

نگاهی به الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات در بازار سرمایه

شکراله خواجه‌جوی

دانشیار حسابداری دانشگاه شیراز

shkhajavi@rose.shirazu.ac.ir

فاطمه السادات امیری

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز

fa.s.amiry@gmail.com

نگاهی به الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات در بازار سرمایه

چکیده

امروزه الگوریتم‌های مبتنی بر هوش جمعی در تمام زمینه‌ها از جمله امور مالی و حسابداری راه پیدا کرده است. می‌توان اظهار داشت قابلیت پیش‌بینی بالا، خطای کم، سادگی، سرعت فرایند و مواردی از این دست، امکان دستیابی به جواب بهینه را فراهم می‌کند و همین امر سازگاری آن را در زمینه‌های مختلف به وجود می‌آورد. این پژوهش به بررسی الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات¹ (PSO) در حسابداری می‌پردازد. پس از بیان ساختار این الگوریتم، ویژگی‌ها و مزایای مهم بیان شده و با در نظر گرفتن کاستی‌های احتمالی این الگوریتم، راه-حل‌های مختلف جهت بهبود آن، پیشنهاد شده است.

کلیدواژه‌ها: الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات، بازار سرمایه، بهینه‌سازی.

1-Particle Swarm Optimization (PSO)

مقدمه

جذابیت‌های رشته مالی منجر به مطالعات متنوع با متغیرهای گوناگون، روش‌های آماری و رویکردهای متفاوت شده است [۲]. برای سرمایه‌گذاری بهینه، مدل‌های مختلفی در عرصه مالی وجود دارد که به سرمایه‌گذار قدرت ارزیابی و تصمیم‌گیری می‌دهد. مدل‌های تکنیکی_بنیادی، قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای و آربیتراژ از جمله مدل‌های پیش‌بینی و توجیه رفتار متغیرهای مالی است. پیش‌بینی نیز به عنوان یکی از عناصر کلیدی تصمیم‌گیری‌های مدیریتی، پیشامدهای آینده را با حذف کاهش ریسک تخمین می‌زند. معمولاً پیش‌بینی‌ها صحیح نبوده و دارای مقداری خطا هستند که این میزان با داشتن اطلاعات بیشتر درباره سیستم کاهش می‌یابد [۳]. نکته بسیار مهمی که باید بدان توجه شود، نوع اطلاعاتی است که می‌توان از آن استفاده کرد. در واقع در عرصه مالی که دامنه‌ای بس گسترده دارد، هرگونه اطلاعاتی یافت می‌شود و قاعدتاً این اطلاعات برای همه [۳] استفاده‌کنندگان به یک اندازه اهمیت ندارد [۱۳] و زمانی که شرایط و محدودیت‌های دنیای واقعی در نظر گرفته شود، مسئله بهینه‌سازی به راحتی با استفاده از شیوه‌های ریاضی حل نمی‌شود [۷]. در این صورت وجود یک سیستم پویای غیرخطی در ارتباط با رفتار بازار مدل‌های موجود، مدل‌های موجود را عملاً دچار ابهام خواهد کرد [۳]. از این رو خلق یک سیستم هوشمند که بتواند بهترین اطلاعات را انتخاب و ارائه کند ایده بسیار قابل توجهی است [۱۳]. لذا پیش‌بینی داده‌هایی که از این سیستم پیروی می‌کنند، نیازمند ابزارهای هوشمند و پیشرفته‌ای مانند الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات می‌باشند. این ابزار به عنوان یکی از سیستم‌های هوشمند می‌تواند رابطه غیرخطی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را براساس مجموعه داده‌ها، تشخیص و روابط بنیادین بین آن‌ها را شناسایی نماید [۳]. الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات افزون بر کاربردهایی که در زمینه‌های مختلف دارد، مدت‌ها است که جایگاه خود را در حسابداری و امور مالی نیز پیدا کرده است [۱۲]. در این پژوهش بعد از توصیف ساختار کلی الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات، ویژگی‌ها، مزایا و نکات قابل توجه این مدل بیان شده است.

الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات (PSO)

ایده اولیه الگوریتم PSO به وسیله راسل ابرهات دانشمند علوم کامپیوتر و جیمز کندی روانشناس مسائل اجتماعی در سال ۱۹۹۵ بیان شد [۲۰]. این ایده از رفتار اجتماعی پرندگان در حین جستجوی غذا، برای هدایت جمعیت به منطقه امیدبخش (محل غذا) در فضای جستجو استفاده می‌کند [۹]. این الگوریتم جزو گروه الگوریتم‌های تکاملی مبتنی بر جمعیت است. از این رو، مانند سایر الگوریتم‌های تکاملی مبتنی بر جمعیت، در ابتدا با جمعیت اولیه‌ای شامل n ذره (به عنوان راه حل‌های ممکن برای مسأله بهینه‌سازی) در فضای جستجوی چند بعدی شروع می‌شود [۵]. این جمعیت اولیه ذرات، به طور تصادفی تولید شده و به صورت چند بعدی با مقدار Xid و Vid که، به ترتیب، معرف وضعیت مکانی و سرعت مربوط به بعد d امین از i امین ذره هستند، در محیط پخش می‌شوند [۹]. در یک فضای D بعدی i امین ذره از جمعیت می‌تواند با یک بردار سرعت و یک بردار موقعیت نمایش داده شود. تغییر موقعیت هر ذره، با تغییر در ساختار موقعیت و سرعت قبلی امکان‌پذیر است [۴]. بعضی از ذرات، موقعیت بهتری نسبت به ذرات دیگر دارند و تمامی ذرات به تدریج موقعیت خود را در این فضا (تا زمانی که با یکی از معیارهای توقف الگوریتم برخورد کنند) تغییر می‌دهند. معیار توقف ممکن است رسیدن به حالت بهینه یا پایان تعداد تکرارهای مشخص الگوریتم باشد. تغییر موقعیت هر ذره براساس تجربه خود ذره در حرکت‌های قبلی و تجربه ذرات همسایه انجام می‌شود. در واقع هر ذره از بهترین موقعیت قبلی خود و بهترین موقعیت در میان تمامی ذرات آگاه است [۵]. هر ذره امکاناتی شامل بهترین مقداری را که تاکنون به آن رسیده ($pbest$) و موقعیت Xi را دارد. این اطلاعات از مقایسه تلاش‌هایی بدست می‌آید که هر ذره برای یافتن بهترین جواب انجام می‌دهد. بهترین جوابی را که تاکنون (در گروه) از مقدار $pbest$ ها بدست آمده است، $gbest$ می‌نامند. هر ذره برای رسیدن به بهترین جواب سعی می‌کند موقعیت خود را با استفاده از روابط زیر تغییر دهد. موقعیت کنونی Xi ، سرعت کنونی Vi و فاصله بین دو

موقعیت کنونی pbest، فاصله موقعیت کنونی و gbest، در هر تکرار بردار سرعت ذره نام با توجه به رابطه ۱ به روز می‌شود.

$$V_{ij}(t+1) = W V_{ij}(t) + c_1 r_1 (pbest_{ij}(t) - X_{ij}(t)) + c_2 r_2 (gbest_j(t) - X_{ij}(t)) \quad (۱)$$

که در آن $V_{ij}(t)$ بعد از t ام تکرار در ذره هر ذره در t ام است. W وزن اینرسی است. $C1$ و $C2$ عامل وزنی، r_1 و r_2 عدد تصادفی بین صفر و یک. $X_{ij}(t)$ موقعیت بعد از t ام هر ذره در تکرار t ام. $Pbest$ برابر بعد از t ام هر ذره و موقعیت جدید هر ذره به وسیله مجموع موقعیت گذشته و سرعت جدید، با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳ تعیین می‌شود [۴].

$$X_{ij}(t+1) = X_{ij}(t) + V_{ij}(t+1) \quad (۲)$$

$$V_{ij} = \text{sign}(V_{ij}) \min(|V_{ij}|, V_{\max}) \quad (۳)$$

برای تصادفی کردن ماهیت سرعت، ضریب c_1 و c_2 در اعداد تصادفی ضرب شده‌اند. در اجرای PSO مقدار w از یک تا نزدیکی صفر کاهش می‌یابد. به طور کلی، ضریب اینرسی w مطابق رابطه ۴ تنظیم می‌شود.

$$W = W_{\max} - \frac{W_{\max} - W_{\min}}{\text{iter}_{\max}} \cdot \text{iter} \quad (۴)$$

که در آن iter شماره تکرار و iter_{\max} حداکثر شماره تکرار و W_{\min} و W_{\max} ، به ترتیب، مقادیر حداقل و حداکثر w است [۹].

مراحل کلی الگوریتم PSO

۱. ارزش اولیه دادن به ازدحام ذرات (n) و دیگر پارامترها
۲. ارزش اولیه دادن به موقعیت و سرعت، به طور تصادفی به همه ذرات
۳. زمانی که (معیار توقف محقق نشده است) انجام دهید:
 - (a) $t = t + 1$
 - (b) برآورد ارزش شایستگی برای هر ذره:

$$\begin{aligned} & ;gbest(t) = \operatorname{argmin}_{n=1}^n (f(gbest(t-1))) \quad (c) \\ & ;f(x_1(t)), f(x_2(t)), \dots, f(x_n(t)) \quad (d) \\ & \quad i = 1 - n \quad \text{برای} \quad (e) \end{aligned}$$

$$pbest_i(t) = \operatorname{argmin}_{n=1}^n (f(pbest_i(t-1)), f(x_i(t))) \quad (۱)$$

(۲) برای $j = 1$ بر حسب بعد X_i و V_i بر طبق فرمول‌های ۱ تا ۳؛

(۳) j بعدی؛

(f) i بعدی؛

۴. پایان [۴].

ویژگی‌ها و مزایای الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات

در بورس اوراق بهادار، بیشتر از روش‌های سنتی به منظور پیش‌بینی استفاده شده است. با توجه به اینکه برای استفاده از الگوهای سنتی باید از سری‌های زمانی ساکن (ایستا) استفاده کرد و از آنجا که بیشتر سری‌های زمانی غیر ایستا هستند، این الگوهای سنتی مشکل عمده‌ای برای پیش‌بینی دارند [۶]. از طرفی رفتار سهام در بازار، رفتاری کاملاً غیر خطی است، بنابراین نیاز به مدل‌های غیر خطی در ارتباط با انتخاب پرتفوی بهینه احساس می‌شود [۱۶]. روش‌های بهینه‌سازی کلاسیک دارای محدودیت‌هایی مانند نیاز به تابع هدف صریح و مشتق‌پذیر، توقف در نقاط بهینه موضعی و عدم توانایی بکارگیری انواع متغیرها می‌باشد. در نتیجه انواع روش‌های ابتکاری که توانایی حل مسائل پیچیده را دارند، مورد توجه محققین قرار گرفته است [۱۱].

بیشترین دلیل برای استفاده از این روش‌ها، وجود مسائل بسیار زیاد حل‌نشده توسط الگوریتم‌های حل مدل‌های غیرخطی است. مزیت استفاده از PSO این است که محقق نیازی به دانستن نوع ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته ندارد. PSO ممکن است بهترین روش برای پیش‌بینی بازار سهام باشد، زیرا براساس تجربیات یاد می‌گیرد [۱۰]. علاوه بر پیش‌بینی، می‌توان در زمینه تصمیم‌گیری نیز از این الگوریتم استفاده کرد. به عنوان مثال، در انتخاب پرتفوی بهینه می‌توان این الگوریتم را به کار برد و از این روش به بیشترین سود رسید و کمترین ریسک را متحمل شد. به دلیل انعطاف‌پذیری بالای این الگوریتم، سرمایه-

گذاران می‌توانند به راحتی از آن استفاده کنند [۱۸]. این الگوریتم یکی از ابزارهای ایده‌آل است که علاوه بر بهره‌برداری از آمار، به جنبه‌های ذهنی نیز توجه می‌نماید و براساس داده‌های تاریخی که به آن‌ها داده می‌شود، می‌توانند الگوها و روندها را بدون فرمول یا روش خاصی بیاموزند. این الگوریتم از ساختار و عملکرد جمعی ذرات (ماهی‌ها و پرندگان) تقلید می‌کند و بسیاری از توانایی‌های فوق‌العاده هوش جمعی نظیر تشخیص الگو، برقراری رابطه و توانایی تعمیم‌پذیری براساس مشاهدات را شبیه‌سازی می‌نماید [۱۰]. از طرفی روش‌های هوش مصنوعی مشکل عمده الگوهای سنتی را از نظر ایستایی در سری‌های زمانی ندارند [۶].

الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات PSO یک الگوریتم جستجوی تصادفی بر پایه هوش جمعی است [۸] که از نظر سرعت پردازش نیز از کارایی لازم برخوردار است [۷]. الگوریتم PSO در مقایسه با دیگر الگوریتم‌ها در زمان کوتاه‌تر (سرعت بیشتر) به جواب‌های بهینه‌تر همگرا می‌شود. ضمن اینکه از مشخصه همگرایی مقاوم‌تری برخوردار است. محدوده جواب‌های PSO در حول و حوش میانگین نتایج آن است که نشانگر پایداری بیشتر PSO است. پیاده‌سازی الگوی مزبور بسیار آسان بوده و پارامترهایی که باید تنظیم شوند، اندک هستند [۸]. این مدل به ارزیابی کارا و مؤثر مدیریت منابع کمک می‌کند [۴].

قبل از پردازش داده‌ها به وسیله PSO، داده‌ها باید نرمال‌سازی شوند، تا توان پیش‌بینی بالاتر رود، از طرف دیگر این مدل برای کاربرد ادغام تصمیم‌ها از متغیرهای متفاوت، نیازمند یک رویکردی برای یادگیری از تجربیات (داده‌های جمع‌آوری شده) است [۱]. در پژوهش‌هایی که در برگیرنده ساخت مدل برای پیش‌بینی می‌باشند، برای سنجش مدل‌های پیش‌بینی شده و مقایسه نتایج آن‌ها لازم است، مجموعه‌ای از داده‌های جمع‌آوری شده را جهت برآزش یا آزمون مدل و مجموعه‌ای از داده‌ها را برای آزمایش مدل‌های برآزش شده در مرحله قبلی به کار برده شود. بدیهی است داده‌های مجموعه اخیر در مرحله آموزش استفاده نشده است [۳].

مهمترین مزیت الگوریتم PSO نسبت به سایر الگوریتم‌های جستجو، سادگی آن است [۲۱]، به گونه‌ای که پیاده‌سازی آن بسیار راحت می‌باشد و این سادگی باعث بالا رفتن سرعت انجام محاسبات و رسیدن سریع به جواب دلخواه می‌شود [۹]. الگوریتم PSO امکان پیاده‌سازی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری داشته، توانایی دقت بالایی در تشخیص و طبقه‌بندی صحیح انواع متغیرها را دارد. محاسبات کم و دقت بالا، استفاده از این روش را در کاربردهای عملی امکان‌پذیر می‌سازد [۵].

نکات قابل توجه الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات

مدلی را می‌توان به عنوان یک مدل مناسب در نظر گرفت که بعد از مرحله آموزش شبکه و برای نمونه‌های خارج از مجموعه (Sample-Out-Off) در مقایسه با سایر مدل‌ها خطای کمتری داشته باشد و بتوان از آن به عنوان مدل مناسبی برای پیش‌بینی استفاده کرد. تعیین صحیح پارامترهای الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات، بسیار حائز اهمیت می‌باشد، چون اندکی عدم دقت بر روی انتخاب این پارامترها، باعث می‌شود اجزا در نقطه بهینه همگرا نشوند و جواب‌های بهینه حاصل نشود. لذا دقت نظر در تحلیل حساسیت این عوامل ضروری است [۱۱].

نتایج تحلیل‌ها نشان می‌دهد که افزایش پارامترهای یادگیری همواره باعث دیر همگرا شدن الگوریتم می‌شود. در عین حال این امر باعث به دست آمدن جواب‌های بهتر می‌شود، که این بهبود نهایی با افزایش ضریب یادگیری سراسری بیش از سایر ضرایب قابل مشاهده است. داوری در مورد تعداد ذرات به اطلاعاتی در مورد کیفیت جواب نیز نیاز دارد. منظور از کیفیت جواب در واقع همان هزینه نهایی اعلام شده از طرف الگوریتم است [۱۴].

تعداد ذرات درون کلنی بستگی به مسئله دارد. در مسائل پیچیده و با فضای جستجوی زیاد، از تعداد ذرات بیشتری برای حرکت در فضای جواب‌ها استفاده می‌شود. به طور معمول تعداد ذرات را در بازه ۱۰ ذره تا ۵۰ ذره انتخاب می‌کنند. گرچه گاهی ممکن است به دلیل ماهیت مسئله تا ۲۰۰ ذره نیز انتخاب شود.

در الگوریتم PSO هر چقدر اندازه جمعیت انتخاب شده بزرگتر باشد، جواب‌های حاصله دقیق‌تر بوده و در مقابل به هزینه و محاسبات بیشتری نیاز خواهد بود. بنابراین برای جلوگیری از طولانی شدن زمان اجرای مدل بهینه‌سازی و هم‌چنین حصول جواب‌های با دقت مطلوب، انتخاب مناسب تعداد جمعیت اجزاء ضروری می‌باشد (منعم و نوری، ۱۳۸۹). در جمعیت‌های بسیار کم، الگوریتم بسیار دیر به جواب می‌رسد و کیفیت جواب‌ها مطلوب نمی‌باشد [۱۴].

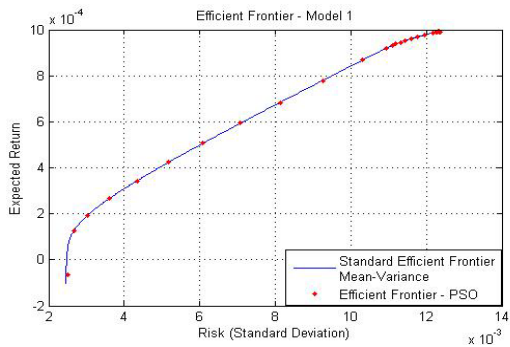
برای تأیید نتایج بهینه‌سازی، می‌توان فضای جست‌وجوی جواب‌ها را به قسمت‌های کوچک گسسته، تقسیم کرد و با مقایسه همه نقاط به دست آمده در فضای جواب‌ها، با دقت و صحت بالایی سطوح بهینه را پیدا کرد.

هنگامی که متغیرهای مسأله بهینه‌سازی، زیاد می‌شود، امکان همگرایی زودرس الگوریتم PSO و به دام افتادن در نقاط مینیم محلی افزایش می‌یابد، در واقع الگوریتم ضمانت نمی‌کند که به مینیمم مطلق همگرا شود، بلکه بیان می‌دارد، همه ذرات به بهترین نقطه‌ای که تاکنون توسط گروه پیدا شده است، همگرا می‌شوند، این پدیده به عنوان ایستایی (Stagnation) شناخته شده است. برای فائق آمدن بر این مشکل ترکیب الگوریتم PSO با دیگر الگوریتم‌ها از جمله تئوری آشوب (IPSO) پیشنهاد شده است. ماهیت آشوبی حرکت ذرات، مانع از گیرافتادن ذرات در مینیمم‌های محلی می‌شود [۹]. از طرف دیگر با توجه به گسترش روش‌های بهینه‌سازی تکاملی و نقطه ضعف روش PSO برای حل مسائل گسسته، با استفاده از روش‌های تلفیقی PSO با سایر روش‌ها و یا jps ممکن است به نتایج بهتری دست یافت [۱۱]. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که ترکیب الگوریتم‌های مختلف با الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات، کیفیت جست‌جوی ذرات را بهبود می‌بخشد [۲۲]. به عنوان مثال ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات و الگوریتم ژنتیک، دقت پیش‌بینی را در کوتاه مدت و بلند مدت افزایش می‌دهد [۱۵]. البته در بهینه‌سازی پرتفوی، الگوریتم PSO نسبت به الگوریتم ژنتیک کارایی بالاتری در ساختار بهینه ریسک پرتفوی دارد اما ترکیب این دو الگوریتم کارایی آن‌ها را افزایش می‌دهد [۲۵].

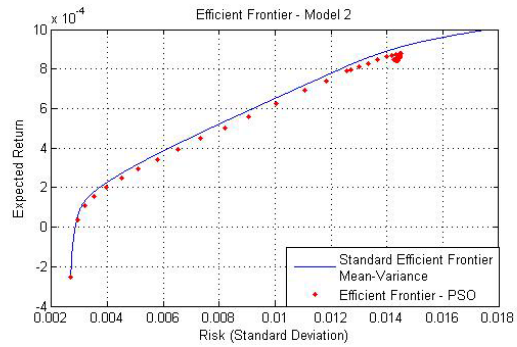
طبق تحقیقات صورت گرفته ترکیب الگوریتم بهینه سازی توده ذرات با منطق فازی، باعث کاهش درصد خطا، افزایش دقت پیش‌بینی و سرعت رسیدن به جواب بهینه می‌شود [۲۲و۱۶].

داده‌های موجود در بازار به صورت غیر خطی و تابع زمان است و در اثر گذشت زمان تغییر می‌کند [۱۹]. علاوه بر این، پیچیدگی و تغییرات ناگهانی بازار سهام، تصمیم‌گیری واقعی در زمان تجزیه و تحلیل را با مشکل مواجه می‌کند. محاسبات پیچیده بر روی مجموعه بزرگ داده‌ها، ما را به جستجو برای دست یافتن به مدلی برای جمع‌آوری و تست داده‌ها مجبور می‌کند. ترکیب الگوریتم بهینه سازی توده ذرات با دیگر الگوریتم‌های هوش جمعی مشکل گستردگی داده‌ها و طراحی یک الگو برای تصمیم‌گیری در داده‌های فراگیر را حل می‌کند [۲۴].

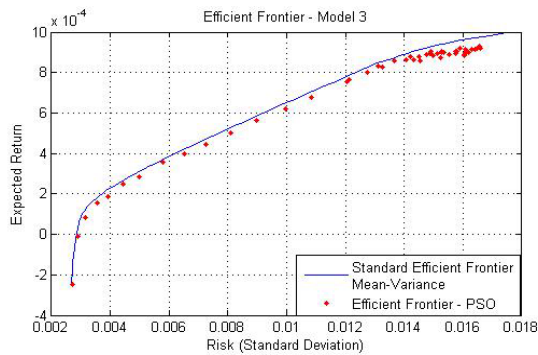
در ریسک‌های پایین، تکنیک PSO از دقت بیشتری برخوردار است و در ریسک‌های بالاتر دقت به مرور کاهش می‌یابد و فاصله مرز کارای استاندارد با مرز کارای بدست آمده از تکنیک PSO تا حدودی افزایش می‌یابد. به عنوان مثال مدل بهینه‌سازی پرتفوی با محدودیت‌های مختلف (به ترتیب از ساده به پیچیده) را در نظر بگیرید. با افزودن محدودیت مربوط به سهم هر دارایی در سبد سرمایه‌گذاری مرز کارایی جدید پایین‌تر از مرز کارایی مارکوئیز قرار می‌گیرد. از مقایسه ۳ نمودار می‌توان اظهارات بیان شده را مشاهده کرد.



نمودار ۱: مقایسه مرز کارای استاندارد با
مرز کارای بدست آمده توسط الگوریتم
PSO با محدودیت ساده



نمودار ۲: مقایسه مرز کارای استاندارد با
مرز کارای بدست آمده توسط الگوریتم
PSO با محدودیت متوسط



نمودار ۳: مقایسه مرز کارای استاندارد با
مرز کارای بدست آمده توسط الگوریتم
PSO با محدودیت پیچیده

مرز کارای به دست آمده از طریق الگوریتم PSO با مرز کارای استاندارد در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ به طور همزمان رسم شده است. همانطور که در این نمودارها مشخص است، در هر سه مدل، در ریسک‌های پایین تکنیک PSO از دقت بیشتری برخوردار است

و در ریسک‌های بالاتر دقت به مرور کاهش می‌یابد و فاصله مرز کارای استاندارد با مرز کارای به دست آمده از تکنیک PSO تا حدودی افزایش می‌یابد [۷].

می‌توان این طور نتیجه گرفت که در صورت پایایی توابع شبیه‌سازی توسط الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات، خط سیر مقادیر تخمینی توسط مدل‌ها، تقریباً منطبق بر خط سیر مقادیر واقعی متغیرهای مستقل است [۴].

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی کردیم با معرفی الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات (PSO) در حوزه حسابداری و امور مالی، بعد جدیدی از حوزه تجارت و کسب و کار را بیان کنیم. در ادامه به بیان ویژگی‌ها و نکات قابل توجه این الگوریتم اشاره شده است. امروزه این الگوریتم بیش از پیش به عنوان ابزار تصمیم‌گیری استفاده می‌شود که البته نتایج حاصل از آن (بهبود تصمیمات، صرفه‌جویی در زمان و هزینه، خطای کم، سادگی، سرعت فرایند، کیفیت جواب و انعطاف‌پذیری) بر محبوبیت آن افزوده است. نتایج پژوهش‌های زیادی نشان می‌دهد که چنانچه چند روش پیش‌بینی با هم ترکیب شوند، توانایی پیش‌بینی مدل ترکیبی بالاتر بوده و خطای آن به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند و الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات از این قضیه مستثنی نبوده و با بکارگیری ترکیبی این الگوریتم با دیگر الگوریتم‌ها می‌توان به جواب‌های بهینه‌تری دست یافت.

پیشنهادها

به دلیل اهمیت پیش‌بینی در اتخاذ تصمیمات بهینه، ارزیابی و قیمت‌گذاری دارایی‌ها، تخصیص بهینه منابع مالی، ارزیابی عملکرد و مدیریت ریسک این الگوریتم می‌تواند در بانک‌ها، موسسات و نهادهای مالی و سرمایه‌گذاری به کار آید. به سرمایه‌گذاران، بانک‌ها، دولت، حساب‌برسان، مدیران و سایر [۳] استفاده‌کنندگان اطلاعات حسابداری پیشنهاد می‌شود که برای تصمیم‌گیری در رابطه با خرید سهام، اعطای وام و ارزیابی عملکرد شرکت‌ها، از مدل الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات استفاده کنند. به کارگیری الگوریتم PSO و دیگر

الگوریتم‌های هوشمند در حوزه‌های مختلف حسابداری از جمله حسابرسی، گزارشگری و برنامه‌ریزی مدیریت، پیشرفت و گسترش این رشته را در پی خواهد داشت.

منابع

فارسی

- ۱) آذر، عادل، افسر، امیر و احمدی، پرویز، (۱۳۸۵)، «مقایسه روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی»، **فصلنامه مدرس علوم انسانی**، دوره ۱۰، صص ۱۶-۱.
- ۲) احمدپور، احمد و میرزایی اسرمی، حبیبه، (۱۳۹۲)، «مقایسه مدل تحلیل تمایزی چندگانه با مدل شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بازار بورس اوراق بهادار تهران»، **تحقیقات حسابداری و حسابرسی**، سال ۴، شماره ۱۹، صص ۳۰-۱.
- ۳) البرزی، محمود، یعقوب‌نژاد، احمد و مقصود، حسین، (۱۳۸۷)، «کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی شاخص بازده نقدی و قیمت سهام»، **فصلنامه مطالعات حسابداری**، شماره ۲۲، صص ۱۳۷-۱۱۹.
- ۴) امامی‌میدی، علی، خضری، محسن و اعظمی، آرش، (۱۳۸۸)، «شبیه‌سازی تابع تقاضای انرژی در ایران با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات»، **فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی**، سال ۶، شماره ۲۰، صص ۱۵۹-۱۴۱.
- ۵) انشایی، علی و هوشمند، رحمت‌اله، (۱۳۸۹)، «تشخیص و طبقه‌بندی اغتشاش‌های ساده و ترکیبی کیفیت توان با استفاده از سیستم‌های فازی راهنمایی شده با الگوریتم بهینه سازی گروهی ذرات»، **مجله علمی-پژوهشی مهندسی برق مدرس**، دوره ۱۰، شماره ۲، صص ۱۶-۱.

- ۶) دموری، داریوش، فرید، داریوش و اشهر، مرتضی، (۱۳۹۰)، «پیش‌بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان و مقایسه آن با الگوهای سنتی»، **مجله دانش حسابداری**، شماره ۵، سال ۲، صص ۳۰-۷.
- ۷) راعی، رضا و علی‌بیگی، هدایت، (۱۳۸۹)، «بهینه‌سازی پرتفوی سهام با استفاده از روش حرکت تجمعی ذرات»، **تحقیقات مالی**، دوره ۱۲، شماره ۲۹، صص ۴۰-۲۱.
- ۸) شریف‌زاده، حسین و امجدی، نیما، (۱۳۸۸)، «توزیع بهینه توان رادیواکتیو با استفاده از بهینه‌سازی دسته ذرات»، **مجله مدل‌سازی در مهندسی**، سال ۷، شماره ۱۸، صص ۶۹-۶۳.
- ۹) شریفی، اسماعیل، وریج کاظمی، محمد و تمندانی، شهریار، (۱۳۸۹)، «ظرفیت‌یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده به منظور بهبود شاخص‌های کیفیت توان با استفاده از الگوریتم PSO بهبود یافته»، **علم و فناوری دریا**، سال ۱۷، شماره ۵۶، صص ۷۵-۶۷.
- ۱۰) طلوعی‌اشلقی، عباس و حق‌دوست، شادی، (۱۳۸۶)، «مدلسازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی»، **پژوهشنامه اقتصادی**، شماره ۲۵، صص ۲۵۱-۲۳۷.
- ۱۱) منعم، محمدجواد و نوری، محمدعلی، (۱۳۸۹)، «کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی PSO در توزیع و تحویل بهینه آب در شبکه‌های آبیاری»، **مجله آبیاری و زهکشی ایران**، شماره ۱، جلد ۴، صص ۸۲-۷۳.
- ۱۲) کلان‌رحمانی، راحله و چهارده‌چریکی، معصومه، (۱۳۸۹)، «هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حسابداری و امور مالی»، **حسابدار رسمی**، شماره ۲۰، صص ۱۴۰-۱۳۵.
- ۱۳) مسیح‌آبادی، ابوالقاسم و عبداللهی، احمد، (۱۳۸۸)، «مفاهیم و کاربردهای الگوریتم ژنتیک در حوزه حسابداری»، **دانش و پژوهش حسابداری**، سال ۵، شماره ۱۷، صص ۳۰-۲۴.

۱۴) کلامی هریس، سیدمصطفی و پریرز، ناصر، (۱۳۸۶)، «تأثیر میزان جمعیت و ضرایب یادگیری در عملکرد الگوریتم PSO»، **سومین کنفرانس فناوری اطلاعات و دانش**، صص ۷-۱.

انگلیسی

- 15) Aboueldahab, Tarek & Mahumod Fakhreldin, (2011), «Prediction of Stock Market Indices using Hybrid Genetic Algorithm/ Particle Swarm Optimization with Perturbation Term», **International Conference on swarm intelligence**.
- 16) Alizadeh, Zeinodin & Hossein Panahian, (2012), «Portfolio Optimization Problems in Different Input Data using Particle Swarm Optimization», **International Journal of Computer Applications**, 50, pp 23-26.
- 17) Chakravarty, S & P.K. Dash, (2012), «A PSO based integrated functional link net and interval type-2 fuzzy logic system for predicting stock market indices», **Applied Soft Computing**, 12, pp 931-941.
- 18) Chang, Jui-Fang & Peng Shi, (2011), «Using investment satisfaction capability index based particle swarm optimization to construct a stock portfolio», **Information Sciences**, 181, pp 2989-2999.
- 19) Hung, Jui-Chung, (2011), «Adaptive Fuzzy-GARCH model applied to forecasting the volatility of stock markets using particle swarm optimization», **Information Sciences**, 181, pp 4673-4683.
- 20) Kenedy J & R.C Eberhart, (1995), «Particle Swarm Optimization, in proc», **IEEE International Conference on Neural Networks**, 4, pp 1942-1948.
- 21) Kendall, Graham & Yan Su, (2005), «A Particle Swarm Optimization Approach In The Construction Of Optimal Risky Portfolios», **International Multi-Conference Artificial Intelligence and Applications**.

- 22) Kim, Myoung-Jong & Dae-Ki Kang, (2012), «Classifiers selection in ensembles using genetic algorithms for bankruptcy prediction», **Expert Systems with Applications**, pp 1-7.
- 23) Liu, Chih-Feng, Chi-Yuan Yeh, Shie-Jue Lee, (2012), «Application of type-2 neuro-fuzzy modeling in stock price prediction», **Applied Soft Computing**, 12, pp1348–1358.
- 24) Nenortaitė, Jovita, (2007), «A Particle Swarm Optimization Approach In The Construction Of Decision-Making Model», **Information Technology And Control**, 36, pp158-163.
- 25) Zhu, Hanhang, Yi Wang, Kesheng Wang, Yun Chen, (2011), «Particle Swarm Optimization (PSO) For Constrained Portfolio Optimization Problem», **Expert system with application**, 38, pp10161-10169.

A look at the Particle Swarm Optimization algorithm in the capital market

Shokrollah Khajavi

Associate Professor in Accounting, University of Shiraz

Fatemeh Sadat Amiri

M.A Student in Accounting, University of Shiraz

Abstract

Today algorithm based on collective intelligence in all areas of finance and accounting solution is found. It can be stated High predictability, Low error, simply, Quickly process those cases, Possible to achieve the optimal solution provides And this creates consistency in the various fields. This study investigated the Particle Swarm Optimization algorithm (PSO) in accounting deals. The expression of these algorithms, key features and

benefits of state and considering the possible deficiencies of this algorithm, to improve its solution has been proposed.

Keywords: Particle Swarm Optimization algorithm, capital markets, optimization.