

Designing an optimization model for allocating bank resources based on portfolio distribution

Abstract:

In modern monetary economies, the real and financial sectors are contiguous. In particular, the activities of the financial sector, which equip savings and direct them to investment schemes, link the real level of activity and development of the two real and financial sectors through two basic variables of the real sector of the economy, namely investment and capital formation. A healthy and active economic system must have a financial system to deliver the money that people have saved to those who have the opportunity to invest. Therefore, coordination and moving along with the financial sectors is a necessity to achieve economic growth and development. If banks and financial institutions manage liquidity and resource allocation properly with liquidity and cost management, the benefits and costs of lending will certainly be lower. The present study was formed with the aim of "Designing an optimal model for allocating bank resources and expenses with a portfolio distribution approach". In order to achieve this, first a two-objective mathematical model is designed based on the scenario that the objective functions of this model are risk minimization and wealth maximization. The SPP-CVAR approach was used to estimate the risk and the historical simulation method was used to estimate its values. Finally, the robust optimization model is designed and solved using two particle mass algorithms and genetics with improvement procedure based on variable neighborhood search (VNS) and the research results are obtained. As a result, it was found that the optimal values of risk based on the estimation of SPP-CVAR method by particle mass algorithm were less than genetic algorithm, which indicates better performance of particle mass algorithm than genetic algorithm. 0.95 and 0.99 were good estimates for SPP-CVAR.

Keywords: Resource Allocation, Granted Facilities, Resource Equipping, Liquidity Management, Cost Management, portfolio

طراحی مدل بهینه یابی تخصیص منابع بانک بر اساس توزیع بخشی پرتفویسیده آرزو محمدی^۱مهرزاد مینویی^۲زاداله فتحی^۳محمد علی کرامتی^۴حسین بختیاری^۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۳

چکیده:

در اقتصادهای پولی نوین، بخش‌های واقعی و مالی همزاد و قرینه یکدیگر هستند. به خصوص، فعالیت‌های بخش مالی که به تجهیز پس اندازها و هدایت آنها به سمت طرح‌های سرمایه‌گذاری می‌پردازد، از طریق دو متغیر اساسی بخش واقعی اقتصاد— یعنی سرمایه‌گذاری و تشکیل سرمایه — سطح فعالیت و توسعه یافتگی دو بخش واقعی و مالی را به یکدیگر پیوند می‌دهد. یک نظام اقتصادی سالم و فعال، باید دارای نظام مالی باشد تا جوهی را که مردم پس انداز کرده‌اند، به دست کسانی برساند که دارای فرصت‌های سرمایه‌گذاری هستند. بنابراین هماهنگی و حرکت همپای بخش‌های مالی از ضروریات، جهت نیل به رشد و توسعه اقتصادی است. اگر بانک‌ها و مؤسسات مالی با مدیریت نقدینگی و مدیریت هزینه، تجهیز و تخصیص منابع را به‌درستی انجام دهند، قطعاً سود و هزینه‌های اعطای تسهیلات کمتر خواهد شد. تحقیق حاضر با هدف "طراحی مدل بهینه تخصیص منابع و مصارف بانک با رویکرد توزیع بخشی پرتفولیو" شکل گرفته است. راستای دستیابی به آن، ابتدا یک مدل ریاضی دو هدفه برپایه سناریو طراحی شده است که توابع هدف این مدل عبارتند از کمینه‌سازی ریسک و بیشینه‌سازی ثروت می‌باشد. به منظور برآورد ریسک از رویکرد SPP-CVAR و جهت تخمین مقادیر آن از روش شبیه‌سازی تاریخی استفاده شده است. در نهایت مدل بهینه‌سازی استوار با استفاده از دو الگوریتم انبوه ذرات و ژنتیک با رویه بهبود بر اساس جستجوی هم‌سایگی متغیر (VNS) طراحی و حل شده و نتایج تحقیق حاصل گردیده است. در نتیجه مشخص شد که مقادیر بهینه ریسک بر اساس تخمین روش SPP-CVAR توسط الگوریتم انبوه ذرات از الگوریتم ژنتیک کمتر بوده که این بیانگر عملکرد بهتر الگوریتم انبوه ذرات نسبت به الگوریتم ژنتیک است و می‌توان گفت روش شبیه‌سازی تاریخی، در دو سطح ۰٫۹۵ و ۰٫۹۹ برآورد مناسبی برای SPP-CVAR داشته است.

واژه‌های کلیدی: تخصیص منابع، تسهیلات اعطایی، تجهیز منابع، مدیریت نقدینگی، مدیریت هزینه، پرتفولیو

^۱گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)، rmohamadi@yahoo.com

^۲گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، omm1344@yahoo.com

^۳گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، z_fathi46@yahoo.com

^۴گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، mohammadalikeramati@yahoo.com

^۵گروه مدیریت صنعتی، دانشکده معارف اسلامی و مدیریت، دانشگاه امام صادق، تهران، ایران، h.bakhtiari@isu.ac.ir

ژرفا و گسترده‌گی بازار مالی، تاثیر مثبت و انکار ناپذیری بر رشد بخش واقعی اقتصاد دارد. تجربه چند دهه اخیر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، حاکی از آن است که بازارهای مالی متشکل، کارآمد و پویا نقش اساسی در تجهیز پس اندازها، افزایش نرخ پس انداز سرمایه‌گذاری، افزایش مشارکت بخش خصوصی، حذف راست‌های ناشی از دیوان سالاری زاید و فساد اداری، افزایش شفافیت و بسط محیط رقابتی، جلب سرمایه‌های خارجی و سرانجام انگیزش رشد اقتصادی داشته‌اند. از ابتدای دهه ۱۳۷۰ خورشیدی (دهه ۱۹۹۰ م)، همزمان با فروپاشی نظام‌های کمونیستی در کشور شورای سابق و کشورهای اروپای شرقی، بحث جدی محافل مالی — اقتصادی در سطوح ملی و بین‌المللی، در بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، اصلاح یا تجدید ساختار نظام مالی، یا نظام‌های بانکی، به نحوی است که روابط بین بخش مالی هر چه بیشتر در خدمت بخش واقعی اقتصاد قرار گیرد. از آن زمان، تدوین برنامه اصلاح یا تجدید ساختار نظام مالی یا بانکی در دستور کار دولت‌ها، در بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. در این دامنه گسترده، کشورهایی از همه سطوح توسعه یافتگی انواع نظام‌های سیاسی و اقتصادی حضور دارند. نقش و اهمیت نظام بانکی در فرایند رشد و توسعه اقتصادی کشورها آن‌چنان است که صاحب نظران، توسعه‌ی پایدار اقتصادی را بدون رشد و توسعه‌ی بازارهای مالی امکان‌پذیر نمی‌دانند. حتی برخی از اقتصاددانان تفاوت‌های توسعه‌یافته و در حال توسعه را در توسعه‌ی بازارهای مالی در کشورهای توسعه‌یافته و عدم رشد این بازارها در کشورهای در حال توسعه یا توسعه‌نیافته می‌دانند. بخش مالی دارای نقش کلیدی در رشد اقتصادی دانسته‌اند و معتقدند تفاوت در کمیت و کیفیت خدمات مالی ارائه شده، می‌تواند به عنوان عامل مهمی تفاوت نرخ رشد اقتصادی کشورها را توضیح دهد. بنابراین هماهنگی و حرکت همپای بخش‌های مالی از ضروریات، جهت نیل به رشد و توسعه اقتصادی است. با توجه به دلایل فوق ضرورت تحقیق حاضر بیش از پیش روشن می‌شود. اگر بانک‌ها و مؤسسات تخصیص را به‌درستی انجام دهند، قطعاً سود و هزینه‌های اعطای تسهیلات کمتر خواهد بود. به دلیل نقش مدیریت صحیح منابع در سود و هزینه بانکی، در این مقاله به طراحی و تبیین الگوی بهینه تخصیص منابع مالی با بررسی توزیع بخشی پرتفوی بانک پرداخته شده است.

ادبیات موضوع :

در سیستم بانکی ایران، تجهیز منابع و تخصیص آن در قالب تسهیلات مالی کماکان اصلی‌ترین وظیفه بانک‌های تجاری را تشکیل می‌دهد. در بخش تخصیص منابع، توجه به این نکته حائز اهمیت است که نرخ سود تسهیلات اعطایی فراتر از سیاست‌های پولی به عنوان ابزاری جهت اعمال سیاست‌های اقتصادی در بخش‌های مختلف اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و این امکان که ریسک عدم بازپرداخت تسهیلات از طریق نوسانات نرخ سود جبران شود تا حد زیادی از بانک‌های اعطاکننده تسهیلات سلب شده است. لذا هنگام تصمیم‌گیری نسبت به اعطای تسهیلات، بررسی همه‌جانبه درخواست تسهیلات به منظور به حداقل رساندن ریسک عدم بازپرداخت از اهمیت خاصی برخوردار است (دهمرد و همکاران، ۱۳۹۱). بانک‌ها به عنوان بخش اصلی نظام مالی همواره با ریسک‌های متفاوتی روبرو هستند که یکی از عمده‌ترین آنها ریسک اعتباری است. حجم قابل ملاحظه‌ای از تسهیلات اعطایی سوخت شده یا

معوقه بانک‌ها، گویای فقدان مدل‌های مناسب اندازه‌گیری اعتباری و سیستم‌های مدیریت ریسک در شبکه بانکی است (کیقبادی و خدای، ۱۳۹۲). یکی از ابزارهایی که بانک‌ها می‌توانند جهت مدیریت و کنترل ریسک اعتباری از آنها بهره‌گیری نمایند، "مدیریت صحیح منابع و تخصیص بهینه آنها" است. بخش قابل توجهی از منابع سیستم بانکی، جهت تأمین نیازهای مالی شرکت‌ها تخصیص می‌یابد که عمدتاً در قالب شرکت‌های تجاری، متقاضی استفاده از تسهیلات بانکی هستند. مدیریت دارایی و بدهی مهم‌ترین بخش امور مالی هر سازمان را تشکیل می‌دهد چراکه از طریق برآورد وجوه نقد آتی؛ می‌توان سرمایه مورد نیاز برای سرمایه‌گذاری را پیش‌بینی کرد. مدیریت دارایی و بدهی کارآمد قصد دارد تا به طور همزمان سود را حداکثر کرده و ریسک‌های مختلف را کاهش دهد. این تصمیم‌گیری در فضای مسائل چندهدفه قرار می‌گیرد که به دنبال تأمین آرمان‌های همانند حداکثر نقدینگی، درآمد و کفایت سرمایه تحت محدودیت‌های مدیریت مالی، الزامات قانونی و سیاست‌سازمانی می‌باشد. می‌توان گفت که در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک بلندمدت؛ مدیریت دارایی و بدهی اولین گام محسوب می‌شود؛ چرا که به طور همزمان به برنامه‌ریزی، کنترل و همچنین جهت‌دهی سطوح مختلف دارایی، بدهی و سرمایه توجه داشته و ابعاد مختلف مدیریت ترازنامه را مدنظر قرار می‌دهد (نقشینه و همکاران، ۱۳۹۲). به تدریج با گسترده‌گی و گوناگونی فعالیت بانک‌ها، همزمان با ورود به گستره متنوع خدمات پیچیده مالی و اعتباری، مبحث مدیریت ریسک به عنوان یکی از مباحث جدی مدیریت، در تصمیم‌گیری‌های کلان و بلندمدت و هم‌چنین در مدیریت روزمره فعالیت‌های بانکی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به جدید بودن این دانش در دنیای بانکداری کشور و حتی مجامع علمی و دانشگاه‌ها و بنا به لزوم پیاده‌سازی نظام جامع مدیریت ریسک و هم‌گون کردن آن با استانداردهای جهانی به ویژه کمیته بال، پرداختن به مدیریت ریسک بانک‌ها در گستره‌های پژوهشی و آموزشی دانشگاه‌های کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. مدیریت ریسک به عنوان یکی از جدیدترین شاخه‌های دانش مدیریت است که پایه‌های آن بر نقش مدیریت در حفاظت سازمان در برابر تهدیداتی هم‌چون زیان‌های مالی و شکست سازمان می‌باشد. نقشی که از نظر "هنری فایول" یکی از وظایفی است که به عنوان وظیفه ایمنی مطرح می‌شود. ضرورت حفاظت از اموال و دارایی‌های ارزشمند سازمان‌ها در دنیای پیچیده و در حال دگرگونی امروز بر اهمیت این شاخه از دانش مدیریتی می‌افزاید تا آنجا که امروزه کمتر سازمانی را در دنیای پیشرفته می‌توان یافت که از این ابزار مدیریتی در ساختار سازمانی خود بی‌بهره باشد. ریسک در یک موسسه مالی زیان بالقوه‌ای است که یا بطور مستقیم از زیان‌های درآمد و سرمایه حاصل می‌شود یا به صورت غیر مستقیم برآمده از محدودیت‌هایی است که توانایی بانک را برای دستیابی به اهداف تجاری خود کاهش می‌دهد. با توجه به ماهیت فعالیت‌های بانکی، حیات صنعت بانکداری در گرو پذیرش ریسک بوده بگونه‌ای که پرهیز از آن امکان ندارد، اما می‌توان آن را مدیریت کرد (کردرستمی و همکاران، ۱۳۹۲). از دهه ۱۹۸۰ نوآوری‌ها و روندهای جدید در بازارهای مالی و داخلی سازی جریان‌های مالی چهره بانکداری را تغییر داده است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی و قانون‌زدایی آفرصت‌هایی را برای موسسات بانکی و غیربانکی فراهم کرده است. هم‌چنین این امر فشار رقابتی را بین موسسات بانکی و غیربانکی ایجاد کرده است. در پایان دهه ۱۹۸۰ با کم‌رنگ‌تر شدن و حذف شدن رویه‌های

بانکداری سنتی از صحنه بانکداری، الزامات کفایت سرمایه معمول تر و رایج تر شد (گراونینگ و براتانویک، ۲۰۰۹). همچنین ورود بانک های خارجی در اقتصاد در حال توسعه و در حال رشد از اوایل دهه ۱۹۹۰ شدت یافته است (نیکولو و لوکیونوا، ۲۰۰۷). بانکها از طریق ورود به حوزه های تجاری جدید به همراه تمرکز بر قابلیت های مدیریت اطلاعات و دانش، به چالش های جدید واکنش نشان داده اند. رشد بازارهای مالی بین المللی و تنوع عظیم ابزارهای مالی به بانکها این امکان را داده است تا دسترسی بیشتری به سرمایه ها و موجودی ها داشته باشند. در همین زمان، فرصت هایی برای طراحی محصولات و فراهم آمدن خدمات بیشتر مهیا گردیده است. سرعت این تغییرات با توجه به اینکه بانکها بطور پایدار برنامه هایی برای توسعه ابزارها و محصولات و خدمات خود دارند، کم نشده است. عملیات و فعالیت های سنتی و قدیمی بانک که بر اساس رسید و دریافت سپرده ها بود، امروزه فقط بخشی از فعالیت های بانک محسوب می شود و اغلب کم سود ترین فعالیت بانک است. فعالیت های مبتنی بر اطلاعات، هم چون داد و ستد در بازارهای مالی و کسب درآمد از طریق منابع پولی، امروزه منبع اصلی سودآوری بانکها محسوب می شود. علاوه بر این نوآوری های مالی منجر به افزایش تمایلات بازار و قابلیت عرضه سرمایه های بانکی شده است، بخصوص معرفی سهام قرضه دولتی و دیگر محصولات مشتق شده. معرفی الزامات احتیاطی سرمایه که اصالتا به انواعی از ابزارهای مالی منجر شده است، اساسا به عنوان محرکی برای چنین خلاقیت هایی در نظر گرفته شده است. مشتقات مالی هم چون گارانتی و اعتبارنامه بانکی به اضافه ابزارهای اشتقاقی مثل قراردادهای آتی و گزینه ها و فرصت های مختلف همیشه بعنوان دارایی ها یا بدهی ها نشان داده نمی شوند، اگرچه بانک را در معرض ریسک قرار می دهند. در طول سال های اخیر قانون گذاران حسابداری در کشورهای بزرگ و کمیسیون بین المللی استانداردهای حسابداری برخی از نواقص حسابداری را از طریق ملزم شدن این امر که تمام سندهای مالی در ترازنامه نمایش داده شوند، اصلاح کرده اند. پیش آمد تغییرات مختلف و وجود ارتباط بین انواع مختلف ریسک، منجر به افزایش ریسک در سیستم بانکی و پیچیده تر شدن این ریسک ها شده است. جهانی سازی و قانون زدایی نیز احتمال سرایت و همه گیر شدن ریسک را در بین بانک های مختلف بیش تر کرده است. هم چنان که می بینیم و مدارک نشان می دهد بحران های مالی از تایلند به مابقی کشورهای آسیای جنوبی، آسیای مرکزی، اروپای شرقی و آمریکای جنوبی در اواخر دهه ۹۰ سرایت کرد و هم چنین اثراتی بر روی سیستم های بانکی در جهان گذاشت. همچنین می توان به بحران بخش مالی اشاره کرد که در سال ۲۰۰۷ شروع شد و از ایالات متحده نشأت گرفت و به اتحادیه اروپا و سپس بقیه کشورها گسترش یافت. تکامل تدریجی سیستم ها و بازارهای بانکی موجب ایجاد نگرانی ها و در نتیجه آن، سیاست های پولی محتاطانه تری شده است. با وجود اینکه تکنیک های مدیریت و ارزیابی ریسک پیشرفت هایی داشته، ناکامی های در تخصیص منابع، نشان داده است که بانکداری همچنان در معرض ریسک در مقیاس جهانی می باشد. نگرانی شایع و رایج این است که نوآوری در صنعت بانکداری ممکن است اثراتی متناهی در معرض ریسک قرار گرفتن و افزایش دگرگونی در سیستم های بانکی داشته باشد. مطابق با پایان دهه اول قرن بیست و یکم، همانند روزهای تند و بی

^۲Adequacy of capital

^۴Greuning & Bratanovic

^۵Nicolo & Loukoianova

پروای دهه ۹۰، زمانیکه سود زیادی از طریق فعالیت‌های مهندسی مالی خبرگان خلاق مالی ایجاد شد، با توسعه‌ها و طراحی‌های اخیر، نیاز به ارزیابی ریسک، مدیریت ریسک و رویکردهای منسجم برای کنترل‌های لازم همچون اعتبار سنجی مشتریان، پیچیده‌تر و مشکل‌تر شده است. برای بانک‌ها، محیط جدید بانکی و فزونی دگرگونی بازار، ضرورت یک رویکرد منسجم مدیریت ریسک و تکنیک‌هایی برای تخصیص صحیح و مناسب منابع خود به همراه داشته است (گراونینگ و براتانویک، ۲۰۰۹). بانک‌ها به عنوان سازمان‌های جوای سود با این هدف سازمان یافته‌اند که برای سهام داران و نیز سپرده‌گذاران سودآوری داشته باشند. از آنجاییکه خطرپذیری برای سودآوری آینده‌گریزناپذیر است، از بانک‌ها به عنوان ماشین‌های ریسک‌پذیر یاد می‌شود. مدیریت دارایی و بدهی در برگیرنده مجموعه‌ای از ابزارها و روش‌های فنی است که خلق ارزش برای سهامداران و کنترل ریسک را مدنظر قرار می‌دهد (اسویدسکی و همکاران، ۲۰۱۲). رزن و زنیوس^۱ (۲۰۰۶)، استراتژیهای مدیریت بدهی-دارایی را در ۴ گروه (ایستای تک زمانه، ضمنی تک زمانه، ایستای چند دوره‌ای، ضمنی چند دوره‌ای) تقسیم‌بندی نمودند. همچنانکه از نام آنها مشخص است، مدل‌های تک زمانه با سرمایه‌گذاری بهینه در یک افق زمانی مربوط می‌شوند. مدت زمان اجرای آنها بطور وسیعی به کاربردشان بستگی دارد. بعنوان مثال، سیاست‌گذاران بانک مرکزی ممکن است یک هدف استراتژیک برای سرمایه‌گذاری روی ذخایر خارجی در یک سال قرار دهند. یک بانک تجاری ممکن است علاقه‌مند به سرمایه‌گذاری برای خرید یک دارایی در حال حاضر برای بدست آوردن سود در خلال یک هفته باشد. یا اینکه مبادلات و سائل الکترونیکی، استراتژی‌هایی را دنبال می‌کنند که هدف آنها حداکثر سازی سود در زمانهای خیلی کوتاه می‌باشد. مدل‌های چند دوره‌ای (پویا) به سرمایه‌گذاران اجازه می‌دهد تا سبد سرمایه‌گذاری خود را در چند دوره زمانی متوازن نموده و نسبت به شرایط بازار و حتی اهداف سرمایه‌گذاری جدید نیز سازگار گردند. در حالیکه استراتژیهای تک زمانه ممکن است در بعضی موقعیتهای خوبی انجام شوند.

رابطه بین مدیریت ریسک و مدیریت بدهی و دارایی

مدیریت بدهی‌ها و دارایی‌ها به نرخ سود در بازار بستگی دارد. می‌توان ادعا کرد که مدیریت صحیح و موفق ریسک مالی و ریسک نرخ بهره برای بانک‌ها و موسسات مالی سودآوری را در بر خواهد داشت. ارزش‌گذاری دارایی سرمایه‌ای یک تئوری پایه‌ای در مدیریت ریسک است و پیش فرض آن مشارکت همه ذخایر و یا اوراق بهادار در سهام است. این مدل ریسک را به دو قسمت تقسیم می‌کند ریسک غیر سیستماتیک که با ایجاد گوناگون سرمایه‌گذاری‌ها محو می‌شود و دیگری ریسک سیستماتیک که از فاکتورهای بیرونی کنترل شده، بر می‌خیزد که مکانیزمی برای حذف آن وجود ندارد. برای موسسات مالی اگر چه تراز مالی نشان‌دهنده ریسک محیطی از جنبه دارایی‌هاست و اغلب ریسک‌های تجاری از ناحیه بدهی‌هاست تنظیم کردن این ریسک‌ها هدف یک سیستم مدیریت دارایی و بدهی است. سیستم مدیریت دارایی و بدهی به برخی مسایل مدیریت ریسک بنگاه‌های تجاری ارتباط دارد. این ابزارها برای اندازه‌گیری ریسک و مدیریت ریسک اعمال می‌شود. سیستم مدیریت دارایی و بدهی نسبت به مدیریت ریسک بیشتر یک دیدگاه متمرکز روی بازار اعتبار و ریسک بدهی‌ها از جنبه دارایی‌ها تمرکز می‌کند از جنبه بدهی‌ها بیشترین توجه روی

^۱Swiderski
Rosen and Zenios

میزان فراریت بودجه احتیاطی و هزینه‌ها قرار دارد. حجم فراریت فروش مستقیماً قسمتی از تابع مدیریت دارایی و بدهی نیست، اگر چه جزء مهمی از ریسک تجاری است ساماندهی حجم فراریت فروش نیازمند هم‌تراز سازی و مطابقت با محیط تجاری است. بطور مشابه مدیریت ریسک عملیاتی نیازمند یکسان سازی و تطابق تجارت با محیط عملیاتی و نیز افت‌هایی است که خارج از اهداف مدیریت دارایی و بدهی در محیط مدیریت ریسک اتفاق می‌افتد، می‌باشد.

تجهیز منابع بانک

در ماده ۳ فصل دوم قانون عملیات بانکی بدون ربا (مصوب ۱۳۶۲) تجهیز منابع پولی شامل: حساب قرض الحسنه جاری، این حساب دقیقاً شبیه حساب های جاری در نظام بانکی ربوی است و رابطه بین بانک و صاحب حساب رابطه‌ی داین و مدیون است. حساب سپرده پس انداز قرض الحسنه، این حساب شبیه حساب پس انداز در بانک‌های ربوی است و صاحب حساب هر زمان بخواهد می‌تواند با استفاده از دفترچه از حسابش برداشت نماید. تنها تفاوتی که با حساب سپرده‌ی بانک های ربوی دارد این است که بهره‌ای به آن تعلق نمی‌گیرد. سپرده سرمایه‌گذاری مدت دار، این سپرده‌ها به کوتاه مدت و بلند مدت تقسیم می‌شود. در حساب سرمایه‌گذاری کوتاه مدت، برای تعلق سود می‌بایست دست کم ۱ ماه سپرده در اختیار بانک باشد و پس از آن تابعی از ضرایب یک ماه خواهد بود. حساب سرمایه‌گذاری بلند مدت نیز تا سال گذشته در قالب یک ساله، دو ساله، سه ساله، چهار ساله و پنج ساله قابل افتتاح بود که بنا به تصمیمات بانک مرکزی در سال جاری حداکثر یکساله می‌باشد.

تخصیص منابع پولی در نظام بانکی

یکی از راه‌های تخصیص منابع در بانک‌ها، پرداخت تسهیلات است. انواع تسهیلاتی که در کشور ایران وجود دارد شامل: قرض الحسنه، تنها وامی است که فقط در نظام بانکی ایران وجود دارد و به آن هیچ‌گونه بهره و یا سودی تعلق نمی‌گیرد. مضاربه، قراردادی است که به موجب آن یکی از طرفین (مالک) عهده دار تأمین سرمایه (نقدی) می‌گردد، با قید این که طرف دیگر (عامل) با آن تجارت کرده و در سود حاصله شریک باشند. جعاله، عبارت است از التزام شخص (جاعل) یا (کارفرما) به ادای مبلغ یا اجرت معلوم (جعل) در مقابل انجام عمل معین، طبق قرارداد طرفی که عمل را انجام می‌دهد «عامل» یا «پیمانکار» نامیده می‌شود. مشارکت مدنی، عبارت است از درهم آمیختن سهم شرکت نقدی یا غیر نقدی اشخاص حقیقی یا حقوقی متعدد، به نحو مشاع به منظور انتفاع، طبق قرارداد.

مدیریت نقدینگی^۸

مدیریت نقدینگی به معنای توانایی بانک برای ایفای تعهدات مالی خود در طول زمان است. مدیریت نقدینگی یکی از بزرگترین چالش‌هایی است که سیستم بانکداری با آن روبروست. دلیل اصلی این چالش آن است که بیشتر منابع بانک‌ها از محل سپرده‌های کوتاه مدت تأمین مالی می‌شود. علاوه بر این، تسهیلات اعطایی بانک‌ها صرف سرمایه‌گذاری در دارایی‌هایی می‌شود و درجه نقدشوندگی نسبتاً پایینی دارند. مدیریت نقدینگی نیز مانند دیگر مدیریت‌ها، تقابلی

^۸ Liquidity Management

بین ریسک و بازدهی است. زیرا نگهداری نقدینگی بیشتر در حساب‌های موجود اسکناس و مسکوک، موجودی نزد بانک مرکزی، موجودی نزد سایر بانکها و ذخیره قانونی، باعث کاهش ریسک و همزمان فرصت‌های سرمایه گذاری را از بانک گرفته و بازدهی بانک را نیز کاهش خواهد داد. وظیفه اصلی بانک ایجاد توازن بین تعهدات مالی کوتاه مدت و سرمایه گذاری بلندمدت است. بدیهی است که ناکافی بودن مقدار نقدینگی، بانک را با خطر عدم توانایی در ایفای تعهدات روبرو می‌کند و در نتیجه، بانک را با خطر عدم توانایی در ایفای تعهدات روبرو می‌کند و در نتیجه بانک در معرض ورشکستگی قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، نگهداری مقادیر فراوان نقدینگی هم نوع خاصی از تخصیص ناکارآمد منابع است که باعث کاهش نرخ سوددهی بانک به سپرده‌های مردم و در نتیجه، باعث از دست دادن بازار می‌شود (بسی؛ ۲۰۱۰).

مدیریت هزینه^{۱۰}

هدف نهایی هر بنگاه اقتصادی عبارت است از افزایش ارزش برای سهامداران. به واقع در شرایط نوین کسب و کار موفقیت پایدار بنگاه در گرو ارزش آفرینی برای سهامداران است، زیرا صاحبان سرمایه آنجا سرمایه گذاری می‌کنند که بازده مورد انتظار را به دست می‌آورند. برای افزایش سودآوری و در نتیجه ارزش آفرینی برای سهامداران راه‌های مختلفی وجود دارد. گرچه ایجاد ساختار مناسب سرمایه و بهبود پرتفوی بنگاه رایج‌ترین اقدام برای افزایش ارزش آفرینی است اما منشا مهم دیگر سودرسانی عبارت است از اعمال مدیریت بر هزینه‌ها توسط واحدهای مختلف سازمان (تباگری، ۲۰۱۵).

پرتفولیو^{۱۱}

اصطلاح «پرتفولیو» در تعریفی ساده، به ترکیب دارایی‌ها گفته می‌شود که توسط یک سرمایه گذار به منظور سرمایه گذاری انتخاب می‌شود. دارایی می‌تواند شامل دارایی مالی هم‌چون اوراق قرضه، سهام و یا ارز باشد و سرمایه گذار یا تصمیم‌گیرنده هم می‌تواند یک فرد، یک مؤسسه یا در این پژوهش بانک مرکزی باشد. مطالعه تمام جنبه‌های ترکیب دارایی‌ها و انتخاب یک مجموعه دارایی، مدیریت پرتفولیو نام دارد. این واژه در برگرفته مفاهیم نظری پرتفولیو است، که بخش مهمی از تصمیم‌گیری را شامل می‌شود (آذر و همکاران، ۱۳۹۲).

بازده مورد انتظار یک دارایی

منافع و هزینه‌های آتی به عنوان «بازده‌های مورد انتظار» در نظر گرفته می‌شود. بازده‌های مورد انتظار ابزاری برای سنجش بازده یک دارایی است. البته نه به این معنا که فقط این بازده‌ها وجود دارند، بلکه بهترین معیار از انتظارات یک سرمایه گذار هستند (آذر و همکاران، ۱۳۹۲).

تحقیقات داخلی

مکیان و همکاران (۱۳۸۹) سبد بهینه تسهیلات بانکی را به کمک منطق فازی با لحاظ کردن شرایط ریسک در بانک کشاورزی تهران بررسی کردند. نتایج این پژوهش که در دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۸۲ انجام گرفته است، نشان می‌دهد الگوی فعلی تخصیص اعتبارات بانک کشاورزی به زیربخش‌های مختلف، بهینه نیست و به تعدیل مقدار تسهیلات اعطایی به بخش‌های مختلف نیاز دارد. راعی و همکاران (۱۳۸۹) بهینه‌سازی سبد سهام را با رویکرد میانگین-نیم واریانس و روش جستجوی هارمونی بررسی کردند. نتایج نشان داد روش جستجوی هارمونی در بهینه‌سازی مفید سبد سهام، موفق عمل می‌کند و در یافتن پاسخ‌های بهینه در تمامی سطوح خطرپذیری و بازده، دقت خوبی دارد. صلاحی (۱۳۹۰) در پژوهش خود با عنوان "بررسی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر اعتبارسنجی مشتریان بانک‌ها با استفاده از روش AHP (مورد: بانک سینا)" به بررسی نظری روش‌های اعتبارسنجی مشتریان پرداخته و از آن طریق با استفاده از روش ۵C (شخصیت وام گیرنده، ظرفیت بازپرداخت وام گیرنده، سرمایه، وثیقه، شرایط) به اولویت بندی شاخص‌های مذکور پرداخت. یافته‌های پژوهش نیز به صورت اولویت‌های زیر مشخص گردید: سرمایه با ضریب ۰/۳۹۵، وثیقه با ضریب ۰/۲۶۵، شرایط با ضریب ۰/۱۴۹، ظرفیت بازپرداخت با ضریب ۰/۱۰۴، شخصیت با ضریب ۰/۰۸۸ تعیین شده‌اند. در شاخص شخصیت در بخش حقیقی و حقوقی مهمترین مؤلفه تعداد درخواستها جهت اخذ وام بود. شاخص بازپرداخت در بخش حقیقی مهمترین مؤلفه آن درآمد (سالانه) خالص پس از کسر مالیات و در بخش حقوقی ثبات درآمد و ارزش بازار سهام به بدهی بوده است. مهمترین مؤلفه شاخص سرمایه در بخش حقیقی ارزش روز املاک و مستغلات و ثروت خالص (کل دارایی منهای کل بدهی) بوده است و همین طور در بخش حقوقی موجودی کالا، مواد و سفارشات بوده است. مهمترین مؤلفه شاخص شرایط در بخش حقیقی جنسیت وام گیرندگان و رده استخدامی بوده و در بخش حقوقی، افق زمانی سرمایه گذاری و تعداد پرسنل بوده است. مهمترین مؤلفه شاخص وثیقه نیز در بخش حقیقی و حقوقی، ریسک وثیقه و میزان دارایی‌های آزاد قابل وثیقه است. نوری فرد و همکاران (۱۳۹۰) به ارزیابی ساختار مالی و هزینه تأمین منابع مالی بانک پارسیان پرداخته‌اند. این پژوهش درصدد تعیین جایگاه انواع منابع تأمین مالی بانک می‌باشد. برای تحقق این هدف به وسیله استخراج اطلاعات مورد نیاز از صورت‌های مالی بانک پارسیان، ساختار سرمایه آن در یک دوره هفت ساله (۱۳۸۲ - ۱۳۸۸) مورد ارزیابی قرار گرفته است. فرضیه اول تا سوم این پژوهش به بهینه بودن ساختار سرمایه واقعی و هزینه تأمین منابع مالی (هزینه سرمایه) و همچنین خطرپذیری نسبت سرمایه بانک دلالت دارد که این سه فرضیه از طریق چارچوب رسیدن به ساختار سرمایه بهینه (از نظر نسبت سرمایه به دارایی‌های دارای خطرپذیری، نسبت سپرده‌ها به بدهی‌ها، نسبت سپرده‌های بلندمدت به کل سپرده‌ها و هزینه سرمایه) مورد ارزیابی قرار گرفت و بهینه تشخیص داده شد. فرضیه چهارم این پژوهش دلالت بر عدم وجود ارتباط بین ساختار سرمایه و هزینه تأمین منابع مالی (هزینه سرمایه) بانک دلالت داشت که با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، این فرضیه آزمون و مورد تأیید قرار گرفت. مالکی نیا و همکاران (۱۳۹۰)، 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. دهمرده و همکاران (۱۳۹۱) به اعتبارسنجی مشتریان بانک با استفاده از رویکرد امتیازدهی اعتباری در شعب بانک سپه زاهدان پرداخته‌اند. در این پژوهش با استفاده از روش رگرسیون لجستیک یک نمونه تصادفی ۵۱۹ تایی (۲۸۴ مشتری خوش حساب و ۲۳۵

مشتري بد حساب) از مشتريان حقيقي كه در فاصله زماني بين ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ از شعب بانك سپه در سطح شهر زاهدان اقدام به دريافت تسهيلات نموده اند، انتخاب شده است. به وسيله ۱۵ متغير كه اثر معناداري بر ريسك اعتباري و تفكيك بين دو گروه از مشتريان خوش حساب و بدحساب داشته اند، مدل نهايي برازش شده است. نتايج حاصل از برآورد نشان مي دهد كه بر اساس شاخص هاي آمري، رگرسيون لجستيك از نظر ضرايب و همچنين قدرت تفكيك كندگي معنادار بوده و در مديريت ريسك اعتباري بانك از اعتبار بالايي برخوردار است. از بين متغيرهاي مستقل موجود در مدل، مبلغ تسهيلات دريافتي از بانك، شاغل بودن همسر فرد وام گيرنده، و ضعيت چك برگشتي، مدت زمان بازپرداخت اقساط، و ضعيت تأهل، اموال و دارايي هاي فعلي شخص وام گيرنده، و ضعيت فعلي مسكن وام گيرنده، به ترتيب بيشترين سهم را در تفكيك مشتريان به دو گروه با ريسك اعتباري بالا و ريسك اعتباري پائين دارند. بنابراين بانك بايد جهت کاهش ريسك اعتباري و تصميم گيري در مورد متقاضيان تسهيلات متغيرهاي فوق را با دقت بيشتري مدنظر قرار دهد. پور زرندي و همكاران (۱۳۹۲) به طراحي مدل رياضي به منظور پيش بيني و بهينه سازي ساختار دارائي ها و بدهي ها در سيستم بانكي پرداخته اند. تحقيق آنها با ارائه يك مدل رياضي، تلاش دارد تا بهترين ساختار ترازنامه بانك را با در نظرگيري تنگناهاي موجود جستجو نمايد. در نهايت ضمن بررسي اعتبار مدل و اجراي آن در بانك موردنظر، نتايج حاصله به طراحي ساختار به منظور جايگزيني برخي از منابع مالي پر هزينه فعلي با انواع كم هزينه تر آن اشاره شده است. همچنين بر مديريت دقيق اين منابع و سرمايه گذاري آن در مواردی كه از منظر نرخ سود، نرخ بازگشت و نيز تطابق زماني در وضعيت مناسبی قرار دارند، تأكيد شده است. كردرستمی و همكاران (۱۳۹۲) به طراحي مدل تخصيص بهينه منابع در بانك ها با استفاده از مدل هاي سيستم هاي توليدي با خطوط توليد موازي پرداخته اند. اين مقاله يك روش براي طراحي توليد و تخصيص بهينه منابع براي يك واحد تصميم گيرنده مركزي با چندين واحد توليدي كه هر يك شامل خطوط موازي توليد هستند را مورد مطالعه قرار مي دهد. براي اين منظور، ميزان ورودی مصرف شده و خروجی توليد شده در فصل قبلي توليد و همچنين ظرفيت ورودی و خروجی ها مفروض هستند. به عبارت ديگر، برنامه ارائه شده جديد بايد به گونه اي تدوين گردد كه ميزان كارايي نسبي همه خطوط توليد در فصل بعدي توليد بهبود يابند. در اين مقاله، فرض شده است كه با افزايش مقادير ورودی، خروجی هاي هر يك از خطوط توليد در فصل بعدي توليد، افزايش يابند. قبادی (۱۳۹۳) به بررسي تخصيص و تركيب بهينه پرتفوی منابع و مصارف بانك بر اساس سودآوری در مديريت شعب بانك كشاورزي استان كرمانشاه پرداخته است. جامعه آماری در تحقيق وی، مديريت شعب بانك كشاورزي استان كرمانشاه بوده كه دارای ۵۰ شعبه در سطح استان بوده و داده ها و اطلاعات آماری مورد نیاز از سيستم اطلاعات و آمار بانك و در بازه زماني ۶ ساله از ابتدای سال ۱۳۸۶ لغایت پایان اسفند ماه ۱۳۹۱ در مقاطع سه ماهه گردآوری شده است. اهداف تحقيق شامل تعيين رابطه تسهيلات مالي به كل دارايي ها، نسبت سپرده ها به كل دارايي ها، نسبت هزينه به كل دارايي ها، تركيب بهينه حاصل از جذب سپرده ها و در آمد حاصل از معاملات، ريسك اعتباري، خالص نقدینگی مديريت با شاخص سودآوری بانك می باشد. نتايج اين تحقيق نشان داد كه نسبت تسهيلات مالي به كل دارائيها و نسبت سپرده ها به كل دارائيها با ميزان سود آوری رابطه برقرار نکرد ولی نسبت هزينه ها به كل دارائيها با سود آوری رابطه معكوس برقرار کرد. هم چنين تركيب بهينه حاصل از جذب سپرده ها و در آمد حاصل از معاملات و خالص نقدینگی مديريت با سود آوری رابطه مستقیمی برقرار کرد ولی ريسك اعتباري با سود آوری رابطه برقرار نکرد. موسويان و ديگران (۱۳۹۳) در مقاله خود به بررسي رفتار بانك در قالب يك

مدل بهینه‌یابی تصادفی پویا پرداخته است. در این مقاله با استفاده از تکنیک کنترل بهینه تصادفی، رفتار بانک بدون ربا در قالب تابع هدف مورد بررسی قرار گرفته است و سهمی از عقد‌های مبادله‌ای و مشارکتی که عایدی بانک اسلامی را حداکثر می‌کند، در قالب یک الگوی نظری مشخص شده است. عابدی و همکاران (۱۳۹۴) به تخصیص بهینه منابع مالی بانک تجارت با تأکید بر اعطای تسهیلات به کمک برنامه‌ریزی خطی پرداخته‌اند. هدف اصلی این تحقیق، تخصیص بهینه منابع مالی بانک تجارت با تأکید بر اعطای تسهیلات به کمک برنامه‌ریزی خطی است. نوع تحقیق بر حسب فایده و غایت جزء تحقیقات کاربردی است و از نظر هدف جزء پژوهش ریاضی می‌باشد و اطلاعات و داده‌های مالی برای ده سال مالی (از سال مالی ۱۳۸۴ تا سال مالی ۱۳۹۳) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج تحقیق مبنی بر پاسخ به سؤالات مطرح شده در متن تحقیق و همچنین حداکثر کردن سود بانک در طول ده سال مالی و ارائه بهینه‌ترین تخصیص منابع مالی بانک برای هر سال مالی را به طور مجزا با بکار بردن برنامه‌ریزی خطی و حل آن، با استفاده از نرم‌افزار لینگو نشان داده شد. اختیاری و علم تبریز (۱۳۹۴) به بهینه سازی پرتفوی منابع و مصارف بانکها با استفاده از برنامه‌ریزی خطی پرداخته‌اند. هدف این تحقیق، ارائه مدل‌های برنامه‌ریزی خطی به منظور تعیین ترکیب بهینه منابع و مصارف بانکها با رویکرد کاهش قیمت تمام شده پول است. ابزار مورد استفاده در این تحقیق، مدل‌های برنامه‌ریزی خطی بوده و داده‌های مورد استفاده از نوع کمی است. در این تحقیق سه سناریوی متفاوت مورد توجه قرار گرفته است. در سناریوی اول، یک مدل برنامه‌ریزی خطی به منظور تعیین ترکیب بهینه پرتفوی منابع بانک در حالت ایستا پیشنهاد می‌شود. در سناریوهای دوم و سوم با ارائه دو مدل برنامه‌ریزی خطی پیشنهادی، به ترتیب ترکیب بهینه پرتفوی منابع و ترکیب بهینه منابع و مصارف بانک در حالت پویا و با رویکرد قیمت تمام شده پول مورد بررسی قرار می‌گیرد. ترابی و حمزه (۱۳۹۴) به طراحی مدل بهینه برای ترکیب سبد تسهیلات اعطایی بانک مهر اقتصاد پرداخته‌اند. در این تحقیق از اطلاعات آماری تسهیلات در بخش‌های صنعت و معدن، بازرگانی، ساختمان، پیمانکاری، کالاهای بادوام، قرض الحسنه و کشاورزی در بانک مهر اقتصاد برای دوره زمانی ۱۳۹۰:۱ تا ۱۳۹۴:۹ به صورت ماهانه استفاده شده است. از این رو جنبه مجهول این تحقیق به دنبال پاسخگویی به پرسش زیر است: براساس مدل بهینه ترکیب سبد تسهیلات اعطایی بانک مهر اقتصاد با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک، بخش‌های مختلف اقتصادی چه درصدی از تسهیلات اعطایی را در بر می‌گیرد؟ در واقع هدف علمی این مطالعه تحلیل بررسی بخش‌های مختلف اقتصادی بر اساس مدل بهینه ترکیب سبد تسهیلات اعطایی بانک مهر اقتصاد با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بخش‌های صنعت و معدن دارای بیشتری اولویت برای پرداخت تسهیلات در بانک مهر اقتصاد می‌باشد. دانی کریم‌زاده (۱۳۹۵) به ترکیب بهینه تسهیلات مشارکتی بانک‌های تجاری ایران در بخش‌های اقتصادی با استفاده از نظریه فرامدرن سبد سرمایه‌گذاری پرداخته است. در این مقاله با استفاده از رهیافت نظریه فرامدرن سبد سرمایه‌گذاری میانگین نیم‌واریانس، سبد بهینه تسهیلات مشارکتی بانک‌های تجاری ایران بررسی شده است. در این روش به دلیل تکیه بر مفهوم ریسک نامطلوب، معیار نیم‌واریانس، شاخص مناسب اندازه‌گیری ریسک نسبت به معیار واریانس است. بدین منظور، میانگین ماهانه نرخ بازده سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس که در هر بخش (در دوره زمانی ۹۰-۱۳۸۷) فعالیت می‌کنند، به عنوان معیار نرخ بازده آن بخش استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد در ریسک‌گریزترین حالت، باید حدود ۳۳ درصد تسهیلات مشارکتی به بخش صنعت و معدن، حدود ۲۲ درصد تسهیلات به بخش مسکن

و ساختمان و حدود ۲۹ درصد تسهیلات به بخش کشاورزی تخصیص یابد. همچنین سهم تسهیلات بخش خدمات و بازرگانی حدود ۱۶ درصد و از نوع نسبتاً ریسک‌پذیر است؛ به‌گونه‌ای که با افزایش درجه ریسک‌پذیری سیستم بانکی، به بهای کاهش سهم تسهیلات بخش‌های صنعت و معدن و مسکن، سهم بهینه آن تا حد ۲۶ درصد، افزایش و سپس با افزایش بیشتر، درجه ریسک‌پذیری کاهش می‌یابد.

تحقیقات خارجی

اوکس و همکاران (۲۰۰۲) مسأله انتخاب سهام با معیار مقدار سطح ریسک^{۱۲} را بر اساس رویکرد بهینه سازی استوار و به صورت برنامه ریزی نیمه معین مدل سازی کردند. مسأله ای که آنها بررسی کردند دارای توزیع احتمال با نوسان بالا بود، لذا آنها در مدل خود با استفاده از رویکرد استوار سازی سختگیرانه^{۱۳} با تعیین حد بالا و پایین برای پارامترهای عدم قطعیت، به جواب قابل قبولی دست یافتند. گلدفارب و همکاران (۲۰۰۳) با در نظر گرفتن بازه های عدم قطعیت برای مقادیر پارامترهای بازار یک مدل برنامه ریزی مخروطی استوار ارائه کرده و صحت آن را با نتایج عملی به اثبات رسانیدند. آن ها همچنین نشان دادند که بهینه سازی استوار را می توان به عنوان سیستماتیک برای تخمین زدن پارامترهای بازار نیز به کار برد. مونهات (۲۰۰۴) در مقاله خود مدلی مبنی بر مدل هسن و سرجنت که بیشتر بیان شد توسعه داد. او با در نظر داشتن این مطلب که تمایل به استواری با سوددهی سبد سرمایه در تضاد است، روشی برای تخمین پارامتر مطلوبیت سرمایه گذار برای استواری سبد و همچنین میزان ریسک پذیری او ارائه کرد. پیاریستودولو^{۱۴} (۲۰۰۴) با نوشتن مقاله ای بنام «پرتفوی های بهینه با استفاده از مدل های برنامه ریزی خطی» به بیان مدل های برنامه ریزی خطی در این زمینه پرداخت و سپس با نمونه های تجربی به مقایسه سبدهای سهام به دست آمده از هر مدل پرداخت. نتایج حاصل از کار وی، این امر را مشخص کرد که یک شخص می تواند کارهای بیشتری از آنچه فکر می کند، با مدل برنامه ریزی خطی انجام دهد. او با کنار گذاشتن خصوصیات واقعی مدل اسپرانزا، آن را به یک مدل خطی تبدیل و فواید چنین مدلی را عنوان کرد. میولمن^{۱۵} و دیگران (۲۰۰۶) یک فرمول برنامه ریزی خطی چندهدفه تصادفی را برای مسئله انتخاب سبد سرمایه گذاری تحت شرایط عدم قطعیت توسعه دادند. فلاگ^{۱۶} و همکاران (۲۰۰۷) در مقاله خود از تابعی به عنوان تابع میزان اطمینان از عایدی سبد سرمایه استفاده کردند. روش کار آن ها بدین صورت بود که در تابع هدف خود به ماکسیم کردن حداقل تابع اطمینان پرداختند. همچنین مجموعه های عدم قطعیت آن ها مبنی بر رویکرد همسایگی کانتروویچ ایجاد شده بود. در نهایت با محاسبات عملی مدل خود به این نتیجه رسیدند که مدل استوار آنها در ازای اندکی کاهش متوسط درآمد، میزان ریسک را به حد قابل توجهی کاهش داده است. برتسیماس^{۱۷} و همکاران (۲۰۰۸) مسأله بهینه سازی سود سبد سهام چند دوره ای را با فرمول بندی های متفاوت استوار مدل سازی کردند و نشان دادند که مدل استوار چند وجهی جواب بهینه بهتری ارائه می نماید. ویژگی بارز کار آنان خطی نگه داشتن مدل

طراحی مدل بهینه با تخصیص منابع بانک بر اساس فرایع بخشی پرتفوی

12. Value at Risk
 13. Hard-Worst Case
 14. Papahristodoulou
 15. Muhlemann
 16. Pflug
 17. Bertsimas

در عین استواری آن است. لین و لیو^۱ (۲۰۰۹) با پیشنهاد الگوی جدیدی با استفاده از الگوریتم ژنتیک، انتخاب سبد بهینه با تعداد زیادی از معامله در حداقل زمان را حل کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که سبد سرمایه‌گذاری به دست آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک پیشنهادی، بسیار به مرز کارای مارکویتز نزدیک است. هم چنین این الگو می‌تواند مشکل انتخاب سبد بهینه را در حداقل زمان حل کند. ادیریسینگ^۲ (۲۰۱۰) در تحقیق تحت عنوان انتخاب سبد سهام بر اساس شاخص قدرت مالی به‌کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها از یک سری نسبت‌های مالی به منظور تخمین قدرت مالی شرکت‌ها و همبستگی این معیارها با بازده واقعی سهام، استفاده نمودند. نسبت‌های مالی به کار گرفته شده در این تحقیق در ۶ دسته قرار گرفته که دربرگیرنده معیارهای سودآوری، معیارهای کارایی عملیاتی، معیارهای نقدینگی، معیارهای اهرمی، معیارهای چشم‌انداز شرکت و معیارهای رشد می‌باشند. بویلاکیو^۳ و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی مسئله بهینه‌سازی سبد سهام پرداخته و برای آن یک الگوریتم ژنتیک چندهدفه ارائه کرده‌اند. آنها جهت مدل‌سازی از نظریه مارکویتز استفاده کرده و الگوریتم ژنتیک را جهت بهینه‌سازی ریسک و سود استفاده کرده‌اند. در نهایت نتایج الگوریتم ژنتیک را با روشهای غیرخطی موجود در ادبیات موضوع مقایسه نموده‌اند. سجادی و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله خود مدلی استوار برای بهینه‌سازی سبد سهام در حالتی که عدم قطعیت برای تمامی پارامترها در نظر گرفته شده و همچنین با در نظر گرفتن محدودیت‌های کاردینالیتهی توسعه دادند. همچنین در همین سال لینگ و همکاران مدل استوار خود را با دو حالت فضای عدم قطعیت پیوسته و گسسته ارائه دادند. هاموده^۴ و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی مسئله مدیریت ریسک نزولی و پرتفولیو بهینه بر مبنای روش ارزش در معرض ریسک برای فلزات گرانبها، نفت و سهام پرداخته‌اند. در تحقیق آنها رویکرد ارزش در معرض خطر (VAR) برای تجزیه و تحلیل ریسک‌های نزولی بازار در ارتباط با سرمایه‌گذاری در شش دارایی کلیدی خاص از جمله چهار فلز گرانبها، نفت و شاخص S & P 500 و سه اوراق بهادار استفاده شده است. با استفاده از ترکیبی از این دارایی‌ها، سه اوراق بهینه مطلوب و مرزهای کارآمد آنها در چارچوب VAR ساخته شده و خطرات بازده و ریسک برای این پورتفولیو‌ها نیز تحلیل گردیده است. پیش‌بینی‌های روزانه VAR با ۹ مدل ریسک از جمله Metrics Risk کالیبره شده، مدل‌های نامتقارن GARCH، رویکرد شبیه‌سازی تاریخی، روش‌های آماری محاسبه شده است. گانیک^۵ (۲۰۱۴) در پژوهشی تأثیر عوامل چرخه کسب و کار اقتصاد کلان در افزایش ریسک اعتباری بانک‌های تجاری را بررسی کرده است. در این مقاله فاکتورهای اقتصاد کلان برای پیش‌بینی افزایش ریسک اعتباری مشتریان بانک‌ها وقتی که چرخه کسب و کار تغییر می‌کند، تجزیه و تحلیل شده است. نتایج نشان می‌دهد تغییرات منفی اقتصاد کلان باعث افزایش ریسک اعتباری می‌شود. تریان بدهکار می‌شود. ژورگیو^۶ (۲۰۱۴) مسئله تخصیص دارائی در چارچوب روش میانگین واریانس را مورد مطالعه قرار داد. در این راستا وی یک الگوی نظری بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری را مشخص کرد و برای مجموعه‌ی داده‌های تابلویی دوره زمانی مارس ۱۹۹۰ تا مارس ۲۰۱۳ بکار برد. در بخشی از این مقاله وی الگوی جدیدی از برآورد بازدهی دارائی‌ها

^۱Lin and Liu^۲Edirisinghe^۳Bevilacqua^۴Hammoudeh^۵Mehmed Ganić^۶Georgiev

پیشنهاد کرد که آنرا با سه الگوی بازدهی تاریخی دارائیه‌ها، الگوی قیمت‌گذاری دارائیه‌های سرمایه‌ای و بازدهی برآورد شده بر مبنای متغیرهای بنیادی بنگاه T ترکیب کرده و در مسئله بهینه سازی سبد سرمایه‌گذاری بکار برده است. حلیم^{۲۴} و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود شش هدف یکی از بانک‌های برتر مالزی، یعنی انباشت دارایی، کاهش بدهی، ثروت سهام، درآمد، سودآوری و موارد مدیریت مطلوب مالی را مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها برای یافتن یک راه حل بهینه، این اهداف را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی هدف در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ بررسی کردند. نتایج بدست آمده در این مطالعه می‌تواند به عنوان یک راهنما برای موسسات مالی در تصمیم‌گیری و توسعه استراتژی برای مقابله با سناریوهای مختلف اقتصادی مورد استفاده قرار بگیرد. توویلا^{۲۵} (۲۰۱۶) در مطالعه خود به بررسی استراتژی‌های بهینه برای تخصیص پویای منابع پرداخته است. در این تحقیق از روش برنامه‌ریزی تصادفی به عنوان یک روش برای تخصیص بهینه منابع استفاده شده است که لازمه آن توسعه سناریوها یا درخت تصمیم‌گیری است که متغیرهای تصادفی مدل و اثرات آن‌ها را توصیف می‌کنند. برای تولید سناریوها در این تحقیق از روش لحظه تطبیق استفاده شده است به این صورت که متغیرهای تصادفی توصیف شده با هم‌تایان خود که از روش اقتصادسنجی و تحلیل‌های سری زمانی به دست آمده‌اند، مطابقت داده می‌شوند. با استفاده از مدل طراحی شده می‌توان تخصیص بهینه منابع را در هر قسمت از درخت تصمیم یا سناریو به دست آورد. هورن^{۲۶} و همکاران (۲۰۱۶) به حل مسئله چند هدفه انتخاب بهینه سهام با پرداخته‌اند. آن‌ها برای حل این مسئله یک الگوریتم بر پایه آر شیو پارتو ارائه داده‌اند که این الگوریتم از انتخاب سهام با اندازه محدود و سود بالا شروع کرده و گام به گام به سمت سبد بهینه سهام پیش رفته و در نهایت مجموعه‌ای از جوابهای نزدیک مرز بهینه را بعنوان خروجی گزارش می‌کند. کاوت^{۲۷} و همکاران (۲۰۱۶) جهت بهینه سازی پرتفولیو یک الگوریتم بهینه سازی براساس نوین صوت به بهینه سازی توابع هدف می‌پردازند. آن‌ها ابتدا برای مسئله بهینه سازی پرتفولیو یک مدل ریاضی براساس هدف افزایش عملکرد ارائه داده و سپس از الگوریتم پیشنهادی جهت حل مدل استفاده کرده‌اند. همچنین مقایسه نتایج آنها با نتایج سایر روشهای موجود در ادبیات موضوع، حاکی از عملکرد بالای الگوریتم پیشنهادی آنها می‌باشد. متاوا^{۲۸} و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی مسئله بهینه‌سازی تصمیمات وام‌دهی بانکها پرداخته‌اند. این مقاله یک مدل هوشمند مبتنی بر الگوریتم ژنتیک (GA) برای سازماندهی تصمیمات وام‌دهی بانک در یک محیط بسیار رقابتی با محدودیت بحران اعتباری (GAMCC) پیشنهاد می‌کند. GAMCC یک چارچوب برای بهینه سازی اهداف بانک در هنگام ساختن پرتفوی وام، با حداکثر رساندن سود بانک و به حداقل رساندن احتمال ریسک در یک تصمیم وام دهی در شرایط پویا را فراهم می‌کند. در مقایسه با روش‌های پیشرفته، GAMCC یک ابزار هوشمندانه تر است که بانک‌ها را قادر می‌سازد تا زمان غربالگری وام را با طیف وسیعی از ۱۲ تا ۵۰ درصد کاهش دهند. معصومی سوره و فرساد امان الهی (۲۰۱۷) به مقایسه روش منطق فازی و الگوریتم ژنتیک در مسئله انتخاب پرتفولیو پرداخته‌اند. آن‌ها مسئله انتخاب پرتفولیو بهینه را در شرکت‌های پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران در سالهای ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق آنها نشان داد، بین نتایج حل مدل مارکویتز با استفاده از الگوریتم

ژنتیک و نتایج انتخاب سبد سهام با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، تفاوت معناداری وجود دارد. یو^۹ و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی ریسک پرتفوی بهینه نفت خام با استفاده از دو روش VAR و ES پرداخته‌اند. آنها برای پرتفوی بهینه ۴ دارایی نفت خام، روشهای گارچ را با روش کاپولا ترکیب کرده و همچنین ارزیابی ریسک پرتفوی را دو روش VAR و ES انجام داده‌اند. بدناک و پاتل^{۱۰} (۲۰۱۸) به بررسی عملکرد پورتفولیو با کمترین واریانس (MVP) پرداخته‌اند. آنها نظریه اسچیرر^{۱۱} (۲۰۱۱) و یانی شوفسکی^{۱۲} (۲۰۱۵) را مورد ارزیابی قرار دادند. اسچیرر (۲۰۱۱) بر این باور است که MVP به سمت بتا کم و دارایی های خطرناکی که دارای خصوصیات کم هستند، تقلیل می یابد. در نتیجه، MVP بر روی هر دو آنومالی بتا و بی نظمی خطر فردی سرمایه گذاری عمل می کند. یانی شوفسکی (۲۰۱۵) با ارائه یک نمونه مثبت نشان می دهند که اثبات این حدس ناقص است. در این شرایطی را مطرح شده است که حدس نشان می دهد حدس اسچیرر (۲۰۱۱) معتبر است. دینگ و سیکلز^{۱۳} (۲۰۱۸) به بررسی مسئله ساختار سرمایه، مدیریت ریسک و پورتفولیو بهینه پرداخته‌اند. آنها مسئله مورد بررسی خود را بصورت تجربی در بانکهای آمریکا مطالعه نمودند. جهت بررسی مسئله از روشهای آماری، آنالیز مرز استاتیک و روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرده‌اند. سابرینا^{۱۴} و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی مدل ارزیابی ریسک پرتفوی با استفاده از VAR و ES در بازار بورس کشور پرتغال پرداخته‌اند. آنها از روشهای مختلف ایستا از کلاس GARCH را جهت تخمین ریسک استفاده کرده و نتایج را بررسی نمودند. در این مقاله، روشهای GARCH نامتقارن برای تخمین VAR و ES بکار گرفته شد و نتایج نشان داد، توزیع های پیچیده بهتر از همتایان معمولی آنها نبوده و اندازه نمونه توصیه شده بستگی به روش ارزیابی و مقدار ضرر و زیان دارد. لیاگکوراس^{۱۵} (۲۰۱۹) از روشهای بهینه سازی چندمعیاره جهت تعیین پورتفولیو بهینه استفاده کرده است. در این مقاله، وی با معرفی یک الگوریتم جدید که شامل یک ساختار کدگذاری بوده و به طور خاص طراحی شده است، جهت بهینه سازی پورتفولیو استفاده کرده است. نتایج نشان داد که الگوریتم پیشنهادی می تواند در سایر زمینه ها نیز مفید باشد، به این ترتیب با توجه به سازگاری های مربوط به نیازهای خاص مورد استفاده قرار گیرد. فکری و برازنده (۲۰۱۹) به بهینه-سازی سبد سهام براساس مدل مارکویتز و الگوریتم ژنتیک پرداخته‌اند. آنها یک مدل براساس رویکرد مارکویتز با در نظر گرفتن محدودیت های فرصت های سرمایه گذاری کوتاه مدت در بازار سهام ایران ارائه داده و از شبکه عصبی جهت پیش بینی بازده استفاده کردند. در نهایت آنها از الگوریتم ژنتیک جهت حل مدل استفاده کردند.

روش‌شناسی تحقیق

در طول ۲۰ سال گذشته، بکارگیری تکنیک‌های کمی در صنعت سرمایه‌گذاری مالی به طرز چشمگیری افزایش یافته است. اولین کاربرد این مدل‌ها در مدیریت ریسک و از طریق مدل‌های اندازه‌گیری منابع مختلف ریسک بوده است. مفاهیم بهینه سازی پرتفوی و متنوع سازی، در توسعه بازارهای مالی و تصمیم‌گیری مالی مؤثر بوده‌اند. نقطه عطف این

^۹Yu

^{۱۰}Bednarek & Patel

^{۱۱}Schere

^{۱۲}Yanushevsky and Yanushevsky

^{۱۳}Ding & C.Sickles

^{۱۴}Sobreira

^{۱۵}Liagkouras

توسعه در سال ۱۹۵۲ و با چاپ مقاله بنیادین مارکویتز با عنوان "تئوری انتخاب پرتفوی" است. مارکویتز پیشنهاد کرد که سرمایه‌گذار باید ریسک و بازدهی را با هم در نظر بگیرد و بر اساس بدست آوردن تعادل بین آنها وجوه نقد خود را بین دارایی‌های مختلف توزیع کند. در این تحقیق به بهینه سازی استوار سبد سهام بانکها و تخصیص بهینه منابع چند دوره‌ای با در نظر گرفتن توابع مطلوبیت با استفاده الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات پرداخته شده است. در این پژوهش با استفاده از الگوریتم انبوه ذرات، تخصیص منابع بانکها با توزیع بخشی پرتفوی تعیین می‌شود. جامعه آماری این تحقیق، شامل کلیه بانکهای کشور ایران که تحت نظر بانک مرکزی فعالیت می‌کنند، می‌تواند باشد که نهایتاً یک بانک تخصصی انتخاب شده است که با تغییر داده‌های آن به سایر بانکها نیز قابل تعمیم است. در این تحقیق به ارائه مدل چند دوره‌ای بهینه سازی استوار جهت تخصیص بهینه منابع بانکی کشور ایران با توزیع بخشی پرتفوی پرداخته شده است. در مسئله مورد بررسی دو هدف در نظر گرفته شده که عبارتند از بیشینه‌سازی ثروت بانک و کمینه‌سازی ریسک. تابع هدف ریسک براساس مقاله بین^۴(۲۰۱۵) ارائه شده است. در این مسئله بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری چند دوره‌ای پویا در نظر گرفته شده است بطوریکه که معاملات در نقاط زمانی گسسته اتفاق می‌افتند. این مسئله شامل، N دارایی ریسکی، یک دارایی بدون ریسک و افق برنامه‌ریزی شامل T دوره که تصمیمات سرمایه‌گذاری در آن زمانها اتفاق می‌افتد، می‌باشد. بازه‌های زمانی می‌تواند از دقیقه تا سال تغییر کند و تصمیمات هر مرحله، در ابتدای دوره گرفته می‌شود. اولین مرحله، لحظه صفر و زمان حال را نشان می‌دهد. درآمدهای ناشی از فروش به پول نقد اضافه و هزینه‌های ناشی از خرید از پول نقد، کم می‌شود.

در لحظه زمانی $t+1$ ، براساس بازده حاصله از بازه زمانی $(t, t+1)$ ، دارایی‌های بانک به روز می‌شود. برای سادگی فرض می‌کنیم که بازده‌های دارایی بدون ریسک برای قرض دهی (r_f) و برای قرض گیری (r_b) ثابت هستند. تاریخ افق زمانی با توجه به محدودیتهای بحرانی بانک، مثل تاریخ بازپرداخت یک بدهی زیاد، تعیین می‌شود و تمرکز بر موقعیت بانک در آخر دوره زمانی T است. در آخر دوره زمانی T ، بانک ثروت نهایی‌اش یعنی W_T را جمع‌آوری می‌کند. هدف اصلی بانک، مدیریت سبدهای از دارایی‌ها است به گونه‌ای که امید مطلوبیت نهایی بیشینه گردد.

عدم اطمینان از طریق سناریوها مدل‌سازی می‌شود و هر سناریو احتمال رخ دادن همه پارامترهای نامعین در مدل را توصیف می‌کند. هر سناریو دارای احتمال رخ دادن P_S است. از آنجایی که در یک مدل پویا، اطلاعات در مورد مقدار واقعی پارامترهای نامعین در مرحله‌ها، معلوم می‌شود، درخت سناریو یکی از روشهای مناسب برای نمایش عدم اطمینان است. سناریو مسیری است که از ریشه درخت شروع شده و تا برگ ادامه دارد. هر گره درخت متناسب با یک حالت در دنیای واقعی است. همه سناریوها از ریشه (که برای همه یکسان است) شروع میشود و همه گذشته یکسانی دارند.

مدل سنجش ریسک براساس SPP-CVAR

در این تحقیق جهت سنجش و ارزیابی ریسک از مدل SPP-CVAR که توسط بین^۴(۲۰۱۵) ارائه شده، استفاده گردیده است. در این روش از ترکیب CVAR با نقطه توقف معاملات تشکیل شده است که در ادامه چگونگی ترکیب شرح داده شده و به همین منظور ابتدا مدل CVAR و سپس SPP-CVAR تشریح گردیده است.

^۴Bin

مدل CVAR:

$$\text{MIN CVAR} \quad (۱)$$

که در آن CVAR بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{CVAR}_\beta(x, \pi) = \frac{1}{1-\beta} \int_{f(x, y) \geq \text{VAR}_\beta(x)} f(x, y) \pi(y) dy \quad (۲)$$

در رابطه بالا،

X برداری است با n خانه (n تعداد دارایی‌های موجود در سبد) که مقادیر خانه i ام آن نشان دهنده مقدار دارایی i ام در سبد سرمایه گذاری می‌باشد.

Y یک بردار با n خانه (n تعداد دارایی‌های موجود در سبد) است که مقادیر خانه i ام آن نشان دهنده مقدار بازده مورد انتظار دارایی i ام در سبد سرمایه گذاری می‌باشد. در واقع این بردار معیاری برای ریسک است، ریسک یک دارایی، نظیر اوراق بهادار، تغییر احتمال بازده آتی ناشی از دارایی است. بنابراین با معیار پراکندگی بازده دارایی، ریسک را می‌توان انحراف معیار نرخ بازده تعریف نمود. همچنین در این تحقیق از انحراف معیار نرخ بازده هر دارایی بعنوان، معیار ریسک آن دارایی استفاده شده و بردار Y نیز با این مقادیر سنجیده می‌شود. فرض می‌شود که توزیع احتمال بردار Y ، $\pi(Y)$ باشد.

$F(x, y)$: نشان دهنده تابع ضرر مرتبط با بردار تصمیم X باشد که با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$f(x, y) = -x \cdot y^T \quad (۳)$$

همچنین برای هر بردار X ، احتمال اینکه ضرر از حد آستانه α بالاتر نرود با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\Psi(X, \alpha) = \int \pi(X, \alpha) dy \quad (۴)$$

$$F(X, Y) \leq \alpha$$

همچنین برای هر X ، در سطح اطمینان β ، ارزش در معرض ریسک پرتفولیو با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{VAR}_\beta(X, \pi) = \min(\alpha \in R: \Psi(X, \alpha) \geq \beta) \quad (۵)$$

آنچه که در بالا شرح داده شد، اجزای مورد استفاده در رابطه (۲) که مدل CVAR است، می‌باشند.

روکالفار و آریاسو^(۲۰۰۲ و ۲۰۰۰) مدل CVAR را بصورت زیر بازنویسی کرده‌اند:

$$\text{CVAR}_\beta(x) = \text{MIN } F_\beta(X, \alpha) \quad (۶)$$

که در آن:

$$F_\beta(X, \alpha) = \alpha + \frac{1}{1-\beta} \int [f(x, y) - \alpha]^+ \pi(y) dy \quad (۷)$$

$$y \in \mathbb{R}^n$$

مدل SPP-CVAR:

این مدل براساس مدل CVAR (ارزش در معرض ریسک شرطی) است که در آن حد آستانه ضرر در نظر گرفته شده است. در واقع حد آستانه ضرر بر اثر تغییرات قیمت سهام بوجود آمده و حدی است که پس از آن دارایی‌ها زیان ده شده و سرمایه گذار دچار ضرر می‌شود. در ادامه مدل SPP-CVAR ارائه شده است.

$$\min SPP - CVAR = \min_{(x, \alpha) \in X \times R} F_{\beta}(X, \alpha) \quad (۸)$$

در مدل SPP-CVAR، مقدار $F_{\beta}(X, \alpha)$ مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$F_{\beta}(X, \alpha) = \alpha + \frac{1}{1 - \beta} \int [f(x, y) - \alpha]^+ \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^y(t-s)} e^{-y^y/2\sigma^y(t-s)} \frac{|\hat{m}|}{t\sqrt{2\pi}} e^{-\hat{m}^y/2\pi} dy \quad (۹)$$

$y \in \mathbb{R}$

m : نقطه توقف سود است

σ^y : واریانس y

t : زمان

مدل برنامه‌ریزی استوار تخصیص منابع بانک

جهت ارائه مدل ابتدا، پارامترها، اندیسها و متغیرهای مدل و سپس مدل ریاضی شرح داده شده است.

الف) اندیسها و پارامترهای مدل

N : تعداد دارایی‌ها و i اندیس دارایی

T : تعداد دوره‌های مورد بررسی و t اندیس دوره

S : تعداد سناریوها و sen اندیس سناریو

$prob_{sen}$: احتمال رخ دادن سناریو sen

r_{it}^{sen} : بازده دارایی i ام در دوره t تحت سناریو sen که این پارامتر نشان دهنده اجزاء بردار Y در محاسبات SPP-

CVAR است.

c_{buy} : هزینه معاملاتی ناشی از خرید دارایی‌ها در ابتدای دوره.

c_{sell} : هزینه معاملاتی ناشی از فروش دارایی‌ها در ابتدای دوره پرتفو.

r_l : نرخ قرض دهی

r_b : نرخ قرض گیری

W_0 : ثروت اولیه بانک در ابتدای دوره

α : سطح اطمینان

ب) متغیرهای مدل

x_{it}^{sen} : مقدار پولی دارایی i در ابتدا دوره t تحت سناریو sen
 v_{it}^{sen} : مقدار خرید از دارایی i در ابتدا دوره t تحت سناریو sen
 u_{it}^{sen} : مقدار فروش دارایی i در ابتدا دوره t تحت سناریو sen
 b_t^{sen} : مقدار پول قرض گرفته شده در ابتدا دوره t تحت سناریو sen
 w_t^{sen} : ثروت بانک در ابتدا دوره t تحت سناریو sen
Weight_t: وزن مطلوب برای دوره t ام

ج) مدل ریاضی

تابع هدف بر اساس مدل SPP-CVAR بوده و برای هر سناریو sen ، کمینه سازی $F_\beta(X, \alpha, sen)$ مد نظر است.

$$\min z1 = \sum_{sen=1}^S prob_{sen} \sum_{t=1}^T weight_t F_\beta(X, \alpha, sen) \quad (10)$$

$$\max z2 = \sum_{sen=1}^S prob_{sen} w_T^{sen} \quad (11)$$

تابع هدف اول کمینه سازی ریسک (رابطه ۱۰) و تابع هدف دوم بیشینه سازی ثروت بانک در ابتدای دوره پایانی برنامه ریزی است (رابطه ۱۱).

محدودیت ها:

$$\sum_{i=1}^N (1 + c_{buy}) v_{i0}^{sen} + x_{i0}^{sen} = w_0 + b_0^{sen} \quad \forall sen \quad (12)$$

محدودیت (۱۲) محدودیت بودجه در زمان صفر است و بیان می کند که مجموع سرمایه گذاریهای اولیه بانک باید برابر با بودجه یا ثروت اولیه باشد.

$$x_{it}^{sen} = (1 + r_{i,t-1}^{sen})(x_{i,t-1}^{sen} - u_{i,t-1}^{sen} + v_{i,t-1}^{sen}) \quad \forall sen \quad (13)$$

$$x_{i,t}^{sen} = (1 + r_l)(x_{i,t-1}^{sen}) - b_t^{sen} \quad \forall sen \quad (14)$$

$$x_{i,t}^{sen} = (1 + r_l) \left(x_{i,t-1}^{sen} + \sum_{i=1}^N (1 + c_{sell}) u_{i,t-1}^{sen} - \sum_{i=1}^N (1 + c_{buy}) v_{i,t-1}^{sen} \right) - b_{t-1}^{sen} \times (1 + r_b) + b_t^{sen} \quad \forall sen, t = 2, 3, \dots, T-1 \quad (15)$$

$$x_{\cdot, T}^{sen} = (1 + r_l) \left(x_{\cdot, T-1}^{sen} + \sum_{i=1}^N (1 + c_{sell}) u_{i, T-1}^{sen} - \sum_{i=1}^N (1 + c_{buy}) v_{i, T-1}^{sen} \right) - b_{T-1}^{sen} \quad (16)$$

محدودیت‌های (۱۳) تا (۱۶) جریان نقدی در دوره t را نشان می‌دهند.

$$\sum_{i=1}^N x_{it}^{sen} = w_t^{sen} \quad \forall sen, t = 1, 2, \dots, T-1 \quad (17)$$

محدودیت (۱۷) ثروت انباشته شده در انتهای دوره t ام تحت سناریوی sen را محاسبه می‌کند.

$$weight_t = \begin{cases} \gamma(w_{t-1}^{sen} - \tau)^\varphi & w_{t-1}^{sen} \geq \tau \\ -\gamma(w_{t-1}^{sen} - \tau)^\varphi 1 & w_{t-1}^{sen} \leq \tau \end{cases} \quad (18)$$

محدودیت (۱۸) مطلوبیت بانک را محاسبه می‌کند. τ و γ ، φ پارامترهایی هستند که از بانک پرسیده می‌شود و وزن هر دوره از طریق تابع زیر و مبنی بر ثروت به دست آمده از دوره قبل محاسبه شود. با استفاده از این رابطه در ابتدا بانک مقداری از ثروت را به عنوان ثروت معیار در قالب پارامتر π مشخص می‌کند. سپس در هر دوره به میزانی که ثروت کسب شده از مقدار معیار کمتر یا بیشتر باشد مطلوبیت بانک برای برنامه‌ریزی در دوره بعد تغییر خواهد کرد. همانطور که در ابتدا گفته شد، در تحقیق حاضر، به دنبال ارائه مدل بهینه سازی استوار هستیم، در ادامه مدل برنامه ریزی استوار براساس مدل ریاضی ارائه شده، توسعه داده می‌شود. فرض کنید Z_{sen} مقدار تابع هدف برای سناریو sen باشد.

در این تحقیق جهت برنامه‌ریزی استوار از مدل مالوی سیم استفاده شده است که با توجه به این روش، مدل برنامه‌ریزی استوار بهینه بصورت زیر خواهد بود:

$$\min z1 = \sum_{sen=1}^S prob_{sen} \sum_{t=1}^T weight_t F_\beta(X, \alpha, sen) + \delta \sum_{sen=1}^S prob_{sen} (\Phi_{sen}^+ + \Phi_{sen}^-) \quad (19)$$

$$\max z2 = \sum_{sen=1}^S prob_{sen} w_T^{sen} + \delta \sum_{sen=1}^S prob_{sen} (\Phi_{sen}^+ + \Phi_{sen}^-) \quad (20)$$

محدودیتها:

$$\sum_{i=1}^N (1 + c_{buy}) v_{i0}^{sen} + x_{\cdot, 0}^{sen} = w_{\cdot, 0} + b_{\cdot, 0}^{sen} \quad \forall sen \quad (21)$$

$$x_{it}^{sen} = (1 + r_{i, t-1}^{sen}) (x_{i, t-1}^{sen} - u_{i, t-1}^{sen} + v_{i, t-1}^{sen}) \quad \forall sen \quad (22)$$

$$x_{i,1}^{sen} = (1 + r_l)(x_{i,1}^{sen}) - b_1^{sen} \quad \forall sen \quad (23)$$

$$x_{i,t}^{sen} = (1 + r_l) \left(x_{i,t-1}^{sen} + \sum_{i=1}^N (1 + c_{sell}) u_{i,t-1}^{sen} - \sum_{i=1}^N (1 + c_{buy}) v_{i,t-1}^{sen} \right) - b_{t-1}^{sen} \times (1 + r_b) + b_t^{sen} \quad \forall sen, t = 2, 3, \dots, T-1 \quad (24)$$

$$x_{i,T}^{sen} = (1 + r_l) \left(x_{i,T-1}^{sen} + \sum_{i=1}^N (1 + c_{sell}) u_{i,T-1}^{sen} - \sum_{i=1}^N (1 + c_{buy}) v_{i,T-1}^{sen} \right) - b_{T-1}^{sen} \times (1 + r_b) \quad \forall sen \quad (25)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{it}^{sen} = w_t^{sen} \quad \forall sen, t = 1, 2, \dots, T-1 \quad (26)$$

$$weight_t = \begin{cases} \gamma(w_{t-1}^{sen} - \tau)^\varphi & w_{t-1}^{sen} \geq \tau \\ -\gamma(w_{t-1}^{sen} - \tau)^\varphi & w_{t-1}^{sen} \leq \tau \end{cases} \quad (27)$$

$$\sum_{t=1}^T weight_t F_\beta(X, \alpha, sen) - prob_{sen} \sum_{t=1}^T weight_t F_\beta(X, \alpha, sen) = \phi_{sen}^+ + \phi_{sen}^- \quad \forall sen \quad (28)$$

$$w_T^{sen} - prob_{sen} w_T^{sen} = \phi_{sen}^+ + \phi_{sen}^- \quad \forall sen \quad (29)$$

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق، جهت تعیین پرتفوی بهینه دارایی‌های بانک از حل مدل ارائه شده برپایه سناریو از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات و ژنتیک استفاده می‌شود. در تمام الگوریتم‌های فرا ابتکاری، بدلیل نیاز به حل شدن در شروع کار، لازم است حل شدن را بر طبق ساختار مشخصی ذخیره کنیم که به این ساختار، نحوه نمایش جواب می‌گویند. در این کار برای نمایش هر جواب از ماتریس استفاده شده است.

بدین صورت که برای نمایش متغیر x_{it}^S یک ماتریس سه بعدی با ابعاد $n * S * T$ (n تعداد دارایی، S تعداد سناریو و T تعداد دوره) در نظر گرفته می‌شود. هر خانه این ماتریس نشان دهنده مقدار پولی دارایی در ابتدا هر دوره و تحت هر سناریو قبل از بازنگری پرتفو می‌باشد.

برای نمایش متغیر y_{it}^S یک ماتریس سه بعدی با ابعاد $n * S * T$ (n تعداد دارایی، S تعداد سناریو و T تعداد دوره) در نظر گرفته می‌شود. هر خانه این ماتریس نشان دهنده مقدار پولی دارایی در ابتدا هر دوره و تحت هر سناریو بعد از بازنگری پرتفو می‌باشد.

برای نمایش متغیر v_{it}^S یک ماتریس سه بعدی با ابعاد $n * S * T$ (n تعداد دارایی، S تعداد سناریو و T تعداد دوره) در نظر گرفته می‌شود. هر خانه این ماتریس نشان دهنده مقدار خرید دارایی در هر دوره و تحت هر سناریو می‌باشد.

برای نمایش متغیر v_{it}^S یک ماتریس سه بعدی با ابعاد $n \times S \times T$ (تعداد دارایی، S تعداد سناریو و T تعداد دوره) در نظر گرفته می‌شود. هر خانه این ماتریس نشان دهنده مقدار فروش دارایی در هر دوره و تحت هر سناریو می‌باشد.

همچنین جهت نمایش متغیر b_t^S از یک ماتریس با ابعاد $T \times S$ استفاده می‌شود که خانه‌های این ماتریس نشان دهنده مقدار پول قرض گرفته شده در هر دوره تحت هر سناریو می‌باشند. به همین ترتیب برای متغیرهای ثروت و ضرر سرمایه‌گذاران نیز از ماتریس دو بعدی با ابعاد $T \times S$ استفاده شده است.

در این تحقیق جهت تولید جوابهای اولیه از رویکرد نیمه تصادفی استفاده شده است. به اینصورت که N (تعداد جوابهای موجود در جمعیت) شدنی بطور تصادفی تولید می‌شود، بطوریکه محدودیتهای مدل نقض نگردد. بدین صورت که برای تولید یک جواب شدنی، هر بار تعداد دارایی خریداری و فروخته شده براساس ثروت بانک، بودجه موجود، پول قرض گرفته شده و ... در بازه‌های مورد قبول، بصورت توزیع یکنواخت و تصادفی تولید می‌گردند. پس از تولید مقادیر، محدودیتهای مدل یک به یک بررسی شده و در صورتی که برخی از محدودیتها رعایت نگردیده باشند، مقادیر اصلاح یا دوباره تولید می‌شوند.

سطوح پارامترهای انبوه ذرات PSO

تعداد تکرار الگوریتم	اندازه جمعیت	تعداد تکرار جستجوی همسایگی متغیر
۱۵۰	۷۰	۵
۳۰۰	۱۵۰	۱۰
۵۰۰	۳۰۰	۱۵

جدول شماره "۱"

سطوح پارامترهای الگوریتم ژنتیک

تعداد تکرار الگوریتم	نرخ جهش	نرخ تقاطع	اندازه جمعیت
۱۵۰	۰.۰۰۶	۰.۷۵	۷۰
۳۰۰	۰.۰۰۹	۰.۸۵	۱۵۰
۵۰۰	۰.۰۱	۰.۹۵	۳۰۰

جدول شماره "۲"

جدول آرتوگونال برای تنظیم پارامترهای الگوریتم انبوه ذرات

شماره آزمایش	تعداد تکرار	اندازه جمعیت	مقدار GAP
۱	۵	۷۰	-۰.۸۱۵
۲	۵	۱۵۰	-۰.۹۰۶
۳	۵	۲۰۰	-۰.۱۲۷
۴	۱۰	۷۰	-۰.۹۹
۵	۱۰	۱۵۰	-۰.۶۳۲
۶	۱۰	۲۰۰	-۰.۰۹۸
۷	۱۵	۷۰	-۰.۲۷۸
۸	۱۵	۱۵۰	-۰.۵۴۷
۹	۱۵	۲۰۰	-۰.۹۵۸

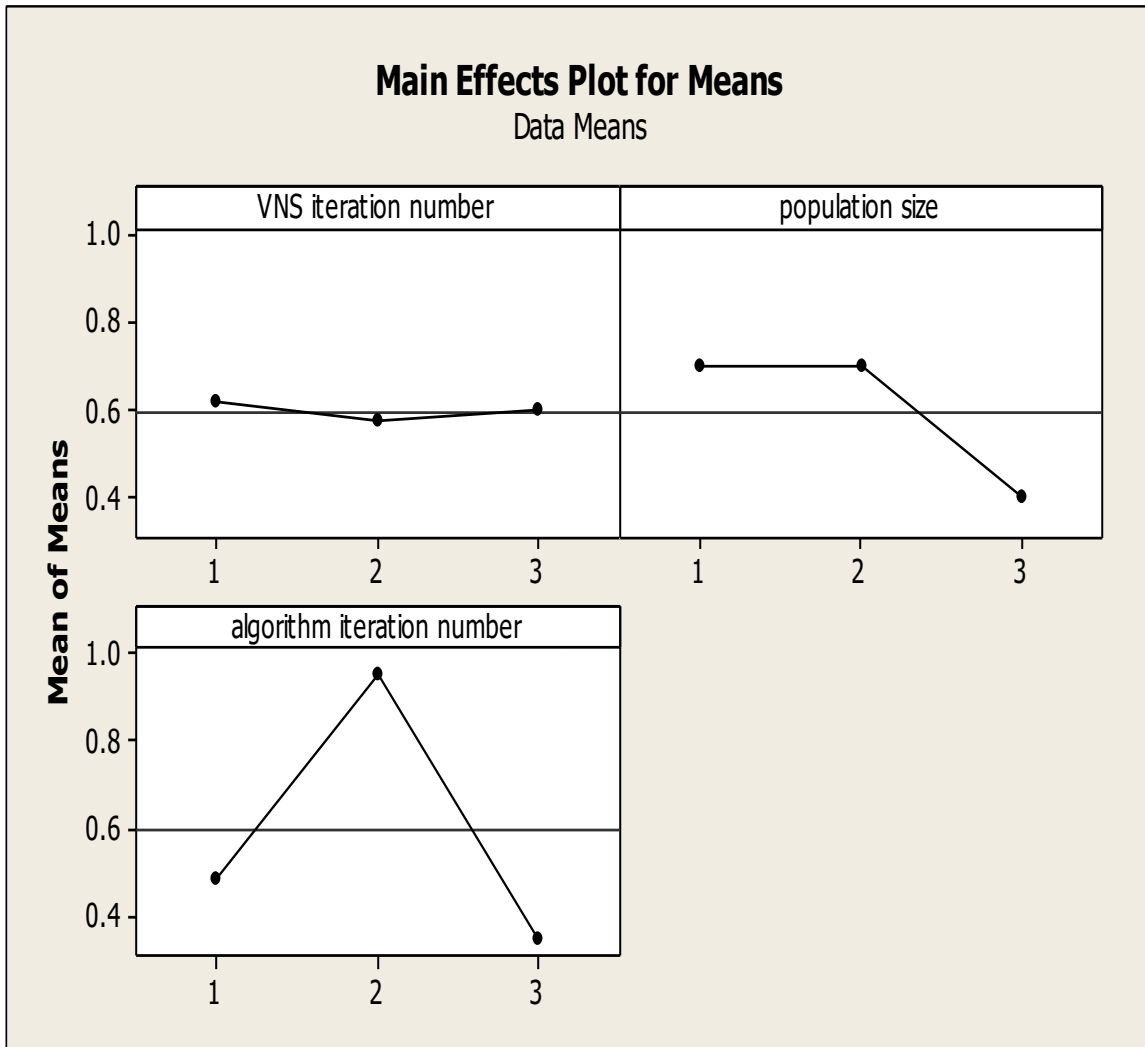
جدول شماره "۳"

جدول آرتوگونال برای تنظیم پارامترهای الگوریتم ژنتیک

شماره آزمایش	اندازه جمعیت	نرخ تقاطع	نرخ جهش	تعداد تکرار الگوریتم	مقدار GAP
۱	۷۰	-۰.۷۵	-۰.۰۰۶	۱۵۰	-۰.۹۶۵
۲	۷۰	-۰.۸۵	-۰.۰۰۹	۳۰۰	-۰.۱۵۸
۳	۷۰	-۰.۹۵	-۰.۰۱	۵۰۰	-۰.۹۷۱
۴	۱۵۰	-۰.۷۵	-۰.۰۰۹	۵۰۰	-۰.۹۵۷
۵	۱۵۰	-۰.۸۵	-۰.۰۱	۱۵۰	-۰.۴۸۵
۶	۱۵۰	-۰.۹۵	-۰.۰۰۶	۳۰۰	-۰.۸۰۰
۷	۲۰۰	-۰.۷۵	-۰.۰۱	۳۰۰	-۰.۱۴۲
۸	۲۰۰	-۰.۸۵	-۰.۰۰۶	۵۰۰	-۰.۴۲۲
۹	۲۰۰	-۰.۹۵	-۰.۰۰۹	۱۵۰	-۰.۹۶۷

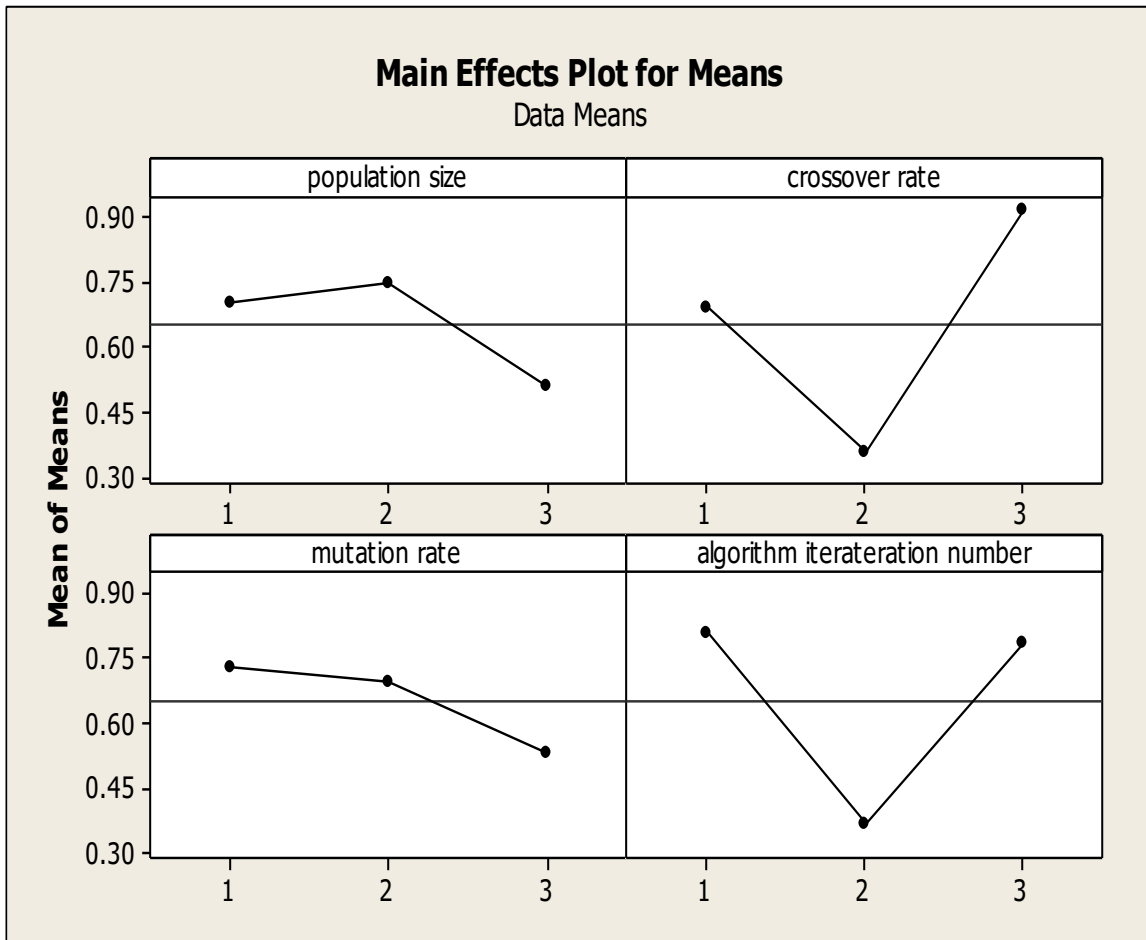
جدول شماره "۴"

اثر میانگین الگوریتم انبوه ذرات



نمودار شماره "۱"

نمودار شماره "۱" تحلیل تنظیم پارامتر به روش تاگوچی برای الگوریتم انبوه ذرات را نشان می‌دهند که سایز جمعیت در سطح ۲، تعداد تکرار الگوریتم در سطح ۲ و جستجوی همسایگی در سطح ۳ موثر می‌باشد. عبارتی در الگوریتم انبوه ذرات، اندازه جمعیت برابر با ۱۵۰، تعداد تکرار VNS برابر با ۱۵ و تعداد تکرار الگوریتم برابر با ۳۰۰ در نظر گرفته می‌شود.



نمودار شماره "۲"

نمودار شماره "۲" تحلیل به روش تاگوچی جهت تنظیم پارامتر برای الگوریتم ژنتیک را نشان می‌دهند که سطح ۳ برای نرخ جهش و سطح ۲ برای نرخ تقاطع؛ سطح ۳ برای اندازه جمعیت و سطح ۲ برای تکرار الگوریتم موثرتر می‌باشد. لذا مقادیر ۲۰۰ برای اندازه جمعیت، ۳۰۰ برای تکرار الگوریتم، ۰٫۰۱ برای نرخ جهش و ۰٫۸۵ برای نرخ تقاطع در نظر گرفته شده است.

مدل ارائه شده برپایه سناریو می‌باشد. جهت حل مدل، مقادیر پارامتر r_{it}^S در سناریوهای مختلف یا به عبارتی جهت تولید سناریو از الگوریتم ارائه شده در تحقیق هولند^{۳۸} و همکاران (۲۰۰۳) استفاده شده است. تعداد سناریوها است که در این تحقیق برابر با ۱۰ در نظر گرفته شده است. به عبارتی در این الگوریتم به تولید داده‌های پارامتر r_{it}^S در ۱۰ سناریو پرداختیم.

ارزیابی اعتبار مدلها

در تحقیق حاضر، جهت بررسی اعتبار و پیش‌آزمایی مدل‌ها از آزمون کوپیک استفاده شده است. برای این منظور، ابتدا سری‌های به دست آمده از برآوردهای SPP-CVAR با بازده‌های واقعی در بازه زمانی مورد مطالعه مقایسه می‌شوند. فرضیه صفر که برابری نرخ شکست محاسبه شده و سطح معناداری مورد نظر است، $H_0: \hat{\alpha} = \alpha$ زمانی مورد قبول است که نسبت احتمال شکست کوچکتر از توزیع کای با یک درجه آزادی و سطح خطای α باشد. در غیر اینصورت اگر فرضیه صفر رد شود و $\hat{\alpha} > \alpha$ باشد، مدل شبیه‌سازی تاریخی، مقادیر SPP-CVAR را دست بالا تخمین زده و اگر $\hat{\alpha} < \alpha$ باشد، مدل شبیه‌سازی تاریخی، مقادیر SPP-CVAR را دست پایین تخمین زده است. در سطح ۰,۹، مقدار آماره LR کوپیک برای روش SPP-CVAR کمتر از آماره کای (مقدار بحرانی) است که به معنای قبول فرض بوده و می‌توان گفت روش شبیه‌سازی تاریخی، برآورد مناسبی برای SPP-CVAR داشته است. همچنین برای دو سطح ۰,۹۵ و ۰,۹۹، مقدار مقدار آماره LR کوپیک برای روش SPP-CVAR کمتر از آماره کای (مقدار بحرانی) است که به معنای قبول فرض بوده و می‌توان گفت روش شبیه‌سازی تاریخی، در دو سطح ۰,۹۵ و ۰,۹۹ برآورد مناسبی برای SPP-CVAR داشته است.

هدف تحقیق حاضر " ارائه یک مدل برنامه‌ریزی استوار جهت تخصیص بهینه منابع بانکی با توزیع بخشی پورتفوی " است که در راستای دستیابی به آن، ابتدا یک مدل ریاضی دو هدفه برپایه سناریو طراحی شد که توابع هدف این مدل عبارتند از کمینه سازی ریسک و بیشینه سازی ثروت. همچنین جهت برآورد ریسک از رویکرد SPP-CVAR استفاده گردید. همچنین جهت تخمین مقادیر SPP-CVAR روش‌های مختلفی وجود دارد که در تحقیق حاضر، از روش شبیه‌سازی تاریخی جهت تخمین استفاده شد. در نهایت مدل بهینه‌سازی استوار با استفاده از دو الگوریتم انبوه ذرات و ژنتیک حل گردید و نتایج ذیل حاصل گردید:

- در همه سطوح اطمینان (۰,۹، ۰,۹۵، و ۰,۹۹) و مقادیر بهینه ریسک براساس تخمین روش SPP-CVAR توسط الگوریتم انبوه ذرات از الگوریتم ژنتیک کمتر بوده که این بیانگر عملکرد بهتر الگوریتم انبوه ذرات نسبت به الگوریتم ژنتیک است.
- مقادیر تابع هدف اول حاصل از الگوریتم انبوه ذرات برای همه سطوح اطمینان، کمتر از مقادیر متناظر حاصل از الگوریتم ژنتیک است.
- زمان الگوریتم انبوه ذرات در برای سطح اطمینان ۰,۹، ۰,۹۵، و ۰,۹۹، از زمان اجرای الگوریتم ژنتیک کمتر است.
- برای سه سطح ۰,۹، ۰,۹۵، و ۰,۹۹، مقدار مقدار آماره LR کوچک برای روش SPP-CVAR کمتر از آماره کای (مقدار بحرانی) است که به معنای قبول فرض بوده و می‌توان گفت روش شبیه‌سازی تاریخی، در دو سطح ۰,۹۵ و ۰,۹۹ برآورد مناسبی برای SPP-CVAR داشته است.

پیشنهاد کاربردی

- به مدیران و سهامداران بانک پیشنهاد می‌شود با مطالعه و تحقیق خط مشی و بانکهای موفق جهانی، به اصلاح ماموریت و اهداف استراتژیک خود و همچنین بهبود برنامه‌ریزی استراتژیک خود پرداخته و این بانکها را بعنوان سرلوحه کار خود قرار داده و اقدامات لازم را جهت رشد، سودآوری، مدیریت ریسک و افزایش سهم بازار خود اتخاذ نمایند.

پیشنهادات جهت انجام تحقیقات آتی

- از الگوریتم‌های دیگر مانند نهنگ، SPEA-II، DE، COA و ... جهت بهینه‌سازی استفاده نمایند.
- دوره زمانی تحقیق افزایش یابد.
- پیشنهاد می‌شود که همین تحقیق در ارتباط با سایر بانکهای دولتی و خصوصی فعال در ایران انجام شود و نتایج حاصل از آن با نتایج این پژوهش مقایسه گردد.

۱. صادقی لاغره، فاطمه؛ سیدجواد میرعابدینی و علی هارون آبادی، ۱۳۹۴، ارائه روشی جهت اعتبارسنجی مشتریان بانکی با استفاده از تکنیک های داده کاوی، کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در فناوری اطلاعات، کامپیوتر و مخابرات، تربت حیدریه، شرکت مخابرات خراسان رضوی.
۲. آذر، عادل. خسروانی، فرزانه. جلالی، رضا. (۱۳۹۲). کاربرد تحلیل پوششی داده ها در تعیین پرتفوی کارآمدترین و ناکارآمدترین شرکت های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران، پژوهش های مدیریت در ایران، دوره ۷، شماره ۱، صص ۱-۲۰.
۳. قاسمی، احمدرضا و طاهره دنیایی هریس، ۱۳۹۴، ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان با ابزار نگاشت خودسامان ده (موردبررسی بانک توسعه تعاون)، کنفرانس بین المللی مدیریت، اقتصاد و علوم انسانی، ترکیه - استانبول، شرکت مدیران ایده پردازان پایتخت ایلیا.
۴. موسویان، سیدعباس، ابوالحسنی هستیانی، اصغر، حسنی مقدم، رفیع (۱۳۹۳). تعیین سهم بهینه عقود مبادله ای و مشارکتی در بانکداری بدون ربا. فصلنامه اقتصاد اسلامی. ۹۸-۸۵: (۵۳) ۱۴.
۵. دهمرده، نظر؛ شهرکی، جواد؛ سیف الدین پور، سمیرا (۱۳۹۱). استفاده از مدل های امتیازدهی اعتباری برای مدیریت ریسک های اعتباری (مطالعه موردی: شعب بانک سپه در شهر زاهدان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۶. عابدی، رحیم؛ حسن خداویسی و وحیده صنعتگر (۱۳۹۴). تخصیص بهینه منابع مالی بانک تجارت با تأکید بر اعطای تسهیلات به کمک برنامه ریزی خطی، سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در مدیریت و حسابداری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی
۷. کیقبادی، امیررضا؛ خدامی، وحید (۱۳۹۲). داده کاوی صورتهای مالی جهت اعطای تسهیلات مالی، پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی، سال ۵، شماره ۱۷، صص ۱۷۹-۲۱۱.
۸. نقشینه، نادر؛ حنیفی، فرهاد؛ کردلوئی، حمیدرضا (۱۳۹۲). "مدیریت دارایی ها و بدهی های بانکی به کمک برنامه ریزی چندهدفه خطی با شبیه سازی اقتصادی (مطالعه موردی: بانک X)". مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، شماره ۱۴، صص ۱-۴۰.
۹. ایزدی نیا، ناصر؛ قندهاری، مهسا؛ عابدینی، احمد؛ مرادی، احمد (۱۳۹۰). "مروری بر مدیریت دارایی ها و بدهی ها". حسابداری و مدیریت مالی، شماره ۸، صص ۱۶-۳۳.
۱۰. کردرستمی، سهراب؛ امیر تیموری، علیرضا؛ معصوم زاده، عاطفه (۱۳۹۲). طراحی مدل تخصیص بهینه منابع در بانک ها با استفاده از مدل های سیستم های تولیدی با خطوط تولید موازی. دانش سرمایه گذاری، دوره ۲، شماره ۵، صص ۱۶۳-۱۷۸.

- ۱۱ پورزرندی، محمد ابراهیم؛ البرزی، محمود؛ حسین زاده لطفی، فرهاد؛ شهریاری، مجید (۱۳۹۲). طراحی مدل ریاضی به منظور پیش بینی و بهینه سازی ساختار دارائی ها و بدهی ها در سیستم بانکی. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۱۵، صص ۷۸-۵۱.
- ۱۲ قبادی، نسیم (۱۳۹۳). بررسی تخصیص و ترکیب بهینه پرتفوی منابع و مصارف بانک بر اساس سودآوری در مدیریت شعب بانک کشاورزی استان کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.
- ۱۳ مهرگان، محمدرضا؛ دقیقی اصلی، علیرضا؛ قالیباف اصل، حسن؛ ملکیان، لعیان (۱۳۹۰). "طراحی مدل ریاضی مدیریت دارایی و بدهی با استفاده از برنامه ریزی آرمانی در شرکتهای بیمه ایرانی". پژوهشنامه بیمه، سال ۲۷، شماره ۱، صص ۱۰۱-۱۲۲.
- ۱۴ مسکینی، سعید و رسول چاوشی راد (۱۳۹۴). بررسی عوامل موثر بر تجهیز و تخصیص منابع بانکی شعب در بانک (مطالعه موردی: شعب بانک پارسیان استان تهران)، کنفرانس بین المللی اقتصاد مدیریت و علوم اجتماعی، اسپانیا، *Universitat Autònoma de Barcelona, International Center of Academic Communication (ICOAC)*
- ۱۵ مکیان، سید نظام الدین، صدرآبادی، علیرضا و سرلک، عبدالرضا (۱۳۸۹)، "تعیین الگوی بهینه تخصیص تسهیلات بانکی به کمک منطق فازی با لحاظ شرایط ریسک (مطالعه موردی: تسهیلات اعطایی بانک کشاورزی تهران)"، سیاست گذاری اقتصادی، سال دوم، شماره ۴، صص ۸۲-۵۷.
- ۱۶ مالکی نیا، ناهید، اردبیلی، محمدحسن و عالم تبریز، اکبر (۱۳۸۹)، "بررسی کاهش سطح ریسک اعتباری را با استفاده از مدل پرتفوی بهینه وام در شعب بانک صادرات اردبیل"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده ی علوم و مدیریت و حسابداری.
- ۱۷ اختیاری، مصطفی؛ و علم تبریز، اکبر (۱۳۹۴). بهینه سازی پرتفوی منابع و مصارف بانکها با استفاده از برنامه ریزی خطی (مورد مطالعه: بانک صادرات ایران). چشم انداز مدیریت مالی، شماره ۱۲، صص ۱۳۵-۱۵۸.
- ۱۸ ترابی، رضوان و حمزه، مهدی (۱۳۹۴). طراحی مدل بهینه برای ترکیب سبد تسهیلات اعطایی بانک مهر اقتصاد. سومین کنفرانس بین المللی مدیریت چالشها و راهکارها، شیراز، مرکز همایش های علمی همایش نگار.
- ۱۹ دائی کریمزاده، سعید (۱۳۹۵). ترکیب بهینه تسهیلات مشارکتی بانکهای تجاری ایران در بخش های اقتصادی با استفاده از نظریه فرامردن سبد سرمایه گذاری. مدیریت دارایی و تامین مالی، سال ۴، دوره ۴، صص ۱۷-۲۹.
- ۲۰ فدایی، مهدی؛ و اسماعیلی، حجت اله (۱۳۹۵). اولویت بندی عوامل موثر بر تامین منابع مالی در بانک مهر اقتصاد استان اصفهان با روش AHP. اقتصاد توسعه و برنامه ریزی، دوره ۵، شماره ۲، صص ۷۵-۹۸.
- ۲۱ موحد، علی اصغر؛ ابولحسنی، اصغر؛ پورکاظمی، محمدحسین؛ موسوی جهرمی، یگانه (۱۳۹۶). طراحی مدل تخصیص بهینه منابع در سیستم بانکداری ایران. مدل سازی اقتصادی، دوره ۱۱، شماره ۴۰، صص ۱۱۵-۱۳۶.
- ۲۲ راعی، رضا؛ محمدی، شاپور؛ علی بیگی، هدایت (۱۳۸۹). بهینه سازی سبد سهام با رویکرد میانگین نیم واریانس و با استفاده از روش جستجوی هارمونی. پژوهشهای مدیریت در ایران، دوره ۱۵، شماره ۳.

۲۳. بحری ثالث، جمال؛ پاک مرام، عسگر؛ ولی زاده، مصطفی (۱۳۹۷). انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین واریانس مارکوویتز با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مختلف. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره ۱۱، شماره ۳۷، صص ۴۳-۵۳.
۲۴. رهنمای رودپشتی، فریدون؛ ساده، احسان؛ شمس، میرفیض فلاح؛ احتشام راثی، رضا؛ جلیلیان، جمیل (۱۳۹۷). حل مسأله بهینه سازی سبد سهام شرکت های خصوصی در شرایط کمبود داده با استفاده از الگوریتم کلونی زنبور عسل (ABC). مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۹، شماره ۳۵، صص ۷۷-۱۰۴.
۲۵. بیات، علی؛ اسدی، لیدا (۱۳۹۶). بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از الگوریتم پرندگان و مدل مارکوویتز. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۸، شماره ۳۲، صص ۶۳-۸۵.
۲۶. پاک مرام، عسگر؛ بحری ثالث، جمال؛ ولی زاده، مصطفی (۱۳۹۶). انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک، با بهره‌گیری از مدل میانگین-نیمه واریانس مارکوویتز. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۸، شماره ۳۱، صص ۱۹-۴۲.
۲۷. صلاحی، محمد (۱۳۹۰). بررسی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر اعتبارسنجی مشتریان بانک ها با استفاده از روش AHP (مورد: بانک سینا). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۲۸. نوری‌فرد، بداله؛ آقامحمدی، احمد؛ خواجوی، محسن (۱۳۹۰). "ارزیابی ساختار مالی و هزینه تأمین منابع مالی بانک پارسیان". پژوهش های مدیریت منابع سازمانی سال اول، شماره ۲.
۲۹. Greuning, Hennie van. Bratanovic, Sonja Brajovic. (2009). Analyzing Banking Risk: A Framework for Assessing Corporate Governance and Risk Management. World Bank Publications.
۳۰. De Nicoló, G. & Loukoianova, E. (2007). Bank Ownership, Market Structure and Risk, IMF Working Paper No. 07/215.
۳۱. Swiderski, B.,aw Kurek, J., Osowski, S., 2012. Multistage classification by using logistic regression and neural networks for assessment of financial condition of company, Decision Support Systems, PP. 539-547.
۳۲. Vaidyanathan, R., 1999. Asset-liability management: issues and trends in Indian context. Ascii Journal Of Management, 29(1), pp. 4-39.
۳۳. Amenc, N., Martellin, L. and Ziemann, V., 2007. Asset-liability management decisions in private banking. EDHEC Risk and Asset Management Research Centre.
۳۴. Beckwith, J. (2004). Stock Selection in Six Major Non-U.S Markets, *Journal of Investing*, Vol. 1۰, PP. ۳۷-۴۴.
۳۵. Da Silva, Marcos Soares, Divino, Jose Angelo, 2013. The Role of Banking Regulation in an Economy under Credit Risk and Liquidity Shock, North American Journal of Economics and Finance, Available at SciVerse ScienceDirect.

۳۶. Rosen, D. and Zenios, S. A..(2006). "Enterprise-Wide Asset and Liability Management". In Handbook of Asset and Liability Management, Volume 1: Theory and Methodology, Chapter 1, edited by S. A. Zenios and W. T. Ziemba. Amsterdam: Elsevier.
۳۷. Agarana, M.CH., Odetunmibi, O., Sheila Amina, B . (2014). Optimization of bank loan portfolio management using goal programing technique. International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences (IMPACT: IJRANSS) ISSN(E): 2321-۸۸۵۱ □ □□□□(□): ۲۳۴۷-۴۵۸۰ □□□. ۲, □□□□□ ۸, ۴۳-۵۲.
۳۸. Molyneux, P, Thornton, J., 2011. Determinants of European Bank Mobilization and Allocation : A Note. Journal of Banking and Finance 16 (6),1173-1178.
۳۹. Abhiman Das, Subhash C. Ray, Ashok Nag.(2009)."Labor-use efficiency in indian banking: A branch –level analysis", Omega, Vol.37 , Issue 2, April 2009 , pp 411-425.
۴۰. Weimin Chen, Guocheng Xiang, Youjin Liu, Kexi Wang.(2012)."Credit risk Evaluation by hybrid data mining technique". Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China. pp. 194-200
۴۱. Bessie, J.(2010).Risk Management in Banking. Chic ester: John Wiley and Sons. p. 821.
۴۲. Moysey, Stephen and jonathanit, t, Finch, 2012, Strategic portfolio management(How governance and financial discipline can improve portfolio performance), www.pwc.com/structure.
۴۳. Tuovila, H. (2016). Optimised Strategies for Dynamic Asset Allocation.
۴۴. Noura Metawa, M.Kabir Hassan, Mohamed Elhoseny, Genetic Algorithm Based Model For Optimizing Bank Lending Decisions, Expert Systems With Applications (2017), doi: 10.1016/j.eswa.2017.03.021
۴۵. OH, D.H., PATTON, A. (2018). Time-Varying Systemic Risk: Evidence From a Dynamic Copula Model of CDS Spreads. Journal of Business & Economic Statistics, VOL 36, NO 2, PP:181-196.
۴۶. Sobreira, N., Louro, R. (2019). Evaluation of volatility models for forecasting Value-at-Risk and Expected Shortfall in the Portuguese Stock Market. Finance Research Letters, doi: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.01.010>.

۴۷. Zhou, X.; Xu, Z.; Chai, J.; Yao, L.; Wang, S.; Lev, B. *Efficiency evaluation for banking systems under uncertainty: A multi-period three-stage DEA model*. Omega, Volume 85, June 2019, Pages 68-82.
۴۸. Karimi, A. (2014), "Credit Risk Modeling for Commercial Banks", International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences, 4(3), ۱۸۷-۱۹۲.
۴۹. Tabagari, S. (2015), "Credit Scoring by Logistic Regression", (MS), Uuniversity of Tartu.
۵۰. Torabian, A. and K. Azizi (2013), "Credit Scoring of Real Customers: A Case Study in Saderat Bank of Iran", European Online Journal of Natural and Social Sciences, ۲(۳), ۲۷۲۵-۲۷۳۵. □□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□.
۵۱. D. Goldfarb, G. I. (2014). Robust Portfolio Selection Problems. INFORMS, 1-38.
۵۲. Ding, D., C.Sickles, R. (2018). Frontier efficiency, capital structure, and portfolio risk: An empirical analysis of U.S. banks. BRQ Business Research Quarterly, Volume 21, Issue 4, October–December 2018, Pages 262-277.
۵۳. Beckwith, J. (2004). Stock Selection in Six Major Non-U.S Markets, *Journal of Investing*, Vol. ۱۰, □□. ۲, PP. ۳۷-۴۴.
۵۴. Arsalan, Ö., Florackis, C., & Ozkan, A. (2006). The Role of Cash Holdings in Reducing Investment–Cash Flow Sensitivity. *Emerging Markets Review* 7(4) , 320–338.
۵۵. Fazzari, S., Hubbard R. G, and Peterson B, (1988) Financing Constraints and Corporate Investment, Brookings Papers on Economics Activity, 141-195
۵۶. Castro, V. (2013). Macroeconomic determinants of the credit risk in the banking system: The case of the GIPSI. *Economic Modelling*, 31, 672-683.
۵۷. Imbierowicz, B, Rauch, C. (2014), the Relationship between Liquidity Risk and Credit Risk in Banks, *Journal of Banking & Finance*, 40(1), 242-2
۵۸. Mehmed Ganić (2014), *Bank Specific Determinants of Credit Risk - An Empirical Study on the Banking Sector of Bosnia and Herzegovina*. International University of Sarajevo (IUS), Faculty of Business and Administration. September 4, 2014
۵۹. Olawale Samuel Luqman. (2014). The Effect of Credit Risk on the Performance of Commercial Banks in Nigeria. *SSRN Electronic Journal*, 1-18
۶۰. Yang, Y. (2007). "Adaptive credit scoring with kernel learning methods." European Journal of Operational Research, 183.

۶۱. A .Ben-Tal, T. Margalit, A. Nemirovski (2000). Robust Modeling of Multi-Stage Portfolio Problems, 50-72.
۶۲. Abid, F., Leung, P.L., Mroua, M., Wong, W.K. International Diversification Versus Domestic Diversification: Mean-Variance Portfolio Optimization and Stochastic Dominance Approaches. *J. Risk Financial Manag.* 2014, 2, 45-66.
۶۳. Balbas, A., Balbas, B. and Balbas, R., Good deals and benchmarks in robust portfolio selection, *European Journal of Operational Research*, 250(2), (2016), 666-678.
۶۴. Bednarek, Z., Patel, P. (2018). Understanding the outperformance of the minimum variance portfolio. *Finance Research Letters* 24 (2018) 175–178.
۶۵. Bevilacqua V., Pacelli V., Saladino S. (2011) A Novel Multi Objective Genetic Algorithm for the Portfolio Optimization. In: Huang DS., Gan Y., Bevilacqua V., Figueroa J.C. (eds) *Advanced Intelligent Computing. ICIC 2011. Lecture Notes in Computer Science*, vol 6838. Springer, Berlin, Heidelberg.
۶۶. Cauwet, M.L., Liu, J., Rozière, B., Teytaud, O. Algorithm portfolios for noisy optimization. *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, February 2016, Volume ۷۶, ۱۱۳۳-۱۱۷۲.
۶۷. Dimitris Bertsimasa, D. P. (2008). Robust multiperiod portfolio management in the presence of transaction costs. *Computers & Operations Research*, 3-17.
۶۸. Dincer, H. (2015). Profit-based selection approach in banking sector using Fuzzy AHP and MOORA method. *Global Business and Economics Research Journal*, 4(2): 1-۲۶.
۶۹. Ding, D., C.Sickles, R. (2018). Frontier efficiency, capital structure, and portfolio risk: An empirical analysis of U.S. banks. *BRQ Business Research Quarterly*, Volume 21, Issue 4, October–December 2018, Pages 262-277.
۷۰. Duc V.H., Thach P.N., Thanh Trung P.V., Loc T.M. & Thang N.C., Risk, Return and Portfolio Optimization for Various Industries in the ASEAN Region, *Borsa istanbul Review* (2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.bir.2018.09.003>.
۷۱. Feng, M., Wächter, A., & Staum, J. Practical algorithms for value-at-risk portfolio optimization problems. *Quantitative Finance Letters* , Volume 3, 2015 - Issue 1.
۷۲. Georgiev, Boris (2014), Constrained Mean-Variance Portfolio Optimization with Alternative Return Estimation, *Atlantic Economic Journal* Volume 42, Issue1, pp 91-107.
۷۳. Goldfarb, D., G. Iyengar. 2003. Robust convex quadratically constrained programs. *Math. Programming Series B* 97(3) 495–515.
۷۴. Hammoudeh, SH., Santosb, P.A., Al-Hassanc, A. (2013). Downside risk management and VaR-based optimal portfolios for precious metals, oil and stocks. *North American Journal of Economics and Finance*, 25: 318-334.
۷۵. Horn, D., Schork, K., Wagner, T. Multi-objective Selection of Algorithm Portfolios: Experimental Validation. *Parallel Problem Solving from Nature – PPSN XIV*, Volume 9921 of the series *Lecture Notes in Computer Science* pp 421-430, Date: 31 August 2016.

۷۶. Huang, J.-J. and So, L.-C. (2018) Application of Copula-GARCH to Estimate VaR of a Portfolio with Credit Default Swaps. *Journal of Mathematical Finance*, 8, 382-407.
۷۷. JACOBS, B., N. LEVY, K. A Comparison of the Mean -Variance-Leverage Optimization Model and the Markowitz General Mean-Variance Portfolio Selection Model. *The Journal of Portfolio Management*, Fall 2013.
۷۸. Ke, J.H., Yu, Y., Yan, B., Ren, Y. Asset Risk Diversity and Portfolio Optimization with Genetic Algorithm. *Recent Advances on Applied Mathematics and Computational Methods in Engineering*, 2014, ISBN: 978-1-61804-292-7.
۷۹. Kim, W. C., Kim, M. J., Kim, J. H., & Fabozzi, F. J. (2014). Robust portfolios that do not tilt factor exposure. *European Journal of Operational Research*, 234, 411–421.
۸۰. Liagkouras, K. (2019). A new three dimensional encoding multi objective evolutionary algorithm with application to the portfolio optimization problem. *Knowledge-Based Systems*, 163: 186-203.
۸۱. Maenhout, P. J. (2004). Robust portfolio rules and asset pricing. *Review of Financial Studies*, 17(4):951–983. 14, 17, 20, 21
۸۲. Masoumi Soureh, H., Farsad Amanollahi, GH., Comparative evaluation of fuzzy logic and genetic algorithms models for portfolio optimization. *Management Science Letters* 7(2017) 247–254.
۸۳. Muhlemann, A. P., Lockett, A. G., & Gear, A. E. (2006). PORTFOLIO MODELING IN MULTIPLE-CRITERIA SITUATIONS UNDER UNCERTAINTY. *Decision Sciences*, 9(4), 612-626.
۸۴. Papahristodoulou, C., & Dotzauer, E. (2004). Optimal portfolios using linear programming models. *Journal of the Operational research Society*, 55(11), 1169-1177.
۸۵. Pflug, Georg, David Wozabal. 2007. Ambiguity in portfolio selection. *Quantitative Finance* 7(4) 435–442.
۸۶. Sharma Vipul, P. (2015). Performance of risk-based portfolios under different market conditions: Evidence from India. *Research in International Business and Finance*, ۳۴:۳۹۷-۴۱۱.
۸۷. Shadkam, E., Delavari, R., Memariani, F., Poursaleh, M. PORTFOLIO SELECTION BY THE MEANS OF CUCKOO OPTIMIZATION ALGORITHM. *International Journal on Computational Sciences & Applications (IJCSA)* Vol.5, No.3, June 2015.
۸۸. Stefanovits, D., Schubiger, U., V. Wüthrich, M. Model Risk in Portfolio Optimization. *Risks* 2014, 2, 315-348.
۸۹. W. Yu, K. Yang, Y. Wei, L. Lei, Measuring value-at-risk and expected shortfall of crude oil portfolio using extreme value theory and vine copula, *Physica A* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2017.08.064>.
۹۰. Fekri, M., Barazandeh, B. (2019). Designing an Optimal Portfolio for Iran's Stock Market with Genetic Algorithm using Neural Network Prediction of Risk and Return Stocks. arXiv:1903.06632

