

بهینه سازی دو سطحی سبد سهام با در نظر گرفتن شاخص های تحلیل بنیادی در شرایط عدم قطعیت فازی

محمد پرخید^۱، عمران محمدی^۲

مشخصات نویسنده اول

۱- نویسنده مسوول: دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی سیستمهای مالی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.

Email: m_parkhid@ind.iust.ac.ir

۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.

Email: e_mohammadi@iust.ac.ir

چکیده

مسئله اصلی هر سرمایه گذاری مجموعه اوراق بهاداری است که مطلوبیت آن حداکثر است. این مسئله معادل انتخاب سبد سهام مناسب از مجموعه سبد سهام های ممکن می باشد، که تحت عنوان مسئله انتخاب سبد سهام نامیده می شود. همچنین تعیین میزان خرید هر سهم و تشکیل سبد سهام بهینه نیز از دیگر مسائل مهم در زمینه سرمایه گذاری می باشد. از طرفی دیگر تصمیم گیری درباره شیوه استفاده از روش های تحلیل سهام شرکت ها مانند روش های بنیادی و تکنیکال و نیز کارایی هر یک از این روش ها از دیگر دغدغه های سرمایه گذاران در انتخاب و بهینه سازی سبد سرمایه گذاری می باشد. در این پژوهش، در فاز اول تحت عنوان انتخاب سبد سهام (Portfolio selection)، سهام شرکت هایی که در مقاله پایه معرفی شده است، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) و معیار های تحلیل بنیادی مورد ارزیابی قرار گرفته و شرکت های برتر شناسایی و انتخاب می شود. در فاز دوم تحت عنوان بهینه سازی سبد سهام (Portfolio optimization)، با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی در شرایط عدم قطعیت فازی با معیارهای مرتبط با تئوری مدرن پورترفوی (بازده و ریسک) و همچنین معیار های تحلیل بنیادی، سبد سرمایه گذاری بهینه تشکیل می شود. هدف این پژوهش یافتن مدلی است که بطور جامع بتواند مهم ترین معیار های لازم جهت انتخاب سبد سرمایه گذاری را در نظر بگيرد و سپس به بهینه سازی سبد سرمایه گذاری بپردازد.

واژگان کلیدی: بهینه سازی سبد سهام، تحلیل بنیادی، برنامه ریزی آرمانی، برنامه ریزی فازی، تحلیل پوششی داده ها

۱- مقدمه

اولین دغدغه مدیران هر مجموعه سرمایه گذاری، تبدیل مناسب و بهینه منابع سرمایه های موجود به حداکثر درآمد ممکن از طریق سرمایه گذاری در زمان و مکان مناسب است. بنابراین در وضعیت اقتصادی امروز، چگونگی و محل سرمایه گذاری کار پیچیده و مخاطره آمیزی است. به عبارتی همه سرمایه گذاران درصدد هستند تا بتوانند با رعایت معیارهای مؤثر در تصمیم سرمایه گذاری و با توجه به ترجیحات شخصی خود حتی الامکان به بهترین انتخابهای ممکن برسند تا ضمن حداقل کردن ریسک به ازای بازده مشخص، تا حدی هم ترجیحات خود مانند درجه ریسک گریزی را لحاظ کرده باشند.

مسائل مالی، مانند مسئله انتخاب سبد سهام از جمله مسائل جذاب در زمینه برنامه ریزی در عدم قطعیت هستند. در سالهای اخیر شاهد افزایش مطالعات در حوزه مالی بوده ایم که در انتخاب سبد سهام و مدیریت آن نیز تحقیقات گستردهای انجام شده است و روشهای مختلفی برای انتخاب سهام ارائه گردیده است. مطالعه سبد سهام از آن جهت دارای اهمیت است که با سودآوری ارتباط دارد و ارائه یک مدل بهتر برای انتخاب سبد، میتواند منجر به سود بالاتر شود. اولین مدل برای مسئله سبد سهام توسط مارکویتز ارائه شد. او بیان کرد که یک سرمایه گذار منطقی فقط بر روی ماکزیمم کردن بازده سبد سهام دقت نمی کند، بلکه علاوه بر بازده بر ریسک آن نیز توجه دارد. در مدل سازی ریسک به عنوان واریانس مدل شناخته می شود بنابراین با توجه به موارد ذکر شده، دو هدف برای سرمایه گذاران از تشکیل سبد سهام شکل میگیرد که این مسئله سبد سهام را به یک مسئله چند هدفه تبدیل میکند.

آن چیزی که شرایط را در حل مسائل دشوار میکند وجود عدم قطعیت در مسائل است. عدم قطعیت را میتوان عدم اطلاع کامل درباره رخدادهای آینده توصیف کرد که میتواند با جمع آوری اطلاعات آن را کم کرد، اما نمیتوان آن را حذف نمود. وقوع بحران های اقتصادی در سال های گذشته باعث شد تا عدم قطعیت در مسائل مالی اهمیت خاصی پیدا کند و مطالعات فراوانی در زمینه مقابله با عدم قطعیت در این مسائل انجام گرفت. مسئله انتخاب سبد سهام نیز از جمله مسائلی است که در شرایط عدم قطعیت بررسی می گردد، چون سرمایه گذار نمیتواند میزان دقیق بازدهی یک سهام را پیشبینی کند. وجود هر نوع عدم قطعیت در مدل سازی بازارهای مالی و عوامل مؤثر بر آن موجب بروز مقداری ریسک در فرآیند تصمیم گیری میشود. رویکردهای برخورد با عدم قطعیت در ادبیات محدود بوده و از رویکردهای برنامه ریزی فازی، استوار و احتمالی میتوان به عنوان سه رویکرد اصلی مسائل عدم قطعیت نام برد. تنوع روشهای سرمایه گذاری و پیچیدگی تصمیم های مزبور در چند دهه اخیر افزایش چشمگیری داشته است. این رشد گسترده، نیاز فزایندهای به مدل های فراگیر و یکپارچه ایجاد نمود.

در این مقاله، در ابتدا پژوهش های اولیه و همچنین تحقیقات اخیر در این زمینه مرور می شود. در ادامه مبانی نظری تحت عناوین تئوری مدرن پورتفوی و تحلیل بنیادی مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه روش شناسی تحقیق در رابطه با برنامه ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده ها رویکرد فازی مورد بررسی قرار می گیرد. در نهایت نیز مسئله در دو فاز انتخاب و بهینه سازی سبد سهام مطرح شده و نتایج مورد بررسی قرار میگیرند.

۲- پژوهش های اولیه

توازن میان ریسک و بازده با ظهور تئوری مدرن پورتفوی که برای اولین بار توسط مارکویتز ارائه شد عملاً در سبد سرمایه گذاری بسیاری از سرمایه گذاران اعمال شد. تئوری مارکویتز متنوع سازی اوراق بهادار را کمی و مرز کارا را برای سبد سرمایه گذاری بهینه معرفی کرد که در بخش قبل بطور کامل تشریح شد.

توین (۱۹۵۸) معتقد بود که با دارایی های بدون ریسک، فارغ از مطلوبیت سرمایه گذار می توان بدنه ای با ریسک بهینه تشکیل داد. کینگ^۱ (۱۹۶۶) شواهدی دال بر تأثیر متغیرهای صنعت بر مدل بازار ارائه کرد که در محاسبات در نظر گرفته نمی شود. هانک و لوی^۲ (۱۹۶۹) نشان دادند که معیار میانگین - واریانس برای تابع مطلوبیت فردی تحت شرایط خاصی معیار کارا و با اعتباری است. زیмба و همکاران (۱۹۷۴) مدلی را برای مشکل بدنه ای با دارایی بدون ریسک در فرآیندی دو مرحله ای ارائه نمودند. کالبرگ و زیмба^۳ (۱۹۸۳) نشان دادند در صورتی که درجه ریسک گریزی مطلق سرمایه گذاری مشابه باشد. سرمایه گذاران با داشتن هر نوع تابع مطلوبیتی، پرتفوی بهینه ی مشابهی را بر می گزینند. لی و لرو^۴ (۱۹۷۳) مدلی به منظور انتخاب بهینه بدنه با بکارگیری برنامه ریزی آرمانی ارائه نمودند. چند سال بعد لی و چسر^۵ (۱۹۸۰) در مقاله ای نگرش برنامه ریزی آرمانی چندمعیاره را مطرح کردند.

زونبرگ (۱۹۷۴) مدل چند معیاره ای شامل عوامل درون صنعت و سایر عوامل را مطرح نمود. راس^۶ (۱۹۷۶) تئوری قیمت گذاری آربیتراژ یا مدل چند شاخصی را ارائه کرد. راس و رول^۷ (۱۹۸۴) چهار عامل ریسک را که عبارتند از تغییرات پیش بینی نشده در تولید صنعتی، تغییرات پیش بینی نشده در صرف های ریسک (تفاوت بین اوراق قرضه رتبه بالا و رتبه پایین) و تغییرات پیش بینی نشده در شیب منحنی عایدی (سود) را شناسایی کردند، اگر چه پس از تحقیق آنها نیز محققان دیگر عوامل متعددی برای ریسک بیان کردند.

مطالعات کونو و یامازاکی^۸ (۱۹۹۱) حاکی از آن است که انحراف مطلق از میانگین بازده تحت شرایطی خاص همانند واریانس، معیاری برای اندازه گیری ریسک است. ورزل^۹ (۱۹۹۴) مدل انحراف مطلق از میانگین را تعمیم داد. اسپرانزا^{۱۰} (۱۹۹۶) در حوزه ارزش مطلق میانگین از انحراف منفی مطالعه نمود.

الکساندر و باپتیستا^{۱۱} (۲۰۰۱) به بررسی مفهوم اقتصادی، کاربردی میانگین - واریانس برای انتخاب سبد اوراق بهادار و همچنین مقایسه آن با میانگین - وار پرداختند. آنها در تحقیق خود یافتند که برای برخی از سرمایه گذاران ریسک گریز، پرتفویی که دارای واریانس بالاتر باشد ممکن است ارزش در معرض خطر پائین تری داشته باشد؛ بنابراین ممکن است یک پرتفوی کارا که ارزش در معرض خطر را حداقل کند موجود نباشد اما این به آن معنا نیست که واریانس معیار مناسب تری از ارزش در معرض خطر است.

۳- پژوهش های اخیر

¹ Zimba

² Hanock & Levy

³ Kallberg & Zimba

⁴ Lee & Lerro

⁵ Lee & Chesser

⁶ Ross

⁷ Ross & Roll

⁸ Konno and Yamazaki

⁹ Worzel

¹⁰ Sperznza

¹¹ Alexander & Baptista

افشار کاظمی و همکاران (۱۳۹۱) پژوهشی انجام دادند که هدف این تحقیق تشکیل پورتفوی بهینه، با تلفیق روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) و برنامه ریزی آرمانی (GP) می باشد. لذا در این راستا داده های مربوط به ۶ صنعت از بین صنایع بورس اوراق بهادار تهران که در مجموع شامل ۲۵۰ شرکت می باشند، در فاصله زمانی ابتدا و انتهای سال ۱۳۸۸ جمع آوری شده، کارایی نسبی شرکت های واقع در هر صنعت محاسبه و کارا ترین شرکت های واقع در هر صنعت تعیین شده، که در مجموع ۴۸ شرکت کارا مشخص گردید. در مرحله بعد پس از جمع آوری داده های مربوط به معیار های سرمایه گذاری برای شرکت های کارا، برای تعیین سطح آرمانی سرمایه گذاری از برنامه ریزی خطی کمک گرفته شد. در مرحله آخر با توجه به اولویت ها و آرمان های سرمایه گذار و با استفاده از برنامه ریزی آرمانی موجبات کمک به اتخاذ تصمیم سرمایه گذار فراهم آمد.

پور قزوینی و محمدی (۱۳۹۳) در مقاله بهینه سازی سبد سهام با استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی، با استفاده از مدل مار کویتز مدل بهینه سازی برای کاهش میزان ریسک و افزایش میزان بازده پورتفوی طراحی کردند و نهایتاً با استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی اقدام به بهینه سازی مدل نهایی نمودند.

پیشوایی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی، ابتدا مدل جدیدی بر اساس نظریه سبد سهام مدرن (MPT) و با اضافه کردن محدودیت هایی نظیر تعداد سهام و انعطاف پذیری وزن سهام در سبد سهام ارائه دادند. برای طراحی این مدل با توجه به وجود عدم قطعیت از روابط فازی استفاده شده است. که در اینجا از هر دو نوع برنامه ریزی منعطف و امکانی که از زیرمجموعه های برنامه ریزی فازی هستند، برای تبدیل مدل به یک مسئله ساده استفاده شده است.

هسین هانگ چن (۲۰۰۸) تحقیقی در بورس اوراق بهادار تایوان انجام داده است تحت عنوان "انتخاب سهام توسط تحلیل پوششی داده ها"، در این تحقیق داده های تاریخی را از سه ماهه دوم سال ۲۰۰۴ تا سه ماهه سوم سال ۲۰۰۷ بصورت دوره های سه ماهه تهیه کرده و توسط مدل های CCR و BCC بصورت جداگانه، پرتفوهایی تشکیل داده اند و در آخر پرتفوهایی بدست آمده از این دو مدل را با پورتفوی حاصل از انتخاب بر مبنای اندازه شرکت و همچنین با میانگین بازده بازار مقایسه کرده اند.

پیکانی و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله ای با استفاده از یک رویکرد دو مرحله ای برنامه ریزی استوار اقدام به انتخاب و بهینه سازی سبد سرمایه گذاری در بازار بورس و اوراق بهادار تهران پرداختند. در فاز اول این پژوهش روش تحلیل پوششی داده های مورد نیاز این تحقیق انتخاب گردید و در ادامه معیار های مورد استفاده در این روش شامل P/S، نسبت آنی، نسبت بدهی، β و انحراف استاندارد به عنوان ورودی و EPS، نرخ بازده، نقد شوندگی و رشد نسبی EPS به عنوان خروجی مشخص می گردد. نهایتاً نیز یک مدل تحلیل پوششی داده ها با رویکرد استوار برای انتخاب سبد سهام طراحی میشود. در فاز دوم این پژوهش مدل بهینه سازی استوار با معیار های ریسک، بازده و نقد شوندگی تشکیل شده و بر روی سبد نهایی خروجی از فاز یک پیاده سازی میشود.

اضمی و تمیز^{۱۲} (۲۰۱۷) در مقاله ای تحت عنوان "برنامه ریزی آرمانی با فاکتور های توسعه یافته برای انتخاب سبد سهام" با استفاده از برنامه ریزی آرمانی وزنی ("WGP") با اهداف و معیار های متفاوت، شامل مقادیر مربوط به فاکتور های توسعه یافته (نظیر EPS، P/B، ...) و معیار های مربوط به تئوری مدرن سبد سهام، مدلی هایی برای انتخاب سبد سهام ارائه دادند. در نهایت با مقایسه نتایج بدست آمده از هر مدل و همچنین با مقایسه نتایج

¹² Tamiz & Azmi

¹³ Weighted Goal Programming

با میانگین شاخص کل داو جونز میتوان به این نتیجه رسید که مدل های مربوط به فاکتور های توسعه یافته نسبت به مدل های ریسک و بازده دارای کارایی بیشتری می باشد.

در جدول زیر خلاصه ای از تحقیقات پیشین و دیگر پژوهش های مرتبط آورده شده است (FA: تحلیل بنیادی، TA: تحلیل تکنیکال، MPT: تئوری مدرن سرمایه گذاری، UC: عدم قطعیت):

محقق	سال	مسئله	روش تحقیق	U.C.	MPT	TA	FA
کاظمی و همکاران	۱۳۹۱	بهینه سازی بدره	برنامه ریزی آرمانی، تحلیل پوششی داده ها		✓		
خداامردی و همکاران	۱۳۹۲	انتخاب بدره	برنامه ریزی آرمانی		✓		✓
محمدی و همکاران	۱۳۹۳	بهینه سازی بدره	برنامه ریزی آرمانی		✓		
پیشوایی و همکاران	۱۳۹۴	بهینه سازی بدره	برنامه ریزی فازی	✓	✓		
شمس و علوی	۱۳۹۴	انتخاب بدره	برنامه ریزی خطی		✓	✓	✓
فرخ و فلاح	۱۳۹۸	انتخاب بدره	برنامه ریزی امکانی فازی چند هدفه	✓	✓		
Fu et al	1997	Portfolio Selection	Genetic algorithm		✓	✓	
Chavarnakul and Enke	2008	Stock trading	Neural networks	✓		✓	
Jana et al	2009	Portfolio Selection	Possibility theory, Fuzzy	✓	✓		
Lee & Yu	2010	Stock evaluation and portfolio	Conceptual model		✓		
Dastkhan et al	2011	Portfolio selection	Fuzzy programming	✓	✓		
Esfahanipour and Mousavi	2011	Stock trading	Genetic programming			✓	
Gorgulho et al	2011	Portfolio management	Genetic algorithm			✓	
Jasemi et al	2011	Portfolio management	Conceptual model		✓	✓	
Yu and Lee	2011	Portfolio rebalancing	Fuzzy programming	✓	✓		
Escobar et al	2013	Stock recommendation	Fuzzy logic	✓		✓	
Gradojevic and Genc	2013	Stock market timing	Fuzzy logic	✓		✓	
Yunusoglu and Selim	2013	Stock evaluation and portfolio	Fuzzy expert system	✓		✓	
Lincy & John	2015	Portfolio rebalancing	Fuzzy Inference System	✓	✓	✓	✓
Tharavanij et al	2015	Stock evaluation and portfolio	grid-search			✓	
Tamiz & Azmi	2017	Portfolio selection	weighted goal programming		✓		✓
Khayamim et al	2018	Portfolio rebalancing	Fuzzy programming, Market psychology	✓	✓	✓	
Mangaraj et al	2018	Portfolio Optimization	Fuzzy goal programming	✓	✓		
Mehlawat et al	2018	Portfolio selection & Optimization	Data envelopment analysis, Fuzzy optimization	✓	✓		✓
Peykani et al	2020	Portfolio selection & Optimization	Robust Data envelopment analysis	✓	✓		✓
This research	2022	Portfolio Selection, Portfolio Optimization	Data envelopment analysis, Fuzzy weighted goal programming	✓	✓		✓

جدول ۱: خلاصه تحقیقات پیشین

۴-۱- تنوری مدرن پورتفوی

در سال ۱۹۵۳ هری مارکوییتز مدل اساسی سبد سرمایه گذاری را ارائه کرد که مبنایی برای تنوری مدرن پورتفوی^{۱۴} قرار گرفت. قبل از مارکوییتز سرمایه گذاران با مفاهیم ریسک و بازده آشنا بودند اما قادر به اندازه گیری میزان ریسک بصورت کمی نبودند. مارکوییتز درصدد برآمد تا روشها و ایده های موجود را در قالب یک چارچوب رسمی سازماندهی کرده و به این سؤال اساسی پاسخ دهد که آیا ریسک سبد سرمایه گذاری با مجموع ریسک اوراق بهادار منفرد که روی هم سبد سرمایه گذاری را تشکیل میدهند برابر است یا خیر. مدل او بر مبنای بازده مورد انتظار و ویژگی های ریسک اوراق بهادار که چارچوب تنوریک برای تجزیه و تحلیل گزینه های ریسک و بازده است، استوار شده است. مارکوییتز همچنین مفهوم سبد سرمایه گذاری کارا را مطرح کرد. سبد سرمایه گذاری کارا به معنای ترکیب مطلوب اوراق بهادار به نحوی است که ریسک آن سبد سرمایه گذاری در ازای نرخ بازده معین به حداقل رسیده باشد. این مقدار را اصطلاحاً مرز کارای میانگین-واریانس می نامند.

مدل اصلی مارکوییتز بصورت رابطه (۱) می باشد که در آن δ_p^2 واریانس بازده سبد سهام، σ_{ij} کواریانس سهام i و j ، X_i وزن مربوط به سهم i ام در سبد سهام، R_p بازدهی مورد انتظار سبد سهام و R_i بازدهی سهم i ام می باشد:

$$\begin{aligned} \min \delta_p^2 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j \\ \max R_p &= \sum_{i=1}^n r_i x_i \end{aligned} \quad (1)$$

Subject to:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_i &= 1 \\ x_i &\geq 0 \quad i=1, \dots, n \end{aligned}$$

درخصوص آنالیز قیمت سهام و سرمایه گذاری در دارایی های مالی غیر از دیدگاه سبد سهام مدرن (MPT) که پیشتر تحت عنوان مدل مارکوییتز مطرح شد دو دیدگاه بزرگ دیگر در ادبیات مالی مطرح و بسیار پرکاربرد می باشد. این دو دیدگاه شامل روش تحلیل بنیادین و روش تحلیل چارچوب یا تکنیکال می باشد که در ادامه به توضیح تحلیل بنیادین که مورد استفاده در این پژوهش است پرداخته می شود.

۴-۲- تحلیل بنیادی

تحلیل بنیادی پژوهشی است که اطلاعات مالی پایه ای را برای پیش بینی سود، عرضه و تقاضا، قدرت صنعت، توانایی مدیریت و مسائل ذاتی دیگر که بر ارزش بازار سهام و پتانسیل رشد آن تاثیر گذارند مورد مطالعه قرار می دهد. رویکرد بنیادی از اطلاعات تاریخی نرخ سود سهام، سود، یا فروش برای مثال برای پیش بینی نتایج سرمایه گذاری استفاده می کند. در این روش انتخاب سهام از کلیه ابعاد مورد ارزیابی دقیق و همه جانبه قرار می گیرد و در نهایت پس از انتخاب شرکت، قیمت ذاتی سهام شرکت را نیز محاسبه می کند. در بررسی اقتصادی و عوامل سیاسی اجتماعی، کلیه زمینه های

¹⁴ Modern portfolio theory

اقتصادی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم بر عملکرد صنایع و شرکت ها تأثیر گذار هستند مورد مطالعه قرار می گیرند. دامنه این عوامل بسیار متنوع است و طیف گسترده ای را در بر میگیرد. این موارد به طور عمده شامل بررسی هایی نظیر نرخ رشد اقتصادی، نرخ رشد اشتغال، نوسانات نرخ بهره، رشد سرمایه گذاری، نوسانات نرخ ارز، کسری بودجه، برنامه های عمرانی و اقتصادی دولت، چشم انداز برنامه های پنج ساله، تغییر تراز پرداخت ها، تغییر مقررات و قوانین، میزان صادرات و ... می شود. همچنین عوامل سیاسی اجتماعی مانند بروز تنش ها، رخداد های مهم سیاسی و ... نیز به نوبه خود دارای اثرات مثبت یا منفی بر اوضاع عمومی بازار سهام می باشد. لازم به ذکر است که دو عامل نوع صنعت و اقتصاد کلان جزو عوامل بیرونی هستند که غالباً شرکتها و خود بورس بر آنها کنترلی ندارند.

فعالیت اقتصادی شرکت های تولیدی و صنعتی با توجه به تقاضای بازار برای کالای تولید شده می تواند در سودآوری آن نقش به سزایی داشته باشد. به عنوان مثال شرکتی که عرضه کننده انحصاری کالای خاصی به یک بازار باشد می تواند بر قیمت آن اعمال قدرت بیشتری نماید و در نتیجه سود بالای شرکت مزبور تضمین شده است (علیشاهی و اعظمی، ۱۳۹۶).

در استفاده از شاخص های بنیادی، تحلیل ها معمولاً از طریق بررسی صورت های مالی شرکت انجام می پذیرد. بدین وسیله می توان نسبت های مالی سودمندی را برای تحلیل ارزش ذاتی سهام شرکت استخراج کرد. پنج دسته اصلی صورت های مالی به شرح زیر می باشد:

۱. نسبت های نقدینگی

این نوع نسبت ها توانایی و قدرت پرداخت واحد اقتصادی را در بازپرداخت بدهی های کوتاه مدت اندازه گیری می کند. از مهمترین نسبت های نقدینگی می توان به نسبت جاری و نسبت سریع (آنی) اشاره کرد.

۲. نسبت های اهرمی

این نسبت ها میزان توانایی شرکت ها را در انجام و اجرای تعهدات میان مدت و طولانی مدت منعکس می کند. این نسبت ها از آن جهت که شیوه تأمین بدهی های شرکت و توان پرداختی شرکت نسبت به این بدهی ها را ارزیابی می کند، اهمیت بالایی دارد. از مهمترین نسبت های اهرمی می توان به نسبت ثابت و نسبت بدهی اشاره کرد.

۳. نسبت های فعالیت

این نوع نسبت ها تعیین میکند که تا چه حد شرکت ها منابع خود را به نحو موثری مورد استفاده قرار می دهند. از مهمترین نسبت های فعالیت می توان به نسبت گردش دارایی ثابت و نسبت گردش سرمایه جاری اشاره کرد.

۴. نسبت های سودآوری

این نسبت ها نشان دهنده کارایی کلی مدیریت و سود ناشی از عملیات فروش و سرمایه گذاری هستند. از مهمترین نسبت های فعالیت می توان به بازده دارایی و بازده سرمایه اشاره کرد (سجادی، ۱۳۹۲).

۵. نسبت های ارزش بازار

از این نسبت ها برای سنجش عملکرد گذشته و پیش بینی روند آتی شرکت استفاده می شود، درواقع نسبت های ارزش بازار به تحلیلگر یا سرمایه گذار کمک می کند تا ارزش ذاتی یک سهم را بدست آورده و عملکرد گذشته و مورد انتظار آینده را ارزیابی کند. از مهمترین نسبت های فعالیت می توان نسبت ارزش دفتری (P/BV) و نسبت قیمت به درآمد (P/E) سرمایه اشاره کرد (حسینی، ۱۳۹۹).

۴-۳- برنامه ریزی آرمانی

در فرمول بندی و حل مسائل برنامه ریزی خطی، فرآیند مدلسازی بر اهداف همچون بیشینه سازی سود یا کمینه سازی هزینه متمرکز می شود، اما بسیاری از موقعیت های تصمیم گیری در جهان واقعی، محدود کردن اهداف سازمان به یک هدف، کار عملی و مطلوبی به شمار نمی رود، زیرا اکثر سازمان ها علاوه بر بیشینه سازی سود یا کمینه سازی هزینه، اهداف متعدد دیگری همچون تثبیت نیروی انسانی، بیشینه سازی سهم بازار، کنترل افزایش قیمت ها و ... را مدنظر دارند. برای فرمول بندی و حل مسائلی که مستلزم اهداف و آرمان های متعدد هستند، روش معتبری جهت تکمیل تکنیک برنامه ریزی خطی به وجود آمده که برنامه ریزی آرمانی نامیده می شود. برنامه ریزی آرمانی در عین داشتن انعطاف پایی برنامه ریزی خطی، اهداف متضادی را شامل می شود و با توجه به اولویت های اهداف از نگاه تصمیم گیرندگان جواب بهینه را ارائه می نماید و بطور کلی اینگونه عمل میکند که ابتدا از تصمیم گیرنده میخواهد برای هر کدام از معیار های موجود مقدار آرمانی تعریف کند و سپس با در نظر گرفتن اختلاف هر معیار با مقدار آرمانی آن و همچنین اهمیت هر معیار (وزنی که توسط تصمیم گیرنده مشخص میگردد)، اقدام به بهینه سازی مسئله کند.

وجه تمایز این روش در آرمان هایی است که بر اساس ترتیب تقدم یا اهمیت آنها از نظر تصمیم گیرندگان اولویت بندی شده و در یک ردیف ترتیبی با روش حل برنامه ریزی آرمانی به دست می آیند. بدیهی است که همواره امکان تحقق هر یک از اهداف تعیین شده وجود ندارد. از این رو در برنامه ریزی آرمانی، تصمیم گیرنده ملزم می گردد که به جای تحقق یک نتیجه بهینه برای یک آرمان، تلاش خود را به سطح رضایت بخشی از چند آرمان متمرکز سازد.

بطور کلی مدل ریاضی برنامه ریزی آرمانی بصورت رابطه (۲) می باشد که در آن δ_i مقدار اختلاف معیار i از مقدار آرمانی، w_i وزن مربوط به معیار i در مسئله بهینه سازی و g_i مقدار آرمانی معیار i ام می باشد.

$$\min Z = \sum_{i=1}^p (w_i^+ \delta_i^+ + w_i^- \delta_i^-)$$

Subject to:

$$f_i(x) - \delta_i^+ + \delta_i^- = g_i$$

(۲)

$$x \in D$$

$$\delta_i^- \& \delta_i^+ \geq 0$$

$$i=1, \dots, p$$

۴-۴- تحلیل پوششی داده ها

تحلیل پوششی داده ها یک مدل برنامه ریزی ریاضی، برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم گیرندهای است که شامل چندین ورودی و چندین خروجی می باشد. سنجش کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک سازمان همواره مورد توجه محققین قرار داشته است. به بیان دیگر تحلیل پوششی داده ها روشی است که با استفاده از مفهوم کارایی نسبی، اقدام به محاسبه ی کارایی برای واحدهای مشابه و مقایسه ی آنها می نماید. این مقایسه و تقسیم بندی واحدها به دو دسته ی کارا و ناکارا بر اساس یک مرز که تمامی واحدها را در بر می گیرد و همچنین، این مرز بر

اساس مجموعه ی امکان تولید DEA ساخته می شود، صورت می پذیرد. فارل^{۱۵} در سال ۱۹۵۷، با استفاده از روشی کارایی یک واحد تولیدی را مورد ارزیابی قرار داد. فارل با استفاده از ورودیها و خروجیهای واحدهای تصمیم گیرنده و اصول حاکم بر آنها، مجموعه ای با عنوان مجموعه امکان تولید کرد و قسمتی از این مجموعه را به عنوان مرز کارا در نظر گرفت. نهایتاً واحدهایی که روی این مرز قرار میگیرند، به عنوان واحد های کارا شناسایی می شوند. از آنجائیکه تحلیل پوششی داده ها، تکنیک ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیرنده است، حداقل یکی از واحدها روی مرز و بقیه واحدها در زیر آن قرار دارند (فارل، ۱۹۵۷).

با توجه به اینکه تحلیل پوششی داده ها مبتنی بر بهینه سازی با استفاده از برنامه ریزی خطی میباشد، منحنی مرزی کارا مجموعه ای از نقاط می باشند. برای تعیین این نقاط میتوان از دو فرض بازدهی ثابت (مدل CCR) و متغیر (مدل BCC)، نسبت به مقیاس استفاده کرد. بازده به مقیاس بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی ها و خروجی های یک سیستم میباشد. مدلهایی که تاکنون ارائه شده اند را میتوان به دو دسته مدلهای شعاعی، شامل مدل CCR و BCC و مدلهای غیرشعاعی، شامل مدلهای جمعی و مدل SBM تقسیم کرد.

از آنجائیکه تحلیل پوششی داده ها، تکنیک ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیرنده است، حداقل یکی از واحدها روی مرز و بقیه واحدها در زیر آن قرار دارند. لازم به توضیح است که در رابطه ی (۳)، u نشان دهنده ی وزن خروجی ها، v وزن ورودی ها، y خروجی ها، x ورودی ها، I اندیس خروجی ها، i اندیس ورودی ها، O واحد تحت بررسی، S تعداد خروجی ها و m تعداد ورودی ها می باشد:

$$RE_{DMU_o} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (3)$$

تحلیل پوششی داده ها برای مشخص کردن ارزش و وزن هر ورودی و خروجی در رابطه ی (۳)، به هر DMU اجازه می دهد تا مجموعه ای از وزنها را مشخص کند که آن واحد را در مطلوب ترین وضعیت نسبت به دیگر واحدها نشان دهد. این انعطاف پذیری در انتخاب وزنها برای هر واحد، به نوعی هم نقطه ضعف و هم نقطه قوت DEA به حساب می آید. ضعف آن در این است که امکان دارد وزنها ربطی به ارزش ورودی ها و خروجی ها نداشته باشد، ولی نقطه قوت این روش در این است که برای بازنگری عملکرد و هم چنین عدم انتخاب واحدی که کارایی آن کمتر از یک باشد، جای هیچ شک و شبهای باقی نمی ماند؛ زیرا عملکرد این واحد تحت بهترین وزن های انتخاب شده برای ورودی ها و خروجی های آن، بهترین عملکرد نبوده، بدین ترتیب و با توجه به این ویژگی، می توان از DEA برای پالایش سهام و کنار گذاشتن سهام ناکارا از دایره ی انتخاب استفاده کرد و از ورود سهام ناکارا به پرتفولیو جلوگیری کرد. حال با این تفاسیر برای واحد تحت مطالعه خواهیم داشت:

کارایی واحد تحت مطالعه را حداکثر کنید در حالی که کارایی همه ی واحدها کوچک تر یا مساوی ۱ باشد :

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \\
 \text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1 \quad j = 1, \dots, n \\
 u_r &\geq 0, \quad v_i \geq 0
 \end{aligned} \tag{4}$$

به مدل فوق که اولین بار توسط چارترز و همکاران معرفی شد، مدل نسبت CCR گفته می شود که متغیرهای آن، وزنهای هستند و اندیس مربوط به واحدها و n تعداد واحدها می باشد و در آن کارایی واحد تحت مطالعه را حداکثر می شود در حالی که کارایی همه ی واحدها کوچک تر یا مساوی ۱ باشد. این مدل علی رغم این که یک مدل برنامه ریزی غیر خطی است؛ ولی به راحتی قابل تبدیل به یک مدل برنامه ریزی خطی به صورت زیر می باشد که این مدل برنامه ریزی خطی، مدل مضربی CCR در ماهیت ورودی (CCRM-I) نام دارد

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z &= \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\
 \text{s.t. } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \quad j = 1, \dots, n \\
 \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\
 u_r &\geq 0, \quad v_i \geq 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

از زمان ارایه ی مدل CCR تاکنون مدل های متعدد و قابل توجهی در زمینه ی تحلیل پوششی داده ها، توسط محققان مختلف ارایه گردیده است که در این پژوهش از میان این مدل ها، مدل مضربی CCR در ماهیت ورودی (CCRM-I) با توجه به دلایلی که در ادامه مطرح می گردد، انتخاب شده است. این انتخاب با توجه به شرایط مساله، مرور ادبیات مدل های DEA مورد استفاده در زمینه ی انتخاب سبد سرمایه و ویژگی های مدل های مذکور صورت گرفته است.

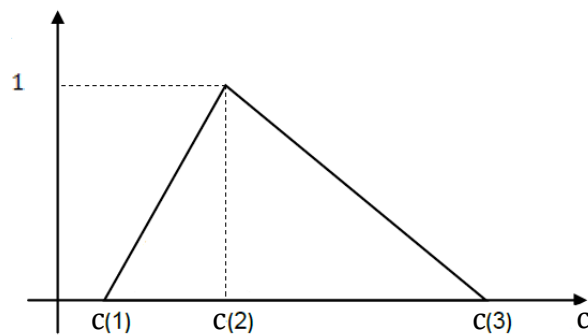
۴-۵- رویکرد فازی

از آنجایی که در بسیاری از مسائل صنعتی و مدیریتی که منجر به حل یک مساله برنامه ریزی خطی می شود، تصمیم گیرنده نمی تواند به طور دقیق مقادیر ضرایب مساله را تعیین کند و این ابهام نیز از نوع احتمالی نمی باشد، نظریه مجموعه های فازی مورد استفاده قرار می گیرد. در برنامه ریزی ریاضی فازی پارامترهای مدل، ساختار محدودیت ها و تابع هدف بصورت غیر قطعی فرموله می شود. سپس با استفاده از عملیات مجموعه های فازی و خواص آن مدل فازی به یک مدل برنامه ریزی ریاضی قطعی تبدیل می شود که با حل آن می توان به جواب مدل فازی رسید. یک روش متداول و مناسب برای رتبه بندی اعداد فازی تعریف یک تابع رتبه بندی از مجموعه اعداد فازی به مجموعه اعداد حقیقی است که در آن ترتیب وجود دارد. به بیان دیگر سیستم های منطق فازی در پاسخ به ورودی ناقص، مبهم، تحریف شده و یا غیر دقیق، خروجی قابل قبول ولی مشخصی

تولید می کنند. عموماً در چنین روش هایی مدل برنامه ریزی خطی فازی به یک مدل برنامه ریزی خطی کلاسیک تبدیل می شود و با استفاده از حل این مدل جواب مساله اصلی تعیین می شود.

در اینجا ابتدا مقدمات و تعاریفی را در رابطه با برنامه ریزی ریاضی فازی مطرح میکنیم. C یک یک عدد فازی است زمانی که $\bullet$ زیر مجموعه ای از $F(R)$ ، نرمال و مجموعه فازی محدب R باشند. این اعداد به مقادیر امکانی وابسته هستند و دامنه این مقادیر $[0,1]$ است. این وزن تابع عضویت نامیده میشود و تابع عضویت C را با $\mu_C(x)$ نشان میدهند. همچنین C یک عدد فازی مثلثی است هرگاه بصورت $\mathcal{E} = (c(1), c(2), c(3))$ بیان شود و تابع عضویت آن به صورت رابطه (۶) باشد.

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \begin{cases} f_C(x) = \frac{x-c^P}{c^m-c^P} & \text{if } c^P \leq x \leq c^m \\ 1 & \text{if } x = c^m \\ g_C(x) = \frac{c^O-x}{c^O-c^m} & \text{if } c^m \leq x \leq c^O \\ 0 & \text{if } x \leq c^P \text{ or } x \geq c^O \end{cases} \quad (6)$$



شکل ۱: اعداد فازی مثلثی

روش حل ارائه شده در این پژوهش، به منظور تبدیل مدل پیشنهادی فازی خطی مختلط عدد صحیح به مدل قطعی معادل آن، روش پیشنهادی خیمنز و همکاران، به علت کارایی بالای آن، به کار گرفته شد. روش خیمنز و همکاران بر مبنای مفاهیم فاصله مورد انتظار و امید ریاضی پایه ریزی شده است که نخستین بار یاگر آن را معرفی کرد. برای معرفی این مفاهیم، عدد فازی مثلثی مفروض است. فاصله مورد انتظار (EI) و امید ریاضی (EV) عدد فازی مثلثی به ترتیب با رابطه های زیر تعریف می شوند:

$$EI(\tilde{c}) = [E_1^c, E_2^c] = \left[\int_0^1 f_c^{-1}(x) dx, \int_0^1 g_c^{-1}(x) dx \right] = \left[\frac{1}{2}(c^P + c^m), \frac{1}{2}(c^m + c^O) \right] \quad (7)$$

$$EV(\tilde{c}) = \frac{E_1^c + E_2^c}{2} = \frac{c^P + 2c^m + c^O}{4} \quad (8)$$

خاطر نشان می شود که از همین معادلات می توان برای عدد فازی ذوزنقه ای نیز استفاده نمود. علاوه بر این، با توجه به روش رتبه بندی خیمنز برای هر جفت اعداد فازی $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ ، حالتی که $\tilde{a}$ بزرگتر از $\tilde{b}$ است به صورت زیر تعریف می شود:

$$\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) = \begin{cases} 0 & \text{if } E_2^a - E_1^b < 0 \\ \frac{E_2^a - E_1^b}{E_2^a - E_1^b - (E_1^a - E_2^b)} & \text{if } 0 \in [E_1^a - E_2^b, E_2^a - E_1^b] \\ 1 & \text{if } E_1^a - E_2^b > 0 \end{cases} \quad (9)$$

با توجه به توضیحات فوق در رابطه با بازه و مقدار مورد انتظار یک عدد فازی، مدل معادل قطعی را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\min \quad EV(\tilde{c})x$$

s.t.

$$\begin{aligned} [(1 - \alpha)E_2^{a_i} + \alpha E_1^{a_i}]x &\geq \alpha E_2^{b_i} + (1 - \alpha)E_1^{b_i}, \quad i = 1, \dots, l \\ \left[\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_2^{a_i} + \frac{\alpha}{2} E_1^{a_i} \right] x &\geq \frac{\alpha}{2} E_2^{b_i} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_1^{b_i}, \quad i = l + 1, \dots, m \\ \left[\frac{\alpha}{2} E_2^{a_i} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_1^{a_i} \right] x &\leq \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_2^{b_i} + \frac{\alpha}{2} E_1^{b_i}, \quad i = l + 1, \dots, m \\ x &\geq 0 \end{aligned} \quad (10)$$

لازم به ذکر است α حداقل درجه قابل قبول برای تأمین محدودیت های امکانی بوده و توسط تصمیم گیرنده تعیین می شود.

۵- بیان مساله

در این پژوهش با استفاده از یک مدل دو سطحی اقدام به انتخاب و در ادامه بهینه سازی سبد سرمایه گذاری میشود. در فاز اول این پژوهش تحت عنوان انتخاب سبد سهام ابتدائاً با استفاده از برخی عوامل حیاتی در بازار سرمایه، اولویت سرمایه گذاری در هر یک از صنایع بر اساس نظر خبرگان استخراج می گردد. در ادامه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها با معیار های بنیادی، سبد سهام اولیه مد نظر خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفته و شرکت های برتر شناسایی و انتخاب می شود. برای اینکار ابتدا معیار های مورد استفاده برای تحلیل بنیادی شناسایی شده و در ادامه با استفاده از دسته بندی و وزن دهی در قالب ۵ شاخص وارد مدل تحلیل پوششی داده ها میشود. در فاز دوم با استفاده از یک مدل ریاضی آرمانی در شرایط عدم قطعیت فازی و معیار های بازده، ریسک و معیار های بنیادی مذکور اقدام به بهینه سازی سبد مورد نظر در فاز اول می شود. تصویر مفهومی از روش پیشنهادی در شکل زیر ارائه شده است:



شکل ۲: ساختار مدل پیشنهادی

آنچه به عنوان نوآوری در این تحقیق حائز اهمیت می باشد این است که برخلاف مقاله پایه که تنها از روش آرمانی در حالت قطعی با هدف بهینه سازی سبد سهام استفاده نموده است، این مقاله علاوه بر بهینه سازی سبد سهام با رویکرد آرمانی در فضای غیر قطعی، فازی جدید را تحت عنوان انتخاب سبد سهام به تحقیق اضافه نموده است که از رویکرد تحلیل پوششی داده ها استفاده میکند.

۵-۱ فاز اول: انتخاب سبد سهام

طبق بررسی های صورت گرفته تعدادی از معیار های مربوط به تحلیل های بنیادی برای استفاده در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفت و نهایتاً با توجه به نظر خبرگان ۵ مورد از این معیار ها به همراه معیار های مربوط به تئوری سبد سرمایه گذاری انتخاب گردید و اطلاعات مربوط به ۳۰ سهم از صنعت دواژونز در بازه زمانی ۱۵ می تا ۱۵ سپتامبر ۲۰۱۰ مطابق جدول زیر در این تحقیق مورد استفاده قرار گیرد:

DEA	ورودی (۱)	ورودی (۲)	خروجی (۱)	خروجی (۲)	خروجی (۳)
Criteria	نسبت بدهی به دارایی (DA)	نسبت قیمت به ارزش دفتری (PB)	سود حاصل هر سهم (ES)	نسبت جریان نقد عملیاتی (OC)	بازده سود سهام (DY)
Stocks					
Alcoa	0.5634	1.27	-1.06	0.337	0.91
American Express Co.	0.8811	3.35	1.54	0.485	1.70
Boeing	0.9627	19.23	1.87	0.200	2.42

Bank of America	0.9091	0.67	-0.29	0.306	0.35
Caterpillar	0.8377	4.07	1.43	0.292	2.21
Cisco Systems	0.4399	2.95	1.33	0.638	0.00
Chevron	0.4333	1.68	5.24	0.647	3.51
El DuPont de Nemours	0.7822	4.36	1.92	0.490	3.46
Walt Disney	0.4390	1.47	1.76	2.125	0.97
General Electric	0.8400	1.38	1.03	0.138	3.01
The Home Depot	0.5257	2.45	1.57	0.481	3.00
Hewlett-Packard	0.6416	2.83	3.14	0.342	0.75
IBM	0.7834	7.55	10.10	0.632	1.81
Intel Corporation	0.2102	2.69	0.77	1.630	3.12
Johnson & Johnson	0.4327	3.51	4.40	0.606	3.38
JP Morgan Chase	0.9500	1.04	2.24	0.358	0.54
Kraft Foods	0.6102	1.55	2.03	0.406	3.64
The Coca-Cola Co.	0.4774	5.29	2.93	0.497	2.85
McDonald's Corp.	0.5253	4.79	4.11	4.462	3.11
3M Co.	0.5000	4.60	4.52	1.293	2.48
Merck & Co.	0.4489	1.92	5.65	0.149	4.15
Microsoft Corp.	0.4634	4.32	2.10	1.116	2.34
Pfizer Inc.	0.5728	1.63	1.23	0.643	4.13
Procter & Gamble	0.5203	2.85	4.11	0.649	3.01
AT&T	0.6190	1.62	2.12	1.015	5.81
The Travelers C.	0.7649	0.02	6.33	11.260	0.59
United Technologies	0.6015	3.24	4.12	0.221	2.26
Verizon Communications	0.6287	2.26	1.29	1.279	5.95
Wal-Mart Stores	0.5698	2.86	3.70	0.430	2.21
Exxon Mobil Corp.	0.5006	2.92	3.98	0.573	2.59

جدول ۲: اطلاعات مربوط به سهام مورد مطالعه

حال با توجه به نوآوری و وجه تمایز تحقیق پیش رو با تحقیقات پیشین، با توجه به مدل های موجود در زمینه تحلیل پوششی داده ها، مدل مضربی CCR در ماهیت ورودی (CCR_{M-I}) برای استفاده در این تحقیق انتخاب گردید.

با توجه به بررسی های صورت گرفته معیار های نسبت بدهی به دارایی و نسبت قیمت به ارزش دفتری به عنوان ورودی های مدل و معیار های سود هر سهم، نسبت جریان نقد عملیاتی و بازده سود سهام به عنوان خروجی های مدل تحلیل پوششی داده ها انتخاب می شوند.

اکنون نحوه ی گزینش سهم های انتخاب شده و صنعت مورد نظر در این تحقیق با توجه به رابطه ی (۱۱) تعداد ورودی ها و خروجی ها با تعداد DMU ها توضیح داده می شود. عدم بکارگیری رابطه ی زیر موجب می شود که با حل مدل، تعداد زیادی از واحدها بر روی مرز کارایی قرار بگیرد و کارایی آنها برابر یک شود. این امر منجر به کاهش قدرت تفکیک پذیری عملکرد واحدها در مدل می شود؛ یعنی مدل توانایی مشخص کردن واحدهای ناکار را از دست می دهد.

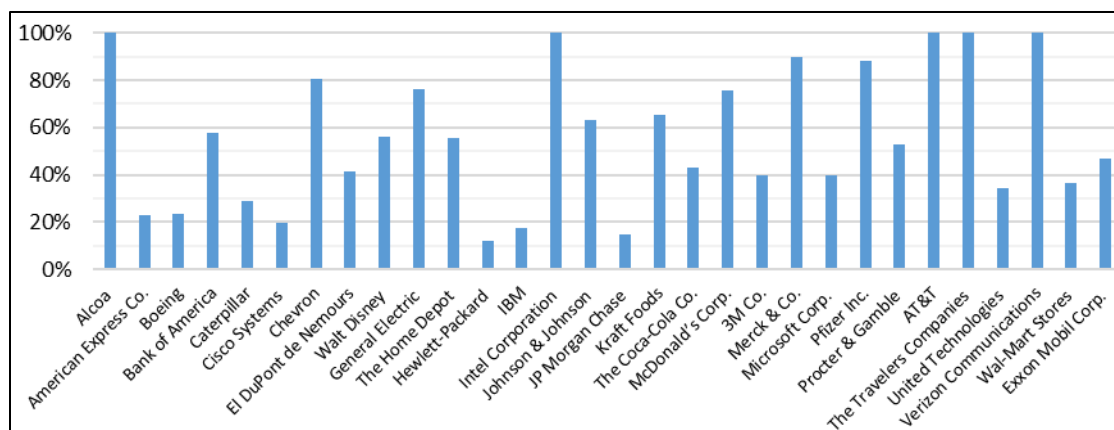
$$n \geq 3(s+m) \rightarrow (\text{تعداد ورودی ها} + \text{تعداد خروجی ها}) \times 3 \geq \text{تعداد واحدهای مورد ارزیابی}$$

با توجه به اینکه مدل تحقیق دارای ۲ متغیر ورودی و ۳ متغیر خروجی است، لذا برای ارضای رابطه ی (۱۱)، حداقل تعداد سهام مورد نیاز ۱۵ سهم می باشد که در این تحقیق با توجه به نظر خبرگان از ۳۰ سهم برای تشریح مدل استفاده می گردد.

نهایتاً با توجه به اطلاعات فوق، مدل تحلیل پوششی داده ها برای سهام مذکور در نرم افزار Lingo.18 طراحی و اجرا گردید و کارایی هر سهم به شرح جدول (۳) بدست آمد:

#	سهام	کارایی	#	سهام	کارایی	#	سهام	کارایی
1	Alcoa	100%	11	The Home Depot	55%	21	Merck & Co.	90%
2	American Express	23%	12	Hewlett-Packard	12%	22	Microsoft Corp.	40%
3	Boeing	23%	13	IBM	18%	23	Pfizer Inc.	88%
4	Bank of America	58%	14	Intel Corporation	100%	24	Procter & Gamble	53%
5	Caterpillar	29%	15	Johnson & Johnson	63%	25	AT&T	100%
6	Cisco Systems	20%	16	JP Morgan Chase	15%	26	The Travelers Co.	100%
7	Chevron	81%	17	Kraft Foods	65%	27	United Technologies	35%
8	El DuPont de Nemours	42%	18	The Coca-Cola Co.	43%	28	Verizon Comm.	100%
9	Walt Disney	56%	19	McDonald's Corp.	76%	29	Wal-Mart Stores	36%
10	General Electric	76%	20	3M Co.	40%	30	Exxon Mobil Corp.	47%

جدول ۳: نتایج مدل DEA



شکل ۳: نمودار نتایج مدل DEA

مطابق جدول ۳، ۸ مورد از سهام استفاده شده در مدل DEA (موارد سبز رنگ) دارای کارایی بالای ۰.۸ می باشند که این موارد به عنوان سبد سهام منتخب در فاز اول پژوهش در نظر گرفته می شود.

در این بخش نسبت به بهینه سازی سبد سهام با رویکرد برنامه ریزی آرمانی با معیار های بنیادی مذکور و معیار های مربوط به تئوری مدرن سبد سهام (ریسک و بازده) اقدام می نماییم. مطابق روابط (۱۲) و (۱۳) مدل مورد استفاده برای این تحقیق مدل برنامه ریزی آرمانی وزنی (FWGP) می باشد.

$$\min \frac{\alpha_{RE}}{k_{RE}} n_{RE} + \frac{\alpha_{DA}}{k_{DA}} n_{DA} + \frac{\alpha_{ES}}{k_{ES}} n_{ES} + \frac{\alpha_{PB}}{k_{PB}} n_{PB} + \frac{\alpha_{OC}}{k_{OC}} n_{OC} + \frac{\alpha_{DY}}{k_{DY}} n_{DY} + \frac{\beta_{RI}}{k_{RI}} p_{RI} + \frac{\beta_{DA}}{k_{DA}} p_{DA} \quad (12)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{30} \tilde{RI}_j x_j + n_{RI} - p_{RI} = b_{RI}$$

$$\sum_{j=1}^{30} \tilde{RE}_j x_j + n_{RE} - p_{RE} = b_{RE}$$

$$\sum_{j=1}^{30} DA_j x_j + n_{DA} - p_{DA} = b_{DA}$$

$$\sum_{j=1}^{30} ES_j x_j + n_{ES} - p_{ES} = b_{ES} \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^{30} PB_j x_j + n_{PB} - p_{PB} = b_{PB}$$

$$\sum_{j=1}^{30} OC_j x_j + n_{OC} - p_{OC} = b_{OC}$$

$$\sum_{j=1}^{30} DY_j x_j + n_{DY} - p_{DY} = b_{DY}$$

$$\sum_{j=1}^{30} x_j = 1$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, 30 \text{ and all } n \text{ and } p \text{ variables } \geq 0.$$

خروجی های نهایی مدل انتخاب سهام که تعداد ۸ سهم می باشند به عنوان ورودی های این مدل در نظر گرفته می شوند. نکته حائز اهمیت در این قسمت، در نظر گرفتن متغیر ریسک و بازده بصورت یک متغیر دارای عدم قطعیت فازی در مدل آرمانی می باشد. مقادیر معیار های مذکور و همچنین ضرایب مورد استفاده در مدل به شرح زیر می باشد:

معیار	$\tilde{RI}$			$\tilde{RE}$			DA	PB	ES	OC	DY	Eff
ضریب جریمه	0			6			1	3	5	4	2	-
ضریب تشویق	7			0			1	0	0	0	0	-
آرمان	0.000			0.300			0.615	3.379	2.840	1.123	2.609	100%
Alcoa	0.013	0.025	0.037	0.002	0.003	0.005	0.563	1.270	-1.060	0.337	0.910	100%
Chevron	0.010	0.015	0.020	0.038	0.043	0.049	0.433	1.680	5.240	0.647	3.510	81%
Intel Co.	0.018	0.019	0.020	-0.14	-0.113	-0.08	0.210	2.690	0.770	1.630	3.120	100%

Merck & Co.	0.008	0.013	0.018	0.055	0.071	0.093	0.449	1.920	5.650	0.149	4.150	90%
Pfizer Inc.	0.008	0.015	0.022	0.024	0.036	0.051	0.573	1.630	1.230	0.643	4.130	88%
AT&T	0.009	0.010	0.011	0.116	0.129	0.14	0.619	1.620	2.120	1.015	5.810	100%
Travelers Co.	0.004	0.013	0.030	0.037	0.049	0.057	0.765	0.020	6.330	11.26	0.590	100%
Verizon Com.	0.003	0.012	0.200	0.147	0.152	0.155	0.629	2.260	1.290	1.279	5.950	100%

جدول ۴: اطلاعات ورودی مدل WGP

- متغیر ریسک بصورت عدد فازی مثلثی و با رویکرد خیمز در مدل اعمال گردیده است.
- با توجه به اینکه مطلوب مقادیر مربوط به معیار های ریسک و بازده به ترتیب در کمینه ترین و بیشینه ترین حالت ممکن است، ضریب تشویقی برای معیار ریسک و ضریب جریمه برای معیار بازده مقدار صفر قرار داده شده است.
- تنها متغیر نسبت بدهی به دارایی (DA) دارای هر دو ضریب جریمه و تشویق می باشد که این بدان معنی است که هر مقدار بیشتر یا کمتر از مقدار آرمانی به ضرر امتیاز سهم مورد نظر عمل میکند.

برای حل مدل برنامه ریزی آرمانی مذکور از رویکرد خیمز و نرم افزار Lingo.18 استفاده شده است و نتایج حل مدل تحت α های مختلف به شرح زیر می باشد:

#	Stocks	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.6$	$\alpha = 0.8$
1	Alcoa	0%	0%	0%	0%
2	Chevron	0%	0%	0%	0%
3	Intel Corporation	0%	33%	58%	61%
4	Merck & Co.	33%	39%	41%	34%
5	Pfizer Inc.	0%	0%	0%	0%
6	AT&T	0%	0%	0%	0%
7	The Travelers Companies	2%	0%	1%	5%
8	Verizon Communications	65%	28%	0%	0%
-	Z	0.442	0.452	0.466	0.489

جدول ۵: نتایج مدل FWGP



شکل ۴: نمودار دایره ای سبد سهام نتایج مدل FWGP

در جدول فوق مقدار وزن هر کدام از سهم ها در دو مقدار مختلف سطح اطمینان به دست آمده است. همچنین مقدار تابع هدف که ترکیبی از بازده و ریسک و شاخص های بنیادی است نیز در جداول فوق نشان داده شده اند. لازم به ذکر است که محدودیت مقدار سرمایه و همچنین بیشینه تعداد سهم انتخابی (در اینجا سه) در مسئله اعمال گردیده است.

۶- نتیجه گیری

مسئله سبد سهام همواره یکی از جذابترین مسائل در زمینه مالی به حساب می آید که با انتخاب سهام و تخصیص وزن سبد، سر و کار دارد. در این پژوهش یک مسئله سبد سهام تعریف گردید که در دو فاز نسبت به انتخاب و بهینه سازی سبد سهام در حالت غیر قطعی اقدام میکند. اساس این مدل نیز مانند بسیاری از مدل ها بر اساس اطلاعات گذشته است، از آنجایی که ممکن است در گذشته سهام با نوسان زیاد مواجه بوده و در آینده روند اینگونه نباشد، لذا به دلیل تغییرات محیطی مسئله در فضای غیر قطعی مورد بررسی قرار میگیرد و به همین دلیل میزان ریسک هر سهم به عنوان یک متغیر دارای عدم قطعیت در نظر گرفته شده است و برای رفع عدم قطعیت در مدل، از رویکرد فازی استفاده شده است. برای اجرای مسئله سبد سهام معرفی شده، نمونه های از شرکتهای فعال در شاخص بورس داو جونز در نظر گرفته شد. در این پژوهش، در فاز اول تحت عنوان انتخاب سبد سهام، سهام شرکت های مورد، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) و معیار های تحلیل بنیادی مورد ارزیابی قرار گرفت و تعدادی از شرکت های مذکور به عنوان موارد برتر انتخاب شد. در فاز دوم تحت عنوان بهینه سازی سبد سهام، با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی در شرایط عدم قطعیت فازی برای سهام برتر فاز اول طراحی و برای دو مقدار متفاوت از سطح اطمینان اجرا و ارائه گردید. معیار های این مدل نیز شامل شاخص های تنوری مدرن پورتفوی (بازده و ریسک) و همچنین معیار های تحلیل بنیادی برای می باشد.

پژوهش های آینده زیادی در این حوزه میتواند پیشنهاد شود که از جمله آنها میتوان به این موارد اشاره کرد: استفاده از بهینه سازی استوار (به جای رویکرد فازی در برخورد با عدم قطعیت)، استفاده از رویکرد بیان شده برای مسئله های سبد سهام متفاوت، نظیر سبد سهام چند دورهای و استفاده از روشهای فراابتکاری برای حل مسئله ارائه شده.

منابع

Mokni, K. (2020). Time-varying effect of oil price shocks on the stock market returns: Evidence from oil-importing and oil-exporting countries. *Energy Reports*, 6, 605-619.

Markowitz H.M. (1952), "Portfolio selection", *Journal of Finance*, 77-91.

Weissman, R.L. (2005). "Mechanical Trading systems, New York" John Wiley and Sons, Inc

Kleniati, P. M., Rustem, B., (2009). Portfolio Decisions with Higher Order Moments. *Comisef Working Papers Series*.

Ghandehari .M, Foghani .F, tabatabayi .M (2010). Optimal portfolio selection model with high torques using goal programing, *Journal of Operational Research in Its Applications*, (9)4, 30-40

Roll, R., & Ross, S. A. (1984). The arbitrage pricing theory approach to strategic portfolio planning. *Financial analysts' journal*, 40(3), 14-26.

Lee, Sang .M and Chesser, Delton .L, "Goal Programming for Portfolio", *The Journal of Portfolio Management*, (Spring 1980), pp.22-26.

Lee Sang M and Lerro A J, "Optimizing the portfolio Selection for Mutual Funds".(1973), *The Journal of Finance*, Vo28, No5, pp.1087-1099.

King, B. F. "Market and Industry Factors in Stock Price Behavior".(1966), *Journal of Business*, No.1.

Levy, H., & Sarnat, M. (1970). International diversification of investment portfolios. *The American Economic Review*, 60(4), 668-675.

Roll, F and Ross, S. "Arbitrage Pricing Theory Approach to Strategic Portfolio Planning".(1984), *Financial Analysis Journal*.

Metghalchi, Massoud, Hajilee, Massomeh and Hayes, Linda A. (2019). Return Predictability and Market Efficiency: Evidence from the Bulgarian Stock Market. *Eastern European Economics*. Vol. 57.

Du, Jun and Wong, Wing-Keung. (2018). Predictability of Technical Analysis on Singapore Stock Market, Before and After the Asian Financial Crisis.

Baetje, Fabian and Menkhoff, Lukas (2016). Equity premium prediction: Are economic and technical indicators unstable? *International Journal of Forecasting*. Vol 32. N. 4. 1193-1207

Alhashel, Bader S., Almudhaf, Fahad W. and Hansz, J. Andrew. (2018). Can technical analysis generate superior returns in securitized property markets? Evidence from East Asia markets. *Pacific-Basin Finance Journal*. Vol 47. 92-108

Da Costa, Thiago Raymon Cruz Cacique, Nazário, Rodolfo Toribio, Bergo, Gabriel Soares Zica, Sobreiro, Vinicius Aorim and Kimura, Harbert. (2015). Trading system based on the use of technical analysis: A computational experiment. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*. Vol. 6.

Jiang, Fuwei, Tong, Guoshi and Song, Guokai. (2019). Technical Analysis Profitability without Data Snooping Bias: Evidence from Chinese Stock Market. *International Review of Finance* Vol. 19. No. 1. 191-206.

Tharavanij, Piyapas, Siraprapasiri, Vasan and Rajchamaha, Kittichai. (2015). Performance of technical trading rules: evidence from Southeast Asian stock markets. *SpringerPlus*. 4.

Kallberg. J. and Zimba. W. (1983). "Comparison of Alternative Utility Function in portfolio selection problems", *Management Science* vol29, No. 2. P: 14

Alexander, G. J., & Baptista, A. M. (2002). Economic implications of using a mean-VaR model for portfolio selection: A comparison with mean-variance analysis. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(7-8), 1159-1193.

Hung Chen, h.(2008), "Stock selection using data envelopment analysis", *industrial management & data systems*, vol.108 No. 9, pp. 1255-1268

De, M., Mangaraj, B. K., & Das, K. B. (2018). A fuzzy goal-programming model in portfolio selection under competitive-cum-compensatory decision strategies. *Applied Soft Computing*, 73, 635-646.

Lincy, R. M. G., & John, J. C. (2016). A multiple fuzzy inference systems framework for daily stock trading with application to NASDAQ stock exchange. *Expert Systems with Applications*, 44, 13-21.

Peykani, P., Mohammadi, E., Jabbarzadeh, A., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Pishvae, M. S. (2020). A novel two-phase robust portfolio selection and optimization approach under uncertainty: A case study of Tehran stock exchange. *Plos one*, 15(10), e0239810.

Mehlawat, M. K., Kumar, A., Yadav, S., & Chen, W. (2018). Data envelopment analysis based fuzzy multi-objective portfolio selection model involving higher moments. *Information sciences*, 460, 128-150.

Tamiz, M., & Azmi, R. A. (2019). Goal programming with extended factors for portfolio selection. *International Transactions in Operational Research*, 26(6), 2324-2336.

Khayamim, A., Mirzazadeh, A., & Naderi, B. (2018). Portfolio rebalancing with respect to market psychology in a fuzzy environment: a case study in Tehran Stock Exchange. *Applied Soft Computing*, 64, 244-259.

Jiménez, M., Arenas, M., Bilbao, A., & Rodrı, M. V. (2007). Linear programming with fuzzy parameters: an interactive method resolution. *European journal of operational research*, 177(3), 1599-1609.

فلاح شمس، م.، علوی، ص.، (۱۳۹۴)، انتخاب پورتفوی بهینه با استفاده از سیستم خبره فازی مبتنی بر قاعده، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره بیست و پنجم.

جنت خواه، پ.، ناهیدی، م.، (۱۳۹۵)، بررسی تاثیر تولید ناخالص داخلی بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار، همایش ملی رویکردهای نوین در حسابداری و مدیریت، سال اول، ص ۲۵۱.

سجادی، ج. (۱۳۹۲)، "بورس"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

مورفی، جان. (۱۳۸۶). تحلیل تکنیکال در بازار سرمایه، ترجمه فراهانی فر، کامیار و قاسمیان لنگرودی، رضا، تهران، نشر چالش.

نیکومرام هاشم، سعیدی علی، حق شناس فریده و میر عباسی یاور (۱۳۹۷). بررسی کارایی بهینه سازی پرتفوی مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روانشناختی، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۴.

رهنمای رودپشتی فریدون، نیکومرام هاشم، طلوعی اشاقی عباس، حسین زاده لطفی فرهاد و بیات مرصیه، (۱۳۹۶). بررسی کارایی بهینه سازی پرتفوی با استفاده از ماکزیمم نسبت شارپ پایدار در مقایسه با بهینه سازی مارکویتز، فصلنامه چشم انداز مدیریت، شماره ۱۸.

دست خوان حسین. (۱۳۹۲). بکارگیری تئوری مقدار حدی در محاسبه ارزش در معرض ریسک قیمت نفت خام ایران، منتشر شده در دهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع.

چراغ زاده راد، رضا و خلیلی نصر، آرش و اولاد، میلاد. (۱۳۹۸)، بررسی کارایی تحلیل تکنیکال در بورس تهران، شانزدهمین کنفرانس بین المللی مدیریت (علمی-پژوهشی)، تهران.

بیانی، ع. (۱۳۹۱). تحلیل تاثیر متغیرهای منتخب اقتصاد کلان بر نوسان پذیری شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران، پایان نامه دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان.

وديعی، محمدحسین و صادقی، محمدصادق، (۱۳۹۶)، استراتژی مناسب مدیریت سرمایه گذاری (مقایسه تحلیل تکنیکال و بنیادی شرکت سهامی حريل)، دومین کنفرانس سالانه اقتصاد، مدیریت و حسابداری، اهواز.

فرج پور خانابستانی، قاسم و حسینی، سید داود، (۱۳۹۳)، مقایسه تاثیر تحلیل بنیادی و تکنیکال در کسب بازده مناسب در بورس اوراق بهادار، نخستین کنفرانس بین المللی بورس - بانک - بیمه با رویکرد توسعه پایدار (ارتباط دانشگاه با صنعت)، شیراز.

معصوم علیشاهی، پویا و اعظمی، محسن، (۱۳۹۷)، بهینه سازی سبد سهام بر اساس مدل مارکویتز، همایش بین المللی مدیریت، حسابداری و اقتصاد دانش بنیان، مشهد.

نویدی، سارا و رستمی مال خلیفه، محسن، (۱۳۹۶)، بهینه سازی استوار سبد سهام با استفاده از سنج ریسک ارزش در معرض خطر شرطی، نهمین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده ها، بجنورد.

صادقی، حجت اله و دهقان، الهام، (۱۳۹۵)، کاربرد مدل مارکویتز در بهینه سازی سبد سهام، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت، اقتصاد و حسابداری، تبریز.

یاکیده، کیخسرو و قلی زاده، محمدحسن و کاظمی میانگسگری، مینا، (۱۳۹۵)، مقایسه عملکرد مدل خطی ارزش در معرض خطر با مدل مارکویتز بر روی کارایی های متقاطع، در مسئله بهینه سازی سبد سهام، اولین کنفرانس ملی مدل ها و تکنیک های کمی در مدیریت، تهران.

تحسین پورقزوینی، محسن و محمدی، عمران، ۱۳۹۳، بهینه سازی سبد سهام با استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی (Gp)، سومین کنفرانس ملی حسابداری و مدیریت، تهران.

عباسی ابراهیم، تیمورپور بابک، برجسته ملکی منوچهر. (۱۳۸۸). کاربرد ارزش در معرض ریسک (VaR) در تشکیل سبد سهام بهینه در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات اقتصادی. دوره ۴۴، شماره ۸۷.

افشار کاظمی محمدعلی، خلیلی عراقی مریم، سادات کیایی احمد. (۱۳۹۱). انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران با تلفیق روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) و برنامه ریزی آرمانی (GP). دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی). دوره ۵، شماره ۱۳.

خدامرادی، س.، و ترابی گودرزی، م.، و راعی عزآبادی، م. (۱۳۹۲). رویکرد دو مرحله ای ریاضی در بهینه سازی سبد سهام. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)، ۴(۱۴).

خنجرپناه، ح.، و پیشوایی، م.، و جبارزاده، آ. (۱۳۹۵). رویکرد فازی در بهینه سازی سبد سهام بورس اوراق بهادار با محدودیت های منعطف. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن (ریاضیات کاربردی)، ۱۳، ۳۹-۵۴.

صفری، س.، و شیخ، م.، و مشتاقی، ی. (۱۳۹۵). انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از مدل سازی آرمانی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی رویکرد ارزش افزوده اقتصادی. چشم انداز مدیریت مالی، شماره ۱۳، ۳۷-۵۲.

سینا، ا.، و میرفیض، ف. (۱۳۹۸). بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با رویکرد نظریه ارزش فرین در بورس اوراق بهادار تهران. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)، ۱۰(۴۰)، ۱۸۴-۲۰۰.

Two-Level Portfolio Optimization Considering Fundamental Index in Fuzzy Uncertainty Environments

Mohammad Parkhid, Emran Mohammadi

Abstract

Portfolio construction and achieving the set of securities with the most desirability is one of the most critical problems in financial markets. Generally, there are two types of financial problems in literature, choosing the right stock portfolio from a set of possible options which is called portfolio selection, and calculating the portion of the purchase for each option which is called Portfolio optimization. In this paper, a new two-phase robust portfolio selection and optimization approach is proposed to deal with the uncertainty of the data. In the first phase of this approach, all candidate stocks' efficiency is measured using a data envelopment analysis (DEA) method. Financial criteria for evaluation chosen from fundamental perspectives. Then in the second phase, by applying the Fuzzy Weighted Goal programming (FWGP) model with criteria related to modern portfolio theory (return and risk) as well as the mentioned criteria, the portion of investment in each qualified stock is determined and the optimal investment portfolio is formed. Finally, the proposed approach is implemented in a real case study of the Dow Jones Industrial Market (DJIA). The resulting portfolios for the proposed models are compared against each other as well as against the Dow Jones Industrial Average index. The results show that for the data used and factors investigated some of the constructed portfolios, with a much smaller number of constituents, could potentially outperform DJIA in terms of their performance.

Keywords: Portfolio optimization, Fundamental analysis, Goal programming, Fuzzy uncertainty, Data envelopment analysis