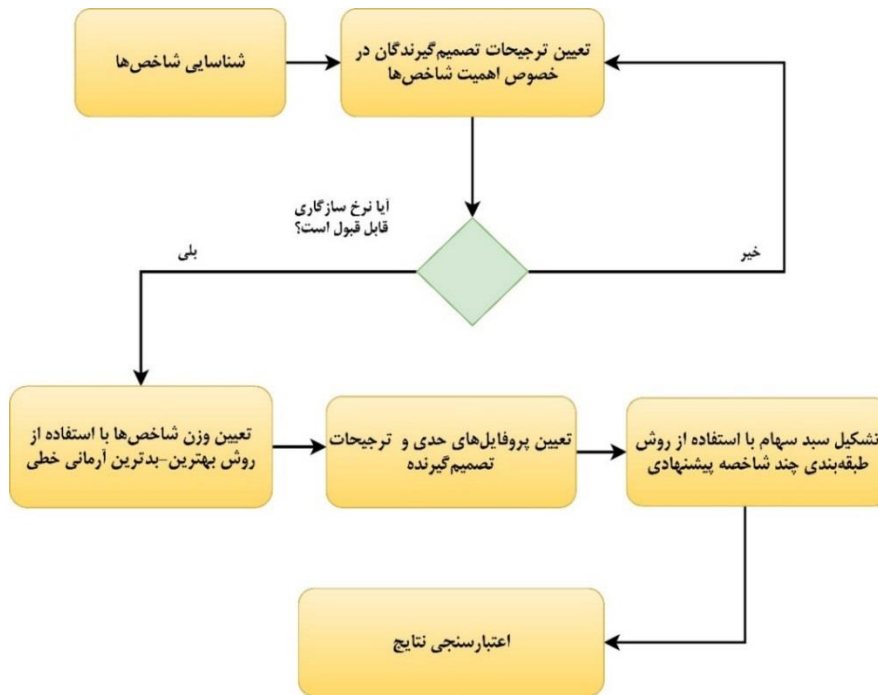
مقدار x_i و y_i طبق روابط ۲ و ۳ به‌دست می‌آیند. هر چه مقدار F بیشتر باشد یعنی نتایج به‌دست آمده بهتر است و سبد سهام با بازدهی بیشتری به‌دست آمده است.



$$x_i = \begin{cases} \text{سهام } i \text{ در سبد سهام قرار} \\ \text{گیرد} \\ \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (2)$$

$$y_i = \begin{cases} \text{اگر بازده سهام } i \text{ بیشتر از میانگین بازده کل سهامها} \\ \text{باشد} \\ \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (3)$$

چارچوب کلی این پژوهش در شکل ۲ نشان داد شده است.



شکل ۲. چارچوب پژوهش

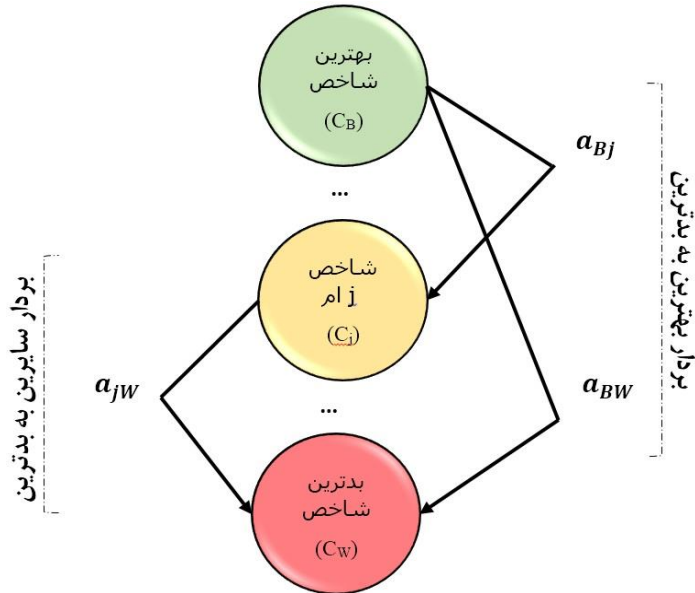
۳-۱- روش بهترین-بدترین آرمانی خطی

روش بهترین-بدترین آرمانی خطی توسط امیری و امامت [۱۵] پیشنهاد شد. این روش با



کاهش تعداد محدودیت‌ها نسبت به روش اولیه بهترین بدترین، پیچیدگی محاسباتی را کمتر کرده است. در این مطالعه به منظور تعیین وزن شاخص‌ها از روش بهترین بدترین آرمانی خطی استفاده شده است. در ادامه گام‌های این روش تشریح می‌شود.

- گام ۱. تعیین شاخص‌های تصمیم: در این گام مجموعه شاخص‌ها شناسایی می‌شود.
- گام ۲. انتخاب بهترین و بدترین شاخص‌ها: در این گام بهترین (مهم‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) شاخص‌ها از مجموعه شاخص‌های شناسایی شده در گام قبل توسط خبره تعیین می‌شود. بهترین شاخص را با C_B و بدترین شاخص را با C_W نشان می‌دهیم.
- گام ۳. تعیین ترجیح بهترین شاخص بر سایر شاخص‌ها: در این گام مقدار ترجیح بهترین شاخص بر سایر شاخص‌ها تعیین می‌شود. بدین منظور معمولاً از مقیاس ۱ تا ۹ ساعتی، برای نشان دادن میزان ترجیح استفاده می‌شود. مقدار ترجیح بهترین شاخص بر سایر شاخص‌ها را با a_{Bj} نشان می‌دهیم. نتیجه انجام این گام، تهیه بردار بهترین به سایرین^۱ است (شکل ۳).
- گام ۴. تعیین ترجیح سایر شاخص‌ها بر بدترین شاخص: در این گام مقدار ترجیح سایر شاخص‌ها بر بدترین شاخص تعیین می‌شود. در این گام نیز معمولاً از مقیاس ساعتی برای نشان دادن میزان ترجیح استفاده می‌شود. مقدار ترجیح بهترین شاخص بر سایر شاخص‌ها را با a_{jW} نشان می‌دهیم. نتیجه انجام این گام، تهیه بردار سایرین به بدترین^۲ است (شکل ۳).



شکل ۳. بردارهای بهترین به بدترین و سایرین به بدترین

گام ۵. تعیین وزن شاخص‌ها: در این گام با توجه به داده‌های به دست آمده از گام‌های پیشین، مدل بهترین بدترین آرمانی خطی را طبق رابطه ۴ ایجاد می‌کنیم.

$$\min z = \sum_j (y_j^+ + y_j^-) + \sum_j (z_j^+ + z_j^-)$$

s. t.

$$w_B - a_{Bj} \cdot w_j = y_j^+ - y_j^-, \text{ for all } j$$

$$w_j - a_{jW} \cdot w_W = z_j^+ - z_j^-, \text{ for all } j$$

(۴)

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j, y_j^+, y_j^-, z_j^+, z_j^- \geq 0, \text{ for all } j$$

پس از حل مدل، وزن شاخص‌ها به دست می‌آید. حال با حل مدل و داشتن مقدار انحرافات،

نرخ سازگاری را می‌توان محاسبه کرد.



۳-۲- محاسبه نرخ سازگاری

نرخ سازگاری در روش بهترین بدترین آرمانی طبق رابطه ۵ محاسبه می‌شود. نرخ سازگاری هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد بهتر است و به این مفهوم است که سازگاری بیشتری در ترجیحات تصمیم‌گیرنده وجود دارد.

$$CR = \frac{\varepsilon}{CI} \quad (5)$$

مقدار ε طبق رابطه ۶ محاسبه می‌شود.

$$\varepsilon = \max_j \{y_j^+ + y_j^-, z_j^+ + z_j^-\} \quad (6)$$

شاخص سازگاری طبق جدول ۲ به دست می‌آید. این جدول پیش‌تر توسط رضایی [۴۱] ارائه شده بود.

جدول ۲. مقدار شاخص سازگاری

<i>abw</i>	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
<i>CI</i>	۰	۰/۴۴	۱	۱/۶۲	۲/۳	۳	۳/۷۳	۴/۴۷	۵/۲۳

۳-۳- روش پیشنهادی طبقه‌بندی چند شاخصه

در روش پیشنهادی در این پژوهش، گزینه‌ها با پروفایل‌ها مقایسه می‌شوند و با توجه به نتیجه ارزیابی، به طبقه متناسب تخصیص می‌یابند. در واقع این ارزیابی بر اساس فاصله گزینه‌ها نسبت به پروفایل‌ها انجام می‌شود. در ادامه گام‌های روش پیشنهادی تشریح می‌شود.

گام ۱ - تشکیل ماتریس تصمیم: در صورت وجود شاخص‌های کیفی آن‌ها را به مقادیر کمی تبدیل کرده، ماتریس تصمیم را طبق جدول ۳ تشکیل می‌دهیم. در این جدول منظور از $g_j(A_i)$ مقدار گزینه i ام در شاخص j ام است. مقدار i از ۱ تا m است به طوری که m تعداد گزینه‌های مسئله است. مقدار j از ۱ تا n است و n تعداد شاخص‌های مسئله است.



جدول ۳. ماتریس تصمیم

	C_1	...	C_j	...	C_n
A_1	$g_1(A_1)$	...	$g_j(A_1)$	...	$g_n(A_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
A_i	$g_1(A_i)$	...	$g_j(A_i)$	...	$g_n(A_i)$
.	.		.		.
.	.		.		.
A_m	$g_1(A_m)$	...	$g_j(A_m)$	...	$g_n(A_m)$

گام ۲ - تعریف پروفایل‌های حدی طبقات: مشخصات پروفایل‌ها در این گام طبق جدول ۴ تعیین می‌شوند. در این جدول منظور از مقدار پروفایل h ام در شاخص j ام است. مقدار h از ۱ تا p است بطوریکه p تعداد کل پروفایل‌ها است.

جدول ۴. ماتریس پروفایل‌ها

	C_1	...	C_j	...	C_n
b_1	$g_1(b_1)$	...	$g_j(b_1)$	...	$g_n(b_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
b_h	$g_1(b_h)$	...	$g_j(b_h)$	...	$g_n(b_h)$
.	.		.		.
.	.		.		.
b_p	$g_1(b_p)$	...	$g_j(b_p)$	...	$g_n(b_p)$

در این گام پس از تعیین پروفایل‌های حدی، اطلاعات پروفایل‌ها را به ماتریس تصمیم اضافه می‌کنیم و ماتریس تصمیم را طبق جدول ۵ بازنویسی می‌کنیم.



جدول ۵. ماتریس تصمیم

	C_1	...	C_j	...	C_n
A_1	$g_1(A_1)$	...	$g_j(A_1)$	...	$g_n(A_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
A_m	$g_1(A_m)$	...	$g_j(A_m)$	...	$g_n(A_m)$
b_1	$g_1(b_1)$	...	$g_j(b_1)$	...	$g_n(b_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
b_p	$g_1(b_p)$	...	$g_j(b_p)$	...	$g_n(b_p)$

گام ۳- تشکیل ماتریس تصمیم نرمال شده: در این گام لازم است ماتریس تصمیم را نرمال‌سازی کنیم. با این کار شاخص‌ها بی‌بعد می‌شوند و قابل مقایسه با یکدیگر خواهند بود (طبق جدول ۶).

جدول ۶. ماتریس تصمیم نرمال شده

	C_1	...	C_j	...	C_n
A_1	$r_1(A_1)$	...	$r_j(A_1)$	...	$r_n(A_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
A_i	$r_1(A_i)$	...	$r_j(A_i)$	...	$r_n(A_i)$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
A_m	$r_1(A_m)$	...	$r_j(A_m)$	...	$r_n(A_m)$
b_1	$r_1(b_1)$	...	$r_j(b_1)$	...	$r_n(b_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
b_h	$r_1(b_h)$	...	$r_j(b_h)$	...	$r_n(b_h)$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
b_p	$r_1(b_p)$	...	$r_j(b_p)$	...	$r_n(b_p)$



الف) نرمال‌سازی برای گزینه‌ها در شاخص‌های درآمدی طبق رابطه ۷ انجام می‌شود.

$$r_j(A_i) = \frac{g_j(A_i) - \text{Min}(g_j)}{\text{Max}(g_j) - \text{Min}(g_j)} \quad (7)$$

در رابط ۷، $\text{Max}(g_j)$ بزرگ‌ترین عدد موجود در ستون مربوط به شاخص z_j ام و $\text{Min}(g_j)$ کوچک‌ترین عدد موجود در ستون مربوط به شاخص z_j ام است.

ب) نرمال‌سازی برای گزینه‌ها در شاخص‌های هزینه‌ای طبق رابطه ۸ انجام می‌شود.

$$r_j(A_i) = \frac{\text{Max}(g_j) - g_j(A_i)}{\text{Max}(g_j) - \text{Min}(g_j)} \quad (8)$$

ج) نرمال‌سازی برای پروفایل‌ها در شاخص‌های درآمدی طبق رابطه ۹ انجام می‌شود.

$$r_j(b_h) = \frac{g_j(b_h) - \text{Min}(g_j)}{\text{Max}(g_j) - \text{Min}(g_j)} \quad (9)$$

د) نرمال‌سازی برای پروفایل‌ها در شاخص‌های هزینه‌ای طبق رابطه ۱۰ انجام می‌شود.

$$r_j(b_h) = \frac{\text{Max}(g_j) - g_j(b_h)}{\text{Max}(g_j) - \text{Min}(g_j)} \quad (10)$$

در این پژوهش از روش نرمال‌سازی فازی استفاده شده است. علت استفاده از این روش، تطابق بالای این روش نرمال‌سازی با روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی در این پژوهش است. پس از نرمال‌سازی با روش نرمال‌سازی فازی گویی تمامی شاخص‌ها هم جهت می‌شوند. این بدین مفهوم است که دیگر مفهوم شاخص درآمدی و هزینه‌ای در ماتریس نرمال شده موضوعیت ندارد؛ چرا که پیشتر در فرآیند نرمال‌سازی این موضوع لحاظ شده است. این رویه با گام‌های بعدی روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی منطبق است. همچنین وجود مقادیر با علامت‌های مثبت و منفی در ماتریس تصمیم خلی در فرآیند نرمال‌سازی به روش فازی ایجاد نمی‌کند. لذا با توجه به توضیحات بیان شده، روش نرمال‌سازی فازی نسبت به سایر روش‌های دیگر نظیر روش‌های خطی، ساعتی، و اقلیدوسی در بکارگیری در گام نرمال‌سازی روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی ارجحیت داشته است. به همین دلیل در گام نرمال‌سازی از این روش استفاده شده است.

گام ۴- تشکیل ماتریس نرمال شده موزون: به‌منظور تشکیل ماتریس نرمال شده موزون، وزن هر شاخص (w_j) را در مؤلفه‌های ستون مربوطه ضرب می‌کنیم (رابطه ۱۱). بردار وزن شاخص‌ها به صورت: $w=(w_1, \dots, w_j, \dots, w_n)$ است و ماتریس نرمال شده موزون طبق جدول ۷ تشکیل می‌شود.



$$v_j(A_i) = w_j \cdot r_j(A_i) \quad (11)$$

جدول ۷. ماتریس تصمیم نرمال شده موزون

	C_1	...	C_j	...	C_n
A_1	$v_1(A_1)$	...	$v_j(A_1)$	...	$v_n(A_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
A_i	$v_1(A_i)$	...	$v_j(A_i)$	...	$v_n(A_i)$
.	.		.		.
.	.		.		.
A_m	$v_1(A_m)$	...	$v_j(A_m)$	...	$v_n(A_m)$
b_1	$v_1(b_1)$	...	$v_j(b_1)$	...	$v_n(b_1)$
.	.		.		.
.	.		.		.
b_h	$v_1(b_h)$	...	$v_j(b_h)$	...	$v_n(b_h)$
.	.		.		.
.	.		.		.
b_p	$v_1(b_p)$	...	$v_j(b_p)$	...	$v_n(b_p)$

گام ۵- تعیین امتیاز گزینه‌ها و پروفایل‌های حدی: در این گام، به ترتیب با استفاده از روابط ۱۲ و ۱۳، امتیاز هر گزینه و پروفایل را به دست می‌آوریم.

$$S(A_i) = \sum_{j=1}^n v_j(A_i) \quad : \forall i \quad (12)$$

$$S(b_h) = \sum_{j=1}^n v_j(b_h) \quad : \forall h \quad (13)$$

گام ۶- طبقه‌بندی نهایی گزینه‌ها: به منظور تخصیص گزینه‌ها به طبقات رابطه ۱۴ را حل می‌کنیم در این رابطه، ε یک عدد دلخواه بسیار کوچک است که تخصیص گزینه‌ها به طبقات مناسب را تضمین می‌کند و از تخصیص گزینه‌های خوب به طبقات بدتر جلوگیری می‌کند. هر چه ε عدد کوچکتر در نظر گرفته شود، دقت مدل بالاتر خواهد بود. در رابطه ۱۴، متغیر تصمیم



x_{ih} تخصیص یا عدم تخصیص گزینه i به طبقه h را نشان می‌دهد. همچنین متغیر تصمیم x_{ip+1} تخصیص یا عدم تخصیص گزینه i به طبقه آخر را نشان می‌دهد. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، اندیس p نشان دهنده تعداد پروفایل‌ها است. بنابراین عدد مربوط به اندیس $p+1$ همان شماره آخرین طبقه است. با توجه به مقادیر به دست آمده از حل مدل، طبقه‌بندی گزینه‌ها انجام می‌شود. به عبارتی چنان‌چه متغیر تصمیم مقدار یک بگیرد، به این مفهوم است که گزینه i ام به طبقه مربوطه تخصیص یافته است.

$$\begin{aligned} \text{Max } z = & \sum_{h=1}^p \sum_{i=1}^m \frac{1}{\varepsilon^{p-h}} [(S(A_i) - S(b_h)) \cdot x_{ih}] \\ & + \sum_{i=1}^m [(S(b_p) - S(A_i)) \cdot x_{ip+1}] \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{st.} \\ \sum_{h=1}^{p+1} x_{ih} = 1 \quad : \forall i \\ x_{ih} \in \{0, 1\} \end{aligned}$$

۴- یافته‌های پژوهش

در این بخش ابتدا نتایج وزن‌دهی به شاخص‌ها با استفاده از روش بهترین-بدترین خطی آرمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، در این مطالعه به منظور ارزیابی گزینه‌ها، تعداد هفت شاخص تعیین شدند. لذا ابتدا ترجیحات چهار تصمیم‌گیرنده در خصوص این هفت شاخص تعیین شده است. تصمیم‌گیرندگان هر کدام به صورت مجزا بهترین و بدترین شاخص را تعیین کردند. سپس ترجیحات خود در خصوص بردار بهترین شاخص به سایرین و بردار سایر شاخص‌ها به بدترین شاخص را تعیین کردند. با توجه به داده‌ها اخذ شده، مدل بهترین-بدترین آرمانی خطی برای هر تصمیم‌گیرنده ایجاد شد. مدل هر تصمیم‌گیرنده به تفکیک در نرم‌افزار لینگو وارد شد و پس از حل مدل‌ها، نرخ سازگاری برای هر تصمیم‌گیرنده مشخص گردید. این نرخ سازگاری در جدول ۸ به تفکیک نشان داده شده است. حداکثر نرخ سازگاری به دست آمده ۰/۰۳۵ که نشان دهنده سازگاری مناسبی است. نتایج وزن شاخص‌ها در جدول ۸ نشان داده شده است. در دنیای واقعی معمولاً وزن و درجه



خبرگی تصمیم‌گیرندگان یکسان نیست. بنابراین با توجه به این موضوع، در این مطالعه وزن و خبرگی تصمیم‌گیرندگان نیز در نظر گرفته شده است. وزن تصمیم‌گیرندگان در این مطالعه توسط تصمیم‌گیرنده ارشد، تعیین شده است. وزن نهایی شاخص‌ها با استفاده از روش میانگین موزون به دست آمده است و در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸. نتایج وزن شاخص‌ها

شاخص‌ها	کد شاخص	تصمیم‌گیرنده ۱	تصمیم‌گیرنده ۲	تصمیم‌گیرنده ۳	تصمیم‌گیرنده ۴	میانگین موزون
P/E	C _۱	۰/۴۶۴	۰/۴۴۶	۰/۳۳۸	۰/۴۰۵	۰/۴۲۱
ROE	C _۲	۰/۰۵۲	۰/۰۵۰	۰/۰۳۸	۰/۰۸۱	۰/۰۵۳
ROA	C _۳	۰/۰۵۲	۰/۰۳۰	۰/۰۳۸	۰/۰۳۷	۰/۰۳۹
EPS	C _۴	۰/۰۳۱	۰/۰۸۹	۰/۰۶۸	۰/۱۳۵	۰/۰۷۲
بتا	C _۵	۰/۰۹۳	۰/۰۸۹	۰/۰۶۸	۰/۰۸۱	۰/۰۸۴
حاشیه سود خالص	C _۶	۰/۱۵۵	۰/۱۴۹	۰/۱۱۳	۰/۱۳۵	۰/۱۴۰
بازده	C _۷	۰/۱۵۵	۰/۱۴۹	۰/۳۳۸	۰/۱۳۵	۰/۱۹۰
نرخ سازگاری		۰/۰۳۵	۰/۰۳۴	۰/۰۱۴	۰/۰۳۱	۰/۰۳
وزن تصمیم‌گیرندگان		۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۱۸	-

پس از تعیین وزن شاخص‌ها لازم است وارد فرآیند طبقه‌بندی شویم. در این مرحله لازم است گزینه‌های تصمیم و مقادیر این گزینه‌ها در هر شاخص تعیین شوند. این داده‌ها در قالب ماتریس تصمیم در جدول ۹ نشان داده شده است. این ماتریس تصمیم داده‌های سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. همچنین این جدول بازده هر سهام در دوره آتی یعنی سال ۱۳۹۶ را نیز نشان می‌دهد. از بازده در سال ۱۳۹۶ به منظور ارزیابی اعتبار نتایج به دست آمده استفاده خواهد شد.

جدول ۹. ماتریس تصمیم

بازده سال ۱۳۹۶	میانگین داده‌ها از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵							نماد	شماره
	EPS	P/E	حاشیه سود خالص	ROE	ROA	بتا	بازده		
۰/۰۲۶	۲۲۴/۱۵۶	۱۰/۸۰۴	۱/۶۶۵	۱۸/۸۸۲	۲/۶۸۵	۲/۲۵۰	۰/۰۲۴	خودرو	۱
-۰/۱۷۶	۱۴۶/۱۴۷	۴۸/۷۳۴	۷/۵۸۹	۱۲/۲۳۷	۲/۸۵۴	۲/۳۳۵	۰/۱۲۴	خسپا	۲
۰/۱۴۸	۶۶۰/۵۳۳	۴/۸۶۹	۳۰/۰۹۸	۳۵/۱۵۴	۱۹/۵۴۷	-۰/۴۸۸	۰/۰۹۶	همراه	۳
۰/۳۳۴	۲۸۵/۹۷۰	۶/۱۶۲	۱۷/۹۹۷	۱۸/۸۵۵	۹/۱۲۴	۱/۴۲۸	-۰/۰۳۲	فولاد	۴



بازده سال ۱۳۹۶	میانگین داده‌ها از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵						بازده	نماد	شماره
	EPS	P/E	حاشیه سود خالص	ROE	ROA	بنا			
-۰/۰۴۸	۴۷۲/۴۳۶	۵/۴۶۷	۱۰۸/۳۶۵	۲۰/۳۰۶	۱۱/۸۷۴	-۰/۷۲۱	-۰/۰۵۷	اخابر	۵
-۰/۲۵۱	۲۳۷/۰۸۴	۹/۹۷۷	۲۰/۳۳۱	۱۵/۰۳۴	۹/۵۶۸	۱/۲۸۴	-۰/۰۰۸	فملی	۶
-۰/۲۱۸	۳۷۲/۳۲۰	۵/۲۷۸	۳۳/۸۱۷	۲۳/۴۴۰	۱۲/۱۰۴	۱/۲۹۴	-۰/۰۱۵	کگل	۷
-۰/۱۲۴	۴۸۰/۸۴۱	۳/۸۵۳	۴۴/۲۱۰	۳۰/۳۹۱	۱۶/۱۱۳	۱/۲۲۶	-۰/۰۵۶	کچاد	۸
-۰/۱۳۶	۱۹۹۵/۷۸۸	۷/۷۸۹	۶۴/۰۳۶	۴۹/۰۱۲	۳۲/۴۵۷	-۰/۱۱۲	-۰/۱۲۹	رانفور	۹
-۰/۱۷۷	۲۱۰/۵۴۲	۵/۱۹۴	۹۶/۴۸۶	۱۴/۹۹۸	۱۱/۷۲۲	۱/۸۵۱	-۰/۰۵۲	ومعادن	۱۰
-۰/۲۲۹	۶۲۱/۳۴۷	۵/۵۲۶	۱۲/۵۴۹	۲۹/۳۱۱	۹/۴۳۴	-۰/۹۷۱	-۰/۰۱۵	فخوز	۱۱
-۰/۰۲۲	۳۵۳/۵۴۴	۶/۱۵۵	۲۷/۷۶۴	۱۸/۳۹۸	۱/۲۵۹	۱/۲۷۱	-۰/۰۳۲	وانصار	۱۲
-۰/۲۱۷	۴۳۶/۱۸۴	۳۰/۸۰۸	۳/۱۵۵	۲۰/۰۸۸	۸/۲۳۱	۳/۲۱۱	-۰/۲۶۸	شبندر	۱۳
-۰/۰۴۲	۶۳۷/۸۵۸	۱۳/۰۴۷	۱۸/۳۱۰	۱۴/۹۹۷	۳/۴۶۵	۱/۹۵۹	-۰/۰۴۷	رمپنا	۱۴
-۰/۰۰۰	۱۳۴/۳۰۵	۴/۰۰۱	۴۸/۳۳۰	۱۶/۴۳۰	۲/۳۶۰	۱/۱۶۷	-۰/۰۷۳	ویاسار	۱۵
-۰/۱۶۸	۹۲۷/۵۶۱	۳/۰۴۱	۹۶/۶۰۶	۱۶/۶۴۲	۸/۴۳۷	۱/۰۱۹	-۰/۰۵۸	ویانک	۱۶
-۲/۹۲۱	۶۳/۷۸۷	۱۲/۶۴۴	-۳/۶۰۱	۳/۹۰۰	-۰/۲۱۴	۱/۲۷۳	-۰/۱۴۳	ویارس	۱۷
-۰/۱۶۷	۱۸۶/۰۲۷	۶/۴۹۳	۱۸/۲۸۷	۱۰/۵۶۴	-۰/۵۶۳	-۰/۵۷۶	-۰/۰۴۳	ونوین	۱۸
-۰/۰۴۴	۲۸۲/۳۲۵	۴/۵۸۶	۱۶/۷۵۹	۱۶/۵۶۶	-۰/۷۲۹	۲/۱۸۲	-۰/۱۴۰	ویملت	۱۹
-۰/۱۸۱	۵۷/۹۹۹	۶/۷۵۹	۷/۸۴۶	۴/۳۰۲	-۰/۲۸۵	۱/۹۰۵	-۰/۱۶۴	وتجارت	۲۰
-۰/۱۱۲	۲۵۵/۵۹۱	۱۴/۳۳۸	۱۴/۳۰۴	۲۴/۲۹۲	۸/۰۷۰	۱/۶۰۴	-۰/۰۲۰	فازر	۲۱
-۰/۰۰۸	۷۶۷/۷۰۷	۱۹/۲۵۸	۲۵/۳۳۳	۲۴/۲۰۹	۶/۷۶۲	۱/۱۵۴	-۰/۱۴۹	بترانس	۲۲
-۰/۱۵۵	۱۴۳/۳۳۳	۶/۸۸۷	۱۲۲/۷۱۶	۷/۸۷۵	۴/۵۴۵	۲/۵۰۲	-۰/۰۸۵	وساپا	۲۳
-۰/۰۹۶	۳۴۸/۳۹۹	۵/۷۶۵	۲۷۰/۴۸۱	۱۳/۹۴۹	۱۰/۰۱۷	۲/۰۷۸	-۰/۰۱۵	خبهم	۲۴
-۰/۲۹۱	۲۵۰۴/۱۶۱	۴/۰۶۶	۴۲/۴۳۲	۵۶/۹۱۶	۳۲/۷۶۲	-۰/۵۳۲	-۰/۰۶۱	شخارک	۲۵
-۰/۱۱۲	۱۶۴/۵۷۶	۴۶/۶۲۳	۸/۷۶۰	۱۰/۷۵۱	۵/۷۱۳	-۰/۱۱۴	-۰/۱۱۱	فخاس	۲۶
-۰/۱۹۲	۱۸۳۳/۱۵۱	۴/۵۰۸	۲۴/۶۱۶	۵۹/۳۶۴	۱۷/۵۴۰	-۰/۶۸۶	-۰/۰۱۸	شبهرن	۲۷
-۰/۲۴۹	۵۲۰/۲۷۶	۴/۷۸۸	۳/۸۵۱	۲۷/۱۶۳	۱۵/۴۹۵	۲/۵۴۰	-۱۱/۴۲۳	شپنا	۲۸
-۰/۱۰۵	۲۰۱/۴۹۸	۴/۴۲۹	۳۲/۶۰۱	۱۴/۵۳۷	۱/۲۴۹	۱/۲۰۸	-۰/۰۸۲	وسینا	۲۹
-۰/۵۱۲	۳۱۷/۳۴۲	۶/۹۲۵	۴۵/۱۸۱	۱۸/۰۷۰	۲/۲۱۳	-۰/۲۶۳	-۰/۰۲۸	وکار	۳۰
-۰/۲۳۳	۱۱۶۲/۰۵۳	۲/۳۸۸	۱۸/۳۹۹	۴۵/۸۲۴	۲۳/۵۶۹	-۰/۷۳۹	-۰/۰۰۹	شاراک	۳۱
-۰/۰۰۵	۰	۱۸۲/۱۳۵	-۰/۰۴۹	-۰/۰۱۵	-۰/۰۲۹	۲/۱۶۶	-۰/۰۳۶	خزامیا	۳۲
-۰/۲۱۸	۳۲۹۲/۱۷۴	۴/۹۷۰	۳۱/۵۰۴	۶۰/۴۳۷	۲۹/۷۹۳	-۰/۵۴۹	-۰/۰۵۴	شفن	۳۳



بازده سال ۱۳۹۶	میانگین داده‌ها از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵						بازده	نماد	شماره
	EPS	P/E	حاشیه سود خالص	ROE	ROA	بتا			
-۰/۱۹۴	۴۰۹/۷۶۶	۵۹/۹۴۳	۲/۳۱۳	۳۵/۳۸۰	۶/۲۵۱	۲/۱۵۰	-۰/۲۳۶	شیریز	۳۴
-۰/۱۰۱	۱۶۰۹/۴۴۴	۴/۹۰۳	۳۲/۱۴۴	۵۴/۴۷۷	۳۲/۹۲۸	-۰/۷۲۷	-۰/۰۷۰	جم	۳۵
-۰/۰۶۷	۳۹۵/۶۸۵	۶/۰۴۵	۳۳/۴۸۶	۲۴/۸۱۶	۶/۵۰۶	۱/۹۰۴	-۰/۱۶۷	ولساپا	۳۶
-۰/۰۲۴	۳۹۰/۳۷۲	۴/۸۷۴	۱۲۳/۹۳۱	۱۵/۷۲۵	۷/۶۰۷	-۰/۷۹۰	-۰/۰۱۹	وبهشهر	۳۷
-۰/۰۱۸	۲۶۲/۸۹۰	۸/۲۰۱	۱۴/۵۰۱	۱۵/۸۹۲	۴/۶۳۴	-۰/۴۹۷	-۰/۰۶۱	شیراز	۳۸
-۰/۰۲۹	۲۵۵/۱۰۴	۸/۹۴۳	۸۶/۶۸۴	۱۶/۷۸۲	۱۴/۳۴۳	۲/۰۳۹	-۰/۰۲۸	ونفت	۳۹
-۰/۳۶۰	۱۵۲۸/۷۵۵	۴/۳۱۱	۱۱/۷۱۹	۵۵/۱۰۴	۱۴/۷۰۷	-۰/۵۱۷	-۰/۰۷۵	شسپا	۴۰
-۰/۳۶۰	۴۵۷/۲۴۳	۷/۱۲۴	۱۴/۹۰۷	۲۲/۱۶۴	۶/۷۶۸	۱/۴۴۴	-۰/۰۵۷	حفاری	۴۱
-۰/۰۹۱	۷۰۰/۴۷۲	۵/۳۵۷	۱۱/۸۵۷	۳۰/۳۵۰	۱۵/۳۳۷	۱/۲۸۰	-۰/۱۲۱	تایرا	۴۲
-۰/۰۰۰	۱۰۷۰۷/۲۱۳	۲۸/۳۵۲	۲۲/۸۹۳	۴۹/۵۲۷	۸/۷۲۱	۲/۴۲۳	-۰/۷۰۳	آکتور	۴۳
-۰/۲۶۸	۵۶۶/۰۶۲	۵/۴۱۵	۳/۶۳۶	۲۵/۵۹۷	۱۵/۲۷۲	۴/۰۳۶	-۱/۳۷۸	شتران	۴۴
-۰/۰۷۵	۶۰۵/۴۰۳	۷/۳۷۹	۲۱۱/۹۸۶	۱۵۴/۱۴۵	۴/۵۷۱	۲/۳۲۰	-۰/۰۱۳	خگستر	۴۵
-۰/۰۰۸	۳۱۹/۰۳۱	۱۰/۴۰۲	۵۶/۴۰۲	۲۲/۰۶۷	۲/۹۲۲	-۰/۶۲۷	-۰/۰۴۷	وخور	۴۶
-۰/۰۷۴	۵۰۷/۳۱۰	۵/۶۳۲	۲۰/۹۷۱	۳۵/۲۷۰	۱۴/۹۰۹	-۰/۷۶۷	-۰/۰۰۸	رتاپ	۴۷
-۰/۰۸۳	۱۷۰۹/۷۶۷	۶/۷۱۶	۲۰/۳۸۶	۵۵/۰۴۵	۲۵/۵۶۷	-۰/۴۳۸	-۰/۱۲۰	پاکشو	۴۸
-۰/۲۶۰	۳۱۴/۵۶۹	۲۳/۹۰۳	۲۴/۶۷۱	۱۵/۴۳۵	۱۰/۱۳۹	۱/۶۳۹	-۰/۰۲۹	فاسمین	۴۹
-۰/۱۴۴	۸۸۸/۱۹۱	۳/۶۸۵	۴۰/۶۷۵	۴۰/۹۴۲	۲۱/۷۶۶	-۰/۴۸۶	-۰/۰۰۵	کرماشا	۵۰

به‌منظور تشکیل طبقات، لازم است مقادیر پروفایل‌ها تعیین شوند. این پروفایل‌ها نشان دهنده مرز طبقات هستند. از آن‌جا که در این مطالعه سه طبقه مد نظر است، نیاز به تعریف دو پروفایل است. این پروفایل‌ها با همکاری و توافق تصمیم‌گیرنده و پژوهشگر طبق جدول ۱۰ تعیین شده است. انتخاب تعداد طبقات در این پژوهش با در نظر گرفتن دو تحلیل بوده است. اول اینکه بررسی مطالعات پیشین در حوزه طبقه‌بندی سهام نشان می‌دهد که با توجه به ماهیت مسئله انتخاب سبب سهام در اکثر پژوهش‌ها، سه طبقه مد نظر قرار گرفته است [۲۸ و ۲۸]. تفسیر این طبقات در این مسئله به این صورت است که طبقه اول سهام‌هایی هستند که ارزش سرمایه‌گذاری دارند و بهترین عملکرد را در میان تمام سهام‌ها داشته‌اند. طبقه دوم شامل سهام‌هایی هستند که عملکرد متوسط داشته‌اند. این سهام‌ها در زمان انجام تحلیل به‌عنوان گزینه‌های سرمایه‌گذاری پیشنهاد نمی‌شوند، اما تحلیل‌گر می‌تواند عملکرد آن‌ها را برای بررسی امکان سرمایه‌گذاری در آینده پیگیری نماید و به عبارتی در لیست تحت نظر خود قرار دهد.



طبقه سوم شامل سهام‌ها با بدترین عملکرد هستند و سرمایه‌گذاری در آن‌ها پیشنهاد نمی‌شود [۴۲]. علاوه بر بررسی مطالعات گذشته و بررسی تطابق مسئله ارزیابی سهام با تعداد طبقات، از سرمایه‌گذار در این پژوهش که تصمیم‌گیرنده شرکت سرمایه‌گذاری ملی ایران است نیز نظرسنجی شد. طبق نظر خبره و با توجه به مطالعات گذشته تعداد سه طبقه به عنوان مبنای طبقه‌بندی در این مطالعه بوده است.

جدول ۱۰. مقادیر پروفایل‌های حدی تشکیل‌دهنده طبقات

پروفایل‌ها	بازده	بتا	ROA	ROE	حاشیه سود خالص	P/E	EPS
پروفایل حدی اول	۰/۱	۰/۶	۱۸	۴۰	۵۰	۴/۵	۱۰۰۰
پروفایل حدی دوم	۰/۰۲	۱/۲	۱۰	۲۰	۲۵	۶/۵	۴۰۰

پیش از انجام طبقه‌بندی با استفاده از روش پیشنهادی در این پژوهش لازم است ترجیحات تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته شود و به عنوان محدودیت به مدل اضافه شود. تصمیم‌گیرنده دو ترجیح زیر را اعلام کرده است.

۱- تصمیم‌گیرنده تمایل دارد تعداد سهام‌های موجود در سبد سهام بین چهار تا هشت عدد باشد.

۲- تصمیم‌گیرنده تمایل دارد از هر صنعت حداکثر دو سهام در سبد سهام قرار گیرد.

به منظور در نظر گرفتن ترجیح اول تصمیم‌گیرنده محدودیت $x_{۱۱} + x_{۲۱} + \dots + x_{۴۹۱} + x_{۵۰۱} \geq ۴$ برای در نظر گرفتن حداقل تعداد سهام در سبد سهام و محدودیت $x_{۱۱} + x_{۲۱} + \dots + x_{۴۹۱} + x_{۵۰۱} \leq ۸$ به منظور در نظر گرفتن سقف تعداد سهام در سبد سهام به مدل اضافه می‌شود. در این مطالعه از صنایع خودرو و قطعات، فلزات اساسی، استخراج کانه‌های فلزی، بانک‌ها و مؤسسات اعتباری، فرآورده‌های نفتی و شیمیایی بیش از دو سهام در مجموعه سهام‌ها مشاهده می‌شود. بنابراین لازم است به منظور در نظر گرفتن تمایل تصمیم‌گیرنده، به ازای هر صنعت یک محدودیت به مدل اضافه شود. به طور مثال محدودیت متناظر با صنعت خودرو و قطعات که شامل نمادهای خودرو، خسپا، خبهن، خزامیا، و خگستر است به صورت $x_{۱۱} + x_{۲۱} + x_{۳۴۱} + x_{۳۲۱} + x_{۴۵۱} \leq ۲$ همچنین در این مطالعه به منظور دقت بالای طبقه‌بندی، مقدار ϵ برابر با $۰/۰۰۰۰۱$ در نظر گرفته شده است. پس از حل مدل، سبد سهام با استفاده از روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی شامل نمادهای



همراه، اخابر، رانفور، خبهمن، شخارک، شفن، وبهشهر، و خگستر به‌دست آمد.

۵- اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت

در این بخش نتایج به‌دست آمده از روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی با دو روش تاپسیس‌سورت و ویکورسورت مورد مقایسه قرار می‌گیرد. به‌منظور در نظر گرفتن شرایط یکسان بین تمام روش‌ها، محدودیت‌های مربوط به ترجیحات تصمیم‌گیرنده در این تحلیل در نظر گرفته نشده است. چنان‌چه این محدودیت‌های در نظر گرفته می‌شد، دیگر نتایج روش پیشنهادی با روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت مقایسه‌پذیر نبود؛ چرا که محدودیت‌های مربوط به ترجیحات تصمیم‌گیرنده صرفاً در روش پیشنهادی قابل اعمال است و این روش‌ها توانایی در نظر گرفتن این موارد را ندارند. به‌منظور اعتبارسنجی نتایج، از شاخص اعتبارسنجی که نحوه محاسبه آن طبق رابطه ۱ است، استفاده شده است. مقدار این شاخص برای هر روش در جدول ۱۱ نشان داده شده است. هر چه مقدار شاخص اعتبارسنجی بزرگتر باشد بهتر است. دامنه شاخص اعتبارسنجی همواره عددی بین صفر تا ۱۰۰ است.

جدول ۱۱. نتایج طبقه‌بندی با استفاده از روش پیشنهادی و روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت

شماره	نماد	روش پیشنهادی	تاپسیس‌سورت	ویکورسورت
۱	خودرو	۳	۳	۳
۲	خسایا	۳	۳	۳
۳	همراه	۱	۱	۲
۴	فولاد	۳	۳	۳
۵	اخابر	۱	۱	۱
۶	فملی	۳	۳	۳
۷	کگل	۲	۳	۲
۸	کچاد	۲	۳	۲
۹	رانفور	۱	۱	۱
۱۰	ومعادن	۲	۲	۲
۱۱	فخوز	۲	۳	۲
۱۲	وانصار	۳	۲	۲
۱۳	شبندر	۳	۳	۳
۱۴	رمینا	۳	۳	۳



شماره	نماد	روش پیشنهادی	تأیسیس سورت	ویکور سورت
۱۵	وپاسار	۲	۳	۲
۱۶	وبانک	۲	۱	۱
۱۷	وپارس	۳	۳	۳
۱۸	ونوین	۳	۳	۳
۱۹	وبملت	۳	۳	۳
۲۰	وتجارت	۳	۳	۳
۲۱	فاندر	۳	۳	۳
۲۲	بتراس	۳	۲	۲
۲۳	وساپا	۲	۱	۱
۲۴	خبهن	۱	۱	۱
۲۵	شخارک	۱	۲	۱
۲۶	فخاس	۳	۳	۳
۲۷	شبهرن	۲	۲	۲
۲۸	شپنا	۳	۳	۳
۲۹	وسینا	۳	۳	۲
۳۰	وکار	۲	۲	۲
۳۱	شاراک	۲	۳	۲
۳۲	خزامیا	۳	۳	۳
۳۳	شغن	۱	۲	۲
۳۴	شبریز	۳	۳	۳
۳۵	جم	۱	۲	۲
۳۶	ولسایا	۳	۲	۲
۳۷	وبهشهر	۱	۲	۱
۳۸	شیراز	۳	۳	۳
۳۹	ونفت	۲	۲	۲
۴۰	شسپا	۲	۳	۲
۴۱	حفاری	۳	۳	۳
۴۲	تایرا	۲	۲	۲
۴۳	آکتور	۲	۱	۲
۴۴	شتران	۳	۳	۳
۴۵	خگستر	۱	۱	۱



شماره	نماد	روش پیشنهادی	تاپسیس سورت	ویکور سورت
۴۶	و خاور	۲	۲	۲
۴۷	رتاپ	۲	۳	۲
۴۸	پاکشو	۱	۲	۲
۴۹	فاسمین	۳	۳	۳
۵۰	کرماشا	۱	۲	۲
شاخص اعتبارسنجی		۸۱/۸	۶۲/۵	۶۲/۵

همان‌طور که در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود، بهترین مقدار شاخص اعتبارسنجی معادل ۸۱/۸ برای روش پیشنهادی به‌دست آمده است. همچنین این مقدار برای روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت معادل ۶۲/۵ به‌دست آمده است. بررسی این جدول نشان می‌دهد نتایج طبقه‌بندی روش پیشنهادی در ۳۱ گزینه با روش تاپسیس‌سورت (۶۲ درصد تشابه) و در ۳۹ گزینه با روش ویکورسورت تشابه داشته است (۷۸ درصد تشابه). همچنین نتایج روش تاپسیس‌سورت و ویکورسورت نیز در ۳۸ گزینه با هم مشابه بوده‌اند (۷۶ درصد تشابه). بنابراین نتایج به‌دست آمده از روش پیشنهادی بیشتر با نتایج روش ویکورسورت مشابهت داشته است. همچنین سبب سهام تشکیل شده با روش پیشنهادی شامل ۱۱ سهم، و روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت شامل ۸ سهم هستند. مقایسه سبدهای به‌دست آمده از روش‌های مختلف نشان می‌دهد، پنج سهم موجود در سبد تشکیل شده توسط روش پیشنهادی با سبد تشکیل شده توسط روش تاپسیس‌سورت مشابه است (۴۵ درصد تشابه) و شش سهم موجود در سبد تشکیل شده توسط روش پیشنهادی با سبد تشکیل شده توسط روش ویکورسورت مشابهت دارند (۵۵ درصد تشابه).

در ادامه قصد داریم تأثیر تغییر پارامترها از جمله وزن شاخص‌ها و پروفایل را بر نتایج بررسی کنیم. جدول ۱۲، نه الگوی مختلف را برای وزن شاخص‌ها نشان می‌دهد. الگوی اول همان وزن‌های اولیه به‌دست آمده از روش بهترین-بدترین آرمانی خطی است. در الگوهای دوم تا هشتم، هر بار وزن یکی از شاخص‌ها صفر شده و مقدار آن به‌طور مساوی به وزن سایر شاخص‌ها اضافه شده است. در واقع در این الگوها تأثیر حذف هر یک از شاخص‌ها بررسی شده است. در الگوی نهم، وزن شاخص‌ها به‌طور مساوی در نظر گرفته شده است. ستون آخر جدول ۱۲ تأثیر الگوی وزندهی بر نتایج را نشان می‌دهد.



جدول ۱۲. تأثیر تغییر وزن شاخص‌ها بر بازده سبد سهام

شاخص اعتبارسنجی	EPS	P/E	حاشیه سود خالص	ROE	ROA	بتا	بازده	الگوی وزن‌دهی
۸۱/۸۱۸	۰/۰۷۲	۰/۴۲۱	۰/۱۴۰	۰/۰۵۲	۰/۰۳۹	۰/۰۸۴	۰/۱۹۰	۱
۹۰	۰/۱۰۴	۰/۴۵۳	۰/۱۷۲	۰/۰۸۵	۰/۰۷۱	۰/۱۱۶	۰	۲
۷۶/۹۲۳	۰/۰۸۶	۰/۴۳۵	۰/۱۵۴	۰/۰۶۷	۰/۰۵۲	۰	۰/۲۰۴	۳
۷۷/۷۷۸	۰/۰۷۹	۰/۴۲۸	۰/۱۴۷	۰/۰۶۰	۰	۰/۰۹۱	۰/۱۹۷	۴
۸۱/۸۱۸	۰/۰۸۱	۰/۴۳۰	۰/۱۴۹	۰	۰/۰۴۸	۰/۰۹۳	۰/۱۹۹	۵
۱۰۰	۰/۰۹۵	۰/۴۴۴	۰	۰/۰۷۶	۰/۰۶۲	۰/۱۰۷	۰/۲۱۳	۶
۸۱/۸۱۸	۰/۱۴۲	۰	۰/۲۱۰	۰/۱۲۳	۰/۱۰۹	۰/۱۵۴	۰/۲۶۰	۷
۸۰	۰	۰/۴۳۳	۰/۱۵۲	۰/۰۶۵	۰/۰۵۱	۰/۰۹۶	۰/۲۰۲	۸
۸۱/۸۱۸	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۹

جدول ۱۳ الگوهای مختلف تحلیل حساسیت پروفایل اول و تأثیر تغییرات بر نتایج را نشان می‌دهد. در این تحلیل منظور از افزایش پروفایل، تغییر همه شاخص‌های مربوط به پروفایل در جهت بهبود و منظور از کاهش پروفایل، تغییر همه شاخص‌های مربوط به پروفایل در خلاف جهت بهبود هر شاخص است. بنابراین در این تحلیل ماهیت درآمدی و هزینه‌ای بودن شاخص‌ها در نظر گرفته شده است. در این تحلیل حساسیت انتظار می‌رود با افزایش مقادیر پروفایل اول، شرایط سختگیرانه‌تری حاکم شود و در نتیجه اندازه سبد سهام کوچک‌تر شود. همچنین انتظار می‌رود با کاهش مقادیر پروفایل اول، شرایط سهل‌گیرانه‌تری حاکم شود و در نتیجه اندازه سبد سهام بزرگ‌تر شود. ستون آخر این جدول نشان می‌دهد تأثیر تغییر پروفایل بر اندازه سبد سهام، کاملاً طبق پیش‌بینی بوده است.

جدول ۱۳. تأثیر تغییر پروفایل بر بازده سبد سهام

اندازه سبد	شاخص اعتبارسنجی	EPS	P/E	حاشیه سود خالص	ROE	ROA	بتا	بازده	درصد تغییر
۳	۶۶/۶۶۷	۱۴۰۰	۲/۷	۷۰	۵۶	۲۵/۲	۰/۳۶	۰/۱۴	+۴۰
۵	۸۰	۱۳۰۰	۳/۱۵	۶۵	۵۲	۲۳/۴	۰/۴۲	۰/۱۳	+۳۰
۶	۸۳/۳۳۳	۱۲۰۰	۳/۶	۶۰	۴۸	۲۱/۶	۰/۴۸	۰/۱۲	+۲۰
۷	۸۵/۷۱۴	۱۱۰۰	۴/۰۵	۵۵	۴۴	۱۹/۸	۰/۵۴	۰/۱۱	+۱۰



اندازه سبد	شاخص اعتبارسنجی	EPS	P/E	حاشیه سود خالص	ROE	ROA	بتا	بازده	درصد تغییر
۱۱	۸۱/۸۱۸	۱۰۰۰	۴/۵	۵۰	۴۰	۱۸	۰/۶	۰/۱	۰
۱۴	۸۵/۷۱۴	۹۰۰	۴/۹۵	۴۵	۳۶	۱۶/۲	۰/۶۶	۰/۰۹	-۱۰
۱۵	۸۶/۶۶۷	۸۰۰	۵/۴	۴۰	۳۲	۱۴/۴	۰/۷۲	۰/۰۸	-۲۰
۱۶	۸۷/۵	۷۰۰	۵/۸۵	۳۵	۲۸	۱۲/۶	۰/۷۸	۰/۰۷	-۳۰
۱۹	۸۴/۲۱۱	۶۰۰	۶/۳	۳۰	۲۴	۱۰/۸	۰/۸۴	۰/۰۶	-۴۰

بررسی سناریوهای مختلف در تحلیل حساسیت وزن شاخص‌ها و پروفایل نشان می‌دهد با وجود تغییر در این پارامترها ولی شاهد نوسانات شدیدی در نتایج نیستیم و با در نظر گرفتن همه نتایج می‌توان بیان داشت که ثبات قابل قبولی در نتایج به دست آمده وجود داشته است. همچنین سیر تغییرات اندازه سبد سهام در تحلیل حساسیت پروفایل کاملاً مطابق پیش‌بینی بوده است. از طرفی مقایسه نتایج به دست آمده از تحلیل حساسیت‌ها با نتایجی که پیش‌تر بوسیله روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت به دست آمده بود حاکی از آن است که حتی در بدترین نتیجه به دست آمده در این تحلیل حساسیت که مربوط به افزایش چهل درصدی پروفایل است، باز نتیجه بهتری نسبت به نتایج روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت به دست آمده است. همچنین نتایج به دست آمده از تمامی تحلیل حساسیت‌ها، از انتخاب تصادفی سبد سهام بهتر شده است. بنابراین با توجه به نتایج تحلیل حساسیت اعتبار قابل توجه روش پیشنهادی در این پژوهش ملاحظه می‌شود.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف از این پژوهش توسعه یک روش نوین طبقه‌بندی چند شاخصه و به‌کارگیری و اعتبارسنجی آن در یک مسئله انتخاب سبد سهام است. بدین منظور ابتدا وزن شاخص‌های مؤثر بر انتخاب سبد سهام با استفاده از روش بهترین-بدترین آرمانی خطی تعیین شدند. سپس با استفاده از روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی، سهام شرکت‌ها طبقه‌بندی شدند. روش طبقه‌بندی چند شاخصه توسعه داده شده در این تحقیق قادر است ترجیحات تصمیم‌گیرنده را به‌عنوان داده‌های ورودی به فرآیند طبقه‌بندی وارد نماید. این ویژگی در روش‌های کلاسیک طبقه‌بندی چند شاخصه وجود نداشت. در این پژوهش به منظور بررسی کیفیت نتایج روش پیشنهادی، مقایسه با روش‌های مشابه و همچنین تحلیل حساسیت وزن شاخص‌ها و پروفایل



انجام شده است. بدین منظور نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی با نتایج روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت مقایسه شده است. انتخاب روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت به این دلیل بوده است که این روش‌ها از نظر داده‌های مورد نیاز تطابق کامل با روش پیشنهادی در این مطالعه دارند و با آن مقایسه‌پذیر هستند. نتایج ارائه شده در جدول ۱۱ نشان می‌دهد، مقدار شاخص اعتبارسنجی برای روش پیشنهادی ۸۱/۸ است، در حالی که این مقدار برای روش‌های تاپسیس‌سورت و ویکورسورت برابر با ۶۲/۵ است. این بدین مفهوم است که روش پیشنهادی به طرز قابل توجهی نتایج بهتر و سبب سهام سودآورتری تشکیل داده است. نکته قابل توجه در نتایج تحلیل حساسیت این است که بررسی مقدار شاخص اعتبارسنجی در کلیه حالات تحلیل حساسیت اعم از وزن شاخص‌ها و پروفایل نشان می‌دهد نتایج به دست آمده نوسانات اندک و ثبات قابل قبولی داشته است. این بدین مفهوم است که سبب سهام تشکیل شده، در کلیه حالات دارای سودآوری مناسبی است. جالب‌تر آنکه بدترین نتیجه به دست آمده از تحلیل حساسیت که مربوط به الگوی اول تحلیل حساسیت پروفایل است، از نتایج روش تاپسیس‌سورت و ویکورسورت بهتر بوده است. از طرفی دیگر مقایسه بدترین نتیجه به دست آمده از تحلیل حساسیت با سبب سهامی که بصورت تصادفی تشکیل شده باشد، نشان‌دهنده کیفیت بهتر نتایج روش پیشنهادی حتی در بدترین سناریوی تحلیل حساسیت است. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده از اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی در این پژوهش نتایج مناسبی را ارائه کرده است. در این پژوهش نمادهای همراه، اخبار، رانفور، خبهن، شخارک، شفن، وبشهر، و خگستر، سبب سهام را تشکیل دادند. همچنین در این پژوهش شاخص P/E به‌عنوان مهم‌ترین شاخص در انتخاب سهام تعیین شده است. در پژوهش‌های متعددی همچون امیری و همکاران [۴۳] و فلاح پور و همکاران [۴۴] از این شاخص برای انتخاب سبب سهام استفاده شده است که نشان‌دهنده اهمیت بالای این شاخص در انتخاب سبب سهام است. همچنین بررسی نتایج تحلیل حساسیت وزن شاخص‌ها نشان می‌دهد چنانچه شاخص حاشیه سود خالص حذف می‌شد، سودآورترین سبب ممکن به دست می‌آمد. بررسی تواتر استفاده از این شاخص هم نشان می‌دهد که این شاخص در مقایسه با سایر شاخص‌های بکار رفته در این پژوهش در مقالات کمتری بکار رفته است.

از جمله محدودیت‌های متدولوژی پیشنهادی آن است که روش بهترین-بدترین آرمانی خطی توانایی در نظر گرفتن تعداد زیاد شاخص‌ها را ندارد. این بدین دلیل است که از نظر



روان‌شناسی، ذهن انسان توانایی مقایسه عوامل زیاد را ندارد. به همین دلیل در انتخاب روش وزن‌دهی به شاخص، این محدودیت باید مد نظر قرار گیرد. محدودیت دیگر این پژوهش وجود نوسانات زیاد در بازار بورس اوراق بهادار تهران در طی سال‌های اخیر است. این نوسانات در اثر عوامل سیاسی و همچنین نوسانات نرخ ارز بوده است. به همین دلیل نگارندگان ناچار به استفاده از داده‌ها در دوره با ثبات‌تر شدند. پژوهشگران در مطالعاتی آتی می‌توانند در مرحله شناسایی شاخص‌ها، شاخص‌هایی که قادر هستند ابعاد سیاسی و روانی بازار را در نظر بگیرند، شناسایی و به مدل وارد نمایند و نتایج را در سال‌ها پر نوسان‌تر مورد ارزیابی قرار دهند. همچنین پژوهشگران در مطالعات آتی به‌منظور شناسایی شاخص‌ها می‌توانند از سایر رویکردهای آماری نظیر روش‌های تحلیل عاملی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده نمایند. روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی در این پژوهش مبتنی بر یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی است و در استفاده از این مدل به مقداری آشنایی با حوزه تحقیق در عملیات نیاز است. پژوهشگران در مطالعات آتی می‌توانند امکان تبدیل این مدل به یک الگوریتم ساده را مورد بررسی قرار دهند. همچنین پژوهشگران در مطالعات آتی می‌توانند روش طبقه‌بندی چند شاخصه پیشنهادی در این مطالعه را در سایر مسائل دنیای واقعی بکار گیرند و اعتبار نتایج به‌دست آمده را مورد بررسی و تحلیل قرار دهند.

۷- پی‌نوشت‌ها

- | | |
|---|--------------------------|
| ۱. Roy | ۱۵. Ross |
| ۲. Choice | ۱۶. Central profile |
| ۳. Ranking | ۱۷. Devaud |
| ۴. Sorting | ۱۸. UTilites |
| ۵. Description | DIScriminantes |
| ۶. Best-worst method | ۱۹. Yu Wei |
| ۷. Goal programming based best-worst method | ۲۰. Hurson & Zopounidis |
| ۸. TOPSISort | ۲۱. Doumpos & Zopounidis |
| ۹. VIKORSort | ۲۲. Nemery & Lambory |
| ۱۰. Limiting profiles | ۲۳. Dezert and Tacnet |
| ۱۱. Markowitz | ۲۴. Belief functions |
| ۱۲. Modern portfolio theory | ۲۵. Ishizaka |
| ۱۳. Sharpe | ۲۶. Silva |
| ۱۴. Arbitrage Pricing Theory | ۲۷. Faraji Sabokbar |
| | ۲۸. Ideal solution |



- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| ۲۹. Miccoli and Ishizaka | ۳۳. Post-optimality analysis |
| ۳۰. Demir | ۳۴. Watch list |
| ۳۱. Liu | ۳۵. Best to others |
| ۳۲. Interval type-۲ fuzzy sets | ۳۶. Others to worst |

۸- منابع

- [۱] Roy, B. (۱۹۸۱). The optimisation problem formulation: Criticism and overstepping. *Journal of the Operational Research Society*, ۳۲(۶), ۴۲۷-۴۳۶.
- [۲] Leroy, A., Mousseau, V., & Pirlot, M. (۲۰۱۱, October). Learning the parameters of a multiple criteria sorting method. In *International conference on algorithmic decision theory* (pp. ۲۱۹-۲۳۳). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [۳] Costa, H. G., Mansur, A. F. U., Freitas, A. L. P., & Carvalho, R. A. D. (۲۰۰۷). ELECTRE TRI applied to costumers satisfaction evaluation. *Production*, 17, ۲۳۰-۲۴۵.
- [۴] Neto, J. G. D., Machado, M. A. S., Gomes, L. F. A. M., Caldeira, A. M., & Sallum, F. S. V. (۲۰۱۷). Investments in a new Technological Infrastructure: decision making using the ELECTRE-TRI methodology. *Procedia computer science*, 122, ۱۹۴-۱۹۹.
- [۵] Mamizadeh, F., Sadeghi Moghadam, M. R., & Mehregan, M. R. (۲۰۱۸). Project Classification in Project Portfolio Management using a Multicriteria Hierarchical Discrimination Method. *Journal of Industrial Management Perspective*, 7(۴, Winter ۲۰۱۸), ۹-۴۰.
- [۶] Pereira, J., de Oliveira, E. C., Gomes, L. F., & Araújo, R. M. (۲۰۱۹). Sorting retail locations in a large urban city by using ELECTRE TRI-C and trapezoidal fuzzy numbers. *Soft Computing*, 23(۱۲), ۴۱۹۳-۴۲۰۶.
- [۷] Silveira, P., Teixeira, A. P., Figueira, J. R., & Soares, C. G. (۲۰۲۱). A multicriteria outranking approach for ship collision risk assessment. *Reliability Engineering & System Safety*, 214, ۱۰۷۷۸۹.
- [۸] Rostami, M., & Jafaridargiri, A. (۲۰۱۳). A Survey on Benford Law in Tehran Stock Exchange. *Management Research in Iran*, 17(۱), ۹۶-۱۰۹.
- [۹] Goodarzi, M., Yakideh, K., & Mahfoozi, G. (۲۰۱۷). Portfolio optimization by combining data envelopment analysis and decision-making Hurwicz Method. *Modern Researches in Decision Making*, 1(۴), ۱۴۳-۱۶۵.



- [۱۰] Abbasi Siar, S., Hashemighohar, M., Feyzi, A. (۲۰۲۲). Agent-based Modeling Behavior of Traders in Tehran Stock Exchange (Case study: Mobarakeh Esfahan Steel Company). *Modern Researches in Decision Making*, ۷(۱), ۸۸-۱۱۴.
- [۱۱] Eslami, B. G. R., & Saranj, A. (۲۰۰۸). Portfolio Selection Using Return Mean, Return Standard Deviation and Liquidity in Tehran Stock Exchange, *Accounting and Auditing Review*, 15 (۴), ۳-۱۶.
- [۱۲] Azar, A., Jalali, R., khosravani, F. (۲۰۲۱). The Application of DEA in Selecting a Portfolio Consisting of the Most Efficient and the Most Inefficient Companies Now Present in Tehran Stock Market. *Management Research in Iran*, ۱۷(۱), ۱-۱۹.
- [۱۳] Bahrami, S., & Rastegar, M. (۲۰۲۲). Security-based critical power distribution feeder identification: Application of fuzzy BWM-VIKOR and SECA. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 134, ۱۰۷۳۹۵.
- [۱۴] Rezaei, J., van Roekel, W. S., & Tavasszy, L. (۲۰۱۸). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*, 68, ۱۵۸-۱۶۹.
- [۱۵] Amiri, M., & Emamat, M. S. M. M. (۲۰۲۰). A goal programming model for BWM. *Informatica*, 31(۱), ۲۱-۳۴.
- [۱۶] Ebrahimi Kordlar, A. (۲۰۲۱). Developing a Hybrid Fuzzy Possibilistic-flexible Modelling with Fuzzy TOPSIS to Solve Financial Investment Mathematical Programming Problems. *Industrial Management Journal*, 13(۲), ۳۵۲-۳۶۹.
- [۱۷] Motameni, A., & Sharifi Salim, A. (۲۰۱۲). Propounding a Model for Portfolio Selection in Stock Exchange by Using of MCDM (Case Study: ۵۰ Better Companies). *Journal of Industrial Management Perspective*, 2(۱), Spring ۲۰۱۲, ۷۳-۸۹.
- [۱۸] Neveu, R. P. (۲۰۱۳). *Fundamentals of Managerial Finance (Vol 1)*, translated by Jahankhani, A., & Parsaiyan, Ali., Samt.
- [۱۹] Sharpe, W. F. (۱۹۶۳). A simplified model for portfolio analysis. *Management science*, 9(۲), ۲۷۷-۲۹۳.
- [۲۰] Elahi, M., Yousefi, M., & Zare Mehrjerdi, Y. (۲۰۱۴). Portfolio optimization with mean-variance approach using hunting search meta-heuristic algorithm. *Financial Research Journal*, 16(۱), ۳۷-۵۶.
- [۲۱] Azar, A., Ramooz, N., & Atefatdoost, A. R. (۲۰۱۲). The application of non-inferior set estimation (nise) method in optimum portfolio selection (case study: Tehran Security Exchange). *Financial Research Journal*, 14(۲), ۱-۱۴.
- [۲۲] Floudas, C. A., & Pardalos, P. M. (Eds.). (۲۰۰۸). *Encyclopedia of optimization* (Vol. ۱). Springer Science & Business Media.



- [۲۳] Ishizaka, A., & Nemery, P. (۲۰۱۳). *Multi-criteria decision analysis: methods and software*. John Wiley & Sons.
- [۲۴] Ramezani, R. (۲۰۱۹). Estimation of the profiles in posteriori ELECTRE TRI: A mathematical programming model. *Computers & Industrial Engineering*, 128, ۴۷-۵۹.
- [۲۵] Devaud, J. M., Groussaud, G., & Jacquet-Lagrange, E. (۱۹۸۰). UTADIS: Une méthode de construction de fonctions d'utilité additives rendant compte de jugements globaux. *European Working Group on Multicriteria Decision Aid, Bochum*, 94.
- [۲۶] Doumpos, M., & Zopounidis, C. (۲۰۰۲). *Multicriteria decision aid classification methods* (Vol. ۳). Springer Science & Business Media.
- [۲۷] Yu, W. (۱۹۹۲) Aide multicritere a la decision dans le cadre de la problematique du tri: concepts, methodes et applications.
- [۲۸] Hurson, C., & Zopounidis, C. (۱۹۹۷). On the use of multicriteria decision aid methods to portfolio selection. In *Multicriteria analysis* (pp. ۴۹۶-۵۰۷). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [۲۹] Zopounidis, C., & Doumpos, M. (۲۰۰۰). Building additive utilities for multi-group hierarchical discrimination: The MHDIS method. *Optimization Methods and Software*, 14(۳), ۲۱۹-۲۴۰.
- [۳۰] Nemery, P., & Lamboray, C. (۲۰۰۸). FlowSort: a flow-based sorting method with limiting or central profiles. *Top*, 16(۱), ۹۰-۱۱۳.
- [۳۱] Dezert, J., & Tacnet, J. M. (۲۰۱۲, July). Soft ELECTRE TRI outranking method based on belief functions. In *2012 15th International Conference on Information Fusion* (pp. ۶۰۷-۶۱۴). IEEE.
- [۳۲] Ishizaka, A., Pearman, C., & Nemery, P. (۲۰۱۲). AHPSort: an AHP-based method for sorting problems. *International Journal of Production Research*, 50(۱۷), ۴۷۶۷-۴۷۸۴.
- [۳۳] Silva, S., Alçada-Almeida, L., & Dias, L. C. (۲۰۱۴). Biogas plants site selection integrating Multicriteria Decision Aid methods and GIS techniques: A case study in a Portuguese region. *Biomass and Bioenergy*, 71, ۵۸-۶۸.
- [۳۴] Faraji Sabokbar, H., Hosseini, A., Banaitis, A., & Banaitiene, N. (۲۰۱۶). A novel sorting method TOPSIS-SORT: an applicaiton for Tehran environmental quality evaluation.
- [۳۵] Miccoli, F., & Ishizaka, A. (۲۰۱۷). Sorting municipalities in Umbria according to the risk of wolf attacks with AHPSort II. *Ecological Indicators*, 73, ۷۴۱-۷۵۵.



- [۳۶] Demir, L., Akpınar, M. E., Araz, C., & Ilgin, M. A. (۲۰۱۸). A green supplier evaluation system based on a new multi-criteria sorting method: VIKORSORT. *Expert Systems with Applications*, 114, ۴۷۹-۴۸۷.
- [۳۷] Liu, J., Xu, Z., & Qin, J. (۲۰۱۹, June). A Sorting Method: BWMSort II in Interval Type-۲ Fuzzy Environment. In *2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)* (pp. ۱-۶). IEEE.
- [۳۸] Emamat, M. S. M. M., Mota, C. M. D. M., Mehregan, M. R., Sadeghi Moghadam, M. R., & Nemery, P. (۲۰۲۲). Using ELECTRE-TRI and FlowSort methods in a stock portfolio selection context. *Financial Innovation*, 8(۱), ۱-۳۰.
- [۳۹] Mehregan, M. R., Sadeghi Moghadam, M. R., & Emamat, M. S. M. M. (۲۰۱۸). Applying the Clustering and UTADIS Models to form an Investment Portfolio. *Financial Research Journal*, 20(۱), ۵۳-۷۴.
- [۴۰] Rahmani Asl, F., Sinaei, H. A., & Neis, A. (۲۰۲۱). Forming an portfolio of Exchange Traded Funds with the Clustering and UTADIS Models. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 18(۱), ۷۹-۹۶.
- [۴۱] Rezaei, J. (۲۰۱۵). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, ۴۹-۵۷.
- [۴۲] Xidonas, P., Mavrotas, G., & Psarras, J. (۲۰۰۹). A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis. *Computers & operations research*, 36(۱۲), ۳۱۸۷-۳۲۰۳.
- [۴۳] Amiri, M., Shariat Panahi, M., & Banakar, M. H. (۲۰۱۰), Portfolio Selection with Use of Multiple Criteria Decision Making, *Journal of Securities Exchange*, ۱۱, ۵-۲۴.
- [۴۴] Fallahpour, S., Safari, H., & Omrani, N. (۲۰۱۴). Portfolio Selection Using Combination of Logarithmic Fuzzy Preference Programming Method and PROMETHEE. *Financial Management Strategy*, 2(۲), ۱۰۳-۱۲۰.