

انتخاب سبد بهینه سهام با استفاده از تئوری بازیها با رویکرد منطق فازی

منا علی اکبری^۱

^۱ عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر

چکیده

هدف این تحقیق ارائه و حل مدل بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از تئوری بازی با رویکرد منطق فازی است. روش انجام این پژوهش کاربردی-توصیفی است. جامعه آماری نیز شامل کلیه شرکتهای تولیدی ۵ صنعت برتر کشور که در سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ در بورس فعالیت داشته اند، است که بعد از فیلتر شدن تعداد ۲۰ شرکت به عنوان نمونه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. در جمع آوری داده های پژوهش از روش کتابخانه ای و گزارشات نرم‌افزار های اطلاعاتی بورس اوراق بهادار استفاده شده است. در تحقیق حاضر جهت تعیین سبد بهینه سهام از رویکرد تئوری بازی در شرایط عدم قطعیت استفاده میشود که ابتدا براساس استراتژی های بازیکنان بازار بورس، مدلهای ریاضی هر کدام از طرفین جهت حداکثر سازی بازده سبد سهام و حداقل سازی ریسک طراحی شده و در ادامه مدلها حل شده و در نهایت مدلهای بازیگران با استفاده از بازی استکلبرگ جهت تعیین سبد بهینه سهام پیاده سازی و اجرا گردید. نتایج پژوهش نشان می دهد که ارزش مازادی که بازیگر بدون ریسک و ریسک گریز ایجاد می نماید مشابه و بالاتر از بازیگر مخالف و ریسک پذیر بوده است. همچنین ارزش مازادی بازیگر مخالف از بازیگر ریسکی بیشتر است. همچنین احتمال حضور بازیگر بدون ریسک و ریسک گریز در ائتلاف یکسان بوده و بالاتر از احتمال حضور بازیگر مخالف و ریسک پذیر در ائتلاف است. همچنین احتمال حضور بازیگر مخالف از بازیگر ریسکی بیشتر است. مقدار شارپ سبد بهینه در مقایسه با معیار شارپ برای بازار در سال ۱۴۰۰ نشان دهنده عملکرد بهتر سبد بهینه حاصل از بازی همکارانه سرمایه گذاران است.

واژه‌های کلیدی: سبد بهینه سهام، رویکرد منطق فازی، تئوری بازی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

انتخاب سبد سهام و مدیریت سبد سهام از اصلی ترین حوزه های تصمیم گیری مالی می باشد. وجود متغیرهای غیر قابل کنترل، فرایند تصمیم گیری را به کلی تحت تاثیر قرار داده است و این امر برای سرمایه گذاران، که در واقع تصمیم گیرندگان نهایی برای تخصیص بودجه خود به دارایی های مالی در سبد سرمایه گذاری می باشند، از اهمیت بالایی برخوردار است. شناسایی عوامل دخیل در تصمیم گیری سرمایه گذار از یک طرف، اندازه گیری این عوامل از طرفی دیگر و همچنین چگونگی تاثیر آنها بر امر انتخاب سبد، مشکل اساسی برای تحلیل گران مالی می باشد (امیرحسینی و قبادی، ۱۳۹۵). مسئله انتخاب سهام شامل ایجاد سبد سهامی می شود که مطلوبیت سرمایه گذار را حداکثر سازد. برای اولین بار در سال ۱۹۵۲ راه حل مسئله انتخاب پرتفوی بهینه توسط هری مارکوویتز ارائه شد. وی مسئله را به صورت یک برنامه ریزی موادراتیک با هدف کمینه سازی واریانس پرتفوی با این شرط که بازده مورد انتظار با یک مقدار ثابت برابر باشد، مطرح کرد؛ به عبارت دیگر از لحاظ مبانی نظری، موضوع انتخاب سبد سهام در حالت حداقل نمودن ریسک در صورت ثابت در نظر داشتن بازده، با استفاده از فرمول های ریاضی و از طریق یک معادله درجه دوم قابل حل است (بدنارک و پاتل، ۲۰۱۸) ^۱

مدل میانگین - واریانس که توسط مارکوویتز ارائه گردید، یکی از مدل هایی است که به طور گسترده در مسئله انتخاب سبد سهام مورد استفاده قرار می گیرد. باید توجه داشت که هرچند این مدل از لحاظ نظری با روش برنامه ریزی ریاضی قابل حل است اما در عمل مشکلاتی در این زمینه وجود دارد. اولاً، محدودیتهایی که در دنیای واقعی وجود دارد، در مدل مارکوویتز در نظر گرفته نشده است. همانند محدودیت تعداد سهام ثابت در پرتفوی، هزینه های معاملاتی، معاملله های سهام در دسته های ثابت و ... متاسفانه اکثر این محدودیتهای از توابع غیر خطی پیروی می کنند که مدل را برای حل، دچار مشکل می نمایند (بحری ثالث و همکاران، ۱۳۹۷). برای رفع محدودیتهای روشها و همچنین تعیین سبد بهینه سهام تاکنون رویکردهای زیادی ارائه شده است. یکی از این رویکردها، نظریه بازی است که میتوان در تحقیقات بیک (۱۳۹۴)، گودرزی و همکاران (۱۳۹۵) و ... استفاده از نظریه بازی را مشاهده کرد. نظریه بازی، نظریه ریاضی کامل مسائلی تصمیم گیری در موقعیت تعارض است. این نظریه رفتار استراتژیک بین عوامل عقلانی را مطالعه می کند و در آن تصمیم گیرنده با توجه به استراتژی های رقبا عملکرد خود را ارزیابی می کند. تصمیم هریک از بازیکنان نیز بر انتخاب استراتژی دیگران تاثیر می گذارد و به طور کلی هدف نهایی در نظریه بازی یافتن استراتژی بهینه برای بازیکنان است. مزیت نظریه بازی نسبت به مدل های بهینه یابی خطی این است که در این نظریه تاثیر استراتژی های انتخابی دیگر بازیگران در محیط های تقابل منافع، به خوبی محاسبه می شود (بیک، ۱۳۹۴).

^۱Bednarek & Patel^۲Cardinality Constraint^۳Transaction Cost^۴Transaction Lot

نظریه بازی

حوزه ای از ریاضیات کاربردی است که در بستر علم اقتصاد توسعه یافته و به مطالعه رفتار راهبردی بین عوامل عقلانی می پردازد. رفتار راهبردی، زمانی بروز می کند که مطلوبیت هر عامل، نه فقط به راهبرد انتخاب شده توسط خود وی بلکه به راهبرد انتخاب شده توسط بازیگران دیگر همبستگی داشته باشد. زندگی روزمره ما، مثال های بی شمار از چنین وضعیت هایی دارد که از جمله آن ها می توان به مذاکرات تجاری بین دو کشور، جنگ تبلیغاتی بین دو شرکت رقیب، رای دادن دو سهام دار، بازی بین استاد و دانشجو برای تعیین کیفیت درس، بازی دولت و شهروندان برای اعلام و پذیرش سیاست ها، پیشنهاد و رد ازدواج بین یک زن و مرد اشاره کرد.

برای تعریف فضای بازی، مشخص کردن عناصر زیر لازم و کافی است:

- ۱) بازیگران: طرف های بازی که هر کدام حداقل دو راهبرد در اختیار دارند.
- ۲) راهبرد در اختیار هر بازیگر: زنجیره ای مرتب از اقداماتی است که بازیگر می تواند در قدم های مختلف بازی برگزیند.
- ۳) ترتیب بازی: این که در هر قدمی از بازی، چه بازیگری حرکت می کند.
- ۴) ساختار اطلاعاتی: در هر لحظه از بازی هر بازیگر می تواند چه اطلاعاتی را از حرکت ها و ترجیحات طرف مقابلش بداند.
- ۵) خروجی های بازی: وقتی بازی به انتها می رسد چه نتایجی به بار می آید.

منطق فازی

منطق فازی نوعی رویکرد در علم کامپیوتر است که در منطق بولی به جای روش متداول صحیح یا غلط (صفر یا یک) که کامپیوتر های مدرن بر پایه آن طراحی شده اند از درجه درستی استفاده می کند. ایده اصلی مربوط به منطق فازی اولین بار توسط پروفیسور لطفی زاده در دانشگاه برکلی و در دهه ۶۰ میلادی ارائه شد. دکتر لطفی زاده در آن زمان بر روی مسئله درک زبان انسان توسط کامپیوتر کار می کرد. زبان طبیعی انسان (مانند بیشتر فعالیت ها در زندگی و جهان هستی) به آسانی به مقادیر مطلق ۰ و ۱ تبدیل نمی شود (این که آیا همه چیز را می توان در نهایت به صورت جمله های دوتایی (باینری) توصیف کرد سوالی فلسفی است که ارزش پیگیری دارد اما در عمل بیشتر داده هایی که می خواهیم به صورت ورودی در اختیار کامپیوتر قرار دهیم و همچنین در اغلب موارد نتایج آن نیز حالتی بینابینی دارد). شاید تصور منطق فازی به عنوان راه اصلی استدلال و در نظر گرفتن منطق بولی به عنوان یک حالت خاص از آن بتواند به درک بهتر موضوع کمک کند.

منطق فازی ۰ و ۱ را به عنوان حالت های مغرط حقیقت (واقعیت) در نظر می گیرند اما چندین حالت درستی نیز در بین این دو حالت قرار می گیرد مثلاً نتیجه مقایسه بین دو چیز ممکن است نه کوتاه یا بلند بودن آن ها بلکه ۰,۳۸ بلندتر بودن یکی از آن ها باشد. منطق فازی به روش کار کردن مغز ما نزدیک تر است. ما داده ها را در کنار هم جمع می کنیم و حقایق جزئی را ایجاد می کنیم. این حقایق جزئی در ادامه در کنار هم جمع می شوند تا به حقیقت های مرتبه بالاتری تبدیل شوند به طوری که وقتی از حد معینی می گذرند نتایجی مانند واکنش های حرکتی را در بر خواهند داشت. فرآیند مشابهی در شبکه های عصبی، سیستم های خبره و سایر کاربرد های آن در هوش مصنوعی مورد استفاده قرار می گیرد. منطق فازی برای توسعه

توانایی انسان گونه در هوش مصنوعی ضروری است. در این تحقیق نیز مسئله بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از رویکرد نظریه بازی بررسی می‌شود. اما آنچه که تحقیق حاضر را نسبت به تحقیقات گذشته متمایز می‌کند، رویکرد منطق فازی است. در واقع در این مطالعه "بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از نظریه بازی با رویکرد منطق فازی" بررسی خواهد شد.

اهداف و ضرورت‌های پژوهش

اهمیت این تحقیق را می‌توان از چند دیدگاه در نظر گرفت و آنها را دسته بندی نمود:

- از دیدگاه شرکت های پذیرفته شده در بورس، در صورت تبیین روش کارای انتخاب سهام در بورس ایران، شرکت های پذیرفته شده در بورس و سایر شرکت های در شرف ورود به بورس از فوائد مستقیم و غیر مستقیم آن بهره برده، بدین صورت که روش تامین مالی و افزایش سرمایه شرکت ها اگر استفاده از بازار سرمایه است، این شرکت ها به یک منبع سرمایه ارزان قیمت دست پیدا کرده اند و این دست یابی در گرو ورود هر چه بیشتر سرمایه گذاران به بورس در اثر اطمینان آنها از سرمایه گذاری می باشد.
- از دیدگاه سرمایه گذاران، همان گونه که گفته شد با مشخص بودن راه و روش صحیح و دقیق انتخاب سهام، تدوین استراتژی سرمایه گذاری بسیار حساب شده تر انجام می پذیرد و چه بسا با عدم مشخص بودن روش سرمایه گذاری، نتوان یک استراتژی سرمایه گذاری را پایه ریزی کرد.
- از دیدگاه سازمان بورس، با توجه به نیاز این سازمان به رشد در سایه پژوهش و تحقیقات، می توان گفت که انجام این گونه تحقیقات زمینه فعال سازی سازمان بورس را بیشتر مهیا ساخته و همچنین سازمان بورس برای دعوت و ترغیب سرمایه گذاران احتیاج به شفاف سازی و ارائه دلایل محکمی مبنی بر افزایش اطمینان برای سرمایه گذاری در بورس را دارد.

اهداف تحقیق حاضر در دو دسته اهداف اصلی و فرعی بصورت زیر تدوین شده است:

هدف اصلی: ارائه و حل مدل بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از تئوری بازی با رویکرد منطق فازی

اهداف فرعی:

- تعیین استراتژیهای بازیکنان سبد سهام
- طراحی توابع و مدل‌های ریاضی بازیکنان در تئوری بازی بر اساس مسئله بهینه‌سازی سبد سهام با رویکرد منطق فازی
- حل مدل‌های بازیکنان با استفاده از بازی استکلبرگ و تعیین سبد بهینه سهام

سوالات تحقیق:

سئوالاتی که تحقیق حاضر در راستای پاسخ به آنها شکل گرفته است، به شرح زیر می‌باشد:

سئوال اصلی: چگونه می‌توان به بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از تئوری بازی با رویکرد منطق فازی پرداخت؟

سئوالهای فرعی:

- استراتژیهای بازیکنان سبد سهام کدامند؟
- توابع و مدل‌های ریاضی بازیکنان در تئوری بازی بر اساس مسئله بهینه سازی سبد سهام با رویکرد فازی به چه صورت است؟
- سبد بهینه سهام حاصل از حل مدل‌های بازیکنان با استفاده از بازی/استکلبرگ کدام است؟

مبانی نظری پژوهش:

تشکیل سرمایه مهمترین عامل پیشرفت اقتصادی است. توسعه ی سرمایه گذاری از یک سو موجب جذب سرمایه های غیر کارا و هدایت آنها به بخش های مولد اقتصادی شده واز سوی دیگر با توجه به جهت گیری سرمایه گذاران موجب سرمایه گذاری در صنایعی خواهد شد که از سود بیشتر یا خطر کمتری برخوردارند و این امر در نهایت سبب تخصیص بهینه ی منابع می شود(کهن سال و ناجاکار، ۱۳۹۲).

تکنیک های تصمیم گیری در بورس اوراق بهادار

روش های متنوعی برای تحلیل وضعیت سهام شرکت ها وجود دارد از مهمترین این روش ها می توان روش تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال را نام برد. رویکرد بنیادی و مدل های مورد استفاده در آن از دهه ۱۹۳۰ مطرح بوده اما پس از جنگ جهانی دوم به صورت کاربردی و نظری مورد توجه قرار گرفته است. بنیادگراها به تغییرات تصادفی قیمت ها معتقدند و اظهار می دارند که تغییرات تابع روند مشخصی نیست. در واقع تغییرات قیمت را فاقد حافظه میدانند. تمرکز آنان بر ارزش ذاتی اوراق بهادار است و بر این باورند که ارزش هر سهم به طور علمی قابل تعیین است. برای تعیین ارزش ذاتی می بایست اقتصاد ملی، صنایع و شرکت های آن صنعت را با تکیه بر تمامی اطلاعات موجود مورد مطالعه قرار داد. از آنجایی که وضعیت اقتصادی کشور در آینده بر سودآوری شرکت ها تاثیرگذار خواهد بود لذا تجزیه و تحلیل اوضاع اقتصادی و تغییرات آن امری ضروری است. در این مرحله شاخص های مهمی چون تورم، کسری بودجه دولت، تراز تجاری، نرخ ارز و مواردی از این قبیل مورد بررسی قرار می گیرند. وضعیت صنعتی که شرکت در آن قرار دارد تاثیر قابل توجهی بر نحوه ی فعالیت شرکت دارد. در صورت نامطلوب بودن وضعیت صنعت بهترین سهام موجود در این صنعت نیز نمی تواند بازده مناسبی داشته باشد. در واقع سهام ضعیف در صنعت قوی، بهتر از سهام قوی در صنعت ضعیف است. در این مرحله هدف تشخیص موقعیت فعلی صنعت و روند رشد آینده آن است(حجابی، ۱۳۸۶).

رویکرد تکنیکی:

از اوایل قرن بیستم که به تدریج رفتار قیمت سهام و ارزش آن به شکلی علمی تر مورد توجه قرار گرفت، برخی از دست اندر کاران و شرکتهای سرمایه گذاری از طریق تعقیب قیمت و روندهای خاص ، الگوی تغییرات قیمت را بدست آورده و نتایج کارهای خود را مبنای تصمیمات سرمایه گذاری قرار می دادند. ترسیم رفتار قیمت، بررسی و تهیه نمودارها و مطالعه نوسانات و شناخت حساسیت های رفتار قیمت و پیش بینی آینده، هدف اصلی این گروه از صاحب نظران می باشد. هنوز نیز این تفکر مورد قبول بسیاری از سرمایه گذاران و موسسات می باشد. این گروه را تحلیل گران تکنیکی یا چارتیست می خوانند. زیرا از نمودار و منحنی ها استفاده زیادی به عمل می آورند. این تحلیل گران معتقدند که عوامل موثر بر عرضه و تقاضا بی شمارند و هیچ گاه نمی توان آنها را بدرستی و دقت شناسایی نمود، لذا بهترین شیوه کار را مطالعه حرکات گذشته و بدست آوردن الگوی تغییرات

آینده می‌دانند. آنان عرضه و تقاضا را وابسته به عوامل بسیار زیادی دانسته و اعتقاد دارند که قیمت‌های گذشته، منعکس کننده آینده بوده و قیمت را تابع محض عرضه و تقاضا می‌دانند. آنان به دنبال تغییرات بلند مدت نیستند و می‌گویند باید از فرصت های کوتاه مدت حداکثر استفاده را نمود و سود آنی به دست آورد. این روش در حال حاضر نیز علاقه‌مندان بسیار زیادی در میان تحلیل‌گران بازار دارد که به علت ضعف استدلال و توجیهات علمی، در مجامع دانشگاهی مورد قبول و حمایت نیست (باتاچارجی، ۲۰۱۲).

۵

رویکرد اساسی یا بنیادگرایانه:

این رویکرد و مدل‌های مورد استفاده در آن از دهه ۱۹۳۰ مطرح بوده، اما عمدتاً بعد از جنگ جهانی دوم در قالب‌های نظری فراگیر، مورد توجه قرار گرفتند. در اینگونه مدل‌ها اساساً به ارزش ذاتی سهم توجه می‌شود. این روشها مورد توجه دانشگاهیان است، زیرا بطور علمی و با تکیه بر ابزارهای مختلف علمی از قبیل اقتصاد، آمار، اطلاعات مالی و غیره، ارزش سهام را تعیین می‌نمایند. این مدل‌ها برای تعیین ارزش ذاتی سهم، به صورتهای مالی، سوابق تقسیم سود، سیاستهای مدیریت، رشد فروش، توان موسسه در افزایش سودآوری و بسیاری عوامل دیگر توجه نموده، سپس ارزش ذاتی بدست آمده را با قیمت جاری سهام مقایسه می‌کنند. بر این اساس در مورد خرید، فروش و یا نگهداری آن تصمیم‌گیری می‌نمایند، لذا محافل آکادمیک معتقدند بنیادگرایان، اصول صحیح تری را برای تعیین ارزش ذاتی سهام را در توان ایجاد درآمد شرکت، جستجو می‌نمایند را مورد حمایت بیشتری قرار می‌دهند، زیرا با اصول فرضیه بازار کارا نیز تطابق بیشتری دارد (رباط کریمی، ۱۳۸۶).

رویکرد مبتنی بر نظریه‌های مدرن مالی

دیدگاه‌های ارائه شده در این مطالعات، با بررسی‌های گذشته، تفاوت اساسی داشت و در آن زمان، مورد استفاده وسیع دست اندرکاران بازارهای سرمایه قرار گرفت. عمر نظریه‌های مدرن مالی در حدود نیم قرن است، ظرف این مدت این نظریه‌ها مبنای محاسبه ارزش دارایی‌های مالی و پیش‌بینی قیمت اوراق بهادار بوده و کوشیده‌اند وضعیت بازار سرمایه را توضیح دهند (رباط کریمی، ۱۳۸۶).

رویکرد بی‌نظمی و پویایی غیر خطی

از اواسط دهه ۱۹۷۰ و بویژه از سال ۱۹۹۰ کوشش‌های جدید گسترده‌ای در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام، با استفاده از روشهای جدید ریاضی، سری‌های زمانی طولانی و ابزار پیشرفته آغاز گردید که منجر به ظهور دیدگاه بی‌نظمی و پویایی غیر خطی شد. نظریه‌ی بی‌نظمی (آشوب) یک مفهوم ریاضی محسوب می‌شود که شاید نتوان خیلی دقیق آن را تعریف کرد، اما می‌توان آن را نوعی اتفاقی بودن همراه با قطعیت دانست؛

پیشینه‌ی تحقیق:

بحری ثالث و همکاران (۱۳۹۷) به انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین واریانس مارکویتز با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مختلف پرداخته‌اند. در تحقیق آنها، انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از سه الگوریتم، شامل الگوریتم ژنتیک، فرهنگی و ازدحام ذرات و اطلاعات ۱۰۶ شرکت پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران، در طی دوره زمانی ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۳، صورت گرفته است. در این پژوهش برای رسم مرز کارا و تشکیل پرتفوی بهینه، از واریانس به عنوان عامل اصلی خطر پذیری استفاده شده است. نتایج مطالعه از بررسی تفاوت بین میانگین بازده سرمایه گذاری در سبدهای منتخب براساس سه

روش نشان از عدم وجود اختلاف معنادار بین سه الگوریتم دارد. از طرفی به منظور مقایسه الگوریتم ها و بررسی برتری الگوریتم ها، دو روش بهینه سازی از دو بعد تابع هدف و نسبت بازده و ریسک مورد مقایسه قرار گرفت. از آنجایی که الگوریتم ازدحام ذرات مقدار تابع هدف کمتری داشته یا به عبارتی با کمترین خطا به بهترین نتیجه رسیده است، نسبت به الگوریتم های دیگر بهتر عمل کرده است و نشان دهنده برتری نسبی این الگوریتم در انتخاب سبد سهام بهینه است.

نبی زاده و بهزادی (۱۳۹۷) به بهینه سازی پورتفوی با در نظر گرفتن آنتروپی و با استفاده از برنامه ریزی آرمانی پرداخته اند. هدف از نگارش مقاله در نظر گرفتن فرض غیرنرمال بودن توزیع بازده دارایی ها از طریق وارد کردن گشتاورهای مراتب بالاتر در مدل ها و همچنین در نظر گرفتن معیار آنتروپی به عنوان معیار تنوع سازی در مدل بهینه سازی پورتفوی می باشد. روش: در مقاله پیش رو، رویکرد جدیدی با استفاده از برنامه ریزی آرمانی چندجمله ای براساس مدل میانگین، واریانس، چولگی، کشیدگی و آنتروپی پیشنهاد شده است. در این مقاله برای اندازه گیری آنتروپی از معیارهای شانون و جینی سیمپسون استفاده شده است. همچنین برای بهینه سازی مسأله از روش آرمانی چندجمله ای استفاده شده است. یافته ها: یافته ها نشان از بهبود ارزیابی عملکرد پورتفوی نسبت به مدل میانگین واریانس و مدل هایی که به تنهایی گشتاور مراتب بالاتر را در نظر گرفته اند، دارد. نتیجه گیری: نتایج حاصل از مقایسه مدل ها براساس شاخص های ارزیابی پورتفوی نشانگر این است که استفاده از آنتروپی به منظور متنوع سازی، موجب کاهش معنی دار مقادیر بهینه سایر توابع هدف نمی شود.

قدردان و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی عملکرد بهینه سازی کلاسیک پورتفوی (مدل میانگین واریانس مارکوویتز) در صورت استفاده از مدل مبتنی بر چولگی در محیط فازی به عنوان تابع هدف پرداخته اند. ر این پژوهش به بررسی ۱۹۵ پورتفوی ماهانه در یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۶-۱۳۹۵) در مورد شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شده است و ریسک و بازدهی هر پورتفوی براساس دو مدل بهینه سازی چولگی در محیط فازی و کلاسیک تخمین زده شد. در مرحله بعد با استفاده از آزمون میانگین تفاوت، به بررسی وجود تفاوت معناداری بین ریسک و بازده پیش بینی شده در دو مدل پرداخته شد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که، ریسک و بازده پیش بینی شده در مدل چولگی با ریسک و بازده پیش بینی شده در مدل کلاسیک تفاوت معناداری دارد.

سیمونیان (۲۰۱۹) به بررسی مسئله انتخاب پورتفوی بهینه با رویکرد تئوری بازی پرداخته است. وی در دو مرحله برای ساخت سبد بهینه اقدام می کند که در مرحله اول، از یک عملگر جهت ترکیب تخصیص وزن سهام تعیین شده با استفاده از دو روش استفاده می کند. در مرحله دوم، از تئوری بازی جهت ساخت یک سبد بهینه سهام استفاده می کند. در این مرحله، دو بازیکن دارای قدرت چانه زنی با شرکت بوده و برای آنها مدل بهینه سازی طراحی و حل گردیده است.

گاپتا و همکاران (۲۰۱۹) از برنامه ریزی هدف فازی برای بهینه سازی پورتفولیو با رویکرد آنتروپی استفاده نمودند. برای این منظور، آنها چهار هدف را که عبارتند از بازده، واریانس، چولگی و آنتروپی، همراه با برخی محدودیت های واقع گرایانه مانند یک محدودیت کاردینالیتی، محدودیت احتمالی و استفاده کامل از سرمایه در نظر گرفتند. همچنین آنها محدودیت "فروش

^۱Simonian

^۲Gupta

کوتاه ممنوع است" و "محدودیت کف و سقف" را با در نظر گرفتن فاصله اطمینان در مدل، در قالب یک محدودیت انعطاف پذیر ارائه و به کار گرفته اند.

تریچلی و همکاران (۲۰۲۰) به بهینه سازی پورتفولیو کشورهای اسلامی با در نظر گرفتن احساسات سرمایه گذار پرداخته اند. در این مقاله بهینه سازی پورتفولیو با در نظر گرفتن حالت های احساسی سرمایه گذار از مدل مارکوف و در طول یک افق زمانی در دوره ۲۰۰۴-۲۰۱۶ بررسی شده است. برای مقایسه سبد کارآمد، شاخصهای سهام اسلامی و متعارف، در مقاله از دو رویکرد استفاده شده است: میانگین واریانس بیزی و مارکویتز. یافته های آنها نشان می دهد که مرز کارآمد بیزی سهام اوراق بهادار اسلامی و متعارف تحت تأثیر وضعیت احساسات سرمایه گذار و افق زمانی است. یافته ها همچنین حاکی از آن است که شرایط و احساسات سرمایه گذار، اوراق بهادار متنوع اسلامی و متعارف را تغییر می دهد.

روش شناسی پژوهش

در تحقیق حاضر جهت تعیین سبد بهینه سهام از رویکرد تئوری بازی در شرایط عدم قطعیت استفاده میشود. گذشت زمان می تواند با تغییر شرایط محیطی امکان پذیری تحقق همزمان معیارها را فراهم نماید و از سوی دیگر امکان تحقق همزمان معیارهای حریف را کم کند و این تاخیر و تقدم در تصمیم گیری تأثیر بسیاری بر پیامدهای بازی می تواند داشته باشد. همواره می توان گفت عدم قطعیت بر نتیجه بازی تأثیر می گذارد. همواره عملگرهای فازی در ذهن تصمیم گیرندگان حرفه ای در حال تحلیل امکان پذیری تحقق همزمان معیارها است. برخی از بازیکنان نمیخواهند و یا نمیتوانند دستچین تک محصولی از سیستم تصمیم داشته باشند. آینده نامطمئن را بایستی فراتر از امید و ناامیدی تحلیل کرد. آنچه از پارادوکس پیراندو می توان برداشت کرد در واقع تاییدی بر این نگرش فازی است. لذا در تحقیق حاضر جهت مدلسازی عدم قطعیت از رویکرد فازی استفاده می شود.

ابتدا براساس استراتژی های بازیکنان بازار بورس، مدل های هر کدام از طرفین جهت حداکثر سازی بازده سبد سهام و حداقل سازی ریسک نوشته شده و مدلها حل شده و سبد بهینه سهام ارائه میگردد.

ابتدا براساس استراتژی های بازیکنان بازار بورس، مدل های هر کدام از طرفین جهت حداکثر سازی بازده سبد سهام و حداقل سازی ریسک نوشته شده و مدلها حل شده و سبد بهینه سهام ارائه میگردد. با نگاهی به ساز و کار بازار سرمایه می توان دریافت که فعالان این بازار، بازیگران یک بازی ایستا با تعارض منافع هستند، لذا این پژوهش سعی بر آن دارد تا با تبیین رفتار سرمایه گذاران در غالب یک بازی همکارانه یک راه حل بهینه برای انتخاب سبد سهام پیشنهاد کند. بنابراین مدل این پژوهش، تحت مدل بازی ایستا، حاصل جمع صفر (میان سرمایه گذاران و بازار)، و یک بازی همکارانه (میان ائتلاف کنندگان) تعریف خواهد شد.

همکارانه یا غیر همکارانه بودن بازی؛ بازی های میتوانند همکارانه یا غیرهمکارانه باشند. در بازی غیرهمکارانه بازیکنان برای حداکثر کردن پیامد خود، با توجه به استراتژی های انتخابی حریف یا حریفان، ممکن است در نهایت آن استراتژی را انتخاب

^۴Trichilli

کنند که بیشترین منفعت ممکن را به دنبال نداشته باشد، از این رو، در بازی همکارانه، بازیکنان سعی بر آن دارند با استفاده از ائتلاف با سایر بازیگران به منفعت بالاتری دست پیدا کنند.

در مدل تحقیق حاضر، دو گروه بازیگر وجود دارد که یک طرف بازی، بازار بورس و طرف دیگر سرمایه‌گذاران هستند.

سرمایه‌گذاران که طرف دیگر بازی هستند، دارای تقاضا جهت خرید یا سرمایه‌گذاری در سهام شرکت‌های مختلف هستند و هدف آنها انتخاب یک سبد بهینه سهام است بطوریکه بیشترین بازده و کمترین ریسک را دارا باشد. در تحقیق حاضر از بازی استکلبرگ استفاده می‌شود که در این بازی، شاخص بازار بعنوان رهبر و سرمایه‌گذاران بعنوان پیرو می‌باشند.

شاخص بازار که در این تحقیق بعنوان بازیگر بزرگ و رهبر در نظر گرفته می‌شود، دارای سه استراتژی است: استراتژی صعودی (روند بازار صعودی است)، استراتژی خنثی (بازار ساکن است) و استراتژی نزولی (روند بازار نزولی است).

بازیگر بزرگ قدرتی برای شکل دهی روند بازار داشته و سایر بازیگران بازار (سرمایه‌گذاران) سعی بر آن دارند تا با ائتلاف با یکدیگر بازیگر بزرگ را شکست دهند. همچنین سرمایه‌گذاران نیز براساس ریسک‌پذیری و همچنین براساس استراتژی‌های بازیگر بزرگ، تصمیم به خرید یا عدم خرید سهم می‌گیرند. بنابراین بازیگران در مسئله تحقیق حاضر ۵ گروه هستند:

- بازیگر بزرگ: بازیگر بزرگ در واقع همان شاخص بازار است. بازیگر بزرگ قدرتی برای شکل دهی روند بازار داشته و سایر بازیگران بازار سعی بر آن دارند تا با ائتلاف با یکدیگر بازیگر بزرگ را شکست دهند.
- بازیگر بدون ریسک: بازیگر بدون ریسک، قصد پذیرش هیچ گونه ریسکی را ندارد. لذا این سرمایه‌گذار صرفاً در اوراق بهادار بدون ریسک سرمایه‌گذاری نموده و عایدی وی نرخ بازدهی بدون ریسک خواهد بود.
- بازیگر مخالف: بازیگر مخالف علاقه‌مند به حرکت در خلاف جهت بازیگر بزرگ است. به زبان مالی بازیگر مخالف صرفاً در سهام و اوراق بهادار با بتای منفی سرمایه‌گذاری می‌نماید.
- بازیگر ریسک‌گریز (کم ریسک): بازیگر کم ریسک در سهام و اوراق بهادار با بتای کمتر از یک سرمایه‌گذاری می‌نماید.
- بازیگر ریسکی (پر ریسک): بازیگر پر ریسک در سهام و اوراق بهادار با بتای بیشتر از یک سرمایه‌گذاری می‌نماید. همانطور که گفته شد، در تحقیق حاضر، نظریه بازی با رویکرد منطق فازی مد نظر است. در بکارگیری تئوری مجموعه‌های فازی در نظریه بازی‌ها، تعیین استراتژی‌های بازیکنان بر اساس متغیرهای فازی با یک تابع عضویت قطعی صورت می‌گیرد که در آن درجه عدم عضویت تنها به صورت مکمل درجه عضویت بیان می‌شود. در حالیکه تعیین مقادیر پارامترهای نادقیق تصمیمات، ممکن است با درجه‌ای از تردید همراه باشد.

یافته‌های پژوهش

جامعه آماری این تحقیق، شامل کلیه شرکت‌های تولیدی ۵ صنعت برتر کشور که در سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ در بورس فعالیت داشته‌اند، می‌باشد.

تعدادی از شرکت‌های جامعه آماری به عنوان نمونه انتخاب می‌شوند. که دارای محدودیت‌های زیر باشند:

(۱) به لحاظ افزایش قابلیت مقایسه بین آنها، دوره مالی آنها منتهی به پایان اسفند ماه باشد.

(۲) در طی دوره زمانی تحقیق نماد سهام آنها در بورس اوراق بهادار تهران متوقف یا حذف نشده باشد.

۳) جهت همگن تر شدن نتایج ناشی از تحقیق، فعالیت آنها تولیدی باشد.

۴) اطلاعات ماهانه مربوط به بازده سهام، صورت های مالی و یادداشت های توضیحی صورت های مالی هفتگی این شرکت ها، در طی دوره زمانی مورد نظر در دسترس باشد.

تعداد شرکت های نمونه و بعد از فیلتر شدن آنها برابر با ۶۸ می باشد که از بین ۶۸ شرکت، ۲۰ شرکت به عنوان مورد مطالعه ی پژوهش، جهت بررسی و پاسخ دهی به سوال تحقیق انتخاب گردیدند.

همچنین تعداد روزهای مورد مشاهده مطابق با کمیته بازل برابر با ۲۵۰ روز در نظر گرفته شده است.

جدول ۴-۲- آمار توصیفی بازده شرکتهای نمونه آماری

شرکت	اوج فامعيار	میانگین	چولگی	کشیدگی	ماکسیمم	مینیمم
خلیر	۰.۴۵۶	۰.۰۴۴	۸۵۱۷	۹۲۶۵	۹	۳۰
فقی	۰.۹۵۰	۰.۱۸۵	۵۸۷۳	۴۸۹۹	۲۳۲	۸۴
بفجر	۰.۴۹۹۶	۰.۰۴۲	۱۲۷۰۱	۱۸۵۶۲	۷۳	۰.۷
پس	۰.۵۰۷۰	۰.۰۴۳	۱۲۹۱۱	۱۸۹۱۰۳	۷۴	۰.۷
پسلن	۰.۴۸۶	۰.۰۴۱	۱۱۴۸۰	۱۶۳۹۲	۹	۰.۸
پترول	۰.۲۵۴۱	۰.۰۲۴	۴۷۳۵	۵۵۰۴۲	۲۷	۰.۸
تاپیکو	۰.۱۵۸۸	۰.۰۲۰	۱۵۰۸۳	۲۲۸۶۸	۲۴	۰.۰
تاصیکو	۰.۱۲۳۰	۰.۰۱۸	۱۴۷۴۳	۲۱۹۱۴۹	۱۸	۰.۰
تیبیکو	۰.۴۷۷۵	۰.۰۴۲	۱۴۴۹	۲۱۴۷۱۸	۷۰	۰.۰
جم	۰.۲۴۳۳	۰.۰۲۷	۱۴۵۷۷	۲۱۲۹۷۷	۳۶	۰.۰
چیلن	۰.۴۲۸۷	۰.۰۳۹	۱۴۸۱۴	۲۱۹۴۴	۶	۰.۰
حکشتی	۰.۲۴۵۲	۰.۰۲۶	۱۴۷۰۸	۲۱۹۶	۳۶	۰.۰
خلس	۰.۳۲۵	۰.۰۵۲	۱۴۹۲۷	۲۲۲۸۶	۹۵	۰.۰
خسایا	۰.۲۸۷۰	۰.۰۲۹	۱۴۶۷	۲۱۹۳۲	۴۲	۰.۰
حصید	۰.۴۱۷۵	۰.۰۳۹	۱۴۵۷۳	۲۱۲۵۷۳	۶	۰.۰
رفور	۰.۲۷۷۲	۰.۰۳۰	۱۴۲۰۸	۲۰۲۲۴۴	۴۰	۰.۰
رمینا	۰.۰۸۴۸	۰.۰۱۶	۱۴۱۸۶	۲۰۴۴۸	۱۲	۰.۰
سوس	۰.۲۴۹۶	۰.۰۲۶	۱۴۷۴۹	۲۱۸۰۱۴	۳۷	۰.۰
نارکا	۰.۴۱۳۸	۰.۰۳۸	۱۴۷۱۶	۲۱۹۰۷	۶	۰.۰
شبریز	۰.۵۹۲۴	۰.۰۴۹	۱۴۹۲۵	۲۲۲۸۴۲	۸۹	۰.۰

جدول (۴-۲) توصیف بازده ۲۰ شرکت عضو صنایع برتر را نشان می دهد، مطابق این جدول، مقدار میانگین، ماکسیمم، مینیمم و انحراف معیار بازده سهام برای شرکت اخبر به ترتیب برابر با ۰.۰۴۴، ۰.۰۶۹، ۰.۳۰، ۰.۰۶۴ و ۰.۰۶۴ می باشد.

دامنه تغییرات توزیع متغیر یاد شده از میانگین داده ها با توجه به آماره انحراف معیار از صفر تا ۰.۰۶۴ را پوشش می دهد و از این رو تفاوت چندان فاحشی از این منظر در شرکت مورد بررسی ملاحظه نمی گردد. با توجه به مثبت بودن ضریب چولگی می توان دریافت که توزیع متغیر یاد شده چوله به راست بوده و رابطه (میانگین < میانه < مد) حاکم است. مقدار ضریب چولگی برای این متغیر برابر ۸.۵۱۷ است و به عبارتی دیگر تراکم داده ها بیشتر به سمت راست تمایل دارد و رابطه (میانگین < میانه < مد) حاکم است. مقدار ضریب کشیدگی برای این متغیر ۹۲.۶۶۵ می باشد و نشان می دهد که بلندی و کشیدگی توزیع این متغیر بلندتر از توزیع نرمال استاندارد است. به طور مشابه در صورت مثبت بودن ضریب کشیدگی می توان دریافت که

کشیدگی و بلندی توزیع متغیر یاد شده، از بلندی و کشیدگی توزیع نرمال بزرگ تر و در صورت منفی بودن این ضریب، بلندی کوچکتر از بلندی توزیع نرمال خواهد بود. بطور خلاصه هر چه قدر بلندی و کشیدگی مربوط به یک متغیر بیشتر باشد نشان از تجمع و تراکم بیشتر داده ها می باشد و برعکس هر چه توزیع پهن تر باشد، دامنه ها پهن تر بوده و پراکندگی عناصر زیادتر خواهد بود.

- نتایج حل مدل

در این بخش به حل مدل نظریه بازی ارائه شده در فصل سوم پرداخته شده است. جهت حل، مدل ارائه شده در محیط نرم افزار متلب حل گردید و پس از محاسبه سبد دارایی ها، عملکرد سبد بر اساس معیار ترینر با عملکرد شاخص بازار مقایسه می گردد. شاخص ترینر به شرح ذیل محاسبه می گردد:

$$T_p = \frac{R_p - R_f}{\beta_p} \quad (۱ - ۴)$$

استراتژیهای سرمایه گذاری هر بازیگر به همراه مطلوبیت محاسبه شده بر اساس رابطه (۲-۴) به شرح جداول (۴-۴)، (۴-۵)، (۴-۶) و (۷-۴) است. استراتژیهای بازیگر بزرگ بر اساس M1 تا M3 تعیین گردیده است.

$$u = \begin{cases} ۱ \text{ if } r_i \geq r_m & u = ۱ \text{ else } u = -۱ \\ ۱ \text{ if } r_i \geq r_f & u = ۱ \text{ else } u = -۱ \\ ۱ \text{ if } SR_i \geq SR_m & u = ۱ \text{ else } u = -۱ \end{cases} \quad (۲ - ۴)$$

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر نظریه بازی فازی مد نظر است و استراتژیها از نوع فازی مثلثی هستند، مطلوبیت ۱ در رابطه (۲-۴) بعنوان متغیر زبانی خیلی زیاد یا عدد فازی مثلثی (۰,۸,۱,۱) و مطلوبیت -۱ بعنوان متغیر زبانی خیلی کم یا عدد فازی مثلثی (۰,۰,۰,۲) در نظر گرفته می شود. لذا رابطه (۲-۴) بصورت رابطه (۳-۴) بازنویسی میشود.

جدول ۳-۴- متغیرهای زبانی (چن و هوانگ، ۱۹۹۲)

Very Low(VL)	(۰,۰,۰,۲)
Low(L)	(۰,۰,۲,۰,۴)
Medium	(۰,۳,۰,۵,۰,۷)
High(H)	(۰,۶,۰,۸,۱)
Very High(VH)	(۰,۸,۱,۱)

$$= \begin{cases} ۱ \text{ if } r_i \geq r_m & u = (۰,۸,۱,۱) \text{ else } u = (۰,۰,۰,۲) \\ ۱ \text{ if } r_i \geq r_f & u = (۰,۸,۱,۱) \text{ else } u = (۰,۰,۰,۲) \\ ۱ \text{ if } SR_i \geq SR_m & u = (۰,۸,۱,۱) \text{ else } u = (۰,۰,۰,۲) \end{cases} \quad (۳ - ۴)$$

همچنین برای هر عدد فازی مثلثی براساس روش جیمنز اقدام میشود. اگر $u = (a, b, c)$ باشد، دیفازی آن بصورت امید ریاضی عدد فازی بوده و بصورت زیر است:

$$E(u) = \frac{a + 2b + c}{4} \quad (4-4)$$

جدول (۴-۴) استراتژیهای سرمایه گذاری بازیگر مخالف را نشان می دهد، بازیگر مخالف علاقه مند به حرکت در خلاف جهت بازیگر بزرگ است. به زبان مالی بازیگر مخالف صرفا در سهام و اوراق بهادار با بتای منفی سرمایه گذاری می نماید.

جدول ۴-۴- بازیگر مخالف

نام	نماد	M1	M2	M3
مخلوط لونا	لخبر	۸۷	۸۷	۳۳
فروشگاه زنجیره ای کوش	کوش	۸۷	۸۷	۳۳
فجر انرژی خلیج فارس	بفجر	۸۷	۸۷	۳۳
پتروشیمی فارس	فارس	۸۷	۸۷	۳۳
گستر شینک و گاز لاریجان	لاریجان	۸۷	۸۷	۳۳
گروه پتروشیمی لاریجان	پتروشیمی	۸۷	۸۷	۳۳
مغز و گاز پتروشیمی تامین	تاپیکو	۸۷	۸۷	۳۳
سرمایه گذاری در تامین	تاصیکو	۸۷	۸۷	۳۳
سرمایه گذاری در تامین	تیبیکو	۸۷	۸۷	۳۳
پتروشیمی جم	جم	۸۷	۸۷	۳۳
گاز پتروشیمی جم	جم پیلان	۸۷	۸۷	۳۳
کشتیهای جمهوری اسلامی	حکشتی	۸۷	۸۷	۳۳
فارس خودرو	فارس	۸۷	۸۷	۳۳
سایپا	سایپا	۸۷	۸۷	۳۳
لاریجان راپید	لاریجان	۸۷	۸۷	۳۳
خدمات نفتی	رالفور	۸۷	۸۷	۳۳
گروه مینا	مینا	۸۷	۸۷	۳۳
سیاحتی و سفر	سوس	۸۷	۸۷	۳۳
پتروشیمی نازند	نازند	۸۷	۸۷	۳۳
پتروشیمی تبریز	شبریز	۸۷	۸۷	۳۳

جدول (۵-۴) استراتژیهای سرمایه گذاری بازیگر بدون ریسک را نشان می دهد. بازیگر بدون ریسک صرفا یک گزینه سرمایه گذاری خواهد داشت، و آن اوراق بدون ریسک می باشد.

جدول ۵-۴- بازیگر بدون ریسک

نام	نماد	M1	M2	M3
مخابرات ایران	اخبار	۵.۱	۵.۱	۳.۳

۳.۳	۵.۱	۵.۱	افق	فروشگاه زنجیره‌ای افق کوروش
۳.۳	۵.۱	۵.۱	بفجر	فجر انرژی خلیج فارس
۳.۳	۵.۱	۵.۱	پارس	پتروشیمی پارس
۳.۳	۵.۱	۵.۱	پارسان	گسترش نفت و گاز پارسین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	پترول	گروه پتروشیمی ایرانیان
۳.۳	۵.۱	۵.۱	تاپیکو	نفت و گاز پتروشیمی تامین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	تاصیکو	سرمایه گذاری صدر تامین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	تیبیکو	سرمایه گذاری دارویی تامین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	جم	پتروشیمی جم
۳.۳	۵.۱	۵.۱	جم پیلن	پلی پروپیلن جم
۳.۳	۵.۱	۵.۱	حکشتی	کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران
۳.۳	۵.۱	۵.۱	خپارس	پارس خودرو
۳.۳	۵.۱	۵.۱	خسپا	سایپا
۳.۳	۵.۱	۵.۱	دعبید	لابراتوار داروسازی دکتر عبید
۳.۳	۵.۱	۵.۱	رانفور	خدمات انفورماتیک
۳.۳	۵.۱	۵.۱	رمپنا	گروه مپنا
۳.۳	۵.۱	۵.۱	سفارس	سیمان فارس و خوزستان
۳.۳	۵.۱	۵.۱	شاراک	پتروشیمی سازند
۳.۳	۵.۱	۵.۱	شبریز	پالایش نفت تبریز

جدول (۴-۶) استراتژیهای سرمایه‌گذاری بازیگر ریسک گریز (کم ریسک) را نشان می‌دهد. بازیگر کم ریسک در سهام و اوراق بهادار با بتای کمتر از یک سرمایه‌گذاری می‌نماید.

جدول ۴-۶- بازیگر ریسک گریز (کم ریسک)

نام	نماد	M1	M2	M3
مخابرات ایران	اخابر	۵.۱	۵.۱	۳.۳
فروشگاه زنجیره‌ای افق کوروش	افق	۵.۱	۵.۱	۳.۳

۳.۳	۵.۱	۵.۱	بفجر	فجر انرژی خلیج فارس
۳.۳	۵.۱	۵.۱	پارس	پتروشیمی پارس
۳.۳	۵.۱	۵.۱	پارسان	گسترش نفت و گاز پارسین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	پترول	گروه پتروشیمی ایرانیان
۳.۳	۵.۱	۵.۱	تاپیکو	نفت و گاز پتروشیمی تامین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	تاصیکو	سرمایه گذاری صدر تامین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	تیپیکو	سرمایه گذاری دارویی تامین
۳.۳	۵.۱	۵.۱	جم	پتروشیمی جم
۳.۳	۵.۱	۵.۱	جم پیلن	پلی پروپیلن جم
۳.۳	۵.۱	۵.۱	حکشتی	کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران
۳.۳	۵.۱	۵.۱	خپارس	پارس خودرو
۳.۳	۵.۱	۵.۱	خساپا	سایپا
۳.۳	۵.۱	۵.۱	دعبید	لابراتوار داروسازی دکتر عبید
۳.۳	۵.۱	۵.۱	رانفور	خدمات انفورماتیک
۳.۳	۵.۱	۵.۱	رمپنا	گروه مپنا
۳.۳	۵.۱	۵.۱	سفارس	سیمان فارس و خوزستان
۳.۳	۵.۱	۵.۱	شاراک	پتروشیمی شازند
۳.۳	۵.۱	۵.۱	شیریز	پالایش نفت تبریز

جدول (۴-۷) استراتژیهای سرمایه‌گذاری بازیگر ریسکی (پر ریسک) را نشان می‌دهد. بازیگر پر ریسک در سهام و اوراق بهادار با بتای بیشتر از یک سرمایه گذاری می نماید.

جدول ۴-۷- بازیگر ریسکی (پر ریسک)

نام	نماد	M1	M2	M3
مخابرات ایران	اخابر	۳.۱	۳.۱	۳.۳
فروشگاه زنجیره‌ای افق کورس	افق	۳.۱	۳.۱	۳.۳
فجر انرژی خلیج فارس	بفجر	۳.۱	۳.۱	۳.۳
پتروشیمی پارس	پارس	۳.۱	۳.۱	۳.۳
گسترش نفت و گاز پارسین	پارسان	۳.۱	۳.۱	۳.۳
گروه پتروشیمی ایرانیان	پترول	۳.۱	۳.۱	۳.۳
نفت و گاز پتروشیمی تامین	تاپیکو	۳.۱	۳.۱	۳.۳
سرمایه گذاری صدر تامین	تاصیکو	۳.۱	۳.۱	۳.۳
سرمایه گذاری دارویی تامین	تیپیکو	۳.۱	۳.۱	۳.۳
پتروشیمی جم	جم	۳.۱	۳.۱	۳.۳
پلی پروپیلن جم	جم پیلن	۳.۱	۳.۱	۳.۳
کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران	حکشتی	۳.۱	۳.۱	۳.۳
پارس خودرو	خپارس	۳.۱	۳.۱	۳.۳
سایپا	خساپا	۳.۱	۳.۱	۳.۳
لابراتوار داروسازی دکتر عبید	دعبید	۳.۱	۳.۱	۳.۳
خدمات انفورماتیک	رانفور	۳.۱	۳.۱	۳.۳

۳.۳	۳.۱	۳.۱	رمینا	گروه مپنا
۳.۳	۳.۱	۳.۱	سفارس	سیمان فارس و خوزستان
۳.۳	۳.۱	۳.۱	شاراک	پتروشیمی شازند
۳.۳	۳.۱	۳.۱	شبریز	پالایش نفت تبریز

بر اساس حل بازی هر یک از بازیگرها با بازیگر بزرگ و نیز تشکیل ائتلاف های گوناگون بین بازیگران، نتایج بازی هر یک از ائتلاف های موجود با بازیگر بزرگ به شرح جدول (۴-۸) می باشد. ارزش هر ائتلاف نشان میدهد چگونه ائتلاف دو بازیگر موجب هم افزایی و رشد مطلوبیت بازی برای بازیگران خواهد شد.

جدول ۴-۸- ارزش ائتلاف بازیگران (A: بازیگر مخالف، F: بازیگر بدون ریسک، RA: بازیگر ریسک گریز، RS: بازیگر ریسکی)

اعتلاف	ارزش اعتلاف V(S)	اعتلاف	ارزش اعتلاف V(S)
{∅}	۰	{F, RA}	۱۰.۲
{A}	۳.۳	{F, RS}	۸.۲
{F}	۵.۱	{RA, RS}	۸.۲
{RA}	۵.۱	{A, F, RA}	۱۳.۴
{RS}	۳.۱	{A, F, RS}	۱۱.۵
{A, F}	۸.۴	{A, RA, RS}	۱۱.۵
{A, RA}	۸.۴	{F, RA, RS}	۱۳.۴
{A, RS}	۶.۴	{A, F, RA, RS}	۱۶.۷

پس از محاسبه ارزش بازی برای تمامی ائتلافهای ممکن، ارزش شپلی برای هر بازیگر محاسبه گردید. جهت محاسبه ارزش شپلی از رابطه زیر استفاده میشود:

$$\phi_i(v) = \sum_{i \in S} \frac{(|S| - 1)! (n - |S|)!}{n!} [V(S) - V(S - \{i\})] \quad (۴-۵)$$

در رابطه بالا، $\phi_i(v)$ ارزش شپلی بازیگر i ام است. $|S|$ تعداد اعضای ائتلاف، n تعداد کل ائتلاف و $[V(S) - V(S - \{i\})]$ ارزش ائتلاف با اضافه شدن بازیگر i است.

جدول ۴-۹- ارزش شپلی بازیگران

بازیگر	ارزش ائتلاف
بازیگر مخالف A	۳.۳۰۱
بازیگر بدون ریسک F	۵.۰۹۱
بازیگر ریسک گریز RA	۵.۰۹۱
بازیگر ریسکی RS	۳.۱۱۷

بر اساس داده های محاسبه شده، ارزش مازادی که بازیگر بدون ریسک و ریسک گریز ایجاد می نماید مشابه و بالاتر از بازیگر مخالف و ریسک پذیر بوده است. همچنین ارزش مازادی بازیگر مخالف از بازیگر ریسکی بیشتر است. اساساً ارزش (شپلی) میتواند به احتمال حضور هر بازیگر در ائتلاف منجر شود که مبنای حضور استراتژی هر بازیگر در پرتفوی بهینه قرار خواهد گرفت:

جدول ۴-۱۰- احتمال حضور هر بازیگر در ائتلاف

بازیگر	احتمال
بازیگر مخالف A	۰.۱۹۸۹
بازیگر بدون ریسک F	۰.۳۰۶۷
بازیگر ریسک گریز RA	۰.۳۰۶۷
بازیگر ریسکی RS	۰.۱۸۷۸

جهت محاسبه احتمال حضور هر بازیگر در ائتلاف، ارزش شپلی هر بازیگر بر مجموع ارزش شپلی کل بازیگران تقسیم میگردد. در نهایت بر این اساس احتمال، وزن هر یک از استراتژیهای بازیگران (اوراق بهادار) در سبد سرمایه گذاری هدف تعیین میگردد.

جدول ۴-۱۱- سبد بهینه

نام	نماد	بازیگر مخالف	بازیگر کم ریسک	بازیگر ریسک گریز	بازیگر ریسکی
مخابرات ایران	اخابر	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
فروشگاه زنجیره ای افق کوروش	افق	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
فجر انرژی خلیج فارس	بفجر	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
پتروشیمی پارس	پارس	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
گسترش نفت و گاز پارسیان	پارسان	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
گروه پتروشیمی ایرانیان	پترول	۰٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
نفت و گاز پتروشیمی تامین	تاپیکو	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۰٪
سرمایه گذاری صدر تامین	تاصیکو	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
سرمایه گذاری دارویی تامین	تیبیکو	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
پتروشیمی جم	جم	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۰٪	۱.۱٪
پلی پروپیلن جم	جم پیلن	۱.۲۴٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران	حکشتی	۱.۲۴٪	۰٪	۱.۶۷٪	۱.۱٪
پارس خودرو	خپارس	۰٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۰٪

۱.۱٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۲۴٪	خسایا	سایپا
۱.۱٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۲۴٪	دعبید	لابراتوار داروسازی دکتر عبید
۱.۱٪	۰٪	۰٪	۱.۲۴٪	رانفور	خدمات انفورماتیک
۱.۱٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۰٪	رمینا	گروه مینا
۰٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۲۴٪	سفارس	سیمان فارس و خوزستان
۱.۱٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۲۴٪	شاراک	پتروشیمی شازند
۱.۱٪	۱.۶۷٪	۱.۶۷٪	۱.۲۴٪	شبریز	پالایش نفت تبریز

بعد از تعیین سبد بهینه سهام برای هر بازیگر به محاسبه نسبت شارپ پرداخته شد. بازدهی سال ۱۳۹۸ برای سبد بهینه حاصل برابر ۰.۰۷ بوده و نرخ بهره ۲۰ درصد و همچنین نرخ بازدهی بدون ریسک (بتای سبد) برابر با ۰.۳۲۷۶ است، لذا نسبت شارپ یا ترینر برابر است با:

$$T_p = \frac{0.07 - 0.20}{0.3276} = -0.3968$$

در این بخش از تحقیق نظریه بازی فازی برای انتخاب سبد بهینه ۴ بازیگر در مقابل بازیگر بزرگ (بازار) تعیین شد و پس از آن معیار شارپ برای سبد محاسبه شد و مقدار شارپ سبد بهینه برابر با -۰.۳۹۶۸ است و این در حالیست که معیار شارپ برای بازار در سال ۹۸ برابر است با -۰.۲۳۲۲ که نشان دهنده عملکرد بهتر سبد بهینه حاصل از بازی همکارانه سرمایه گذاران است.

بحث، نتیجه گیری

یکی از ملزومات موفقیت در سرمایه گذاری، شناسایی فرصت های سرمایه گذاری مناسب و تخصیص منابع در آن فرصت ها می باشد. یکی از عناصر سرمایه گذاری برای جلوگیری از به هدر رفتن منابع و انتخاب مناسب سهام می باشد. ازین رو سرمایه گزاران و حسابرسان و دانشگاهیان همواره به دنبال روش هایی برای پیش بینی دقیقتر بازده شرکت ها می باشند و مدل هایی نیز طراحی نموده اند.

با توجه به اهمیت انتخاب سهام در این تحقیق به در این پایان نامه به بهینه سازی سبد سهام با استفاده از تئوری بازی در شرایط فازی پرداخته شده است. در این فصل از تحقیق به نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات پرداخته شده است.

همانطور که گفته شد، هدف تحقیق حاضر " بهینه سازی سبد سهام با استفاده از تئوری بازی در شرایط فازی " می باشد. در راستای دستیابی به هدف تحقیق، ابتدا جهت مدلسازی مسئله بهینه سازی سبد سهام، بازیگران و استراتژیهای آنها تعیین و سپس مدل ریاضی بازیکنان طراحی و در نهایت مدل های بازیکنان با استفاده از بازی استکلبرگ جهت تعیین سبد بهینه سهام پیاده سازی و اجرا گردید.

بطور کلی نتایج حاصل از تحقیق حاضر به شرح زیر هستند:

- مدل دارای ۵ بازیکن است که شامل بازیگر بزرگ (بازار) و ۴ سرمایه‌گذار (مخالف، کم ریسک، ریسک گریز و ریسک پذیر) است. سرمایه‌گذاران به دنبال یافتن ائتلاف بهینه در مقابل بازیگر بزرگ یا بازار هستند.
- با توجه به اینکه نظریه بازی فازی در تحقیق حاضر مد نظر است، تصمیمات سرمایه‌گذاران جهت کسب مطلوبیت از نوع فازی مثلثی در نظر گرفته شد.
- ۲۰ شرکت از بین شرکتهای موجود در ۵ صنعت برتر بعنوان نمونه آماری انتخاب شد و مدل بازی/استکلیبرگ جهت تعیین سبد بهینه سهام در محیط نرم افزار متلب حل گردید.
- نتایج حل نشان داد، ارزش مازادی که بازیگر بدون ریسک و ریسک گریز ایجاد می نماید مشابه و بالاتر از بازیگر مخالف و ریسک پذیر بوده است. همچنین ارزش مازادی بازیگر مخالف از بازیگر ریسکی بیشتر است.
- همچنین احتمال حضور بازیگر بدون ریسک و ریسک گریز در ائتلاف یکسان بوده و بالاتر از احتمال حضور بازیگر مخالف و ریسک پذیر در ائتلاف است. همچنین احتمال حضور بازیگر مخالف از بازیگر ریسکی بیشتر است.
- مقدار شارپ سبد بهینه برابر با ۰,۳۹۶۸- است و این در حالیست که معیار شارپ برای بازار در سال ۹۸ برابر است با ۰,۲۳۲۲- که نشان دهنده عملکرد بهتر سبد بهینه حاصل از بازی همکارانه سرمایه گذاران است.

پیشنهادها

- به سرمایه گذاران پیشنهاد می شود با بهره مند شدن از نظر تحلیل گران سرمایه گذاری و استفاده از روشهای علمی و بهینه سازی، سبد سرمایه گذاری متناسب با ترجیحات ریسک و بازده خود برگزینند.
- به مدیران و سهامداران شرکتهای پیشنهاد می شود با مطالعه و تحقیق خط مشی و راهبردهای ۵۰ شرکت برتر، به اصلاح ماموریت و اهداف استراتژیک خود و همچنین بهبود برنامه ریزی استراتژیک خود پرداخته و این شرکتهای را بعنوان سرلوحه کار خود قرار داده و اقدامات لازم را جهت رشد، سودآوری، مدیریت ریسک و افزایش سهم بازار خود اتخاذ نمایند.
- پیشنهاد میشود موضوع تحقیق در بازار فارکس انجام شود.
- از روشهای رتبه بندی مانند دیمتل فازی یا روشهای تلفیقی مانند تلفیق دیمتل و ANP و ... استفاده شده و اعضای نمونه براساس رتبه شرکتهای انتخاب شود.

منابع:

- قندهاری، مهسا، شمشیری، عظیمه، فتحی، سعید. (۱۳۹۶). بهینه سازی سبد سهام بر مبنای روش های تخمین ناپارامتریک. مدیریت تولید و عملیات، دوره ۸، شماره ۱، صص ۱۷۵-۱۸۴.
- کهن سال، محمدرضا و ناجکار، نسترن (۱۳۹۲). بهینه سازی بازده سهام با استفاده از بازده های فازی تصادفی، کنفرانس ملی حسابداری و مدیریت، صص ۱۶-۹.
- 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.
- حجابی، روح اله. (۱۳۸۶). بررسی متدولوژی های تحلیل و ارزشیابی سهام با محوریت نسبت P/E، بانک و اقتصاد، شماره ۸۸، صص ۶۵-۶۸.

- قدردان، احسان؛ فغانی ماکرانی، خسرو؛ سلگی، سمیرا (۱۳۹۸). بررسی کارایی انتخاب پورتفوی بهینه براساس مدل چولگی در محیط فازی. دانش سرمایه‌گذاری، دوره ۸، شماره ۳۱، صص ۲۴۹-۲۶۴.
- بهزادی، عادل، بختیاری، مصطفی. (۱۳۹۳). ارائه مدلی بر مبنای میانگین-آنتروپی-چولگی برای بهینه‌سازی مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار ۵۵-۳۹، (۱۹)، ۵،
- رباط کریمی مژگان": (۱۳۸۶). مقایسه عملکرد مدل قیمت گذاری دارایی سرمایه ای CAMP با مدل سه عامله فاما و فرنچ در پیش بینی بازده مورد انتظار در بورس اوراق بهادار تهران. "کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه الزهراء.
- دائمی مژدهی، میلاد (۱۳۹۳). الگوریتم های کارا برای مساله ی بهینه سازی سبد سرمایه با محدودیت تعداد سهام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان - دانشکده علوم ریاضی.
- Ajili, Souad, 2002: 9th Symposium on Finance, Banking, and Insurance, Universität Karlsruhe (TH), The Capital Asset Pricing Model and The Three Factor Model of Fama and French Revisited in The Case of France.
- Beckwith, J. (2004). Stock Selection in Six Major Non-U.S Markets, *Journal of Investing*, [Vol. 10, No. 2](#), PP. ۳۷-۴۴.
- 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
- Bhattacharjee, S. (2012). Efficiency dynamics and sustainability of the Indian IT-ITes industry: An empirical investigation using DEA, *Journal of IIMB Management Review*, Vol. ۲۴, Issue. ۴, PP. ۲۰۳-214.
- Barbod, M. (2010). Portfolio selection models are designed with DEA. *Master's Thesis*, Tehran: Allameh university.
- Bednarek, Z., Patel, P. (2018). Understanding the outperformance of the minimum variance portfolio. *Finance Research Letters* 24 (2018) 175-178.
- Naranjo, R., Arroyo, J., Santo, M. (2018). Fuzzy modeling of stock trading with fuzzy candlesticks. *Expert Systems With Applications* 93 (2018) 15-27.
- Cauwet, M.L., Liu, J., Rozière, B., Teytaud, O. Algorithm portfolios for noisy optimization. [Annals of Mathematics and Artificial Intelligence](#), February 2016, Volume 76, [Issue 1](#), pp 143-172.
- I. JACOBS, B., N. LEVY, K. [Smart Beta versus Smart Alpha](#). *The Journal of Portfolio Management*, Fall 2013.
- Cui, X., Gao, J., Shi, Y., Zhu, SH. (2019). Time-consistent and self-coordination strategies for multi-period mean-Conditional Value-at-Risk portfolio selection. *European Journal of Operational Research* 276 (2019) 781-789.
- Simonian, J. (2019). Portfolio Selection: A *Game-Theoretic Approach*. *The Journal of Portfolio Management*, Vol. 46, Issue 1.