

## مروری بر کاربرد پژوهش عملیاتی در بازارهای مالی

دکتر سید کامران یگانگی

استادیار گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران. (نویسنده مسئول).

yeganegi@iauz.ac.ir

ناصر صنعتی منفرد

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مالی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

naser.sanatomfared@iauz.ac.ir

### چکیده

تحقیق در عملیات علم اختصاص بهینه منابع است. هدف تحقیق در عملیات فراهم آوردن مبانی منطقی برای تصمیم گیری از راه جستجو برای فهم و پی ریزی شرایط پیچیده و استفاده از این فهم برای پیش بینی رفتار سیستم و بهبود عملکرد سیستم است. این مقاله نشان می دهد که تکنیک های تحقیق در عملیات، نقش مهمی در بازار مالی دارد. برای موفقیت در بازار بورس لازم است بتوانیم این بازار را به کمک روش هایی تحلیل کنیم هدف این مقاله یافتن کاربرد پژوهش عملیاتی در حوزه تحلیل بازارهای مالی است. موضوع بهینه سازی سبد سهام را با در نظر گرفتن الگوی مدل مارکوفیتز و ارزش در معرض ریسک نشان می دهد. مطابق با الگوی مارکوفیتز ریسک با نوسان های بازده مرتبط است و نوسان ها توسط واریانس بازده اندازه گیری می شود. مقاله بازار سرمایه پلی است که پس انداز واحدهای اقتصادی دارای مازاد منابع را به واحدهای سرمایه گذاری انتقال می دهد که به آن نیازمندند. استفاده از بازار سرمایه برای تأمین مالی مخارج دولت نیز از جمله متداول ترین شکل مبادلات مالی است. بر این اساس بازار سرمایه یکی از نقش آفرینان اصلی تأمین مالی در اقتصاد هر کشور محسوب می شود. بازار سرمایه ایران نیز در سال ۱۳۸۴ روند توسعه خود را با سرعت قابل ملاحظه ای آغاز کرد و در یک دهه گذشته انواع نهادهای مالی در فرآیند تأمین مالی از طریق بازار مذکور شکل گرفتند که به دلیل نوپا بودن این بازار در ایران، روابط بین اجزای متنوع و پراکنده آن در قالب یک مدل منسجم طراحی و تدوین نگردیده است.

**واژگان کلیدی:** پژوهش عملیاتی، پرتفوی سرمایه گذاری، بازار های مالی.

### مقدمه

به دلیل ماهیت محاسباتی این شاخه، تحقیق در عملیات با علوم کامپیوتر پیوند دارد و تحلیل گر تحقیق در عملیات معمولاً از نرم افزارها یا کدهای اختصاصی استفاده می کنند که توسط خودشان یا همکارانشان ایجاد شده اند. نرم افزارهای تجاری تحقیق در عملیات معمولاً با عنوان ابزارهای حل مساله شناخته می شوند و قابلیت استفاده در نرم افزارها و کدهای خودنوشته را دارا هستند. ویژگی بارز تحقیق در عملیات نگاه کلی آن به سیستم ها و بهبود آن است و به جای آنکه بر یک یا چند جزء سیستم تمرکز کند تمام سیستم را مد نظر قرار می دهد. تحلیل گران تحقیق در عملیات معمولاً با مسائل جدیدی مواجه می شوند و باید تشخیص دهند که کدام یک از روش ها بیشتر با ساختار سیستم، اهداف بهبود و قیدهای زمانی و توان محاسباتی منطبق است. به همین دلیل (و دلایل دیگر) نقش نیروی انسانی در تحقیق در عملیات حیاتی است. همانند ابزارهای دیگر، تکنیک های تحقیق در عملیات به تنهایی قادر به حل مسائل نیستند.

پژوهش عملیاتی به مجموعه از روش های علمی و فنی گفته می شود که جهت شناخت مسایل درون سیستم به کار می روند و در صدد جواب بهینه برای مسئله هستند. تحقیق در عملیات عبارتست از کاربرد روش های علمی برای مطالعه

و بررسی فعالیت های عملیاتی پیچیده در سازمانها که برای رسیدن به این اهداف متخصصان تحقیق در عملیات از تکنیک های مختلفی استفاده می نمایند از جمله (آکاف، ۱۳۷۷):

شبیه سازی<sup>۱</sup>: که این توانایی را به متخصصان می دهد که شرایط کار را آزمایش کنند و با تست ایده های خود برای بهبود هر چه بهتر بکوشند.

بهینه سازی<sup>۲</sup>: که مکان انتخاب بهترین حالت ممکن را از بین تعداد زیاد حالات به متخصص می دهد.  
آمار و احتمال<sup>۳</sup>: که این امکان را به متخصص تحقیق در عملیات می دهد که میزان ریسک را اندازه گیری نماید، متغیرهای مرتبط با فرآیند را شناسایی نماید و پیش بینی منطقی ای از سیستم را ارائه دهد.

ریشه پژوهش عملیاتی به زمانی بر می گردد که نخستین تلاش ها برای برخورد علمی با مسائل فرماندهی و مدیریتی جوانه زد. طی سال های ۱۹۱۵-۱۹۱۴، اف. دبلیو. لانچستر<sup>۴</sup> انگلستان کوشید تا عملیات نظامی را بر اساس مقادیر کمی مورد مطالعه قرار دهد. او معادلاتی به دست آورد که نتیجه جنگ بین دو طرف متخاصم را با توجه به نیروی آتش و نیروی انسانی هر یک از طرفین به دست میداد. معادلات لانچستر نشان میدادند که قدرت کلی نیروهای رزمنده با مربع قدرت عددی آن نیروها متناسب است. آنچه در کار لانچستر حائز اهمیت می باشد این است که او توانست انتخاب های سوق الجیشی موجود در یک وضعیت را به شکل مدل درآورد. از آن زمان به بعد کار پژوهش عملیات دقیقاً همین بوده است. لانچستر با فرمول بندی نحوه استفاده از هواپیما در جبهه جنگ که در سال ۱۹۱۶ منتشر شد اثر بخشی تحلیل های کمی در استراتژی نظامی را نشان داد. در این رابطه قانون مربع او که ارتباط بین پیروزی و برتری از جهت تعداد و برتری از جهت اسلحه را نشان می دهد، بسیار مشهور است.

پژوهش عملیاتی را کاربرد روش علمی جهت تصمیمات مدیریتی تعریف می کنند مدیر ممکن است با توسل به قدرت های ماوراءالطبیعه، تجربه، اشراق اتفاق یا تصادف، تصمیم گیری نماید و یا ممکن است شیوه ها و تکنیک هایی را به خدمت بگیرد تا بتواند نتایج حاصل از تصمیم گیری را به حداکثر برساند. در مورد اخیر که کاملاً بر مفروضات پژوهش عملیاتی بنا شده است گفته می شود مدیران به روش بخردانه، تصمیم گیری می نمایند (فلاح کفشگری و همکاران، ۱۳۸۸).

پژوهش عملیاتی را می توان چارچوبی نظام یافته دانست که روی کاربرد فناوری اطلاعات برای تصمیم گیری متمرکز است. به دیگر سخن پژوهش عملیاتی علم اختصاص بهینه منابع است هدف پژوهش عملیاتی فراهم آوردن مبانی منطقی برای تصمیم گیری از راه جستجو برای فهم و پی ریزی شرایط پیچیده و استفاده از این فهم برای پیش بینی رفتار سیستم و بهبود عملکرد سیستم است. بیشتر کار واقعی با استفاده از تکنیک های عددی و تحلیلی برای ساخت و حل مدل های ریاضی سیستم های سازمانی مرکب از انسان ماشین ها و راهکارها انجام می پذیرد. پژوهش عملیاتی شاخه ای از ریاضیات کاربردی و علم اداری است که با رشته های مختلف علمی ارتباط دارد و از روش هایی مانند مدل سازی ریاضی، آمار و الگوریتم ها برای یافتن راه حلی بهینه یا نزدیک به بهینه برای مسائل پیچیده استفاده می کند. از نقطه نظر علمی پژوهش عملیاتی را می توان هنر بهینه سازی یعنی هنر یافتن کمینه یا بیشینه توابع هدف تعریف نمود تا حدودی که می توان آن را هنر تعریف توابع هدف دانست. نمونه توابع هدف سود، عملکرد خط تولید، محصول میوه، پهنای باند، زیان، زمان انتظار در صف و ریسک می باشد. از نقطه نظر سازمانی، پژوهش عملیاتی به مدیریت کمک می کند تا با استفاده از فرآیند علمی به اهدافش برسد. واژگان پژوهش عملیاتی و علم مدیریت، اغلب به یک معنا بکار می

<sup>1</sup> Simulation  
<sup>2</sup> Optimization  
<sup>3</sup> Probability and Statistics  
<sup>4</sup> F.W. Lanchester

روند. اگر دنبال تمایز این دو باشیم، علم مدیریت رابطه نزدیکتری با مدیریت بازرگانی دارد. در حالی که پژوهش عملیاتی ارتباط نزدیکتری با مهندسی صنایع دارد، مهندسی صنایع بیشتر از یک نقطه نظر مهندسی بهره می گیرد و مهندسان صنایع اغلب، تکنیک های پژوهش عملیاتی را به عنوان بخش عمده ای از مجموعه ابزارهای خود در نظر می گیرند. برخی ابزارهای عمده بکار گرفته شده در پژوهش عملیاتی شامل آمار بهینه سازی تئوری احتمال، تئوری صف، تئوری بازی، تئوری گراف، تحلیل های تصمیم و شبیه سازی می باشند (خواجه فرد و همکاران، ۱۳۹۸)

## مطالعه ادبیات

### مفهوم پژوهش عملیاتی

تحقیق در عملیات یا پژوهش عملیاتی شاخه ای بین رشته ای از ریاضیات است که از گرایش هایی مانند برنامه ریزی ریاضی، آمار و طراحی الگوریتم ها استفاده می کند تا در مسائل بهینه سازی نقطه بهینه را پیدا کند. یافتن نقطه بهینه براساس نوع مسله مفاهیم مختلف دارد و در تصمیم سازی ها استفاده می شود. مسائل تحقیق در عملیات بر بیشینه سازی (ماکزیمم سازی) مانند سود، سرعت خط تولید، تولید زراعی بیشتر، پهنای باند بیشتر و غیره یا کمینه سازی (می نیمم سازی) - مانند هزینه کمتر و کاهش ریسک و غیره) با استفاده از یک یا چند قید تمرکز دارند. ایده اصلی تحقیق در عملیات یافتن بهترین پاسخ برای مسائل پیچیده ای است که با زبان ریاضی مدل سازی شده اند که باعث بهبود یا بهینه سازی عملکرد یک سیستم می شوند (اصغریور، ۱۳۷۲).

عبارت تحقیق در عملیات (که گاهی علم مدیریت نیز نامیده می شود) معمولاً مخفف به صورت تحقیق در عملیات به کار می رود. معمولاً علم مدیریت ارتباط نزدیکی به مسائل مدیریت تجارت دارد. تحقیق در عملیات یکی از زیرشاخه های ریاضیات کاربردی است و جنبه های کاربردی آن در مهندسی صنایع نیز مورد توجه قرار می گیرد. ریاضیات کاربردی به متخصصان امکان می دهد تا جنبه های نظری تحقیق در عملیات را بررسی کرده و آن را گسترش دهند و توانایی ایجاد و توسعه تحقیق در عملیات را فراهم کنند. مهندسی صنایع با استفاده از جنبه های کاربردی تحقیق در عملیات سعی می کند تا آن را در صنعت و تجارت به کار گیرد. ابزارهای اصلی استفاده شده توسط تحقیق در عملیات مدل سازی ریاضی، بهینه سازی، آمار، نظریه گراف، نظریه بازی ها، نظریه صف، آنالیز تصمیم گیری و شبیه سازی است (مهرگان، ۱۳۷۸).

### مفهوم بازار مالی

بازار مالی نسبت به هر تغییری کاملاً آسیب پذیر است پژوهش عملیاتی به سرمایه گذاران در تصمیم گیری های تامین مالی کمک می کند به گونه ای که علیرغم آسیب پذیری بازار به بازده مثبت قابل توجهی از سرمایه گذاری دست یابند (سونسالی<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱).

یکی از مباحث مهمی که در بازارهای سرمایه مطرح است و باید مورد توجه سرمایه گذاران اعم از اشخاص حقیقی یا حقوقی قرار گیرد، بحث انتخاب سبد سرمایه گذاری بهینه می باشد و در این رابطه، بررسی و مطالعه سرمایه گذاران در جهت انتخاب بهترین سبد سرمایه گذاری با توجه به میزان ریسک و بازده آن انجام می شود. معمولاً فرض بر این است که سرمایه گذاران ریسک را دوست ندارند و از آن گریزانند و همواره در پی آن هستند تا در اقلامی از دارایی ها سرمایه گذاری کنند که بیشترین بازده و کمترین ریسک را داشته باشد، به عبارت دیگر سرمایه گذاران به بازده سرمایه گذاری به عنوان یک عامل مطلوب می نگرند و به واریانس بازده ها (ریسک) به عنوان یک عنصر نامطلوب نظر دارند. مدل هایی مثل برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی عدد صحیح، برنامه ریزی عدد صحیح مختلط و برنامه ریزی صفر یک، در برنامه

<sup>1</sup> Sonsalia

ریزی های ریاضی وجود دارد که می توانند با در نظر گرفتن هدف و شرایط حاکم بر مسئله ترکیبی بهینه با مقدار بهینه مشخص از عناصر تشکیل دهنده سبد را ارائه دهد. در نتیجه می توان برای رسیدن به چنین هدفی اطلاعات مالی را با در نظر گرفتن تمام شرایط حاکم بر سرمایه گذاری در دنیای واقعی وارد برنامه ریزی ریاضی کرد (ابزری و همکاران، ۱۳۸۴). حوزه های اصلی بازارهای مالی که تکنیک های پژوهش عملیاتی در آنها به کار گرفته شده است مشکلات پورتفو و قیمت گذاری دقیق ابزارهای مالی پیچیده است. تکنیک های پژوهش عملیاتی همچنین می تواند توسط تنظیم کننده های مالی و موسسات مالی در تنظیم استانداردهای کفایت کننده سرمایه استفاده شود. حوزه های کاربردی دیگری نیز وجود دارد ابداع راه حل های امکان پذیر که مجموعه پیچیده ای از الزامات قانونی را برآورده می کنند، تصمیم گیری در مورد بودجه، شناسایی نواقص و فرصت های آربیتراژ در بازارهای مالی و حل مشکلات استراتژیک. رابطه بین مالی و پژوهش عملیاتی دو طرفه است. نه تنها تکنیک های مختلف پژوهش عملیاتی برای مسائل مالی به کار گرفته شده است بلکه تئوری های مالی نیاز به توسعه و بهبود تکنیک های پژوهش عملیاتی را ایجاد کرده اند و حداقل دو برنده جایزه نوبل در امور مالی به پژوهش عملیاتی کمک کرده اند مارکوویتز در سال ۱۹۸۹ توسط اورسا/ تیمز<sup>۱</sup> به دلیل کارش بر روی ماتریس های پراکنده و اختراع زبان شبیه سازی کامپیوتری تحلیل شد در حالی که هم او و هم شارپ الگوریتم های کامپیوتری را برای حل مسائل پورتفو تولید کرده اند (بورد<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹).

### مفهوم بورس اوراق بهادار

بورس اوراق بهادار مهمترین جایگاه تخصیص منابع مالی به فعالیت های اقتصادی است از این رو، توسعه سازوکارهای مناسب برای مدیریت بهینه سرمایه گذاری در این بازار از اهمیت ویژه برخوردار است. سرمایه گذاری در بازارهای مالی در غالب پورتفوی یا سبد دارایی ها صورت می گیرد در حقیقت، پورتفوی یا مجموعه از دارایی های مالی مثل سهام، اوراق قرضه و پول نقد است که توسط سرمایه گذار نگهداری می شود. ترکیب پورتفوی بیانگر چگونگی تخصیص سرمایه به هر از یک دارایی های مالی است. از این رو بهینه سازی پورتفوی یکی از مسائل اساسی در مدیریت مالی به شمار می رود. مدل های فعلی معمولاً پورتفوی بهینه را انتخاب کرده، آن را تا پایان دوره سرمایه گذاری رها می کنند. اما موقعیت های اقتصادی همواره در حال دگرگونی است و اصلاح ترکیب پورتفوی به موازات تغییر وضعیت بازار ضروری به نظر می رسد. در عمل نیز بیشتر سرمایه گذاران همگام با تغییر شرایط بازار در ترکیب پورتفوی خود بازنگری می نمایند. از این رو، مدلی مورد نیاز است که بتواند پورتفوی را با اطلاعات تازه بدست آمده از بازار هماهنگ کند (خیامیم و همکاران، ۱۳۹۳).

اهمیت تشکیل پورتفوی به چگونگی انتخاب ترکیب مناسبی از مجموعه سهام با توجه به نوع ریسک پذیری سرمایه گذاران و بازده مورد انتظارشان و عوامل دیگر ارتباط دارد. یک پورتفوی مناسب برای شرکت های سرمایه گذاری و سرمایه گذاران در کاهش ریسک با توجه به بازده مشخص می تواند موثر باشد و زمینه جذب نقدینگی مازاد از بازار پول و ورود آن به بازار سرمایه را که از دغدغه های اصلی کشور می باشد، فراهم آورد. آمار و ارقام بیانگر این است که در کشورهای پیشرفته اکثریت سرمایه گذاری ها از طریق بازارهای سرمایه به خصوص بورس انجام می پذیرد. از عمده ترین مشکلات کشورهای جهان سوم و خصوصاً کشور ما، نبود مسیر ساختار مناسب برای سرمایه های افراد و سازمانها می باشد از طرفی اهمیت مشارکت فعال سرمایه گذاران در شرکت های سرمایه گذاری و بورس اوراق بهادار به حدی است که ماهیت وجودی بازار سرمایه بسته به میزان سرمایه گذاری افراد در این موسسات می باشد. از جمله دلایل عدم

<sup>1</sup> ORSA/TIMS

<sup>2</sup> Bord

گرایش افراد به فعالیت های بورسی را می توان در عوامل فرهنگی اقتصادی، قوانین و مقررات دولتی و عدم اطمینان حاکم بر بورس اوراق بهادار عنوان کرد. اهمیت مشارکت فعال سرمایه گذاران در بورس اوراق بهادار تا حدی به ماهیت وجودی بورس بسته به سرمایه گذاری افراد می باشد. لذا تخصیص بهینه منابع مالی در بازار سرمایه، از جمله بازار سهام، یکی از مهمترین مسائل اقتصادی روز است. تخصیص درست منابع مالی نیازمند زمینه های مناسب سرمایه گذاری از یک طرف، ابزارها و تکنیک های تحلیل مناسب از سوی دیگر می باشد. یک تخصیص مناسب منابع می تواند اطمینان خاطر سرمایه گذاران را به دنبال داشته باشد و کارایی را در بازار سرمایه افزایش دهد (چاشمی و همکاران، ۱۳۹۰).

### پیشینه پژوهش

یگانگی و انبارلو (۱۴۰۱)، در پژوهشی تحت عنوان کاربرد پژوهش عملیاتی در بورس اینگونه بیان کردند. این مقاله، کاربرد تکنیک های پژوهش عملیاتی در بازار بورس و اوراق بهادار را مورد مطالعه قرار می دهد. امروزه بورس اوراق بهادار یکی از ارکان تامین منابع مالی در بازار سرمایه کشورها می باشد. فعالیت و سابقه این بازار در ایران به ۵۵ سال قبل باز می گردد. در یک تقسیم بندی ابتدایی و ساده اقتصادی، میتوان مردم را به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول کسانی هستند که پول و سرمایه و پس انداز دارند، اما نمی توانند فعالیت اقتصادی انجام دهند. دسته دوم نیز افرادی هستند که توانایی انجام کار اقتصادی دارند، اما به سرمایه برای انجام آن نیازمندند. بورس، بازاری است که نیاز به یادگیری دارد و شما نیز برای فعالیت در بورس فقط به اینترنت و حداقل سرمایه نیاز دارید. برای موفقیت در بازار بورس لازم است بتوانیم این بازار را به کمک روش هایی تحلیل کنیم. با توجه به اهمیت موضوع، امروزه رابطه دوسویه بین مفاهیم مالی و سرمایه گذاری با تکنیک های پژوهش عملیاتی وجود دارد؛ یعنی همانطور که تکنیک های مختلف پژوهش عملیاتی برای مسائل مالی بکار گرفته شده اند، نظریه های مالی نیز نیازمند توسعه و بهبود تکنیک های پژوهش عملیاتی بوده هستند. تکنیک های مختلف پژوهش عملیاتی مانند برنامه ریزی خطی، الگوی مارکوپوتز و LPP سیمپلکس و سایر مدل ها همگی برای رسیدگی به بخش زیادی از چالش های بازار سهام استفاده شده اند. از این رو مقاله حاضر به صورت مروری و به طور خلاصه به برخی از کاربرد تکنیک های پژوهش های عملیاتی در بازار بورس و اوراق بهادار می پردازد.

یگانگی و خلیلی (۱۴۰۰)، در پژوهشی تحت عنوان کاربرد پژوهش عملیاتی برای معامله گران بازار بورس اینگونه بیان کردند. این مقاله، به کاربرد تکنیک های تحقیق در عملیات برای فعالان بازار سرمایه را مورد مطالعه قرار می دهد. اهمیت تشکیل پرتفوی مناسب و زمان درست انجام معاملات در بازار سرمایه بر کسی پوشیده نیست. با توجه به افزایش سرعت و حجم گردش اطلاعات، دیگر روش های سنتی برای پردازش اطلاعات کارا نیست و معامله گران به ویژه تحلیل گران شرکت های سرمایه گذاری مجبور به استفاده از روش های پردازش کامپیوتری و مدل سازی ریاضی برای انجام امور تحلیل بازار سهام و تشکیل پرتفوی مناسب هستند. با استفاده تکنیک های تحقیق در عملیات می توان با در نظر گرفتن شرط ها و در نظر گرفتن پیشینه کردن سود و یا کمینه کردن ضرر، به معامله گری در بازار سرمایه پرداخت و سبد مناسبی از سهام را که فایده آن از ریسکش بیشتر باشد را تشکیل داد. تکنیک های پژوهش عملیاتی و الگوریتم های رایانه ای برگرفته از آن به معامله گران این امکان را می دهد تصمیمی بهینه را اخذ نمایند.

یگانگی و یوسفی (۱۴۰۰)، در پژوهشی تحت عنوان کاربرد پژوهش عملیاتی در تحلیل بازارهای مالی اینگونه بیان کردند. در یک تقسیم بندی ابتدایی و ساده اقتصادی، می توان مردم را به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول کسانی هستند که پول و سرمایه و پس انداز دارند، اما نمی توانند فعالیت اقتصادی انجام دهند. دسته دوم نیز افرادی هستند که توانایی انجام کار اقتصادی دارند، اما به سرمایه برای انجام آن نیازمندند. از طرفی، سرمایه و پس انداز همه مردم با هم برابر نیست و سلیقه

و هدف آن‌ها برای سرمایه‌گذاری با هم تفاوت دارد؛ برخی اهداف کوتاه مدتی دارند و برخی بلند مدتی. بازاری که همه این تفاوت‌ها را در نظر می‌گیرد و امکان حضور همه در آن میسر است، بازار سرمایه و بورس است. بورس، بازاری است که نیاز به یادگیری دارد و شما نیز برای فعالیت در بورس فقط به اینترنت و حداقل سرمایه و یک اراده برای کسب ثروت نیاز دارید. برای موفقیت در بازار بورس لازم است بتوانیم این بازار را به کمک روش‌هایی تحلیل کنیم. هدف این مقاله یافتن کاربرد پژوهش عملیاتی در حوزه‌ی تحلیل بازارهای مالی است. تکنیک‌های مختلف پژوهش عملیاتی مانند برنامه‌ریزی خطی، مدل هیلیر و هرتز و الگوی مارکوویتز و LPP و سیمپلکس و سایر مدل‌ها همگی برای رسیدگی به طیف گسترده‌ای از چالش‌های بازار سهام استفاده شده‌اند. موضوع بهینه‌سازی سبد سهام را با در نظر گرفتن الگوی مدل مارکوویتز و ارزش در معرض ریسک نشان می‌دهد. مطابق با الگوی مارکوویتز، ریسک با نوسان‌های بازده مرتبط است و نوسان‌ها توسط واریانس بازده اندازه‌گیری می‌شود. مقاله حاضر نشان می‌دهد رسیدن به بهترین راه حل‌های موجود برای کاهش یا اجتناب از ریسک و افزایش سود و بازدهی در بازار مالی از طریق تکنیک‌های تحقیق در عملیات در تحلیل بازارهای مالی و ارائه‌نمای کلی از کاربردهای تحقیق در عملیات در زمینه بازار مالی است. این موضوع به سرمایه‌گذار کمک می‌کند تا تصمیم‌بازدقت بالاتر در رابطه با سرمایه‌گذاری خود بگیرد.

ناصر صدر آبادی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی تحت عنوان کاربرد تحقیق در عملیات در مسائل بهینه‌سازی و زمان بندی اینگونه بیان کردند. تحقیق در عملیات رویکردی علمی است که درصدد حل مسائل مدیریتی است و هدف آن کمک به مدیران جهت تصمیم‌گیری بهتر و بهینه‌تر است. تحقیق در عملیات گرچه علم نوپایی است ولی در بسیاری از حوزه‌ها شناخته شده و کاربرد دارد. در هر مسئله‌ای که به تصمیم‌گیری منجر شود به کارگیری فن تحقیق در عملیات پررنگ‌تر است. امروزه مباحث تحقیق در عملیات جهت تسهیل عملکرد، رفع پیچیدگی‌ها به سوی بهره‌وری بالا و استفاده بهینه منابع سازمان کاربرد گسترده‌ای دارد. در این راستا در این مقاله به بررسی کاربرد تحقیق در عملیات در مسائل بهینه‌سازی و زمان بندی و انواع آن پرداخته شده است.

پتروپولوس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۳)، در پژوهشی تحت عنوان مفهوم تحقیق عملیاتی: روش‌ها و کاربردها اینگونه بیان کردند. تحقیقات عملیاتی در طول تاریخ خود به گونه‌ای تکامل یافته است که روش‌ها، مدل‌ها و الگوریتم‌های مختلفی را در بر می‌گیرد که در زمینه‌های متنوع و گسترده‌ای به کار رفته‌اند. این مقاله دایره‌المعارفی از دو بخش اصلی تشکیل شده است: روش‌ها و کاربردها. هدف اول خلاصه کردن دانش به‌روز و ارائه‌نمای کلی از روش‌های پیشرفته و پیشرفت‌های کلیدی در زیر دامنه‌های مختلف این حوزه است. دومی فهرست گسترده‌ای از حوزه‌هایی را ارائه می‌دهد که تحقیقات عملیاتی در آنها به کار گرفته شده است. این مقاله به صورت غیر خطی خوانده می‌شود. باید به‌عنوان نقطه مرجع یا اولین درگاه برای مجموعه متنوعی از خوانندگان استفاده شود: دانشجویان، محققان، دانشجویان و شاغلان. ورودی‌های بخش روش‌ها و برنامه‌ها به ترتیب حروف الفبا ارائه شده‌اند. نویسندگان این مقاله را به قربانیان زلزله سال ۲۰۲۳ ترکیه/سوریه تقدیم کرده‌اند. ما صمیمانه امیدواریم که پیشرفت در تحقیق عملیات نقشی در به حداقل رساندن درد و رنج ناشی از این فاجعه و فجایع آینده داشته باشد.

کاپادیا و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، در پژوهشی تحت عنوان تکنیک‌های تحقیق در عملیات به کار گرفته شده در بازارهای مالی اینگونه بیان کردند. تحقیقات عملیاتی و بازارهای مالی رابطه‌ای مانند تام و جری دارند، هر دو وقتی تنها هستند خوب عمل می‌کنند، اما وقتی با هم هستند، اوضاع حتی بهتر است. در این مقاله به بررسی کاربرد تحقیق در عملیات در بازارهای مالی پرداخته ایم. از لحاظ تاریخی، تکنیک‌های مختلف تحقیق در عملیات مانند نظریه بازی، تحلیل شبکه،

<sup>1</sup> Petropoulos et al

<sup>2</sup> Kapadia et al

زنجیره مارکوف، شبکه‌های عصبی برای حل غیرمنطقی‌های ناشی از بازارهای مالی پیاده‌سازی شده‌اند. مقاله پژوهشی ما تلاش کرد تا با استفاده از وزن‌های حاصل از مسئله برنامه‌ریزی خطی تحت محدودیت‌های خاص، از شاخص محلی بهتر عمل کند. علاوه بر این، ما یک شبیه‌سازی ساده مونت کارلو با مدل حرکت هندسی براونی برای پیش‌بینی حرکت قیمت آینده یک شرکت چند ملیتی اجرا کرده‌ایم.

گونسالوس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰)، در پژوهشی تحت عنوان مدل‌ها و روش‌های تحقیق در عملیات برای تعیین سهام ایمنی اینگونه بیان کردند. در مدیریت موجودی زنجیره تامین به طور کلی پذیرفته شده است که ذخایر ایمنی یک استراتژی مناسب برای مقابله با عدم قطعیت تقاضا و عرضه با هدف جلوگیری از اتمام موجودی است. انبارهای ایمنی موضوع تحقیقات فشرده بوده است که معمولاً مسائل مربوط به ابعاد، موقعیت‌یابی، مدیریت و مکان‌یابی را پوشش می‌دهد. در اینجا، ما دامنه بحث را به مسئله ابعاد سهام ایمنی که شامل تعیین سطح انبار ایمنی مناسب برای هر محصول است، محدود می‌کنیم. این مقاله نتایج یک مرور ادبیات سیستماتیک عمیق اخیر از مدل‌ها و روش‌های تحقیق عملیاتی برای ابعاد ذخایر ایمنی را گزارش می‌کند. تا جایی که ما می‌دانیم، این اولین بررسی سیستماتیک از کاربرد رویکردهای مبتنی بر تحقیق عملیاتی برای بررسی این مشکل است. مجموعه‌ای از ۹۵ مقاله منتشر شده از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۹ برای شناسایی نوع مدل مورد استفاده، و همچنین تکنیک‌های مدل‌سازی و معیارهای عملکرد اصلی مورد استفاده، بررسی شده است. در پایان، شکاف‌های موجود در ادبیات را برجسته می‌کنیم و جهت‌ها و روندهای پژوهشی بالقوه را مورد بحث قرار می‌دهیم که ممکن است به راهنمایی محققان و متخصصان علاقه‌مند به توسعه رویکردهای جدید مبتنی بر تحقیق عملیاتی برای تعیین سهام ایمنی کمک کند.

گویال و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹)، در پژوهشی تحت عنوان تحقیق در عملیات در بازارهای مالی اینگونه بیان کردند. تحقیق در عملیات از رویکرد برنامه‌ریزی شده و یک تیم بین رشته‌ای به منظور نمایش روابط عملکردی پیچیده به عنوان مدل‌های ریاضی به منظور ارائه یک تحلیل کمی استفاده می‌کند. تیراب و کلکمپ<sup>۳</sup> در مقاله تحقیقاتی، نمای کلی صنعت به مدت دو سال ارائه شده است. همراه با اهداف پژوهشی که وظیفه اصلی ما چه بوده است، روی چه حوزه‌هایی تمرکز شده است و همه موضوعات چیست و همچنین اقدامات انجام شده برای جلوگیری از آن مسائل. تحقیق در عملیات نقش مهمی در ارزیابی برخی مسائل مالی مانند بازار ارز، توسعه اوراق بهادار، مقررات بازار، بدهی و غیره دارد. تحقیقات انجام‌شده در بازار مالی، ورودی‌های مختلفی را در اختیار ما قرار داده است که چه زمانی باید سرمایه‌گذاری انجام شود و چه زمانی باید سرمایه‌گذاری فروخته شود تا حداکثر سود را از آن کسب کنیم یا از آن بهره ببریم. بازار مالی در برابر هرگونه تغییر بسیار آسیب‌پذیر است و از این رو، مردم باید بسیار دقیق و مکرر آن را تحت نظر داشته باشند. مردم برای عمل کردن در بازار مالی به درک عمیقی از بازار مالی نیاز دارند و بخش غیرمعمولی نیستند. اصول اولیه همچنین زمانی که به معاملات در مقیاس کوچک مربوط می‌شود کار می‌کند، اما وقتی صحبت از سرمایه‌گذاری‌های بزرگ می‌شود، همیشه توصیه می‌شود از یک متخصص کمک بگیرید. برای حل کارآمد مسائل، از تکنیک‌های تحقیق در عملیات که بیست سال پیش استفاده می‌شد مانند تحلیل آماری، پیش‌بینی برنامه‌ریزی خطی و شبیه‌سازی استفاده شد. جدای از اینها، برخی مشکلات دیگر که می‌توانستند از طریق تحقیق در عملیات حل شوند، تصمیم‌های تامین مالی بود.

علاق و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۹)، در پژوهشی تحت عنوان کاربرد و تأثیرات روش‌های تحقیق در عملیات بر بازارهای مالی اینگونه بیان کردند. در عصر امروزی، شرکت‌کنندگان در بازار با هزارتوی پرهزینه و پیچیده‌ای از چالش‌ها روبرو هستند

<sup>1</sup> Gonçalves et al

<sup>2</sup> Goyal et al

<sup>3</sup> Thieraub & Klekamp

<sup>4</sup> Alagh et al

که به یک امر عادی تبدیل شده اند. افزایش سرعت کامپیوتر و افزایش دسترسی به داده های بهتر باعث شد تا بسیاری از این مشکلات حل شوند. بسیاری از شرکت های مالی هنوز با بار استفاده از روش ها و پایگاه های اطلاعاتی تحلیلی قدیمی مواجه هستند. برای اینکه این شرکت ها رقابتی باقی بمانند، باید بر مشکلات داده ها غلبه کنند و از تکنیک های تحقیق عملیات برای رمزگشایی داده ها و تعیین سطح ریسک مناسب برای به حداکثر رساندن سود و به حداقل رساندن زیان استفاده کنند. اگر یک شرکت بتواند از داده ها به بهترین شکل ممکن استفاده کند، می تواند به راحتی از رقبا جدا شود و مزیت رقابتی قوی به آنها بدهد. چالش بزرگ بعدی این است که بتوانیم داده های متنی را برای داستان کامل در زمان معامله قاب کنیم. این به آنها کمک می کند تا به مشتریان تجاری خود خدمات بهتری ارائه دهند و پتانسیل شرکت را برای درآمدهای کارگزاری به حداکثر برسانند. علاوه بر این، افزایش تعداد مقررات مالی جدید نیز فرصت هایی را به شرکت های خدمات مالی می دهد. همچنین، سیستم سنتی نمی تواند معادلات پیچیده را با استفاده از چندین متغیر مدیریت کند، از این رو آنها باید مطابق با استانداردهای فعلی بازار اصلاح شوند.

پوریا<sup>۱</sup> (۲۰۱۸)، در پژوهشی تحت عنوان مطالعه ای در مورد تحقیق در عملیات در بازار مالی اینگونه بیان کردند. مقاله تحقیقاتی در درجه اول بر استفاده ریاضی از تحقیقات عملیات بازار مالی متمرکز است. لازم است با چارچوبی خاص حرکت کرد که تمام جنبه های بکارگیری آن تکنیک ها را برای درک تحقیقات عملیاتی در بازار مالی پوشش می دهد. در وهله اول، مقاله پژوهشی جذابیت و کاربرد تحقیقات عملیاتی در بازار مالی را مورد بحث قرار می دهد. مقاله پژوهشی همچنین فراوانی و درصد استفاده در بازارهای مالی از استراتژی های عملیاتی مختلف را ارائه می کند که نسبت خدمات را در اصول عملیاتی خاصی تحلیل می کند. این مقاله همچنین چالش های مالی مختلف و چگونگی استفاده از آنها را نشان می دهد: تصمیم گیری در مورد تامین مالی، درک اقتصادی، مشکلات استراتژیک، مشکلات قانونی و قانونی، و نواقص بازار مالی.

کائور و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴)، در پژوهشی تحت عنوان تکنیک های تحقیق در عملیات در تصمیم گیری مالی اینگونه بیان کردند. تصمیمات مالی با هدف حداکثر سود با حداقل عامل ریسک اتخاذ می شود. تکنیک های تحقیق عملیات نقش بسیار مهمی در تجزیه و تحلیل مشکلات مالی مانند سهام، بدهی، بازارهای ارز، اوراق بهادار طراحی، مقررات بازار، ارزیابی و کنترل ریسک، تنظیم ذخایر سرمایه، ابداع معادلات قیمت گذاری و تحلیل داده های بازار دارند. این مشکلات برهمکنش های پیچیده ای بین مؤلفه ها دارند یا شامل مجموعه بزرگی از مؤلفه ها یا جایگزین ها می شوند. تکنیک های تحقیق عملیات برای فرمول بندی مسائلی مانند مسائل ریاضی و ارائه راه حل های عملی برای چنین مسائلی مجهز هستند. مسائل مالی عددی هستند، با مرزها و اهداف به خوبی تعریف شده، دارای رابطه واضح و پایدار بین متغیرها و پشتیبانی از دسترس بودن داده های دقیق، بنابراین برای استفاده از تکنیک های تحقیق عملیات مناسب هستند. مشکلات مالی معمولاً شامل مبالغ هنگفتی می شود، بنابراین حتی یک بهبود کوچک در کیفیت راه حل سودمند است. تکنیک های برنامه نویسی از انواع برنامه نویسی خطی، درجه دوم، غیر خطی، عدد صحیح، هدف و پویا بیشتر استفاده می شود. در بین این تکنیک ها، شبیه سازی مونت کارلو بیشترین استفاده را دارد. برخی از تکنیک های تحقیق عملیات دیگر مانند مدل های شبکه، زنجیره های مارکوف و نظریه بازی نیز پیشنهاد شده اند اما کمتر برای این منظور استفاده می شوند. در حالی که تکنیک های مهم تحقیق عملیات مانند تئوری صف تاکنون در بازار مالی اعمال نشده اند. این مطالعه با هدف تحلیل نقش تکنیک های تحقیق عملیات در تصمیم گیری مالی با تمرکز ویژه بر برخی از انواع مشکلات رایج

<sup>1</sup> Poria

<sup>2</sup> Kaur et al



تصمیم‌گیری در بازارهای مالی و تکنیک‌های تحقیق عملیات مناسب که می‌تواند برای آنها استفاده شود، انجام شده است.

### یافته های پژوهش

با گسترش فناوری و دسترسی راحت و سریع به اطلاعات از طریق رایانه ها و شبکه های انتقال اطلاعات، موضوع استفاده از اطلاعات در تصمیم‌گیری، ابعاد تازه ای به خود گرفته است. از یک طرف، شرکت ها و افراد به شیوه ای راحت تر به تبادل اطلاعات می‌پردازند و از طرف دیگر دست اندرکاران بازار سرمایه سریع تر به نیازهای اطلاعاتی افراد پاسخ می‌دهند. در این میان، نقش محققین و جامعه دانشگاهی در پیشرفت هر چه بهتر و بیشتر امور، غیرقابل انکار است. آنها تلاش می‌کنند تا با مشاهده پدیده های بازار و ارائه نظرها و پیشنهادهای خود به پویایی و بهینه سازی بازار کمک کنند و با به کارگیری تکنیک های سایر علوم، کمک دوچندانی در کیفیت نتایج و تصمیمات مالی نمایند (نمازی و ناظمی، ۱۳۸۸).

یکی از علومی که توانسته در این حوزه و همچنین سایر علوم نقش مهمی ایفا کند، علم تحقیق در عملیات است که با علم تصمیم در ارتباط است. علم مدیریت را می‌توان به عنوان شاخه ای از حوزه مدیریت قلمداد کرد که رویه عقلایی، منطقی، سیستماتیک و علمی را در تحلیل فرآیند مدیریت و مسائل مدیریتی بکار می‌گیرد. همچنین، تحقیق عملیات را می‌توان مجموعه ای از مدل ها و تکنیک های کمی که از طریق روش های علمی، مدیران را در امر تصمیم‌گیری یاری می‌دهد تعریف کرد. در اروپا و بریتانیا از واژه تحقیق عملیات استفاده می‌شود؛ در حالی که در آمریکا از واژه تحقیق در عملیات استفاده می‌شود که به هر دو همان تحقیق در عملیات گفته می‌شوند. تحقیق در عملیات را می‌توان چارچوبی نظام یافته دانست که روی کاربرد فن آوری اطلاعات برای تصمیم‌گیری آگاهانه متمرکز است. به دیگر سخن تحقیق در عملیات علم اختصاص بهینه منابع است. هدف تحقیق در عملیات فراهم آوردن مبانی منطقی برای تصمیم‌گیری از راه جستجو برای فهم و پی ریزی شرایط پیچیده و استفاده از این فهم برای پیش بینی رفتار سیستم و بهبود عملکرد سیستم است.

در جامعه امروزه گسترش فناوری و اطلاعات و دسترسی راحت و سریع به اطلاعات از طریق رایانه ها و انواع شبکه های انتقال اطلاعات موضوع استفاده از اطلاعات در تصمیم‌گیری ابعاد تازه ای به خود گرفته است. از یک طرف، افراد به دنبال یک تصمیم و تحلیل بهینه برای سرمایه خود هستند تا بتوانند از طریق آن به ترکیب بهینه و سودآور با بازدهی حداکثر و زیان حداقلی برسند. از این نظر یکی از علومی که اهمیت بسیاری در علم مالی پیدا کرده است و منشأ توسعه پژوهش های مالی شده، استفاده از مدل های پژوهش عملیاتی بوده است که اشخاص رو در تحلیل های مالی کمک می‌کند. در این راستا روش های مختلف پژوهش عملیاتی مانند الگوی مارکویتز<sup>۱</sup> و LPP<sup>۲</sup> و سیمپلکس مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از برنامه نویسی خطی مستلزم تعریف متغیرها یافتن قیود و تابع هدف است که باید حداکثر یا حداقل شود این امر مستلزم تشکیل نابرابری ها و سپس ترسیم نمودار آنها برای حل مسائل است مؤسسات مالی از برنامه ریزی خطی برای انتخاب مناسب ترین ترکیب تأمین مالی استفاده می‌کنند و در عین حال محدودیت های خاصی را برای انواع استقراض حفظ می‌کنند. با در نظر گرفتن همه این موارد می‌توانیم به اهداف خود برای سرمایه گذاری مطلوب برسیم. بازار سرمایه نقش مهمی در توسعه یک کشور دارد. بازار جایی است که تمام اطلاعات مربوطه به طور همزمان در دسترس همه شرکت کنندگان است و قیمت ها بلافاصله به اطلاعات موجود پاسخ می‌دهند. معاملات سهام یکی از

<sup>1</sup> markowitz model

<sup>2</sup> linear programming pattern

ضروری ترین فعالیت ها در بخش مالی است. اقدام برای پیش بینی ارزش آتی یک سهام یا سایر ابزارهای مالی معامله شده در بورس مالی به عنوان پیش بینی بازار سهام شناخته می شود (ردی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸).

مشکلات غیر پورتفو در بازارهای مالی، مانند بازارهای سهام، بدهی و ارز خارجی و همچنین بازارهای مشتقه معادل با استفاده از رویکردهای پژوهش عملیاتی بررسی می شوند. هدف اصلی استفاده از پژوهش عملیاتی در بازارهای مالی دستیابی به راه حل های قابل اجرا برای مسائل بسیار محدود کننده با عوامل متعدد و یا برآورد مقادیر امکان پذیر است. یکی دیگر از کاربردهای پژوهش عملیاتی ارزیابی ریسک های مختلف بازار است (بورد و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲).

ما همچنین درک کنیم که مشکلات مالی مانند اوراق بهادار، طراحی، مقررات بازار، ارزیابی و کنترل ریسک، حقوق صاحبان سهام و غیره با استفاده از تکنیک هایی مانند برنامه ریزی خطی، پیش بینی، تجزیه و تحلیل آماری و شبیه سازی، تجزیه و تحلیل حل می شوند. علاوه بر این، تحقیقات بازار مالی بینشهای زیادی را در مورد اینکه چه زمانی باید سرمایه گذاری انجام شود و چه زمانی باید فروخته شود، ارائه کرده است تا بتوانیم بیشترین سود را از آن کسب کنیم یا از آن بهره ببریم (گویال و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹).

با توجه به نقش ویژه بازار سرمایه ایران در ارائه خدمات تأمین مالی، توسعه سیستمی کل نگر با هدف بررسی همه ابعاد مسئله تأمین مالی ضروری به نظر می رسد. ایجاد چنین سیستمی، جزئیات پیچیده و ذینفعان بسیار زیادی دارد و توسعه آن منوط به مشارکت نقش آفرینان مختلف است. از طرفی روش های ساختاردهی به مسئله به منظور ایجاد مدلی برای توصیف موقعیت مسئله و ایجاد چارچوبی مناسب برای حل آن توسعه یافته اند. این روش ها به ذینفعان و مشارکت کنندگان کمک می کند تا حیطه و ساختار مسئله مورد مطالعه به صورتی، شفاف ساده و قابل فهم شود (لاریجانی اعظم، ۱۳۹۴).

بازار مالی در یک تقسیم بندی ابتدایی و ساده اقتصادی می توان مردم را به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول کسانی هستند که پول و سرمایه و پس انداز، دارند اما نمی توانند فعالیت اقتصادی انجام دهند دسته دوم نیز افرادی هستند که توانایی انجام کار اقتصادی دارند، اما به سرمایه برای انجام آن نیازمندند از طرفی سرمایه و پس انداز همه مردم باهم برابر نیست و سلیقه و هدف آنها برای سرمایه گذاری با هم تفاوت دارد؛ برخی اهداف کوتاه مدتی دارند و برخی بلند مدت بازاری که همه این تفاوت ها را در نظر می گیرد و امکان حضور همه در آن میسر است بازار سرمایه و بورس است. بورس، بازاری است که پتانسیل کسب سود بسیار بالای آن بسیاری از افراد را به سمت خود جذب کرده است بازاری است که نیاز به یادگیری دارد و شما نیز برای فعالیت لازم در بورس تهران فقط به اینترنت و حداقل سرمایه و یک اراده برای کسب ثروت نیاز دارید. برای موفقیت در بازار بورس است بتوانیم سهام را به کمک دو روش تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال تحلیل کنیم، تحلیل بنیادی علم ارزیابی متغیرهای اقتصادی، مالی و دیگر موارد تغییر پذیر درباره یک دارایی است که باعث می شود بتوان ارزش حقیقی فعلی و احتمالی آن در آینده را تعیین کرد و تحلیل تکنیکال یک روش تحلیل در بازارهای سرمایه است که با استفاده از قیمت ها، نمودارها و الگوها انجام می شود (مرادی، ۱۳۹۹).

تحلیل تکنیکی به مجموعه ای قوانین معاملاتی اطلاق می شود که با بررسی روند گذشته قیمت ها سعی در پیش بینی روند آینده قیمت ها دارند (صیادی و همکاران، ۱۳۹۷).

پژوهش عملیاتی رشته ای است که با توسعه و کاربرد روش های تحلیلی پیشرفته برای بهبود فرآیند تصمیم گیری سروکار دارد. گاهی زیر شاخه ای از علوم ریاضی در نظر گرفته می شود. هنگامی که صحبت از بازار مالی می شود،

<sup>1</sup> Redi

<sup>2</sup> Board et al

<sup>3</sup> Goyal et al

پژوهش عملیاتی نقش حیاتی در تخصیص سرمایه گذاری و انتخاب پرتفوی ایفا می کند به طوری که با در نظر گرفتن تمام ریسک هایی که می تواند بر داده ها تأثیر بگذارد، حداکثر سود را به همراه دارد (سونسالی<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱). به طور کلی روش پژوهش عملیاتی در بازار های مالی کاربردی زیادی دارند که در ذیل به آنها اشاره می گردد:

## الف: مدل های تخصیص منابع<sup>۲</sup>

همانند هر صنعت دیگری، تخصیص بهینه منابع به فعالیت ها یک مشکل اساسی در امور مالی است. مدل های اولیه شامل مدیریت کوتاه مدت جریان نقدی (یک برنامه خطی)، اختصاص سبد و مصونیت سازی (برنامه های خطی)، بودجه بندی سرمایه (مشکل کوله پشتی)، مدیریت دارایی/بدهی (برنامه تصادفی با رجوع)، و انتخاب پورتفولیو (برنامه درجه دوم) است.

مدل انتخاب پورتفولیو که در مارکوویتز (۱۹۵۲) معرفی شد و در مارکوویتز و تاد (۲۰۰۰) مورد بحث قرار گرفت، یکی از شناخته شده ترین مدل های بهینه سازی در امور مالی است. این مدل میانگین واریانس شامل تعیین ترکیب پرتفوی دارایی های پرخطر - بردار اوزان - است که در آن عملکرد (که باید حداکثر شود) با بازده پرتفوی مورد انتظار، تابعی خطی از وزن دارایی ها اندازه گیری می شود، در حالی که ریسک (حداقل شود) با واریانس بازده پورتفولیو، تابع درجه دوم بردار وزن، اندازه گیری می شود. مسئله بهینه سازی حاصل باعث ایجاد یک برنامه درجه دوم محدب می شود. این مدل و ویژگی های تحلیلی آن به رسمیت بخشیدن به تنوع به عنوان یک استراتژی برای کاهش ریسک و تحولات مهم در تئوری مالی منجر شد.

در حالی که مدل مارکوویتز ساده سازی قابل توجهی از مسئله مدیریت پورتفولیو را نشان می دهد، مدل های بهینه سازی میانگین واریانس هنوز در عمل بسیار کاربرد دارند. تغییرات ساده مدل مارکوویتز می تواند محدودیت های مختلفی را در وزن دارایی ها (به عنوان مثال، محدودیت ها، حداقل مشارکت، محدودیت های نظارتی یا عملیاتی، محدودیت های منطقی، و غیره) به همراه داشته باشد و برنامه های اعداد صحیح درجه دوم را به دست آورد.

مدل های میانگین واریانس بر مجموعه ای از پارامترها تکیه می کنند که بازده مورد انتظار و ماتریس همبستگی آنها را در جهان مجموعه دارایی هایی در نظر گرفته را توصیف می کنند. برای به دست آوردن تخمین هایی از این پارامترها پیشنهاد شده اند، که اغلب بر برخی فرضیات در مورد ساختار همبستگی تکیه می کنند. یکی از مسائل مهم مربوط به استفاده از مدل های بهینه سازی میانگین واریانس، حساسیت راه حل های آنها به مقادیر پارامتر برآورد شده است (میچاود<sup>۳</sup>، ۱۹۸۹)، به ویژه زمانی که منطقه امکان پذیر نسبتاً نامحدود است. بهینه سازی قوی به طور فزاینده ای برای محدود کردن ریسک برآورد راه حل های پرتفوی میانگین واریانس استفاده می شود (بلانشت و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۲۲).

یکی دیگر از محدودیت های مرتبط مدل های میانگین واریانس، این واقعیت است که آنها مدل های ثابت هستند، یعنی انتظارات و همبستگی های بازده دارایی ها در افق برنامه ریزی شناخته شده و ثابت فرض می شوند. در عمل، برآوردها به طور دوره ای به روز می شوند تا تغییرات داده ها را منعکس کنند و پرتفوی ها به ترکیب بهینه مربوط به مجموعه جدید برآوردها متعادل می شوند. اختلالات کوچک در مقادیر پارامترهای ورودی ممکن است منجر به تغییرات قابل توجهی در ترکیب پرتفوی از یک دوره به دوره دیگر شود (به عنوان مثال، زمانی که گروه هایی از دارایی ها ویژگی های مشابهی

<sup>1</sup> Sonsalia

<sup>2</sup> Resource allocation models

<sup>3</sup> Michaud

<sup>4</sup> Blanchet et al

دارند). زمانی که هزینه های مرتبط با تغییر ترکیب سبد سهام قابل توجه باشد، یک مدل ثابت ممکن است دور از حد مطلوب باشد. مسئله انتخاب پورتفولیو را می توان به آسانی به یک زمینه چند دوره ای تعمیم داد، که امکان محاسبه هزینه های تراکنش و یا استفاده از یک مدل پویا از تحول قیمت دارایی ها در طول زمان را فراهم می کند (لی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰).

مدل های پویا همچنین می توانند اصطکاک های اضافی، مانند مالیات بر سود یا زیان سرمایه را در نظر بگیرند (دامون و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). مشکل انتخاب پورتفولیوی پویا ممکن است یک برنامه پویا تصادفی در مقیاس بزرگ باشد. علاوه بر این، معیارهای ریسک مبتنی بر واریانس پورتفولیو به طور افزایشی قابل تفکیک نیستند و مانع استفاده کارآمد از برنامه نویسی پویا می شوند. یک رویکرد راه حل را بر اساس تجزیه سناریو پیشنهاد می کند (استاینباخ<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱).

### ب: مدیریت ریسک<sup>۴</sup>

در حالی که، در پژوهش عملیاتی، روش کلاسیک برای مقابله با تصمیمات تحت ریسک، نظریه مطلوبیت است، مدل های مالی معمولاً با اندازه گیری مستقیم و یا قیمت گذاری ریسک، رویکرد متفاوتی دارند. معیارهای مختلفی مانند واریانس، نیمه واریانس، ارزش در معرض خطر یا ارزش شرطی در معرض خطر برای توصیف ریسک پیشنهاد شده است. ارزش در معرض خطر به طور موثر با محاسبه چندک های توزیع پیش بینی کننده مرتبط است. در پاراگراف های بعدی، دو خانواده متضاد از رویکردهای مدیریت ریسک مالی را ارائه می کنیم.

رویکردهای متنوع سازی و مصون سازی ارتباط نزدیکی با مدل های تخصیص منابع ارائه شده در بالا دارد. آنها شامل راه اندازی و مدیریت پرتفوی اوراق بهادار با ویژگی های مطلوب هستند. تنوع در کاهش ریسکی که بین اوراق بهادار همبسته نیست موثر است، در حالی که پوشش ریسک برای کاهش ریسک سیستماتیک استفاده می شود، به عنوان مثال با نگهداری اوراق بهادار در معرض عوامل خطر یکسان برای از بین بردن عدم اطمینان، یا با خرید بیمه در قالب قراردادهای مشتقه. به طور کلی، موقعیت های پوشش ریسک باید به طور مداوم برای در نظر گرفتن تحول زمانی عوامل ریسک و قیمت های اوراق بهادار تعدیل شوند. علاوه بر این، سبدهای سرمایه گذاری اغلب برای ارضای محدودیت های نهادی یا نظارتی مورد نیاز است. مشکلات برنامه ریزی پورتفولیوی کاهش ریسک باعث ایجاد برنامه های ریاضی پویا تصادفی می شود. در سال های اخیر، ارزش شرطی در معرض خطر برای اندازه گیری ریسک پرتفوی برجسته شده است. ارزش شرطی در معرض خطر برای اندازه گیری ریسک پایین در توزیع کج شده مناسب است و همانطور که در آرتزرنر و همکاران<sup>۵</sup> (۱۹۹۹)، نشان داده شده است، دارای ویژگی های مطلوب یک معیار ریسک منسجم است. علاوه بر این، استفاده از ارزش شرطی در معرض خطر در مدل های بهینه سازی باعث ایجاد برنامه های محدب یا خطی می شود که به حل مؤثر مسائل در مقیاس بزرگ که در عمل با آن مواجه می شوند، اجازه می دهد (راکافلار و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۰).

رویکردهای قیمت گذاری ریسک بیشتر به دنبال ارزیابی پیامدهای رویدادهای غیرقابل پیش بینی هستند و به ویژه برای مدیریت ریسک اعتباری و طرف مقابل، یعنی خطری که صادرکننده اوراق بهادار (مثلاً اوراق قرضه شرکتی) قادر به برآوردن آن نباشد، استفاده می شود. تعهدات آتی آن مدل های مختلفی برای ارزیابی ارزش در معرض خطر ابزارهای بدهی، عمدتاً به منظور ارزیابی الزامات نظارتی پیشنهاد شده اند تا اطمینان حاصل کنند که مؤسسات مالی سرمایه کافی را

<sup>1</sup> Li et al

<sup>2</sup> Dammon et al

<sup>3</sup> Steinbach et al

<sup>4</sup> Risk management

<sup>5</sup> Artzner et al

<sup>6</sup> Rockafellar et al

برای حفظ ضررهای احتمالی کنار گذاشته‌اند. کروهی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۰)، مروری بر روش‌های پیشنهادی در حال حاضر توسط صنعت برای ارزیابی احتمال و پیامدهای رویدادهای پیش‌فرض ارائه می‌کند. بیشتر رویکردهای مورد استفاده در صنعت برای قیمت گذاری اعتبار و ریسک طرف مقابل مبتنی بر مدل‌های احتمالی یا شبیه سازی مونت کارلو است و به این ترتیب، نمی‌تواند رفتار استراتژیک بدهکار یا وام دهنده را توضیح دهد (برتون و مرزوک<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸).

### ج: قیمت گذاری دارایی<sup>۳</sup>

یکی از روش‌هایی که به سرمایه‌گذاران در تبیین ریسک و بازده سرمایه‌گذاری کمک می‌کند، استفاده از مدل قیمت گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای است. همانطوری که در بخش مقدمه این نوشتار بدان اشاره شده است، این مدل توسط ویلیام شارب (۱۹۶۰)، میلادی معرفی گردید. در مدل شارب که در این مقاله مدل استاندارد قیمت گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای نامیده می‌شود، اثر ریسک سیستماتیک بر پرتفوی سرمایه‌گذاری توسط ضریب بتا که به وسیله تحلیل رگرسیونی بازده پرتفوی و بازده پرتفوی مبنا محاسبه می‌شود مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این مدل بسیار مورد توجه سرمایه‌گذاران و تحلیلگران مالی قرار گرفته است، به طوری که در مطالعات اخیر بسیاری از جمله ژوسونگ و چنگ<sup>۴</sup> (۲۰۰۸)، در بورس اوراق بهادار شانگ‌های، روگروس و روبرتو<sup>۵</sup> (۲۰۰۹)، در بورس اوراق بهادار سائو پائولو بکار گرفته شده است. البته در مطالعات بعدی این مدل مورد انتقاد قرار گرفت و محققان بسیاری به توسعه آن پرداختند که می‌توان به مدل‌های کاهشی، تعدیل شده، بین دوره‌ای، شرطی و مصرفی اشاره نمود (فتیحی و همکاران، ۱۳۹۱).

### مدل قیمت گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای کاهشی - نامطلوب

وجود شرایط بازار متقارن است. اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که در مواقعی شرایط بازار نامتقارن است؛ یعنی عواملی که ضمن تأثیر بر صرف ریسک، نرخ بازده مورد انتظار دارایی را نیز متأثر ساخته و از اینرو مصالحه ریسک و بازده را از بین می‌برد.

### مدل قیمت گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای تعدیلی

در خرید سهام عوامل گوناگونی مورد توجه قرار می‌گیرد. یکی از عمده‌ترین این عوامل قابلیت تبدیل آن به پول نقد است که در اصطلاح به نقدشوندگی سهام معروف شده است. یعنی سرمایه‌گذاران می‌خواهند به سادگی و در حداقل زمان، سهام خود را در صورت نیاز بفروشند. پس یکی از عواملی که می‌تواند در بازده مورد انتظار از یک سهم نیز تأثیرگذار باشد، قدرت نقدشوندگی آن است (آمیهود و وود<sup>۶</sup>، ۱۹۹۰).

مدل قیمت گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای تعدیلی الگویی را در اختیار قرار می‌دهد تا از طریق آن چگونگی تأثیرگذاری ریسک نقدشوندگی بر قیمت دارایی‌ها بررسی شود. یعنی الگویی که قبلاً در سایر مدل‌های قیمت گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای مد نظر قرار نگرفته است (رهنمای رودپشتی و امبرحسینی، ۱۳۸۹).

<sup>1</sup> Crouhy et al  
<sup>2</sup> Breton and Marzouk  
<sup>3</sup> Asset pricing  
<sup>4</sup> Zhusong and Cheng  
<sup>5</sup> Rogros and Roberto  
<sup>6</sup> Amihud and Wood

### مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای بین دوره ای

مدل جایگزینی که توسط رابرت مرتون<sup>۱</sup> (۱۹۷۳)، معرفی شد یک مدل عاملی خطی است با متغیرهای ثروت و موقعیت که تغییرات در توزیع بازده ها و درآمد آتی را پیش بینی می کند. سرمایه گذاران برای حل تصمیم های مصرف بلند مدت زمانی که بیشتر با عدم قطعیت مواجه می شوند از این مدل استفاده می کنند. تفاوت اصلی بین مدل قیمت گذاری دارایی سرمایه ای بین دوره ای و مدل استاندارد آن متغیرهای وضعیت هستند که در حقیقت سرمایه گذاران در مقابل افت و خیزهای بازار با آن مقابله می کنند. رابرت مرتون (۱۹۷۳)، می گوید سرمایه گذاران به منظور پوشش ریسک بر مبنای وضعیت های جاری و پیش رو عمل می کنند. بنابراین متغیرهایی نظیر تورم، فرصت های استخدام و بازده های بازار سهام آتی در نظر گرفته می شود.

### مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای شرطی

اساساً، تفاوت اصلی بین این مدل و مدل استاندارد شارپ در وجود متغیرهایی است که سرمایه گذاران در برخی از مبادلات مالی خود در جهت پیشگیری از ورشکستگی به آنها ارزش و اهمیت می دهند از قبیل تغییرات احتمالی و چالش ها در بازدهی سرمایه گذاری. در این مدل بیان می شود تمام سرمایه گذاران انتظارات مشابهی ندارند و دلیل اصلی آن تغییرات شرایط بازار است (هانس و ریچارد<sup>۲</sup>، ۱۹۸۳).

### مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی

در مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی دارایی های مخاطره آمیز عدم اطمینان در مصرف را به وجود می آورند. پرسش اصلی در این مدل این است که آیا یک سرمایه گذار هزینه های مرتبط با سرمایه گذاری خود را متناسب با شرایط عدم اطمینان موجود در بازار در نظر می گیرد. در مدل استاندارد قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای وجود صرف ریسک در پرتفوی معیاری برای اندازه گیری هزینه ریسک می باشد. این در حالی است که ضریب بتا میزان ریسک را اندازه گیری می کند. مقدار ریسک بازار از طریق تغییرات صرف ریسک در ارتباط با رشد مصرف اندازه گیری می شود. بنابراین، در این مدل شرح داده می شود که چه مقدار از تغییرات بازده بازار سهام در ارتباط با رشد مصرف است. مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی تنها بر اساس مبانی فرضی پایه گذاری شده است و به ندرت در عمل بکار گرفته می شود. به طور قطع، مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی به حدی که مدل استاندارد قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای در دنیای واقعی بکار می رود، مورد استفاده قرار نگرفته است. دلیل اصلی موضوع این است که مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی کمتر مورد ارزیابی عملی و تجربی قرار گرفته است. از آنجایی که در مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی بین بازده سرمایه گذاری و مصارف مورد نیاز آن سنجش صورت می گیرد این مدل عملکرد بهتری نسبت به مدل استاندارد ارائه می دهد. بر مبنای یک نقطه نظر علمی مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی نسبت به مدل استاندارد قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای به صورت گسترده تری استفاده می شود. این مدل که بانام مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مصرفی معرفی شده است، نوع توسعه یافته مدل استاندارد قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای می باشد که تنها در بازدهی دارایی های یک دوره مالی صورت می گیرد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۱).

<sup>1</sup> Robert Merton

<sup>2</sup> Hans and Richard

در برخی موارد استفاده از تکنیک های پژوهش عملیاتی بر نحوه عملکرد بازارهای مالی تأثیر گذاشته است زیرا به معامله گران اجازه می دهد در زمان کمتری تصمیم گیری بهتری بگیرند. برای مثال، در صورت عدم وجود قیمت های دقیق محاسبه شده با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو<sup>۱</sup>، گزینه های متفاوت با اسپردهای<sup>۱</sup> پیشنهادی خرید و فروش بسیار گسترده تر معامله می شوند. سایر تکنیک های پژوهش عملیاتی کمتر در بازارهای مالی استفاده می شوند. برنامه نویسی ریاضی تکنیک پژوهش عملیاتی است که بیشترین کاربرد را در بازارهای مالی داشته است. بیشتر انواع برنامه ریزی ریاضی به کار گرفته شده است - خطی، درجه دوم، غیر خطی، عدد صحیح، هدف، محدود شانس، تصادفی، کسری، تحلیل پوششی داده ها و پویا. برنامه ریزی ریاضی برای حل طیف قابل توجهی از مشکلات در بازارهای مالی تشکیل پرتفویی از سهام، اوراق قرضه، وام و ارز، پوشش ریسک عمومی، مصون سازی، ردیابی شاخص سهام و اوراق قرضه، تخمین احتمالات خنثی ریسک ضمنی برای گزینه ها، ابداع یک جدول زمانی استفاده شده است. حوزه های اصلی بازارهای مالی که تکنیک های پژوهش عملیاتی در آن ها به کار گرفته شده است، مشکلات پورتفو و قیمت گذاری دقیق ابزارهای مالی پیچیده است. تکنیک های پژوهش عملیاتی همچنین می تواند توسط تنظیم کننده های مالی و موسسات مالی در تنظیم استانداردهای کفایت کننده سرمایه استفاده شود. حوزه های کاربردی دیگری نیز وجود دارد، ابداع راه حل های امکان پذیر که مجموعه پیچیده ای از الزامات قانونی را برآورده می کنند، تصمیم گیری در مورد بودجه، شناسایی نواقص و فرصت های آربیتراژ در بازارهای مالی و حل مشکلات استراتژیک. برنامه ریزی خطی با کمک فرض اساسی نظریه مدرن پرتفوی به منظور تخصیص وجوه بین پرتفوی های مختلف بطوری که سود را به حداکثر و ریسک را به حداقل برساند، استفاده می شود. برای این منظور نرخ سود تقسیمی هر شرکت، ریسک و نقدینگی به کل برای هر یک از پارامترها نیاز است (آلاق و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). پرتفوی ها اغلب شامل گزینه هایی هستند که بازدهی بسیار نامتقارن دارند، که تعیین کمیت ریسک را دشوار می کند. راه حل های تحلیلی برای تعیین احتمالات در قسمت های پایینی توزیع، پرداخت برای چنین اوراق بهادار غیرقابل اعتماد است. معامله گران در بازارهای سهام تلاش می کنند تا با بهترین قیمت ها معامله کنند، بنابراین معاملات بزرگ گاهی اوقات به یک سری معاملات کوچکتر تقسیم میشوند تا تأثیر قیمت را کاهش دهند. قیمت معاملات بعدی تحت تأثیر معاملات قبلی است، بنابراین انجام معاملات عظیم با کمترین هزینه یک چالش پویا است. این مؤلفه ها بسیار زیاد هستند، و کمی کردن آن ها و ایجاد پیوند بین آنها مستلزم محاسبات گسترده ای است که رایانه ها می توانند آن را مدیریت کنند. سیمپلکس یک روش پیچیده است اما می تواند سه عامل را در خود جای دهد در حالی که LPP فقط می تواند دو عامل را در نظر بگیرد و نسبتاً ساده است. این نیز باعث ایجاد یک ارتباط نادرست بین مدیران و تحلیلگران می شود. به همین دلیل است که اکثر مردم در بازارهای سهام سرمایه گذاری می کنند بدون اینکه واقعاً با استفاده از تکنیک های پژوهش عملیاتی تجزیه و تحلیل کنند که ممکن است منجر به تصمیم گیری ضعیف شود. ما شخصاً به سرمایه گذاران توصیه می کنیم (سونسالیا، ۲۰۲۱):  
اولاً، بازار سهام غیرقابل پیش بینی است، بنابراین سرمایه گذاران باید وضعیت بازار را در نظر بگیرند. گاهی اوقات برخی از سهام توسط تأثیرگذاران بازار کمتر می شوند، بنابراین در چنین مواقعی سرمایه گذاران نباید از تکنیک های پژوهش عملیاتی استفاده کنند.

<sup>1</sup> Spreads

<sup>2</sup> Alagh et al

سرمایه گذاران بر روند و روی شایعات سرمایه گذاری نکنند. آنها در واقع باید تجزیه و تحلیل را در پشت سهام اعمال کنند و با این نتایج باید جلوتر حرکت کنند اگر می خواهند سرمایه گذاری کنند یا نه. پژوهش عملیاتی همه خطرات را در نظر می گیرد، بنابراین نباید به شایعات اعتماد کرد.

این چند شاخص از سهام است که سرمایه گذاران باید قبل از سرمایه گذاری در بازار سهام در نظر بگیرند: نسبت قیمت به سود هر سهم و میانگین متحرک. این عوامل به تحلیل پژوهش عملیاتی کمک می کند تا برای سرمایه گذاران کارآمدتر شود.

## خلاصه و نتیجه گیری

روش های پژوهش عملیاتی نقش مهمی در تصمیم گیری مالی و تحلیل های بازارهای مالی بازی می کنند و این نقش با پیشرفت های موجود در دسترسی مستمر و پیشرفته به اطلاعات رشد خواهد کرد. پژوهش عملیاتی فرصت های بیشتری در بازارهای مالی و تصمیم گیری ایجاد می کند. در نتیجه کاربرد پژوهش عملیاتی در بازارهای مالی کاهش ریسک، افزایش دقت در تحلیل استفاده بهتر از فرصت ها، یک سرمایه گذاری مطلوب را به دنبال دارد. ما تعدادی ویژگی خاص پیدا کرده ایم که از نظر استراتژی سرمایه گذاری و مدیریت پورتفو بازار سهام را از سایر صنایع متمایز می کند. کاربرد پژوهش عملیاتی در بازار بورس و اوراق بهادار، کاهش ریسک، افزایش دقت در تحلیل، استفاده بهتر از فرصت ها، یک سرمایه گذاری مطلوب را به دنبال دارد. برنامه ریزی خطی، مدل هیلیر و هرترز و الگوی مارکوویتز و LPP و سیمپلکس همگی برای رسیدگی به طیف گسترده ای از چالش های بازار سهام استفاده شده اند. این مدل ها به بهینه سازی بازده سرمایه گذار با کمترین میزان ریسک در هر زمان خاص کمک می کند. همانطور که همه ما می دانیم، یک پروژه باید بازگشت سرمایه کافی با سودآوری قابل قبول را ارائه دهد. هدف اصلی ترویج یک پروژه سرمایه گذاری این است که از پول خود بازده خوبی داشته باشید. سرمایه گذار باید قبل از تصمیم گیری بتواند بازدهی بسیاری از ایده های جایگزین را بدون ریسک مقایسه کند. از مطالب این مقاله، بدیهی است که بسیاری از فرآیندها در بازار سهام از نقطه نظر عملیاتی کمتر مورد توجه مطالعاتی قرار گرفته اند و حوزه های مختلفی وجود دارد که مستحق تلاش های تحقیقاتی بیشتر است. نهایتاً پیشنهاد می گردد از تکنیک پژوهش عملیاتی در نهادهای تنظیم گر مالی و مؤسسات مالی و تحلیل های بازار سرمایه برای تعیین استانداردهای کفایت سرمایه استفاده گردد.

## منابع

- ✓ ابزری، مهدی، کتابی، سعیده، عباسی، عباس، (۱۳۸۴)، بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی و ارائه یک مدل کاربردی مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره ۲۲، شماره ۲، صص ۱۷-۱.
- ✓ اصغرپور، محمدجواد، (۱۳۷۲)، تصمیم گیری و تحقیق عملیات در مدیریت، جلد اول، چاپ هفتم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ✓ اکاف، آر، ال، (۱۳۷۷)، روش علمی: بهینه سازی تصمیمات در پژوهش های کاربردی، ترجمه منصور شریفی کلویی، تهران: آروین.
- ✓ خواجه فرد، ندا، کاویانی، مرتضی، سام دلیری، علی، (۱۳۹۸)، کاربرد تکنیک های پژوهش عملیاتی در تصمیمات ساختار سرمایه، دوره ۴، شماره ویژه (۱)، نشریه تصمیم گیری و تحقیق در عملیات.



- ✓ خیامیم، آرش، میرزازاده، ابوالفضل، نادری، بهمن، (۱۳۹۳)، یک مدل فازی برای بروزرسانی پرتفوی با در نظر گرفتن هزینه های معاملات: پیاده سازی در بورس اوراق بهادار تهران، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، دوره ۲، شماره ۴۱، صص ۷۵-۹۳.
- ✓ صیادی، محمد، خلیلی، آرزو، (۱۳۹۷)، جایگاه تحلیل تکنیکال در تئوری مالی رفتاری، پنجمین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در مدیریت و حسابداری تهران.
- ✓ فلاح کفشگری، مجید الله، جعفری، حسین، (۱۳۸۸)، کاربرد تحقیق در عملیات در تصمیم گیری بخردانه مدیران، دومین کنفرانس بین المللی تحقیق در عملیات ایران.
- ✓ مرادی، سارا، (۱۳۹۹)، بورس از دیدگاه تحلیل فاندامنتال و تحلیل تکنیکال، هفتمین کنفرانس بین المللی پژوهش در مدیریت، اقتصاد و توسعه، گرجستان، تفلیس.
- ✓ مهرگان، محمدرضا، (۱۳۷۸)، پژوهش عملیاتی: برنامه ریزی خطی و کاربردهای آن، ویرایش سوم. چاپ دهم، تهران: نشر کتاب دانشگاهی.
- ✓ ناصرصدرآبادی، علیرضا، میرفخرالدینی، سیدحیدر، بشروئی شرق، ستاره، (۱۳۹۸)، کاربرد تحقیق در عملیات در مسائل بهینه سازی و زمان بندی، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت، مهندسی صنایع، اقتصاد و حسابداری.
- ✓ نبوی چاشمی، علی، رحمان، یوسفی کرچنگی، (۱۳۹۰). تعیین پرتفوی بهینه با استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی فازی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۳۰، شماره ۹، صص ۱۰۷-۱۳۱.
- ✓ نمازی، محمد، ناظمی، امین، (۱۳۸۴)، بررسی تحلیلی تحقیقات انجام شده در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات مالی، دوره ۷، شماره ۱، صص ۱۳۵-۱۹۹.
- ✓ ولی زاده لاریجانی، اعظم، مجتهدزاده، ویدا، حجازی، رضوان، (۱۳۹۴)، سازوکارهای راهبردی شرکتی و واکنش بازار سرمایه به کیفیت حسابرسی، فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال ۸، شماره ۳۱، صص ۲۷-۴۲.
- ✓ یگانگی، سید کامران، خلیلی، سید یعقوب، (۱۴۰۰)، کاربرد پژوهش عملیاتی برای معامله گران بازار بورس، نشریه مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه، دوره ۶، شماره ۵، صص ۹۱-۱۱۱.
- ✓ یگانگی، سید کامران، انبارلو، فاطمه، (۱۴۰۱)، کاربرد پژوهش عملیاتی در بورس، فصلنامه پژوهش های علوم مدیریت، دوره ۴، شماره ۱۳، صص ۴۶-۵۸.
- ✓ یگانگی، سید کامران، کریمیان یوسفی، صبا، (۱۴۰۰)، کاربرد پژوهش عملیاتی در تحلیل بازارهای مالی، مطالعات مهندسی صنایع و مدیریت تولید، دوره ۷، شماره ۳، صص ۵۱-۶۱.
- ✓ رهنمای رودپشتی، فریدون، امیرحسینی، زهرا، (۱۳۸۹)، تبیین قیمت گذاری دارایی سرمایه ای مقایسه تطبیقی مدل ها، مجله بررسی های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۷، شماره ۶۲، صص ۴۹-۶۸.
- ✓ فتحی، زاده، امیرحسینی، زهرا، احمدی نیا، حامد، (۱۳۹۱)، مروری بر مدل های قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای با نگرش بر مدل های اقتصادی نوین مبتنی بر آن، مجله اقتصادی، دو ماهنامه بررسی مسائل و سیاست های اقتصادی، شماره های ۷ و ۸، صص ۲۷-۴۶.
- ✓ Alagh, Sehaj. Khurania, Sanyam. Dalvi, Samruddhi. Lalwani, Ruchika. Sakariya, Rohit. (2019).. The Application and Impacts of Operation Research Methodologies on Financial Markets. Volume 4, Issue 10.
- ✓ Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M., Heath, D., (1999). Coherent measures of risk. Mathematical Finance 9 (3), 203-228.
- ✓ Blanchet, J., Chen, L., Zhou, X. Y., (2022). Distributionally robust mean-variance portfolio selection with wasserstein distances. Man- agement Science 68 (9), 6382-6410.

- ✓ Board, J., Sutcliffe, C., & Ziemba, W. (2002). Applying Operations Research Techniques to Financial Markets.
- ✓ Breton, M., Marzouk, O., (2018). Evaluation of counterparty risk for derivatives with early-exercise features. *Journal of Economic Dynamics and Control* 88, 1–20.
- ✓ Crouhy, M., Galai, D., Mark, R., (2000). A comparative analysis of current credit risk models. *Journal of Banking & Finance* 24 (1-2), 59–117.
- ✓ Dammon, R. M., Spatt, C. S., Zhang, H. H., (2001). Optimal consumption and investment with capital gains taxes. *The Review of Financial Studies* 14 (3), 583–616.
- ✓ Gonçalves, João. Sameiro, Carvalho. Paulo, Cortez. (2020). Operations research models and methods for safety stock determination: A review.
- ✓ Goyal, R., Jain, R., Dhariwal, R., Dhanak, S., & Prabhu, S. (2019). Operations Research in financial markets. *International Journal of Advance Research and Development*, 35-37
- ✓ Goyal, Rushil. Jain, Rahul. Dhariwal, Rishab. Dhanak, Sahil. Prabhu, Sakshi. (2019). Operations Research in financial markets, (Volume 4, Issue 9).
- ✓ Kapadia, J., Thirunavukkarasu, K., Gulecha, K., Kotak, K., & Parmar, K. (2021). Operations Research Techniques Applied to the Financial Markets. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(10), 281-290.
- ✓ Kaur, Reshampal. Singh, Ranjit. (2014). Role of OR Techniques in Financial Decision Making.
- ✓ Li, D., Ng, W.-L., (2000). Optimal dynamic portfolio selection: Multiperiod mean-variance formulation. *Mathematical Finance* 10 (3), 387–406.
- ✓ Markowitz, H. M., Todd, G. P., (2000). Mean-variance analysis in portfolio choice and capital markets. Wiley, Hoboken, NJ.
- ✓ Markowitz, H., (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance* 7 (1), 77–91.
- ✓ Michaud, R. O., (1989). The Markowitz optimization enigma: Is ‘optimized’ optimal? *Financial Analysts Journal* 45 (1), 31–42.
- ✓ Michna, Z., Disney, S. M., Nielsen, P., (2020). The impact of stochastic lead times on the bullwhip effect under correlated demand and moving average forecasts. *Omega* 93, 102033.
- ✓ Petropoulos, F., Laporte, G., Aktas, E., Alumur, S. A., Archetti, C., Ayhan, H., ... & Zhao, X. (2023). Operational research: Methods and applications. arXiv preprint arXiv:2303.14217.
- ✓ Poria, Pralay (2018). A Study on Operations Research in Financial Market. Volume 5, Issue 9.
- ✓ Reddy, V. (2018, October). Stock market prediction using machine learning. Retrieved from Analytics Vidhya.
- ✓ Rockafellar, R. T., Uryasev, S., 2002. Conditional value-at-risk for general loss distributions. *Journal of Banking & Finance* 26 (7), 1443–1471.
- ✓ Sonthalia, k. Vadecha, k. Khushi, j. Arora, k. Sethia, k. (2021). Operations research in financial markets, *International Research Journal of Modernization in Engineering*.
- ✓ Sehaj, alagh; Sanyam, Khurania; Samruddhi, Dalvi; Ruchika, Lalwani; Rohit Sakariya (2019), “The application and impacts of operation research methodologies on financial markets”, *International Journal of Inovative Science and Research Technology*, Vol 4, No 10, Pp 354-359.
- ✓ Technology and Science, Vol.3, (pp.129-138), India: SVKM’s Anil Surendra Modi School Of Commerce, Mumbai, Maharashtra.
- ✓ Amihud Y. Mendelson H. Wood R. (1990). Liquidity and the 1987 Stock Market Crash, *Journal of Portfolio Management* Spring 1990; 65-69.
- ✓ Hansen, Lars, and Kenneth Singleton. 1983. “Stochastic Consumption, Risk Aversion, and the Temporal Behavior of Asset Returns.” *Journal of Political Economy* 91, 249-265.

- ✓ Shiller, Robert. 1981. "Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends?" American Economic Review 71, 421-436.