

مجله پیشرفت‌های حسابداری دانشگاه شیراز  
دوره سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۰، پیاپی ۶۰/۳، صفحه‌های ۱۷۱-۱۹۶  
(مجله علوم اجتماعی و انسانی سابق)

## مقایسه‌ی مدل‌های تشکیل پرتفوی سهام مبتنی بر تصادفی و تصادفی فازی بودن بازده مورد انتظار در بورس اوراق بهادار تهران\*

دکتر محمود یحیی‌زاده‌فر\* دکتر عبدالحمید صفایی قادیکلایی\*\* مهدی خاکپور\*\*\*  
دانشگاه مازندران

### چکیده

با توجه به اینکه تخمین بازده آتی اوراق بهادار به تنهایی از طریق داده‌های تاریخی نمی‌تواند تخمین مناسبی در جهت انتخاب پرتفوی باشد، لذا در تحقیق حاضر از داده‌های تاریخی و تکنیک‌های آماری به همراه تئوری مجموعه فازی در مدل نوین انتخاب پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  جهت تخمین بازده آتی سهام استفاده می‌شود. در این مدل، با استفاده از قضاوت خبرگان مالی و میزان ذهنیت خوشبینی-بدبینی سرمایه‌گذار نسبت به بازده مورد انتظار و با این فرض که بازده سهام متغیر تصادفی فازی می‌باشد، انتخاب پرتفوی صورت می‌گیرد. در واقع تاثیر عوامل مذکور در انتخاب پرتفوی با مدل میانگین واریانس مارکویتز مورد مقایسه قرار می‌گیرد. این مقایسه به وسیله داده‌های جمع‌آوری شده از بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، مرکزکارای میانگین واریانس  $\lambda$  درحالت خوشبینی کامل، بالای مرکزکارای میانگین واریانس مارکویتز قرار دارد و مرکزکارای میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی

\* دانشیار گروه مدیریت بازرگانی (نویسنده مسئول، m.yahyazadeh@umz.ac.ir)

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۱/۱۵

\*\* استادیار گروه مدیریت صنعتی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۴/۲۹

\*\*\* کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی

کامل، پایین مرزکارای میانگین واریانس مارکویتز قرار می‌گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** تئوری مجموعه فازی، متغیر تصادفی فازی، میزان ذهنیت خوشبینی - بدبینی سرمایه‌گذار.

### ۱. مقدمه

سرمایه‌گذاری مولد برای رشد و توسعه‌ی اقتصادی کشور ضروری است. برای تامین مالی انجام چنین سرمایه‌گذاری‌هایی، روش‌های بسیاری وجود دارد. اصلی‌ترین منبع تامین سرمایه، پس‌اندازهای مردم هر جامعه است. بنابراین باید سازوکارهای قوی وجود داشته باشد که این پس‌اندازها را به منظور تامین نیازهای مالی به سوی بخش‌های تولیدی سوق دهد (جعفری صمیمی، یحیی زاده‌فر و امین‌زاده، ۱۳۸۴). انتخاب پرتفوی بهینه، یکی از موضوعات مهم در ادبیات مالی محسوب می‌شود که هدف‌های حداکثرکردن بازده آتی و حداقل نمودن ریسک سرمایه‌گذاری را به همراه دارد. در این راستا، تکنیک‌ها و رویکردهای مختلفی مورد استفاده قرار گرفته و هریک واجد مزایا و معایبی است. این تحقیق با ترکیب مدل انتخاب پرتفوی مارکویتز با رویکرد فازی، تلاش دارد تا کیفیت پرتفوی‌های انتخابی را با پرتفوی‌های انتخاب شده بدون رویکرد فازی مقایسه نماید.

### ۲. بیان مساله

اولین رویکرد سیستماتیک برای مساله‌ی انتخاب پرتفوی، رویکرد میانگین واریانس بوده است که به وسیله‌ی مارکویتز بیان شد (ژپینگ، وانگ، ۲۰۰۸). در مدل انتخاب پرتفوی مارکویتز، بازده اوراق بهادار متغیر تصادفی در نظر گرفته می‌شود. در این مدل بازده و ریسک به ترتیب به وسیله میانگین و انحراف معیار بازده‌های تاریخی سهام تعیین می‌شوند. فرض اساسی مدل میانگین واریانس مارکویتز این است که موقعیت آتی اوراق بهادار می‌تواند به وسیله‌ی داده‌های تاریخی در گذشته منعکس شود. به این معنا که بازده و انحراف معیار اوراق بهادار در آینده شبیه به داده‌های تاریخی می‌باشد. در واقع در مدل مارکویتز، تنها به یک جنبه از عدم اطمینان، یعنی تصادفی بودن بازده سهام توجه می‌شود. در صورتی که در دنیای واقعی، عوامل عدم اطمینان دیگری وجود دارد که تصادفی بودن به تنهایی نمی‌تواند برای بازده سهام شرکت‌ها که به طور دایم در حال تغییر است، مورد

تضمین واقع شود. این عدم اطمینان می‌تواند به صورت فازی بودن بازده سهام مورد توجه قرار گیرد و با این فرض که بازده سهام به صورت متغیر فازی می‌باشد، به انتخاب پرتفوی اقدام نمود (لی، ژو، ۲۰۰۷). متغیر فازی تابعی اندازه‌پذیر از فضای اعتباری برای مجموعه‌ای از اعداد حقیقی می‌باشد. از طرف دیگر، عوامل عدم اطمینان تصادفی و فازی می‌تواند در دنیای واقعی به صورت همزمان ملاحظه شود. در حقیقت از ترکیب عوامل عدم اطمینان تصادفی و فازی می‌توان به متغیر جدیدی به صورت متغیر ترکیبی<sup>۱</sup> دست یافت (لیو، ۲۰۰۸). متغیر ترکیبی که لیو در سال ۲۰۰۶ معرفی نمود، تابعی اندازه‌پذیر از فضای شانس برای مجموعه‌ای از اعداد حقیقی می‌باشد. این متغیر خود می‌تواند به صورت متغیر تصادفی فازی<sup>۲</sup> و متغیر فازی تصادفی<sup>۳</sup> مطرح شود (لیو، ۲۰۰۶). متغیر تصادفی فازی به وسیله‌ی کاواکرنک<sup>۴</sup> در سال ۱۹۷۸ مطرح شد. این متغیر تابعی اندازه‌پذیر از فضای احتمالی برای جمع‌ی از مجموعه‌های فازی می‌باشد، ولی متغیر فازی تصادفی به وسیله‌ی لیو در سال ۲۰۰۲ معرفی شد که تابعی از فضای امکان برای جمع‌ی از متغیرهای تصادفی می‌باشد (لی، ژو، ۲۰۰۷).

در تحقیق حاضر، ترکیب تصادفی و فازی بودن بازده سهام به صورت متغیر تصادفی فازی انجام می‌شود. در واقع، انتخاب پرتفوی در مدل میانگین واریانس  $\lambda$  با فرض اینکه بازده سهام متغیر تصادفی فازی باشد، با انتخاب پرتفوی مدل میانگین واریانس مارکوویتز که بازده سهام را به صورت متغیر تصادفی در نظر می‌گیرد، مقایسه می‌گردد.

### ۳. پیشینه‌ی تحقیق

رویکرد سرمایه‌گذاری در چهارچوب انتخاب پرتفوی، در پرتو اندیشه‌های مارکوویتز و شارپ روند تکاملی پیموده و کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی، دقت تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری در انتخاب پرتفوی را افزایش داده است. مدل‌های مختلفی برای هدایت سرمایه‌گذاری در چهارچوب انتخاب پرتفوی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی ارائه شده است (شاه‌علیزاده، معماربانی، ۱۳۸۲). به دلیل توسعه‌ی علم ریاضیات فازی در اکثر علوم مختلف و اهمیت روز افزون آن در مسایل مالی، مدل‌های مختلفی جهت حل مسایل مالی با استفاده از علم ریاضیات فازی ارائه شده است. در تحقیق حاضر ابتدا پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی مالی با استفاده از تئوری مجموعه فازی مورد بحث قرار می‌گیرد،

سپس پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی انتخاب پرتفوی با استفاده از تئوری احتمال و تئوری مجموعه فازی بیان می‌شود.

### ۱-۳. پژوهش در زمینه‌ی علم مالی با استفاده از تئوری مجموعه فازی

یکی از مهمترین نقش‌های تئوری مجموعه فازی نشان دادن داده‌های مبهم است. هم چنین مجموعه فازی امکان به کارگیری عملیات و برنامه‌ریزی ریاضی را در زمینه‌های فازی فراهم می‌سازد. مجموعه فازی، شامل گروهی از عناصر با درجه عضویت پیوسته است. این مجموعه را توابع عضویت مشخص می‌نمایند که به هر یک از این عناصر، یک درجه عضویت از صفر تا یک اختصاص می‌دهند (بودجادیف، حسینی، ۱۳۸۱). منطق فازی در سال ۱۹۶۵ به وسیله‌ی لطفی‌زاده به وسیله‌ی مقاله‌ای تحت عنوان، "مجموعه‌های فازی"، به سراسر دنیا معرفی شد. نظریه فازی با پشتکار لطفی‌زاده گسترش یافت و امروز از منطق فازی در علوم مختلف استفاده می‌شود (آذر، فرجی، ۱۳۸۶). در ادبیات مالی نیز تحقیقات متعددی با استفاده از تئوری مجموعه فازی صورت گرفته است که می‌توان به برخی از آن‌ها اشاره داشت.

جعفری صمیمی، یحیی زاده‌فر و امین‌زاده (۱۳۸۴)، به بررسی رابطه‌ی بین اندازه‌های پرتفوی و ریسک غیرسیستماتیک سهام عادی در ایران پرداختند. آن‌ها اعلام نمودند که بین اندازه‌ی سبد اوراق بهادار و ریسک آن رابطه‌ی معکوس وجود دارد. هم چنین در این تحقیق مشخص گردید که وقتی تعداد اوراق بهادار از ۳۶ سهام بیشتر شود، ریسک غیرسیستماتیک تقریباً از بین می‌رود.

ظهوری و فضلی (۱۳۸۸) با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی چند معیاره فازی، رویکرد جدیدی برای غربالگری سهام ارایه نموده است. دو معیار عمومی در این تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است. معیار سلامت شرکت‌ها و معیار موفق بازار شرکت‌ها. در نهایت معیار اساسی برای انتخاب شرکت‌های مناسب جهت سرمایه‌گذاری، نزدیکی دو شاخص سلامت مالی و موفقیت بازار شرکت‌ها می‌باشد. شیرمحمدی، محمدی و قالیباف اصل (۱۳۸۹) از سری زمانی ARIMA و رگرسیون از عوامل تاثیرگذار بر قیمت سهام با استفاده از مفهوم ضرایب فازی به پیش بینی مقادیر آتی قیمت سهام پرداخته است.

راموز، مشیری و محمدی (۱۳۸۴) به بررسی انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی توافقی پرداخته است. آنها نتیجه گرفتند که پرتفوی‌های بهینه محاسبه شده در روش برنامه‌ریزی توافقی، تقریبی از رفتار سرمایه‌گذار می‌باشد. امیری خورهه، اسلامی بیدگلی و محمدی (۱۳۸۵) به موضوع تعیین حد بهینه اوراق بهادار جهت حداقل کردن ریسک پرتفوی برای سرمایه‌گذاران کوتاه‌مدت و بلندمدت حاضر در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که پرتفوی متشکل از ۳۵ تا ۴۰ نوع سهام جهت حداقل رساندن ریسک پرتفوی سرمایه‌گذاران کوتاه مدت و ۸ نوع سهام برای سرمایه‌گذاران بلندمدت کافی است. مالکی‌نیا، اردبیلی و عالم تبریز (۱۳۸۴) کاهش سطح ریسک اعتباری را با استفاده از مدل پرتفوی بهینه وام در شعب بانک صادرات اردبیل مورد بررسی قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که رابطه‌ی معناداری بین استفاده از مدل بهینه‌ی تسهیلات و ریسک اعتباری وام در بانک صادرات وجود ندارد. خراسانی‌نیاسری، نوروش و اهرابی (۱۳۷۶) به بررسی دامنه‌ی بهینه‌ی تعداد سهام پرتفوی کارا در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که تعداد ۱۵ تا ۲۰ نوع سهام که به طور تصادفی به منظور به حداقل رساندن ریسک غیرسیستماتیک یک مجموعه انتخاب شده باشند، کافی است.

بت‌شکن، راعی و مهرگان (۱۳۷۹) به پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی فازی و مقایسه‌ی آن با الگوهای خطی پرداخته است. نتایج حاصل از این تحقیق، حاکی از برتری شبکه‌ی فازی در پیش‌بینی قیمت سهام نسبت به مدل‌های خطی می‌باشد. افسر، آذر و احمدی (۱۳۸۴) اقدام به ارزیابی مدلی جهت پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی فازی و روش‌های ترکیبی از کلیه‌ی روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی بهتر عمل نموده است و دارای ویژگی‌هایی؛ نظیر هم‌گرایی سریع، دقت بالا و توانایی تقریب قوی بوده و برای پیش‌بینی سهام مناسب می‌باشند. خدارحمی (۱۳۸۳) به بررسی قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای با مقایسه‌ی رویکرد قطعی فازی پرداخته است. نتایج این تحقیق حاکی از این است که به کارگیری مفروضات فازی در پارامترهای مختلف موجود در مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای به انعطاف‌پذیری بیشتر این مدل منجر می‌شود. ابوئی-مهریزی، عباسی و رستگار (۱۳۸۵) به پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی-

فازی پرداخته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که مدل با دو تابع عضویت مثلثی و میزان خطای ۰,۱۳۱۲ در سطح ۱۶۸۹ داده‌ی آموزشی، به عنوان مدل بهینه، طراحی شد.

ویو (۲۰۰۴) با استفاده از الگوی فازی و فرمول بلک و شولز به قیمت‌گذاری اختیار معامله پرداخت. این تحقیق با این مطلب که ماهیت نوسان بازار مالی از زمانی به زمان دیگر، پارامترهای ورودی در فرمول بلک شولز را تغییر می‌دهد، اقدام به قیمت‌گذاری اختیار معامله می‌نماید. جهت انجام این کار از نرخ بهره‌ی فازی، قیمت سهام فازی و تغییرپذیری فازی استفاده می‌شود. خروجی مدل ارائه شده قیمت اختیار معامله اروپایی به صورت عدد فازی می‌باشد. مسکال (۲۰۰۵) با در نظر گرفتن رویکرد تصادفی - فازی، متدولوژی ارزش در معرض ریسک<sup>۵</sup> را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق، متدولوژی فازی - تصادفی برای اعمال مبهم بودن ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد. مبهم بودن ریسک از طریق اعداد فازی خطی نوع T مدل‌سازی می‌شود. رویکرد ارائه شده در این تحقیق، برای ساختار ناپایدار و داده‌های ورودی که به صورت مبهم می‌باشند، مناسب است. یوشیدا (۲۰۰۳) به ارزیابی اختیار معامله‌ی اروپایی تحت عدم اطمینان محیطی پرداخت. او در این تحقیق با استفاده از عدم اطمینان تصادفی و فازی، مدلی جدید در تعیین قیمت اختیار معامله‌ی اروپایی ارائه نمود. فازی و تصادفی بودن در مدل ارائه شده‌ی این تحقیق، در جهت تعیین امید ریاضی احتمالی و فازی با در نظر گرفتن قضاوت خریدار و فروشنده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این تحقیق، با استفاده از فرمول بلک شولز، قیمت مورد انتظار اختیار معامله‌ی اروپایی و طیف قابل قبول قیمت‌های مورد انتظار خریدار و فروشنده تعیین می‌شود. لی، زنگ و وانگ (۲۰۰۵) از تئوری فازی و مدل CRR<sup>۶</sup> جهت ایجاد مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله فازی استفاده نمودند. در تحقیقی که آن‌ها انجام دادند با توجه به اینکه تئوری فازی توانایی مدل‌سازی اطلاعات مبهم را دارد، طیفی از قیمت‌های اختیار معامله ایجاد می‌شود. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که به خاطر ترکیب مدل CRR و تئوری مجموعه فازی، انتخاب‌های بیشتری برای سرمایه‌گذاران به وجود می‌آید و سرمایه‌گذاران قادر خواهند بود، استراتژی‌های پرتفوی را بدین وسیله تصحیح نمایند. سیاو، سیه و لی (۲۰۰۱) با این فرض که پارامترهای رتبه‌بندی اعتباری از نظر ماهیت به صورت زبانی می‌باشند، از تئوری فازی برای رتبه‌بندی اعتباری در بانک‌های

تجاری استفاده نمودند.

۲-۳. پژوهش در زمینه‌ی پرتفوی با استفاده از تئوری احتمال و تئوری مجموعه فازی میقانی و صمدی (۱۳۸۸) مدلی ترکیبی از طریق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و مدل میانگین واریانس مارکوویتز، جهت انتخاب پرتفوی سهام استفاده نموده است. هری مارکوویتز در سال ۱۹۵۲ مدل پیشنهادی خود را برای انتخاب پرتفوی ارائه نمود. سپس محققان زیادی رویکردهای مختلفی با استفاده از علوم ریاضی برای توسعه‌ی پرتفوی مبتنی بر تئوری احتمال ارائه کردند. بازده اوراق بهادار در این رویکردها به عنوان متغیر تصادفی در نظر گرفته می‌شود و عدم اطمینان از تصادفی بودن بازده اوراق بهادار، به عنوان تنها روش مدل‌سازی، مورد توجه قرار می‌گرفت. در صورتی که در دنیای واقعی عوامل عدم اطمینان دیگری وجود دارد که بر بازده اوراق بهادار تاثیر می‌گذارد و نباید تنها به وسیله‌ی رویکردهای احتمالی مورد بررسی قرار گیرد، این عدم اطمینان می‌تواند به صورت پدیده‌ی فازی نیز در نظر گرفته شود. با معرفی مجموعه فازی و تئوری امکان، دانشمندان متعددی از این تئوری‌ها برای انتخاب پرتفوی در محیط فازی استفاده کرده و مدل انتخاب پرتفویی بر اساس فرض فازی بودن بازده سهام را ارائه نمودند (لی، ژو، ۲۰۰۷). تاناکا، گو و ترکسن (۲۰۰۰) با استفاده از توابع توزیع احتمال فازی و تابع توزیع امکان، دو مدل در زمینه‌ی تشکیل پرتفوی ارائه کردند. در این تحقیق، توابع توزیع امکان و احتمال فازی با توجه به نمره‌های امکان اوراق بهادار تعیین می‌شود. نمره‌های امکان اوراق بهادار را خبرگان مالی مشخص می‌نمایند تا بتوان از دانش و تجربه‌ی آن‌ها در جهت تشکیل پرتفوی نیز بهره‌مند شد. در واقع نمره‌های امکان، نمره‌هایی است که خبرگان مالی به احتمال وقوع هر بازده تاریخی سهام می‌دهند. دو مدل ارائه شده بر پایه‌ی مدل میانگین واریانس مارکوویتز بنا نهاده شده است. مزیت اصلی دو مدل مذکور نسبت به مدل مارکوویتز، استفاده از نظرات خبرگان مالی در مدل‌سازی انتخاب پرتفوی بر مبنای تئوری مجموعه فازی می‌باشد. ژانگ و نی (۲۰۰۴) به بررسی مسأله‌ی انتخاب پرتفوی کارای قابل قبول پرداختند. آن‌ها با توجه به عدم اطمینان در فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، فرض می‌کنند که بازده مورد انتظار و ریسک دارایی، خطاهای قابل قبولی دارند. در نتیجه با این فرض و استفاده از گستردگی بازده‌های مورد انتظار پرتفوی و

ریسک‌های کران بالا و کران پایین بر مبنای تئوری مجموعه فازی، مدل پرتفوی کارای قابل قبول ارائه می‌شود. پرتفوی کارای قابل قبول در این مدل به صورت کران بالا و پایین مشخص می‌شود. هانگ (۲۰۰۶) به بررسی انتخاب پرتفوی با استفاده از تئوری شانس و فازی پرداخت. او در این تحقیق دو مدل انتخاب پرتفوی محدود به شانس و مدل انتخاب پرتفوی مبتنی بر اعتبار ارائه نمود. او دو هدف را در تحقیق خود دنبال می‌نمود. هدف اول؛ ماکزیم نمودن بازده سرمایه‌گذار در سطح معین اطمینان می‌باشد. هدف دوم؛ ماکزیم نمودن سطح اعتبار جهت دستیابی به بازده تخصیص یافته با توجه به اعمال محدودیت‌ها می‌باشد. به دلیل اینکه نمی‌توان به طور تحلیلی ارزش هدف و ارزش محدودیت‌ها را محاسبه نمود، از شبیه سازی فازی استفاده می‌شود. در نهایت، جهت فراهم نمودن روش تعمیم یافته برای حل دو مدل مذکور، از الگوریتم هوشمند ترکیبی استفاده نمود که این الگوریتم به وسیله ادغام شبیه‌سازی فازی و الگوریتم ژنتیک حاصل می‌شود. فانگ، لای و وانگ (۲۰۰۶) ترازدهی مجدد<sup>۷</sup> پرتفوی را با فرض وجود هزینه‌های مبادله بر مبنای تئوری تصمیم فازی مورد بررسی قرار دادند. ابتدا آن‌ها جهت ترازدهی مجدد پرتفوی با در نظر گرفتن هزینه‌های مبادله از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده نمودند. سپس با توجه به اینکه سطح بازدهی، ریسک و نقدینگی در محیط مالی مبهم می‌باشد و در نظر گرفتن آن‌ها به صورت اعداد فازی، مدلی در زمینه ترازدهی مجدد پرتفوی ارائه نمودند. مدل ارائه شده با تابع توزیع S شکل غیرخطی می‌تواند استراتژی ترازدهی مجدد پرتفوی مطلوب را با توجه به درجه‌ی رضایت سرمایه‌گذار ایجاد نماید. گلادیش، جونز و تامیز (۲۰۰۷) جهت انتخاب پرتفوی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، مدل سه مرحله‌ای تعاملی را ایجاد نمودند. آن‌ها در این تحقیق سناریوهای بازار را که خبرگان مالی تعیین می‌نمایند مورد استفاده قرار دادند. درحقیقت از سناریوهای چندین بازار جهت اعمال مبهم بودن محیط تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. مدل فازی ارائه شده به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد تا به وسیله‌ی روش بالاترین رتبه<sup>۸</sup> و با احتساب عدم اطمینان مرتبط با سناریوهای بازار و مبهم بودن داده‌های مدل، پرتفوی مناسب انتخاب نمایند. این مدل برای کمک به دست اندرکاران مالی جهت انتخاب پرتفوی صندوق سرمایه‌گذاری مشترک می‌تواند ابزار مفیدی تلقی گردد.

تحقیقات مذکور بر اساس تئوری احتمال یا تئوری مجموعه‌های فازی پایه‌ریزی



می‌شدند. بنابراین، تنها یک نوع عدم اطمینان، یعنی تصادفی بودن یا فازی بودن بازده سهام در آن‌ها منعکس می‌شد. در حقیقت، حالت تصادفی و فازی بودن متغیرها می‌تواند در شرایط واقعی ترکیب شود و به صورت متغیر تصادفی فازی و متغیر فازی تصادفی مطرح گردد. در این راستا نیز در زمینه‌ی انتخاب پرتفوی، تحقیقاتی صورت گرفته است. هانگ (۲۰۰۷) با استفاده از بازده تصادفی و در نظر گرفتن اطلاعات فازی، مدلی در جهت انتخاب پرتفوی ارائه نمود. او در تحقیق خود بازده اوراق بهادار را به عنوان متغیر فازی-تصادفی در نظر گرفته است. وی به دلیل پیچیدگی متغیرهای بازده اوراق بهادار از الگوریتم هوشمند ترکیبی استفاده نمود. اسمیمو، بکتور و جاکوبی (۲۰۰۸) جهت استفاده از قضاوت خبرگان مالی، مدلی در انتخاب پرتفوی ارائه نمودند. در این تحقیق، اثر ریاضیات فازی بر دو گشتاور اول آماری بازده دارایی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مدل ارائه شده در این تحقیق، به وسیله‌ی بازده تصادفی فازی تعیین می‌شود. اطلاعات شهودی این مدل را خبرگان مالی منعکس می‌نمایند که می‌تواند برای شرکت‌های سرمایه‌گذاری جهت اخذ تصمیم‌گیری کاربردهای متعددی داشته باشد. ترکیب بهینه‌ی دارایی‌های ریسکی در این تحقیق با بازده مورد انتظار، گستردگی حول میانگین، انحراف معیار بازده‌ها ارتباط داده می‌شود. مرزکارای پرتفوی بهینه در مدل ارائه شده، به صورت صفحه نمایش داده می‌شود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در صورت وجود دارایی‌های بدون ریسک، دارایی‌های ریسکی بهینه به صورت نقطه‌ای از تماس بین خط مستقیم دارایی بدون ریسک و صفحه مرزکارای دارایی‌های ریسکی به دست می‌آید (اسمیمو، بکتور و جاکوبی، ۲۰۰۸). کاتاگیری و ایشی (۱۹۹۹) از متغیر تصادفی فازی در مدل تک عاملی استفاده کردند. آن‌ها برای بررسی همزمان فازی و تصادفی بودن بازده سهام جهت ایجاد مدل انتخاب پرتفوی، از تئوری امکان و مدل محدود به شانس در برنامه‌ریزی تصادفی استفاده نمودند.

بازده آتی هر کدام از اوراق بهادار نمی‌تواند به طور صحیح از طریق داده‌های گذشته اوراق بهادار محاسبه شود. بنابراین، تکنیک‌های آماری به همراه قضاوت متخصصان و تجربه‌ی آنها برای برآورد بازده اوراق بهادار در آینده ترکیب می‌شود. لی و ژو (۲۰۰۹) بازده هر کدام از اوراق بهادار را در تحقیق خود به صورت متغیرهای تصادفی فازی در نظر گرفتند. با توجه به ایده مدل میانگین واریانس  $\lambda$ ، یک مدل ترکیبی انتخاب پرتفوی جدید

در محیط نامطمئن ارایه دادند. بعلاوه مرزهای کارای میانگین واریانس  $\lambda$  و پرتفوی‌های کارا میانگین واریانس  $\lambda$  را تشریح نمودند و خصوصیات پرتفوی‌های کارا میانگین واریانس  $\lambda$  و مرزهای مختلف کارایی میانگین واریانس  $\lambda$  را مورد بحث قرار دادند. سرانجام نتیجه گرفتند که مدل پیشنهادی می‌تواند نتایج قابلیت انعطاف‌پذیری بیشتری را ارایه دهد (لی، ژو، ۲۰۰۹). هانگ (۲۰۰۸) به مساله انتخاب پرتفوی در محیط فازی بحث نمود. در این تحقیق، ابتدا میانگین نیمه واریانس برای متغیر فازی ارایه و سه خاصیت نیمه واریانس ثابت شده است. براساس مفهوم نیمه واریانس متغیر فازی، دو مدل میانگین نیمه واریانس-فازی پیشنهاد گردید. در این تحقیق یک شبیه‌سازی فازی بر اساس الگوریتم ژنتیک ارایه شده است.

باهاتاچریا (۲۰۱۰) با استفاده از مفهوم اعداد فاصله‌ای<sup>۹</sup> در تئوری مجموعه فازی، به توسعه‌ی مدل انتخاب پرتفوی میانگین-واریانس پرداخته است. سه مدل مختلف با توجه به تعریف بازار مالی آتی به صورت خوشبینانه، بدبینانه و مدل ترکیبی از طریق مدل‌سازی مساله انتخاب پرتفوی میانگین-واریانس-چولگی فازی ارایه می‌شود. در این تحقیق، به جنبه‌های دیگری؛ مثل بازده‌های کوتاه مدت، نقدینگی، سود تقسیمی، تعداد دارایی‌ها در پرتفوی و حداکثر و حداقل مقدار سرمایه‌گذاری موجود در شرکت توجه شده است. کوپتا (۲۰۱۰) با استفاده از چهارچوب مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به انتخاب پرتفوی سهام پرداخته است. در این تحقیق، ترجیحات سرمایه‌گذار به سه دسته؛ تمایل به بازده، تمایل به ایمنی، تمایل به نقدینگی تقسیم شده است و به تبع آن دارایی‌های مالی از طریق تحلیل خوشه‌ای طبقه‌بندی گردیدند. از فرآیندهای تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین ضرایب محلی (ضریب عملکرد) دارایی مالی استفاده شده است. سرانجام این وزن‌ها به عنوان ضریب تابع هدف در مدل برنامه‌ریزی خطی چند منظوره فازی جهت انتخاب پرتفوی سهام به کار گرفته شده است. ژانگ، ژانگ، ژو (۲۰۱۰) بر اساس تئوری میانگین واریانس امکان‌پذیر، به مساله تطبیق پرتفوی نسبت به پرتفوی موجود پرداخته است، (با این فرض که بازده دارایی‌های ریسکی اعداد فازی بوده و هزینه‌ی مبادلاتی نیز در نظر گرفته شود). در این تحقیق، مدل بهینه پرتفوی تطبیقی با هزینه‌ی مبادلاتی  $V$  شکل از طریق یک انتقال با پرتفوی جاری ارتباط داده می‌شود. در نهایت جهت محاسبه‌ی استراتژی تطبیقی پرتفوی بهینه، از الگوریتم

بهینه‌سازی مینیمم ترتیبی<sup>۱۱</sup> استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که واحدهای هزینه‌ی مبادلاتی یکسان دارایی‌ها باعث می‌شود تا هزینه مبادلاتی تأثیری در استراتژی بهینه‌سازی نداشته باشد. هنگامی که واحدهای هزینه مبادلاتی دارایی‌ها متفاوت باشند، نادیده گرفتن هزینه‌های مبادلاتی منتج به پرتفوی غیرکارا می‌شود. هم چنین وزن‌های متفاوت بین مقدار بالایی و پایینی میانگین امکان پذیر، استراتژی‌های بهینه‌ی متفاوتی را ایجاد خواهد کرد (راموز، مشیری و محمدی، ۱۳۸۴).

#### ۴. داده‌ها و روش‌ها

##### ۴-۱. داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به دو دسته‌ی عمده تقسیم می‌شوند: دسته‌ی اول، داده‌های مربوط به بازده تاریخی سهام می‌باشد که به صورت ماهانه از ابتدای سال ۸۴ تا انتهای سال ۸۹ از طریق بورس اوراق بهادار جمع‌آوری می‌شود. این دسته از داده‌ها با اعمال محدودیت "متوقف نبودن نماد شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران به مدت ۴۵ روز پیاپی" جمع‌آوری شده است که تعداد آن‌ها به ۶۳ شرکت می‌رسد.

دسته‌ی دوم، داده‌های مربوط به حداکثر و حداقل تغییرات بازده مورد انتظار سهام می‌باشد که از طریق پرسشنامه جمع‌آوری می‌شود. این دسته از داده‌ها از طریق نظر خبرگان مالی گردآوری می‌شود. منظور از خبرگان مالی در این تحقیق، مدیران و کارکنان شرکت‌های سرمایه‌گذاری و کارگزاری بوردی می‌باشد. جهت جمع‌آوری پرسشنامه، با توجه به اینکه مجموعاً ۱۲۱ شرکت سرمایه‌گذاری و کارگزاری بوردی وجود دارد و اینکه بعضی از شرکت‌ها ممکن است به پرسشنامه پاسخ ندهند، از برآورد نمونه استفاده می‌شود.

برآورد نمونه از طریق فرمول 
$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot \delta_x^2}{\epsilon^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot \delta_x^2}$$
 انجام می‌شود. با توجه به فرمول

مذکور و اینکه انحراف معیار جامعه مشخص نمی‌باشد، از روش پیش‌آزمون برای تخمین انحراف معیار جامعه استفاده می‌شود. جهت انجام این کار، ابتدا ۳۰ پرسشنامه از شرکت‌های سرمایه‌گذاری و کارگزاری بوردی جمع‌آوری می‌شود. سپس بزرگترین انحراف معیار به دست آمده از طریق جمع‌آوری پرسشنامه، به عنوان انحراف معیار تخمینی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بزرگترین انحراف معیار به دست آمده از طریق

جمع‌آوری پرسشنامه ۰/۲۱ می‌باشد. در نهایت از طریق فرمول برآورد نمونه در سطح اطمینان ۹۵٪ و دقت برآورد ۰/۵۸،  $\mathcal{E} = ۰/۵۸$ ،  $\delta_x = ۰/۲۱$  و  $N = ۱۲۱$ ، تعداد نمونه‌ی برآورد شده ۴۳/۳ عدد حاصل می‌شود. بنابراین ۴۴ عدد پرسشنامه از بین شرکت‌های سرمایه‌گذاری و کارگزاری جمع‌آوری می‌شود. روایی پرسشنامه از طریق مصاحبه‌ی ابتدایی با خبرگان و اعمال اصلاحات لازم و نیز اعمال اصلاحات پس از پیش‌آزمون و توزیع مجدد تأمین شده است. جهت بررسی پایایی داده‌های جمع‌آوری شده نیز از روش تنصیف استفاده شده است. ضریب گاتمن تنصیف برای پرسشنامه‌ها معادل ۰,۶۸ به دست آمده است که مقداری قابل قبول به شمار می‌رود.

#### ۲-۴. مدل میانگین واریانس $\lambda$

مدل نوین انتخاب پرتفوی استفاده شده در این تحقیق که مدل میانگین واریانس  $\lambda$

نامیده می‌شود، به شرح زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{j=1}^n (E(r_j) + \lambda_j R^* \beta_j - (1 - \lambda_j) L^* \alpha_j) X_j \\ & \text{st} : \begin{cases} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} X_i X_j \leq P_v \\ \sum_{j=1}^n X_j = 1, X_j \geq 0, j = 1, 2, 3, \dots, n \end{cases} \\ & \text{or} \\ & \text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} X_i X_j \\ & \text{st} : \begin{cases} \sum_{j=1}^n (E(r_j) + \lambda_j R^* \beta_j - (1 - \lambda_j) L^* \alpha_j) \geq P_E \\ \sum_{j=1}^n X_j = 1, X_j \geq 0, j = 1, 2, 3, \dots, n \end{cases} \end{aligned}$$

در این مدل  $E(r_j)$  بازده مورد انتظار سهام  $j$  می‌باشد و از طریق میانگین حسابی بازده تاریخی سهام  $j$  به دست می‌آید. بردار پارامتر  $\lambda_r$  میزان ذهنیت سرمایه‌گذار از خوشبینی یا بدبینی نسبت به بازده مورد انتظار سهام  $r$  است.  $\lambda_r$  در بازه  $[0, 1]$  تغییر می‌کند و احتمالی است که سرمایه‌گذار به تابع راست مجموعه سطح  $\alpha$  از اعداد فازی مثلثی می‌دهد. به عبارت دیگر، هرچه سرمایه‌گذار  $\lambda_r$  بیشتری انتخاب نماید، بازده بیشتری از سهام انتظار خواهد داشت. زمانی که بردار پارامتر  $\lambda$  به صورت  $\lambda_j = (1, 1, \dots, 1)_{n \times n}$  باشد، مرزکارای

میانگین واریانس  $\lambda$ ، مرز کارا با خوشبینی کامل نسبت بازده مورد انتظار سهام نامیده می‌شود. زمانی که  $\lambda_j = (0, 0, \dots, 0)_{n \times n}$  باشد، مرز کارای میانگین واریانس  $\lambda$ ، مرز کارا با بدبینی کامل نسبت بازده مورد انتظار سهام نامیده می‌شود. زمانی که  $\lambda_j = (0.5, 0.5, \dots, 0.5)_{n \times n}$  باشد، مرز کارای میانگین واریانس  $\lambda$ ، مرز کارای بی‌تفاوتی نسبت به بازده آتی سهام نامیده می‌شود.  $\alpha_j$  و  $\beta_j$  به ترتیب گسترده‌گی چپ و راست متغیر تصادفی فازی مثلثی نوع LR می‌باشند. تابع متغیر تصادفی فازی مثلثی نوع LR به صورت زیر می‌باشد:

$$\mu_{r_j(w)}(x) = \begin{cases} L\left(\frac{E(r_j) - X}{\alpha_j}\right) & E(r_j) - \alpha_j \leq X < E(r_j) \\ 1 & X = E(r_j) \\ R\left(\frac{X - E(r_j)}{\beta_j}\right) & E(r_j) < X \leq E(r_j) + \beta_j \end{cases}$$

دامنه و برد تابع به صورت  $L, R: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$  می‌باشد و توابع راست و چپ به ازای مقادیر صفر و یک به صورت  $R(1) = L(1) = 0$  و  $R(0) = L(0) = 1$  عمل می‌نمایند. به عبارت دیگر،  $\alpha_j$  و  $\beta_j$  به ترتیب حداقل و حداکثر بازده مورد انتظار سهام  $j$  تلقی می‌شوند که از طریق پرسشنامه به وسیله‌ی نظر خبرگان مالی جمع‌آوری می‌شوند. در واقع  $\alpha_j$  و  $\beta_j$  به ترتیب از طریق میانگین حداقل و حداکثر تغییرات بازده مورد انتظار سهام که به وسیله پرسشنامه جمع‌آوری شده است، به دست می‌آیند.  $R^*$  و  $L^*$  به ترتیب انتگرال معکوس توابع راست و چپ متغیر تصادفی فازی مثلثی نوع LR می‌باشند که از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شوند:

$$R^* = \int_0^1 R^{-1}(\alpha) d(\alpha)$$

$$L^* = \int_0^1 L^{-1}(\alpha) d(\alpha)$$

$X_j$  نسبت سرمایه‌گذاری در سهام  $j$  است و  $\delta_{ij}$  کواریانس سهام  $i$  و  $j$  را نشان می‌دهد. حداکثر ریسک توصیه شده می‌باشد که سرمایه‌گذار می‌تواند تحمل کند و  $P_E$  حداقل بازده مورد انتظار توصیه شده می‌باشد. طبق مدل میانگین واریانس  $\lambda$ ، سرمایه‌گذار یا به دنبال حداکثر کردن بازده در سطح ریسکی کمتر از ریسک توصیه شده ( $P_v$ ) می‌باشد یا

اینکه با حداقل کردن ریسک پرتفوی به دنبال بازده‌ای بیشتر از بازده توصیه شده ( $P_E$ ) می‌باشد (لی، ژو، ۲۰۰۷).

#### ۳-۴. فرضیه‌های تحقیق

در تحقیق حاضر به منظور مقایسه‌ی مدل میانگین واریانس  $\lambda$  و مدل میانگین واریانس مارکوویتز جهت مشخص نمودن تفاوت بین محدوده‌ی کارای مدل میانگین واریانس  $\lambda$  و مرز کارای مدل میانگین واریانس مارکوویتز، فرضیات زیر مورد توجه قرار می‌گیرد.

فرضیه‌ی فرعی ۱: در سطح معینی از ریسک پرتفوی، بازده پرتفوی مدل میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل، بیشتر از بازده پرتفوی مدل میانگین واریانس مارکوویتز و بازده پرتفوی مدل میانگین واریانس مارکوویتز بیشتر از بازده پرتفوی مدل میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد.

$$H_0 : \mu_{R1} \geq \mu_{R2} \geq \mu_{R3}$$

$$H_1 : \mu_{R1} \langle \mu_{R2} \langle \mu_{R3}$$

فرضیه فرعی ۲: در سطح معینی از بازده پرتفوی، ریسک پرتفوی مدل میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل کمتر از ریسک پرتفوی مدل میانگین واریانس مارکوویتز است و ریسک پرتفوی مدل میانگین واریانس مارکوویتز کمتر از ریسک پرتفوی مدل میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد.

$$H_0 : \mu_{\delta_3} \geq \mu_{\delta_2} \geq \mu_{\delta_1}$$

$$H_1 : \mu_{\delta_3} \langle \mu_{\delta_2} \langle \mu_{\delta_1}$$

اما جهت این که آزمون فرضیه‌ی فرعی ۱ و ۲ برای هر سه حالت به صورت دو به دو نیز مقایسه شود، دو فرضیه فرعی به صورت چهار فرضیه‌ی اصلی ذیل تبدیل می‌شود:

فرضیه‌ی اصلی ۱: در سطح معینی از ریسک پرتفوی، بازده پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل بیشتر از بازده پرتفوی میانگین واریانس مارکوویتز می‌باشد.

$$H_0 : \mu_{R3} \leq \mu_{R2}$$

$$H_1 : \mu_{R3} \rangle \mu_{R2}$$

فرضیه‌ی اصلی ۲: در سطح معینی از ریسک پرتفوی، بازده پرتفوی میانگین واریانس

مارکویتز بیشتر از بازده پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد.

$$H_0 : \mu_{R1} \geq \mu_{R2}$$

$$H_1 : \mu_{R1} < \mu_{R2}$$

فرضیه‌ی اصلی ۳: در سطح معینی از بازده پرتفوی، ریسک پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$

در حالت خوشبینی کامل کمتر از ریسک پرتفوی میانگین واریانس مارکویتز می‌باشد.

$$H_0 : \mu_{\delta_3} \geq \mu_{\delta_2}$$

$$H_1 : \mu_{\delta_3} < \mu_{\delta_2}$$

فرضیه‌ی اصلی ۴: در سطح معینی از بازده پرتفوی، ریسک پرتفوی میانگین واریانس

مارکویتز کمتر از ریسک پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد.

$$H_0 : \mu_{\delta_1} \leq \mu_{\delta_2}$$

$$H_1 : \mu_{\delta_1} > \mu_{\delta_2}$$

#### ۴-۴. اجرای مدل‌ها

اجرای مدل میانگین واریانس  $\lambda$  و مدل مارکویتز در طی چهار مرحله‌ی عمده به

صورت ذیل از طریق برنامه نرم‌افزاری Matlab انجام می‌شود:

محاسبه‌ی محدوده‌ی ریسک و بازده پرتفوی سهام برای هر سه حالت خوشبینی کامل،

مدل مارکویتز و بدبینی کامل برای اینکه بتوان مقادیر یکسانی به بازده یا ریسک پرتفوی

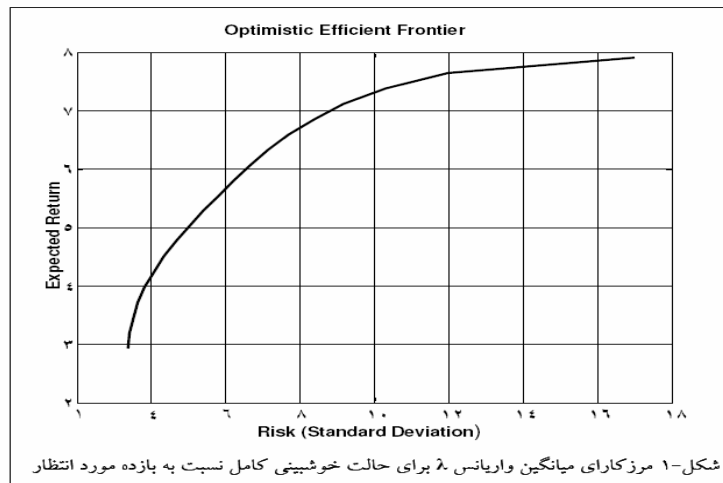
بهینه داد، به طوری که در محدوده‌ی هر سه حالت مذکور مشترک باشد، باید محدوده‌ی

ریسک و بازده پرتفوی بهینه محاسبه شود. با استفاده از محاسبات انجام شده از طریق

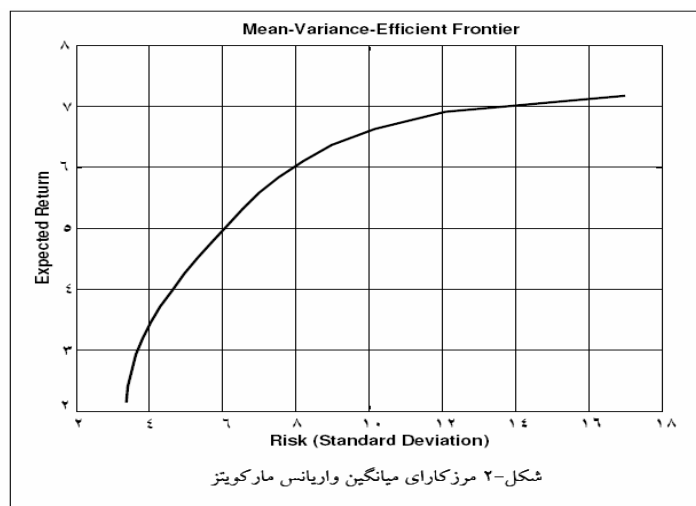
برنامه Matlab، در حالت خوشبینی کامل، سرمایه‌گذار نسبت به بازده مورد انتظار سهام،

ریسک پرتفوی بهینه در محدوده‌ی [۰.۱۷/۱۱، ۰.۳/۴۱] و بازده پرتفوی بهینه در

محدوده‌ی [۰.۷/۹۵، ۰.۲/۹۸] قرار می‌گیرد که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

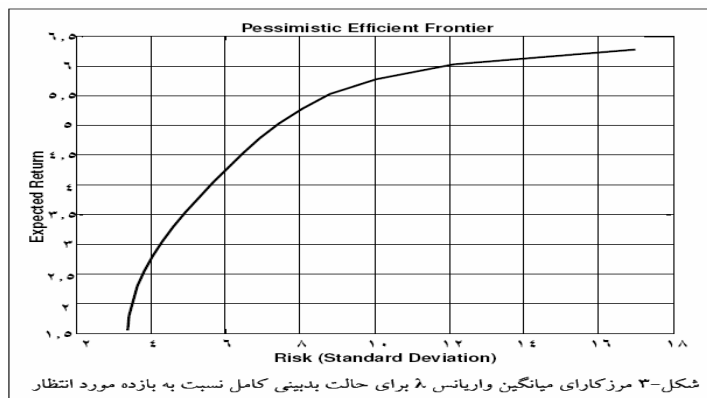


همان طور که در شکل شماره ۲ مشاهده می‌شود، ریسک پرتفوی بهینه در مدل مارکوویتز در محدوده  $[.۱۷/۱۷, .۳/۴۱]$  قرار دارد و بازده پرتفوی بهینه، در محدوده  $[.۲/۱۷, .۷/۲۱]$  قرار می‌گیرد.



ریسک پرتفوی بهینه در شکل شماره ۳ در حالت بدبینی کامل سرمایه‌گذار نسبت به بازده مورد انتظار سهام، در محدوده  $[.۱۷/۰۱, .۳/۵۸]$  و بازده پرتفوی بهینه در محدوده  $[.۱/۵۹, .۶/۳۲]$  قرار دارند.





ایجاد محدوده‌ی مشترک برای ریسک و بازده پرتفوی در هر سه حالت، با توجه به محدوده‌های به دست آمده در مرحله‌ی قبل، یک محدوده از بین سه محدوده بازده پرتفوی که در هر سه حالت مشترک باشد، حاصل می‌شود. برای بازده پرتفوی بهینه‌ی محدوده‌ی مشترک به صورت بازه  $[\%2/98, \%6/32]$  به دست می‌آید. همین کار برای ریسک پرتفوی بهینه انجام می‌شود و محدوده‌ی مشترک به صورت بازه  $[\%3/41, \%17/01]$  حاصل می‌شود.

محاسبه‌ی ریسک پرتفوی بهینه به ازای مقادیر یکسان بازده پرتفوی در هر سه حالت، برای این کار مقادیر یکسان بازده پرتفوی برای ۱۱۲ نمونه از سرتاسر محدوده  $[\%2/98, \%6/32]$  انتخاب می‌شود. سپس به ازای این مقادیر، ریسک پرتفوی بهینه محاسبه می‌شود.

محاسبه‌ی بازده پرتفوی بهینه به ازای مقادیر یکسان ریسک پرتفوی در هر سه حالت، برای این کار مقادیر یکسان ریسک پرتفوی برای ۱۳۰ نمونه از سرتاسر محدوده  $[\%17/01, \%3/41]$  انتخاب می‌شود. سپس به ازای این مقادیر بازده پرتفوی بهینه محاسبه می‌شود. با داده‌های جمع‌آوری شده از مرحله‌ی ۳ و ۴ می‌توان فرضیه‌ی تحقیق را مورد آزمون قرار داد.

##### ۵. نتایج و یافته‌های تحقیق

جهت آزمون فرضیه‌های تحقیق حاضر، از تحلیل واریانس یک طرفه استفاده می‌شود.

جدول ۲: نتایج حاصل از آزمون، فرضیه‌ی فرعی ۱ را نشان می‌دهد.

آماره محاسبه شده	سطح معناداری	سطح آزمون	نتیجه آزمون
۵۴/۱۷	۰/۰۰	۰/۰۵	رد فرض صفر

سطح معناداری در جدول شماره ۲ کمتر از ۰,۰۱ می‌باشد. بنابراین فرضیه‌ی فرعی ۱ که بیان می‌دارد "در سطح معینی از ریسک پرتفوی، بازده پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل بیشتر از بازده پرتفوی به وسیله‌ی میانگین واریانس مارکوویتز می‌باشد و بازده پرتفوی میانگین واریانس مارکوویتز بیشتر از بازده پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد"، تایید می‌شود. اما، جهت آزمون فرضیه‌ی اصلی ۱ و ۲ می‌توان به نتایج حاصل از جدول شماره ۳ رجوع کرد که با استفاده از آزمون توکی انجام می‌شود.

جدول ۳: نتایج آزمون توکی برای فرض ۱ و ۲

عامل i	عامل j	میانگین تفاضل عوامل	سطح معناداری
۱	۲	-۰/۸۲	۰/۰۰
	۳	-۱/۵۶	۰/۰۰
۲	۱	۰/۸۲	۰/۰۰
	۳	۰/۷۴	۰/۰۰

در جدول شماره ۳ مقایسه‌ی عامل ۲ و ۳ که مربوط به فرضیه‌ی اصلی ۱ می‌باشد، سطح معناداری کمتر از ۰,۰۱ است. بنابراین، فرض  $H_0$  رد و فرض  $H_1$  با درجه‌ی اطمینان ۹۹٪ تایید می‌شود. به عبارت دیگر، با درجه‌ی اطمینان ۹۹٪ در سطح معینی از ریسک پرتفوی، بازده پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل بیشتر از بازده پرتفوی میانگین واریانس مارکوویتز می‌باشد. در قسمت اول جدول شماره ۳ مقایسه‌ی عامل ۱ و ۲ که مربوط به فرضیه‌ی اصلی ۲ می‌باشد، سطح معناداری کمتر از ۰,۰۱ است. بنابراین، این فرض  $H_0$  رد و فرض  $H_1$  با درجه‌ی اطمینان ۹۹٪ تایید می‌شود. به عبارت دیگر، با درجه‌ی اطمینان ۹۹٪ در سطح معینی از ریسک پرتفوی، بازده پرتفوی میانگین واریانس

مارکویتز بیشتر از بازده پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد. جدول شماره ۴ نتایج حاصل از آزمون، فرضیه فرعی ۲ را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول شماره ۴ ملاحظه می‌شود، سطح معناداری کمتر از ۰,۰۱ می‌باشد.

جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون، فرضیه‌ی فرعی ۲ را نشان می‌دهد.

آماره محاسبه شده	سطح معناداری	سطح آزمون	نتیجه آزمون
۵۲/۳۷	۰/۰۰	۰/۰۵	رد فرض صفر

در نتیجه فرضیه‌ی فرعی ۲ که بیان می‌دارد "در سطح معینی از بازده پرتفوی، ریسک پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل کمتر از ریسک پرتفوی میانگین واریانس مارکویتز است و ریسک پرتفوی میانگین واریانس مارکویتز کمتر از ریسک پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت عدم خوشبینی کامل می‌باشد"، تایید می‌شود. برای بررسی آزمون فرضیه‌ی اصلی ۳ و ۴ به طور مجزا می‌توان به جدول ۵- توجه کرد که با استفاده از آزمون توکی انجام می‌شود.

جدول ۵: نتایج آزمون توکی برای فرض ۳ و ۴

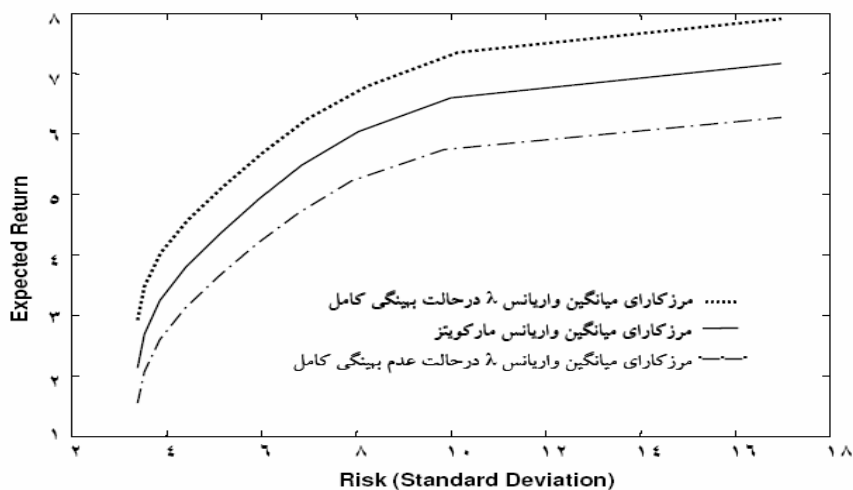
عامل i	عامل j	میانگین تفاضل عوامل	سطح معناداری
۱	۲	۱/۵۲	۰/۰۰
	۳	۲/۳۳	۰/۰۰
۲	۱	-۱/۵۲	۰/۰۰
	۳	۱/۲۱	۰/۰۰

در جدول شماره ۵ مقایسه‌ی عامل ۲ و ۳ که مربوط به فرضیه‌ی اصلی ۳ می‌باشد، سطح معناداری کمتر از ۰,۰۱ است. بنابراین، فرض  $H_0$  رد و فرض  $H_1$  با درجه اطمینان ۹۹٪ تایید می‌شود. به عبارت دیگر، با درجه اطمینان ۹۹٪ در سطح معینی از بازده پرتفوی، ریسک پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل کمتر از ریسک پرتفوی میانگین واریانس مارکویتز می‌باشد. در قسمت اول جدول شماره ۵ مقایسه‌ی عامل ۱ و ۲

که مربوط به فرضیه‌ی اصلی ۴ می‌باشد، سطح معناداری کمتر از ۰,۰۱ است. بنابراین، فرض  $H_0$  رد و فرض  $H_1$  با درجه اطمینان ۹۹٪ تایید می‌شود. به عبارت دیگر، با درجه اطمینان ۹۹٪ در سطح معینی از بازده پرتفوی، ریسک پرتفوی میانگین واریانس مارکوویتز کمتر از ریسک پرتفوی میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد.

### ۶. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج آزمون فرضیات تحقیق می‌توان این گونه به سوال تحقیق پاسخ داد که مرکزکارای میانگین واریانس مارکوویتز پایین‌تر از مرکزکارای میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت خوشبینی کامل است و هم چنین بالاتر از مرکزکارای میانگین واریانس  $\lambda$  در حالت بدبینی کامل می‌باشد. در واقع درحالی که خوشبینی و بدبینی کامل نسبت به بازده مورد انتظار از طرف سرمایه‌گذار در نظر گرفته شده باشد، مرکزکارای میانگین واریانس مارکوویتز در بین محدوده‌ی کارای مدل میانگین واریانس  $\lambda$  قرار می‌گیرد. شکل شماره ۴ به خوبی بیانگر این مطلب می‌باشد.



شکل ۴: مرکز کارای مدل میانگین واریانس  $\lambda$  و مدل میانگین واریانس مارکوویتز

تحقیق حاضر که به مقایسه‌ی بین مدل میانگین واریانس  $\lambda$  و مدل میانگین واریانس مارکوویتز می‌پردازد، به نتایج متفاوتی دست می‌یابد که در ذیل به آن‌ها اشاره می‌شود:

۱. خروجی مدل میانگین واریانس مارکوویتز، مرکزکارای پرتفوی بهینه است. درحالی که

خروجی مدل میانگین واریانس  $\lambda$  به صورت محدوده‌ی کارای پرتفوی بهینه می‌باشد و دربرگیرنده‌ی مرکزکارای مدل مارکوویتز نیز می‌باشد. به عبارت دیگر، هنگامی که سرمایه‌گذار خوشبینی کامل نسبت به بازده آتی سهام دارد، مرکزکارای میانگین واریانس  $\lambda$  در این حالت بالاتر از مرکزکارای پرتفوی مارکوویتز قرار می‌گیرد. هنگامی که سرمایه‌گذار بدبینی کامل نسبت به بازده آتی سهام دارد، مرکزکارای میانگین واریانس  $\lambda$  در این حالت پایین‌تر از مرکزکارای پرتفوی مارکوویتز قرار می‌گیرد.

۲. مدل میانگین واریانس مارکوویتز حالت خاصی از مدل میانگین واریانس  $\lambda$  می‌باشد. به عبارت دیگر، تحت شرایط خاصی هنگامی که گستردگی چپ و راست از متغیر تصادفی فازی مثلثی نوع LR صفر باشد یا به تعبیر دیگر حداقل و حداکثر تغییرات بازده مورد انتظار سهام صفر باشند ( $\alpha_j, \beta_j = 0$ ) مدل میانگین واریانس  $\lambda$  تبدیل به مدل مارکوویتز می‌شود. پس می‌توان گفت که مدل میانگین واریانس مارکوویتز زمانی می‌تواند در دنیای واقعی بازار سهام اتفاق بیفتد که بازده آتی سهام همان میانگین تاریخی سهام باشد.

۳. در مدل میانگین واریانس مارکوویتز فرض می‌شود که سرمایه‌گذاران احتمال یکسانی به وقوع بازده‌های تاریخی سهام در آینده می‌دهند. بر این اساس، از طریق میانگین حسابی بازده‌های تاریخی سهام، بازده مورد انتظار سهام، مورد محاسبه قرار می‌گیرد. در صورتی که در دنیای واقعی، سرمایه‌گذاران انتظار متفاوتی از بازده سهام دارند و این انتظار متفاوت مرکزکارای پرتفوی را تغییر می‌دهد. در واقع هرچه سرمایه‌گذار نگاه خوشبینانه‌تری نسبت به بازده آتی سهام داشته باشد، مرکزکارای پرتفوی در نمودار ریسک-بازده، در جایگاه بالاتری قرار می‌گیرد و هرچه سرمایه‌گذار نگاه بدبینانه‌تری نسبت به بازده آتی سهام داشته باشد، مرکزکارای پرتفوی در سطحی پایین‌تری قرار می‌گیرد. در مدل میانگین واریانس  $\lambda$  با اعمال میزان ذهنیت سرمایه‌گذار از بازده آتی سهام، این نقص برطرف شده است.

۴. یکی از فرض‌های اساسی مدل میانگین واریانس مارکوویتز این است که موقعیت آتی بازار سهام را می‌توان به وسیله‌ی داده‌های اوراق بهادار در گذشته منعکس کرد. به این معنا که میانگین واریانس پرتفوی اوراق بهادار در آینده، شبیه به داده‌های تاریخی یا گذشته آن‌هاست. هرچند این فرض در دنیای واقعی برای بازده سهام شرکت‌ها که به طور دایم در حال تغییر است، نمی‌تواند مورد تضمین واقع شود. داده‌های تاریخی به تنهایی

نمی‌توانند تخمین درستی از آینده ایجاد کنند و از طرفی، با افزایش داده‌های تاریخی در واقع به هر یک از پیشامدهای گذشته، احتمال کمتری داده خواهد شد. در مدل میانگین واریانس  $\lambda$  فقط به میانگین بازده تاریخی سهام تکیه نمی‌شود و در کنار استفاده از داده‌های تاریخی کمتری (در این تحقیق سه سال به صورت ماهانه)، از نظر متخصصان سهام نیز استفاده می‌شود. علت استفاده از نظر متخصصان سهام، آشنایی بیشتر آن‌ها به روند تغییرات آتی بازار سهام می‌باشد که در این مدل از نظر آن‌ها در تغییر بازده سهام استفاده شده است.

۵. در مدل انتخاب پرتفوی مارکوویتز، بازده‌های اوراق بهادار با فرض اینکه متغیر تصادفی می‌باشد، انتخاب پرتفوی بهینه صورت می‌گیرد و عدم اطمینان از تصادفی بودن بازده سهام، به عنوان تنها روش مدل‌سازی، مورد ملاحظه قرار می‌گیرد در صورتی که در مدل میانگین واریانس  $\lambda$  هم از عوامل تصادفی و هم از عوامل فازی به صورت توام استفاده می‌شود.

نتایج فوق در مورد فراهم آمدن انتخاب‌های بیشتری برای سرمایه‌گذاران در انتخاب پرتفوی به وسیله مجموعه فازی با نتایج لی، زنگ و وانگ (۲۰۰۵) هم خوانی دارد و نیز در حالت خوشبینانه (حد بالای ناحیه کارا) در مورد مزیت مدل فازی بر مدل مارکوویتز با تاناکا، گو و ترکسن (۲۰۰۰) و ژانگ و نی (۲۰۰۴) و هانگ (۲۰۰۷) هم خوانی دارد.

#### ۷. پیشنهادها برای تحقیقات آتی

۱. متغیر تصادفی فازی در این تحقیق به صورت متغیر تصادفی فازی مثلثی در نظر گرفته شده است و با این فرض، ماتریس کواریانس سهام برای هر دو مدل یکسان می‌شود. پیشنهاد می‌شود که چنانچه متغیر تصادفی فازی غیرخطی باشد، آنگاه ماتریس کواریانس سهام مورد بررسی قرار گیرد.
۲. یکی از مسایل تشکیل پرتفوی بهینه، تغییرات بازده سهام و عدم اطمینان از میزان تغییرات آن در آینده می‌باشد و همان طور که در تحقیق حاضر ملاحظه شد، این تغییرات با این فرض که بازده سهام متغیر تصادفی فازی باشد، پیش بینی شد. پیشنهاد می‌شود تغییرات بازده سهام با فرض اینکه بازده سهام متغیر فازی تصادفی باشد، مورد بررسی قرار گیرد و نتایج آن با نتایج تحقیق حاضر مقایسه شود.
۳. پیشنهاد می‌شود که بازده پرتفوی پیش بینی شده از طریق مدل میانگین واریانس  $\lambda$

با بازده واقعی پرتفوی مورد مقایسه قرارگیرد و بررسی نمود که پرتفوی حاصل چه مقدار خطا نسبت به پرتفوی واقعی دارد و آیا مقدار خطا قابل قبول و ناچیز است یا خیر.

### یادداشت

\* از جناب آقای دکتر شهاب‌الدین شمس استادیار محترم مدیریت بازرگانی دانشگاه مازندران به جهت توصیه‌های ارزشمند ایشان که در تدوین این مقاله ارائه نمودند بسیار متشکریم.

- |                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1. Hybrid Variable       | 2. Fuzzy Random Variable            |
| 3. Random Fuzzy Variable | 4. Kwakernaak                       |
| 5. Value At Risk (VAR)   | 6. Cox & Ross & Rubinstein          |
| 7. Rebalancing           | 8. Outranking                       |
| 9. Interval Numbers      | 10. Sequential Minimal Optimization |

### منابع

#### الف. فارسی

- آذر، عادل، فرجی، حجت. (۱۳۸۶). *علم مدیریت فازی*. چاپ اول، تهران: موسسه‌ی کتاب مهربان نشر.
- ابوئی مهریزی، امیر، عباسی، ابراهیم و رستگار، حسن. (۱۳۸۵). *پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی - فازی (ANFS)*. *پایان نامه کارشناسی ارشد*، موسسه‌ی عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
- افسر، امید، آذر، عادل و احمدی، پرویز. (۱۳۸۴). *مدل سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی - فازی و روش‌های ترکیبی*. *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده‌ی علوم انسانی.
- امیری خورهه، ایرج، اسلامی بیدگلی، غلامرضا و محمدی، شاپور. (۱۳۸۵). *تعیین حد بهینه اوراق بهادار جهت حداقل کردن ریسک پرتفوی برای سرمایه‌گذاران کوتاه‌مدت و بلندمدت حاضر در بورس اوراق بهادار*. *پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران*، دانشکده‌ی مدیریت.
- بت‌شکن، محمود، راعی، رضا و مهرگان، محمدرضا. (۱۳۸۰). *پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی - فازی و مقایسه‌ی آن با الگوهای خط پیش‌بینی*. *پایان*

- نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده‌ی مدیریت.  
 بودج‌دزیف، جرج و حسینی، محمد. (۱۳۸۱). منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت، چاپ اول، انتشارات ایشیق
- جعفری صمیمی، احمد، یحیی زاده‌فر، محمود و امین‌زاده، رحیم. (۱۳۸۴). بررسی رابطه‌ی بین اندازه‌های پرتفوی و ریسک غیرسیستماتیک سهام عادی در ایران، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، ۶۹: ۲۶۰-۲۴۹.
- خدارحمی، بهروز. (۱۳۸۳). مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای مقایسه‌ی رویکرد قطعی - فازی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- خراسانی نیاسری، سعید، نوروش، ایرج و اهرابی، فریدون (۱۳۷۶). دامنه‌ی بهینه‌ی تعداد سهام پرتفوی کارا در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه امام صادق (ع)، دانشکده‌ی معارف اسلامی و مدیریت.
- راموز، نجمه، مشیری، اسماعیل و محمدی، شاپور. (۱۳۸۴). انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی توافقی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده‌ی علوم اجتماعی و اقتصادی.
- شاه‌علیزاده، محمد و معماریانی، عزیزالله. (۱۳۸۲). چهارچوب ریاضی‌گزینه‌ی سبد سهام با اهداف چندگانه. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، مجله‌ی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۰ (۳۲)، ۸۳-۱۰۲.
- شیرمحمدی، سمیرا، محمدی، شاپور و قالیباف اصل، حسن. (۱۳۸۹). پیش‌بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ترکیبی ARIMA و رگرسیون فازی در فاصله‌ی زمانی (۱۳۸۳-۱۳۸۸) و مقایسه‌ی کارایی آن با مدل رگرسیون و ARIMA ساده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده‌ی علوم اجتماعی و اقتصادی.
- ظهوری، مالک و فضل‌ی، صفر. (۱۳۸۸). به کارگیری رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در غربالگری سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، دانشکده‌ی علوم اجتماعی.
- مالکی‌نیا، ناهید، اردبیلی، محمدحسن و عالم‌تبریز، اکبر. (۱۳۸۴). بررسی کاهش سطح ریسک اعتباری با استفاده از مدل پرتفوی بهینه وام در بانک صادرات استان اردبیل.



پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده‌ی علوم و مدیریت و حسابداری.

میقانی، سمیه و صمدی، عباس. (۱۳۸۸). انتخاب سبد سهام با استفاده از AHP فازی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده‌ی مهندسی.

#### ب. انگلیسی

- Bhattacharyya, R., Kar, S., & Majumder, D.D. (2010). Fuzzy mean–variance–skewness portfolio selection models by interval analysis. *Computers and Mathematics with Applications*, 41: 126.
- Fang, Y., Lai, KK., & Wang, SY. (2006). Portfolio rebalancing model with transaction costs based on fuzzy decision theory. *European Journal of Operational Research*, 1275 (2): 879-893.
- Gladish, PB., Jones, DF., Tamiz, M., & Bilbao, TA. (2007). An interactive three-stage model for mutual funds portfolio selection. *ScienceDirect-Omega*, 35 (1): 75-88.
- Gupta, P., Inuiguchi, M., & Mehlatat, M. (2010). A hybrid approach for constructing suitable and optimal portfolios. *Expert Systems with Applications*, 38 (5): 5620.
- Huang, X. (2006). Fuzzy chance-constrained portfolio selection. *Applied Mathematics and Computation*, 177 (2): 500-507.
- Huang, X. (2008). Mean-semivariance models for fuzzy portfolio selection. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 217 (1): 396-405.
- Huang, Xiaoxia (2007). Two New Models for Portfolio Selection with Stochastic Returns Taking fuzzy information. *European Journal of Operational Research*, 180 (1): 396-405.
- Katagiri, H., & Ishii, H. (1999). Fuzzy Portfolio Selection Problem, Systems, Man, and Cybernetics. In: IEEE SMC'99, *Conference Proceedings*, 973–978.
- Lee, C., Tzeng, F., & Wang, S. (2005). A fuzzy set approach for generalized CRR model: An empirical analysis of S&P 500 index options. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 25(3); 255-275.
- Li, J., & Xu, J. (2007). A novel portfolio selection model in a hybrid uncertain environment. *The International Journal of Management Science*, 37 (2).

- Li, J., & Xu, J. (2009). A novel portfolio selection model in a hybrid uncertain environment. *Sciencedirect-Omega*, 37: 439-449.
- Liu, B. (2006). A survey of credibility theory. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 5 (4): 387-408.
- Liu, B. (2008). *Uncertainty Theory*. UTLAB; 3rd ed; 63-138.
- Smimou, K., Bector, C., & Jacoby, G. (2008). Portfolio selection subject to experts judgments. *International Review of Financial Analysis*, 17 (5): 1036-1054.
- Syau, Y., Hsieh, H., & Lee, E. (2001). Fuzzy numbers in the credit rating of enterprise financial condition. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 17 (4): 351.
- Tanaka, H., Guo, P., & Turksen, IB. (2000). Portfolio selection based on fuzzy probabilities and possibility distributions. *Fuzzy Sets and Systems*, 111 (3): 387-397.
- Wu, H. (2004). Pricing European options based on the fuzzy pattern of Black-Scholes formula. *Computers & Operations Research*, 31 (7): 1069-1081.
- Yoshida, Y. (2003). The valuation of European options in uncertain environment. *European Journal of Operational Research*, 1451 (1): 221-229.
- Zhang, WG., Nie, ZK. (2004). On admissible efficient portfolio selection problem. *Applied Mathematics and Computation*, 159 (2): 357-371.
- Zhang, X., Zhang, W., & Xu, W. (2010). An optimization model of the portfolio adjusting problem with fuzzy return and a SMO algorithm. *Expert Systems with Applications*, 38 (4): 3069-3074.
- Zhiping C., & Wang, Y. (2008). Two-sided Coherent Risk Measures and Their Application in Realistic Portfolio Optimization. *Journal of Banking & Finance*, 32 (12): 2667-2673.
- Zmeskal, Z. (2005). Value at risk methodology under soft conditions approach (fuzzy-stochastic approach). *European Journal of Operational Research*, 161 (2): 337-347.