فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۳ / شماره ۲ (پیاپی ۵۰) / تابستان ۱۴۰۳
صفحه ۱۹ تا ۳۸

تلفیق تصمیم‌گیری چند معیاره و بهینه‌سازی ریاضی، زمینه ای برای تصمیم‌گیری سرمایه‌ای

علی سپهری
گروه مدیریت صنعتی- مالی، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران.
asepehri45@gmail.com

حسین جباری
گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران. (نویسنده مسئول)
hsnjabbary@yahoo.com

حسن قدرتی قزاآنی
گروه مدیریت، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران.
dr.ghodrati42@gmail.com

حسین پناهیان
گروه مدیریت، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران.
panahian@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۶

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تلفیق رویکرد تصمیم گیری چند معیاره و بهینه سازی ریاضی در ارزیابی کارآیی مالی و پالایش عوامل موثر بر آن انجام رسیده و برای اولین بار با تکیه بر یک تحلیل کمّی بین تصمیم سازی و تصمیم گیری سرمایه ای تمایز قائل شده و در انتخاب گزینه سرمایه گذاری از تحلیل پوششی داده ها بهره گرفته شده است. نوع پژوهش از جهت هدف نظری-کاربردی و با طرح تحقیق پیمایشی- پس روی دادی به انجام رسیده است. با روش دیمیتل فازی، موثرترین عوامل کارآیی مالی را به ترتیب : ۱) نسبت جاری، ۲) نقدشوندگی دارایی، ۳) نسبت مالکانه، ۴) نرخ هزینه عملیاتی، ۵) اندازه شرکت، ۶) بازده عملیاتی دارایی ها، ۷) بازده خالص دارایی ها، ۸) بازده حقوق صاحبان سهام، ۹) گردش دارایی جاری، ۱۰) متوسط بازده ماهانه، ۱۱) قیمت روز به سود هر سهم، ۱۲) رشد درآمد، ارزیابی کرد. جامعه آماری تحقیق در پالایش نهاده ها و ستانده ها مشتمل بر اساتید و صاحب نظران و در تصمیم سازی و تصمیم گیری سرمایه ای انتخاب ترکیب بهینه سرمایه ای، ۱۸۳ شرکت منتخب بورسی تهران بوده و ارزیابی کارآیی مالی منجر به شناسایی ۴۲ شرکت به عنوان گزینه های موجه سرمایه گذاری گردید.

واژه‌های کلیدی: محدود سازی فضای موجه، کارآمدی مالی، تصمیم سازی سرمایه ای، سبد سهام، تحلیل پوششی داده ها.

۱- مقدمه

ادبیات تحقیق در ارتباط با انتخاب ترکیب بهینه در سرمایه گذاری عموما این امر را به نوعی تصمیم گیری سرمایه ای تعریف کرده اند که تصمیم گیرنده با یکی از روش های قضاوتی، مدل سازی ریاضی یا شبیه سازی ریاضی از بین ترکیب های مختلف سرمایه گذاری به عنوان گزینه های مختلف تصمیم گیری، بهترین ترکیب را بر می گزیند (آئونی و همکاران، ۲۰۱۴). اگر چه در تحقیقات انجام شده با انتخاب اولیه یک صنعت یا تعدادی شرکت (۵۰ شرکت برتر بورسی وفق طبقه بندی بورس) فضای تصمیم گیری و انتخاب را محدود کرده و سپس در این فضای محدود ترکیب های مختلف را ارزیابی و نهایتا ترکیب بهینه مشخص می شود، ولی عملا در مدل سازی و تعریف الگوریتم تصمیم سازی اولیه را لحاظ نکرده اند.

اگر تعریف فضای اولیه و محدوده انتخاب سرمایه گذاری بر پایه شناسایی بخشی از شرکت های تحت مطالعه به عنوان گزینه های موجه سرمایه گذاری "تصمیم سازی" یا "تصمیم یاری" تعریف شود که در آن محدوده موجهی برای سهولت در تصمیم گیری سرمایه ای فراهم می شود، می توان این مرحله را مجزی و زمینه ساز انتخاب سبد بهینه یا "تصمیم گیری" تعریف نمود. تحقیقات متعددی که در زمینه انتخاب ترکیب بهینه سرمایه ای به انجام رسیده از جمله مارکویتز (۱۹۵۲) ، شارپ (۱۹۶۶) و سن و همکاران (۲۰۱۵) ، نشان می دهد که روش های مختلفی از بهینه سازی ریاضی، شبیه سازی، قضاوتی یا چند معیاره برای بهینه سازی سبد سهام بدون اینکه بین مراحل تصمیم سازی و تصمیم گیری تمایزی قائل شوند، به انجام رسیده است. بر این اساس سهم پژوهش حاضر در توسعه ادبیات تصمیم گیری های سرمایه ای و به تعبیری نوآوری این پژوهش، تمایز بین تصمیم سازی و تصمیم گیری سرمایه ای است که در اولی انتخاب تعدادی از شرکت ها به عنوان گزینه های موجه سرمایه گذاری و دومی تعیین میزان سرمایه گذاری مطلوب در گزینه های موجه است. در این راستا از مدل سازی ریاضی مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها بهره گرفته و با تعیین اندازه کارایی مالی، شرکت های کارآمد را به عنوان گزینه موجه سرمایه گذاری شناسایی کرده است. لذا تحقیق حاضر با هدف پاسخ به پرسش اصلی زیر به انجام رسیده است که تصمیم سازی سرمایه ای مبتنی بر الگوی تحلیل پوششی داده ها (DEA) پیش از انتخاب سبد نهایی سهام، در قلمرو تحقیق چه نتایجی در بردارد؟

۲- پیشینه تحقیق

صدف و قدرتی (۲۰۱۵)، به بهینه سازی سبد سهام در بورس تهران بر مبنای کمینه ریسک و بیشترین بازده، با الگوریتم ژنتیک پرداختند. ریسک و بازده۵۰ شرکت برتر در بازه ۱۳۹۲-۱۳۹۰ با استفاده از الگوریتم ژنتیک و درسطح اطمینان۹۵٪ و با تغییر در ساختار انتخاب الگوریتم شبیه سازی شد. با مدل مارکوویتز و دادن وزن به هر یک از سهام معین شده و مقایسه با نتایج به دست آمده از سبد بهینه، دقت و کارایی بالاتر الگوریتم ژنتیک، نشان داده شد. در این پژوهش شناسایی فضای موجه سرمایه گذاری در تصمیم سازی بر پایه رتبه بندی شرکت ها توسط سازمان بورس بوده است.

روی و شیجین (۲۰۱۸)، مدل شش عامله ای را با اضافه کردن عامل سرمایه انسانی به عنوان عاملی متعادل کننده به مدل پنج عاملی فاما و فرنچ پیشنهاد شده و مجموعه ای از چندین پرتفوی را در ابعاد مختلفی از اندازه و صنعت در نظر گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که در نظر گرفتن عامل سرمایه انسانی پیش بینی دقیق تری نسبت به مدل پنج عامله قبلی دارد. در این تحقیق، تصمیم سازی را مبتنی بر داشتن بازدهی مثبت به عنوان معیاری جهت شناسایی منطقه موجه تصمیم گیری، صورت داده اند.

ژینجی (۲۰۱۹) ، به پیش بینی روند سهام با شاخص های فنی با استفاده از SVM و بررسی ۸۴ شاخص فنی مختلف از جمله RSI ، در تعادل دوره، ویلیامز ٪ R و غیره جهت انتخاب سبد سهام اقدام و از سهام شرکت های: (AAPL ، مایکروسافت ، AMZN) در بازه ۲۰۱۷-۲۰۱۳ استفاده شد. درخت بسیار تصادفی اجرا شده و سپس با استفاده از SVM داده های آموزشی تغذیه شده و سبد بهینه را به دست آوردند. مثبت بودن روند بازدهی شرکت ها در محدوده تحت بررسی را به عنوان مبنایی برای تصمیم سازی و شناسایی منطقه موجه سرمایه گذاری در پیش بینی بازده قلمداد کرده اند.

سرایی و دستمردی (۱۳۸۴)، به بهینه سازی سبد سهام با استفاده از تکنیک حداقل سازی حداکثر پراش بازده، یک مدل ابتکاری مبتنی بر بهینه سازی ریسک - بازده سرمایه گذاری در انتخاب سبد سهام ارائه گردید. معیار های تحلیل ریسک باتوجه به ریسک گریزی سرمایه گذاران و مدیران معرفی و مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفته و عملکرد مدل با مدل های رایج مقایسه شد. در این تحقیق از مثبت بودن بازدهی در بازه زمانی تحت بررسی به عنوان معیار تصمیم سازی سرمایه ای کمک گرفته است.

وفایی جهان و اکبرزاده توتونچی (۱۳۸۶) ، به بهینه سازی سبد سهام با مدل اسپین گلاس جهت انتخاب بهینه سبد سهام که یکی از مسائل غیر چند جمله ای(np) است پرداخته اند. با استفاده از تکنیک های مطرح شده در الگوریتم های تکاملی، ژنتیک، اجتماع اجزاء، بازپخت تطبیقی، شبکه عصبی، روش های احتمالی- فازی، الگوریتم بهینه سازی نوینی بر پایه مدل آیزینگ اسپین گلاس و بازپخت تطبیقی ارائه گردیده است. به منظور تصمیم سازی در تحقیق از رتبه بندی سازمان بورس یاری گرفته شده است.

سیفی و همکاران (۱۳۸۶)، به مقایسه مدل های بهینه سازی چند دوره ای در انتخاب سهام بر مبنای عدم قطعیت قیمت سهام و هزینه مبادلات پرداختند. پژوهشگران مدل های جایگزین را باهم مقایسه کرده و نشان دادند که این مدل ها از اعتبار بالایی برخوردارند. در این مقایسه از شبیه سازی مونت کارلو استفاده کرده که توزیع مقادیر تصادفی عایدی با ترکیب مدل گارچ، توزیع معادل حدی و تابع توزیع کاپولا قیمت عایدی پورتفوی را در دوره های آتی شبیه سازی نموده و از معیارهای مقایسه VaR ، CVaR استفاده و انتخاب از شرکت های برتر بورسی معیار تصمیم سازی بود.

علوی تبار و همکاران (۱۳۹۳)، به ارائه الگویی ترکیبی جهت انتخاب سبد سهام در بورس تهران با استفاده از تصمیم گیری چند معیاره پرداختند. معیار های مؤثر با مرور ادبیات و بررسی کارشناسان سرمایه گذاری انتخاب شده و به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی اهمیت معیارها تعیین و جهت رتبه بندی شرکت ها از روش ویکور استفاده گردید. ترکیب سهام با مدل مارکوویتز فرموله و برای بهینه سازی از الگوریتم ژنتیک استفاده شده و نهایتا

به مقایسه مرز کارای ۵۰ سهم منتخب مدل با مرز کارای ۱۰۰شرکتی که در رتبه های بعدی بودند و مرز کارای ۵۰ شرکت برتر پرداخته شد. نتایج تحقیق نشان داد که مرز کارای سبد ۵۰ سهم منتخب، بالاتر از مرز کارای دو سبد دیگر قرار دارد.

رامتین نیا و عطرچی (۱۳۹۷)، به حداقل سازی ریسک سبد سهام با قید بیشترین مقدار بازدهی ماهانه با رویکرد ارزش در معرض ریسک مشروط و الگوریتم تکامل تفاضلی ۱۰ شرکت برتر بورس تهران در بازه ۱۳۹۰-۱۳۹۴پرداختند. آنها نشان دادند که رویکرد تکامل تفاضلی با معیار ارزش در معرض ریسک مشروط نسبت به رویکرد ساده الگوریتم تصادفی دارای بازدهی بهتر بوده و نتایج پس آزمایی ماهانه در این روش نیز نسبت به الگوریتم تصادفی مناسب تر است. در این تحقیق، جهت تصمیم سازی و انتخاب شرکت های موجه در سرمایه گذاری به رتبه بندی شرکت ها توسط سازمان بورس اتکا شده است.

اله رضایی و همکاران (۱۳۹۷)، به بهینه سازی سبد سهام پرداخته اند و از الگوریتم ژنتیک مرتب سازی نامغلوب و تجمع ذرات چند هدفه برای برآورد مدل حداقل واریانس و حداکثر بازده استفاده کردند. سپس از الگوریتم تجمع ذرات چند هدفه برای برآورد مدل سه هدفه حداکثرسازی بازده سبد سهام، حداقل‌سازی ریسک و حداقل‌سازی تعداد سهام مورد استفاده قرار گرفت. تصمیم سازی محقق در انتخاب شرکت های موجه جهت سرمایه گذاری بر پایه شمول در مجموعه ۵۰ شرکت برتر بورسی بود.

اژدری و همکاران (۱۳۹۸)، به شناسایی شرکت های برتر جهت سرمایه گذاری در چارچوب محدودیت ال با استفاده از روش یادگیری ماشین اقدام کردند. شرکت های مورد معامله در بازار به عنوان شرکت های برتر تلقی و در بازه ۱۳۹۶-۱۳۹۱ بررسی شدند. نتایج تحقیق در مقایسه کلی یا سالانه نشان داد که الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات، قادر به انتخاب شرکت‌های برتر بر مبنای مدل حداقل واریانس MVP با محدودیت های سرمایه گذاری است. نتیجه نهایی تصمیم سازی و معرفی شرکت های موجه جهت سرمایه گذاری بوده و به بهینه سازی در سبد معرفی شده مبادرت نشد.

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از یک طرف به جهت تکیه بر مدل سازی ریاضی با رویکرد تحلیل پوششی داده ها در ارزیابی کارآیی مالی و نیز مدل سازی ترکیب بهینه سرمایه گذاری در شرکت های کارآمد مالی مبتنی بر برنامه ریزی ریاضی کوادراتیک یا غیرخطی، از داده های مقطعی سالانه یا در برخی از موارد از متوسط های عملکردی بهره گرفته شده است. بر این اساس جامعه آماری بر پایه ختم دوره مالی به ۲۹ اسفندماه و عدم تغییر دوره مالی در بازه تحت بررسی، در دسترس بودن اطلاعات مالی، عدم تعلق به شرکت‌های زیان ده به ویژه زیان دهی متوالی طی چند دوره، تعیین شده است. با اعمال محدودیت های فوق اطلاعات مالی ۱۸۳شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفته است. الگوریتم تصمیم سازی در این پژوهش بر پایه یک فرآیند سه مرحله ای به صورت تصویر شده در الگوی مفهومی تحقیق به صورت نمودار شماره ۱ تدوین گردیده و متعاقبا تشریح شده است:

شکل ۱ – الگوی مفهومی تحقیق یا فرآیند تصمیم سازی سرمایه ای

مرحله اول: گزینش عوامل موثر بر تصمیم سازی:

تعیین متغیرهای توضیحی (عوامل موثر) در تصمیم سازی سرمایه ای یا تکیه بر معیار کارآیی مالی و شناسایی عوامل موثر بر کارآیی مالی شرکت های تحت بررسی از تحلیل حوزه دانش بهره گرفته شده است. نتایج به دست آمده از تحلیل حوزه دانش بر پایه تحلیل محتوی پژوهش های انجام شده در حوزه ارزیابی کارآیی مالی، نهاده ها و ستانده های ممکن، شناسایی و دسته بندی شده است.

مرحله دوم: پالایش عوامل موثر بر تصمیم سازی:

در این مرحله خبرگان صاحب نظر در زمینه سرمایه گذاری شناسایی و به شیوه در دسترس ۱۵ نفر انتخاب و از آن ها در زمینه دسته بندی نهایی، اهمیت سنجی و رتبه بندی میزان تاثیر یا اهمیت عوامل شناسایی شده، متکی بر شیوه نظرسنجی اقناعی دلفی بهره گرفته شده است.

مرحله سوم: تصمیم سازی سرمایه ای:

بر پایه نهاده ها و ستانده های شناسایی شده و داده های عملکردی شرکت های منتخب به ازای سال مالی ۱۳۹۷ در چارچوب الگوی ریاضی تحلیل پوششی داده ها، مدل سازی ریاضی شده و کارآیی مالی هر شرکت با الگوی بان و همکاران(۲۰۱۸) ، به شرح رابطه ۱ صورت گرفت:

$$\text{Min } \rho = 1 \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} \frac{\bar{s}_i}{x_{io}}$$ رابطه ۱)

Subject to

$$x_{io} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + \bar{s}_i$$
$$y_{ro} \leq \sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$
$$\lambda_j \geq 0 \text{ , for } j = 1, 2, \ldots, n \text{ and } \bar{s}_i \geq 0 \text{ , for } i = 1, 2, \ldots, m$$

که در این رابطه معکوس ρ اندازه کارآیی مالی شرکت مزبور در قیاس با دیگر شرکت های مورد مقایسه به عنوان مقداری نسبی بین صفر تا یک است، m ضریب جریمه منابع مازاد مورد استفاده و سمت بی نهایت میل کرده است. x_{io} مقدار نهاده مورد استفاده نوع i ام شرکت مورد ارزیابی، y_{rj} ستانده تولید شده نوع r ام شرکت j ام، x_{ij} نهاده به کار گرفته شده نوع i ام توسط شرکتj ام ، λ_j نسبتی از عملکرد شرکت j ام که در ارزیابی کارآیی مالی شرکت بورسی مورد ارزیابی به عنوان ترکیب مرزی کارآیی (گروه مرجع یا شرکت های کارآمد)، تعریف شده است.

۴- سوال پژوهش

تصمیم سازی سرمایه ای مبتنی بر الگوی تحلیل پوششی داده ها (DEA) پیش از انتخاب سبد نهایی سهام، در قلمرو تحقیق چه نتایجی در بردارد؟

۵- یافته های پژوهش

در این بخش از مقاله یافته های تحقیق مبتنی بر به کارگیری الگوریتم پیشنهادی تحقیق در زمینه تصمیم سازی و شناسایی گزینه های موجه سرمایه گذاری بهره گرفته شده است.

شناسایی نهاده ها و ستانده ها:

جهت تصمیم سازی از مدل سازی ریاضی مبتنی بر الگوی تحلیل پوششی داده ها (DEA) ، بهره گرفته شده است. لذا نهاده ها و ستانده های شرکت ها به عنوان متغیرهای مستقل و اندازه کارایی مالی تعیین شده به شیوه بهینه سازی ریاضی به عنوان متغیر وابسته مورد استفاده قرار گرفته است.

بر پایه الگوی پیشنهادی، در شناسایی نهاده ها و ستانده ها یا عوامل موثر بر کارآیی مالی شرکت ها از یک الگوی اکتشافی بهره گرفته شده است. لذا شناسایی و دسته بندی عوامل موثر بر کارآیی مالی شرکت ها بر اساس جمع بندی پیشینه تحقیقات مرتبط و مشابه و الگوی کیفی تحلیل محتوی و تحلیل حوزه دانش انجام گرفته و نتایج مربوط به این مرحله از تحقیق به شرح جدول (۱) بیان شده است:

جدول ۱ - شناسایی و دسته بندی نهاده ها و ستانده ها

ردیف	نوع	شرح متغیر	نماد	پشتوانه
۱	نهاده ها	نسبت جاری	CR	سن و همکاران (۲۰۱۵)، روی و شیجین(۲۰۱۸) ، کوبوتا و تاکهارا(۲۰۱۸)
۲		نسبت آنی	AR	
۳		نقد شوندگی دارایی	AL	
۴		اهرم مالی	FL	
۵		هزینه پرسنلی	PC	
۶		نسبت مالکانه	OR	
۷		نرخ هزینه عملیاتی	OC	
۸		نرخ سرمایه در گردش	WC	
۹		اندازه شرکت	SI	
۱۰		سن شرکت	AG	
۱۱	ستانده ها	سود به فروش	NS	ائونی و همکاران(۲۰۱۴) ، هود و استویکان (۲۰۱۴)، ، بان و همکاران(۲۰۱۸) ، ژینجی(۲۰۱۹)
۱۲		بازده عملیاتی دارایی ها	OR	
۱۳		بازده خالص دارایی ها	ROA	
۱۴		بازده حقوق صاحبان سهام	ROE	
۱۵		گردش دارایی	AG	
۱۶		گردش دارایی جاری	CA	
۱۷		گردش سرمایه جاری	WG	
۱۸		متوسط بازده ماهانه	AVR	
۱۹		سود هر سهم	EPS	
۲۰		قیمت روز به سود هر سهم	P/E	
۲۱		رشد درآمد	GR	
۲۲		نرخ سودنقدی	AN	
۲۳		رشد قیمت سهام	PG	
۲۴		نرخ سود ناویژه	GN	
۲۵		نرخ ارزش افزوده	VA	

طی جدول شماره (۱)، بیست و پنج عوامل موثر بر کارآیی مالی در تعیین فضای موجه اولیه یا تصمیم سازی سرمایه ای در دو دسته نهاده ها و ستانده ها و به شرح خلاصه زیر طبقه بندی گردیده است:

الف) نهاده ها:

بر پایه نتایج تحلیل حوزه دانش و به کارگیری الگوی تحلیل محتوی، نهاده ها، عبارت از: نسبت جاری به مرتبه، نسبت آنی به مرتبه، نقد شوندگی دارایی بر حسب درصد، اهرم مالی به عنوان یک کمیت نسبی یا درصدی، هزینه

پرسنلی به عنوان یک کمیت نسبی یا درصدی مبتنی بر فروش خالص شرکت، نسبت مالکانه به عنوان یک کمیت نسبی یا درصدی، نرخ هزینه عملیاتی به عنوان یک کمیت نسبی یا درصدی از فروش خالص شرکت در سال، نرخ سرمایه در گردش به عنوان یک کمیت نسبی یا درصدی، اندازه شرکت به عنوان یک کمیت لگاریتمی و نهایتا سن شرکت به سال، تعیین گردیده است.

ب) ستانده ها:

بر پایه نتایج تحلیل حوزه دانش و به کارگیری الگوی تحلیل محتوی، ستانده ها یا خروجی ها مشتمل بر ۱۵متغیر و عبارت از: سود به فروش به درصد، بازده عملیاتی دارایی ها بر حسب درصد، بازده خالص دارایی ها به درصد، بارده حقوق صاحبان سهام به درصد، گردش دارایی به مرتبه، گردش دارایی جاری به مرتبه، گردش سرمایه در گردش به مرتبه، متوسط بازده ماهانه به درصد، سود هر سهم به ریال، قیمت روز به سود هر سهم به ریال، رشد درآمد شرکت نسبت به دوره قبل و بر حسب درصد، نرخ سودنقدی به درصد، رشد قیمت سهام در قیاس با دوره قبل و بر حسب درصد، نرخ سود ناویژه به درصد و درصدی از ارزش فروش خالص و نهایتا نرخ ارزش افزوده بر حسب درصد بوده است.

الگوریتم پالایش عوامل موثر بر کارایی مالی

کاهش نهاده ها و ستانده ها یا عوامل موثر بر کارآیی شرکت های منتخب بورسی با استفاده از الگوی پیشنهادی تحقیق و به اتکای پژوهش های مشابهی چون پژوهش کوهن و همکاران (۲۰۱۷) از الگوی تحلیل دیمیتل فازی و نظرسنجی به روش دلفی صورت گرفته است. هدف دلفی، دسترسی به مطمئن ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوعی خاص است که با استفاده از پرسش نامه و نظرخواهی از خبرگان، به دفعات با توجه به بازخورد حاصل از آنها صورت می پذیرد. روش دلفی به خصوص برای مسائلی با ارزش است که داده ها ناکافی یا فاقد قطعیت اند؛ یا نمونه های واقعی موجود نیست. در این تحقیق، روش دلفی طی یک فرایند دو مرحله ای الف) انتخاب خبرگان و ب) به کارگیری الگوی چند معیاره دیمیتل فازی، مورد استفاده قرار گرفته است.

الف) انتخاب خبرگان:

خبرگان منتخب در این پژوهش، بر پایه داشتن دانش و تجربه لازم در حوزه مالی و بورس، تعریف شده است. خبرگان منتخب ۱۶ نفر بوده که با روش نمونه گیری هدفمند قضاوتی انتخاب و شامل: ۴ نفر با تحصیلات دکتری، ۷ نفر دانشجوی دکتری در رشته های حسابداری و مدیریت با تجربه کاری بیش از ۵ سال، ۵ نفر از مدیران شرکت های بورسی با سابقه بیش از ۱۰سال، بوده است.

ب) به کارگیری فرآیند تحلیل فازی:

برای شناسایی نهاده ها و ستانده های موثر، از فن دلفی فازی و در مرحله دوم برای اولویت بندی شاخص ها و تعیین روابط درونی بین شاخص ها از روش دیمتل فازی با کدنویسی در نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۶ استفاده شد. از مزیت های فن دلفی فازی نسبت به فن دلفی سنتی، غربال شاخص ها در فن دلفی فازی است که می توان از یک مرحله برای تلخیص و غربال گری متغیرها استفاده کرد.

برای فازی کردن گزینه های قضاوتی، خو (۲۰۱۱) الگویی را پیشنهاد کرد که با استفاده از متغیرهای زبانی فازی، تصمیم گیری را در شرایط نااطمینانی محیطی آسان کرده و می تواند مشکلات سازمان ها را با به کارگیری تصمیم گیری گروهی در شرایط فازی حل کند. الگوریتم اجرای تکنیک دیمتل در پنج مرحله پیاده سازی شده است:

گام نخست: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (M)

برای شناسایی الگوی روابط میان n معیار ابتدا یک ماتریس n×n تشکیل شده است. تاثیر عنصر مندرج در هر سطر بر عناصر مندرج در ستون در این ماتریس درج و از یک طیف امتیاری ۰ تا ۴ به شرح جدول شماره ۲ استفاده می‌شود. برخلاف تکنیک های AHP و ANP در اینجا شرط معکوسی برقرار نبوده و درایه های قطر اصلی یعنی تاثیر هر عنصر بر خودش نیز صفر در نظر گرفته می‌شود.

جدول۲ - طیف مورد استفاده در تکنیک دیمتل

گزینه کیفی	بدون تاثیر	تاثیر خیلی کم	تاثیر کم	تاثیر زیاد	تاثیر خیلی زیاد
امتیاز کمی	۰	۱	۲	۳	۴

اگر از دیدگاه بیش از یک نفر استفاده شود، هریک از خبرگان باید ماتریس موجود را تکمیل کنند. سپس از میانگین ساده نظرات استفاده شده و ماتریس ارتباط مستقیم X را تشکیل داده شده است.

$$X=\begin{bmatrix} 0 & \cdots & x_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1n} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$ رابطه ۲)

گام دو: نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم

برای نرمال سازی میانگین نظرات خبرگان، ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط مستقیم محاسبه می‌شود. بزرگترین عدد مجموع سطرها و ستون‌ها با k نمایش داده خواهد شد. برای نرمال سازی باید درایه‌های ماتریس ارتباط مستقیم بر k تقسیم شده است.

$$k = \max\{\max \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \sum_{i=1}^{n} x_{ij}\} \quad \text{و} \quad N = \frac{1}{k} \times X$$ رابطه ۳)

گام سه: محاسبه ماتریس ارتباط کامل

ابتدا یک ماتریس همانی n×n تشکیل داده شده است(ماتریسی که به جز قطر اصلی، سایر درایه‌ها صفر است.). سپس این ماتریس همانی را منهای ماتریس نرمال کرده و ماتریس حاصل آن، معکوس شده است. در انتها ماتریس نرمال در ماتریس حاصل ضرب شده تا ماتریس ارتباط کامل به دست آید.

$$T = N \times (I - N)^{-1}$$ رابطه ۴)

گام چهار: محاسبه ماتریس ارتباط داخلی

برای محاسبه ماتریس روابط داخلی باید ارزش آستانه محاسبه کرده و می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا یا نقشه شبکه روابط (NRM) را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده شده است. برای محاسبه مقدار آستانه روابط، میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه می شود.

گام پنج: ایجاد روابط علّی

در ایجاد روابط علّی، چهار جنبه با اهمیت به شرح ذیل قابل مشاهده است: ۱) میزان تاثیر گذاری متغیرها(جمع عناصر هر سطر (D) برای هر عامل)، ۲) میزان تاثیرپذیری متغیرها(جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل)، ۳) ارزشیابی مجموع(بردار افقی (D+R) میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر بوده، هرچه مقدار D + R عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد) و ۴) ارزشیابی تفاضلی(بردار عمودی (D - R) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان داده، اگر مثبت باشد، متغیر مورد ارزیابی یک متغیر علّی و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود)

ابتدا پرسشنامه های با طیف لیکرت بین خبرگان حسابداری و مالی توزیع شد. سپس، پرسشنامه در قالب طیف فازی تعریف و نظرات خبرگان در پرسشنامه مذکور با روش میانگین مورد تجمیع قرار گرفت.

پالایش مولفه های موثر

برای تعیین اهمیت نسبی هریک از نهاده ها و ستانده ها، از روش فرآیند تحلیل دیمیتل فازی، استفاده شده است. به گونه ای که در جدول (۱) عنوان گردید، تعداد نهاده ها و ستانده های اولیه ۲۵ متغیر مشخص شده که در جدول (۳) کدگذاری شده و از خبرگان خواسته شد که تعیین کنند درجه اهمیت این شاخص ها به چه میزان هستند.

جدول۳ - کد گذاری نهاده ها و ستانده های اولیه

مولفه	کد	مولفه	کد	مولفه	کد	مولفه	کد
نسبت جاری	X۱	اندازه شرکت	X۸	گردش دارایی	X۱۵	نرخ سرمایه در گردش	X۲۲
نقدشوندگی دارایی	X۲	بازده عملیاتی دارایی	X۹	گردش سرمایه جاری	X۱۶	متوسط بازده ماهانه	X۲۳
نسبت مالکانه	X۳	سن شرکت	X۱۰	سود هر سهم	X۱۷	قیمت به سود سهم	X۲۴
نرخ هزینه عملیاتی	X۴	بازده خالص دارایی	X۱۱	نرخ سود نقدی	X۱۸	رشد درآمد	X۲۵
نسبت آنی	X۵	بازده سهام	X۱۲	رشد قیمت سهام	X۱۹		
اهرم مالی	X۶	گردش دارایی جاری	X۱۳	نرخ سود ناویژه	X۲۰		
هزینه پرسنلی	X۷	سود به فروش	X۱۴	نرخ ارزش افزوده	X۲۱		

۱) سنجش تاثیر مستقیم مولفه موثر: بر مبنای نظر سنجی از خبرگان و کمّی کردن سطح اهمیت نظرات ابرازی، گام اول محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم بین عوامل به صورت دودویی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲) نرمال سازی داده ها: به جهت تفاوت در مقیاس ارزیابی هر یک از نهاده ها و ستانده های عملکردی مورد استفاده در ارزیابی کارآیی مالی شرکت های منتخب بورسی جهت تعیین فضای موجه اولیه، به منظور فراهم آوردن قابلیت مطلق مقایسه دودویی و تعیین ارتباط بین هر یک از نهاده ها و ستانده ها به عنوان عوامل موثر بر کارآیی مالی شرکت های منتخب بورسی مورد ارزیابی و متغیرهای توضیحی، میانگین نظرات نرمال سازی شده است. علاوه بر این بر پایه محاسبات انجام شده در سنجش تفاضلی اهمیت نسبی و مقایسه زوجی هر یک از نهاده ها و ستانده های بیست و شش گانه طی فرآیند ارزیابی چند معیاره دیمیتل فازی، ماتریس تجمیع شده و نرمال سازی شده 1-N محاسبه شده است. در نهایت ماتریس ترانهاده یا معکوس ماتریس نرمال شده تفاضلی تجمیع نظرات خبرگان، در جهت سنجش سطح اهمیت نسبی هر یک از نهاده ها و ستانده های شناسایی شده محاسبه شده است.

۳) ساخت ماتریس ارتباط کامل: برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل بین نهاده ها و ستانده های شناسایی شده مبتنی بر تحلیل حوزه دانش و به کارگیری الگوی تحلیل محتوی، ابتدا ماتریس همانی تشکیل شده و در گام بعد ماتریس همانی منهای ماتریس نرمال سازی شده معکوس شده است. ماتریس حاصل از تفریق ماتریس همانی از ماتریس نرمال باید معکوس شده، در نهایت ماتریس نرمال در ماتریس معکوس ضرب شده است.

۴) سنجش تاثیرگذاری مولفه ها: برای تعیین نقشه روابط شبکه (NRM) مقایسه زوجی سطح اهمیت نهاده ها و ستانده های ۲۵ گانه باید ارزش آستانه هر یک از متغیرها محاسبه شود. مقدار آستانه روابط یعنی میانگین مقادیر ماتریس T برابر ۰/۳۶ به دست آمده است. تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتر از ۰/۳۶ باشد صفر شده یعنی آن رابطه علّی در نظر گرفته نمی‌شود. با توجه به حد آستانه تعریف شده به شیوه فوق می توان میزان تأثیرگذاری (D) و میزان تأثیرپذیری (R) را مشخص کرده که در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول۴- میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری نهاده ها و ستانده های موثر

کد	(D)	(R)	(D+R)	(D-R)	کد	(D)	(R)	(D+R)	(D-R)
X۱	۱/۹۴	۲/۶۴	۴/۵۸	-۰/۷۰	X۱۴	۱/۹۱	۱/۷۶	۳/۶۷	۰/۱۶
X۲	۱/۸۹	۲/۵۲	۴/۴۰	-۰/۶۳	X۱۵	۱/۴۸	۱/۷۱	۳/۱۹	-۰/۲۳
X۳	۲/۹۷	۲/۱۳	۵/۰۹	۰/۸۴	X۱۶	۱/۶۱	۱/۷۰	۳/۳۰	-۰/۰۹
X۴	۲/۹۶	۲/۱۸	۵/۱۴	/۷۸	X۱۷	۱/۸۳	۱/۷۴	۳/۵۷	۰/۱۰
X۵	۱/۷۳	۲/۰۶	۳/۷۹	-۰/۳۳	X۱۸	۱/۶۷	۱/۶۰	۳/۲۸	۰/۰۷
X۶	۱/۷۴	۱/۹۶	۳/۶۹	-۰/۲۲	X۱۹	۱/۶۲	۱/۸۶	۳/۴۹	-۰/۲۴

کد	(D)	(R)	(D+R)	(D-R)	کد	(D)	(R)	(D+R)	(D-R)
X۷	۱/۸۹	۱/۸۳	۳/۷۲	۰/۰۶	X۲۰	۱/۸۳	۱/۶۶	۳/۴۹	۰/۱۷
X۸	۲/۸۰	۱/۸۸	۴/۶۸	./۹۳	X۲۱	۱/۷۹	۱/۸۳	۳/۶۲	-۰/۰۴
X۹	۲/۷۳	۱/۹۰	۴/۶۴	۰/۸۳	X۲۲	۱/۶۸	۲/۰۱	۳/۷۰	-۰/۳۳
X۱۰	۱/۹۲	۱/۸۹	۳/۸۱	۰/۰۳	X۲۳	۱/۶۳	۲/۲۱	۳/۸۴	-۰/۵۹
X۱۱	۲/۱۹	۱/۷۱	۳/۹۰	۰/۴۹	X۲۴	۱/۶۶	۲/۴۳	۴/۰۹	-۰/۷۸
X۱۲	۲/۳۰	۱/۸۵	۴/۱۵	۰/۴۵	X۲۵	۱/۷۵	۲/۶۸	۴/۴۳	-۰/۹۳
X۱۳	۲/۰۵	۱/۸۴	۳/۸۹	۰/۲۲					

۵) اولویت سنجی مولفه ها: در نهایت بر اساس سطح تاثیر گذاری نهاده ها و ستانده ها نسبت به اولویت سنجی آن ها اقدام شده و نتایج به صورت جدول (۵) خلاصه گردیده است.

جدول۵- اولویت بندی نهاده ها و ستانده های موثر

مولفه	رتبه	مولفه	رتبه	مولفه	رتبه	مولفه	رتبه
نسبت جاری	۵	اندازه شرکت	۳	گردش دارایی	۲۵	نرخ سرمایه در گردش	۱۶
نقدشوندگی دارایی	۷	بازده عملیاتی دارایی	۴	گردش سرمایه در گردش	۲۳	متوسط بازده ماهانه	۱۲
نسبت مالکانه	۲	سن شرکت	۱۳	سود هر سهم	۲۰	قیمت به سود هر سهم	۹
نرخ هزینه عملیاتی	۱	بازده خالص دارایی	۱۰	نرخ سود نقدی	۲۴	رشد درآمد	۶
نسبت آنی	۱۴	بازده سهام	۸	رشد قیمت سهام	۲۲		
اهرم مالی	۱۷	گردش دارایی جاری	۱۱	نرخ سود ناویژه	۲۱		
هزینه پرسنلی	۱۵	سود به فروش	۱۸	نرخ ارزش افزوده	۱۹		

بنابراین با توجه به نتایج نهایی استفاده از الگوی چند معیاره دیمیتل فازی، دوازده نهاده یا ستانده به عنوان موثرترین عوامل تاثیر گذار بر کارآیی مالی شرکت های منتخب بورسی تهران، با توجه به مقایسه زوجی صورت گرفته به اتکای نظرسنجی دلفی از خبرگان، به ترتیب عبارت از: ۱) نسبت جاری، ۲) نقدشوندگی دارایی، ۳) نسبت مالکانه، ۴) نرخ هزینه عملیاتی، ۵) اندازه شرکت، ۶) بازده عملیاتی دارایی ها، ۷) بازده خالص دارایی ها، ۸) بازده حقوق صاحبان سهام، ۹) گردش دارایی جاری، ۱۰) متوسط بازده ماهانه، ۱۱) قیمت روز به سود هر سهم، ۱۲) رشد درآمد، تعیین گردیده است.

توصیف یافته ها

خلاصه نتایج توصیف متغیرهای پژوهش پس از پالایش عوامل موثر به شرحی که بعدا توضیح داده شده و جایگزینی داده‌های پرت (به روش وینزوری)، در جدول (۶) ارائه شده است:

جدول۶- توصیف یافته ها

شرح متغیر	کد	کمینه	بیشینه	متوسط	S. D	چولگی	کشیدگی
نسبت جاری	CR	۰/۰۸۴	۶/۴۳۹	۱/۷۲۵	۰/۱۶۰	۱/۷۲۵	۵/۴۲۰
نقد شوندگی دارایی	AL	۰/۰۰۲	۰/۹۸۸	۰/۳۹۰	۰/۱۵۱	۱/۹۰۲	۵/۵۹۸
نسبت مالکانه	ORR	۰/۰۰۸	۰/۹۹۲	۰/۴۵۲	۰/۳۰۵	۴/۶۳۲	۳۹/۶۶۲
نرخ هزینه عملیاتی	OC	۰/۰۰۳	۰/۶۱۷	۰/۰۸۷	۱/۳۸۶	۷/۵۷۳	۷۱/۳۳۹
اندازه شرکت	SI	۱۱/۴۰۷	۲۰/۳۰۷	۱۵/۱۵۶	۲/۶۷۶	۱۱/۷۴۶	۱۵۰/۰۶۸
بازده عملیاتی دارایی ها	OR	۰/۰۰۲	۱/۰۰۶	۰/۲۰۲	۱۶/۹۵۶	۲/۷۸۸	۸/۳۵۴
بازده خالص دارایی ها	ROA	۰/۰۰۱	۰/۹۲۶	۰/۱۵۷	۱/۲۹۵	۹/۱۸۷	۱۰۱/۷۳۰
بازده سهام	ROE	۰/۰۰۵	۳/۱۶۷	۰/۳۴۲	۱/۱۱۸	۲/۰۷۳	۴/۸۱۷
گردش دارایی جاری	CA	۰/۰۲۸	۱۵/۴۱۱	۰/۹۷۸	۰/۲۱۱	۰/۴۱۱	-۰/۰۶۶
متوسط بازده ماهانه	AVR	-۰/۶۱۲	۳۵/۰۲۸	۰/۷۹۶	۰/۲۳۷	۰/۲۰۴	-۰/۷۵۸
قیمت به سود هر سهم	P/E	۰/۰۰۳	۰/۶۱۷	۰/۰۸۷	۰/۰۷۶	۳/۰۲۴	۱۴/۵۱۴
رشد درآمد	GR	-۱/۰۰۵	۱۵/۵۴۰	۰/۵۵۱	۰/۷۶۳	۰/۸۳۳	۰/۴۲۵

تصمیم سازی در انتخاب گزینه های موجه سرمایه گذاری

تعیین فضای موجه اولیه یا تصمیم سازی با هدف نهایی انتخاب بهترین شرکت های منتخب بورسی به عنوان گزینه های موجه سرمایه گذاری صورت گرفته است. لذا فرض شده است که شرکت هایی که از کارآیی مالی برخوردار بوده و در ارزیابی کارآیی مبتنی بر رویکرد تحلیل پوششی داده ها اندازه نسبی ۱ یا ۱۰۰ درصد کارآیی را به خود اختصاص داده اند، از آن جهت که در مقایسه با دیگر شرکت ها ستانده های موجود را با به کارگیری کمترین نهاده ها، تولید کرده اند، به عنوان گزینه های مطلوب سرمایه گذاری هستند. بر این اساس، بخش محدودی از ۱۸۳شرکت منتخب بورسی را به عنوان شرکت های مناسب در تصمیم گیری سرمایه ای نهایی و سبد بهینه سهام، گزینش شده اند.

با تکیه بر رویکرد تحلیل داده های مقطعی و مبتنی بر فرض تعیین شده در ابتدا به ازای داده های عملکردی شرکت های منتخب بورسی در سال مالی منتهی به ۱۳۹۷/۱۲/۲۹ نهاده ها و ستانده های هر شرکت به عنوان متغیرهای مستقل یا توضیحی، گردیده است.

در دومین مرحله از تصمیم سازی با به کارگیری رویکرد تحلیل پوششی داده ها و مدل سازی ریاضی مبتنی بر آن، اندازه کارآیی مالی هر یک از ۱۸۳شرکت منتخب بورسی تهران به عنوان یک کمیت نسبی در بازه صفر تا ۱ و یا بین صفر تا ۱۰۰ و بر حسب درصد تعیین گردیده است.

در نهایت بر مبنای الگوی چارنز و همکاران (۱۹۷۸)، فرض شده است، شرکتی که در ارزیابی نسبی در مقایسه با دیگر شرکت ها و در ارزیابی کارآیی مبتنی بر مدل سازی ریاضی با رویکرد تحلیل پوششی داده ها اندازه نسبی ۱ یا ۱۰۰ درصد کارآیی را به خود اختصاص دهند، از آن جهت که در مقایسه با دیگر شرکت ها ستانده های

موجود را با به کارگیری کمترین نهاده ها تولید کرده اند، به عنوان گزینه های مطلوب سرمایه گذاری بوده، فضای اولیه موجه سرمایه گذاری را مشخص کرده و برای تصمیم گیرنده در انتخاب سبد بهینه سهام تصمیم سازی کرده اند.

الف) اندازه گیری نهاده ها و ستانده ها:

بر مبنای عملکرد سال مالی منتهی به ۱۳۹۷/۱۲/۲۹ وضعیت شرکت های منتخب در ارتباط با نهاده ها محاسبه شده است. علاوه بر این، وضعیت عملکردی ۱۸۳ شرکت های منتخب بورسی به عنوان نمونه بر مبنای ستانده های پالایش شده مورد مشاهده در سال مالی منتهی به ۱۳۹۷/۱۲/۲۹ با توجه به رویکرد تحلیل داده های مقطعی نیز ارزیابی شده است.

ب) ارزیابی کارآیی:

در این مرحله از تعیین فضای موجه اولیه یا تصمیم سازی سرمایه ای، مبتنی بر تحلیل پوششی دارایی ها اقدام به محاسبه اندازه کارایی داده ها با الگوی برانک و همکاران(۲۰۰۹)، استفاده شده است. بر مبنای یافته های تحقیق در زمینه ارزیابی کارآیی مالی شرکت های منتخب بورسی تهران، توزیع اندازه کارآیی مالی شرکت های منتخب به شرح جدول (۷) توصیف گردیده است:

جدول۷ - توزیع کارآیی مالی شرکت های منتخب بورسی

ردیف	شرح	اندازه کارآیی	تعداد	درصد
۱	کارآمد	۱۰۰ درصد	۴۲	۲۲/۹۵
۲	نسبتا کارآمد	۹۵ تا ۱۰۰	۱۲	۶/۵۶
۳	کارآیی خوب	۹۰ تا ۹۵	۱۲	۶/۵۶
۴	کارآیی متوسط	۸۰ تا ۹۰	۲۶	۱۴/۲۱
۵	کارآیی ضعیف	۰ تا ۸۰	۹۱	۴۹/۷۲
جمع			۱۸۳	۱۰۰

ج) تصمیم سازی نهایی:

مبتنی بر الگوی پیشنهادی تحقیق و طی ارزیابی کارآیی مالی، شرکت های که اندازه نسبی ۱ یا بر حسب درصد عدد ۱۰۰ درصد را به خود اختصاص داده اند، به عنوان شرکت های کارا تلقی گردیده اند. چون فرض بر این است که با نهاده های مورد استفاده آن ها امکان تولید ستانده های بیشتری وجود نداشته است (چارنز و همکاران، ۱۹۷۸). سایر شرکت هایی که اندازه کارآیی مالی کمتر از ۱ یا کمتر از ۱۰۰ درصد اختیار کرده اند به عنوان شرکت های ناکارآمد تلقی شده اند. طی جدول (۸) شرکت های کارآمد که در این پژوهش بر پایه الگوی پیشنهادی تحقیق و به اتکای پژوهش مقوانی و تاکور (۲۰۱۷) به عنوان گزینه های موجه سرمایه گذاری یا فضای موجه اولیه یا تصمیم سازی، در تصمیم سازی نهایی تعیین ترکیب بهینه سرمایه گذاری به حساب آمده اند، خلاصه گردیده است:

جدول۸ - شرکت های کارآمد مالی یا نقاط موجه اولیه در تصمیم سازی

ردیف	نام شرکت	کد	ردیف	نام شرکت	کد
۱	ایران یاسا	۷	۲۲	کاشی پارس	۱۱۱
۲	باما	۹	۲۳	سینادارو	۱۲۵
۳	بهنوش	۱۰	۲۴	معدنی املاح ایران	۱۳۴
۴	پالایش نفت اصفهان	۱۵	۲۵	معدنی دماوند	۱۳۵
۵	پالایش نفت تبریز	۱۶	۲۶	چادرملو	۱۳۶
۶	پتروشیمی خارک	۱۷	۲۷	نفت بهران	۱۴۱
۷	ایران تایر	۲۴	۲۸	پست بانک ایران	۱۴۵
۸	لنت ترمز	۲۶	۲۹	بانک پارسیان	۱۴۷
۹	دارو اکسیر	۳۴	۳۰	بانک پاسارگاد	۱۴۸
۱۰	ذغال سنگ نگین	۴۱	۳۱	بانک دی	۱۵۰
۱۱	سایپا دیزل	۴۸	۳۲	بانک سامان	۱۵۱
۱۲	سایپا شیشه	۴۹	۳۳	بانک گردشگری	۱۵۴
۱۳	سیمان ایلام	۵۷	۳۴	سرمایه گذاری صندوق بازنشستگی	۱۶۱
۱۴	سیمان بهبهان	۵۹	۳۵	بیمه دی	۱۶۹
۱۵	سیمان دورود	۶۴	۳۶	پتروشیمی پارس	۱۷۷
۱۶	خاک چینی ایران	۷۸	۳۷	پتروشیمی جم	۱۷۸
۱۷	قند پیرانشهر	۹۱	۳۸	پتروشیمی زاگرس	۱۷۹
۱۸	فرآوری مواد معدنی	۹۴	۳۹	پتروشیمی خراسان	۱۸۰
۱۹	فولاد امیرکبیر کاشان	۹۷	۴۰	پتروشیمی اصفهان	۱۸۱
۲۰	قند اصفهان	۹۹	۴۱	پتروشیمی غدیر	۱۸۲
۲۱	قند قزوین	۱۰۰	۴۲	پتروشیمی امیر کبیر	۱۸۳

شایان ذکر است خروجی نهایی در این مرحله از تحلیل، مبنایی برای "تصمیم سازی" یعنی مشخص کردن گزینه های موجه سرمایه گذاری به عنوان شرکت هایی که در قیاس با دیگر شرکت ها از عملکرد مطلوب تری برخوردار بوده اند، مورد استفاده قرار گرفته است.

۶- بحث و نتیجه گیری

یکی از مباحث مهمی که در بازارهای سرمایه مطرح است و باید مورد توجه سرمایه گذاران اعم از اشخاص حقیقی یا حقوقی قرار گیرد، بحث انتخاب ترکیب سرمایه گذاری بهینه می باشد و در این رابطه، بررسی و مطالعه سرمایه گذاران در جهت انتخاب بهترین ترکیب سرمایه گذاری یا سبد بهینه سهام با توجه به میزان ریسک و بازده آن

انجام می شود. انتخاب سبد سهام در اکثر مطالعات پیشین بوسیله حل مدل مارکوویتز با لحاظ کردن ریسک و بازده صورت گرفته حال آن که در این مطالعه تلاش شده تا اهمیت توجه به کارایی سبد انتخابی در تصمیم سازی نشان داده شود. در ادبیات تحقیق موارد متعدد گسترش مدل مارکوویتز مشاهده می شود و نیز مطالعاتی که از تحلیل پوششی داده ها برای انتخاب سبد سهام استفاده کردند اما هیچ یک، از روشی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت بهره نگرفته اند.

هدف از اجرای پژوهش حاضر، تلفیق تصمیم گیری چند معیاره و بهینه سازی ریاضی، زمینه ای برای تصمیم گیری سرمایه ای بوده است. اولین گام در تعیین فضای موجه اولیه (تصمیم سازی سرمایه ای) مبتنی بر الگوی ریاضی تحلیل پوششی داده ها، شناسایی عوامل موثر بر کارآیی مالی شرکت های مزبور به عنوان نهاده ها و ستانده های واحدهای تصمیم گیری مدیریتی بوده و در این راستا از الگوی اکتشافی بهره گرفته شده است. بر اساس تحلیل حوزه دانش و الگوی تحلیل محتوی در داده های کیفی، عوامل موثر بالغ بر ۲۵ مورد و در ۲ دسته نهاده ها و ستانده ها شناسایی گردیده است. در گام دوم با استفاده از الگوی پیشنهادی تحقیق و به اتکای پژوهش های مشابهی چون کوبوتا و تاکهارا (۲۰۱۸) و مقوانی و تاکور(۲۰۱۷) از الگوی تحلیل دیمیتل فازی بهره گرفته شده است. با توجه به نتایج نهایی استفاده از الگوی چند معیاره دیمیتل فازی، دوازده نهاده یا ستانده به عنوان موثرترین عوامل تاثیرگذار بر کارآیی مالی شرکت های منتخب بورسی تهران، با توجه به مقایسه زوجی صورت گرفته به اتکای نظرسنجی دلفی از خبرگان، به ترتیب عبارت از: ۱) نسبت جاری، ۲) نقدشوندگی دارایی، ۳) نسبت مالکانه، ۴) نرخ هزینه عملیاتی، ۵) اندازه شرکت، ۶) بازده عملیاتی دارایی ها، ۷) بازده خالص دارایی ها، ۸) بازده حقوق صاحبان سهام، ۹) گردش دارایی جاری، ۱۰) متوسط بازده ماهانه، ۱۱) قیمت روز به سود هر سهم، ۱۲) رشد درآمد، با توجه به سطح اهمیت نسبی، پالایش گردیده اند.

در گام سوم به ازای داده های عملکردی شرکت های منتخب بورسی در بازه زمانی یک ساله منتهی به ۱۳۹۷/۱۲/۲۹، نهاده ها و ستانده های پالایش شده در مرحله قبل شناسایی گردیده اند. در نهایت از اندازه کارآیی شرکت منتخب بورسی به عنوان متغیر وابسته (جواب بهینه مدل تصمیم سازی) و مقادیر نهاده ها و ستانده های این شرکت ها مبتنی بر داده های عملکردی مقطعی به عنوان متغیرهای مستقل یا توضیحی بهره گرفته و مدل مناسب ریاضی در تعیین فضای موجه اولیه (تصمیم سازی سرمایه ای) مبتنی بر الگوی ریاضی تحلیل پوششی داده ها با توجه به پژوهش برانک و همکاران (۲۰۰۹) تعریف گردیده است. مبتنی بر الگوی پیشنهادی تحقیق و طی ارزیابی کارآیی مالی، شرکت های که اندازه نسبی ۱ یا بر حسب درصد عدد ۱۰۰ درصد را به خود اختصاص داده اند، به عنوان شرکت های کارآ تلقی گردیده اند. چرا که با میزان نهاده های آن ها امکان تولید ستانده های بیشتری وجود نداشته است. سایر شرکت هایی که اندازه کارآیی مالی کمتر از ۱ یا کمتر از ۱۰۰ درصد اختیار کرده اند به عنوان شرکت های ناکارآمد تلقی شده اند. بر پایه نتایج تحقیق، شرکت های کارآمد که در این پژوهش بر پایه الگوی پیشنهادی تحقیق و به اتکای الگوی چارنز و همکاران(۱۹۷۸) و مقوانی و تاکور(۲۰۱۷) به عنوان گزینه های موجه سرمایه گذاری به عنوان فضای موجه اولیه یا تصمیم سازی، در قیاس با دیگر شرکت ها و به تعبیری شرکت های قابل اتکا در تصمیم سازی نهایی شناسایی گردیده اند.

انتخاب ترکیب بهینه سرمایه گذاری از صنعتی خاص یا شرکت های برتر، صورت می گیرد. بر پایه الگوی پیشنهادی، می تواند این انتخاب طی یک فرآیند دو مرحله ای(تصمیم سازی و تصمیم گیری) صورت پذیرد. لذا به شرکت های سرمایه گذاری و تحلیل گران سرمایه توصیه می شود، مبتنی بر ارزیابی چند معیاره کارآیی مالی و به کارگیری الگوی تحلیل پوششی داده ها، دامنه موجه اولیه در تصمیم گیری های سرمایه ای را مشخص کرده، بدون پیش داوری، شرکت های کارآمد را به عنوان گزینه های موجه سرمایه گذاری معرفی نموده و به اصطلاح تصمیم سازی کنند. تحلیل حوزه دانش و تحلیل محتوی ادبیات نشان داد که به جای تکیه صرف بر ریسک و بازده، می توان مجموعه ای از عوامل موثر بر کارآیی مالی و تصمیم سازی را شناسایی کرد. علاوه بر این، نظرسنجی دلفی از خبرگان و روش دیمیتل فازی، به پالایش عوامل عملکردی موثر بر کارایی گزینه های ممکن سرمایه گذاری مشتمل بر: ۱) نسبت جاری، ۲) نقدشوندگی دارایی، ۳) نسبت مالکانه، ۴) نرخ هزینه عملیاتی، ۵) اندازه شرکت، ۶) بازده عملیاتی دارایی ها، ۷) بازده خالص دارایی ها، ۸) بازده حقوق صاحبان سهام، ۹) گردش دارایی جاری، ۱۰) متوسط بازده ماهانه، ۱۱) قیمت روز به سود هر سهم، ۱۲) رشد درآمد، منجر شد. لذا به تحلیل گران بازار سرمایه، شرکت های سرمایه گذاری یا صندوق های مشترک پیشنهاد می گردد که از معیارهای شناسایی و پالایش شده مزبور در تصمیم سازی سرمایه ای استفاده کنند.

بر پایه نظریه اطلاعات هر یک از متغیرها یا نسبت های مالی و حسابداری می توانند اطلاعات عملکردی خاصی را جهت قضاوت ارائه کند. در این پژوهش جهت تلفیق عوامل موثر از الگوی چند معیاره تحلیل پوششی داده ها بهره گرفته شده و به دیگر محققین توصیه می شود جهت تلفیق معیارهای تصمیم گیری از معیار آنتروپی بهره گرفته شود. در این پژوهش به منظور تصمیم سازی، نوعی از الگوی تحلیل پوششی داده ها بهره گرفته شده که بر فرض تحدب خطی و فرض ثابت بودن بازدهی فزاینده تولید متکی هستند. به دیگر محققین توصیه می شود جهت تصمیم سازی از الگوهای هندسی یا لگاریتمی تحلیل پوششی داده ها که بر فرض تحدب هندسی متکی هستند، بهره گرفته شود. طی تحقیق حاضر جهت پالایش عوامل موثر بر تصمیم سازی سرمایه ای از روش دیمیتل فازی بهره گرفته شده که دیگر محققین می توانند از دیگر روش های چند معیاره مانند تحلیل شبکه فازی استفاده کرده یا به جای استفاده از روش های چند معیاره قضاوتی، از الگوریتم های ریاضی(مثل رگرسیون یا تحلیل همبستگی) یا الگوریتم های فرا ابتکاری، بهره گیرند. توصیه می شود، در صورت استفاده از روش های چند معیاره ای چون دیمیتل فازی، عوامل موثر را دسته بندی کرده و به جای تکیه صرف بر اهمیت هر عامل در قیاس با عوامل دیگر، هم به اهمیت دسته عوامل طبقه بندی شده و هم به اهمیت نسبی هر عامل توجه شود. در نهایت این که به دیگر محققین، تلفیق روش های قضاوتی(جهت ارزش گذاری معیارهای تصمیم گیری سرمایه ای) و مدل سازی ریاضی در تصمیم گیری و تصمیم سازی جهت تبدیل الگوی تصمیم گیری به تابع تک هدفه، به عنوان شیوه دیگری در تصمیم گیری دو مرحله ای مبتنی بر تصمیم سازی و تصمیم گیری، پیشنهاد می شود.

فهرست منابع

۱) اژدری، فاطمه و رهنمای رودپشتی، فریدون وحمیدیان، محسن وجعفری، سیده محبوبه و باغانی، علی، (۱۳۹۸)، انتخاب پرتفوی سهام جهت سرمایه گذاری و شناسایی شرکت های برتر با روش محدودیت ال و با استفاده از روش یادگیری ماشین، فصلنامه علمی راهبرد مدیریت مالی دانشگاه الزهراء، انتشار آنلاین از ۱۶ تیر.

۲) اله رضایی، اسعد و فلاحتی، علی و سهیلی، کیومرث، (۱۳۹۷)، بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم تجمع ذرات سه هدفه، فصلنامه نظریه های کاربردی اقتصاد، دوره ۵، شماره۴، صص۵۲-۳۱.

۳) رامتین نیا، شاهین و عطرچی، رومینا، (۱۳۹۷)، بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم تکامل تفاضلی و رویکرد ارزش در معرض ریسک مشروط، نشریه دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره ۱۱، شماره ۴۰، صص ۳۶-۲۵.

۴) سرایی، علی و دستمردی، مصطفی، (۱۳۸۴)، انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از تکنیک حداقل سازی حداکثر پراش بازده، چهارمین کنفرانس ملی مهندسی صنایع، تهران، ایران .

۵) سیفی، عباس و گرویان، نغمه و حنفی زاده، پیام، (۱۳۸۶)، مقایسه مدلهای بهینه سازی استوار برای مساله انتخاب سهام چنددوره ای به کمک شبیه سازی، اولین کنفرانس بین المللی تحقیق در عملیات ایران، جزیره کیش.

۶) علوی تبار، قاسم و باغبانی، مهدی و گرگی زاده، مجید و بحرینی، وحید، (۱۳۹۳)، ارائه الگویی ترکیبی جهت انتخاب سبدسهام دربازار بورس اوراق بهادارتهران با استفاده ازتکنیک تصمیم گیری چندمعیاره، اولین همایش ملی حسابداری ، حسابرسی و مدیریت، اصفهان، ایران.

۷) وفایی جهان، مجید و اکبرزاده توتونچی، محمد رضا، (۱۳۸۶)، انتخاب بهینه سبد سهام مبتنی بر مدل آسپین گلاس، اولین کنگره مشترک سیستم های فازی و سیستم های هوشمند، مشهد، ایران.

8) Aouni, B., Colapinto, C., & La Torre, D. (2014). Financial portfolio management through the goal programming model: Current state-of-the-art. European Journal of Operational Research, 234(2), 536-545.

9) Ban, G. Y., El Karoui, N., & Lim, A. E. B. (2018). Machine Learning and Portfolio Optimization. Management Science, 64(3),1136-1154.

10) Branke, J., Scheckenbach, B., Stein, M., Deb, K., & Schmeck, H. (2009). Portfolio optimization with an envelope-based multi-objective evolutionary algorithm. European Journal of Operational Research, 199(3),684-693.

11) Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429-444.

12) Hovd, M., & Stoican, F. (2014). On the Design of Exact Penalty Functions for MPC Using Mixed Integer Programming. Computers & Chemical Engineering,70, 104–113.

13) Khoo, H. L., (2011). Dynamic Penalty Function Approach for Ramp Metering with Equity Constraints. Journal of King Saud University – Science, 23(3), 273–279.

14) Kubota, K., & Takehara, H. (2018). Does the Fama and French Five-Factor Model Work Well in Japan? International Review of Finance, 18(1),137-146.

15) Kuehn, L-A., Simutin, M., & Wang, J. J. (2017). A labor capital asset pricing model. The Journal of Finance, 72(5), 2131-2178.

16) Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. The Journal of Finance, 7(1),77-91.

17) Meghwani, S. S., & Thakur, M. (2017). Multi-criteria algorithms for portfolio optimization under practical constraints. Swarm and evolutionary computation, 37, 104-125.
18) Roy, R., & Shijin, S. (2018). Dissecting anomalies and dynamic human capital: The global evidence. Borsa Istanbul Review, 18(1),1-32.
19) Sadaf, A., & Ghodrati, H. (2015). An Improved Genetic Algorithm Method for Selection and Optimizing the Share Portfolio. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 4(1), 342-353.
20) Sen, T., Saha, S., Ekbal, A., & Laha, A. K. (2015). Bi-objective portfolio optimization using archive multi-objective simulated annealing. In 2014 International Conference on High Performance Computing and Applications, ICHPCA 2014: IEEE.
21) Sharpe, W. F. (1966). Mutual Fund Performance. The Journal of Business, 39(1),119-138.
22) Xinjie. D. (2019). Stock Trend Prediction with Technical Indicators using SVM. Stanford University.

Financial Economics
Vol. (13) Issue (50) Summer 2024

Combining Multi-Criteria Decision Making and Mathematical Optimization as a Basis for Capital Decision Making

Ali Sepehri
Department of Industrial Management- Financial, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Hossein Jabbari
Department of Accounting, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Hassan Ghodrati Ghazaani
Department of Management, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Hossein Panahian
Department of Management, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Abstract
The present study was conducted with the aim of combining multi-criteria decision making approach and mathematical optimization in evaluating financial efficiency and refining the affecting factors. In this research, based on a quantitative analysis, a distinction is made between capital decision supporting and decision-making, and data envelopment analysis has been used in selecting the investment option. The type of research has been done in terms of theoretical-applied purpose and with survey research design. Using the fuzzy Dematel method, the most effective factors of financial efficiency was: 1) Current ratio, 2) Liquidity of assets, 3) Ownership ratio, 4) Operating cost rate, 5) Firm size, 6) Operating return on assets, 7) Net return Assets, 8) return on equity, 9) current asset turnover, 10) average monthly return, 11) daily price to earnings per share, 12) earnings growth. The statistical population of the research in the refinement of inputs and outputs includes professors and experts and, 183 selected companies of Tehran Stock Exchange in the selection of the optimal capital combination. The evaluation of financial efficiency led to the identification of 42 companies as justified investment options.
Keywords: Justified Space Constraint, Financial Efficiency, Capital Decision Making, Stock Portfolio, Data Envelopment Analysis.