مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره سی‌ودوم / پائیز ۱۳۹۶

بهینه سازی پرتفوی سهام: سودمندی الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز

علی بیات[۱]
لیدا اسدی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۴

چکیده

هدف از مدیریت پرتفوی انتخاب سبد سهام است، سبد سهامی که راهنمایی سرمایه گذاران برای دستیابی به بیشترین بازده می باشد؛ در این پژوهش جهت انتخاب سبد سهام از الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز استفاده شده است و مقایسه ای نیز بین انها صورت پذیرفته است. معرفی یک مدلی جهت انتخاب پرتفوی برای سرمایه گذاران که بتوانند با ارزیابی ان مدل به انتخاب درست سبد پرتفوی اقدام کنند، از اهداف ما در این پژوهش می باشد.از میان شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تعداد ۶۵ شرکت برای دوره زمانی ۱۳۸۸تا۱۳۹۲ انتخاب گردید و به عنوان حجم نمونه امار در تجزیه و تحلیل داده ها وارد گردید. برای تجزیه وتحلیل داده ها ابتدا داده ها در نرم افزار EXCEL جمع اوری و پس از طبقه بندی و انجام محاسبات بوسیله نرم افزارMATLAB مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت. نتایج پژوهش در ارتباط با مقایسه الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز حاکی از ان بود که الگوریتم پرندگان در مقایسه با مدل مارکویتز دارای خطای کمتری در انتخاب سبد بهینه سرمایه گذاری می باشد. مهمترین پیشنهاد ما برای تحقیقات اتی مقایسه الگوریتم پرندگان باسایر مدلهای بهینه سازی نظیررقابت استعماری، فرا ابتکاری، مدل آربیتراژ و.....مقایسه گردد.

واژه‌های کلیدی: بهینه سازی پرتفوی، الگوریتم پرندگان ، مدل مارکویتز، مدل میانگین – واریانس، نسبت بازده مجموع دارایی ها.

۱- استادیار حسابداری گروه حسابداری، دانشگاه ازاداسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران. (نویسنده مسئول)
Ali.Bayat22@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری گروه حسابداری، دانشگاه ازاداسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران.
lidaasadi120@gmail.com

۱- مقدمه

سرمایه گذاری عبارت از انتخاب دارایی هایی برای نگهداری و کسب عایدی بیشتر به منظور رفاه بیشتر در آینده است [18].

فرآیند سرمایه گذاری به نحوه اقدام سرمایه گذاران در تصمیم گیری درباره انواع اوراق بهادار قابل داد و ستدی که باید در آن ها سرمایه گذاری کنند و میزان و زمان آن مربوط می شود. روش های مختلفی برای فرآیند سرمایه گذاری مطرح شده است. یکی از روش ها شامل مراحل تعیین سیاست های سرمایه گذاری، انجام تجزیه و تحلیل اوراق بهادار، تشکیل سبد سرمایه گذاری، تجدید نظر در سبد سرمایه گذاری و ارزیابی عملکرد سبد سرمایه گذاری می باشد. رویکرد دیگر در فرآیند سرمایه گذاری شامل دو بحث اصلی تجزیه و تحلیل اوراق بهادار و مدیریت پرتفوی است. تجزیه و تحلیل اوراق بهادار در برگیرنده تخمین مزایای تک تک سرمایه گذاری هاست، در حالی که مدیریت پرتفوی شامل تجزیه و تحلیل ترکیب سرمایه گذاری ها و مدیریت و نگهداری مجموعه ای از سرمایه گذاری هاست [7].

رویکرد تجزیه و تحلیل و انتخاب ورقه بهادار را می توان پس از تعیین بازار هدف سرمایه گذاری و حوزه های مورد نظر سرمایه گذاری به کار برد .با توجه به اینکه حوزه بررسی این تحقیق، بازار سرمایه و بورس اوراق بهادار تهران است، برای سرمایه گذارانی که بورس اوراق بهادار تهران برای سرمایه گذاری انتخاب می کنند، مناسب است. سوال و دغدغه اصلی سرمایه گذاران این است که چه سهمی را چه زمانی و به چه قیمتی خریداری کنن ، آیا سهم را نگهدارند یا بازهم خریداری کنند یا اینکه بفروشند، همچنین چه سهمی و چه تعداد سهام را در چه زمانی و به چه قیمتی بفروشند و سوالات دیگر از این دست [6].

مفاهیم بهینه سازی سبد سهام و تنوع بخشی به مثابه ابزاری در راستای توسعه و فهم بازارهای مالی و تصمیم گیری مالی در آمده اند .انتشار نظریه پرتفوی سهام هری مارکوویتز، اصلی ترین ومهمترین موفقیت در این راستا بود [15]. از زمانی که مارکویتز مدل خود را منتشر کرد این مدل تغییرات و بهبودهای فراوانی را در شیوه نگرش مردم به سرمایه گذاری و سبد سهام ایجاد کرد و به عنوان ابزاری کارا برای بهینه سازی سبد سهام به کار گرفته شده است [23]. مارکوویتز پیشنهاد کرد که سرمایه گذاران ریسک و بازده را به صورت توامان در نظر میگیرند و میزان تخصیص سرمایه بین فرصتهای سرمایه گذاری گوناگون را بر اساس تعامل بین این دو انتخاب نمایند [15]. 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 درجهت 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 باشند . 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 نظردارند. در بهینه سازی پرتفوی مسئله اصلی انتخاب بهینه دارایی ها واوراق بهاداری است که با مقدار مشخصی سرمایه

میتوان تهیه کرد اگر چه کمینه کردن ریسک و بیشینه نمودن بازده سرمایه گذاری به نظر ساده می رسد اما در عمل روش های متعددی برای تشکیل پرتفوی بهینه به کار رفته است. مسئله بهینه سازی مارکوویتز و تعیین مرز کارای سرمایه گذاری، زمانی که تعداد دارایی های قابل سرمایه گذاری و محدودیت های موجود در بازار کم باشد، توسط مدل های ریاضیات حل شدنی است. اما هنگامی که شرایط و محدودیت های دنیای واقعی در نظرگرفته شود، مسئله پیچیده و مشکل خواهد بود، سال هاست که در حل چنین مسائل پیچیده ای ریاضیات پیشرفته و کامپیوترها به کمک انسان شتافته تا هر چه بیشتر وی را در بیرون آوردن از شرایط عدم اطمینان محیطی و ابهام یاری رساند. از جمله روش هایی که در سالهای اخیر در حل بسیاری مسائل بهینه سازی، گره گشای ابهامات بشر بوده است و در پاسخ به مسائل پیچیده رویکردی موفّق داشته است، روش ها و الگوریتم های موسوم به ابتکاری (فراابتکاری نیز نامیده میشوند) است. روش های ابتکاری که با هدف رفع کاستی های روش های کلاسیک بهینه سازی معرفی شدند با جستجویی جامع و تصادفی، احتمال دستیابی به نتایج بهتر را تا حد زیادی تضمین می کنند ازجمله ی این الگوریتم ها میتوان به الگوریتم ژنتیک[1]، کوچ پرندگان[2]، تبرید فلزات[3]، جستجوی ممنوعه[4]، کولونی مورچگان[5]، رقص زنبورها[6]، رقابت استعماری[7] و ... اشاره کرد [14].

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- پرتفوی[8]

پرتفوی به معنی سبد سرمایه گذاری ترجمه شده، سبد سرمایه گذاری مفهومی فراتر از سبد سهام است و شامل سایر سرمایه گذاری های غیر سهم نیز می شود. به لحاظ فنی یک سبد سرمایه گذاری مجموعه کامل دارایی های حقیقی و مالی سرمایه گذاری را در بر می گیرد.

لغت پرتفولیو، در عبارت ساده به ترکیبی از دارایی ها گفته می شود که توسط یک سرمایه گذار برای سرمایه گذاری تشکیل می شود. این سرمایه گذار می تواند یک فرد یا یک موسسه باشد. از نظر تکنیکی، یک پرتفولیو در برگیرنده مجموعه ای از دارایی های واقعی و مالی سرمایه گذاری شده یک سرمایه گذار است [4].

۲-۱-۱- بهینه سازی پرتفوی

دو مولفه مهم در تصمیم گیری برای سرمایه گذاری، میزان ریسک و بازده دارایی های سرمایه ای است. انتخاب مجموعه دارایی بهینه اغلب با تبادل بین ریسک و بازده صورت می گیرد و هرچه ریسک مجموعه دارایی بیشتر باشد سرمایه گذاران انتظار دریافت بازده بالاتری خواهند داشت. شناسایی مرز کارایی مربوط به سبد دارایی ها این امکان را به سرمایه گذاران می دهد که بر اساس تابع مطلوبیت و درجه ریسک گریزی و ریسک پذیری خود، بیشترین بازده مورد انتظار از سرمایه گذاری خود به دست می آورند. هر یک از سرمایه گذاران بر مبنای ریسک پذیری و ریسک گریزی خود، نقطه ای را بر روی مرز کارا انتخاب کرده و ترکیب پرتفوی خود را هدف حداکثر کردن بازده و کمینه کردن ریسک تعیین می کند [8].

بهینه سازی پرتفوی عبارت است از انتخاب بهترین ترکیب از دارایی های مالی به نحوی که باعث شود، تا حد ممکن بازده پرتفوی سرمایه گذاری حداکثر و ریسک پرتفوی حداقل شود. ایده اساسی نظریه مدرن پرتفوی[۹] این است که اگر در دارایی هایی که به طور کامل با هم همبستگی ندارند سرمایه گذاری شود؛ ریسک آن دارایی ها یکدیگر را خنثی کرده و می توان یک بازده ثابت با ریسک کمتر به دست آورد [24].

۲-۲- بهینه سازی کلاسیک (مدل مارکویتز)

مارکویتز کسی بود که مفهوم تنوع بخشی در سبد سهام را معرفی کرد و آن را توسعه داد. او به طور کلی نشان داد که چگونه تنوع بخشی در سبد سرمایه، ریسک آن را برای سرمایه گذار کاهش می دهد. سرمایه گذاران می توانند سبد سهام کارا را به ازای یک بازده معین و از طریق کمینه کردن ریسک سبد سهام به دست آورند. در ادامه فرآیند فوق می تواند منجر به تشکیل سبدهای کارا شود که اصطلاحا مرز کارای میانگین- واریانس نامیده می شود [17].

برای استفاده از مدل مارکویتز به داده های زیر نیاز است :

۱) بازده مورد انتظار مربوط به سهم i که با $E(R_i)$ نشان داده می شود.

۲) انحراف معیار بازده مورد انتظار مربوط به سهم i ام که به عنوان معیاری برای ریسک هر سهم در نظر گرفته شده با S_i نمایش داده می شود.

۳) کواریانس، به عنوان معیار همراهی و ارتباط حرکتی بین نرخ های بازدهی سهام مختلف که با علامت δ_{ij} نشان داده می شود .

علت این که سهام یک شرکت به عنوان یک دارایی ریسکی مطرح می شود، ثابت نبودن (تصادفی بودن) نرخ بازدهی کل (هفتگی، ماهیانه، سالانه) آن است. چون این نرخ ها با توجه به زمان تغییر می کنند، لذا می توان برای آن ها تابع توزیع احتمال تشکیل داد و معیارهای مورد نیاز مدل مارکویتز نظیر، میانگین، انحراف معیار، کواریانس و .... را از آن به دست آورد.

مدل مارکویتز بر مبنای مفروضات زیر بیان شده است : سرمایه گذاران ریسک گریزند و دارای مطلوبیت مورد انتظار افزایشی می باشند و منحنی مطلوبیت نهایی ثروت آن ها کاهنده است.

سرمایه گذاران سبد سرمایه خود را بر مبنای میانگین- واریانس مورد انتظار بازدهی انتخاب می کنند. بنابراین منحنی های بی تفاوتی آن ها تابعی از نرخ بازده و واریانس مورد انتظار می باشد.

هر گزینه سرمایه گذاری، تا بی نهایت بار قابل تقسیم است. سرمایه گذاران افق زمانی (یک دوره ای) داشته و این برای همه سرمایه گذاران مشابه است. سرمایه گذاران در یک سطح مشخصی از ریسک، بازده بالاتری را ترجیح می دهند و بالعکس، سرمایه گذاران در انتخاب خود به دو عامل توجه می کنند [16]:

- الف) "بازده مورد انتظار بالا" که عامل مطلوب است.
- ب) "عدم اطمینان بازده" که عامل نامطلوب است.

برای به دست آوردن انتخاب سبد سرمایه بهینه در روش مارکویتز که حداقل واریانس برای سطح خاصی از بازده است، مدل برنامه ریزی خطی زیر را داریم [17]:

$\text{Min } z = \delta_p^2$

$\text{St }: \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{n} w_j . \bar{r}_j$

$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$

$w_j > 0$

در رابطه بالا داریم :

w_i= وزن مربوط به سهم iام در سبد سهام

$\bar{r}_p$= بازدهی مورد انتظار سبد سهام

$\bar{r}_i$= بازدهی سهم i ام

δ_p^2= واریانس بازده سبد سهام

واریانس بازده سبد سهام طبق رابطه زیر محاسبه می شود :

$\delta_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i \, w_j \, cov(\bar{r}_i, \bar{r}_j)$

۲-۳- بهینه سازی نوین (الگوریتم پرندگان (PSO)[۱۰])

PSO الگوریتم بهینه سازی تصادفی گروهی است که از شبیه سازی رفتار اجتماعی گروه پرندگان الهام گرفته شده است. از آن جا که PSO به صورت گروهی کار می کند و دارای تابع شایستگی می باشد، شبیه به الگوریتم های تکاملی است ولی تفاوت اصلی در آن است که درPSO، هر فرد از اطلاعات گذشته خود سود می برد. در حالی که چنین رفتاری در الگوریتم های تکاملی دیگر وجود ندارد و هر عضو جامعه موقعیت خود را با توجه به تجربیات شخصی و تجربیات کل جامعه تغییر می دهد. اشتراک اجتماعی اطلاعات بین اعضای یک جامعه یک سری مزیت های تکاملی را در پی دارد و این فرضیه پایه و اساس PSO و توسعه آن محسوب می شود. PSO به آسانی قابل اجراست و در حل بسیاری از مسائل بهینه سازی گسسته و غیر خطی پیوسته مورد استفاده قرار گرفته است [9].

حرکت توده ای نوعی حرکت دسته جمعی هماهنگ است که معمولا با استفاده از ارتباطات اندک موجود بین اعضا آن و اطلاعات محدود اعضا از وضعیت کل سیستم انجام می شود [25]. الگوریتم پرواز پرندگان یکی از شیوه های محاسبات پویا است که بر پایه جمعیت اولیه استوار است.

الگوریتم ابداعی، از شبیه سازی رفتار اجتماعی یک گروه از پرندگان در یافتن غذا الهام گرفته شده است.گروهی از پرندگان در فضایی به صورت تصادفی دنبال غذا می گردند. تنها یک تکه غذا در فضای مورد بحث وجود دارد. هیچ یک از پرندگان محل غذا را نمی دانند ولی در هر مرحله فاصله خود را تا محل غذا می دانند و بر این اساس، بهترین رویکرد برای پیدا کردن غذا، پیروی کردن از نزدیک ترین پرنده به غذا می

باشد. یکی از بهترین استراتژی ها می تواند دنبال کردن پرنده ای باشد که کمترین فاصله را تا غذا داشته باشد که PSO این رفتار را در مسائل بهینه سازی شبیه سازی می نماید [5] .

این استراتژی در واقع جان مایه الگوریتم است. هر پرنده یک جواب ممکن در فضای جستجوی مسئله می باشد که به آن ذره گفته می شود، PSO درالگوریتم معادل یک پرنده در الگوی حرکت جمعی پرندگان می باشد. هر ذره یک مقدار شایستگی دارد که توسط یک تابع شایستگی محاسبه می شود. هرچه ذره در فضای جستجو به هدف غذا در مدل حرکت پرندگان نزدکتر باشد، شایستگی بیشتری دارد. همچنین هر ذره دارای یک سرعت است که هدایت حرکت ذره را بر عهده دارد. هر ذره با دنبال کردن ذرات بهینه در حالت فعلی، به حرکت خود در فضای مسئله ادامه می دهد. به این شکل است که گروهی از ذرات PSO آغاز کار به صورت تصادفی به وجود می آیند و با به روز کردن نسل ها سعی در یافتن راه حل بهینه می نمایند [29]. در ابتدا، بوسیله گروهی از پرندگان که به طور تصادفی در فضای مسئله که به آن ذره گفته می شود، مقدار دهی می شود و سپس جستجو برای رسیدن به بهترین جواب آغاز می گردد. در هر مرحله از تکرار الگوریتم، ذره به سمت موقعیت بهتر جابه جا می شوند. موقعیت بعدی برای هر ذره با توجه به دو مقدار به دست می آید:

در هرگام، هر ذره با استفاده از بهترین مقدار به روز می شود. اولین مورد، بهترین موقعیتی است که تاکنون ذره موفق به رسیدن به آن شده است (pbest)، که موقعیت مذکور شناخته و نگهداری می شود. دومین مقدار، بهترین موقعیتی است که تاکنون توسط جمعیت ذرات به دست آمده است. این موقعیت با gbest نمایش داده می شود، این فرآیند تا زمانی که نتیجه مطلوب حاصل گردد (یعنی سرعت پرندگان به سمت صفر میل نماید) و یا این که حداکثر تعداد تکرار در نظر گرفته شده برای الگوریتم PSO برسیم تکرار می گردد [26].

پس از یافتن بهترین مقادیر، تغییر سرعت و مکان هر ذره با استفاده از معادلات زیر به روز می شود:

$$V_{i,t} = W_{ij}V_{ij} + C_1 r_{1,t} (P_{i,t} - X_{i,t}) + C_2 r_{2,t} (P_{g,t} - X_{i,t})$$

$$X_{i,t+1} = X_{i,t} + V_{i,t}$$

C_1, C_2 =یادگیری (میزان تاثیر) برای pbest ، gbest

$r_{1,t}, r_{2,t}$= اعداد تصادفی در محدوده[۰،۱]

$X_{i,t}$ =موقعیت کنونی ذره

V_{ij} =سرعت حرکت ذره ها در هر مرحله

W_{ij} =کنترل کننده حرکت ذره

۲-۳- مشکلات PSO

PSO و بقیه الگوریتم های جستجوی تصادفی دو مشکل اساسی دارند:

اولین مشکل، همگرایی زودرس است. در صورت عدم تنظیم مناسب پارامترها، PSO به سوی بهینه محلی متمایل شده و دچار همگرایی زودرس می شود که علت آن ثابت ماندن ذره ای است که شامل gbest می باشد. در نتیجه سایر ذرات به سرعت به این ذره همگرا می شود.

گرچه PSO راه حل مناسبی را بسیار سریع تر از بقیه الگوریتم های تکاملی پیدا می کند ولی معمولا نمی تواند همزمان با افزایش تکرارها یک جواب به دست آمده را بهبود می بخشد. این مشکل به دلیل گوناگونی بروز می کند، یک دلیل این است که در حالت همسایگی سراسری، ذرات به یک نقطه همگرا می شوند که این نقطه بین بهترین ذره موجود در گروه و بهترین موقعیت خود ذره قرار دارد؛ این نقطه همیشه بهینه نیست دلیل دیگر وجود نرخ بالای اطلاعات بین ذرات است که باعث ایجاد ذرات مشابه است و در نتیجه تنوع را کاهش می دهد و باعث افزایش احتمال قرار گرفتن در بهینه محلی خواهد شد. برای جلوگیری از همگرایی زودرس، الگوریتم PSO استاندارد ایجاد شده است. این تغییرات معمولا سعی می کند با افزایش تنوع و گوناگونی راه حل ها به حل مسئله بپردازد [10].

۲-۴- پیشینه پژوهش

بیات ، باقری (۱۳۹۴)، پژوهشی را با عنوان مروری بر روش های پیش بینی قیمت سهام بارویکرد مبتنی برهوش مصنوعی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که روش های هوش مصنوعی کارامدی بیشتری نسبت به روش های ریاضی دارند [3].

بیات، شکری (۱۳۹۴)، در پژوهشی به بررسی فرایند انتخاب پرتفوی بهینه به روش ارزش در معرض ریسک پرداختند ودر آن به انواع روش های بهینه سازی به روش ارزش درمعرض ریسک مانند روش واریانس –کواریانس، شبیه سازی تاریخی وروش شبیه سازی مونت کارلو اشاره کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که در انتخاب پرتفوی بهینه مدل ارزش در معرض ریسک بهترین مدل پیشنهادی می باشد [2].

بیات و آب چر (۱۳۹۴)، درمقاله ای به بررسی ارتباط بین الگوهای تصمیم گیری وانتظارات سرمایه گذاران از ریسک وبازده سرمایه گذاری در ابزارهای مالی براساس مدل مارکویتز پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بین بازده مورد انتظار و تمایل به ریسک سرمایه گذاران رابطه مثبتی وجود دارد [1].

راعی (۱۳۸۹)، در تحقیق خود مسئله بهینه سازی پرتفوی با استفاده از روش بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات است نتایج پژوهش نشان می دهد که در روش بهینه سازی ذرات در بهینه سازی پرتفوی سهام با وجود محدودیت های بازار موفق تر است[7].

رهنمای رود پشتی و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی بهینه سازی پرتفوی متشکل از صندوق های سرمایه گذاری مشترک با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداختند و نشان دادند با استفاده از الگوریتم ژنتیک می توان عملکرد بهتری نسبت به روش های سنتی به دست آورد [11] .

رمضانی (۱۳۹۳)، مقاله ای تحت عنوان الگوریتم کیاتیک بهینه سازی پرندگان داشتند که در مقاله خود یک روش جدید بهینه سازی پرندگان بر اساس نگاشت آشوب ارائه دادند و هدف اصلی آن بهبودی در سرعت همگرایی الگوریتم بوده است [10].

رضایی (۱۳۹۳)، رضایی مقاله ای تحت عنوان ترکیب الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی ازدحام ذرات برای حل مسائل بهینه سازی پیوسته ارائه داد و در پژوهش خود ترکیبی از دو تکنیک بهینه سازی ابتکاری به نام های الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی ازدحام ذرات استفاده کرده است و از پژوهش خود به این نتیجه رسید که مقایسه کارایی الگوریتم ترکیبی بیشتر از الگوریتم ژنتیک و ازدحام ذرات است [9].

سیلوا و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهش خودشان ابتدا به وسیله شبیه سازی ضرایب متغیرهای بنیادی و تکنیکال برای تشکیل پرتفوی بهینه استخراج شده و سپس با استفاده از اطلاعات واقعی قواعد معامله جهت مدیریت پرتفوی استخراج کردند [31].

اونی و همکاران (۲۰۱۴)، از برنامه ریزی بر مبنای هدف مدیریت در مدیریت پرتفوی سهام استفاده کردند [32].

رویز و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهش خود نشان دادند با استفاده از متغیر میانگین متغیر قیمت سهام می توان بازده بالاتری نسبت به بازار کسب نمود [30].

نجفی و همکاران (۲۰۱۴)، مقاله ای تحت عنوان "بهینه سازی سبد پرتفوی با رویکرد الگوریتم مورچگان و تئوری خاکستری " ارائه داد. درمقاله اش، از بین ۱۰۵ شرکت فعال در بورس با داشتن بیشترین ROA، مدلی را بر اساس الگوریتم مورچگان و خاکستری طراحی کرد و به کمک آن به پیش بینی سهام شرکت هایی با آن مشخصه پرداختند و در مقاله خود به این نتیجه نیز رسیدند که ابتدا مورچگان و سپس تئوری خاکستری و در نهایت مدل مارکویتز دارای بیشترین موفقیت می باشند [27].

چانگ و لی(۲۰۱۲)، در مقاله ای موضوع انتخاب پرتفوی مناسبی از پروژه ها را بررسی کردند. کانون توجه آن ها بر حل این مشکل استوار بود که سازمان ها در به کارگیری منابع سرمایه ای با محدودیت روبرو هستند. از این رو، برای حل این مشکل از یک مدل مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها، فرمول بندی و نظریه ی مجموعه فازی استفاده شد. با استفاده از این مدل و الگوریتم کلونی زنبور عسل در هوش مصنوعی فرایندی مقایسه ای در خصوص مسئله ی بهینه سازی در مورد مسائل داری ابهام در صنعت مورد بررسی صورت پذیرفت [19].

پاتاری (۲۰۱۰)، در پژوهشی قابلیت به کارگیری تحلیل پوششی داده ها را به عنوان معیار انتخاب پرتفوی بررسی نمودند. پرتفوی ها شامل نمونه ی جامعی از سهام غیر مالی فندلاندی بر اساس میانگین بازده و معیارهای تعدیلی ریسک عملکرد ارزیابی شدند. به علاوه اثر زمان دوره ی نگه داری با تغییر از یک

سال به پنج سال ارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر بخشی تحلیل پوششی داده ها باعث بهینه شدن تصمیم گیری در انتخاب پرتفوی می گردد [28].

دایه (۲۰۰۹)، با استفاده از روش چهار مرحله ای تحت تکنیک تحلیل پوششی داده ها، درصدد انتخاب پرتفوی بهینه از دارایی های مالی با سهام برآمد. وی پس از انتخاب ورودی ها و خروجی های مدل و تعیین ارجحیت تصمیم گیران، با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها، نسبت کارایی را برای همه ی دارایی های مالی مورد بررسی، محاسبه کرد. سپس با توجه به نسبت کارایی محاسبه شده، پرتفوی بهینه ی متناسب با ارجحیت تصمیم گیران را انتخاب نمود [21].

چیم و همکارانش (۲۰۰۹)، یک الگوی تقلید یا الگوریتم پرندگان را برای کاربردهای محاسباتی مالی مورد استفاده قرار دادند. هدف آن ها از این تحقیق پیش بینی سری های زمانی قیمت سهام و تشکیل پرتفوی بهینه بود نتایج این تحقیق ثابت کرد که قیمت سهام به صورت آشوب گونه نوسان دارد که با استفاده از الگوریتم پرندگان میتوان به صورت ساختار، روش های آموزش الگوریتم، روش های آزمایش و ارزیابی الگوریتم پرندگان، الگویی را ارائه کرد که دارای کمترین خطای پیش بینی و دقت زیاد باشد [20].

ادیسینگ (۲۰۰۸)، ادیسینگ در مقاله تحت عنوان انتخاب سبد سهام بر اساس شاخص قدرت مالی با به کارگیری تحلیل پوششی داده ها از یک سری نسبت های مالی به منظور تخمین قدرت مالی شرکت ها و همبستگی این معیارها با بازده واقعی سهام، استفاده نمودند. نسبت های مالی به کار گرفته شده در این تحقیق در ۶ دسته قرار گرفته که در برگیرنده معیارهای سود آوری (شامل بازده، سرمایه، بازده دارایی، حاشیه سود خالص، سود هر سهم)، معیارهای کارآیی عملیاتی (شامل گردش حساب های دریافتنی، گردش موجودی کالا، گردش دارایی ها)، معیارهای نقدینگی (شامل نسبت جاری، نسبت آنی، نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام)، معیارهای اهرمی (شامل نسبت اهرمی، نسبت کل بدهی به کل دارایی، نسبت بدهی کل به حقوق صاحبان سهام)، معیارهای چشم انداز شرکت (شامل نسبت قیمت به درآمد و نسبت ارزش بازار به دفتری) و معیارهای رشد (شامل نرخ رشد درآمدها، نرخ رشد سود خالص و نرخ رشد سود هر سهم) می باشند [22].

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر نوع داده کمی است، از نظر نتیجه کاربردی و از لحاظ هدف توصیفی و اکتشافی می باشد. با توجه به این که در این تحقیق، عملکرد گذشته شرکت‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد یا به عبارتی بهتر از اطلاعات تاریخی شرکت‌ها استفاده می‌گردد، بنابراین تحقیق از لحاظ طرح تحقیق، پس رویدادی محسوب می‌شود. . تجمیع داده ها در ستون های Excel به محاسبه متغیر های تحقیق می پردازیم و با استفاده از نرم افزار matlab آن ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم.

از آنجا که روش انجام تحقیق به صورت میدانی بوده و با داده های واقعی سر و کار دارد، برای فراهم کردن اطلاعات شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران که با توجه به متغییرهای تحقیق، از

منابع مختلف، نرم افزار ره آورد نوین، بانک های اطلاعاتی سازمان بورس استفاده می شود. تجمیع داده ها در ستون های Excel به محاسبه متغیر های تحقیق می پردازیم و با استفاده از نرم افزار matlab آن ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم.

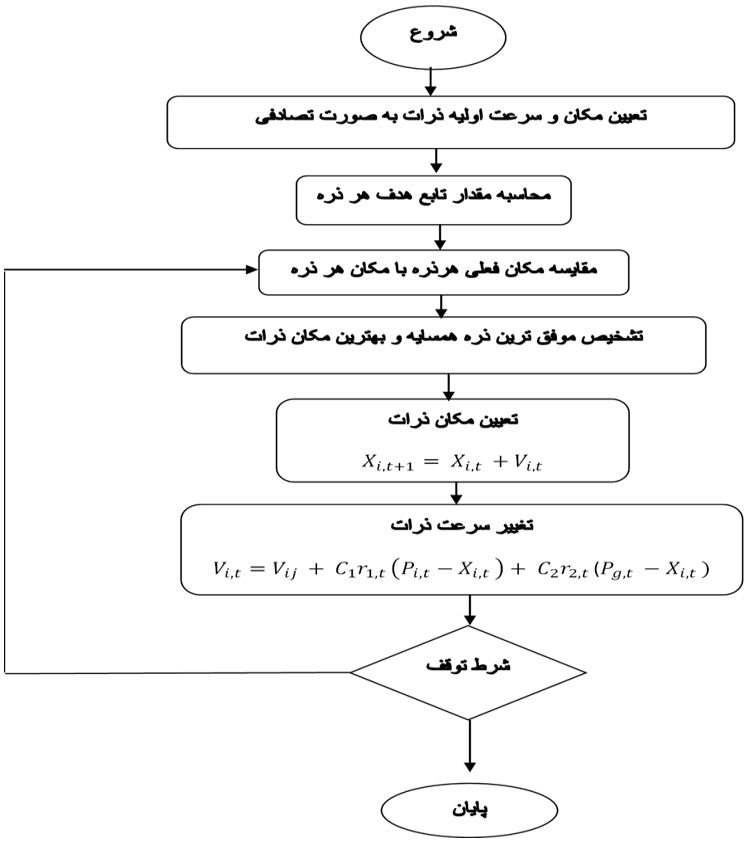
جامعه آماری عبارت است از کلیه عناصر و افرادی که در یک مقیاس جغرافیایی مشخص دارای یک یا چند صفت مشخص و مشترک می‌باشند [12]. جامعه آماری به کل گروه افراد، وقایع یا چیزهایی اشاره دارد که محقق می‌خواهد به تحقیق درباره ی آن بپردازد. فهرستی از همه اعضای جامعه آماری است که از بین آن گروه نمونه انتخاب می‌شود [13]. کلیه شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، جامعه آماری تحقیق حاضر را شکل می دهند. شرکت های مورد بررسی به روش حذف سیستماتیک و بر اساس معیار های زیر انتخاب می شوند، که در نهایت 65 شرکت به عنوان نمونه آماری تحقیق حاضر پذیرفته می شوند:

- جز شرکت های هلدینگ و سرمایه گذاری نباشند.
- بانک ها به سبب ماهیت خاص فعالیتشان حذف می شوند.
- طی دوره مورد بررسی تغییر سال مالی وتوقف عملیات نداشته باشند.
- اطلاعات مورد نیاز آنها برای انجام تحقیق در دسترس باشد.

۴- فرضیه پژوهش

این پژوهش در حوزه بهینه‌سازی پرتفوی می باشد، بنابراین طرح فرضیه برای آن مقدور نمی‌باشد. ولی می‌توان فرضیه زیر در را در فرآیند انجام پژوهش مورد بررسی قرار دهد.

الگوریتم پرندگان دارای توانایی بالاتری نسبت به تئوری انتخاب پرتفوی مارکویتز در بهینه سازی پرتفوی می باشد.



مدل تحلیلی الگوریتم پرندگان

۵- متغیرهای پژوهش

در تحقیق حاضر، از هشت متغیر به عنوان متغیر تعدیلگر برای انجام تجزیه و تحلیل های گسترده تر استفاده شده است، که به شرح زیر می باشد:

ROA : این نسبت نشان دهنده این است که در برابر هر ریال سرمایه گذاری چه قدر بازده نصیب شرکت می شود. این نسبت به طور ضمنی می گوید که تنها سرمایه گذاری مهم نیست بلکه بازدهی که نصیب شرکت می شود مهم است و بازده است که به همراه عوامل دیگر برای سهامدار ایجاد ارزش می کند.

EPS: سود خالص بدست آمده شرکت در یک دوره مالی مشخص (مثلا یک سال) به ازای هر سهم عادی است.

P/E: سرمایه گذاران برای کسب یک ریال سود روی هر سهم؛ چقدر حاضرند بپردازند.

DPS: سود تقسیمی هر سهم از تقسیم کل سود قابل تقسیم به تعداد سهام عادی منتشره شرکت به دست می آید.

آخرین قیمت سهام: آخرین قیمت سهام هر شرکت در انتهای هر روز تهیه می‌شود و بر روی این داده‌ها تحلیل های مختلف انجام می‌گیرد.

جریان های نقدی عملیاتی : عبارت است از جریان نقد ورودی و خروجی ناشی از فعالیت های اصلی و مستمر مولد درآمد عملیاتی واحد تجاری و نیز آن دسته از جریان های نقدی که ماهیتاً به طور مستقیم قابل ارتباط با سایرطبقه های جریان های نقدی صورت جریان وجوه نقد نمی باشند.

سهام شناوری: سهامی است که در دست سهامداران جز (حداکثر ۱٪) می باشد و مدیریتی نیست.

بازده: تغییر در ثروت (دارایی) حاصل از این سرمایه گذاری است. این تغییر یا می تواند به واسطه ی جریان های نقدی مانند بهره یا سود سهام باشد یا به واسطه ی تغییر مثبت یا منفی در قیمت دارایی.

متغیرهای مورد استفاده در واقع مهمترین متغیرهایی است که از دو جهت در مبانی نظری و تجربی در ایران مورد تایید قرار گرفته است. انتخاب این متغیرها به دلیل افزایش روایی پژوهش در بعد عملی و نظری می باشد. به عنوان مثال، رضایی و همکاران(۱۳۹۳)، بیات و همکاران(۱۳۹۴) متغیرها یی شامل: جریان های نقدی آزاد هر سهم، درصد سهام شناور، سود هر سهم، بازده دارایی ها، و بازده حقوق صاحبان سرمایه رادرتحقیق خود مرد استفاده قراردادند

۶- تجزیه و تحلیل داده ها

۶-۱- نحوی محاسبه پرتفوی با استفاده از مارکویتز

در مدل میانگین – واریانس طراحی شده توسط مارکویتز میانگین بازده مورد انتظار را نشان می دهد و واریانس ریسک پرتفوی می باشد.

$$\text{Min } z = \delta_p^2$$

$$\text{St }: \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{n} w_j . \overline{r_j}$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

$$w_j > 0$$

واریانس بازده سبد سهام طبق رابطه زیر محاسبه می شود :

$$\delta_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i \, w_j \, cov(\bar{r}_i, \bar{r}_j)$$

۶-۱-۱- محاسبه پرتفوی با استفاده ازالگوریتم پرندگان

ابتدا میانگین و واریانس مربوط به شرکت های مورد بررسی برای هر یک از متغیر ها با استفاده از نرم افزار متلب با استفاده از برنامه زیر محاسبه می شود:

A;%ماتریس که عناصر آن میزان متغیر شرکت در بین سال های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۲ می باشد.

```
avrage=zeros(65,1);
for i=1:65; s=0;for j=1:11; s=s+A(i,j); end; avrage(i)=s/11; end;% محاسبه میانگین داده ها
co=zeros(65,65);
for i=1:65;
for j=1:65;
if i==j
s=0; for k=1:11;    s=s+(A(j,k)-avrage(j))^2;  end;end;
if i~=j
s=0; for k=1:11;   for l=1:11;   s=s+(A(i,l)-avrage(i))*(A(j,k)-avrage(j)); end; end;end;
co(i,j)=s/121;
end;
```

end; %واریانس و کواریانس کل شرکت ها را محاسبه و در یک ماتریس قرار می دهد.

با استفاده از واریانس و کواریانس بازدهی شرکت ها که در ماتریس co قرار داده شده است تابع هزینه را به صورت زیر تعریف می کنیم.

```
function z=sph(x,co);

z=x'*co*x;
end
```

در نهایت کد نویسی زیر با استفاده از نرم افزار متلب مساله را حل می نماید.

```
%%  problem definition
costfunction=@(x,co)  sph(x,co);
nvar=65;                        تعداد متغییر ها%
varsize=[nvar,1];                 سایز ماتریس متغییرها %
varmax=1;                       کران بالای متغییرها%
varmin=0;                       کران پایین متغییرها%
dx=varmax-varmin;
vmax=0.1*dx;
wdamp=0.99;
%%   pso parameters    پارامترهای برنامه
maxit=10000;                        حداکثر تعداد تکرار الگوریتم%
npop=10000;                         تعداد جمعیت پرندگان %
w=1;                              ضریب وزنی اینرسی%
c1=2;                             ضریب یادگیری هر پرنده%
c2=2;                             پرندگان ضریب یادگیری جمعیت%
%% initialization     ساختار داده ها
emptyparticle.position=[];              ماتریس مقدار متغییرها%
emptyparticle.cost=[];                  میزان تابع هزینه به ازای آن متغییر%
```

```
emptyparticle.velocity=[];                  سرعت هر پرنده%
emptyparticle.best.position=[];             بهترین موقعیت کسب شده توسط پرنده%
emptyparticle.best.cost=[];                 بهترین تابع هزینه هر پرنده %
particle=repmat(emptyparticle,npop,1);      تکثیر ساختار متغییری تعریف شده به تعداد پرندگان%
globalbest.cost=inf;
globalbest.position=zeros(varsize);
for i=1:npop;                               مقدار دهی اولیه برای متغییر ها%
particle(i).position=unifrnd(varmin,varmax,varsize);
particle(i).position=particle(i).position/(sum(particle(i).position));
particle(i).cost=costfunction(particle(i).position,co);
particle(i).velocity=zeros(varsize);
particle(i).best.position=particle(i).position;
particle(i).best.cost=particle(i).cost;
if ( particle(i).best.cost)<(globalbest.cost)
globalbest.cost=particle(i).best.cost;
globalbest.position=particle(i).best.position;
end;
end;
globalbest.cost
ساختار اصلی برنامه و تکرارها  %%
for j=1:maxit
for i=1:npop
particle(i).velocity=w*particle(i).velocity+c1*rand*(particle(i).best.position-
particle(i).position)+c2*rand*(globalbest.position-particle(i).position);
particle(i).velocity=min(max(particle(i).velocity,-vmax),vmax);
particle(i).position=particle(i).position+particle(i).velocity;
particle(i).position=min(max(particle(i).position,varmin),varmax);
particle(i).position=particle(i).position/(sum(particle(i).position));
particle(i).cost=costfunction(particle(i).position,co);
if particle(i).cost<particle(i).best.cost
particle(i).best.position=particle(i).position;
particle(i).best.cost=particle(i).cost;
end;
if particle(i).best.cost<globalbest.cost
globalbest.cost=particle(i).best.cost;
globalbest.position=particle(i).best.position;
end
disp(['Iteration ' num2str(i) ':   Best Cost = ' num2str(globalbest.cost)]);
w=w*wdamp;
end
```

برنامه مسئله با تعداد تکرار ۱۰۰۰۰ حل کرده و نتیجه را به ما می دهد.

جدول ۱- پرتفوی مدل مارکویتز و الگویتم پرندگان و همچنین بازده شرکت ها

نام شرکت	پرتفوی مدل مارکویتز	الگوریتم پرندگان	میانگین بازده شرکتها
آبگینه	0.111892324626792	0.112364567332525	0.1171
افست	0.00681388644889462	0.0129774793381879	-0.0138
ایران خودرو	0.0190285474402835	0.0207926495049583	0.2384
ایران خودرو دیزل	0.00901035811540836	0.00477595014408602	0.0409
ایران مرینوس	0.00268757539904957	0.00355074099180322	0.0130
بیسکویت گرجی	0.0211382941756879	0.0255404273529597	0.1390
پارس پامچال	0.0152780010738819	0.0158766023397978	1.2850
پارس دارو	0.00341320276747106	0.0103265419295881	0.2764
پارس مینو	0.00261228731602103	0.00215046521780836	0.2561
پاکسان	0.00161267040704456	0.00780130734043130	0.1227
پتروشیمی آبادان	0.0109384633697158	0.0132264867075954	0.2461
پتروشیمی فارابی	0.00888704266995961	0.000937821447729961	0.6238
پشم شیشه ایران	0.00315051992490723	0.0164785798102947	0.4211
پلاستیران	0.00418669406972062	0.0274178278360475	0.0382
توسعه صنایع بهشهر	0.00807345740913488	0.00585081950139727	0.1235
جام دارو	0.0118630023523022	0.00445074010782798	0.4182
داروسازی اسوه	0.00663786847894245	0.0101519551904976	0.0064
داروسازی کوثر	0.00297554671506265	0.00420081786401937	-0.1898
دارویی جابربن حیان	0.00383789219164641	0.00497583378292580	0.1516
دارویی رازک	0.00128782015038280	0.00621336991331252	0.1219
دارویی لقمان	0.00455041823360505	0.00752627565138811	0.1986
دشت مرغاب	0.00435084570707152	0.00755146624256395	0.0060
سایپا	0.00608628406323449	0.00792592613768039	0.2448
سیمان ارومیه	0.00427540293980792	0.0201023029120186	-0.0698
سیمان شرق	0.00307482687051430	0.00708853839597065	-0.2135
سیمان شمال	0.00436244358315666	0.0166905569575916	-0.1491
سیمان مازندران	0.00418784650685694	0.00487583403001024	0.1815
شیشه قزوین	0.0276144943045649	0.0130656012387814	0.0414
شیشه وگاز	0.00351258736174286	0.00370076533269906	0.7641
صنعتی آما	0.00221268923312611	0.00185049553840790	0.5455
صنعتی بهشهر	0.0534068386316689	0.0157043882393191	0.6306

نام شرکت	پرتفوی مدل مارکویتز	الگوریتم پرندگان	میانگین بازده شرکتها
فیبر ایران	0.00738809904516196	0.0214932750822518	0.8112
کاربراتور ایران	0.00972406624938097	0.0166162625632531	0.0604
کاشی اصفهان	0.0397617662367517	0.00987651887491094	-0.0457
کربن ایران	0.00175003337482404	0.00570084426937569	0.4482
کف	0.00991039299446751	0.0161512023748130	0.1002
لاستیک کرمان	0.00242561266278846	0.0114144724972644	0.0527
لعاب ایران	0.00234994484428742	0.0238395210464881	0.3450
لنت ترمز ایران	0.0511422869341395	0.0169908490356617	0.0467
لوله وماشین سازی ایران	0.0285406995496830	0.00762609955849857	0.0070
مس شهید باهنر	0.00842417087959456	0.0224276800767309	0.1432
مهرام	0.0188380146439773	0.0207636217451295	0.6371
نفت بهران	0.00161282769599973	0.00821420388503627	0.0759
نفت پارس	0.00242578547160628	0.00621362709758957	0.1252
نورد الومینیم	0.00825011262320413	0.00463815966250848	0.3712
نوش مازندران	0.00417551282327538	0.00480079408563746	3.1204
پتروشیمی خارک	0.126923573867174	0.0832578051607568	0.5662
لبنیات شیر پاستوریزه پاک	0.00723897403022908	0.0144767665265346	0.3023
داروسازی زهراوی	0.00138798780435569	0.00522589896091123	-0.0761
سینا دارو	0.00695087667318807	0.0236420979354632	0.0847
ایران ترانسفو	0.0207896957749211	0.0152893025485126	0.3320
کالیسمین	0.00228798494239513	0.00240043325836886	1.1891
کاشی الوند	0.0263532161409894	0.0305544201420819	0.1982
کاشی نیلو	0.00867351936188197	0.00741389196806244	-0.0427
سیمان کرمان	0.00277551692036521	0.00435089318282698	0.0242
سیمان صوفیان	0.00506363190509137	0.0152270222840341	-0.1942
لامپ پارس شهاب	0.0100517326729960	0.0105387793462464	0.1038
خوراک دام پارس	0.161848044069287	0.0905257718308189	0.2224
دارو داملران	0.00802525007382539	0.0143644679347589	0.4454
داروسازی عبیدی	0.00843835852833924	0.00738892443802738	0.0907
صنعتی نیرو محرکه	0.00718769106714466	0.00890136944073553	0.4130
داده پردازی ایران	0.00637425028458984	0.0102262236709925	0.5445
بهنوش ایران	0.00490074192239312	0.00645120696264806	-0.0086

نام شرکت	پرتفوی مدل مارکویتز	الگوریتم پرندگان	میانگین بازده شرکتها
ریخته گری تراکتورسازی	0.0125493893564901	0.0312161664653184	-0.0646
قند نقش جهان	0.00563829175752666	0.00563829175752666	1.0123

۶-۲- آمار توصیفی مدل مارکویتز و الگوریتم پرندگان

بیان کننده میزان انتظار بازده سرمایه گذاری و واریانس آن نیز برای هر یک از متغیر ها در جدول شماره۲ بیان گردیده است:

جدول ۲- میزان بازده و واریانس پرتفوی برای متغیرها

مدل	مدل مارکویتز		الگوریتم پرندگان	
متغیر ها	واریانس	بازده	واریانس	بازده
متغیر بازده	3.1283	0.8969	0.1250	0.1035
متغیر EPS	4.4036	1.6565	0.5275	0.3075
متغیر P/E	0.2363	0.2344	0.2731	0.4200
متغیر آخرین قیمت سهام	1.4378	-0.1478	1.1739	0.1971
متغیر جریان های نقدی	0.3847	0.1604	0.3959	0.1993
متغیر ROA	0.3270	0.5578	0.3516	0.2272
متغیر DPS	0.7682	0.2967	0.5928	0.2461
متغیر سهام شناور ازاد	0.5750	0.2893	0.7286	0.3045

با مطالعه جدول ۲ به نکات مهمی پی می بریم:

بازده مورد انتظار برای پرتفوی سرمایه گذاری در مدل مارکویتز بصورت زیر می باشد:

$$\bar{r}_p = \sum_{j=1}^{n} w_j \bar{r}_j = 0.3567$$

میزان واریانس هم برابر0.8607می باشدوانحراف معیار ان نیز0.9277میباشد

برای الگوریتم پرندگان نیز بازده کل پرتفوی به صورت زیر محاسبه شده است.

$$\bar{r}_p = 0.2789$$

میزان واریانس نیز برابر 0.5215 می باشدوانحراف معیار ان نیز 0.7221می باشد

میزان بازده مورد انتظار برای مدل مارکویتز بیشتر از الگوریتم پرندگان می باشد. که نشان می دهد مدل مارکویتز با در نظر گرفتن میزان ثابت بازده یعنی میانگین بازدهی شرکت ها میزان بازدهی ثابتی را در مدل خود اعمال نموده است و اینکه الگوریتم پرندگان آزاد بوده و هر میزان بازدهی را می تواند اختیار کند.

میزان انحراف معیار یا ریسک الگوریتم پرندگان کمتر از مدل مارکویتز می باشد. که بیانگر میزان سطح اطمینان بالاتروریسک کمتر از پرتفوی می باشد و الگوریتم پرندگان از سطح اطمینان بالاتر و ریسک کمتری نسبت به مدل مارکویتز برخوردار می باشد.

۶-۲-۱- مقایسه سبد سرمایه گذاری الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز

بدین جهت با انتخاب ۱۰شرکت با سطح سرمایه گذاری بالا را در هر دو روش الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز به مقایسه آن دو می پردازیم:

نام شرکت	پرتفوی مدل مارکویتز	درصد مارکویتز	نام شرکت	الگوریتم پرندگان	درصد پرندگان
خوراک دام پارس	۰,۱۶۲	۲۴,۹۵	آبگینه	۰,۱۱۲۴	۲۳,۸۶
پتروشیمی خارک	۰,۱۲۷	۱۹,۵۷	خوراک دام پارس	۰,۰۹۰۵	۱۹,۲۲
آبگینه	۰,۱۱۲	۱۷,۲۵	پتروشیمی خارک	۰,۰۸۳۳	۱۷,۶۸
صنعتی بهشهر	۰,۰۵۳	۸,۲۳	ریخته گری تراکتورسازی	۰,۰۳۱۲	۶,۶۳
لنت ترمز ایران	۰,۰۵۱	۷,۸۸	کاشی الوند	۰,۰۳۰۶	۶,۴۹
کاشی اصفهان	۰,۰۴۰	۶,۱۳	پلاستیران	۰,۰۲۷۴	۵,۸۲
لوله وماشین سازی ایران	۰,۰۲۹	۴,۴۰	بیسکویت گرجی	۰,۰۲۵۵	۵,۴۲۵
شیشه قزوین	۰,۰۲۸	۴,۲۶	لعاب ایران	۰,۰۲۳۸	۵,۰۶۳۸
کاشی الوند	۰,۰۲۶	۴,۰۶	سینا دارو	۰,۰۲۳۶	۵,۰۲۱
بیسکویت گرجی	۰,۰۲۱	۳,۲۶	مس شهید باهنر	۰,۰۲۲۴	۴,۷۶۱۱

۷- نتیجه گیری و بحث

انتخاب سبد سهام در مباحث سرمایه گذاری کار دشوار و سختی است تصمیم گیری درباره اینکه کدام سهم در مقایسه با سایر سهام در وضعیت بهتری قرار دارد و شایستگی انتخاب شدن و قرار گرفتن در سبد سرمایه گذاری فرد را دارد و چگونگی تخصیص سرمایه بین این اوراق، مباحثی پیچیده است. از لحاظ نظری، موضوع انتخاب سبد سهام در حالت حداقل کردن ریسک در صورت ثابت در نظر داشتن بازده با استفاده از فرمول های ریاضی و از طریق یک معادله درجه دوم قابل حل است، لیکن در عمل و در دنیای واقعی با توجه به تعداد انتخاب های زیادی که در بازارهای سرمایه وجود دارد، رویکرد ریاضی مورد استفاده برای حل این

مدل، نیازمند محاسبات و برنامه ریزی وسیعی است. با توجه به اینکه رفتار بازار سهام از یک الگوی خطی پیروی نمی کند، به همین دلیل، روش های خطی رایج نیز نمی تواند در توصیف این رفتار مورد استفاده قرار گیرد و مفید واقع شود. با توجه به شرایط عدم قطعیت سرمایه گذار در تعیین عوامل موثر در فرآیند سرمایه گذاری از جمله مقدار دقیق بازده و ریسک سهام، در این مقاله سعی شده است تا مدلی توسط برنامه ریزی غیر خطی و روش حل آن برای انتخاب بهینه پرتفوی ارائه گردد و از آنجایی که هدف از یک سرمایه گذاری داشتن حداقل ریسک در ازای مقدار قابل قبولی بازدهی است، لذا یک مدل بهینه سازی، با هدف کمینه کردن ریسک نامطلوب و بر اساس مقدار معینی بازدهی به کار گرفته شده است که مدل های آنالیز شده در این مقاله، الگوریتم پرندگان با مدل سنتی مارکویتز می باشد که برتری سود مندی (بازده و ریسک) آن ها نیز مورد تحقیق وواقع شدند و نتایج مقاله با توجه به تجزیه و تحلیل فرضیه‌ها ، بازده ۶۵ شرکت مورد بررسی، برای الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز که با مقایسه آن ها، بیان دارند که دو مدل برای شرکت ها دارای بازدهی قابل قبول و مطمئن دارای عملکرد مشابه ولی در بقیه دارای تفاوت می باشند و با مقایسه ۱۰ شرکت برتر(جدول۵-۱) با سطح سرمایه گذاری بالا برای هر دو روش مشاهده می گردد که ۳ شرکت برتر در هر دو الگوریتم یکسان بوده اند، و در فقط ترتیب آنها تغییر کرده است ، میزان سرمایه گذاری در این شرکت ها نیز با یکدیگر و همچنین رتبه بندی آنها نیز متفاوت می باشد لذا با مشاهده اینکه بازده مدل مارکویتز ۰/۳۵۶۷ و میزان واریانس آن ۰/۸۶۰۷ و میزان انحراف معیار یا ریسک ان 0.9277 می باشد ، بازده الگوریتم پرندگان ۰/۲۷۸۹ و واریانس آن ۰/۵۲۱۵ وانحراف معیاریا ریسک ان0.7221 گردیده و با مقایسه بازده پرتفوی و انحراف معیار یا ریسک ان برای هر دو روش این می توان به این نتیجه رسید که بازده مدل مارکویتز بیشتر از الگوریتم پرندگان بلعکس انحراف معیار(ریسک) الگوریتم پرندگان پایین تر وسطح اطمینان ان بیشتر از مدل مارکویتز می باشدکه نتیجه این تحقیق کارامدی الگوریتم های هوش مصنوعی را نسبت به روش های سنتی وریاضی تایید می کند، بنابراین فرضیه تحقیق تایید می شود.

با توجه به یافته‌های تحقیق، در سطح اطمینان ۹۵٪؛ میزان خطا یا واریانس مدل پرندگان کمتر از مدل مارکویتز می باشد، با نتایج تحقیق نجفی (۲۰۱۴)، مبنی بر ریسک کمتر الگوریتم مورچگان به مدل مارکویتز؛ و بیات و باقری(۱۳۹۴) که به این نتیجه رسیدند که روش های هوش مصنوعی کارامدی بیشتری نسبت به روش های ریاضی دارند؛ بیات، شکری (۱۳۹۴)، که بیان داشتند در انتخاب پرتفوی بهینه مدل ارزش در معرض ریسک بهترین مدل پیشنهادی می باشد و بیات و آب چر (۱۳۹۴)، به این نتیجه رسیدند که بین بازده مورد انتظار و تمایل به ریسک سرمایه گذاران رابطه مثبتی وجود دارد و رهنمای رود پشتی و همکاران (۱۳۹۳)، نشان دادند با استفاده از الگوریتم ژنتیک می توان عملکرد بهتری نسبت به روش های سنتی به دست آورد و رضایی (۱۳۹۳)، رضایی مقاله ای تحت عنوان ترکیب الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی ازدحام ذرات برای حل مسائل بهینه سازی پیوسته ارائه داد و در پژوهش خود ترکیبی از دو تکنیک بهینه سازی ابتکاری به نام های الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی ازدحام ذرات استفاده کرده است و رویز و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهش خود نشان دادند با استفاده از متغیر میانگین متغیر قیمت سهام می توان بازده بالاتری

نسبت به بازار کسب نمود و چانگ و لی(۲۰۱۲)، با استفاده از این مدل و الگوریتم کلونی زنبور عسل در هوش مصنوعی فرایندی مقایسه ای در خصوص مسئله ی بهینه سازی در مورد مسائل داری ابهام در صنعت مورد بررسی صورت پذیرفت و برتری آن را بیان داشتند و پاتاری (۲۰۱۰)، نتایج این تحقیق نشان داد که اثر بخشی تحلیل پوششی داده ها باعث بهینه شدن تصمیم گیری در انتخاب پرتفوی می گردد و دایه (۲۰۰۹)، سپس با توجه به نسبت کارایی محاسبه شده، پرتفوی بهینه ی متناسب با ارجحیت تصمیم گیران را انتخاب نمد و چیم و همکارانش (۲۰۰۹)، نتایج این تحقیق ثابت کرد که قیمت سهام به صورت آشوب گونه نوسان دارد که با استفاده از الگوریتم پرندگان میتوان به صورت ساختار، روش های آموزش الگوریتم، روش های آزمایش و ارزیابی الگوریتم پرندگان، الگویی را ارائه کرد که دارای کمترین خطای پیش بینی و دقت زیاد باشد همسو می باشد و با راعی (۱۳۸۹)، در تحقیق خود مسئله بهینه سازی پرتفوی با استفاده از روش بهینه سازی حرکت تجمعی ذرات است نتایج پژوهش نشان می دهد که در روش بهینه سازی ذرات در بهینه سازی پرتفوی سهام با وجود محدودیت های بازار موفق تر است که مخالف نتایج این تحقیق مبنی بر بازده پایین تر الگوریتم پرندگان می باشد.

با عنایت به نتایج تحقیق، پیشنهادهای زیر ارائه می گردد:

- ✓ باتوجه به نتایج به دست آمده از پژوهش، پیشنهاد می شود سرمایه گذاران (ریسک پذیر) بیشتر از مدل مارکویتز، با توجه به بازده مورد انتظار استفاده کنند. زیرا سرمایه گذاران ریسک پذیر علاقه مند بازده بالا هستندکه به دلیل ریسک پذیری بالابالطبع بازده انان هم بالا خواهد بود.
- ✓ همچنین سرمایه گذاران ریسک گریز از مدل الگوریتم پرندگان استفاده کنند زیرا ریسک این مدل کمتر بوده است و سرمایه گذاران ریسک گریز ترجیح می دهند ریسک کمتری داشته باشند و به بازده کمتر(درمقابل ریسک کمتر) قانع هستند.
- ✓ با توجه به نتایج بدست آمده، پیشنهاد می شود سرمایه گذاران به شرایط و محدودیت های دیگر مدل مارکویتز نیز توجه کنند، از قبیل : محدودیت ها در خرید و فروش سهام، اندازه(ظرفیت) سبد سهام و .... که باید وارد مدل شود تا در این صورت، مدل خطی به حالت غیر خطی تبدیل گردد که حل آن نیز بسیار مشکل خواهد بود.
- ✓ از نکات مدنظر سرمایه گذاران در بحث سبدگردانی است و در نظر داشتن هزینه های معاملاتی آینده است . سرمایه گذاران همواره مایل هستند که با کمترین تعداد معاملات و به تبع آن کمترین هزینه های معاملاتی آینده به سبد مدنظر خود دست یابند . وارد کردن این متغیر به عنوان یکی دیگر از متغیرهای مسئله، امکان اجرای تحقیق جدیدی را درباره این موضوع فراهم می سازد.
- ✓ دراکثر پژوهش ها برای محاسبه پرتفوی تنها از تعداد محدودی متغییر(عمدتا بازده) استفاده شده ولی در این پژوهش از ۸ متغیربهره گرفته شده که به همین دلیل می توان نتایج این پژوهش را بیشتر مورد توجه قرار داد و در تصمیمات سرمایه گذاری استفاده نمود.

فهرست منابع

* بیات، علی؛آب‌چر، بهجت (۱۳۹۴)، "ارتباط بین الگوهای تصمیم گیری و انتظارات سرمایه گذاران از ریسک و بازده سرمایه گذاری در ابزارهای مالی بر اساس مدل مارکویتز"،فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری سال چهارم،شماره شانزدهم.
* بیات، علی؛ شکری، علی (۱۳۹۴)."فرایند انتخاب پرتفوی بهینه به روش ارزش در معرض ریسک"،گروه حسابداری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان.
* بیات، علی؛ باقری، زینب (۱۳۹۴)،"مروری برروش های پیش بینی قیمت سهام بارویکرد مبتنی برهوش مصنوعی"، دومین همایش منطقه ای حسابداری ایده های نوین در حسابداری و مدیریت مالی آموزشکده فنی و حرفه ای سما زنجان.
* پی جونز، چارلز؛ ترجمه: تهرانی،رضا؛ نوربخش، عسگر. (۱۳۹۱). مدیریت سرمایه گذاری، نشرنگاه دانش.
* دموری، داریوش؛ فرید، داریوش؛ اشهر،مرتضی.(۱۳۹۰)."پیش بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان و مقایسه آن با الگوهای سنتی". مجله دانش حسابداری؛ سال دوم.ص ۷-۳۰.
* راعی، رضا؛ حسینی،سید فرهنگ (۱۳۹۴). "مقایسه بازده خرید و فروش مبتنی بر نماگرهای تکنیکی و منطق فازی و روش ترکیبی الگوریتم ژنتیک منطق فازی". مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار،شماره ۲۴.
* راعی،رضا؛علی بیگی،هدایت. (۱۳۸۹)."بهینه سازی پرتفوی با استفاده از روش حرکت تجمیعی ذرات".تحقیقات مدیریت مالی دانشگاه تهران.دوره ۱۲.شماره۲۹.
* راعی،رضا؛تلنگی،احمد. (۱۳۸۳). "مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته".سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها(سمت).۱۰۵-۱۴۲.
* رضایی،وحید؛راحتی،وحید.(۱۳۹۳). "ترکیب الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی ازدحام ذرات برای حل مسائل بهینه سازی پیوسته".اولین کنفرانس ملی ریاضیات تبریز.کارشناسی ارشد علوم کامپیوتر،دانشکده ریاضی سیستان و بلوچستان.
* رمضانی،فرهاد؛یعقوبی،مهدی.(۱۳۹۳). "الگوریتم کیاتیک بهینه سازی پرندگان" . کنفرانس ملی مهندسی نرم افزار ایران. دانشگاه آزاد مشهد.
* رهنمای رود پشتی، فریدون، چاوشی، کاظم، صابر، ابراهیم (۱۳۹۳)، "بهینه سازی پرتفوی متشکل از سهام صندوق های سرمایه گذاری مشترک بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد الگوریتم ژنتیک"، فصلنامه دانش سرمایه گذاری، شماره 86 .
* سرمد، زهره، بازرگان، عباس، و حجازی، الهه، (۱۳۸۰)، "روش های تحقیق در علوم رفتاری"، انتشارات آگاه.

* سکاران، اوما، (۱۳۸۰)، "روش‌های تحقیق در مدیریت"، ترجمه صائبی و شیرازی ، مرکز آموزش مدیریت دولتی
* طالبی ،آرش (۱۳۸۹)."انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از روشهای فراابتکاری و مقایسه ی آن با سبدهای تشکیلیِ خبرگان و تازه کارها در بازار بورس اوراق بهادار تهران". پایان نامه کارشناسی ارشد ،دانشکده مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود.
* فبوزی، فرانک؛ مودیلیانی، فرانکو؛ فری، مایکل. (۱۳۷۶).ترجمه عبده تبریزی. "مبانی بازارها و نهادهای مالی".حسین.نشر پیشبرد.
* کریمی،م. (۱۳۸۶). "بهینه سازی پرتفوی با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر در بورس اوراق بهادار تهران"،پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا.
* مهدی زاده،صابر؛ ثابت،پریسا. (۱۳۹۱). "انتخاب بهینه سبد سرمایه ی بورسی صندوق بازنشستگی شرکت نفت با استفاده از مدل های مارکویتز و var". دانشکده سمنان، سمنان.
* Chen, Y., Mabu, S., Shimada, K., & Hirasawa, K. (2009)." A genetic network programming with learning approach for enhanced stock trading model". Expert Systems with Applications, 36(10), 12537-12546.
* Chang, P.T. & Lee, J. H. (2012). "A Fuzzy DEA & Knapsack formulation integrated model for project selection". Computer & Operation Research, 39, 112-125.
* Chiam, S ,Tan, K, & Mamun, A.(2009). "A Memetic Model of evolutionary PSO for Computational Finance Applications". Expert System with Applications, Vol 1, 36,pp369-3711.
* Dallagonol, V, Vandenberg, F, & Mous, L.(2009). Portfolio Management Using Value at Risk: "A Comparsion between Genetic Algorithm & Particle & Particle Swarm Optimization ". International of Intelligent System, Vol.2.4 pp 729-2-766.
* Edirisinghe, NCP & X Zhang,(2008). Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: case of US industries, Journal of the operational research society 59.
* Li, Jun, Jiuping Xu (2006) "A novel portfolio selection model in a hybrid uncertain environment",omega the International Journal of Management Science, vol. 37, pp. 439-449
* Markowitz H.M.(۱۹۵۲),"Portfolio selection",Journal of Finance, 77–91.
* Martinz, s. cortes, j.& Bullo,F.(2007). Motion coordination with distributed information. IEEF Control System Magazine, Vol. 27,pp 75-88.
* Madan M. Gupta, Liang Jin, and Noriyasu Homma, Forwarded by Lotfi A. Zade. (2006)." Static and Dynamic Neural Networks from fundamental to advanced theory ,Particle Swarm Optimization Algorithm" Pan Hongxia,Ma Qingfeng, Wei Xiuye ICM . IEEE 3rd International Conference on Mechatronics.
* Najafi Moghadam,Ali; Rahnama Roodpooshti,Fraydoon; Farrokhi,Mahvash. (2014).Optimization of Stock Portfolio based of Ant Colony & Greay Theory. IRJABS,VOL 8(7).780-788.
* Patari, E. J, Leivo, T, H & Samuli Honkapuro, J. V. (2010). "Enhancement of value portfolio performance using data envelopment avalysis". Studies in Economic & Finance, 27(3):223-246.
* PoliRicardo, Kennedy James,(2015). "Blackwelltim Particle Swarm Optimization An Overview, s.l,Springer Science.pp.33-57.

* Ruiz, V., Pérez, M. A., & Olasolo, A. (2014). Dynamic portfolio management strategies based on the use of moving averages. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 109, 1277-1281.
* Silva, A., Neves, R., & Horta, N. (2015). A hybrid approach to portfolio composition based on fundamental and technical indicators. Expert Systems with Applications, 42(4), 2036-2048.
* Wilmott, P. (2007). Paul Wilmott introduces quantitative finance: John Wiley & Sons.

یادداشت‌ها

[1]. Genetic Algorithm
[2]. POS
[3]. Refrigeration Metals
[4]. Tabu search
[5]. Ant Colony Optimization
[6]. Bee dances
[7]. Colonial competition
[8]. Portfolio
[9]. Modern Portfolio Theory (MPT)
[10]. Particle Swarm Optimization