فصلنامه چشم انداز حسابداری و مدیریت
دوره ۶، شماره ۷۹، بهار ۱۴۰۲(جلد دوم)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره ششم)
شماره ۷۹ / بهار ۱۴۰۲ (جلد دوم)/ صص ۴۸-۵۵

بهینه سازی سبد سهام با الگوریتم های مختلف

رحمان رحیمی
استاد مدعو گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
rahimieu@gmail.com
آیدا اکبری
دانشجوی کارشناسی حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
Aydaakbari7680@gmail.com

چکیده
انتخاب سبد سهام یکی از مباحث مهم در حوزه مدیریت سرمایه گذاری بوده که در رابطه با نحوه تخصیص سرمایه یک سرمایه گذار به دارایی های مختلف و تشکیل یک پرتفوی کارا بحث می کند که هرچه مفروضات و شرایط مدل سازی جهت انتخاب و بهینه سازی سبد سرمایه گذاری به شرایط دنیای واقعی نزدیکتر باشد، نتایج حاصل از آن بیشتر قابل اتکا خواهد بود. در نظر گرفتن افق تک دوره ای برای سرمایه گذاری چندان واقعی نبوده و بیشتر سرمایه گذاران برای بیش از یک دوره اقدام به سرمایه گذاری می کنند که سرمایه گذار بتواند موقعیت خود را در طول زمان مورد بازنگری قرار دهد. الگو ها و روش های مختلفی از زمان ارائه کار اولیه مارکویتز تا کنون برای انتخاب سبد سرمایه گذاری بهینه ارائه شده است . با این حال یافتن مفیدترین الگو در انتخاب این سبد همواره دغدغه سرمایه گذاران بوده است. در این پژوهش تعدادی از الگوریتم های بهینه سازی سبد سهام مانند الگوریتم مورچگان، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم فرهنگی، الگوریتم ازدحام ذرات، الگوریتم کرم شب تاب، آورده شده است که در مورد هرکدام به صورت مختصر توضیح داده شده است.

واژگان کلیدی: الگوریتم ژنتیک، بهینه سازی، الگوریتم ازدحام ذرات، الگوریتم کرم شب تاب، الگوریتم مورچگان.

مقدمه
وجود بازار سرمایه فعال و پویا از نشانه های توسعه یافتگی کشورها در سطح بین المللی است. در کشورهای توسعه یافته بیشتر سرمایه گذاری ها در بازارهای مالی صورت میگیرد. مشارکت فعال افراد جامعه در بورس متضمن حیات بازار سرمایه و توسعه پایدار کشور است. عمده ترین مسئله ای که سرمایه گذاران این بازارها با آن روبه رو هستند تصمیم گیری در زمینه انتخاب سبد مناسب برای سرمایه گذاری است.در اکثر مدل های انتخاب سبد پیشین افق تک دوره ای برای سرمایه گذاری در نظر گرفته شده است که معمولا چندان واقعی نیست و بیشتر سرمایه گذاران برای بیش از یک دوره اقدام به سرمایه گذاری می کنند. در مسئله پرتفوی تک دوره ای فرض میشود که سرمایه گذار تصمیم به تخصیص دارایی ها برای یک بار و برای N دارایی موجود در ابتدای دوره مورد نظر و بر اساس ریسک و بازده و روابط موجود بین آنها در طی آن افق سرمایه گذاری می گیرد. تصمیم گیری فقط یکبار انجام میشود و اجازه بازنگری تا انتهای دوره وجود ندارد و اثر تصمیمات بر دوره های بعدی مورد توجه قرار نمیگیرد. در حالی که مسائل چند دوره ای حالت تعمیم یافته از مسائل تک دوره‌ای هستند به طوری که سرمایه گذار به دنبال بهینه کردن تخصیص دارایی در هر دوره زمانی است به گونه ای که امید مطلوبیت ثروت در آخرین دوره زمانی بیشینه شود. اینگونه مسائل کاربردهای زیادی در دنیای واقعی دارند از جمله

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

مدیریت دارایی و بدهی، پیگیری شاخص و مدیریت سرمایه گذاری. همچنین پس از آنکه مارکویتز مسئله بهینه سازی سبد سرمایه گذاری میانگین–واریانس را ارائه کرد، پژوهش های مختلفی در این زمینه انجام و مسئله انتخاب سبد سرمایه گذاری به منزله یکی از دغدغه‌های اصلی در حوزه دانشگاهی و حرفه‌ای مطرح شد و به دنبال آن کارهای بیشتری در این زمینه انجام گرفت. مفهوم انتخاب دارایی ها در سبد سرمایه‌گذاری از نظر او چنین بود که سرمایه گذاران با در نظر داشتن دو عامل بازده و ریسک به دنبال حداکثر کردن بازده خود با کمترین ریسک هستند. ریسک سرمایه گذاری یکی از مهمترین مسائلی که سرمایه گذار در بورس با آن مواجه است. به طور عموم سرمایه گذار به دنبال تحمل ریسک کمتر و نگهداری سهامی است که بازدهی بالا و ریسک پایینی دارند. از طرفی دیگر نتایج بسیاری از مطالعه های سنتی انجام گرفته، نشان دهنده ی وجود رابطه مثبت بین ریسک و بازدهی است.از این رو یکی از مهمترین چالش های موجود در تشکیل سبد سهام تعیین نسبت یا وزن بهینه ای از سهام موجود، در سبد سهام برای کاهش ریسک است.

پیشینه پژوهش

مارکویتز (۱۹۵۲) در مقاله ای تحت عنوان (انتخاب سبد سرمایه گذاری) مدل میانگین–واریانس را برای انتخاب سبد سهام معرفی نمود. مارکویتز در ابتدا هدف حداکثر کردن بازه مورد انتظار را درنظر گرفت.بر اساس ایده مدل میانگین–واریانس مارکویتز توسعه های مختلفی از جمله تحقیقات جیوو (۲۰۰۶)، گوپتا (۲۰۰۸)، خیا و دیگران (۲۰۰۰)، یو و لی (۲۰۱۱) ارائه شد. مسئله انتخاب پرتفوی چند دوره‌ای ابتدا توسط موسین (۱۹۶۸) مطرح گردید. پس از آن محققان بسیاری موضوع را مورد بررسی قرار دادند.

لی و انجی (۲۰۰۰) در مقالهای با عنوان (انتخاب سبد سهام بهینه پویا: فرمول میانگین– واریانس چند دوره ای) یک راه حل بهینه تحلیلی برای فرمول میانگین– واریانس در انتخاب سبد سهام چند ساله درنظر گرفتند.

لیپولد و همکاران (۲۰۰۴) استفاده از یک رویکرد هندسی را در بهینه سازی پرتفوی چند دوره ای پیشنهاد کرد.

گلپینار و روستم (۲۰۰۷) یک چارچوب بهینه سازی برای مدل میانگین واریانس چنددوره ای با لحاظ جنبه های تصادفی درخت تصمیم ایجاد کردند.

سلکیورت و اوزکیچی (۲۰۰۷) چند مدل بهینه سازی پرتفوی چند دوره ای را در بازارهای تصادفی با استفاده از روش میانگین–واریانس معرفی کردند.

کالافیور (۲۰۰۸) نیز با تمرکز بر مسئله تصمیم گیری های متوالی چنددوره ای در زمینه تخصیص دارایی های مالی توانست یک بهینه سازی چنددوره ای با سیاست های کنترلی خطی ارائه نماید.

راعی (۱۳۸۲) در مقاله ای تحت عنوان (تشکیل سبد سهام برای سرمایه گذار مخاطره پذیر) با در نظر گرفتن هدف حداکثرسازی بازده سهام،مبنای مقایسه را مدل مارکویتز قرار داده و به ایجاد مدل هایی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی پرداخته و در نهایت سبد بهینه تک دوره ای را ارائه می‌دهد.

عبدالعلی زاده شهیر و عشقی (۱۳۸۲) در پژوهشی تحت عنوان کاربرد الگوریتم ژنتیک در انتخاب یک مجموعه دارایی از سهام بورس اوراق بهادار با استفاده از الگوی خاصی از الگوریتم ژنتیک (استفاده از عملکرد تقاطعی دو نقطه برش و عملگر جهشی معاوضه) به انتخاب مجموعه ای از دارایی از بین سهام گوناگون پرداخته اند.

همایی فر و روغنیان (۱۳۹۵) به بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چنددوره ای میانگین–ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از روش حل برنامه ریزی آرمانی پرداخته و به منظور در نظر گرفتن عدم قطعیت داده ها در مدل مذکور از برنامه ریزی پایدار و خصوصاً رویکرد برتسیماس و سیم کمک گرفتند.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

سان و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله ی (بهینه سازی چند دوره ای سبد سهام تحت ریسک احتمالی) یک مدل مینیماکس را برای یک مسئله انتخاب سبد سهام چند دوره ای ایجاد میکنند. یک راه حل تحلیلی به دست آمده است و شبیه سازی عددی برتری مدل چند دوره ای نسبت به دوره یکم مربوطه و همچنین نسبت به شاخص بازار را نشان می‌دهند.
محبی و نجفی (۲۰۱۷) در مقاله ای تحت عنوان (بهینه سازی اعتباری سبد سهام چند دوره‌ای مبتنی بردرخت سناریو) مدل سبد سهام چند دوره ای با در نظر گرفتن هزینه های معامله و امکان سرمایه گذاری بدون ریسک پیشنهاد میکنند و عدم قطعیت بازار مالی را از طریق ادغام درخت سناریو و نظریه اعتبار فازی در این مقاله مدل سازی میکنند. همچنین مدل پیشنهادی به عنوان یک مسئله دو بعدی میانگین–VAR با استفاده از قیاس پذیری، آستانه، نقدینگی، و محدودیت های کلاس به منظور ایجاد مدل واقعی تر، در این پژوهش فرموله میشود.
ژانگ و لی (۲۰۱۹) در مقاله ی (مدل میانگین– نیمه آنتروپی اعتباری برای انتخاب سبد سهام چند دوره ای با پس زمینه ریسک) یک مدل میانگین–نیم آنتروپی چند منظوره معتبر با ریسک زمینه برای انتخاب سبد سهام چند دوره‌ای ارائه کردند. علاوه بر این، محدودیت‌های واقع‌گرایانه مانند نقدینگی، محدودیتهای کاردینالیتی، هزینه معاملات و آستانه خرید در نظر گرفته شده است.
برای نمایش یا اندازه گیری ریسک واقعی سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی و به ویژه در سبد سرمایه گذاری چنددوره ای، محققین سنجه های ریسک مختلفی را به جای واریانس به کار بردند. به عنوان مثال، یان و لی (۲۰۰۹) و یان و همکاران (۲۰۰۷) و نجفی و موشخیان (۱۳۹۳) از نیم واریانس و یو و دیگران (۲۰۱۰) از قدرمطلق انحراف از میانگین به عنوان سنجه ریسک در حل مسئله انتخاب پرتفوی چنددوره‌ای، استفاده کردند.

انواع بهینه سازی

روش های تحلیلی

روش های تحلیلی بیشتر به دنبال حل دقیق مسائل هستند. از این رو شامل مشتق گیری و یافتن پاسخ بهینه اند فایده اصلی این نوع از الگوریتم های بهینه سازی تضمین جواب بهینه است، اما استفاده از آنها در مسائل با پیچیدگی بالا یا مسائل بزرگ یا دارای تابع گسسته دشوار است.

روش های فرا ابتکاری

روش های فرا ابتکاری یا فرا اکتشافی برای حل مسائل بزرگتر و با توابع بدرفتار مناسب ترند. اگرچه این روش ها نمیتوانند رسیدن به جواب بهینه را تضمین کنند. الگوریتم ژنتیک و تصعید شبیه سازی شده مثال هایی از این الگوریتم ها هستند.

هدف بهینه سازی

در بهینه سازی هدفمان حفظ کردن فرمول یا رابطه ای نیست. تنها از دانش قبلی خود استفاده میکنیم و به دنبال بیشترین یا کمترین مقدار برای یک کمیت هستیم.

الگوریتم ها

الگوریتم ژنتیک

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

الگوریتم های ژنتیک، تکنیک جستجویی در علم رایانه برای یافتن راه حل تقریبی برای بهینه سازی و مسائل جستجو است.الگوریتم ژنتیک نوع خاصی از الگوریتم های تکامل است که از تکنیک های زیست شناسی فرگشتی مانند وراثت و جهش استفاده میکند. این الگوریتم برای اولین بار توسط جان هنری هالند معرفی شد. در واقع الگوریتم های ژنتیک از اصول انتخاب طبیعی داروین برای یافتن فرمول بهینه جهت پیشبینی یا تطبیق الگو استفاده میکنند. الگوریتم های ژنتیک اغلب گزینه خوبی برای تکنیک های پیشبینی بر مبنای رگرسیون هستند. در هوش مصنوعی الگوریتم ژنتیک یا GA یک تکنیک برنامه نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان یک الگوی حل مسئله استفاده میکند. مسئله ای که باید حل شود دارای ورودی هایی میباشد که طی یک فرایند الگوبرداری شده از تکامل ژنتیکی به راه حل ها تبدیل میشود سپس راه حل ها بعنوان کاندیداها توسط تابع ارزیاب مورد ارزیابی قرار میگیرند و چنانچه شرط خروج مسئله فراهم شده باشد الگوریتم خاتمه می یابد. الگوریتم ژنتیک بطور کلی یک الگوریتم مبتنی بر تکرار است که اغلب بخش های آن به صورت فرایندهای تصادفی انتخاب میشوند الگوریتم ژنتیک روشی عمومی از روشهای فرا ابتکاری برای بهینه سازی گسسته میباشد که مسائل جدول زمانبندی را حل می نماید. تحقیقات انجام شده نشان میدهد با استفاده از الگوریتم ژنتیک سرمایه گذاران قادر خواهند بود یک سبد سهام بهینه انتخاب نمایند.

الگوریتم استاندارد بهینه سازی ازدحام ذرات

در الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) به هر کدام از عوامل موجود در جمعیت، ذره گفته میشود. در الگوریتم PSO، به موازات شکل گیری شبه تصادفی مسیرهای تکه ای متناظر با هر یک ازعوامل توسط بردارهای مکانی، فضای جستجوی توابع هدف از طریق تنظیم کردن مسیرهای هر کدام از عوامل موجود در جمعیت (ذرات) جستجو میشود (برای یافتن جواب بهینه یا ناحیه در بر گیرنده جواب بهینه).

در حال حاضر بیش از ۲۰ نسخه مختلف از الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات معرفی شده است. در این بخش، ساده ترین و البته محبوبترین نسخه الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (الگوریتم استاندارد بهینه سازی ازدحام ذرات) معرفی خواهد شد.

حرکت ذرات در فضای جستجو به دو مؤلفه اساسی بستگی دارد: یک مؤلفه تصادفی و یک مؤلفه قطعی. هر کدام از ذرات موجود در جمعیت، علاوه بر اینکه تمایل دارد به صورت تصادفی در فضای مسأله حرکت کند، به طور هم زمان، به سمت نقطه ای که بهینه سراسری یا پارامتر g⋆g⋆ در آن قرار گرفته است، جذب میشود. به عبارت دیگر، هر کدام از ذرات موجود در جمعیت، به سمت مکان بهترین نقطه ای در فضای مسأله که ذرات تا کنون در آن قرار گرفته اند (بهترین نقطه، بر اساس تاریخچه حرکت ذرات در محیط سنجیده میشود) یا پارامتر ixi⋆x⋆، جذب میشوند.

زمانی که یکی از ذرات موجود در جمعیت ذره، مکانی را در فضای جستجو پیدا کند که از دیگر مکان های جستجو شده در این فضا بهتر باشد، مکان جدید یافته شده به عنوان بهترین نقطه ای در فضای مسأله که ذره ii تا کنون در آن قرار گرفته است، به روز رسانی میشود. این مکان جدید در فضای مسأله، به عنوان بهترین جواب ممکن برای تمامی nn ذره موجود در جمعیت شناخته خواهد شد. هدف نهایی الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات این است که جواب بهینه سراسری را از میان مجموعه بهترین جواب های ممکن یافت شده توسط ذرات مشخص کند. فرایند یافتن بهترین جواب های ممکن توسط ذرات تا زمانی ادامه پیدا میکند که پس از تعداد تکرارهای مشخصی، دیگر بهبود قابل ملاحظه‌ای در بهترین جواب ممکن ایجاد نشود. بهترین جواب موجود در مجموعه جواب های بهینه یافت شده، به عنوان جواب بهینه سراسری مسأله مشخص میشود. هر ذره نمایانگر یک سبد سهام است و ذرات با بهترین موقعیت مرز کارای سرمایه گذاری را شکل می

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

دهند. در واقع الگوریتم PSO یک الگوریتم جستجوی اجتماعی است که از روی رفتار اجتماعی و حرکات منظم جمعی پرندگان و ماهی ها اقتباس شده است. علیرغم توانایی محدود هر ذره در یافتن بهترین الگو، رفتار جمعی آنها قابلیت و توانایی زیادی در پیدا کردن بهترین مسیر یا به عبارت دیگر بهترین جواب در مسائل بهینه سازی دارد زیرا تغییر موقعیت هر ذره بر اساس تجربه خود ذره در حرکات قبلی و تجربه ذرات همسایه صورت میگیرد. در واقع هر ذره از برتری یا عدم برتری خود نسبت به ذرات همسایه و همچنین نسبت به کل گروه آگاه است.برای مدل سازی نظم موجود در حرکت جمعی این جانداران دو دیدگاه در نظر گرفته شده است. یک بعد، تعاملات اجتماعی موجود بین اعضای گروه است و بعد دیگر امتیازات فردی می باشد که ممکن است هر یک اعضای گروه واجد آنها باشد. در بعد اول همه ی اعضای گروه موظف هستند همواره موقعیت خود را با تبعیت از بهترین فرد گروه تغییر دهند و در بعد دوم لازم است تک تک اعضا بهترین موقعیت را که شخصا تجربه کرده اند در حافظه خود نگهداری کرده و تمایلی نیز به سمت بهترین موقعیت درک شده گذشته خود داشته باشند زیرا ممکن است هر یک از اعضا خود رهبر گروه شوند به طوری که بقیه اعضا وظیفه تبعیت از آنها را داشته باشند. پس از تولید جمعیت اولیه (ذرات) و در نظر گرفتن یک سرعت اولیه برای هر ذره، کارایی هر ذره بر اساس موقعیتش مورد محاسبه قرار میگیرد. هر ذره در فضای جستجو نمایانگر ک راه حل برای مسأله میباشد و سرعتش را بر اساس بهترین پاسخ به دست آمده درگروه ذرات (بهترین فرد گروه) و بهترین مکانی که تاکنون در آن قرار گرفته است تغییر میدهد. این سرعت با موقعیت ذره جمع شده، موقعیت جدید ذره را بدست می آید، به عبارت دیگر هر ذره مقدار تابع هدف را در موقعیتی از فضای جستجو که در آن قرار دارد، محاسبه میکند. در تکرارهای بعدی، بهترین ذره از لحاظ شایستگی به سایر ذرات کمک میکند و حرکت آنها را اصلاح میکند و پس از تکرارهای متوالی مسأله به سمت جواب بهینه همگرا خواهد شد.

الگوریتم فرهنگی

الگوریتم فرهنگی توسط رینولدز در سال ۱۹۹۴ مطرح شد. این الگوریتم از تکامل فرهنگ انسان ها و تأثیر پذیری افراد یک جامعه از آن و اثر آن در ایجاد نسل های آینده الهام گرفته شده است. این الگوریتم از حوزه دانش برای فرآیند جستجو استفاده می کند. اضافه شدن حوزه دانش در بهبود کارائی الگوریتم های تکاملی موثر است و فرآیند جستجو را هوشمندانه تر می کند. در واقع اضافه شدن حوزه دانش مکانیزی برای کاهش فضای جستجو از طریق هرس کردن قسمت‌های نامناسب آن می باشد. این الگوریتم دارای دانش های مختلفی در فضای باور خویش است که با امر جستجو کمک می کند. اجزای الگوریتم فرهنگی به صورت زیر می باشد:

فضای جمعیت

این فضا در واقع فضای اصلی جمعیت می باشد و با مقداردهی اولیه کار خود را شروع کرده و استخراج فرهنگ و ذخیره‌ی آن در فضای بتور در این قسمت انجام می گیرد.

فضای باور

در فضای باور، تجربیات عمومی شده افراد موفق از فضای جمعیتی، به دست آمده و این تجارب در سراسر نسل های بعدی شکل گرفته و ذخیره می شود. این تجارب بر تمامی نسل ها تأثیر گذار است و به نسل های آینده منتقل می گردد. در واقع، این فضا برای هرس کردن فضای جمعیت موثر است. هر فرد یک ذره در فضای جستجو است که فضای باور برای

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

دور ساختن افراد از ناحیه های نامطلوب و سوق دادن آن ها به سمت ناحیه‌های امید بخش و نزدیک به جواب به کار برده می شود. دانش های مختلف فضای باور را تشکیل می دهند شامل: دانش موقعیتی، دانش معیار، دانش تاریخچه، دانش موقعیتی می باشد.

دانش موقعیتی

این قسمت از فضای باور بهترین راه حل‌های پیدا شده در هر نسل را ذخیره می کند این قسمت از دانش برای بهینه سازی توابع اعداد حقیقی در محیط های ایستا معرفی شد که شامل تعدادی از افراد خوب است که بهترین آن ها برای تأثیر گذاری در تولید نسل بعدی در نظر گرفته می شود.

دانش معیار

این منبع دانش، مجموعه بازه های خوب و امید بخش را که از مجموعه‌ای از ذرات خوب استخراج شده است، برای هر بعد از مساله نگهداری می کند.

دانش تاریخچه

این دانش اولین بار برای محیط های پویا پیشنهاد شد. هدف از این دانش پیدا کردن الگوی تغییرات محیط بود. دانش تاریخچه لیستی از محل و مقدار بهترین فرد پیدا شده تا قبل از تغییرمحیط تجاری را نگهداری می کند. برای به روز در آوردن این دانش، بهینه پیدا شده ی جاری قبل از تغییر محیط به لیست اضافه می گردد.

الگوریتم کرم شب تاب

الگوریتم کرم شب تاب یک الگوریتم فرا ابتکاری است که نخستین بار در سال ۲۰۰۷ توسط یانگ معرفی شد. این الگوریتم از کرم های شب تابی که از نورهای کوتاه و ریتمیک جهت شکار، سیستم محافظتی و یا جذب جفت استفاده میکنند، الهام گرفته شده است. در الگوریتم کرم شب تاب، دو موضوع مهم وجود دارد؛ تغییرات شدت نور و فرموله کردن جذابیت. برای سادگی، ما همیشه می توانیم فرض کنیم که جذابیت کرم شب تاب توسط نور آن تعیین میشود که نور آن نیز به نوبه ی خود با تابع هدف مرتبط میشود. جاذبه ی متناسب با درخشش بوده و کرم شب تاب کم نور تر به کرم شب تاب پر نورتر جذب میشود و اگر هیچ نوری نباشد کرم شب تاب به صورت تصادفی حرکت می نماید. فاصله و کاهش نور توسط هوا، کرم شب تاب را تنها برای فاصله ی محدودی قابل مشاهده میکند. یک کرم شب تاب را می توان به صورت یک منبع نور نقطه ای در نظر گرفت.

در ساده ترین حالت و برای یک مسأله بیشینه سازی، میتوان مقدار پارامتر روشنایی II یک کرم شب تاب را، که در مکان خاص XX قرار دارد، از طریق رابطهای نظیر $I(X) \propto f(x) I(X) \propto f(X)$ به دست آورد. با این حال، مقدار پارامتر جذابیت ββ یک کرم شب تاب نسبی است و باید توسط دیگر کرم ها مشخص شود (به عبارت دیگر، فاصله میان کرم های شب تاب، نقش مستقیمی در جذابیت آنها (جذب آنها به سمت یکدیگر) خواهد داشت). بنابراین، پارامتر جذابیت ββ، بر اساس فاصله rijrij میان کرم شب تاب ii و کرم شب تاب jj، تغییر پیدا خواهد کرد. علاوه بر این، هر چقدر که فاصله از منبع نور بیشتر شود، شدت نور (Intensity Light) کاهش پیدا میکند. همچنین، نور هنگام گذر از واسط هایی نظیر هوا، توسط

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

آن جذب می شود. در نتیجه، الگوریتم کرم شب تاب باید به گونه ای فرمول بندی شود که بر اساس درجات جذب مختلف، مقدار پارامتر جذابیت نیز تغییر پیدا کند.

الگوریتم مورچگان

همانطور که می دانیم مسئله یافتن کوتاه ترین مسیر، یک مسئله بهینه سازیست که گاه حل آن بسیار دشوار است و گاه نیز بسیار زمانبر. در این روش مورچه های مصنوعی به وسیله حرکت بر روی نمودار مسئله و با باقی گذاشتن نشانه هایی بر روی نمودار، همچون مورچه های واقعی که در مسیر حرکت خود نشانه های باقی میگذارند، باعث میشوند که مورچه های مصنوعی بعدی بتوانند راه حل های بهتری را برای مسئله فراهم نمایند. همچنین در این روش میتوان توسط مسائل محاسباتی–عددی بر مبنای علم احتمالات بهترین مسیر را در یک نمودار یافت.در توضیحی کامل تر روش بهینه سازی الگوریتم مورچگان یک تکنیک فرا ابتکاری جمعیت محور می باشد که در سال ۱۹۹۲ توسط مارکو دوریگو مطرح شد. این الگوریتم تکنیک جست و جوی تصادفی و مکانیسم یادگیری را با هم تلفیق می نماید. این الگوریتم بر مبنای سیستم زندگی مورچه ها و تقلید از رفتار آنها در جست و جوی غذا پایه ریزی شده است که اولین بار توسط دوریگو در ۱۹۹۲ و دوریگو و همکاران در ۱۹۹۶ مطرح شد.

الگوریتم مورچگان از رفتار مورچه های واقعی در هنگام جست و جوی غذا تقلید میکند. آنها اطلاعات منابع غذا را به وسیله فرومون که در طول مسیر از خود ترشح میکنند، با یکدیگر مبادله میکنند. یک مورچه با یافتن منبع غذا به لانه باز میگردد. وقتی مورچه ها در مسیر کوتاه تری به لانه باز میگردند، فرومون بیشتر و مسیر کوتاه‌تری به جای خواهد ماند . حرکت مورچه ها با انتخاب مسیری که فرومون بیشتری روی آن به جای گذاشته شده است، اثر خود شتابی دارد. زیرا هرچه مورچه های بیشتری این مسیر را انتخاب کنند، احتمال انتخاب آن توسط سایر مورچه ها بالا میرود. همچنان که سیستم الگوریتم مورچگان مصنوعی با موفقیت برای حل مسائل تک منظوره مختلف به کار میرود، با توسعه مدل میتوان از آن برای حل مسائل بهینه سازی سبد سهام نیز استفاده کرد.

بحث و نتیجه گیری

وقتی تعداد زیادی از محدودیت‌های جهان واقعی وارد مدل می شود فضای جست وجوی آن بسیار بزرگ و ناپیوسته میگردد که عملاً استفاده از مدل های ریاضی را ناممکن میسازد. امروزه با بزرگتر شدن مسائل و اهمیت یافتن سرعت رسیدن به پاسخ، دیگر روش های کلاسیک جوابگوی حل بسیاری از مسائل نیست. به همین دلیل در سال های اخیر استفاده از الگوریتم های فرا ابتکاری ازجمله الگوریتم ژنتیک، کرم شبتاب ،مورچگان و... برای حل مسائل بهینه سازی در علوم مختلف رشد چشمگیری داشته است. این الگوریتم ها از بهترین روش های بهینه سازی مسائل هستند و به همین جهت میتوان از آنها در برآورد توابع غیرخطی و پیش بینی روند آتی متغیر مورد نظر استفاده کرد. مطالعات و بررسی ها نشان داده که استفاده از روش های فرا ابتکاری الهام گرفته از طبیعت در سیستم های اطلاعاتی به خصوص بخش های 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 مدل های 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

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

دهند، برای تحقیقات آتی پیشنهاد می شود سایر الگوریتم های هوش مصنوعی در حل مسائل بهینه سازی که دارای محدودیت هایی همچون محدودیت عدد صحیح، ترجیحات مشتری و محدودیت تعداد موجودی هستند به کار گرفته شود.

منابع

- ✓ پاک مرام، عسگر، بحری ثالث، جمال، ولی زاده، مصطفی، (۱۳۹۶)، انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک، با بهره گیری از مدل میانگین–نیمه واریانس مارکویتز، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۱، صص ۱–۱۵.
- ✓ خندان بارکوسرائی، زهرا، محمدی، عمران، محمدی سبحانی، فرزاد، (۱۳۹۹)، طراحی مدل بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره ای با رویکردی جدید در عدم قطعیت فازی، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۱۲، شماره ۴۷، صص ۱–۲۲.
- ✓ راعی، رضا، (۱۳۸۱)، تشکیل سبد سهام برای سرمایه گذار مخاطره پذیر، مقایسه شبکه عصبی و مارکویتز، شماره ۲، صص ۷۷–۹۶.
- ✓ عبدالعلی زاده، شهیر، سیمین، عشقی، کوروش، (۱۳۸۲)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در انتخاب یا مجموعه دارایی از سهام بورس اوراق بهادار، فصلنامه پژوهش های اقتصادی، دوره پنجم، شماره ۱۷، صص ۱۷۵–۱۹۲.
- ✓ فلاح شمس، میر فیض، عبداللهی، احمد، مقدسی، مطهره، (۱۳۹۲)، بررسی عملکرد معیار های متفاوت ریسک در انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم مورچگان در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه راهبرد مدیریت مالی، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱–۲۰.
- ✓ میزبان، هدیه سادات، افچنگی، زهرا، احراری، مهدی، آروین، فرشاد، سوری، علی، (۱۳۹۱)، بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات در تعاری مختلف، فصلنامه علوم اقتصادی، دوره ۶، شماره ۱۹، صص ۲۰۵–۲۲۷.
- ✓ همایی فر، ساغر، روغنیان، عماد، (۱۳۹۵)، به کارگیری الگوهای بهینه سازی پایدار و برنامه ریزی آرمانی در مسئله انتخاب سبد سرمایه گذاری چنددوره ای، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۶۲، دوره ۹، صص ۱۵۳–۱۶۷.
- ✓ Calafiore, G.C. (2008), "Multi-period portfolio optimization with linear control policies", Automatica 44, 2463–2473.
- ✓ Gulpınar, N. and Rustem, B. (2007), "Worst-case robust decisions for multi-period meanvariance portfolio optimization", European Journal ofOperational Research 183, 981–1000.
- ✓ Li, D. and Ng, W.L. (2000), "Optimal dynamic portfolio selection: multi-period mean-variance formulation", Mathematical Finance 10, 387–406.
- ✓ Markowitz, H. (1952), "Portfolio selection", Journal of Finance 3, 77–91.
- ✓ Najafi, A.A. and Mushakhian, S. (2015), "Multi-stage stochastic mean–semivariance–CVaR portfolio optimization under transaction costs", Applied Mathematics and Computation 256, 445–458.
- ✓ Sun, J. and Fang, W. and Wu, X. and Lai, C.H. and Xu, W. (2011), "Solving the multi-stage portfolio optimization problem with a novel particle swarm optimization", Expert Systems with Applications 38,