فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۵ / شماره ۱ (پیاپی ۵۸) / تابستان ۱۴۰۵
صفحه ۶۵۵ تا ۶۷۰

# بهینه سازی کنترل ریسک پرتفوی بر اساس الگوریتم ازدحام ذرات در بورس اوراق بهادار

**نسیم محمد حسنی**
دانشجو دکتری مهندسی مالی , گروه مدیریت مالی , دانشکده مدیریت و اقتصاد , واحد رودهن , دانشگاه آزاد اسلامی , تهران , ایران
Hasani7070@gmail.com

**نرگس یزدانیان**
استاد یار گروه مدیریت مالی , گروه مدیریت مالی, دانشکده مدیریت و اقتصاد , واحد رودهن , دانشگاه آزاد اسلامی , تهران , ایران
نویسنده مسئول
nargesyazdanian@gmail.com

**جعفر جمالی**
استاد یار گروه مدیریت مالی , دانشکده مدیریت و اقتصاد , واحد علوم و تحقیقات , دانشگاه آزاد اسلامی , تهران , ایران, آدرس ایمیل
jafar.jamali@gmail.com

**مریم تیموریان**
استاد یار گروه آمار و ریاضی , واحد رودهن , دانشگاه آزاد اسلامی , تهران , ایران.
Teimourian_mary@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۷

## چکیده

بهینه سازی سبد سرمایه گذاری یک مسئلهٔ چالش برانگیز در رشته های مالی می باشد. روش های متعددی با هدف کمینه کردن ریسک و بیشینه کردن بازده سرمایه برای تشکیل سبد سرمایه گذاری بهینه ارائه شده است. در این تحقیق، از الگوریتم ازدحام ذرات بهبود یافته برای بهینه سازی کنترل ریسک در پرتفوی استفاده شده است. در این پژوهش، از داده‌های سه ماهه دوم سال ۱۴۰۲ برای ۵۰ شرکت فعال بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. الگوریتم ازدحام ذرات بهبود یافته در مرحله ۸۴ به همگرایی رسیده است و نتیجه انتخاب شرکت‌ها جهت سرمایه‌گذاری با ریسک کمتر تعداد شرکت‌های انتخاب شده از بین ۵۰ شرکت مذکور برابر با ۲۳ شرکت است. در این پژوهش معیار شارپ برای بازدهی سهم، برای ۲۳ شرکت انتخاب شده برابر با ۱۷.۶۹ است در حالیکه برای همه شرکت‌ها برابر با ۱۱.۵۶ می‌باشد که نشان‌دهنده کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و افزایش سود آن در شرکت‌های انتخاب شده‌است. بالا بودن میزان این معیار نمایانگر بازده به دست آمده، با تقبل ریسک کمتر است. همچنین معیار ترینر برای بازدهی سهم، برای ۲۳ شرکت انتخاب شده ۰.۱۵ و برای ۵۰ شرکت فعال ۰.۱۲ است که مقدار این معیار برای ۲۳ شرکت انتخابی کمی بیشتر از ۵۰ شرکت فعال است. ترینر رابطه بین برگشت سود پورتفولیو و نرخ برگشت سود بازار را تعریف می‌کند. هرچه مقدار ترینر بیشتر باشد، پرتفوی بهتری ایجاد می‌شود. معیار جنسن برای بازدهی سهم، برای ۲۳ شرکت انتخابی و ۵۰ شرکت فعال یکسان بوده و برابر با ۰.۲۲ است. طبق نتایج تحقیق مقدار هر سه معیار ارزیابی عملکرد شارپ، ترینر و جنسن برای eps هر سهم در شرکت‌های انتخابی بهتر از ۵۰ شرکت فعال شده‌است.

**واژه‌های کلیدی:** بهینه سازی، کنترل ریسک پرتفوی، الگوریتم ازدحام ذرات، بورس اوراق بهادار.

## ۱- مقدمه

در سال های اخیر، تحقیق و توسعه بازارهای مالی امری ضروری است. بازار اوراق بهادار پایه و اساس سیستم مالی است. برای توسعه بیشتر سیستم مالی، وظیفه اصلی توسعه شدید بازار اوراق بهادار است که می تواند توسعه سیستم مالی را همراهی کند (تنک و همکاران، ۲۰۱۹). پس از دهه ۱۹۹۰، جهانی شدن اقتصادی ریسک بازار مالی جهانی را پیچیده تر و نظارت بر آن را دشوارتر کرد (گو و هائو، ۲۰۱۸). به طور خلاصه، توسعه بازار اوراق بهادار به عنوان بخشی غیرقابل جایگزین از سیستم مالی، به حمایت قوی چین نیاز دارد. پرتفوی روشی بسیار موثر برای ریسک گریزی است که ریسک سرمایه گذاران را تا حد زیادی کاهش می دهد و به توسعه پایدار بازار مالی کمک می کند. مهم نیست برای سرمایه گذاری فردی یا توسعه کلی بازار چین، تحقیق در مورد سبد سرمایه گذاری از اهمیت زیادی برخوردار است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۸). استفاده از پوشش ریسک برای انتقال ریسک‌های بازار مالی عمدتاً به این معنی است که سرمایه‌گذاران از مشتقات مالی برای انجام پوشش ریسک استفاده می‌کنند و با قفل کردن هزینه‌ها به سودهای مورد انتظار دست می‌یابند. در شرایط ایده‌آل که قیمت آتی و قیمت نقدی اساساً روند یکسانی دارند، پوشش ریسک آسان است، اما در عمل، رسیدن به وضعیت ایده‌آل که قیمت آتی و قیمت نقدی روند یکسانی داشته باشند دشوار است (تنک و همکاران، ۲۰۱۹). در این تحقیق از الگوریتم PSO استفاده شده است که می تواند جستجوی تصادفی را به صورت استراتژیک در محدوده وسیعی انجام دهد. علاوه بر این، مزایایی دارد که اکثر الگوریتم‌های هوشمند ابتکاری فاقد آن هستند: پارامترهای کمی باید تنظیم شوند، اصل ساده و آسان برای پیاده‌سازی است. در مواجهه با ابهامات عظیم در بازار مالی، موسسات مالی مختلف باید در مدیریت ریسک تخصیص دارایی و در عین حال تلاش برای منافع، کار خوبی انجام دهند. ریسک در بازارهای مالی مفهومی کلیدی است که باید نسبت به شناسایی، اندازه گیری و تصمیم گیری آن اقدام کرد. در تقسیم بندی کلی می توان دو دیدگاه برای ریسک در نظر گرفت : در دیدگاه اول ریسک هر گونه نوسان های احتمالی بازدهی در آینده در نظر گرفته می شود و دیدگاه دوم، ریسک هر گونه نوسان های احتمالی منفی بازدهی در آینده مد نظر قرار می گیرد (وان استادن و همکاران، ۲۰۲۰).

هدف مسئله بهینه‌سازی پرتفوی (POP) بهبود بازده پرتفوی و کاهش ریسک پرتفوی در بازار پیچیده مالی است (مارکویتز، ۱۹۵۲) که در سال‌های اخیر علاقه‌های فزاینده‌ای به دست آورده است (گاوریشچاکا، ۲۰۰۳، ریلیچ،۲۰۱۷، لیانگ،۲۰۱۳ و سونگ و همکاران، ۲۰۱۷). به طور دقیق تر، POP را می توان به عنوان نحوه تخصیص دارایی برای کمک به سرمایه گذاران در دستیابی به حداکثر بازده و به حداقل رساندن ریسک در یک سبد در نظر گرفت. از آنجایی که بازار مالی به سرعت در حال تغییر است، POP به یک مرجع مهم برای سرمایه گذاران تبدیل می شود تا پرتفوی موثر را از هزاران سهام تعیین کنند. اگرچه POP بر روی داده‌های تاریخی برای یافتن پرتفوی مؤثر انجام می‌شود، اما نتیجه همچنان امیدوارکننده است که سرمایه‌گذاران را به سرعت در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری مناسب (یعنی انتخاب سهام مناسب برای به حداکثر رساندن بازده و به حداقل رساندن ریسک) در مورد جدید راهنمایی/ کمک کند. با بازار مالی مواجه شد. بنابراین، تحقیقات در مورد POP برای سرمایه‌گذاران به

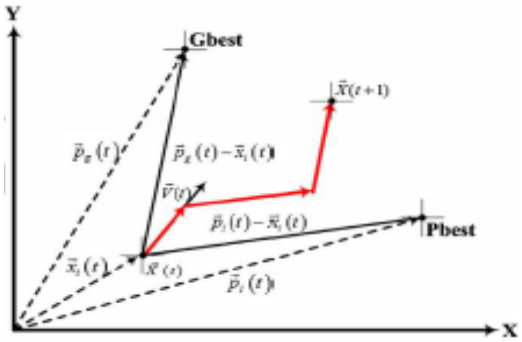
منظور تصمیم‌گیری سریع سرمایه‌گذاری و دستیابی به اهداف افزایش بازده و کاهش ریسک، مفهوم مرجع مهمی دارد. (یو و همکاران، ۲۰۱۶، چن و همکاران، ۲۰۰۷، تاورن ونگ و همکاران، ۲۰۰۴).

یکی از عمده ترین مسائل در رابطه با سرمایه گذاری، تشکیل سبدی از سهام است که بهینه باشد. سبد سهام را در اصطلاح پرتفوی می گویند. به طور طبیعی، سرمایه گذاران در ایجاد پرتفوی، به دنبال بیشینه کردن سود سبد خود هستند و سهامی را که بیشترین بازدهی را داشته باشد، انتخاب می نمایند. اما به دست آوردن سود بیشتر، ریسک بالاتری را به همراه داشته و سرمایه گذاران برای کسب بازده ی بیشتر، ناگزیر به تحمل ریسک بیشتری هستند (نیکزاد و نیکزاد، ۱۳۹۶). بهینه سازی پرتفوی عبارت است از انتخاب ترکیبی از داراییهای مالی به گونه ای که تا حد ممکن بازده پرتفوی سرمایه گذاری حداکثر و ریسک پرتفوی حداقل شود. میزان ریسک و بازده دارایی های سرمایه ای دو مؤلفه مهم در انتخاب برای سرمایه گذاری در پرتفوی بهینه است .دو رویکرد شناخته شده در بهینه سازی پرتفوی عبارتند از :الف) کمینه سازی ریسک پرتفوی با داشتن حداقل معینی از بازدهی .ب) بیشینه سازی بازدهی با داشتن محدودیت معینی از ریسک .انتخاب مجموعه دارایی بهینه اغلب با تبادل بین ریسک و بازده صورت میگیرد و هرچه ریسک مجموعه دارایی بیشتر باشد، سرمایه گذاران انتظار دریافت بازده بالاتری را خواهند داشت (تیان و همکاران، ۲۰۲۰). مارکویتز اولین کسی بود که واریانس یا انحراف معیار را به عنوان معیاری از ریسک معرفی کرد. مارکویتز با ارائه مدل میانگین واریانس خود نشان داد، با تشکیل سبدی از دارایی های مالی این امکان به وجود می آید که در سطح معینی از بازده ریسک را کاهش داد (صیادی و همکاران، ۱۳۹۴).

تحقیق در مورد تجزیه و تحلیل ریسک در حوزه مالی نقش مهمی در هدایت پرسنل درگیر در این کار دارد. مطالعه مدیریت ریسک همیشه تحقیقی بوده است که بسیاری از محققان به آن بسیار توجه می کنند. با توسعه سریع صنعت مالی ، چنین تحقیقاتی هرچه بیشتر غنی و بهبود می یابد. برای تحقیق و کاربرد الگوریتم PSO ، تاکنون ، دستاوردهای تحقیقات علمی آن زیاد نیست ، اما اعتقاد بر این است که ارزش تحقیقات علمی آن به تدریج توسط دانشمندان بیشتری شناخته می شود. بنابراین ، در این مطالعه ، کاربرد الگوریتم PSO در ریسک مالی به طور عمده مورد مطالعه قرار می گیرد و امید است که کاربرد آن غنی تر شده و به تحقیقات آینده کمک کند. سوال اصلی تحقیق حاضر این است که بهینه سازی کنترل ریسک پرتفوی بر اساس الگوریتم ازدحام ذرات در بورس اوراق بهادار به چه صورت است؟

## مبانی نظری

یکی از تکنیک های بهینه سازی تکاملی بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) است که اولین بار در سال ۱۹۹۵ به عنوان یک روش بهینه سازی به کار گرفته شد. ایده ی اصلی PSO برگرفته از رفتار اجتماعی دسته ای از پرندگان است. از آنجایی که استفاده از این الگوریتم تنها نیازمند یک سری عملگرهای محاسباتی ابتدائی است، اجرای این الگوریتم ساده و از نظر هزینه های اقتصادی مقرون به صرفه است. علاوه بر این در بعضی موارد می تواند بر مشکلاتی که هنگام استفاده از الگوریتم ژنتیک ممکن است با آن مواجه شویم، غلبه کند.




**شکل ۱: نحوه ی عملکرد الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات**

الگوریتم PSO می تواند جستجوی تصادفی را در یک طیف وسیع به صورت استراتژیک انجام دهد. علاوه بر این، مزایایی دارد که اکثر الگوریتم های هوشمند ابتکاری ندارند. از جمله اینکه پارامترهای کمی باید تنظیم شود، اجرای اصل ساده و آسان است. همچنین در مواجهه با عدم اطمینان زیاد در بازار مالی، موسسات مالی مختلف ضمن تلاش برای منافع، باید در مدیریت ریسک تخصیص دارایی کاری انجام دهند(تنگ و همکاران، ۲۰۱۸).

در بازارهایی که از رونق بالایی برخوردار می باشند عمده سرمایه گذاران به دنبال دستیابی اهداف کوتاه مدت خود بوده و نوسانات بالاتر از بازده مورد انتظار را به عنوان حالتی بسیار مساعد در نظر می گیرند و تنها منشاء ریسک را انحرافات کمتر از بازده هدف در نظر می گیرند .بدین ترتیب رفتار سرمایه گذاران عمدتاً مبتنی بر گریز از ریسک می باشد که همین امر منجر به تفاوت عمده توزیع بازده نسبت به توزیع نرمال می گردد و آن را متمایل به ریسک نامطلوب می نماید .بر اساس همین امر بود که رام و فرگوسن(۱۹۹۴) و همچنین کاپلان و سیگل(۱۹۹۴) به معرفی تئوری مدرن پرتفلیو نمودند .در این تئوری، ریسک با توجه به اهداف خاص سرمایه گذاران (بازده هدف) مورد سنجش قرار می گیرد و هر پیامدی که منجر به حالتی بهتر از هدف سرمایه گذاری بشود به عنوان تعیین و $\tau$ ریسک منظور نمی گردد .در این تئوری سرمایه گذاران نرخی را به عنوان بازده هدف آن را معیار حداقل نرخ بازده قابل قبول در نظر می گیرند که دستیابی به آن سرمایه گذار را از زیان در اهداف مالی به دور می نماید .همین امر منجر به تعیین مرز کارای منحصر به فرد برای هر نرخ بازده هدف گردیده و در مقابل محدودیت های منحصر بفردی که سرمایه گذاران به دلیل درجات متفاوت ریسک گریزی دارند، قدرت انطباق بیشتری به آن می بخشد .بدین ترتیب در حالی که تئوری مدرن پرتفلیو تنها برای توزیع های نرمال و لوگ نرمال کاربرد داشت، تئوری فرامدرن قابلیت کاربرد در طیف زیادی از توزیع های بازدهی را فراهم نمود .اگرچه مارکویتز در ادامه خود نیز در مبحث بررسی معیارهای سنجش ریسک اقدام به ارائه معیار نیم واریانس در دو حالت مجذور در اندازه ( $\tau$ ) و مجذور انحرافات از نرخ بازده هدف $(\mu)$ انحرافات نامطلوب حول میانگین نرخ بازدهی گیری ریسک نمود که با تکیه بر ریسک نامطلوب معرفی می گردید .مارکویتز ادعا کرد که افراد به دو دلیل علاقه مندند، ریسک نامطلوب را حداقل کنند :تنها معیار مربوط ریسک، ریسک نامطلوب است، چون سرمایه گذاران ابتدا به دنبال امنیت سرمایه گذاری

خود هستند و حداقل کردن ریسک نامطلوب برای آن ها اولویت دارد. عایدات اوراق ممکن است به صورت نرمال توزیع نشده باشند و در این شرایط استفاده از معیار ریسک نامطلوب مناسبتر است.

برای فرمول اصلی موجود در تئوری مدرن پرتفوی، محدودیت های مهمی وجود دارد .به طوری که در شرایطی خاص، می توان نشان داد که شیوه میانگین -واریانس، محاسبات و پیش بینی های رضایت بخشی از رفتار سرمایه گذار ارایه نمی کند .مارکویتز در ادامه پیشنهاد کرد که مدلی بر اساس نیم واریانس، طراحی شود که به تغییر پذیری کل روش مبتنی بر واریانس، ترجیح دارد .در تئوری مدرن پرتفوی، ریسک با عنوان تعریف شده و با استفاده از واریانس یا به گونه ای دیگر با استفاده از , بازده ها حول میانگین بازده انحراف معیار، محاسبه می شود .تئوری مدرن پرتفوی، به لحاظ توزیع، با تمامی عدم اطمینان ها (مطلوب و نامطلوب )به طور یکسان برخورد می کند .در این شرایط، واریانس، معیار ریسک متقارن است .در حالی که در بازارهای پر رونق، تا حد امکان به دنبال نوسانات بوده و تنها در بازارهای راکد است که نوسانات می توانند نادیده گرفته شوند .به علاوه، این واضح است که افراد بیش تر از آن که به دنبال بازده باشند، ریسک گریز هستند .به عبارت دیگر، از دیدگاهی دیگر، ریسک، متقارن نیست و شدیداً به سمت تعدیل شدن، چولگی( اریب) دارد.

بدین ترتیب خلا یک روش کمی اندازه گیری ریسک که قابلیت پیگیری پتانسیل مطلوب سرمایه گذاری را داشته و در مسائل مربوط به بهینه سازی پرتفلیو مورد استفاده قرار بگیرد وجود دارد .توسعه یک معیار کمی ریسک که در عین کاربرد در مدل بهینه سازی مبتنی بر تئوری مطلوبیت به پتانسیل مطلوب و متغیرهای رفتاری سرمایه گذاران نیز توجه داشته باشد راه گشای بسیاری از چالش های پیش روی سرمایه گذاران خواهد بود .در این تحقیق محقق درصدد خواهد بود تا با بررسی کارایی معیار ریسک مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روانشناختی در بهینه سازی پرتفلیو در بازار سرمایه ایران، خلا موجود در این زمینه را کاهش داده

و مدلی را برای بهینه سازی پرتفوی معرفی نماید که مبتنی بر حداکثرسازی بازده و حداقل نمودن ریسک نامطلوبی باشد که بر اساس ترجیحات شخصی سرمایه گذاری با پتانسیل مطلوب آن فرصت سرمایه گذاری تعدیل گردیده است.

راموز و همکاران در سال (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی «ا نتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از مدل برنامه ریزی توافقی در بورس اوراق بهادار تهران» پرداختند. انتخاب بهینه نمونه کارها با استفاده از مدل برنامه ریزی سازش در بورس اوراق بهادار تهران تاکنون مدل های مختلفی در زمینه انتخاب نمونه کارها بهینه برای سرمایه گذاران ارائه شده است. با مطالعه مجموع اختلاف مطلق شاخص ایمنی و سودآوری بهینه سازی توابع ابزار سرمایه گذاری با روش مستقیم و مقایسه آن با نتایج روش مجموعه سازش ، فرضیه تحقیق پذیرفته شد .

یوسفی حاجی آباد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان "مقایسه الگوریتم های بهینه یابی در بهینه سازی پرتفوی سهام" به مقایسه الگوریتم های بهینه یابی برای حل مسأله بهینه سازی سبد سهام با توجه به معیارهای مختلف ریسک پرداخته است نتایج این تحقیق نشان می دهد که الگوریتم ممتیک پیشنهادی قادر است مسأله بهینه سازی سبد سهام را با توجه به معیارهای ریسک با در نظر گرفتن محدودیت عدد صحیح برای تعداد سهام موجود در سبد سهام حل نماید.

وان استادن و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان "استحکام غافلگیرانه بهینه سازی نمونه کارها میانگین-واریانس نمونه کارها به مدل خطاهای اشتباه در مدل سازی" به طور سیستماتیک علل این استحکام غافلگیر کننده بهینه سازی نمونه کارها MV پویا را برای مدل سازی خطاهای اشتباه در هر دو روش MV پیش تعهد (PCMV) و MV سازگار با زمان (TCMV) بررسی می کند.

دایی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان "مشکلات بهینه سازی نمونه کارها پراکنده و قوی میانگین واریانس" در این مقاله با هدف یافتن مدل بهینه سازی نمونه کارها به منظور کاهش تأثیر نامطلوب عدم قطعیت پارامترها و خطاهای تخمین مدل نمونه کارها واریانس متوسط. در مرحله اول ما یک مدل نمونه کارها واریانس پراکنده پراکنده را معرفی می کند و بینشی در مورد کمیاب بودن ارائه می دهد. در مرحله دوم، دو مدل پرتفوی پراکنده و مستحکم را با استفاده از تنظیم عملکرد تابع هدف و بهینه سازی قوی پیشنهاد می کند. سرانجام سه مطالعه تجربی با داده های بازار واقعی ارائه شده است.

برنی[1] و همکاران (۲۰۱۹) برای انجام مجموعه خوشه بندی فازی از بهینه سازی سبد سهام بورس اوراق بهادار از PSO و محاسبه اندازه ذرات استفاده کردند. سپس این مدل بر روی سهام پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار هنگ کنگ آزمایش شد. نتایج تجربی نشان داد که بهینه سازی ازدحام ذرات فازی (FPSO) برای بهینه سازی نمونه کارها مناسب است. در مقابل ، شاخص معیار استفاده شده توسط بورس سهام هنگ کنگ، شاخص کامپوزیت نامیده شد. نتایج نشان داد که در مقایسه با نتایج معیار HSCI ، نتایج روش پیشنهادی بهتر است.

## روش تحقیق

در این تحقیق، از الگوریتم ازدحام ذرات بهبود یافته برای بهینه سازی کنترل ریسک در پرتفوی استفاده شده است. در این پژوهش، از داده‌های سه ماهه دوم سال ۱۴۰۲ برای ۵۰ شرکت فعال بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. جدول شماره ۱ فهرست این شرکت‌ها را نمایش می‌دهد.

**جدول۱: فهرست ۵۰ شرکت فعال بورس اوراق بهادار تهران - سه ماهه دوم سال ۱۴۰۲**

| ردیف | نماد | نام شرکت | نماگر فعالیت* | ردیف | نماد | نام شرکت | نماگر فعالیت* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | فارس | صنایع پتروشیمی خلیج فارس | 330,277 | 26 | فخوز | فولاد خوزستان | 37,190 |
| 2 | فولاد | فولاد مبارکه اصفهان | 239,070 | 27 | وتجارت | بانک تجارت | 36,930 |
| 3 | فملی | ملی صنایع مس ایران | 225,945 | 28 | خساپا | سایپا | 36,841 |
| 4 | کگل | معدنی و صنعتی گل گهر | 121,729 | 29 | وصندوق | سرمایه‌گذاری‌صندوق‌بازنشستگی | 36,082 |
| 5 | شستا | سرمایه گذاری تامین اجتماعی | 115,856 | 30 | اخابر | مخابرات ایران | 34,026 |

[1] Burney

| ردیف | نماد | نام شرکت | نماگر فعالیت* | ردیف | نماد | نام شرکت | نماگر فعالیت* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | شپنا | پالایش نفت اصفهان | 111,449 | 31 | تاصیکو | سرمایه گذاری صدرتامین | 30,232 |
| 7 | وبملت | بانک ملت | 108,927 | 32 | مبین | مبین انرژی خلیج فارس | 30,063 |
| 8 | میدکو | توسعه معادن وص.معدنی خاورمیانه | 104,784 | 33 | وکغدیر | بین المللی توسعه ص. معادن غدیر | 28,632 |
| 9 | تاپیکو | س. نفت و گاز و پتروشیمی تأمین | 92,573 | 34 | خگستر | گسترش‌سرمایه‌گذاری‌ایران‌خودرو | 25,891 |
| 10 | شبندر | پالایش نفت بندرعباس | 92,191 | 35 | شبریز | پالایش نفت تبریز | 25,162 |
| 11 | کچاد | معدنی‌وصنعتی‌چادرملو | 91,712 | 36 | وبصادر | بانک صادرات ایران | 24,186 |
| 12 | شتران | پالایش نفت تهران | 80,441 | 37 | همراه | شرکت ارتباطات سیار ایران | 21,820 |
| 13 | وغدیر | سرمایه‌گذاری‌غدیر(هلدینگ | 76,150 | 38 | شیراز | پتروشیمی‌شیراز | 21,586 |
| 14 | وامید | گروه مدیریت سرمایه گذاری امید | 75,076 | 39 | ومهان | گروه توسعه مالی مهرآیندگان | 21,250 |
| 15 | پارسان | گسترش نفت و گاز پارسیان | 71,658 | 40 | بفجر | فجر انرژی خلیج فارس | 20,540 |
| 16 | پارس | پتروشیمی پارس | 68,836 | 41 | تیپیکو | سرمایه گذاری دارویی تامین | 20,525 |
| 17 | خودرو | ایران خودرو | 66,469 | 42 | دعبید | لابراتواردارو‌سازی دکترعبیدی | 20,101 |
| 18 | نوری | پتروشیمی نوری | 61,604 | 43 | فولاژ | فولاد آلیاژی ایران | 19,694 |
| 19 | وپاسار | بانک پاسارگاد | 59,871 | 44 | خزامیا | زامیاد | 19,597 |
| 20 | ومعادن | توسعه‌معادن‌وفلزات | 58,120 | 45 | پاکشو | گروه صنعتی پاکشو | 19,309 |
| 21 | شپدیس | پتروشیمی پردیس | 52,205 | 46 | کاوه | فولاد کاوه جنوب کیش | 19,054 |
| 22 | حکشتی | کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران | 47,670 | 47 | جم پیلن | پلی پروپیلن جم - جم پیلن | 18,123 |
| 23 | جم | پتروشیمی جم | 43,584 | 48 | ذوب | ذوب آهن اصفهان | 17,775 |
| 24 | رمپنا | گروه مپنا (سهامی عام) | 41,310 | 49 | خبهمن | گروه‌بهمن | 17,650 |
| 25 | بوعلی | پتروشیمی بوعلی سینا | 38,470 | 50 | وپارس | بانک‌پارسیان | 17,427 |

در الگوریتم ازدحام ذرات، تابع هدف، اساس قضاوت در مورد مزایا و معایب موقعیت ذرات است. کلید تعیین اندازه و جهت سرعت جستجوی ذرات، مقدار ارزش فعلی هر ذره، مقدار ارزش بهینه هر ذره و مقدار ارزش بهینه ذرات است. در بیشتر موارد، عملکرد تابع هدف الگوریتم ازدحام ذرات، یک تابع هدف ساده است. از آنجا که هدف بهینه‌سازی این مطالعه به حداقل رساندن یک عملکرد خاص است، از تابع هدف می‌توان به طور مستقیم به عنوان عملکرد ارزش هر ذره استفاده کرد، اما شرایط محدودیت میانگین CVaR نیز باید برآورده شود. به طوری که هر نسبت سرمایه‌گذاری بزرگتر یا مساوی صفر است و حاصل جمع ۱ می‌تواند با مقیاس‌گذاری هر ذره برآورده شود.

در الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، ذرات با ادغام شناخت فردی و شناخت اجتماعی، جستجو در فضای راه حل و یافتن راه حل بهینه از طریق تکرار، سرعت و موقعیت خود را به صورت پویا تنظیم می‌کنند [۲۹]. هنگامی که فضای جستجو D- بعدی است و تعداد ذرات N است، سرعت و موقعیت ذره در طول هر تکرار با رابطه‌های (۱) و (۲) به روز می‌شود:

(۱)

$$V_{id}^{t+1} = W.V_{id}^{t} + C_1 rand_1(pbest_{id}^{t} - x_{id}^{t}) + C_2 rand_2(gbest_{id}^{t} - x_{id}^{t})$$

(۲)

$$x_{id}(t+1) = x_{id}(t) + V_{id}(t+1)$$

که t تعداد تکرار الگوریتم، i = 1,2…N شمارنده ذره و d = 1,2…D فضای d بعدی هستند. ω وزن اینرسی و c1 و c2 عوامل یادگیری هستند. r1 و r2 اعداد تصادفی بین ۰ و ۱ هستند که برای حفظ تنوع جمعیت استفاده می شوند. $v_{id}(t)$ و $x_{id}(t)$ به ترتیب نشان دهنده سرعت و موقعیت در فضای d بعدی ذره i در تکرار t هستند. $Pbest_{id}(t)$ و $Gbest_{id}(t)$ به ترتیب بهترین موقعیت هر ذره و همه ذرات را در تکرار t نشان می‌دهند.

با توجه به معادله (۲)، به روز رسانی سرعت ذرات از سه بخش تشکیل شده است. بخش اول سرعت جریان را نشان می‌دهد که به وضعیت فعلی ذره مربوط می‌شود و بهره‌برداری (جستجوی محلی) و اکتشاف (جستجوی سراسری) را متعادل می‌کند. بخش دوم، خودشناسی ذرات است که تأثیر حافظه تاریخی آنها را منعکس می‌کند. بخش سوم، شناخت اجتماعی ذرات است که منعکس کننده اشتراک اطلاعات و همکاری بین ذرات است. تحت عمل مشترک این سه بخش، ذره موقعیت و سرعت خود را به طور پیوسته با توجه به تجربه تاریخی و مکانیسم اشتراک اطلاعات تنظیم می‌کند تا راه حل بهینه مساله را بیابد. از آنچه در بالا بحث شد، وزن اینرسی ω و عوامل یادگیری پارامترهای اساسی هستند که بر عملکرد بهینه‌سازی الگوریتم تأثیر می‌گذارند.

اگرچه الگوریتم ازدحام ذرات عملکرد قابل توجهی را نشان می دهد، اما معایبی مانند همگرایی محلی و نارس بودن در هنگام برخورد با مسائل بهینه سازی پیچیده و با ابعاد بالا دارد. به منظور غلبه بر کاستی‌های فوق، این تحقیق الگوریتم اصلی را از جنبه‌های وزن اینرسی و ضریب یادگیری اصلاح می‌کند.الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات یک همگرایی تدریجی در فرآیند تکراری است و تنوع جمعیت به طور اجتناب‌ناپذیری در طول کل فرآیند تکراری کاهش می‌یابد، که برای ذرات به دنبال راه‌حل بهینه نیست. بر اساس الگوریتم استاندارد ازدحام ذرات، این تحقیق، پردازش نوسان مرتبه دوم را بر روی به‌روزرسانی سرعت ذرات برای افزایش بیشتر تنوع جمعیت و بهبود عملکرد تعادل همگرایی سراسری و محلی الگوریتم انجام می‌دهد. الگوریتم بهینه‌سازی بهبودیافته بر جستجوی سراسری در مرحله اولیه تمرکز می‌کند، بر توانایی خودشناسی ذرات تأکید می‌کند، به حرکت ذرات توجه می‌کند و احتمال سقوط به یک راه‌حل بهینه محلی را کاهش می‌دهد. با افزایش تعداد تکرارها، الگوریتم ارتباط بین ذرات را تقویت می کند به طوری که موقعیت راه حل بهینه جمعیت تأثیر چشمگیری در جستجوی هر ذره دارد و جستجوی محلی در مجاورت Gbestid متمرکز می شود. فرمول اصلاح شده به شرح رابطه (۳) است:

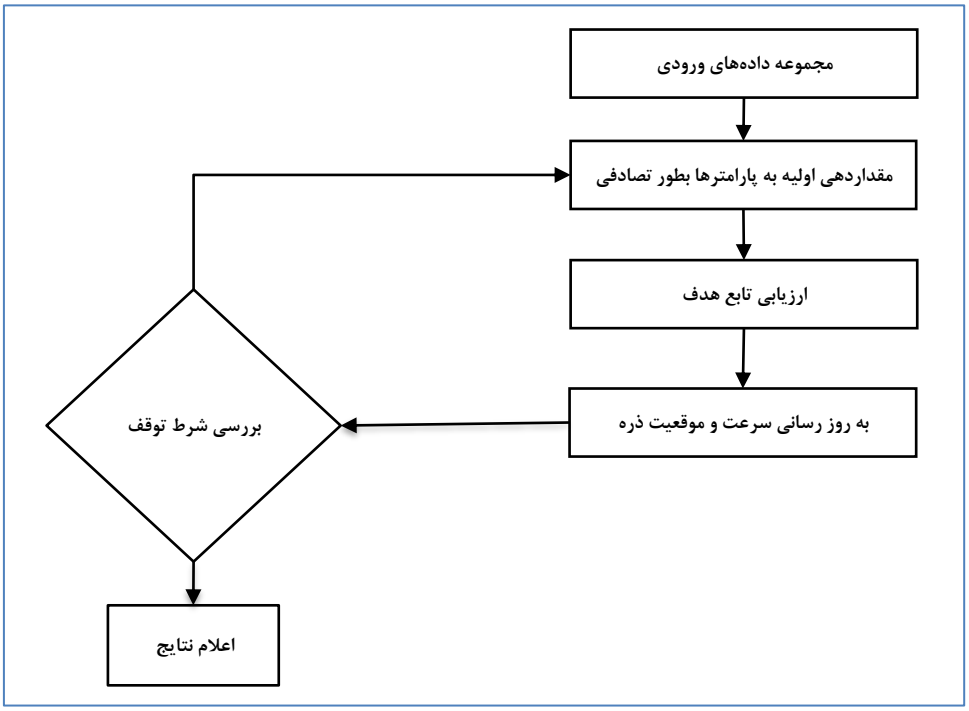
$$V_{id}^{t+1} = W.V_{id}^{t} + C_1 rand_1\left(pbest_{id}^{t} - (1+\partial_1)x_{id}^{t} + \partial_1 x_{id}^{t-1}\right) + C_2 rand_2\left(gbest_{id}^{t} - (1+\partial_2)x_{id}^{t} + \partial_2 x_{id}^{t-1}\right)$$

که در آن مقدار ضریب نوسان مرتبه دوم σ1 و σ2 به شرح زیر است:

(۳)

$$\partial_1 < \frac{2*\sqrt{c_1 r_1}-1}{c_1 r_1}, \partial_2 < \frac{2*\sqrt{c_2 r_2}-1}{c_2 r_2} \qquad if \quad t < \frac{T_{max}}{2}$$

$$\partial_1 \geq \frac{2*\sqrt{c_1 r_1}-1}{c_1 r_1}, \partial_2 \geq \frac{2*\sqrt{c_2 r_2}-1}{c_2 r_2} \qquad if \quad t \geq \frac{T_{max}}{2}$$




**شکل (۲) چارت الگوریتم ازدحام ذرات**

## یافته ها

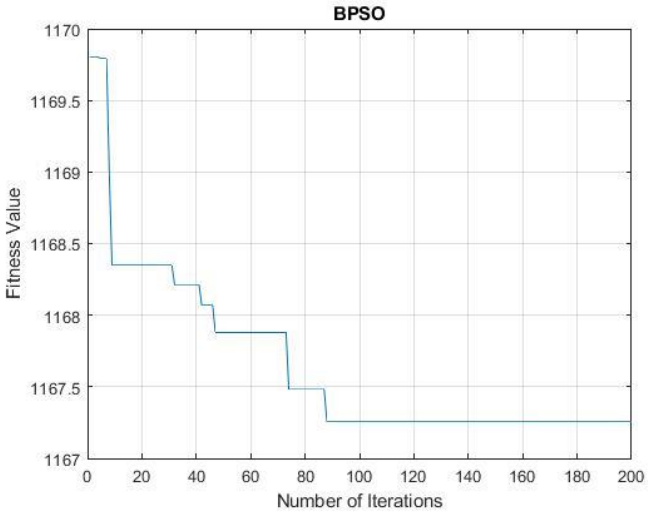
در این پژوهش از الگوریتم ازدحام ذرات پیشرفته برای بهینه سازی کنترل ریسک پرتفوی استفاده شده است که مقادیر پارامترهای شبیه سازی در جدول (۴-۳) آمده است. نرخ بازده بدون ریسک، میزان سود یا بازدهی را که سرمایه گذار از یک سرمایه گذاری با ریسک مطلقاً صفر در طول یک بازه خاص انتظار دارد، نمایش می‌دهد. به

عبارتی این نرخ که معمولا با درصد بیان می شود، مقدار سودی که از سرمایه گذاری در دارایی های بدون ریسک به دست می آید را نشان می دهد. این نرخ، کمترین مقدار بازدهی است که سرمایه گذار برای هر سرمایه گذاری انتظار دارد. زیرا سرمایه گذار ریسک اضافی را تا زمانی که ریسک بازده احتمالی بزرگ‌تر از نرخ بهره بدون ریسک نباشد، قبول نخواهد کرد. مقدار نرخ بازده بدون ریسک در سال ۱۴۰۲، ۲۳٪ است.

**جدول ۲: پارامترهای شبیه‌سازی**

| ردیف | نام پارامتر | نام متغیر در شبیه سازی | مقدار |
|---|---|---|---|
| ۱ | تعداد جمعیت ذرات | N | ۱۰۰ |
| ۲ | تعداد تکرار الگوریتم | T | ۲۰۰ |
| ۳ | ضریب شناختی | C1 | ۲ |
| ۴ | ضریب اجتماعی | C2 | ۲ |
| ۵ | حداکثر سرعت ذرات | Vmax | ۶ |
| ۶ | حداقل سرعت ذرات | Vmin | -۶ |
| ۷ | حداکثر وزن اینرسی | Wmax | ۰.۹۵ |
| ۸ | حداقل وزن اینرسی | Wmin | ۰.۴ |
| ۹ | نرخ بازده بدون ریسک | alpha | ۲۳ |

با اجرای الگوریتم ازدحام ذرات نمودار شکل (۳) به دست می‌آید. این نمودار میزان بهبود کنترل ریسک پرتفوی را نشان می‌دهد که با انتخاب شرکت‌های مناسب‌تر، کنترل ریسک بهبود یافته است.




**شکل (۳) نمودار تابع هدف الگوریتم ازدحام ذرات بهبود یافته**

الگوریتم ازدحام ذرات بهبود یافته در مرحله ۸۴ به همگرایی رسیده است و نتیجه انتخاب شرکت‌ها جهت سرمایه-گذاری با ریسک کمتر در جدول (۳) آمده است. تعداد شرکت‌های انتخاب شده از بین ۵۰ شرکت مذکور برابر با ۲۳ شرکت است.

**جدول ۳: شرکت‌های انتخاب شده**

| ردیف | نماد | ردیف | نماد |
|---|---|---|---|
| ۱ | فولاد | ۱۳ | اخابر |
| ۲ | فملی | ۱۴ | تاصیکو |
| ۳ | شستا | ۱۵ | شبریز |
| ۴ | شپنا | ۱۶ | همراه |
| ۵ | تاپیکو | ۱۷ | شیراز |
| ۶ | شبندر | ۱۸ | ومهان |
| ۷ | کچاد | ۱۹ | بفجر |
| ۸ | شتران | ۲۰ | پاکشو |
| ۹ | شپدیس | ۲۱ | جم پیلن |
| ۱۰ | رمپنا | ۲۲ | ذوب |
| ۱۱ | وتجارت | ۲۳ | خبهمن |
| ۱۲ | خساپا | | |

در ادامه به بررسی معیارهای ارزیابی عملکرد می‌پردازیم. جدول (۳) مقایسه معیارهای ارزیابی عملکرد برای بازدهی سهم ۵۰ شرکت فعال و ۲۳ شرکت انتخابی را نشان می‌دهد.

**جدول ۴: مقایسه معیارهای ارزیابی عملکرد برای بازدهی سهم ۵۰ شرکت فعال و ۲۳ شرکت انتخابی**

| معیار ارزیابی عملکرد | ۵۰ شرکت فعال | ۲۳ شرکت انتخابی |
|---|---|---|
| شارپ | 11.56 | 17.69 |
| ترینر | 0.12 | 0.15 |
| جنسن | 0.22 | 0.22 |

در این پژوهش معیار شارپ برای بازدهی سهم، برای ۲۳ شرکت انتخاب شده برابر با ۱۷.۶۹ است در حالیکه برای همه شرکت‌ها برابر با ۱۱.۵۶ می‌باشد که نشان‌دهنده کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و افزایش سود آن در شرکت‌های انتخاب شده‌است. بالا بودن میزان این معیار نمایانگر بازده به دست آمده، با تقبل ریسک کمتر است.

همچنین معیار ترینر برای بازدهی سهم، برای ۲۳ شرکت انتخاب شده ۰.۱۵ و برای ۵۰ شرکت فعال ۰.۱۲ است که مقدار این معیار برای ۲۳ شرکت انتخابی کمی بیشتر از ۵۰ شرکت فعال است. ترینر رابطه بین برگشت سود پورتفولیو و نرخ برگشت سود بازار را تعریف می‌کند. هرچه مقدار ترینر بیشتر باشد، پرتفوی بهتری ایجاد می‌شود. معیار جنسن برای بازدهی سهم، برای ۲۳ شرکت انتخابی و ۵۰ شرکت فعال یکسان بوده و برابر با ۰.۲۲ است. در ادامه معیارهای ارزیابی عملکرد برای eps هر سهم در جدول (۴-۶) نشان داده می‌شود.

**جدول ۵: مقایسه معیارهای ارزیابی عملکرد برای eps هر سهم ۵۰ شرکت فعال و ۲۳ شرکت انتخابی**

| معیار ارزیابی عملکرد | ۵۰ شرکت فعال | ۲۳ شرکت انتخابی |
|---|---|---|
| شارپ | 0.46 | 0.49 |
| ترینر | 1343.43 | 1514.76 |
| جنسن | 2869.36 | 6504.80 |

طبق جدول ۵ مقدار هر سه معیار ارزیابی عملکرد شارپ، ترینر و جنسن برای eps هر سهم در شرکت‌های انتخابی بهتر از ۵۰ شرکت فعال شده‌است.

## بحث و نتیجه گیری

در سال های اخیر، تحقیق و توسعه بازارهای مالی امری ضروری است. بازار اوراق بهادار پایه و اساس سیستم مالی است. برای توسعه بیشتر سیستم مالی، وظیفه اصلی توسعه شدید بازار اوراق بهادار است که می تواند توسعه سیستم مالی را همراهی کند (تنک و همکاران، ۲۰۱۹). پس از دهه ۱۹۹۰، جهانی شدن اقتصادی ریسک بازار مالی جهانی را پیچیده تر و نظارت بر آن را دشوارتر کرد (گو و هائو، ۲۰۱۸). به طور خلاصه، توسعه بازار اوراق بهادار به عنوان بخشی غیرقابل جایگزین از سیستم مالی، به حمایت قوی چین نیاز دارد. پرتفوی روشی بسیار موثر برای ریسک گریزی است که ریسک سرمایه گذاران را تا حد زیادی کاهش می دهد و به توسعه پایدار بازار مالی کمک می کند. مهم نیست برای سرمایه گذاری فردی یا توسعه کلی بازار چین، تحقیق در مورد سبد سرمایه گذاری از اهمیت زیادی برخوردار است (زو، یانگ و همکاران، ۲۰۱۹). استفاده از پوشش ریسک برای انتقال ریسک‌های بازار مالی عمدتاً به این معنی است که سرمایه‌گذاران از مشتقات مالی برای انجام پوشش ریسک استفاده می‌کنند و با قفل کردن هزینه‌ها به سودهای مورد انتظار دست می‌یابند. در شرایط ایده‌آل که قیمت آتی و قیمت نقدی اساساً روند یکسانی دارند، پوشش ریسک آسان است، اما در عمل، رسیدن به وضعیت ایده‌آل که قیمت آتی و قیمت نقدی روند یکسانی داشته باشند دشوار است (تنک و همکاران، ۲۰۱۹).

در این تحقیق از الگوریتم PSO استفاده شده است که می تواند جستجوی تصادفی را به صورت استراتژیک در محدوده وسیعی انجام دهد. علاوه بر این، مزایایی دارد که اکثر الگوریتم‌های هوشمند ابتکاری فاقد آن هستند: پارامترهای کمی باید تنظیم شوند، اصل ساده و آسان برای پیاده‌سازی است. در مواجهه با ابهامات عظیم در بازار

مالی، موسسات مالی مختلف باید در مدیریت ریسک تخصیص دارایی و در عین حال تلاش برای منافع، کار خوبی انجام دهند. ریسک در بازارهای مالی مفهومی کلیدی است که باید نسبت به شناسایی، اندازه گیری و تصمیم گیری آن اقدام کرد. در تقسیم بندی کلی می توان دو دیدگاه برای ریسک در نظر گرفت : در دیدگاه اول ریسک هر گونه نوسان های احتمالی بازدهی در آینده در نظر گرفته می شود و دیدگاه دوم، ریسک هر گونه نوسان های احتمالی منفی بازدهی در آینده مد نظر قرار می گیرد (تبریزی و شریفیان، ۱۳۸۷ )

هدف مسئله بهینه‌سازی پرتفوی (POP) بهبود بازده پرتفوی و کاهش ریسک پرتفوی در بازار پیچیده مالی است (مارکویتز، ۱۹۵۲) که در سال‌های اخیر علاقه‌های فزاینده‌ای به دست آورده است (سونگ و همکاران، ۲۰۱۷). به طور دقیق تر، POP را می توان به عنوان نحوه تخصیص دارایی برای کمک به سرمایه گذاران در دستیابی به حداکثر بازده و به حداقل رساندن ریسک در یک سبد در نظر گرفت. از آنجایی که بازار مالی به سرعت در حال تغییر است، POP به یک مرجع مهم برای سرمایه گذاران تبدیل می شود تا پرتفوی موثر را از هزاران سهام تعیین کنند. اگرچه POP بر روی داده‌های تاریخی برای یافتن پرتفوی مؤثر انجام می‌شود، اما نتیجه همچنان امیدوارکننده است که سرمایه‌گذاران را به سرعت در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری مناسب (یعنی انتخاب سهام مناسب برای به حداکثر رساندن بازده و به حداقل رساندن ریسک) در مورد جدید راهنمایی/ کمک کند. با بازار مالی مواجه شد. بنابراین، تحقیقات در مورد POP برای سرمایه‌گذاران به منظور تصمیم‌گیری سریع سرمایه‌گذاری و دستیابی به اهداف افزایش بازده و کاهش ریسک، مفهوم مرجع مهمی دارد. (رایزتوروبیانو، ۲۰۱۰، پونیش، ۲۰۱۳، یو و همکاران، ۲۰۱۶).

به طور کلی، از آنجایی که POP از کاربرد عملی در بازار مالی است، محدودیت‌های سرمایه‌گذاری مختلفی مانند هزینه تراکنش، محدودیت‌های دارایی، و محدودیت اصلی (CC) وجود دارد که باید در هنگام معامله با POP در نظر گرفته شوند. به ویژه، POP با CC (به عنوان CCPOP) برای محدود کردن تعداد سهام سرمایه گذاری شده به یک مقدار مشخص است. CCPOP برای اکثر سرمایه گذاران منطقی است زیرا آنها همیشه به تعداد محدودی از سهام به جای همه سهام توجه می کنند و بنابراین CCPOP به طور گسترده به عنوان یک مدل POP معمولی در نظر گرفته شده است

در مطالعه‌ی حاضر جهت دستیابی به اهداف تحقیق از الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات بهبود یافته استفاده شده که نتایج بدست آمده نشان داد که پرتفوی کارآ به معنای ترکیب بهینه اوراق بهادار است به نحوی که ریسک آن پرتفوی، در ازای بازده مشخصی حداقل شود. با توجه به مدل مسئله انتخاب سبد مالی بهینه، به دلیل کوادراتیک بودن و محدودیت بالا و پایین سرمایه‌گذاری در هر دارایی و با توجه به وجود ریسک در سرمایه‌گذاری وتصمیم‌گیری در انتخاب درست سهام دارای بازدهی بالا، همواره مشکلاتی در بدست آوردن پاسخ بهینه برای آن وجود داشته است. بنابراین در این تحقیق، سعی بر این بوده است تا قابلیت و کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات بهبود یافته به‌عنوان یک روش هوشمند در حل مسائل بهینه‌سازی سبد سهام با محدودیت عدد صحیح و همچنین محدودیت مربوط به حد بالا و پایین نسبت سرمایه‌گذاری در هر دارایی نشان داده شود که با استفاده از تعاریف مختلف ریسک یعنی VaR و CVaR صورت پذیرفته است. از طرفی وجود لاندا در تابع هدف، سرمایه گذار را قادر می‌سازد تا با تغییر در این ضریب، تمایلات و ترجیحات خود را نسبت به ریسک و بازده در مدل اعمال

کند. در این مطالعه یک روش انتخاب و وزن‌دهی سبد سهام بر پایه‌ی الگوریتم بهینه‌سازی حرکت ذرات ارائه شده و سهام 50 شرکت در بازار بورس اوراق بهادار تهران به‌عنوان مطالعه موردی تحت بررسی و تحلیل قرار گرفتند و درنهایت ۲۳ شرکت به‌عنوان سبد سهام بهینه جهت سرمایه‌گذاری انتخاب شدند. همانطور که مشاهده شد این الگوریتم در یافتن جواب‌های بهینه و مرز کارای سرمایه‌گذاری در تعاریف متفاوتی از ریسک به طور کارا اقدام به حل مسئله نموده است.

در واقع به وسیله الگوریتم BPSO استفاده شده در این تحقیق علاوه بر انتخاب بهینه سبد سهام، امکان مقایسه تعاریف مختلف ریسک نیز که به طور مستقیم امکان پذیر نبود، فراهم شد، چون توابع مورد بررسی در این پژوهش صرفا در تابع هدف و در بخش مینیمم سازی ریسک پذیری با یکدیگر تفاوت دارند. در مجموع نتایج این تحقیق نشان می دهد که الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات بهبود یافته در بهینه‌سازی مقید پرتفوی سهام، موفق عمل می کند و از دقت قابل قبول و مطمئنی در یافتن جواب‌های بهینه در تمامی سطوح و تعاریف ریسک‌پذیری و بازده برخوردار است.

مطالعات و بررسی‌ها نشان دهنده اینست که استفاده از روش های فرا ابتکاری الهام گرفته از طبیعت در سیستم‌های اطلاعاتی بخصوص بخش‌های مالی روز به روز در حال افزایش است. همچنین نتایج مطالعات در زمینه مقایسه این الگوریتم ها با روش های کلاسیک در پیش بینی های مالی، نشان دهنده توان بالاتر این الگوریتم ها است. از این رو سرمایه گذاران قادر خواهند بود با استفاده از این الگوریتم ها به بهترین شکل یک سبد سهام بهینه انتخاب نمایند. با توجه به اینکه مدلهای برنامه ریزی ریاضی را می توان به گونه ای تعمیم داد تا بتوانند ضمن لحاظ نمودن شرایط دنیای واقعی، سرمایه گذار را در اخذ تصمیمات سرمایه ای خویش یاری دهند، برای تحقیقات آتی پیشنهاد می شود سایر الگوریتم‌های هوش مصنوعی در حل مسائل بهینه‌سازی که دارای محدودیت هایی همچون محدودیت عدد صحیح، ترجیحات مشتری و محدودیت تعداد موجودی هستند، مانند آنچه که در صنعت بیمه و صنعت نفت با آن روبرو هستیم بکار گرفته شود. هر تحقیقی با محدودیتهایی مواجه است. این مطالعه در بازه زمانی سه ماهه دوم سال ۱۴۰۲ انجام شده است. بنابراین ممکن است که در بازار بورس ایران در طی این بازه زمانی وضعیت رونق و یا رکود برقرار بوده که در این مطالعه مدنظر قرار نگرفته است. بنابراین این احتمال وجود دارد که با درنظر گرفتن این شرایط، نتایج متفاوتی حاصل شود.

## منابع

رامو‌ز، نجمه، اکبری آق مشهدی، زهرا، عاطفت دوست، علیرضا، (۱۳۹۹)، انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از مدل برنامه ریزی توافقی در بورس اوراق بهادار تهران، راهبرد مدیریت مالی، ۲۱-۳۷.

شیوعی، کامیار، شیوعی، پویا، (۱۳۹۵)، مدل سازی پیش بینی شاخص بازار بورس تهران با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات، دومین کنفرانس بین المللی حسابداری، اقتصاد و مدیریت مالی.

صیادی، مهدی، بیگ زاده عباسی، فرزانه، درخشان داوری، مژگان، (۱۳۹۴)، مطالعه تطبیقی برای انتخاب پرتفولیوی بهینه با اهداف غیرخطی با استفاده از الگوریتم های ژنتیک و ازدحام ذرات در بورس اوراق بهادار تهران .اولین کنفرانس بین المللی مدیریت، اقتصاد، حسابداری و علوم تربیتی.

نیکزاد، رضا، نیکزاد، رویا ، (۱۳۹۶) ، مقایسه الگوریتم های بهینه یابی در بهینه سازی پرتفوی سهام، همایش بین المللی مدیریت، اقتصاد و بازاریابی، تهران، مرکز همایش های کوشا گستر.

Chen, B. Zeng, W. Lin, Y. Zhang, D., A new local search-based multiobjective optimization algorithm, IEEE Trans. Evol. Comput. 19 (1) (2015) 50–73.

Chen, Z.GZhan, . Z.H. Lin, Y. Gong, Y.J. Gu, T.L. Zhao, F. Yuan, H.Q. Chen, X.F. Li, Q. Zhang, J. Multiobjective cloud workflow scheduling: A multiple populations ant colony system approach, IEEE Trans. Cybern. 49 (8) (2019) 2912–2926.

Dai, Z., & Wang, F. (2019). Sparse and robust mean–variance portfolio optimization problems. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *523*, 1371-1378.

Yao, G. Ding, Y. Jin, Y. Hao, K. Endocrine-based coevolutionary multi-swarm for multi-objective workflow scheduling in a cloud system, Soft Comput. 21 (15) (2017) 4309–4322.

Gavrishchaka, V.V., Ganguli, S.B. Volatility forecasting from multiscale and high-dimensional market data, Neurocomputing 55 (1-2) (2003) 285–305.

Gu, Q., & Hao, X. (2018). Adaptive iterative learning control based on particle swarm optimization. *The Journal of Supercomputing*, *76*(5), 3615-3622.

Liang, X, Chen, R.C. He, Y.B. Chen, Y. Associating stock prices with web financial information time series based on support vector regression, Neurocomputing 115 (2013) 142–149.

Relich, M, P. Pawlewski, A fuzzy weighted average approach for selecting portfolio of new product development projects, Neurocomputing 231 (2017)

Song, Q, A. Liu, S.Y. Yang, Stock portfolio selection using learning-to-rank algorithms with news sentiment, Neurocomputing 264 (2017) 20–28.

Tang, Q., Li, Y., Deng, Z., Chen, D., Guo, R., & Huang, H. (2019). Optimal shape design of an autonomous underwater vehicle based on multi-objective particle swarm optimization. *Natural Computing*, *19*(4), 733-742.

Tian, Y. Zhang, T. Xiao, J. Zhang, X. Jin, Y. A coevolutionary framework for constrained multi-objective optimization problems, IEEE Trans. Evol. Comput., DOI: 10.1109/TEVC.2020.3004012.

dynamic Mean- Van Staden, P. M., Dang, D. M., & Forsyth, P. A. (2020). The surprising robustness of *Journal of* Variance portfolio optimization to model misspecification errors. *European Operational Research*.

Wang, S., Yu, C., Shi, D., & Sun, X. (2018). Research on speed optimization strategy of hybrid electric vehicle queue based on particle swarm optimization. *Mathematical Problems in Engineering*, *2018*.

Xu, L., Yang, W., & Tian, H. (2019). Correction to: Design of Wideband CIC Compensator Based on Particle Swarm Optimization. *Circuits, Systems, and Signal Processing*, *38*(6), 2890-2891.

*Financial Economics*
*Vol. (15) Issue (58) Summer 2025*

# Optimizing portfolio risk control based on the particle swarm algorithm in the stock exchange

**Nasim Mohammad Hosni**
PhD student in Financial Engineering, Department of Financial Management, Faculty of Management and Economics, Roudhan Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
Hasani7070@gmail.com

**Narges Yazdanian**
Assistant Professor, Department of Financial Management, Department of Financial Management, Faculty of Management and Economics, Roudhan Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
(Responsible author)
nargesyazdanian@gmail.com

**Jafar Jamali**
Assistant Professor, Department of Financial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
jafar.jamali@gmail.com

**Maryam Timourian**
Assistant Professor, Department of Statistics and Mathematics, Rodhan Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
Teimourian_mary@yahoo.com

## Abstract
Optimizing the investment portfolio is a challenging issue in financial fields. Several methods have been presented with the aim of minimizing risk and maximizing capital return to form an optimal investment portfolio. In this research, the improved particle swarm algorithm has been used to optimize the risk control in the portfolio. In this research, the data of the second quarter of 1402 for 50 active companies of Tehran Stock Exchange has been used. The improved particle swarm algorithm has reached convergence at the 84th stage and the result of choosing companies for investing with less risk is 23 companies among the 50 mentioned companies. In this research, Sharp's share return ratio is equal to 17.69 for 23 selected companies, while it is equal to 11.56 for all companies, which indicates the reduction of investment risk and the increase of its profit in the selected companies.The high level of this criterion represents the yield achieved with less risk. Also, Trainor's criterion for share return is 0.15 for 23 selected companies and 0.12 for 50 active companies, which value of this criterion is slightly higher for 23 selected companies than for 50 active companies. Trainor defines the relationship between portfolio return and market rate of return. The higher the amount of trainer, the better portfolio is created. Jensen's measure of return on equity is the same for 23 selected companies and 50 active companies and is equal to 0.22. According to the results of the research, the value of all three performance evaluation criteria of Sharp, Trainor and Jensen for EPS of each share in selected companies is better than 50 companies.
**Keywords:** optimization, portfolio risk control, particle swarm algorithm, stock exchange