

انتخاب پرتفوی با استفاده از ترکیب روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی و پرومته

سعید فلاح‌پور^۱، حسین صفری^۲ و نادر عمرانی^۳

چکیده

محققان مالی طی شش دهه گذشته روش‌های زیادی برای انتخاب پرتفوی سرمایه‌گذاری ارائه کرده‌اند. مدل مارکوویتز برای انتخاب پرتفوی تنها بر مبنای دو معیار است: ریسک و بازده، اما انتخاب سهام مناسب برای تشکیل پرتفوی فرایندی پیچیده است که این پیچیدگی ناشی از تأثیر معیارهای مختلف در تصمیم‌های سرمایه‌گذاری و نیز ترجیحات شخصی سرمایه‌گذار است و با واژه‌های زبانی ابراز می‌شود. مقاله حاضر رویکردی ترکیبی و جدید برای انتخاب پرتفوی دارد که شامل دو مرحله است: در مرحله اول، از روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی برای تعیین وزن معیارهای مؤثر در انتخاب سهام استفاده می‌شود و در مرحله دوم، سهام موجود در نمونه این تحقیق با روش پرومته رتبه‌بندی می‌شود و سهام برتر برای تشکیل پرتفوی انتخاب می‌شود. روش حاضر هم برای انتخاب سهام موجود در پرتفوی و هم برای تعیین میزان سرمایه‌گذاری در هر سهم استفاده می‌شود. نتیجه پژوهش نشان می‌دهد، بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی‌های سه، پنج و پنجاه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز تفاوت معناداری وجود دارد؛ ولی بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی ده سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز تفاوت معناداری وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: پرتفوی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، ترجیح‌های فازی لگاریتمی، پرومته.

طبقه‌بندی موضوعی: G11, D81, C44

۱. استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۲. دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۳. کارشناس ارشد مدیریت مالی دانشگاه تهران. nader.omrani@yahoo.com

۱. بیان مسئله

مسئله انتخاب پرتفوی سهام در مالی مدرن توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. بیشتر مدل‌های انتخاب پرتفوی بهینه از نظریه معروف مارکویتز^۱ در سال ۱۹۵۲م. الهام گرفته است که تنها بر مبنای دو معیار است: ریسک و بازده. اما انتخاب پرتفوی سرمایه‌گذاری تنها بر مبنای دو معیار، مورد انتقاد زیادی قرار گرفته است. در واقع، در عمل بیشتر تصمیم‌های مالی از جمله انتخاب پرتفوی بر مبنای معیارهای متعددی انجام می‌شود. مسئله دیگر در انتخاب پرتفوی، تعیین درجه اهمیت هر یک از این معیارها از دید سرمایه‌گذاران است. روش رایج برای این کار، تخصیص وزن مساوی برای هر یک از معیارهاست. اما پژوهش‌ها نشان می‌دهد، سرمایه‌گذاران برای انتخاب سهام ترجیح‌های مختلفی دارند و بر این اساس وزن‌های مختلفی به هر یک از معیارهای انتخاب سهام تخصیص می‌دهند. از سوی دیگر، افراد ترجیح می‌دهند دیدگاه خود را درباره معیارهای انتخاب سهام در قالب واژه‌های زبانی^۲ بیان کنند و نه اعداد حقیقی. در این زمینه، نظریه مجموعه فازی که پروفیسور لطفی زاده ارائه داده است، روشی مؤثر برای تبدیل واژه‌های زبانی به اعداد مثالی است (چن و پان^۳، ۲۰۱۳، ۹۷). روش فازی برای توصیف بازارهای مالی که قطعیت و شفافیت بالایی ندارند، بسیار مفید است.

با توجه به موارد مطرح شده و در راستای برطرف کردن معایب موجود در پژوهش‌های مربوط به انتخاب پرتفوی، ایده به کارگیری ترکیب روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی^۴ و روش پرمته^۵ که در زمره فن‌های تصمیم‌گیری چند معیاره قرار دارد، برای انتخاب پرتفوی تقویت می‌شود.

۲. مروری بر مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش ابتدا مدل‌های کلاسیک و چندمعیاره برای انتخاب پرتفوی ذکر می‌شود. سپس برخی مطالعات انجام شده برای انتخاب پرتفوی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بیان می‌شود.

۲-۱. مدل‌های کلاسیک انتخاب پرتفوی

مدیریت سرمایه‌گذاری شامل دو مبحث اصلی «تجزیه و تحلیل اوراق بهادار» و «مدیریت

-
1. Markowitz
 2. Linguistic Terms
 3. Chen & Pan
 4. Logarithmic Fuzzy Preference Programming
 5. PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)

پرتفوی» است. تجزیه و تحلیل اوراق بهادار دربرگیرنده تخمین مزایای تک تک سرمایه‌گذاری‌هاست؛ درحالی که مدیریت پرتفوی، شامل تجزیه و تحلیل ترکیب سرمایه‌گذاری‌ها و مدیریت نگهداری مجموعه‌ای از سرمایه‌گذاری‌هاست. در دهه گذشته، روند مباحث سرمایه‌گذاری از شیوه‌های انتخاب سهام به سمت مدیریت پرتفوی تغییر جهت داده است (راعی و پویانفر، ۱۳۸۷، ۱۰۱).

در سال ۱۹۵۰ مارکوویتز مدل اساسی پرتفوی را ارائه کرد که مبنایی برای نظریه مدرن پرتفوی قرار گرفت (تهرانی و نوربخش، ۱۳۸۸، ۱۵۶). مدل مارکوویتز مدل برنامه‌ریزی کوادراتیک بود و مجموعه‌ای از پارامترها را بر اساس کمترین ریسک به ازای مقدار بازده از پیش تعیین شده انتخاب می‌کرد. به دلیل مشکلات موجود در زمینه حل برنامه‌ریزی کوادراتیک و ابعاد گسترده مسائل پرتفوی سرمایه‌گذاری، پژوهش‌های زیادی برای حل مسئله انتخاب پرتفوی با فن‌های دیگر انجام گرفت.

ویلیام شارپ^۱ با تبیین بتا به منزله ریسک، مدل تک عاملی^۲ را در سال ۱۹۶۱ ارائه کرد. مزیت مدل تک عاملی شارپ، سادگی و کاهش داده‌های موردنیاز برای انتخاب پرتفوی و ارائه معیار جدیدی از ریسک برای سرمایه‌گذاری است. مفهوم اساسی در مدل تک عاملی این است که تمامی اوراق بهادار از نوسان‌های عمومی بازار تأثیر می‌پذیرند (راعی و پویانفر، ۱۳۸۷، ۲۳۹). یکی از ایرادهای مدل‌های مارکوویتز و تک عاملی این است که بیان می‌کنند تنها یک عامل ریسک بر بازده اوراق بهادار تأثیر گذار است. درحالی که شواهد نشان می‌دهد بیش از یک عامل، بازدهی اوراق بهادار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای رفع این ایراد، رأس^۳ در سال ۱۹۷۶ نظریه قیمت گذاری آربیتراژ^۴ را معرفی کرد. نظریه قیمت گذاری آربیتراژ با این فرض شروع می‌شود که بازدهی اوراق بهادار تحت تأثیر تعداد نامحدودی از عوامل قرار دارند (شارپ و همکاران، ۱۹۹۹، ۲۸۳).

۲-۲. مدل‌های چند معیاره برای انتخاب پرتفوی

پس از ارائه مدل‌های کلاسیک، تاکنون مدل‌های زیادی برای انتخاب پرتفوی ارائه شده است که می‌توان گفت، وجه تشابه همه این‌ها گرایش به سمت مدل‌های چند معیاره است (آذر و همکاران، ۱۳۹۱، ۴). تصمیم‌گیری چند معیاره، حوزه تحقیقاتی مهم در علم تصمیم‌گیری است و در بسیاری از حوزه‌ها، مانند اقتصاد و مدیریت به‌طور گسترده از آن استفاده می‌شود.

1. William Sharpe
2. One Single Model
3. Ross
4. Arbitrage Pricing Theory

ماهیت چند معیاره بودن فرایند انتخاب پرتفوی در مقاله خوری^۱ و همکاران (۱۹۹۳) به خوبی بیان شده است. چندین روش چند معیاره، مانند برنامه ریزی آرمانی، الکتره^۲، مینورا^۳ و... تاکنون در حوزه انتخاب پرتفوی استفاده شده است (زوپونیدیس^۴، ۲۰۱۳، ۴۱۰). یکی از روش های مرسوم در تصمیم گیری چند معیاره، روش ساختاریافته رتبه بندی ترجیح ها برای غنی سازی ارزیابی یا به اختصار پرومته است که در این پژوهش برای انتخاب سهام برتر و انتخاب پرتفوی استفاده می شود.

در بسیاری از روش های تصمیم گیری چند معیاره از جمله روش پرومته، برای ارزیابی گزینه های تصمیم گیری بر اساس معیارهای موجود، به تعیین میزان درجه اهمیت یا وزن هر یک از معیارها نیاز است. یکی از روش های انجام این کار، روش تحلیل توسعه یافته است که چانگ^۵ مطرح کرد و خیلی زود وانگ^۶ و همکاران ثابت کردند که وزن های به دست آمده از این روش معتبر نیستند و نمی توانند اهمیت ارتباط متغیرهای تصمیم را به درستی نشان دهند. همچنین، روش برنامه ریزی ترجیح های فازی که میخایوف^۷ مطرح کرد نیز نقطه ضعف های قابل توجهی داشت. مثلاً ممکن است از این روش برای تعیین اولویت استفاده شود و به بردارهای متضاد یا بردارهایی رسید که مضرب یکدیگرند. این غیر یکتابودن در حل مسئله، کاربرد این روش را در تعیین اولویت معیارها زیر سؤال می برد (وانگ و چین^۸، ۲۰۱۱، ۵۴۲). با توجه به موارد گفته شده در این پژوهش از روش برنامه ریزی ترجیح های فازی لگاریتمی برای تعیین وزن معیارهای انتخاب سهام استفاده می شود. روش مذکور از روش های جدید تعیین وزن معیارهاست و ثابت شده است که ایرادات روش های قبلی را ندارد.

در این پژوهش از ترکیب روش برنامه ریزی ترجیح های فازی لگاریتمی و روش پرومته برای تعیین پرتفوی استفاده می شود که این روش ها به طور مفصل در بخش ۵ پژوهش تشریح شده است.

۳-۲. پیشینه پژوهش

همان طور که گفته شد، در سال های گذشته به کاربرد روش های تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب پرتفوی توجه فراوانی شده است. در ادامه به برخی از پژوهش های داخلی و خارجی انجام شده در این حوزه (در سال های گذشته) اشاره می شود.

بابایی و قائمی در پژوهش خود مدلی دوهدفه را برای مسئله انتخاب پرتفوی با در نظر گرفتن

1. Khouri
2. ELECTRE
3. MINORA
4. Zopounidis
5. Chang
6. Wang
7. Mikhailov
8. Wang & Chin

سنجه‌های ریسک مختلف ارائه دادند. در این پژوهش مسئله انتخاب پرتفوی به صورت مسئله برنامه‌ریزی عدد صحیح مخلوط دوهدفه مدل‌بندی شده است. بیشینه کردن بازده و کمینه کردن ریسک به منزله اهداف مسئله در نظر گرفته شدند (بابایی و قائمی، ۱۳۹۱، ۳).

انواری رستمی و همکاران به رتبه‌بندی و انتخاب پرتفوی از میان شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار پرداختند. در این پژوهش شرکت‌های بورس با استفاده از روش‌های تاپسیس^۱، الکتوره، میانگین موزون ساده، ویکور^۲، لینمپ^۳ و نیز فرایند تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی شدند. سپس با توجه به اختلاف بین رتبه‌های حاصل از آن‌ها، با استفاده از روش‌های ادغامی رتبه نهایی شرکت‌ها به دست آمد (انواری رستمی و همکاران، ۱۳۹۱، ۳۱).

افشار کاظمی و همکاران با تلفیق روش تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی، پرتفوی بهینه تشکیل می‌دهند. در این راستا کارایی نسبی شرکت‌های واقع در شش صنعت بورس در سال ۸۸ با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه و کاراترین شرکت‌ها تعیین شد. در مرحله بعد برای تعیین سطح آرمانی سرمایه‌گذاری از برنامه‌ریزی خطی و مدل برنامه‌ریزی آرمانی کمک گرفته شد (افشار کاظمی و همکاران، ۱۳۹۱، ۴۹).

آذر و همکاران کاربرد روش تخمین مجموعه غیرمرجح را در انتخاب پرتفوی و ترسیم مرز کارایی میانگین - واریانس بررسی کردند. در این تحقیق بیان می‌شود، روش تخمین مجموعه غیرمرجح، روشی برای ایجاد مجموعه نقاط غیرمرجح است که در آن اطلاعات ترجیحی درباره ارزش نسبی اهداف (وزن‌ها) به کار نمی‌رود (آذر و همکاران، ۱۳۹۱، ۱).

امیریان و امیری تأثیر به کارگیری روش‌های چندشاخصه با رویکرد فازی بر بازدهی پرتفوی انتخابی در بورس اوراق بهادار را بررسی کردند. این پژوهش با استفاده از ترکیب دو روش پایه فازی و تاپسیس فازی در پی بیشینه کردن بازدهی است. نتایج پژوهش مبین آن است که بازدهی پرتفوی انتخابی بر اساس روش‌های مذکور بیشتر از بازدهی بازار است (امیریان و امیری، ۱۳۹۲، ۱).

چن^۴ و همکاران برای تصمیم‌گیری درباره پرتفوی سرمایه‌گذاری، روش پرومته زبانی ارائه کردند. ابتدا اطلاعات کیفی و کمی برای هر یک از سهام جمع‌آوری شد و در ادامه روش پرومته زبانی برای تعیین پرتفوی سرمایه‌گذاری ارائه شد. در نهایت، مثالی نیز برای توضیح قابلیت به کارگیری روش ارائه شده ذکر شد (چن و همکاران، ۲۰۱۱، ۱۳۹).

وسچرا و دی‌آلمیدا^۵ استفاده از روش رتبه‌بندی پرومته برای حل مسائل مربوط به انتخاب

1. TOPSIS
2. VIKOR
3. LINMAP
4. Chen
5. Vetschera & De Almeida

پرتفوی را مطالعه و بررسی کردند. در این پژوهش، فرمول جدیدی برای انتخاب پرتفوی بر اساس روش پرومته بسط داده شد (وسچرا و دی‌آلمیدا، ۲۰۱۲، ۱۰۱۰).

زوپونیدیس کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را در مدیریت مالی بررسی کرد؛ وی در مقاله خود بیان کرد، ماهیت بهینه‌یابی در تصمیم‌های مدیریت مالی منجر شده است که محققان روش‌های پژوهش عملیاتی را برای حل مسائل سرمایه‌گذاری پیشنهاد کنند (زوپونیدیس، ۲۰۱۳، ۴۰۴).

چن و پان روشی برای انتخاب پرتفوی بر مبنای ترکیب فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و پرومته ارائه دادند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد، روش مذکور، محاسبه‌های پیچیده روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی را کاهش می‌دهد و نتایج معقول‌تری به دست می‌آورد (چن و پان، ۲۰۱۳، ۹۷).

۳. فرضیه پژوهش

«معیار شارپ پرتفوی تشکیل شده در دوره‌آتی بر مبنای مدل ترکیبی برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی و پرومته نسبت به معیار شارپ پرتفوی مدل مارکویتز بیشتر است.»

۴. روش‌شناسی پژوهش

بر اساس هدف، پژوهش حاضر جزء پژوهش‌های کاربردی محسوب می‌شود و از منظر ماهیت و روش گردآوری داده‌ها، این پژوهش توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش حاضر، کلیه شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران است. در این پژوهش از روش نمونه‌گیری قضاوتی استفاده می‌شود. برای این منظور، نمونه از میان شرکت‌های بورس و شرکت‌های تولیدی که ویژگی‌های زیر را داشتند، انتخاب و مابقی حذف شدند.

۱. شرکت طی سه سال منتهی به ۲۹ اسفند ۱۳۹۰ (تاریخ تشکیل پرتفوی) زیان‌ده نباشد.

۲. شرکت دارای سال مالی منتهی به ۲۹ اسفند باشد.

۳. در بیشتر از ۷۰ درصد روزهای معاملاتی سه سال منتهی به ۲۹ اسفند ۱۳۹۰، سهام شرکت معامله شده باشد (نقد شوندگی مناسب).

پس از بررسی آمارها و اطلاعات موجود، از بین شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس، تعداد پنجاه شرکت از ۱۳ صنعت مختلف حائز ویژگی‌های مدنظر شدند که در این پژوهش برای نمونه استفاده شدند. پنجاه شرکت موجود در نمونه بررسی در جدول ۸ ذکر شده است.

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مبانی نظری و پیشینه پژوهش از کتاب‌ها، مجله‌ها و سایت‌های تخصصی داخلی و خارجی و برای جمع‌آوری داده‌های شرکت‌های بورس نیز از نرم‌افزار ره‌آورد نوین استفاده شد. همچنین، برای تعیین میزان درجه اهمیت نسبی یا وزن معیارهای مختلف در تعیین

انتخاب پرتفوی با استفاده از ترکیب روش برنامه‌ریزی... ۱۰۹

سهام برتر از پرسشنامه مقایسه‌های زوجی استفاده می‌شود. این کار با انجام مقایسه دویه‌دوی معیارها از طریق تخصیص امتیازهای عددی که نشان‌دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو معیار است، انجام می‌گیرد. برای این کار از مقیاس‌های نه تایی جدول ۱ استفاده می‌شود.

جدول ۱: ارزش ترجیحی برای انجام مقایسات زوجی

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه X نسبت به Y	توضیح
۱	ترجیحاً یکسان	معیار X نسبت به Y، در یک حد از اهمیت است
۳	نسبتاً مهم‌تر	معیار X نسبت به Y کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	معیار X نسبت به Y مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	معیار X نسبت به Y خیلی مهم‌تر است.
۹	بی‌نهایت مهم‌تر	معیار X نسبت به Y فوق‌العاده مهم‌تر است.
۲ و ۴ و ۶ و ۸	مقادیر بینابینی	ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد.

۵. فنون تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای انجام این پژوهش از دو روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی و پرومته استفاده می‌شود.

۵-۱. روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی

در این پژوهش، روشی که برای استخراج وزن معیارهای ارزیابی سهام از ماتریس مقایسه‌های زوجی فازی استفاده می‌شود، روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی است که بر پایه برنامه‌ریزی غیرخطی لگاریتمی به دست می‌آید. تابع هدف و محدودیت‌های روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی به صورت زیر است (وانگ و چین، ۲۰۱۱، ۵۴۵):

$$\text{Minimize } J = (1 - \lambda)^2 + M \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (\delta_{ij}^2 + \eta_{ij}^2)$$

$$\text{Subject to } \begin{cases} x_i - x_j - \lambda \ln(m_{ij}/l_{ij}) + \delta_{ij} \geq \ln l_{ij}, i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n, \\ -x_i + x_j - \lambda \ln(u_{ij}/m_{ij}) + \eta_{ij} \geq -\ln u_{ij}, i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n, \\ \lambda, x_i \geq 0, i = 1, \dots, n, \\ \delta_{ij}, \eta_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n. \end{cases} \quad (1)$$

در این مدل، l_{ij} حد پایین اعداد فازی مثلثی، m_{ij} حد میانی اعداد فازی مثلثی، u_{ij} حد بالای اعداد فازی مثلثی، M ضریبی بزرگ مانند $M=1000$ و n تعداد معیارهای مسئله در مسئله پژوهش است. مهم‌ترین متغیر این مدل x_i است که مقدار آن بعد از حل مدل به دست می‌آید. x_i لگاریتم

طبیعی وزن موجود در مسئله پژوهش است ((W_i دست به X_i وزن های به دست آمده در این مرحله، در پژوهش پرومته استفاده می شوند.

۲-۵. روش پرومته

روش پرومته شامل سه مرحله است (تی زنگ و هوانگ^۱، ۲۰۱۱، ۹۵):
 مرحله ۱) ایجاد معیار تعمیم یافته^۲: در این مرحله، برای محاسبه انحراف گزینه ها (سهام) نسبت به شاخص های مختلف، معیاری تعمیم یافته برای هر شاخص در نظر گرفته می شود. به این منظور، تابع برتری گزینه a بر گزینه b نسبت به شاخص f به صورت $P(a,b)$ تعریف می شود. روش پرومته برای تسهیل این امر، به تصمیم گیرنده مجموعه ای از شش نمونه معیار تعمیم یافته ارائه می کند. شش نمونه معیار تعمیم یافته به همراه روابط ریاضی و شرح هر یک از آن ها در جدول ۲ بیان داده شده است.

جدول ۲: شرح معیارهای تعمیم یافته

نام معیار	رابطه	شرح
معیار عادی	$P(d) = \begin{cases} 0 & d = 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	در صورتی که امتیازهای دو گزینه برابر باشد، هیچ تفاوتی وجود نخواهد داشت.
معیار بخشی (u شکل)	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	تا زمانی که تفاوت امتیازهای دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود نخواهد داشت.
معیار v شکل (معیار خطی)	$P(d) = \begin{cases} \frac{d}{p} & d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	با تغییر امتیازها در فاصله صفر تا p میزان اولویت به صورت خطی تغییر می کند. اگر تفاوت بیشتر از p باشد، گزینه مورد نظر کاملاً اولویت دارد.
معیار هم سطح	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1/2 & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	اگر تفاوت امتیازها دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود ندارد. در صورتی که تفاوت بین دو مقدار q و p باشد، یک برتری نسبی وجود دارد. اگر میزان تفاوت بیش از p باشد، اولویت کامل وجود دارد.
معیار v شکل با ناحیه بی تفاوتی	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	اگر تفاوت امتیازها دو گزینه کمتر از q باشد، هیچ تفاوتی وجود ندارد. با تغییر امتیازها در فاصله q تا p میزان اولویت به صورت خطی تغییر می کند. اگر میزان تفاوت بیش از p باشد، اولویت کامل وجود دارد.
معیار گاوسی	$P(d) = 1 - e^{-\frac{d^2}{2\delta^2}}$	با تفاوت میان امتیازهای گزینه ها، میزان اولویت بر طبق رابطه افزایش می یابد.

1. Tzeng & Huwang
 2. Generalized Criterion

نوع داده‌ها تعیین می‌کند از کدام معیار تعمیم یافته استفاده شود. با توجه به اینکه معیارهای این پژوهش کمی و پیوسته هستند، از معیار نوع سوم (معیار ۷ شکل) استفاده می‌شود.

مرحله ۲) تعیین رابطه رتبه‌بندی بین گزینه‌ها: در اینجا به مقایسه دوی گزینه‌ها به ازای تمام معیارها پرداخته می‌شود. برای این منظور، از رابطه زیر استفاده می‌شود (تی‌زنگ و هوانگ، ۲۰۱۱، ۹۶):

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k w_j P_j(a, b) \quad (2)$$

که در آن $w_j > 0$ ($j = 1, 2, \dots, k$) وزن‌های مرتبط با هر معیار است. $\pi(a, b)$ نشان می‌دهد، چگونه و به چه میزان گزینه a بر گزینه b به ازای تمام معیارها برتری دارد.

مرحله ۳) ارزیابی رتبه‌بندی برای تعیین جواب نهایی: به منظور ارزیابی نهایی گزینه‌ها، جریان‌های زیر تعریف می‌شود:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (3)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (4)$$

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (5)$$

در روابط فوق، A مجموعه گزینه‌های ممکن، n تعداد گزینه‌ها (۵۰ سهم نمونه)، $\phi^+(a)$ جریان خروجی^۱ برای گزینه a ، $\phi^-(a)$ جریان ورودی^۲ برای گزینه a و $\phi(a)$ جریان خالص^۳ رتبه‌بندی است. گزینه‌ای که بیشترین مقدار $\phi(a)$ را داشته باشد، رتبه بهتری به خود اختصاص می‌دهد.

۶. یافته‌های پژوهش

در این بخش پرتفوی مدل پیشنهادی تشکیل می‌شود و با پرتفوی مدل مارکوویتز مقایسه می‌شود.

۶-۱. تعیین معیارهای ارزیابی سهام و توزیع پرسشنامه

در این پژوهش به منظور انتخاب معیارهای ارزیابی سهام شرکت‌ها، ابتدا مطالعاتی که در زمینه انتخاب پرتفوی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در داخل و خارج از کشور انجام

1. The Leaving Flow
2. The Entering Flow
3. The Net Flow

شده است، بررسی شد. از این بین، تعداد ۳۱ معیار کمی که بیشترین فراوانی را در این پژوهش‌ها داشتند، شناسایی شد. در ادامه با نظرخواهی از متخصصان بازار سرمایه و افراد مطلع، برخی از این معیارها حذف شدند. همچنین، معیارهایی که مهم تشخیص داده شدند، ولی در پژوهش‌های گذشته از آن‌ها کمتر استفاده شده بود (مانند معیار نقد شوندگی)، به معیارهای مدل اضافه شدند. در نهایت، تعداد ۱۶ معیار برای ارزیابی سهام انتخاب شدند که در جدول ۴ نشان داده شده است. در ادامه بر اساس معیارهای انتخاب‌شده، به تهیه و توزیع پرسشنامه مقایسه‌های زوجی بین خبرگان بازار سرمایه اقدام می‌شود. در این پژوهش جامعه خبرگان که پرسشنامه بین آن‌ها توزیع می‌شود، شامل ۳۰ نفر از افرادی است که هم به لحاظ نظری و هم به لحاظ عملی با مفاهیم مالی و سرمایه‌گذاری آشنایی کافی دارند. از بین این افراد، پنج نفر دارای مدرک دکتری، شش نفر دانشجوی دکتری و بقیه فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مدیریت مالی هستند. همه این افراد دارای حداقل دو سال سابقه فعالیت در نهادهای مرتبط با بورس اوراق بهادار، مانند شرکت‌های سرمایه‌گذاری و کارگزاری‌ها در مقام تحلیلگر بازار، مدیر سبد یا معامله‌گر هستند. از ۳۰ پرسشنامه توزیع‌شده، ۲۶ پرسشنامه تکمیل شد که ضمن تجزیه و تحلیل، مبنای انجام محاسبه‌های محقق قرار گرفت.

۲-۶. تبدیل امتیازهای پرسشنامه مقایسه‌های زوجی به اعداد فازی

در این مرحله امتیازهای مقایسه‌های زوجی به صورت متغیرهای زبانی درمی‌آید. در اینجا لازم است پاسخ‌های مذکور به مقیاسی با قابلیت تجزیه و تحلیل برده شوند؛ زیرا انجام عملیات ریاضی بر روی متغیرهای زبانی ناممکن است. جدول ۳ اعداد فازی متناظر با متغیرهای زبانی را نشان می‌دهد که از پژوهش لین^۱ (۲۰۱۰) گرفته شده است.

جدول ۳: اعداد فازی متناظر با متغیرهای زبانی

اعداد فازی مثلثی	متغیرهای زبانی
(۱ و ۱ و ۱)	اهمیت یکسان
(۱ و ۲ و ۳)	بینابین
(۲ و ۳ و ۴)	نسبتاً مهم‌تر
(۳ و ۴ و ۵)	بینابین
(۴ و ۵ و ۶)	مهم‌تر
(۵ و ۶ و ۷)	بینابین
(۶ و ۷ و ۸)	خیلی مهم‌تر
(۷ و ۸ و ۹)	بینابین
(۹ و ۹ و ۹)	بی‌نهایت مهم‌تر

۳-۶. محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های تکمیل‌شده و استخراج ماتریس مقایسه‌های زوجی فازی از آن‌ها، وزن هر یک از معیارها با استفاده از روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی به دست می‌آید. برای این منظور، کد نویسی لازم در نرم‌افزار لینگو^۱ انجام می‌شود. پس از اجرای کد مربوط، وزن هر یک از معیارها مطابق جدول ۴ به دست می‌آید.

جدول ۴: معیارهای ارزیابی سهام و وزن آن‌ها

وزن	معیار	وزن	معیار
۰.۱۱۰۷	نسبت قیمت به سود هر سهم	۰.۰۶۸۳	نرخ رشد سود هر سهم
۰.۰۱۸۶	نسبت قیمت به فروش	۰.۰۵۴۷	نرخ رشد سود عملیاتی
۰.۰۴۳۹	ریسک سیستماتیک (بتا)	۰.۱۰۸۲	نرخ رشد بالقوه
۰.۰۵۵۸	ریسک تجاری	۰.۱۱۸۷	سود هر سهم
۰.۰۶۲۵	ریسک مالی	۰.۰۵۹۷	حاشیه سود خالص
۰.۰۳۳۶	نسبت جاری	۰.۱۱۰۹	نسبت سود تقسیمی
۰.۰۳۷۸	نسبت آتی	۰.۰۵۹۱	بازده حقوق صاحبان سهام
۰.۰۳۱۵	نسبت نقدی	۰.۰۲۵۳	نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری

۴-۶. تشکیل پرتفوی با استفاده از روش پرومته

پس از تعیین وزن معیارها، برای رتبه‌بندی سهام شرکت‌های نمونه و تعیین اولویت آن‌ها بر اساس این معیارها، از روش پرومته استفاده می‌شود. محاسبه‌های این روش در نرم‌افزار اکسل انجام می‌شود. پس از انجام رتبه‌بندی، سهام صاحب رتبه برتر برای تشکیل پرتفویهای مدل پیشنهادی انتخاب می‌شود. برای تعیین میزان سرمایه‌گذاری در هر یک از سهام پرتفویهای مدل پیشنهادی، ابتدا شاخص موقعیت نسبی رقابتی^۲ برای هر سهم به صورت زیر تعریف می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۱۱، ۱۴۳):

$$CRPI(A_i) = \frac{\phi(A_i) - \min(\phi(A_i))}{\max(\phi(A_i)) - \min(\phi(A_i))} \quad (۶)$$

هر چه شاخص موقعیت نسبی رقابتی سهم بیشتر باشد، توانایی آن سهم برای رقابت با سهام دیگر به منظور قرار گرفتن در پرتفوی بیشتر می‌شود. پس از تعیین تعدادی از سهام برتر رتبه‌بندی برای قرار گرفتن در پرتفوی، می‌توان میزان سرمایه‌گذاری در هر سهم را به صورت زیر محاسبه کرد:

1. Lingo
2. Competitive Relative Position Index

$$W_i = \frac{CRPI(A_i)}{\sum CRPI(A_i)} \quad (7)$$

در این پژوهش چهار پرتفوی سه، پنج، ده و پنجاه سهمی از سهام برتر رتبه‌بندی تشکیل می‌شود. جدول‌های ۵ تا ۸ سهام تشکیل دهنده هر یک از این پرتفوها و میزان سرمایه‌گذاری در آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵: سهام تشکیل دهنده پرتفوی سه سهمی مدل پیشنهادی و وزن آن‌ها

سهام	پتروشیمی خارک	چادرملو	داروسازی رازک
وزن هر سهم	۰.۴۴	۰.۲۹	۰.۲۷

جدول ۶: سهام تشکیل دهنده پرتفوی پنج سهمی مدل پیشنهادی و وزن آن‌ها

سهام	پتروشیمی خارک	چادرملو	داروسازی رازک	نیروکلر	ملی مس
وزن هر سهم	۰.۲۹	۰.۱۹	۰.۱۸	۰.۱۷	۰.۱۷

جدول ۷: سهام تشکیل دهنده پرتفوی ده سهمی مدل پیشنهادی و وزن آن‌ها

سهام	پتروشیمی خارک	چادرملو	داروسازی رازک	نیروکلر	ملی مس	سیمان کرمان	پتروشیمی فن‌آوران	کالسیمین	ایران ترانسفو	البرز دارو
وزن هر سهم	۰.۱۶	۰.۱۱	۰.۱۰	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۰۸

جدول ۸: سهام تشکیل دهنده پرتفوی پنجاه سهمی مدل پیشنهادی و وزن آن‌ها

سهام	پتروشیمی خارک	چادرملو	داروسازی رازک	نیروکلر	ملی مس	سیمان کرمان	پتروشیمی فن‌آوران	کالسیمین	ایران ترانسفو	البرز دارو
وزن هر سهم	۰.۰۵۲	۰.۰۳۴	۰.۰۳۳	۰.۰۳۱	۰.۰۳۰	۰.۰۲۹	۰.۰۲۸	۰.۰۲۷	۰.۰۲۷	۰.۰۲۷
سهام	دارو اسوه	زغال‌سنگ نگیل	سیمان دورود	گل‌گهر	سیمان تهران	نیرو ترانس	پاما	چینی ایران	دارو جابرین جیان	سیمان شاهرود
وزن هر سهم	۰.۰۲۶	۰.۰۲۵	۰.۰۲۴	۰.۰۲۴	۰.۰۲۴	۰.۰۲۳	۰.۰۲۳	۰.۰۲۲	۰.۰۲۲	۰.۰۲۱

ادامه جدول ۸:

سهام	لایبران	پتروشیمی سازند	پالایش نفت اصفهان	گروه بهمن	کیمپارو	دارو کوثر	پتروشیمی آبادان	سیمان شمال	فولاد مبارکه	کاشی سعدی
وزن هر سهم	۰.۰۲۰	۰.۰۱۹	۰.۰۱۹	۰.۰۱۹	۰.۰۱۸	۰.۰۱۸	۰.۰۱۸	۰.۰۱۷	۰.۰۱۷	۰.۰۱۷
سهام	دارو لقمان	نیرو محرکه	آبسال	رینگ سازی مشهد	سایپا	الکترونیک خودرو شرق	مینا	موتورسازان تراکتور	فراوری مواد معدنی	فولاد امیرکبیر
وزن هر سهم	۰.۰۱۶	۰.۰۱۶	۰.۰۱۵	۰.۰۱۵	۰.۰۱۵	۰.۰۱۴	۰.۰۱۴	۰.۰۱۴	۰.۰۱۴	۰.۰۱۴
سهام	فولاد خراسان	ایران خودرو	زانیاد	نفت پارس	ماشین سازی آراک	پارس خودرو	شهید قنای	مس باهنر	صنایع آذراب	مهرکام پارس
وزن هر سهم	۰.۰۱۴	۰.۰۱۴	۰.۰۱۳	۰.۰۱۱	۰.۰۱۱	۰.۰۱۱	۰.۰۱۱	۰.۰۱۰	۰.۰۰۳	۰.۰۰۰

۵-۶. معیار شارپ ماهانه برای پرتفویهای مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز

در این بخش به مقایسه معیار شارپ ماهانه برای پرتفویهای تشکیل شده با استفاده از مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز و با به کارگیری داده‌های ماهانه دوره تحت ارزیابی (داده‌های سال ۹۱) می‌پردازیم.

جدول ۹: معیار شارپ ماهانه پرتفوی سه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز برای سال ۹۱

ردیف	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدل پیشنهادی	۲.۱۹	-۰.۹۳	-۰.۸۱	-۱.۱۳	۰.۱۰	۲.۲۸	۵.۶۷	-۳.۶۰	۸.۵۱	۲.۷۸	۰.۶۱	-۰.۰۸
مدل مارکویتز	۰.۸۸	-۱۹.۲۵	-۱.۳۵	۰.۱۷	-۲.۲۱	۱.۰۲	۲.۵۷	-۱۴.۰۸	۰.۵۵	-۶.۵۵	-۱.۱۲	-۰.۴۵

جدول ۱۰: معیار شارپ ماهانه پرتفوی پنج سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز برای سال ۹۱

چ	اسفند	تیر	مهر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	مهر	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدل پیشنهادی	-۲.۲۰	-۱.۲۳	۱.۳۲	۱۹.۴۷	-۲۴.۱۲	۷.۷	۷.۵۸	-۰.۸۲	۰.۷۶	۱.۲۳	-۰.۷۶	۲.۰۸
مدل مارکوویتز	-۰.۶۳	-۷.۱۲	-۰.۸۹	۱.۵۲	-۲۳.۳۸	۲.۱	۳.۹۷	-۱۳.۴۴	۰.۰۴	-۰.۲۶	-۲.۶۳	۰.۷۱

جدول ۱۱: معیار شارپ ماهانه پرتفوی ده سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز برای سال ۹۱

چ	اسفند	تیر	مهر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	مهر	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدل پیشنهادی	-۱.۱۸	-۰.۵۸	۲.۱۴	۱۵.۹	-۱.۹۰	۱۷.۱۶	۹۴.۴۲	-۰.۹۷	-۰.۵۴	-۰.۵۹	-۱.۰۸	۳.۸۹
مدل مارکوویتز	-۱.۲۱	-۲.۹۱	-۲.۲۹	۰.۰۸	-۵.۵۵	۳.۵۰	۱۵.۱۵	-۵.۴۳	۰.۲۰	-۰.۴۴	-۳.۹۰	۰.۴۱

جدول ۱۲: معیار شارپ ماهانه پرتفوی پنجاه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز برای سال ۹۱

چ	اسفند	تیر	مهر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	مهر	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدل پیشنهادی	۵.۶۲	-۰.۴۳	۰.۸۲	۲۲.۹	-۰.۷۲	۵۵.۲۴	۷.۹۹	-۰.۱۲	-۰.۲۵	-۰.۰۹	-۰.۶۴	۳.۰۸
مدل مارکوویتز	-۱.۳۹	-۴.۳۱	-۹.۳۷	۰.۲۹	-۱.۲۶	۰.۶۶	۰.۳۳	-۳.۱۱	-۱.۵۵	-۱.۱۵	-۱۷.۰۲	۰.۲۳

۶-۶. آزمون فرضیه

در این بخش فرضیه پژوهشی به فرضیه‌های آماری تبدیل و آزمون می‌شود.

فرضیه اول:

H_0 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی سه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز تفاوت

معنادار وجود ندارد.

H_1 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی سه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز تفاوت

معنادار وجود دارد.

فرضیه دوم:

H_0 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی پنج سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز تفاوت معنادار وجود ندارد.

H_1 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی پنج سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز تفاوت معنادار وجود دارد.

فرضیه سوم:

H_0 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی ده سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز تفاوت معنادار وجود ندارد.

H_1 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی ده سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز تفاوت معنادار وجود دارد.

فرضیه چهارم:

H_0 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی پنجاه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز تفاوت معنادار وجود ندارد.

H_1 : بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی پنجاه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکویتز تفاوت معنادار وجود دارد.

نتایج آزمون مقایسه زوجی برای فرضیه‌های فوق در جدول ۱۳ نشان داده شده است.

جدول ۱۳: نتایج آزمون مقایسه زوجی فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اول		فرضیه دوم		فرضیه سوم		فرضیه چهارم	
معیار شارپ مدل پیشنهادی	معیار شارپ مدل مارکویتز	معیار شارپ مدل پیشنهادی	معیار شارپ مدل مارکویتز	معیار شارپ مدل پیشنهادی	معیار شارپ مدل مارکویتز	معیار شارپ مدل پیشنهادی	معیار شارپ مدل مارکویتز
۱.۲۹	-۳.۳۱	۰.۹۲	-۳.۳۳	۱۰.۵۶	-۰.۱۹	۷.۷۸	-۳.۱۳
۲.۷۸	۲.۵۷	۱.۶۸	۲.۴۷	۰.۰۲	۰.۱۲	۰.۰۳	۰.۰۱
میانگین	آماره تی	معداری					

همان‌طور که جدول ۱۳ نشان می‌دهد، با توجه به اینکه مقدار معناداری برای فرضیه‌های اول، دوم و چهارم از ۵ درصد (سطح خطا) کوچک‌تر است، می‌توان گفت که فرض H_1 در این فرضیه‌ها با ۹۵

درصد اطمینان تأیید می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان گفت، «بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی‌های سه، پنج و پنجاه سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز تفاوت معناداری وجود دارد». از طرف دیگر، با توجه به اینکه مقدار معناداری برای فرضیه سوم از ۵ درصد (سطح خطا) بزرگ‌تر است، با ۹۵ درصد اطمینان نمی‌توان فرض H_0 را در این فرضیه رد کرد. به عبارت دیگر می‌توان گفت، «بین میانگین معیار شارپ ماهانه پرتفوی ده سهمی مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز تفاوت معناداری وجود ندارد».

۷. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تلاش کردیم با بررسی ادبیات موضوع و پژوهش‌های پیشین، معیارهای مؤثر در انتخاب سهام را شناسایی کنیم و با به کارگیری مدلی ترکیبی، پرتفوی مناسب در بورس تهران را استخراج کنیم. به این ترتیب، پرسشنامه‌ای تهیه و بین خبرگان بازار سرمایه توزیع شد. سپس وزن هر معیار با استفاده از روش برنامه‌ریزی ترجیح‌های فازی لگاریتمی به دست آمد. در مرحله بعد با استفاده از روش پرومته، سهام موجود در نمونه پژوهش رتبه‌بندی شد و سهام برتر رتبه‌بندی برای تشکیل پرتفوی‌های سه، پنج، ده و پنجاه سهمی مدل پیشنهادی در ابتدای دوره ارزیابی عملکرد (سال ۹۱) تعیین شد. در نهایت، با استفاده از مدل ترکیبی پیشنهادی و نیز مدل مارکوویتز وزن سهام موجود در پرتفوها تعیین شد.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد، برای پرتفوی‌های سه، پنج و پنجاه سهمی، عملکرد مدل پیشنهادی بر مبنای معیار شارپ برای سال ۹۱ به‌طور معناداری از عملکرد مدل مارکوویتز بهتر است؛ درحالی‌که برای پرتفوی ده سهمی، اختلاف معناداری بین عملکرد مدل پیشنهادی و مدل مارکوویتز وجود ندارد.

محققان در پژوهش‌های آتی برای انتخاب پرتفوی می‌توانند از پیشنهادها زیر استفاده کنند:

۱. تعیین سطوح مختلف ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران برای انتخاب پرتفوی.
۲. استفاده از روش‌های فراابتکاری، مانند الگوریتم ژنتیک^۱ و بهینه‌سازی تجمعی ذرات^۲ برای تعیین اوزان سهام موجود در پرتفوی و مقایسه آن‌ها با روش موجود در این پژوهش.
۳. استفاده از معیارهای کیفی، مانند مدیریت شرکت، شایعه‌های بازار و ... در کنار معیارهای مالی برای انتخاب پرتفوی.
۴. استفاده از مدل پیشنهادی برای صنعت خاص.
۵. استفاده از مدل پیشنهادی برای شرکت‌های غیر تولیدی حاضر در بورس تهران.

1. Genetic Algorithm
2. Particle Swarm Optimization

منابع و مآخذ

۱. آذر، عادل؛ راموز، نجمه؛ عاطفت‌دوست، علیرضا. (۱۳۹۱). «کاربرد روش تخمین مجموعه غیر مرجح در انتخاب پرتفوی بهینه». *تحقیقات مالی*، ۱۴ (۲)، ۱۴-۱.
۲. افشار کاظمی، محمدعلی؛ خلیلی عراقی، مریم؛ سادات کیایی، احمد. (۱۳۹۱). «انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران با تلفیق روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و برنامه‌ریزی آرمانی (GP)». *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، شماره ۱۳، ۶۳-۴۹.
۳. امیریان، سجاده؛ امیری، مقصود. (۱۳۹۲). «تأثیر به کارگیری روش‌های چند شاخصه با رویکرد فازی بر بازدهی پرتفوی انتخابی در بورس اوراق بهادار تهران». *دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، تهران: انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر*.
۴. انواری رستمی، علی‌اصغر؛ حسینیان، شهابت؛ رضایی اصل، مرتضی (۱۳۹۱). «رتبه‌بندی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و مدل‌های ترکیبی». *تحقیقات مالی*، ۱۴ (۱)، تهران، ۵۴-۳۱.
۵. بابایی، صدرا؛ قائمی، ابوالفضل. (۱۳۹۱). «ارائه یک مدل دو هدفه برای مسئله انتخاب پرتفوی با در نظر گرفتن سنج‌های ریسک مختلف». *هشتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، تهران: انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر*.
۶. جونز، چارلز. (۱۳۸۸). *مدیریت سرمایه‌گذاری*. ترجمه رضا تهرانی و عسگر نوربخش، تهران: نشر نگاه دانش.
۷. راعی، رضا؛ پویانفر، احمد. (۱۳۸۷). *مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته*. تهران: نشر سمت.
8. Chen, C. T., Hung, W. Z. & Cheng, H. L. (2011). "Applying linguistic PROMETHEE method in investment portfolio decision-making". *International Journal of Electronic Business Management*, 9(2), 139-148.
9. Chen, L. & Pan, H. (2013). "Selection of stocks using constrained fuzzy AHP and PROMETHEE". *Advances in information Sciences and Service Sciences (AISS)*, 5(15), 97-103.
10. Sharpe, W. F., Alexander, G. J. & Bailey, J. V. (1999). *Investments* (Vol. 6). New Jersey: Prentice Hall.
11. Tzeng, G. H. & Huang, J. J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, London, CRC Press.
12. Vetschera, R. & De Almeida, A. T. (2012). "A PROMETHEE-based

approach to portfolio selection problems”. *Computers & Operations Research*, 39(5), 1010-1020.

13. Wang, Y. M. & Chin, K. S. (2011). “Fuzzy analytic hierarchy process: A logarithmic fuzzy preference programming methodology”. *International Journal of Approximate Reasoning*, 52(4), 541-553.
14. Zopounidis, C. (2013). “Multicriteria decision aid in financial management”. *European Journal of Operational Research*, 11(9), 404-415.
15. Lin, H. F. (2010). “An application of fuzzy AHP for evaluating course website quality”. *Computers & Education*, 54(4), 877-888.

