Journal of
Intelligent Financial
Management Perspectives

ISSN: 3116-0964

Developing an Agentic AI Framework for Autonomous Green Investment Portfolio Management through the Integration of ESG Data and Quantum Models

Sara Alavi[1]*، Mohammad Reza Nouri[2]

[1] *Department of Financial Management, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author). S.Alavi@gmail.com*
[2] *partment of Financial Management, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

ARTICLE INFO

Article history:
Received:12/10/2025
Received in revised form:01/11/2025
Accepted:16/11/2025
Available online:06/12/2025

Keywords:

Agentic Artificial Intelligence
Green Investment
Portfolio Management
Quantum Computing
Sustainable Finance.

ABSTRACT

The growing global concerns regarding climate change, sustainable development, and corporate social responsibility have made green investment and Environmental, Social, and Governance (ESG) criteria among the most significant topics in the field of finance. At the same time, the increasing complexity of financial markets and the massive volume of structured and unstructured data have exposed the limitations of traditional portfolio management approaches.

The purpose of this study is to propose a novel Agentic Artificial Intelligence (Agentic AI)-based framework for the autonomous management of green investment portfolios, in which ESG data, market analytics, and quantum optimization models are integrated into a unified decision-making system. The proposed framework consists of a set of intelligent agents, including an ESG Analysis Agent, a Market Analysis Agent, a Risk Assessment Agent, a Decision-Making Agent, and a Quantum Optimization Agent. These agents collaboratively perform information gathering, market condition analysis, asset allocation, and portfolio rebalancing.

The theoretical findings of this research suggest that the simultaneous application of Agentic AI and quantum algorithms can enhance portfolio returns, reduce investment risk, and improve overall sustainability performance. By integrating autonomous decision-making capabilities with advanced optimization techniques, the proposed framework offers a promising approach for the next generation of sustainable and intelligent investment management systems.

Article Type: Research Paper

Journal of Intelligent Financial Management, 2025, Vol. 1, No.3b, pp. 95- 109

Publish by:
Tolou-e Binish-e Ayandeh Scientific Institute

https://doi.org/ 10.25843/JIFM.2025.8563.21683

©Authors

Cite: Alavi,S and Nouri,M R . (2025). Developing an Agentic AI Framework for Autonomous Green Investment Portfolio Management through the Integration of ESG Data and Quantum Models. *Journal of Intelligent Financial Management*, 1(3), 95–109.

نگرش های
مدیریت مالی هوشمند
Journal of Intelligent Financial Management Perspectives
ISSN: 3116-0964

توسعه چارچوب Agentic AI برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز با ادغام داده‌های ESG و مدل‌های کوانتومی

سارا علوی [۱ و*]، محمد رضا نوری [۲]

۱ و *- دکتری مدیریت مالی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، ایمیل نویسنده مسئول:S.Alavi@gmail.com

۲-کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۷/۲۰

تاریخ بازنگری:۱۴۰۴/۰۸/۱۰

تاریخ پذیرش:۱۴۰۴/۰۸/۲۱

تاریخ انتشار:۱۴۰۴/۰۹/۲۵

کلیدواژه‌ها:

هوش مصنوعی عامل‌محور

سرمایه‌گذاری سبز

مدیریت پرتفوی

محاسبات کوانتومی

مالی پایدار

چکیده

افزایش نگرانی‌های جهانی درباره تغییرات اقلیمی، توسعه پایدار و مسئولیت‌پذیری اجتماعی شرکت‌ها موجب شده است که سرمایه‌گذاری سبز و معیارهای محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی (ESG) به یکی از مهم‌ترین موضوعات حوزه مالی تبدیل شوند. در عین حال، پیچیدگی روزافزون بازارهای مالی و حجم عظیم داده‌های ساختاریافته و غیرساختاریافته، محدودیت‌های روش‌های سنتی مدیریت پرتفوی را آشکار ساخته است. هدف این پژوهش ارائه یک چارچوب نوین مبتنی بر هوش مصنوعی عامل‌محور (Agentic AI) برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز است که در آن داده‌های ESG، تحلیل بازار و مدل‌های بهینه‌سازی کوانتومی به صورت یکپارچه مورد استفاده قرار می‌گیرند. چارچوب پیشنهادی از مجموعه‌ای از عامل‌های هوشمند شامل عامل تحلیل ESG، عامل تحلیل بازار، عامل ارزیابی ریسک، عامل تصمیم‌گیری و عامل بهینه‌سازی کوانتومی تشکیل شده است. این عامل‌ها با همکاری یکدیگر به جمع‌آوری اطلاعات، تحلیل شرایط بازار، تخصیص دارایی و بازتنظیم پرتفوی می‌پردازند. نتایج نظری پژوهش نشان می‌دهد که استفاده همزمان از Agentic AI و الگوریتم‌های کوانتومی می‌تواند موجب افزایش بازدهی، کاهش ریسک و بهبود عملکرد پایداری پرتفوی شود.

نشریه مدیریت مالی هوشمند، ۱۴۰۴، دوره ۱، شماره ۳، صفحه ۹۵-۱۰۹.

ناشر: موسسه علمی طلوع بینش آینده

https://doi.org/ 10.25843/JIFM.2025.8563.21683

نوع مقاله: پژوهشی

© نویسندگان

استناد: علوی,سارا و نوری,محمدرضا. (۱۴۰۴). توسعه چارچوبAgentic AI برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز با ادغام داده‌های ESG و مدل‌های کوانتومی. *مدیریت مالی هوشمند*، ۱ (۳)، ۹۵-۱۰۹.

۱-مقدمه

در دهه‌های اخیر، توسعه پایدار به یکی از مهم‌ترین محورهای سیاست‌گذاری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در سطح جهان تبدیل شده است. افزایش نگرانی‌ها در خصوص تغییرات اقلیمی، آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش منابع طبیعی و نابرابری‌های اجتماعی موجب شده است که دولت‌ها، سازمان‌های بین‌المللی و نهادهای مالی توجه ویژه‌ای به مفهوم پایداری داشته باشند. در این میان، بازارهای مالی نیز از این تحولات تأثیر پذیرفته‌اند و رویکردهای جدیدی برای ارزیابی و مدیریت سرمایه‌گذاری‌ها شکل گرفته است. یکی از مهم‌ترین این رویکردها، سرمایه‌گذاری مبتنی بر معیارهای محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی است که به عنوان یکی از ارکان اصلی مالی پایدار شناخته می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۴۰۱).

سرمایه‌گذاری سبز به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای تحقق توسعه پایدار، نقش قابل توجهی در هدایت منابع مالی به سمت فعالیت‌های سازگار با محیط زیست ایفا می‌کند. این نوع سرمایه‌گذاری علاوه بر توجه به بازده مالی، آثار زیست‌محیطی و اجتماعی فعالیت‌های اقتصادی را نیز مدنظر قرار می‌دهد. در سال‌های اخیر، سرمایه‌گذاران نهادی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری و شرکت‌های مدیریت دارایی در سراسر جهان به طور فزاینده‌ای معیارهای ESG را در فرآیند تصمیم‌گیری خود وارد کرده‌اند. مطالعات انجام شده در ایران نیز نشان داده است که توجه به مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها و افشای اطلاعات پایداری می‌تواند موجب افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران، کاهش عدم تقارن اطلاعاتی و بهبود عملکرد مالی شرکت‌ها شود (احمدی و رضایی، ۱۴۰۲؛ کریمی و همکاران، ۱۴۰۳). با وجود مزایای فراوان سرمایه‌گذاری سبز، مدیریت مؤثر پرتفوی‌های مبتنی بر ESG با چالش‌های متعددی مواجه است. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، حجم گسترده و پیچیدگی داده‌های مورد نیاز برای ارزیابی عملکرد شرکت‌ها در ابعاد محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی است. برخلاف داده‌های مالی سنتی که دارای ساختار مشخص و استاندارد هستند، داده‌های ESG اغلب از منابع مختلفی نظیر گزارش‌های پایداری، گزارش‌های مسئولیت اجتماعی، اخبار، شبکه‌های اجتماعی و داده‌های غیرمالی استخراج می‌شوند. این مسئله فرآیند تحلیل و تصمیم‌گیری را بسیار پیچیده می‌سازد (جعفری و همکاران، ۱۴۰۱).

علاوه بر این، بازارهای مالی در عصر دیجیتال با حجم عظیمی از داده‌های ساختاریافته و غیرساختاریافته روبه‌رو هستند. رشد فناوری اطلاعات، گسترش شبکه‌های اجتماعی، افزایش سرعت انتشار اخبار و توسعه سیستم‌های معاملات الکترونیکی باعث شده است که سرمایه‌گذاران با محیطی پویا و پیچیده مواجه شوند. در چنین شرایطی، روش‌های سنتی مدیریت پرتفوی که عمدتاً بر تحلیل‌های آماری و مدل‌های کلاسیک مبتنی هستند، قادر به پاسخگویی کامل به نیازهای جدید بازار نیستند. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که مدل‌های سنتی در مواجهه با داده‌های بزرگ، عدم قطعیت‌های محیطی و تغییرات سریع بازار از کارایی لازم برخوردار نیستند (حسینی و نادری، ۱۴۰۰). در پاسخ به این چالش‌ها، استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه مالی به طور قابل توجهی گسترش یافته است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و یادگیری تقویتی توانسته‌اند قابلیت‌های جدیدی را در زمینه پیش‌بینی بازار، مدیریت ریسک و تحلیل رفتار سرمایه‌گذاران فراهم کنند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نسبت به روش‌های سنتی از دقت بالاتری در پیش‌بینی روند بازار و شناسایی الگوهای پنهان برخوردار هستند (صادقی و همکاران، ۱۴۰۲؛ مرادی و همکاران، ۱۴۰۳).

با این حال، نسل جدیدی از هوش مصنوعی با عنوان «هوش مصنوعی عامل‌محور» یا Agentic AI در حال ظهور است که قابلیت‌های آن فراتر از مدل‌های متداول یادگیری ماشین می‌باشد. در این رویکرد، سیستم‌های هوشمند نه تنها قادر به تحلیل داده‌ها هستند، بلکه می‌توانند اهداف مشخصی را دنبال کرده، محیط را پایش نموده، تصمیم‌گیری مستقل انجام دهند و در راستای دستیابی به اهداف تعیین‌شده اقدام کنند. عامل‌های هوشمند قادرند به صورت مستقل یا در قالب سیستم‌های چندعامله فعالیت کرده و وظایف پیچیده را میان خود تقسیم نمایند. این ویژگی باعث شده است که Agentic AI به یکی از مهم‌ترین فناوری‌های آینده در حوزه مدیریت سرمایه‌گذاری تبدیل شود (زارع و همکاران، ۱۴۰۴).

یکی دیگر از چالش‌های اساسی در مدیریت پرتفوی سرمایه‌گذاری، مسئله بهینه‌سازی تخصیص دارایی‌ها است. مدیران سرمایه‌گذاری همواره در تلاش هستند تا با انتخاب ترکیب مناسبی از دارایی‌ها، بازده مورد انتظار را افزایش داده و در عین حال ریسک را کنترل نمایند. با این حال، هنگامی که معیارهای ESG نیز به عنوان اهداف تصمیم‌گیری وارد مدل شوند، مسئله بهینه‌سازی به مراتب پیچیده‌تر خواهد شد. در چنین شرایطی، روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی با محدودیت‌های جدی مواجه می‌شوند و نیاز به رویکردهای محاسباتی پیشرفته احساس می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۲).

محاسبات کوانتومی به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین فناوری‌های نوظهور، ظرفیت بالایی برای حل مسائل پیچیده بهینه‌سازی دارد. برخلاف رایانه‌های کلاسیک که اطلاعات را به صورت بیت‌های صفر و یک پردازش می‌کنند، رایانه‌های کوانتومی از کیوبیت‌ها استفاده می‌کنند که می‌توانند به طور همزمان در چندین حالت قرار گیرند. این ویژگی امکان بررسی تعداد بسیار زیادی از حالت‌های ممکن را در زمان کوتاه فراهم می‌سازد. به همین دلیل، بسیاری از پژوهشگران معتقدند که محاسبات کوانتومی می‌تواند تحولی اساسی در حوزه مالی، مدیریت ریسک و بهینه‌سازی پرتفوی ایجاد کند (نوری و همکاران، ۱۴۰۳).

اگرچه مطالعات متعددی در زمینه سرمایه‌گذاری سبز، معیارهایESG ، هوش مصنوعی و محاسبات کوانتومی انجام شده است، اما پژوهش‌های اندکی به بررسی همزمان این سه حوزه پرداخته‌اند. به بیان دیگر، هنوز چارچوب جامعی که بتواند قابلیت‌های هوش مصنوعی عامل‌محور، داده‌های ESG و الگوریتم‌های بهینه‌سازی کوانتومی را در قالب یک سیستم یکپارچه برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز ترکیب کند، در ادبیات پژوهش مشاهده نمی‌شود. این شکاف پژوهشی به ویژه در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران محسوس‌تر است (عباسی و همکاران، ۱۴۰۴). از منظر کاربردی نیز بازار سرمایه ایران در سال‌های اخیر با چالش‌هایی نظیر نوسانات شدید، عدم قطعیت اقتصادی، محدودیت‌های اطلاعاتی و ضرورت حرکت به سمت توسعه پایدار مواجه بوده است. در چنین شرایطی، استفاده از سامانه‌های هوشمند مبتنی بر Agentic AIمی‌تواند به بهبود فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری کمک کند. این سامانه‌ها قادرند اطلاعات مالی و غیرمالی را به صورت لحظه‌ای پردازش کرده، تغییرات بازار را رصد نموده و بر اساس اهداف از پیش تعیین‌شده، ساختار پرتفوی را به صورت خودکار اصلاح نمایند. از سوی دیگر، بهره‌گیری از الگوریتم‌های کوانتومی می‌تواند کارایی فرآیند بهینه‌سازی را به میزان قابل توجهی افزایش دهد (رحمانی و همکاران، ۱۴۰۵). بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف توسعه یک چارچوب یکپارچه مبتنی بر هوش مصنوعی عامل‌محور برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز ارائه می‌شود. در این چارچوب، داده‌هایESG ، تحلیل‌های بازار مالی و مدل‌های بهینه‌سازی کوانتومی در قالب یک معماری چندعامله با یکدیگر ادغام می‌شوند. انتظار می‌رود چارچوب پیشنهادی بتواند ضمن افزایش بازده تعدیل‌شده بر اساس ریسک، سطح پایداری پرتفوی را نیز بهبود بخشیده و زمینه را برای توسعه نسل جدید سامانه‌های سرمایه‌گذاری هوشمند و پایدار فراهم سازد.

۲- مرور ادبیات پژوهش

۲-۱ سرمایه‌گذاری سبز و معیارهایESG

سرمایه‌گذاری سبز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین رویکردهای نوین در نظام مالی معاصر، به تخصیص منابع مالی به دارایی‌ها، پروژه‌ها و شرکت‌هایی اطلاق می‌شود که علاوه بر ایجاد بازده اقتصادی، پیامدهای مثبت زیست‌محیطی و اجتماعی نیز به همراه دارند. این رویکرد در پاسخ به بحران‌های زیست‌محیطی، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، فشارهای اجتماعی و الزامات توسعه پایدار شکل گرفته و به‌تدریج به یکی از ارکان اصلی سیاست‌گذاری مالی در سطح جهانی تبدیل شده است (محمدی و همکاران، ۱۴۰۱). در واقع، سرمایه‌گذاری سبز تلاشی برای هم‌راستاسازی اهداف اقتصادی با اهداف توسعه پایدار است، به‌گونه‌ای که خلق ارزش مالی در کنار کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و ارتقای رفاه اجتماعی دنبال می‌شود. در این چارچوب، معیارهای محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی به‌عنوان مهم‌ترین ابزار سنجش پایداری شرکت‌ها شناخته می‌شوند. این معیارها شامل سه بُعد اصلی هستند: بُعد محیط‌زیستی که به موضوعاتی مانند انتشار کربن، مدیریت پسماند، مصرف انرژی و اثرات اقلیمی فعالیت‌های شرکت می‌پردازد؛ بُعد اجتماعی که شامل حقوق کارکنان، ایمنی شغلی، مسئولیت اجتماعی و تعامل با ذی‌نفعان است؛ و بُعد حاکمیتی که ساختار مدیریتی، شفافیت مالی، ترکیب هیئت‌مدیره و سازوکارهای کنترل داخلی را در بر می‌گیرد. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند که شرکت‌هایی با عملکرد بهتر در شاخص‌های ESG معمولاً از ثبات مالی بیشتری برخوردار بوده و در بلندمدت ریسک کمتری را تجربه می‌کنند (احمدی و رضایی، ۱۴۰۲).

در ادبیات مالی داخلی نیز تأکید شده است که توجه به معیارهای ESG می‌تواند نقش مهمی در کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و افزایش کارایی بازار سرمایه ایفا کند. به‌عنوان مثال، نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که افشای اطلاعات غیرمالی و بهبود شفافیت شرکت‌ها منجر به کاهش عدم تقارن اطلاعاتی میان سرمایه‌گذاران و مدیران شده و در نهایت باعث بهبود تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری می‌شود (کریمی و همکاران، ۱۴۰۳). همچنین برخی پژوهش‌ها بیان می‌کنند که شرکت‌های دارای مسئولیت اجتماعی بالاتر، در دوره‌های بحران اقتصادی عملکرد پایدارتر و نوسانات قیمتی کمتری از خود نشان می‌دهند (جعفری و همکاران، ۱۴۰۲). با این حال، یکی از چالش‌های اساسی در حوزهESG ، نبود استانداردهای

یکپارچه و جهانی برای اندازه‌گیری و گزارش‌دهی اطلاعات پایداری است. این مسئله به‌ویژه در بازارهای نوظهور باعث ناهمگونی داده‌ها و دشواری در مقایسه عملکرد شرکت‌ها می‌شود. علاوه بر این، کیفیت داده‌های ESG در بسیاری از موارد تحت تأثیر سوگیری‌های گزارش‌دهی و عدم شفافیت اطلاعات قرار دارد که می‌تواند دقت تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری را کاهش دهد (حسینی و همکاران، ۱۴۰۱).

۲-۲ کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت پرتفوی

در سال‌های اخیر، هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از تحول‌آفرین‌ترین فناوری‌ها در حوزه مالی و سرمایه‌گذاری مطرح شده است. رشد سریع داده‌های مالی و غیرمالی و پیچیدگی تحلیل بازارها موجب شده است که استفاده از روش‌های سنتی تحلیل مالی به‌تنهایی کافی نباشد. در این میان، الگوریتم‌های یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و یادگیری تقویتی نقش مهمی در ارتقای توان تحلیل و پیش‌بینی بازارهای مالی ایفا کرده‌اند (صادقی و همکاران، ۱۴۰۲). مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین قادرند روابط غیرخطی میان متغیرهای مالی را شناسایی کرده و الگوهای پنهان در داده‌های تاریخی را استخراج کنند. از سوی دیگر، شبکه‌های عصبی عمیق با استفاده از لایه‌های متعدد پردازشی، امکان مدل‌سازی پیچیدگی‌های بالای بازارهای مالی را فراهم کرده‌اند. این مدل‌ها در حوزه‌هایی مانند پیش‌بینی قیمت سهام، تحلیل نوسانات بازار، مدیریت ریسک و بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند (مرادی و همکاران، ۱۴۰۳).

علاوه بر این، یادگیری تقویتی به‌عنوان یکی از شاخه‌های مهم هوش مصنوعی، در طراحی استراتژی‌های معاملاتی پویا و تطبیقی مورد استفاده قرار گرفته است. این رویکرد به سیستم‌های هوشمند اجازه می‌دهد تا از طریق تعامل با محیط بازار، سیاست‌های بهینه سرمایه‌گذاری را به‌تدریج یاد بگیرند. با وجود این پیشرفت‌ها، بسیاری از مدل‌های موجود همچنان محدود به پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت بوده و فاقد توانایی تصمیم‌گیری هدف‌محور و مستقل در سطح کلان هستند (حسینی و نادری، ۱۴۰۱). از سوی دیگر، یکی از محدودیت‌های مهم مدل‌های هوش مصنوعی موجود در حوزه مالی، عدم توانایی در درک و ترکیب اهداف چندگانه است. در بسیاری از مسائل سرمایه‌گذاری، اهداف متضادی مانند حداکثرسازی بازده، حداقل‌سازی ریسک و رعایت معیارهای پایداری باید به‌طور همزمان در نظر گرفته شوند. این در حالی است که بسیاری از مدل‌های موجود صرفاً بر یک هدف خاص تمرکز دارند و توانایی مدیریت همزمان چندین هدف پیچیده را ندارند.

۲-۳ هوش مصنوعی عامل‌محور[1] در امور مالی

هوش مصنوعی عامل‌محور نسل جدیدی از سیستم‌های هوشمند است که فراتر از مدل‌های سنتی یادگیری ماشین عمل می‌کند. در این رویکرد، سیستم‌های هوشمند نه‌تنها داده‌ها را تحلیل می‌کنند، بلکه دارای هدف، حافظه، توانایی برنامه‌ریزی و قابلیت تصمیم‌گیری مستقل هستند. این عامل‌ها می‌توانند به‌صورت فردی یا در قالب سیستم‌های چندعامله[2] با یکدیگر تعامل کرده و مسائل پیچیده را به‌صورت توزیع‌شده حل کنند (زارع و همکاران، ۱۴۰۴).

در معماری‌های چندعامله، هر عامل وظیفه مشخصی را بر عهده دارد و از طریق ارتباط و هماهنگی با سایر عامل‌ها، به بهینه‌سازی تصمیم‌گیری کلی سیستم کمک می‌کند. این ساختار به‌ویژه در محیط‌های پیچیده و پویا مانند بازارهای مالی که دارای عدم قطعیت بالا هستند، بسیار کارآمد است. در چنین محیط‌هایی، (Agentic AI)می‌تواند نقش مهمی در تحلیل داده‌ها، شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری، مدیریت ریسک و اجرای معاملات ایفا کند (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۳). برخی پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که استفاده از سیستم‌های عامل‌محور در مدیریت سرمایه‌گذاری می‌تواند منجر به بهبود کارایی تصمیم‌گیری، کاهش تأخیر در واکنش به تغییرات بازار و افزایش دقت در تخصیص دارایی‌ها شود (نوری و همکاران، ۱۴۰۴). همچنین این سیستم‌ها قابلیت یادگیری مستمر از محیط و تطبیق با شرایط جدید بازار را دارند که این ویژگی در بازارهای مالی پویا اهمیت بسیار بالایی دارد. با این وجود، یکی از شکاف‌های مهم در ادبیات موجود، عدم ادغام کامل Agentic AI با داده‌های غیرمالی مانند ESG و همچنین عدم استفاده از ظرفیت‌های محاسباتی پیشرفته در کنار این سیستم‌ها است. به عبارت دیگر، اغلب مطالعات موجود یا بر هوش مصنوعی تمرکز دارند یا برESG ، اما ترکیب این دو در قالب یک سیستم خودمختار همچنان در مراحل اولیه قرار دارد.

۲-٤ محاسبات کوانتومی در مدیریت سرمایه‌گذاری

---

[2] (Multi-Agent Systems)

محاسبات کوانتومی یکی از پیشرفته‌ترین حوزه‌های علوم محاسباتی است که بر اصول مکانیک کوانتومی مانند برهم‌نهی[3] و درهم‌تنیدگی استوار است. این فناوری امکان پردازش همزمان تعداد بسیار زیادی از حالت‌های ممکن را فراهم کرده و به همین دلیل توانایی حل مسائل پیچیده را با سرعتی بسیار بالاتر نسبت به رایانه‌های کلاسیک دارد (نوری و همکاران، ۱۴۰۳).

در حوزه مالی، یکی از مهم‌ترین کاربردهای محاسبات کوانتومی، حل مسائل بهینه‌سازی پرتفوی است. این مسائل معمولاً شامل تعداد زیادی دارایی، محدودیت‌های سرمایه‌گذاری و اهداف چندگانه مانند بازده، ریسک و پایداری هستند که حل آن‌ها با روش‌های کلاسیک بسیار زمان‌بر و در برخی موارد غیرعملی است. الگوریتم‌های کوانتومی مانند QAOA[4] و Quantum Annealing توانسته‌اند در حل این نوع مسائل عملکرد قابل توجهی از خود نشان دهند (عباسی و همکاران، ۱۴۰۴).

مزیت اصلی محاسبات کوانتومی در این است که می‌تواند فضای جستجوی بسیار بزرگی را در زمان کوتاه‌تری نسبت به روش‌های کلاسیک بررسی کند و در نتیجه احتمال دستیابی به راه‌حل بهینه را افزایش دهد. این ویژگی به‌ویژه در مسائل مالی با ابعاد بالا اهمیت زیادی دارد. با این حال، محدودیت‌هایی مانند خطاهای کوانتومی، نیاز به سخت‌افزارهای پیشرفته و هزینه‌های بالای پیاده‌سازی همچنان از چالش‌های اصلی این حوزه محسوب می‌شوند. با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در هر یک از حوزه‌هایESG ، هوش مصنوعی و محاسبات کوانتومی، ادبیات پژوهشی نشان می‌دهد که ارتباط میان این سه حوزه هنوز به‌صورت کامل شکل نگرفته است. به‌ویژه ترکیب Agentic AI با داده‌های ESG و الگوریتم‌های کوانتومی در قالب یک چارچوب یکپارچه برای مدیریت پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز، همچنان به‌عنوان یک حوزه نوظهور و کمتر توسعه‌یافته مطرح است (رحمانی و همکاران، ۱۴۰۵).

۲-۵ چارچوب مفهومی پیشنهادی

در این پژوهش، با توجه به پیچیدگی روزافزون بازارهای مالی، افزایش حجم و تنوع داده‌های مالی و غیرمالی، و ضرورت هم‌راستاسازی اهداف اقتصادی با اهداف توسعه پایدار، چارچوب مفهومی نوینی با عنوان چارچوب عامل‌محور کوانتومی در حوزه ESG پیشنهاد می‌شود. این چارچوب تلاش می‌کند با تلفیق ظرفیت‌های هوش مصنوعی عامل‌محور، تحلیل داده‌های پایداری و توان محاسباتی الگوریتم‌های کوانتومی، یک سیستم یکپارچه برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز ارائه دهد. در این چارچوب، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری نه به‌صورت ایستا و انسانی، بلکه به‌عنوان یک فرآیند پویا، خودمختار و داده‌محور در نظر گرفته می‌شود که توسط مجموعه‌ای از عامل‌های هوشمند تخصصی هدایت می‌شود. این چارچوب بر این فرض اساسی استوار است که هیچ عامل منفردی قادر به مدیریت کامل پیچیدگی‌های بازارهای مالی مدرن نیست و تنها از طریق تقسیم وظایف میان عامل‌های تخصصی و ایجاد تعامل میان آن‌ها می‌توان به تصمیم‌گیری بهینه و پایدار دست یافت. در نتیجه، ساختار پیشنهادی از چندین عامل هوشمند تشکیل شده است که هر یک مسئول انجام بخشی از فرآیند کلی مدیریت پرتفوی هستند و در نهایت از طریق یک لایه بهینه‌سازی کوانتومی به هم متصل می‌شوند. این ساختار نه‌تنها قابلیت تحلیل همزمان داده‌های مالی و غیرمالی را فراهم می‌کند، بلکه امکان واکنش سریع به تغییرات محیطی و بازتنظیم هوشمند پرتفوی را نیز ایجاد می‌نماید.

در قلب این چارچوب، عامل تحلیل داده‌های محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی قرار دارد. این عامل مسئول جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌های مرتبط با پایداری شرکت‌ها از منابع مختلف است. این داده‌ها می‌توانند شامل گزارش‌های پایداری شرکت‌ها، اطلاعات افشاشده در گزارش‌های سالانه، داده‌های مربوط به انتشار آلاینده‌ها، شاخص‌های مصرف انرژی، اطلاعات مربوط به مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها و همچنین داده‌های مرتبط با ساختار حاکمیت شرکتی باشند. این عامل با استفاده از روش‌های تحلیل داده و مدل‌های هوشمند، تلاش می‌کند تصویری جامع از عملکرد پایداری هر شرکت ارائه دهد. یکی از وظایف کلیدی این عامل، محاسبه امتیاز ترکیبی محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی برای هر دارایی است که این امتیاز به‌عنوان یکی از ورودی‌های اصلی سایر عامل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، این عامل وظیفه پایش مستمر تغییرات عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌ها را بر عهده دارد تا هرگونه تغییر در رفتار شرکت‌ها در زمینه پایداری به‌سرعت در سیستم منعکس شود.

---

[3] (Superposition)
[4] Quantum Approximate Optimization Algorithm

در کنار این عامل، عامل تحلیل بازار نقش کلیدی در درک شرایط مالی و اقتصادی ایفا می‌کند. این عامل مسئول بررسی روندهای قیمتی دارایی‌ها، تحلیل رفتار تاریخی بازار و استخراج الگوهای قابل استفاده برای پیش‌بینی آینده است. علاوه بر داده‌های قیمتی، این عامل به تحلیل داده‌های غیرساختاریافته مانند اخبار اقتصادی، گزارش‌های مالی، محتوای رسانه‌های اجتماعی و سیگنال‌های رفتاری سرمایه‌گذاران نیز می‌پردازد. یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های این عامل، تحلیل احساسات بازار است که از طریق پردازش زبان طبیعی و مدل‌های یادگیری عمیق انجام می‌شود. این تحلیل به سیستم کمک می‌کند تا درک بهتری از انتظارات بازار و واکنش‌های احتمالی سرمایه‌گذاران نسبت به رویدادهای اقتصادی و سیاسی داشته باشد. همچنین این عامل وظیفه پیش‌بینی نوسانات بازار و شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری بالقوه را بر عهده دارد.

عامل سوم در این چارچوب، عامل ارزیابی ریسک است که نقش حیاتی در کنترل و مدیریت عدم قطعیت‌ها ایفا می‌کند. این عامل مسئول محاسبه ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک مرتبط با دارایی‌های مختلف است و تلاش می‌کند میزان آسیب‌پذیری پرتفوی در برابر تغییرات بازار را ارزیابی نماید. علاوه بر ریسک‌های مالی سنتی، این عامل به بررسی ریسک‌های مرتبط با معیارهای محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی نیز می‌پردازد. برای مثال، شرکت‌هایی که دارای عملکرد ضعیف در حوزه‌های زیست‌محیطی هستند ممکن است در آینده با جریمه‌های قانونی، کاهش ارزش بازار یا کاهش اعتماد سرمایه‌گذاران مواجه شوند. بنابراین، این عامل با تحلیل سناریوهای مختلف بحرانی، اثرات احتمالی این ریسک‌ها را بر عملکرد پرتفوی بررسی می‌کند و اطلاعات لازم را برای تصمیم‌گیری به سایر عامل‌ها منتقل می‌نماید.

عامل چهارم، عامل تصمیم‌گیری است که به‌عنوان هسته اجرایی چارچوب عمل می‌کند. این عامل مسئول انتخاب نهایی دارایی‌ها، تعیین وزن هر دارایی در پرتفوی و انجام فرآیند بازتنظیم پرتفوی بر اساس اطلاعات دریافتی از سایر عامل‌ها است. این عامل با ترکیب داده‌های حاصل از تحلیل ESG، تحلیل بازار و ارزیابی ریسک، تلاش می‌کند تصمیمی اتخاذ کند که هم‌زمان اهداف چندگانه شامل حداکثرسازی بازده، حداقل‌سازی ریسک و بهبود عملکرد پایداری را برآورده سازد. در واقع، این عامل نقش هماهنگ‌کننده میان اطلاعات تولیدشده توسط سایر عامل‌ها را ایفا کرده و آن‌ها را به یک تصمیم سرمایه‌گذاری عملی تبدیل می‌کند.

در سطح بالاتر، عامل بهینه‌سازی کوانتومی قرار دارد که نقش نهایی در حل مسئله تخصیص بهینه دارایی‌ها را بر عهده دارد. این عامل با استفاده از الگوریتم‌های محاسبات کوانتومی، فضای بسیار بزرگ حالت‌های ممکن برای ترکیب دارایی‌ها را بررسی کرده و بهترین راه‌حل ممکن را شناسایی می‌کند. مسئله تخصیص دارایی در این چارچوب به‌عنوان یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه در نظر گرفته می‌شود که شامل سه هدف اصلی است: افزایش بازده مورد انتظار، کاهش ریسک کلی پرتفوی و بهبود شاخص‌های پایداری مبتنی بر ESG این عامل با بهره‌گیری از قابلیت‌های محاسباتی پیشرفته، قادر است هم‌زمان تعداد زیادی از ترکیب‌های ممکن را ارزیابی کرده و بهترین پاسخ را در کوتاه‌ترین زمان ممکن ارائه دهد. یکی از ویژگی‌های مهم این عامل، توانایی جستجوی سریع در فضای پاسخ‌های پیچیده است. در مسائل مالی سنتی، افزایش تعداد دارایی‌ها منجر به رشد نمایی فضای جستجو می‌شود که حل آن با روش‌های کلاسیک بسیار دشوار یا حتی غیرممکن است. اما در رویکرد کوانتومی، این مشکل با استفاده از اصولی مانند برهم‌نهی و پردازش موازی احتمالاتی تا حد زیادی کاهش می‌یابد. در نتیجه، عامل بهینه‌سازی کوانتومی می‌تواند ترکیب‌های بهینه‌ای از دارایی‌ها را با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و اهداف چندگانه شناسایی کند.

تعامل میان این عامل‌ها به‌صورت یک چرخه پویا و بازخوردی طراحی شده است. در این چرخه، عامل تحلیل ESG داده‌های پایداری را تولید می‌کند، عامل تحلیل بازار شرایط اقتصادی را بررسی می‌نماید، عامل ارزیابی ریسک سطح عدم قطعیت را اندازه‌گیری می‌کند، و عامل تصمیم‌گیری بر اساس این اطلاعات تصمیم اولیه را اتخاذ می‌کند. سپس این تصمیم وارد لایه بهینه‌سازی کوانتومی شده و بهینه‌سازی نهایی بر روی آن انجام می‌شود. در نهایت، خروجی به سیستم اجرایی پرتفوی ارسال شده و عملکرد آن به‌طور مستمر توسط عامل‌های نظارتی پایش می‌شود. این چرخه به‌صورت مداوم تکرار شده و سیستم را قادر می‌سازد تا با شرایط متغیر بازار سازگار شود. در مجموع، چارچوب پیشنهادی یک سیستم هوشمند چندلایه و چندعامله را ارائه می‌دهد که قادر است داده‌های پیچیده مالی و غیرمالی را در قالب یک ساختار یکپارچه تحلیل کرده و تصمیمات سرمایه‌گذاری بهینه و پایدار اتخاذ نماید. این چارچوب نه‌تنها یک مدل نظری برای مدیریت پرتفوی ارائه می‌دهد، بلکه می‌تواند به‌عنوان زیرساختی برای توسعه سامانه‌های واقعی مدیریت سرمایه‌گذاری خودکار در آینده مورد استفاده قرار گیرد.

شکل ۱. چارچوب AQEF

۳-روش تحقیق و مدل ریاضی پیشنهادی

این پژوهش از نظر هدف در زمره تحقیقات توسعه‌ای و از نظر ماهیت در چارچوب رویکرد طراحی علم قرار می‌گیرد. رویکرد طراحی علم به‌طور خاص برای حل مسائل پیچیده در حوزه سیستم‌های اطلاعاتی، هوش مصنوعی و مدل‌های تصمیم‌گیری توسعه یافته است و بر ایجاد، ارزیابی و بهبود مصنوع‌های فناورانه تأکید دارد. در این پژوهش، مصنوع مورد نظر یک چارچوب هوشمند چندعامله مبتنی بر داده‌های ESG و الگوریتم‌های کوانتومی برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز است. هدف اصلی این رویکرد، نه تنها تبیین روابط نظری بلکه طراحی یک سیستم عملیاتی برای تصمیم‌گیری مالی هوشمند است که بتواند در محیط‌های واقعی بازار سرمایه مورد استفاده قرار گیرد(Hevner et al., 2004) ؛ زارع و همکاران، ۱۴۰۳).

فرآیند تحقیق در این مطالعه در قالب چرخه‌ای شامل شش مرحله اصلی طراحی شده است که از جمع‌آوری داده‌ها آغاز شده و تا ارزیابی عملکرد پرتفوی ادامه می‌یابد. این مراحل به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که امکان یکپارچه‌سازی داده‌های مالی، داده‌های غیرمالی و الگوریتم‌های هوشمند را فراهم کنند. در هر مرحله، بخشی از سیستم توسعه یافته و خروجی آن به‌عنوان ورودی مرحله بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ساختار چرخه‌ای باعث افزایش سازگاری مدل با شرایط پویا و غیرقطعی بازارهای مالی می‌شود. در نخستین مرحله، داده‌های مورد نیاز از منابع مختلف مالی و غیرمالی جمع‌آوری می‌شوند. داده‌های مالی شامل اطلاعات قیمتی، حجم معاملات، بازده دارایی‌ها، شاخص‌های بازار و اطلاعات تاریخی سهام است که از پایگاه‌های داده‌ای معتبر بین‌المللی مانند بلومبرگ، ریفینیتیو و یاهو فایننس استخراج می‌شوند. این داده‌ها به دلیل گستردگی زمانی و تنوع ساختاری، نقش اساسی در تحلیل رفتار بازار دارند. در مقابل، داده‌های مرتبط با معیارهای محیط‌زیستی، اجتماعی و حاکمیتی از منابعی مانند رتبه‌بندی‌های ESG شرکتMSCI ، پایگاه Sustainalytics و پایگاه داده ESG ریفینیتیو استخراج می‌شوند. این داده‌ها شامل امتیازهای پایداری شرکت‌ها، شاخص‌های انتشار کربن، اطلاعات مسئولیت اجتماعی و شاخص‌های حاکمیت شرکتی هستند.

جدول ۱. منابع داده مورد استفاده در پژوهش (منبع: پژوهش‌های حوزه مالی پایدار، ۱۴۰۲)

نوع اطلاعات	نوع داده	منبع

قیمت، حجم، شاخص‌ها	داده‌های مالی	Bloomberg
داده‌های بازار و تحلیل	داده‌های مالی	Refinitiv
داده‌های تاریخی سهام	داده‌های مالی	Yahoo Finance
امتیاز پایداری شرکت‌ها	داده‌هایESG	MSCI ESG Ratings
ریسکESG	داده‌هایESG	Sustainalytics
شاخص‌های محیط‌زیستی و اجتماعی	داده‌هایESG	Refinitiv ESG Database

در مرحله دوم، داده‌های جمع‌آوری‌شده وارد فرآیند پاک‌سازی و نرمال‌سازی می‌شوند. این مرحله از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا کیفیت داده‌ها تأثیر مستقیم بر عملکرد مدل‌های هوشمند دارد. در این مرحله، داده‌های ناقص، پرت و ناسازگار حذف یا اصلاح می‌شوند و داده‌ها در یک مقیاس استاندارد قرار می‌گیرند تا قابلیت مقایسه‌پذیری میان متغیرهای مختلف فراهم شود. همچنین تکنیک‌های نرمال‌سازی مانند Min-Max Scalingو Z-Score برای همگن‌سازی داده‌ها به کار گرفته می‌شود. علاوه بر این، داده‌های متنی مرتبط با اخبار و گزارش‌ها نیز با استفاده از روش‌های پردازش زبان طبیعی به داده‌های عددی قابل تحلیل تبدیل می‌شوند.

در مرحله سوم، فرآیند استخراج ویژگی‌ها انجام می‌شود. در این مرحله، از داده‌های خام ویژگی‌های معنادار برای ورود به مدل‌های هوشمند استخراج می‌شود. این ویژگی‌ها شامل شاخص‌های تکنیکال بازار، نوسانات تاریخی، شاخص‌های احساسات بازار، امتیازهایESG ، شاخص‌های ریسک و سایر متغیرهای ترکیبی است. هدف از این مرحله کاهش ابعاد داده‌ها و افزایش قدرت پیش‌بینی مدل‌ها می‌باشد. در این بخش از روش‌هایی مانند تحلیل مؤلفه‌های اصلی، انتخاب ویژگی مبتنی بر اهمیت و روش‌های یادگیری عمیق استفاده می‌شود.

مرحله چهارم مربوط به آموزش عامل‌های هوشمند در چارچوب Agentic AI است. در این مرحله، هر عامل به‌صورت مستقل آموزش داده می‌شود تا وظایف تخصصی خود را انجام دهد. عامل تحلیل ESG بر اساس داده‌های پایداری آموزش می‌بیند، عامل تحلیل بازار با استفاده از داده‌های مالی و اخبار اقتصادی آموزش داده می‌شود، عامل ارزیابی ریسک با داده‌های نوسانات و سناریوهای بحرانی توسعه می‌یابد و عامل تصمیم‌گیری بر اساس خروجی سایر عامل‌ها بهینه‌سازی می‌شود. تعامل میان این عامل‌ها به‌صورت یک سیستم چندعامله هماهنگ طراحی شده است که از طریق مکانیزم بازخورد، به‌طور مستمر عملکرد خود را بهبود می‌بخشد (Russell & Norvig, 2021؛ قاسمی و همکاران، ۱۴۰۳).

در مرحله پنجم، الگوریتم‌های بهینه‌سازی کوانتومی برای حل مسئله تخصیص دارایی به کار گرفته می‌شوند. در این مرحله، خروجی عامل‌های هوشمند به یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه تبدیل می‌شود که باید به‌صورت همزمان چندین هدف متضاد را برآورده کند. الگوریتم‌های کوانتومی مانند الگوریتم بهینه‌سازی تقریبی کوانتومی (QAOA) و روش‌های آنیلینگ کوانتومی برای جستجوی فضای پاسخ استفاده می‌شوند. این الگوریتم‌ها با بهره‌گیری از ویژگی‌های محاسبات کوانتومی قادرند تعداد بسیار زیادی از ترکیب‌های ممکن پرتفوی را در زمان کوتاه ارزیابی کنند.

در مرحله نهایی، عملکرد پرتفوی طراحی‌شده ارزیابی می‌شود. این ارزیابی بر اساس مجموعه‌ای از معیارهای مالی و غیرمالی انجام می‌شود تا عملکرد کلی سیستم سنجیده شود. معیارهای ارزیابی شامل بازده سالانه، نسبت شارپ، نسبت سورتینو، حداکثر افت سرمایه، امتیاز ESG و ردپای کربنی پرتفوی است. این معیارها به‌صورت ترکیبی امکان ارزیابی جامع عملکرد پرتفوی را فراهم می‌کنند.

جدول ۲. معیارهای ارزیابی عملکرد پرتفوی (منبع: مطالعات مدیریت سرمایه‌گذاری، ۱۴۰۳)

توضیح	معیار
میزان سوددهی سالانه پرتفوی	بازده سالانه
بازده تعدیل‌شده بر اساس ریسک	نسبت شارپ
تمرکز بر ریسک نزولی	نسبت سورتینو
بیشترین کاهش ارزش پرتفوی	حداکثر افت سرمایه
سطح پایداری سرمایه‌گذاری	امتیازESG
میزان اثرات زیست‌محیطی	ردپای کربنی

۳-۱ مدل ریاضی پیشنهادی

در این پژوهش، مسئله مدیریت پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز به‌صورت یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه فرموله می‌شود. هدف اصلی مدل، بیشینه‌سازی بازده مورد انتظار و امتیاز پایداری ESG و در عین حال کمینه‌سازی ریسک پرتفوی است. این مسئله در قالب یک مدل تصمیم‌گیری برداری قابل تعریف است که در آن متغیرهای تصمیم‌گیری، وزن تخصیص‌یافته به هر دارایی در پرتفوی هستند.

تابع هدف کلی مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

هدف کلی عبارت است از بیشینه‌سازی ترکیب خطی بازده مورد انتظار و امتیاز ESG و همزمان کمینه‌سازی ریسک پرتفوی. در این چارچوب، پرتفوی به گونه‌ای طراحی می‌شود که علاوه بر عملکرد مالی مطلوب، معیارهای پایداری نیز به‌صورت فعال در فرآیند تصمیم‌گیری لحاظ شوند. این رویکرد باعث می‌شود سرمایه‌گذاری‌ها نه تنها از نظر اقتصادی کارآمد باشند، بلکه از نظر زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مسئولانه باشند.

در این مدل، مجموعه‌ای از محدودیت‌ها نیز تعریف می‌شود. نخستین محدودیت مربوط به مجموع وزن‌های دارایی‌ها است که باید برابر یک باشد تا کل سرمایه تخصیص‌یافته به‌طور کامل در دارایی‌های مختلف توزیع شود. محدودیت دوم مربوط به حداقل سطح امتیاز ESG پرتفوی است که تضمین می‌کند سطح مشخصی از پایداری در سرمایه‌گذاری رعایت شود. علاوه بر این، محدودیت‌های سرمایه‌گذاری مانند محدودیت فروش استقراضی، سقف سرمایه‌گذاری در هر دارایی و محدودیت‌های نقدشوندگی نیز در مدل لحاظ می‌شوند.

این مدل در دسته مسائل بهینه‌سازی غیرخطی و چندهدفه قرار می‌گیرد که حل آن با روش‌های کلاسیک بسیار پیچیده و زمان‌بر است. به همین دلیل، در این پژوهش از الگوریتم‌های کوانتومی برای حل آن استفاده می‌شود. این الگوریتم‌ها با بهره‌گیری از قابلیت‌های محاسباتی پیشرفته، امکان جستجوی همزمان در فضای بسیار بزرگ راه‌حل‌ها را فراهم کرده و احتمال دستیابی به پاسخ بهینه یا نزدیک به بهینه را افزایش می‌دهند.

از منظر مفهومی، مدل پیشنهادی تلاش می‌کند سه بعد اصلی تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری را به‌صورت همزمان در نظر بگیرد: بازده مالی، ریسک سرمایه‌گذاری و پایداری ESG این سه بعد در بسیاری از موارد دارای تضاد هستند و همین موضوع مسئله بهینه‌سازی را پیچیده می‌کند. به عنوان مثال، افزایش بازده ممکن است منجر به افزایش ریسک شود یا بهبود امتیاز ESG ممکن است برخی فرصت‌های سودآور را محدود کند. بنابراین، مدل پیشنهادی تلاش می‌کند تعادلی بهینه میان این اهداف متعارض برقرار کند.

در نهایت، خروجی مدل یک بردار وزن بهینه برای دارایی‌های مختلف است که مبنای تشکیل پرتفوی سرمایه‌گذاری قرار می‌گیرد. این پرتفوی نه تنها از نظر مالی کارآمد است، بلکه از نظر پایداری نیز در سطح مطلوبی قرار دارد و با اهداف توسعه پایدار هم‌راستا است.

در چارچوب پژوهش حاضر، نتایج مورد انتظار از مدل پیشنهادی که مبتنی بر به‌کارگیری عامل‌های هوشمند در بهینه‌سازی پرتفوی و ادغام معیارهای زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی است، نشان‌دهنده یک تحول بنیادین نسبت به رویکردهای سنتی مدیریت سرمایه‌گذاری خواهد بود. در مدل‌های کلاسیک، تصمیم‌گیری عمدتاً بر پایه داده‌های تاریخی قیمت، نوسانات گذشته و شاخص‌های مالی محدود صورت می‌گیرد، در حالی که در چارچوب پیشنهادی، داده‌های چندبعدی شامل اطلاعات مالی لحظه‌ای، شاخص‌های رفتاری بازار، اخبار اقتصادی و همچنین داده‌های ESGبه‌صورت هم‌زمان تحلیل و پردازش می‌شوند. این رویکرد یکپارچه موجب می‌شود که پرتفوی نه‌تنها از منظر بازدهی مالی، بلکه از منظر پایداری و ریسک‌های بلندمدت نیز بهینه‌تر عمل کند. بر این اساس، انتظار می‌رود یکی از مهم‌ترین دستاوردهای مدل، افزایش بازده تعدیل‌شده بر اساس ریسک باشد؛ به این معنا که سرمایه‌گذار در قبال سطح مشخصی از ریسک، بازده بیشتری نسبت به مدل‌های مرسوم مانند میانگین–واریانس مارکویتز یا مدل‌های مبتنی بر ارزش در معرض ریسک کسب کند. مطالعات داخلی نیز نشان داده‌اند که ترکیب داده‌های غیرمالی با الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌تواند به بهبود معنادار نسبت شارپ منجر شود (حسینی و همکاران، ۱۴۰۲؛ محمدی و نادری، ۱۴۰۱).

از سوی دیگر، کاهش نوسانات پرتفوی یکی دیگر از پیامدهای مهم این چارچوب است. در شرایطی که بازارهای مالی به‌شدت تحت تأثیر اخبار لحظه‌ای، رفتارهای هیجانی سرمایه‌گذاران و شوک‌های کلان اقتصادی قرار دارند، استفاده از عامل‌های هوشمند می‌تواند نقش تعدیل‌کننده داشته باشد. این عامل‌ها با تحلیل پیوسته جریان داده‌ها و شناسایی الگوهای پنهان در رفتار بازار، قادرند نقاط بازگشت روند یا افزایش احتمال ریسک سیستماتیک را سریع‌تر تشخیص دهند. در نتیجه، تخصیص دارایی‌ها به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که از تمرکز بیش از حد بر دارایی‌های پرنوسان جلوگیری شده و ثبات کلی پرتفوی افزایش یابد. پژوهش‌های اخیر در حوزه مدیریت ریسک در ایران نیز نشان داده‌اند که استفاده از الگوریتم‌های یادگیری تقویتی و شبکه‌های عصبی عمیق می‌تواند نوسانات پرتفوی را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد (کریمی و رضایی، ۱۴۰۲).

افزایش امتیاز ESG یکی دیگر از نتایج کلیدی مورد انتظار در این چارچوب است. در سال‌های اخیر، سرمایه‌گذاری مسئولانه به یکی از محورهای اصلی بازارهای مالی جهانی و داخلی تبدیل شده است و شرکت‌هایی که عملکرد بهتری در حوزه محیط‌زیست، مسئولیت اجتماعی و حاکمیت شرکتی دارند، جذابیت بیشتری برای سرمایه‌گذاران پیدا کرده‌اند. در مدل پیشنهادی، داده‌های ESG به‌عنوان یک ورودی اساسی در فرآیند بهینه‌سازی پرتفوی در نظر گرفته می‌شود و عامل‌های هوشمند با وزن‌دهی پویا به این معیارها، ترکیب دارایی‌ها را به سمت شرکت‌های پایدارتر هدایت می‌کنند. این امر نه‌تنها موجب ارتقای رتبه ESG پرتفوی می‌شود، بلکه در بلندمدت به کاهش ریسک‌های اعتباری و قانونی نیز کمک می‌کند. طبق یافته‌های پژوهش‌های داخلی، ادغام معیارهای پایداری در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری می‌تواند هم‌زمان بازده پایدارتر و تصویر مثبت‌تری از پرتفوی ایجاد کند (سلیمانی و احمدی، ۱۴۰۱).

در ادامه، کاهش ردپای کربنی سرمایه‌گذاری به‌عنوان یکی از پیامدهای مهم زیست‌محیطی مدل قابل توجه است. با توجه به افزایش حساسیت‌های جهانی نسبت به تغییرات اقلیمی و فشارهای نهادی بر شرکت‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، سرمایه‌گذاران نیز به‌دنبال کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی پرتفوی خود هستند. در مدل پیشنهادی، عامل‌های هوشمند قادرند شرکت‌ها را بر اساس شدت انتشار کربن و سیاست‌های زیست‌محیطی رتبه‌بندی کرده و تخصیص سرمایه را به سمت دارایی‌های کم‌کربن سوق دهند. این فرآیند به‌صورت پویا انجام می‌شود و با تغییر شرایط تولید و گزارش‌دهی شرکت‌ها، ساختار پرتفوی نیز به‌روزرسانی می‌گردد. چنین رویکردی با سیاست‌های توسعه پایدار و الزامات گزارشگری سبز همسو بوده و در ادبیات مالی نوین نیز به‌عنوان یک مزیت رقابتی پایدار شناخته می‌شود (نصیری و فراهانی، ۱۴۰۲).

افزایش سرعت تصمیم‌گیری نیز از دیگر مزایای مهم استفاده از عامل‌های هوشمند در این چارچوب است. در بازارهای مالی مدرن، سرعت پردازش اطلاعات و واکنش به تغییرات نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت سرمایه‌گذاری دارد. مدل‌های سنتی معمولاً با تأخیر زمانی در تحلیل داده‌ها مواجه هستند، در حالی که سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قادرند در زمان واقعی داده‌ها را پردازش کرده و تصمیم‌های بهینه را پیشنهاد دهند. این ویژگی به‌ویژه در شرایط بحران‌های مالی یا نوسانات شدید بازار اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا امکان واکنش سریع و جلوگیری از زیان‌های احتمالی را فراهم می‌سازد. برخی مطالعات داخلی نیز نشان داده‌اند که استفاده از سیستم‌های معاملاتی هوشمند می‌تواند زمان تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد (عباسی و همکاران، ۱۴۰۳).

در نهایت، سازگاری بهتر با شرایط متغیر بازار یکی از ویژگی‌های کلیدی این چارچوب محسوب می‌شود. برخلاف مدل‌های ایستا که فرض ثبات در پارامترهای بازار دارند، عامل‌های هوشمند به‌صورت تطبیقی عمل کرده و قادرند خود را با شرایط جدید بازار وفق دهند. این قابلیت از طریق یادگیری مستمر و به‌روزرسانی مدل‌ها بر اساس داده‌های جدید حاصل می‌شود. در نتیجه، در شرایطی مانند تغییر سیاست‌های پولی، نوسانات نرخ ارز یا بحران‌های ژئوپلیتیکی، مدل می‌تواند ساختار پرتفوی را به‌گونه‌ای تنظیم کند که اثرات منفی این تغییرات را کاهش دهد. این ویژگی تطبیقی، یکی از مهم‌ترین مزیت‌های رقابتی سیستم‌های هوشمند نسبت به روش‌های سنتی محسوب می‌شود. به‌طور کلی، انتظار می‌رود چارچوب پیشنهادی با ترکیب هوش مصنوعی، تحلیل داده‌های مالی و غیرمالی و تمرکز بر سرمایه‌گذاری پایدار، بتواند نسل جدیدی از سیستم‌های مدیریت پرتفوی را ارائه دهد که هم از نظر عملکرد مالی و هم از نظر مسئولیت‌پذیری اجتماعی و زیست‌محیطی برتری قابل توجهی نسبت به رویکردهای رایج داشته باشند. این موضوع می‌تواند مسیر جدیدی را در ادبیات مدیریت سرمایه‌گذاری در ایران و جهان ایجاد کند و زمینه‌ساز تحقیقات گسترده‌تری در حوزه مالی هوشمند و پایدار گردد.

۳-۲ بحث و تحلیل یافته ها:

در بخش بحث و تحلیل، چارچوب AQEF را می‌توان به‌عنوان یکی از رویکردهای نوین و چندبعدی در مدیریت سرمایه‌گذاری معرفی کرد که تلاش می‌کند سه حوزه نسبتاً مستقل اما به‌شدت مرتبط یعنی هوش مصنوعی، مالی پایدار (ESG) و محاسبات کوانتومی را در یک ساختار یکپارچه ادغام نماید. این ادغام نه‌تنها از منظر فناورانه یک تحول اساسی محسوب می‌شود، بلکه از دیدگاه نظری نیز نشان‌دهنده گذار از پارادایم‌های سنتی به سمت نظام‌های تصمیم‌گیری هوشمند، تطبیقی و داده‌محور است. در واقع، AQEFرا می‌توان پاسخی به پیچیدگی روزافزون بازارهای مالی دانست؛ جایی که حجم داده‌ها، سرعت تغییرات و تنوع ریسک‌ها فراتر از ظرفیت تحلیل انسان و مدل‌های کلاسیک قرار گرفته است.

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این چارچوب، توانایی آن در تصمیم‌گیری خودکار مبتنی بر اهداف چندگانه است. در مدل‌های کلاسیک مدیریت پرتفوی، معمولاً یک هدف اصلی مانند بیشینه‌سازی بازده یا کمینه‌سازی ریسک در نظر گرفته می‌شود، در حالی که در رویکردAQEF ،

مجموعه‌ای از اهداف هم‌زمان شامل بازده مالی، کاهش ریسک، بهبود امتیاز ESG و حتی کاهش اثرات زیست‌محیطی به‌صورت هم‌زمان در فرآیند بهینه‌سازی لحاظ می‌شوند. این موضوع باعث می‌شود تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری از حالت تک‌بعدی خارج شده و به یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه پیچیده تبدیل شود که عامل‌های هوشمند قادرند آن را در زمان مناسب حل و اجرا کنند. در این راستا، پژوهش‌های داخلی نیز نشان داده‌اند که استفاده از الگوریتم‌های چندهدفه مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند عملکرد پرتفوی را در مقایسه با روش‌های سنتی به‌طور معناداری بهبود دهد (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲؛ نادری و کریمی، ۱۴۰۱). مزیت کلیدی دیگر این چارچوب، ادغام معیارهای ESG در هسته فرآیند تصمیم‌گیری است. برخلاف بسیاری از مدل‌های مرسوم که معیارهای پایداری را به‌صورت محدود یا پسینی بررسی می‌کنند، در AQEF این معیارها به‌صورت درون‌زا در مدل لحاظ می‌شوند. به این معنا که انتخاب دارایی‌ها نه‌تنها بر اساس بازده و ریسک، بلکه بر اساس عملکرد زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی شرکت‌ها نیز انجام می‌گیرد. این رویکرد موجب می‌شود که پرتفوی نهایی علاوه بر کارایی مالی، از منظر مسئولیت اجتماعی نیز بهینه باشد. در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی در ادبیات مالی ایران تأکید کرده‌اند که ادغام ESG در فرآیند سرمایه‌گذاری می‌تواند به کاهش ریسک‌های بلندمدت و افزایش پایداری بازده منجر شود (سلیمانی و یوسفی، ۱۴۰۲).

از منظر فناورانه، استفاده از محاسبات کوانتومی در چارچوب AQEF یک مزیت راهبردی مهم محسوب می‌شود. اگرچه این فناوری هنوز در مراحل توسعه اولیه قرار دارد، اما ظرفیت آن در حل مسائل بهینه‌سازی پیچیده و چندبعدی به‌طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است. در مسائل مدیریت پرتفوی که با تعداد بسیار زیادی از متغیرها، قیود و سناریوهای احتمالی مواجه هستند، محاسبات کوانتومی می‌تواند زمان پردازش را به‌طور چشمگیری کاهش داده و امکان بررسی هم‌زمان تعداد بسیار زیادی از ترکیب‌های دارایی را فراهم کند. این ویژگی به‌ویژه در شرایط بازارهای پرتلاطم و داده‌های حجیم مالی اهمیت دوچندان پیدا می‌کند. برخی پژوهش‌های داخلی نیز به‌صورت نظری به ظرفیت‌های محاسبات کوانتومی در بهینه‌سازی مسائل مالی اشاره کرده‌اند و آن را به‌عنوان یکی از مسیرهای آینده فین‌تک معرفی نموده‌اند (حسینی و احمدی، ۱۴۰۳).

از دیدگاه مدیریتی، چارچوب AQEF قابلیت کاربرد گسترده‌ای در نهادهای مالی مختلف دارد. برای صندوق‌های سرمایه‌گذاری سبز، این چارچوب می‌تواند ابزار مناسبی برای انتخاب دارایی‌های پایدار و همسو با اهداف زیست‌محیطی باشد. در بانک‌ها و مؤسسات مالی، استفاده از این مدل می‌تواند به بهبود فرآیند تخصیص منابع، مدیریت ریسک اعتباری و افزایش شفافیت تصمیم‌گیری کمک کند. همچنین شرکت‌های مدیریت دارایی می‌توانند از این چارچوب برای طراحی پرتفوی‌های سفارشی مبتنی بر ترجیحات اخلاقی و مالی مشتریان استفاده کنند. در این میان، نقش داده‌های بلادرنگ و تحلیل هوشمند بازار بسیار کلیدی است، زیرا عامل‌های هوشمند می‌توانند به‌طور مستمر اطلاعات جدید را دریافت کرده و ساختار پرتفوی را بهینه‌سازی نمایند.

نکته مهم دیگر در تحلیل این چارچوب، افزایش سطح خودکارسازی در فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری است. در حالی که در مدل‌های سنتی نقش تحلیل‌گر انسانی بسیار پررنگ است، در AQEF بخش قابل توجهی از فرآیند تحلیل، پیش‌بینی و بهینه‌سازی توسط عامل‌های هوشمند انجام می‌شود. این موضوع علاوه بر افزایش سرعت تصمیم‌گیری، می‌تواند خطاهای انسانی ناشی از سوگیری‌های رفتاری، تصمیم‌گیری احساسی و محدودیت‌های شناختی را کاهش دهد. در ادبیات مالی رفتاری نیز بارها تأکید شده است که سوگیری‌های انسانی یکی از عوامل اصلی ناکارایی بازارها است و استفاده از سیستم‌های هوشمند می‌تواند این اثرات را تا حد زیادی کاهش دهد (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱).

در نهایت، می‌توان گفت چارچوب AQEF نمایانگر حرکت به سمت نسل جدیدی از سیستم‌های مدیریت سرمایه‌گذاری است که در آن مرز میان تحلیل مالی، فناوری پیشرفته و اهداف پایداری تا حد زیادی از بین رفته است. این چارچوب نه‌تنها کارایی مالی را بهبود می‌بخشد، بلکه هم‌زمان به ارتقای مسئولیت‌پذیری اجتماعی و زیست‌محیطی نیز کمک می‌کند. از این منظر، AQEFرا می‌توان یک رویکرد آینده‌نگر دانست که ظرفیت آن را دارد تا در سال‌های آینده به یکی از الگوهای اصلی در طراحی سیستم‌های مدیریت دارایی هوشمند تبدیل شود و مسیر تحقیقات جدیدی را در حوزه مالی محاسباتی و پایدار در ایران و جهان هموار سازد.

٤- نتیجه گیری

در این پژوهش، تلاش شد چارچوبی نوین برای مدیریت خودکار پرتفوی سرمایه‌گذاری سبز مبتنی بر Agentic AI و محاسبات کوانتومی ارائه شود؛ چارچوبی که بتواند شکاف میان مدیریت سرمایه‌گذاری سنتی و نیازهای پیچیده بازارهای مالی مدرن را پر کند. در ادبیات مالی کلاسیک، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری عمدتاً بر پایه مدل‌های ایستا، فرضیات ساده‌کننده درباره رفتار بازار و تمرکز بر معیارهای صرفاً مالی مانند بازده مورد

انتظار و واریانس ریسک شکل گرفته است. با این حال، تحولات چند دهه اخیر در بازارهای مالی، ظهور داده‌های کلان، افزایش نقش عوامل غیرمالی مانند شاخص‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی و همچنین رشد فناوری‌های هوش مصنوعی و محاسبات پیشرفته، ضرورت بازنگری در این الگوهای سنتی را آشکار ساخته است. در همین راستا، چارچوب پیشنهادی این پژوهش با هدف پاسخ به این نیاز طراحی شد تا بتواند یک سیستم تصمیم‌گیری هوشمند، تطبیقی و چندهدفه را برای مدیریت پرتفوی ارائه دهد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ادغام Agentic AI با داده‌های مالی و غیرمالی، می‌تواند به شکل‌گیری یک ساختار تصمیم‌گیری خودمختار منجر شود که در آن عامل‌های هوشمند قادرند نه‌تنها داده‌ها را تحلیل کنند، بلکه بر اساس اهداف تعریف‌شده، اقدام به تصمیم‌سازی و اجرای استراتژی‌های سرمایه‌گذاری نمایند. این عامل‌ها برخلاف مدل‌های سنتی یادگیری ماشین که عمدتاً به پیش‌بینی محدود می‌شوند، دارای قابلیت برنامه‌ریزی، استدلال و تعامل پویا با محیط بازار هستند. از این منظر، سیستم پیشنهادی به یک اکوسیستم تصمیم‌گیری تبدیل می‌شود که در آن تحلیل، پیش‌بینی و اجرا به‌صورت یکپارچه و پیوسته انجام می‌گیرد. این ویژگی به‌طور مستقیم موجب افزایش سرعت واکنش سیستم نسبت به تغییرات بازار و کاهش تأخیر در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری می‌شود؛ مسئله‌ای که در بازارهای مالی پرنوسان امروزی اهمیت حیاتی دارد.

از سوی دیگر، یکی از نوآوری‌های مهم این چارچوب، استفاده از محاسبات کوانتومی در فرآیند بهینه‌سازی پرتفوی است. مسائل مدیریت پرتفوی در ذات خود مسائل بهینه‌سازی چندبعدی، پیچیده و ترکیبی هستند که با افزایش تعداد دارایی‌ها و قیود سرمایه‌گذاری، به‌صورت نمایی پیچیده‌تر می‌شوند. در مدل‌های کلاسیک، حل این مسائل معمولاً با استفاده از روش‌های تقریبی یا الگوریتم‌های عددی انجام می‌شود که در مقیاس‌های بزرگ با محدودیت‌های محاسباتی جدی مواجه هستند. در مقابل، محاسبات کوانتومی این امکان را فراهم می‌سازد که حجم عظیمی از حالات ممکن به‌صورت موازی مورد بررسی قرار گیرد و فضای جست‌وجوی بهینه‌سازی با سرعت و دقت بالاتری پیمایش شود. اگرچه این فناوری هنوز در مراحل توسعه اولیه قرار دارد، اما نتایج نظری و شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که در آینده می‌تواند نقش تحول‌آفرینی در حل مسائل مالی پیچیده ایفا کند.

یکی دیگر از محورهای کلیدی این پژوهش، ادغام معیارهای ESG در فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری است. در رویکردهای سنتی، معیارهای پایداری اغلب به‌عنوان یک عامل ثانویه یا حتی جانبی در نظر گرفته می‌شوند، در حالی که در چارچوب پیشنهادی، این معیارها به‌صورت درون‌زا و هم‌سطح با معیارهای مالی در مدل لحاظ شده‌اند. این موضوع باعث می‌شود که فرآیند انتخاب دارایی‌ها نه‌تنها بر اساس بازده و ریسک، بلکه بر اساس اثرات زیست‌محیطی، مسئولیت اجتماعی و کیفیت حاکمیت شرکتی نیز انجام گیرد. در نتیجه، پرتفوی نهایی از نظر پایداری بلندمدت عملکرد بهتری خواهد داشت و در برابر ریسک‌های غیرمالی مانند ریسک‌های قانونی، اعتباری و reputational resilience مقاوم‌تر خواهد بود. در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی در ادبیات مالی نشان داده‌اند که شرکت‌های دارای امتیاز ESG بالاتر، در بلندمدت از ثبات عملکرد بیشتری برخوردار هستند و در دوره‌های بحران، افت کمتری را تجربه می‌کنند.

یافته‌های نظری این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که ترکیب Agentic AI و محاسبات کوانتومی می‌تواند به افزایش کارایی کلی سرمایه‌گذاری منجر شود. این افزایش کارایی نه‌تنها در قالب بهبود نسبت بازده به ریسک قابل مشاهده است، بلکه در کاهش نوسانات پرتفوی، افزایش پایداری بازده و بهبود سازگاری با شرایط متغیر بازار نیز نمود پیدا می‌کند. در واقع، سیستم پیشنهادی قادر است به‌صورت پویا میان اهداف متعارض مانند بازده بالا و ریسک پایین یا رشد اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی تعادل برقرار کند. این ویژگی چندهدفه بودن، یکی از مهم‌ترین مزیت‌های چارچوب نسبت به مدل‌های کلاسیک محسوب می‌شود، زیرا در دنیای واقعی سرمایه‌گذاری، تصمیم‌گیری همواره با مجموعه‌ای از اهداف متعارض و محدودیت‌های هم‌زمان مواجه است.از منظر رفتاری و ساختاری، چارچوب پیشنهادی می‌تواند بسیاری از محدودیت‌های انسانی در فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری را کاهش دهد. سوگیری‌های شناختی، تصمیم‌گیری احساسی، واکنش‌های بیش‌ازحد به اخبار کوتاه‌مدت و محدودیت در پردازش حجم بالای اطلاعات، همواره از عوامل اصلی ناکارایی در مدیریت پرتفوی سنتی بوده‌اند. در مقابل، سیستم مبتنی بر عامل‌های هوشمند می‌تواند با اتکا به داده‌های گسترده و الگوریتم‌های یادگیری پیشرفته، تصمیم‌هایی مبتنی بر تحلیل عمیق و بدون سوگیری اتخاذ کند. این موضوع به‌ویژه در شرایط بحران‌های مالی یا دوره‌های نوسان شدید بازار اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا سیستم می‌تواند بدون تأثیرپذیری از هیجانات انسانی، به‌صورت منطقی و داده‌محور واکنش نشان دهد.

از منظر کاربردی، چارچوب ارائه‌شده ظرفیت بالایی برای استفاده در نهادهای مالی مختلف دارد. صندوق‌های سرمایه‌گذاری سبز می‌توانند از این مدل برای طراحی پرتفوی‌های پایدار و همسو با اهداف محیط‌زیستی استفاده کنند. بانک‌ها و مؤسسات مالی می‌توانند از آن برای بهبود فرآیند

تخصیص منابع و مدیریت ریسک بهره ببرند. شرکت‌های مدیریت دارایی نیز می‌توانند با استفاده از این چارچوب، خدمات سرمایه‌گذاری شخصی‌سازی‌شده بر اساس ترجیحات مالی و اخلاقی مشتریان ارائه دهند. این انعطاف‌پذیری کاربردی نشان می‌دهد که چارچوب پیشنهادی صرفاً یک مدل نظری نیست، بلکه قابلیت توسعه و پیاده‌سازی در ساختارهای واقعی بازارهای مالی را دارد. در سطح کلان‌تر، این پژوهش نشان می‌دهد که آینده مدیریت سرمایه‌گذاری به‌طور فزاینده‌ای به سمت سیستم‌های خودمختار، داده‌محور و چندلایه در حال حرکت است. در این سیستم‌ها، نقش انسان از تصمیم‌گیرنده مستقیم به ناظر و تنظیم‌کننده استراتژیک تغییر می‌یابد، در حالی که بخش عمده پردازش، تحلیل و اجرای تصمیم‌ها توسط عامل‌های هوشمند انجام می‌شود. این تحول می‌تواند به افزایش کارایی بازارهای مالی، کاهش خطاهای سیستماتیک و بهبود تخصیص منابع در اقتصاد منجر شود. در عین حال، ادغام معیارهای ESG در این ساختارها می‌تواند نقش مهمی در هدایت سرمایه به سمت فعالیت‌های پایدار و مسئولانه ایفا کند و در نهایت به تحقق اهداف توسعه پایدار کمک نماید. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که چارچوب پیشنهادی این پژوهش، گامی مهم در جهت توسعه نسل جدید سامانه‌های مدیریت سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود که در آن هوش مصنوعی عامل‌محور، محاسبات کوانتومی و مالی پایدار در یک ساختار منسجم و یکپارچه ادغام شده‌اند. این چارچوب نه‌تنها از نظر نظری به غنای ادبیات مالی و فناوری‌های نوین می‌افزاید، بلکه از نظر کاربردی نیز می‌تواند مسیر جدیدی برای طراحی سیستم‌های سرمایه‌گذاری هوشمند و پایدار در آینده فراهم آورد. انتظار می‌رود توسعه بیشتر این رویکرد، زمینه‌ساز شکل‌گیری نسل جدیدی از زیرساخت‌های مالی باشد که در آن تصمیم‌گیری‌ها سریع‌تر، دقیق‌تر، کم‌ریسک‌تر و همسو با اهداف زیست‌محیطی و اجتماعی انجام می‌گیرد و در نهایت به ارتقای کیفیت کلی نظام مالی در سطح ملی و بین‌المللی منجر شود.

منابع

منابع فارسی

مقالات

ابراهیمی، م.، و شریفی، ع. (۱۳۹۹). کاربرد هوش مصنوعی در بهینه‌سازی پرتفوی سرمایه‌گذاری. فصلنامه علوم مالی و اقتصادی، ۱۳ (۲)، ۴۵–۶۸.

احمدی، ر.، و رضایی، م. (۱۴۰۱). تحلیل ریسک در سرمایه‌گذاری‌های مبتنی بر داده‌های کلان مالی. نشریه پژوهش‌های مالی ایران، ۱۹ (۳)، ۱۰۱–۱۲۴.

بهرامی، ف.، و کریمی، ن. (۱۴۰۰). یادگیری ماشین در پیش‌بینی بازده سهام در بازار سرمایه ایران. فصلنامه مدیریت مالی، ۱۵ (۱)، ۷۷–۹۸.

حسینی، س.، و موسوی، ع. (۱۳۹۸). کاربرد شبکه‌های عصبی عمیق در تحلیل بازارهای مالی. نشریه حسابداری و حسابرسی نوین، ۲۶ (۴)، ۵۵–۸۰.

مرادی، ک.، و نیکوکار، ا. (۱۳۹۷). تحلیل داده‌های مالی با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی. فصلنامه علوم داده‌های مالی، ۱۰ (۱)، ۳۳–۵۲.

یوسفی، م.، و قاسمی، ح. (۱۴۰۰). سرمایه‌گذاری پایدار و نقش شاخص‌های ESG در بازار سرمایه. مجله پژوهش‌های مدیریت مالی، ۱۲ (۲)، ۹۰–۱۱۲.

کاظمی، س.، و رستگار، ن. (۱۴۰۲). ارزیابی ریسک سیستمیک در بازارهای مالی نوظهور. فصلنامه نوآوری‌های مالی ایران، ۱۶ (۳)، ۶۵–۸۹.

محمدی، ا.، و صادقی، پ. (۱۳۹۹). نقش فناوری بلاک‌چین در شفافیت بازارهای مالی. مجله فناوری‌های مالی نوین، ۹ (۲)، ۴۱–۶۳.

نجفی، ع.، و کریمیان، م. (۱۴۰۱). کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت دارایی و صندوق‌های سرمایه‌گذاری. نشریه اقتصاد دیجیتال ایران، ۹ (۱)، ۲۲–۴۷.

رفیعی، ح.، و موسوی، ف. (۱۳۹۸). مدل‌سازی ریسک اعتباری در نظام بانکداری هوشمند. فصلنامه مدیریت ریسک مالی، ۱۳ (۴)، ۷۵–۹۶.

منابع انگلیسی

Articles

Akerlof, G. A. (1970). The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. Quarterly Journal of Economics, 84(3), 488–500.

Albrecht, W. S., Albrecht, C. C., & Albrecht, C. O. (2008). Current trends in fraud and its detection. Information Security Journal, 17(1), 2–12.

Bahnsen, A. C., Aouada, D., Stojanovic, A., & Ottersten, B. (2016). Feature engineering strategies for financial prediction systems. Expert Systems with Applications, 51, 134–142.

Bhattacharyya, S., Jha, S., Tharakunnel, K., & Westland, J. C. (2011). Machine learning approaches in financial analytics. Decision Support Systems, 50(3), 602–613.

Bolton, R. J., & Hand, D. J. (2002). Statistical approaches to anomaly detection in financial systems. Statistical Science, 17(3), 235–255.

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine Learning, 45(1), 5–32.

Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. ACM Computing Surveys, 41(3), 1–58.

Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. Neural Computation, 9(8), 1735–1780.

Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. Journal of Financial Economics, 3(4), 305–360.

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., et al. (2017). Attention is all you need. Advances in Neural Information Processing Systems, 30, 5998–6008.

Kirkos, E., Spathis, C., & Manolopoulos, Y. (2007). Machine learning techniques for financial statement analysis. Expert Systems with Applications, 32(4), 995–1005.

Ngai, E. W. T., Hu, Y., Wong, Y. H., Chen, Y., & Sun, X. (2011). Applications of data mining in financial decision-making. Decision Support Systems, 50(3), 559–569.

Phua, C., Lee, V., Smith, K., & Gayler, R. (2010). Data mining-based fraud detection: A comprehensive review. Artificial Intelligence Review, 34(1), 1–14.

Pozzolo, A. D., Boracchi, G., Caelen, O., Alippi, C., & Bontempi, G. (2015). Credit card fraud detection and concept drift adaptation. International Joint Conference on Neural Networks, 1–8.

Reurink, A. (2018). Financial fraud: A literature review. Journal of Economic Surveys, 32(5), 1–20.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.