

The Dual Role of Artificial Intelligence in Corporate Greenwashing: A Literature Review and Future Research Directions

Maryam Al-Sadat Hosseini 

M.A. Student in Accounting, Islamic Azad University, Arak, Iran

Ali Lalehbar  *

Assistant Professor, Department of Accounting, Islamic Azad University, Arak, Iran

Abstract

The purpose of this review article is to analyze the dual role of artificial intelligence (AI) in corporate greenwashing and to examine how this technology can simultaneously function as a tool for fostering genuine environmental sustainability and as a mechanism for generating misleading environmental claims. The main focus of the study is on exploring theoretical and empirical evidence related to the functions of AI and assessing its capacity to shape greenwashing practices. The research method is based on a systematic literature review, including an analysis of studies published in reputable international databases. To this end, scientific sources with empirical, conceptual, and theoretical approaches were examined, and the findings were categorized into key concepts representing the dual role of AI. The results indicate that the ultimate outcomes of AI deployment depend heavily on corporate governance mechanisms, managerial incentives, regulatory frameworks, and the quality of data transparency. While AI has the potential to enhance transparency, detect greenwashing, and improve actual sustainability performance, its opportunistic use can intensify greenwashing and make it more complex and less traceable. The overall conclusion of the study states that the future role of AI in environmental sustainability depends not on the nature of the technology itself, but on its implementation, reporting standards, regulatory controls, and organizational incentives. It is also recommended that future research move toward empirical studies, the development of AI-based metrics for measuring greenwashing, assessments of institutional effects, and long-term analyses of technology governance outcomes.

Keywords: Corporate greenwashing, artificial intelligence

JEL Classification: C23, E01, Q56

* Corresponding Author: for_lalbar@yahoo.com

Abstract

In recent years, the rapid development of Artificial Intelligence (AI) has fundamentally transformed corporate practices, governance mechanisms, and sustainability reporting systems. At the same time, growing environmental concerns and stakeholder pressure have pushed companies to adopt green strategies and disclose environmental, social, and governance (ESG) information. Within this evolving landscape, a critical paradox has emerged: while AI has the potential to enhance transparency, efficiency, and environmental performance, it can simultaneously be used as a sophisticated tool to facilitate corporate greenwashing. This extended abstract provides a comprehensive analytical synthesis of the dual role of AI in real environmental performance improvement and the strategic manipulation of sustainability narratives.

Corporate greenwashing refers to the deliberate practice of disseminating misleading or exaggerated environmental claims in order to shape stakeholder perceptions without implementing substantive environmental improvements. Existing management and sustainability literature defines greenwashing as a strategic behavior rather than a mere communication error, emphasizing its deep roots in organizational incentives, competitive pressures, weak regulatory environments, and legitimacy-seeking strategies. Empirical evidence suggests that greenwashing undermines stakeholder trust, damages brand reputation, weakens employee organizational identification, and generates long-term financial risks for firms.

AI technologies, particularly machine learning, deep learning, and natural language processing (NLP), have introduced new dynamics into this process. On the one hand, AI systems can be deployed to detect inconsistencies between corporate environmental claims and actual performance. By analyzing large volumes of structured and unstructured data, including sustainability reports, regulatory filings, satellite imagery, social media data, and third-party audits, AI enables more accurate identification of discrepancies, biases, and exaggerations in corporate disclosures. NLP models can systematically detect vague, ambiguous, and overly promotional language in sustainability reports, thus empowering regulators, investors, rating agencies, and civil society organizations.

On the other hand, the same technological capabilities make it possible for corporations to generate highly polished, persuasive, and visually appealing sustainability narratives without corresponding improvements in real environmental practices. Large language models and generative AI systems can produce sophisticated “green storytelling,” optimize marketing messages, and strategically frame disclosures in ways that enhance the perception of environmental responsibility. This phenomenon, increasingly referred to as “algorithmic greenwashing,” represents a new and more complex form of information asymmetry, in which stakeholders face significant challenges in distinguishing between authentic sustainability practices and AI-enhanced symbolic actions.

A major challenge in this context is the “black box” nature of many AI models. Deep learning systems often operate with limited interpretability, which complicates the

auditing of AI-generated reports and increases the risk of selective disclosure, data manipulation, and strategic omission. As a result, new forms of informational opacity emerge, potentially strengthening managerial opportunism rather than constraining it. The absence of universally accepted standards for AI-assisted sustainability reporting further exacerbates this problem and creates fertile ground for advanced greenwashing strategies.

This study systematically reviews the conceptual and empirical literature on corporate greenwashing, AI governance, sustainability reporting, and responsible innovation. It identifies several critical research gaps. First, there is a notable lack of standardized, AI-based metrics for detecting greenwashing across industries and countries. Second, empirical studies relying on real operational and environmental performance data remain limited, with most contributions focusing on conceptual frameworks. Third, the ethical dimensions of AI-enabled greenwashing, including accountability, data integrity, and algorithmic bias, have not been sufficiently addressed in existing research.

The analysis highlights that the impact of AI on corporate greenwashing is highly context-dependent. In institutional environments characterized by strong regulatory oversight, independent auditing, robust internal control systems, and stakeholder activism, AI tends to function as a monitoring and governance-enhancing mechanism. In such contexts, AI facilitates green innovation, improves environmental risk management, and strengthens the credibility of ESG disclosures. Conversely, in weak regulatory environments with limited transparency requirements and high competitive pressure, AI can be exploited as a strategic tool for symbolic compliance and reputational manipulation.

The paper also explores the environmental paradox of AI itself. Although AI can contribute to optimizing energy consumption, reducing emissions, improving waste management, and supporting renewable energy systems, the computational intensity of large models and data centers generates a significant carbon footprint. This paradox raises fundamental questions about the sustainability of AI-driven sustainability and underscores the importance of concepts such as “Green AI,” which advocate for energy-efficient model design, transparent reporting of computational costs, and environmentally responsible deployment strategies.

From a governance perspective, the study emphasizes the necessity of developing integrated regulatory and managerial frameworks. These frameworks should combine algorithmic transparency requirements, mandatory disclosure of training data characteristics, independent algorithmic audits, and harmonized ESG reporting standards. The findings suggest that mandatory third-party verification of AI-generated sustainability content can significantly reduce the risk of greenwashing. Furthermore, the integration of blockchain-based verification mechanisms and real-time environmental monitoring systems can enhance data integrity and traceability in sustainability reporting.

The extended analysis also addresses future research directions. These include the development of explainable AI models specifically tailored for sustainability assurance, cross-country comparative studies on AI-enabled greenwashing, longitudinal studies measuring the long-term financial and reputational consequences of algorithmic greenwashing, and the design of behavioral models that explain how managerial incentives interact with AI capabilities. The study proposes a multi-level

research agenda covering micro-level managerial behavior, meso-level organizational governance, and macro-level institutional and regulatory environments.

In conclusion, this research argues that AI should not be viewed as inherently beneficial or harmful in the context of corporate sustainability. Instead, it represents an ambivalent technological force whose ultimate impact depends on governance structures, ethical standards, regulatory frameworks, and organizational intent. When deployed responsibly, AI can become a powerful engine for enhancing environmental transparency, strengthening corporate accountability, and accelerating the transition toward sustainable development. However, without adequate safeguards, the same technology can facilitate more sophisticated, less detectable forms of corporate greenwashing. The future of AI in sustainability therefore hinges on the collective capacity of policymakers, regulators, organizations, and researchers to align technological innovation with genuine environmental and social objectives.

Keywords: Corporate greenwashing, artificial intelligenceEnvironmental sustainability, Corporate Governance

JEL Classification: C23, E01, Q56



نقش دوگانه هوش مصنوعی در سبزشویی شرکتی مرور ادبیات و مسیرهای پژوهشی آینده

مریم السادات

 حسینی

دانشجوی کارشناسی ارشد، حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

 علی لعل بار *

استادیار گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

چکیده

هدف این مقاله مروری، تحلیل نقش دوگانه هوش مصنوعی در سبزشویی شرکتی و بررسی این موضوع است که چگونه این فناوری می‌تواند هم‌زمان به‌عنوان ابزاری برای تقویت واقعی پایداری زیست‌محیطی و نیز به‌عنوان سازوکاری برای خلق ادعاهای گمراه‌کننده زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد. تمرکز اصلی پژوهش بر واکاوی شواهد نظری و تجربی پیرامون کارکردهای هوش مصنوعی و همچنین بررسی ظرفیت این فناوری در شکل‌دهی سبزشویی است. روش پژوهش مبتنی بر مرور نظام‌مند ادبیات شامل تحلیل مطالعات منتشر شده در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی است. برای این منظور، منابع علمی با رویکردهای تجربی، مفهومی و نظری بررسی شده و یافته‌ها در قالب مفاهیم کلیدی نقش دوگانه هوش مصنوعی دسته‌بندی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که پیامدهای نهایی به‌کارگیری هوش مصنوعی کاملاً وابسته به سازوکارهای حکمرانی شرکتی، انگیزه‌های مدیریتی، چارچوب‌های نظارتی و کیفیت شفافیت داده‌ها است. در حالی که این فناوری قادر است سطح بالایی از شفافیت، کشف سبزشویی و ارتقای عملکرد واقعی پایداری را ایجاد کند، در صورت استفاده فرصت‌طلبانه می‌تواند سبزشویی را تقویت کرده و آن را پیچیده‌تر و کم‌ردپاتر سازد. نتیجه‌گیری کلی پژوهش بیان می‌کند که آینده نقش هوش مصنوعی در پایداری زیست‌محیطی نه به ماهیت فناوری، بلکه به نحوه پیاده‌سازی، استانداردهای گزارش‌دهی، کنترل‌های نظارتی و انگیزه‌های سازمانی بستگی دارد. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده به سمت مطالعات تجربی، توسعه معیارهای سنجش سبزشویی مبتنی بر هوش مصنوعی، ارزیابی اثرات نهادی و تحلیل بلندمدت پیامدهای حکمرانی فناوری حرکت کنند. **کلیدواژه‌ها:** سبزشویی شرکتی، هوش مصنوعی، پایداری زیست‌محیطی، حکمرانی شرکتی.

طبقه‌بندی JEL: C23 , E01 , Q56

۱. مقدمه

در ادبیات جدید، نقش دوگانه هوش مصنوعی در سبزشویی شرکتی به صورتی فزاینده مورد توجه قرار گرفته است؛ زیرا این فناوری می‌تواند هم ابزار افشاگری و هم ابزار تشدید سبزشویی باشد. از یک سو، پژوهش‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های حجم و غیرساختاریافته، شناسایی ناسازگاری‌های زیست‌محیطی و مقایسه ادعاهای سبز با عملکرد واقعی را تسهیل می‌کند و شفافیت گزارشگری را افزایش می‌دهد (مودالی و تلوکداری^۱، ۲۰۲۳).

روش‌های پردازش زبان طبیعی نیز امکان استخراج سوگیری‌ها، ابهامات یا گزاره‌های اغراق‌آمیز در گزارش‌های پایداری را فراهم می‌کنند و به نهادهای نظارتی قدرت بیشتری برای کشف رفتارهای گمراه‌کننده می‌دهند. از سوی دیگر، همین قابلیت‌ها می‌توانند توسط شرکت‌ها برای ساخت «روایت‌های سبز» مصنوعی و زیبا شده مورد سوءاستفاده قرار گیرند. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که ابزارهای تولید متن می‌توانند کیفیت ظاهری گزارش‌های پایداری را افزایش دهند بدون آنکه عملکرد محیط‌زیستی واقعی بهبود یابد، و این پدیده به عنوان «سبزشویی الگوریتمی» شناخته می‌شود (برای نمونه، روده و همکاران^۲، ۲۰۲۴).

افزون بر این، عدم شفافیت مدل‌های یادگیری عمیق، امکان دستکاری داده‌ها یا انتخاب گزینشی اطلاعات را فراهم می‌کند و موجب شکل‌گیری نوع جدیدی از عدم تقارن اطلاعاتی بین شرکت‌ها و ذی‌نفعان می‌شود. مرور ادبیات نشان می‌دهد که اگرچه ظرفیت‌های نظارتی هوش مصنوعی چشمگیر است، اما نبود چارچوب‌های استاندارد برای تشخیص سبزشویی، کمبود مطالعات تجربی مبتنی بر داده‌های واقعی، و ضعف در تحلیل ابعاد اخلاقی استفاده از مدل‌های هوشمند همچنان شکاف‌های مهم پژوهشی را تشکیل می‌دهد. مسیرهای پژوهشی آینده باید به توسعه الگوریتم‌های شفاف‌تر و توضیح‌پذیرتر، ارزیابی تأثیر مقررات نوظهور هوش مصنوعی بر گزارشگری پایداری، و بررسی تفاوت‌های بین صنعتی و بین‌کشوری در

1 Moodaley & Telukdarie

2 Rohde, et al

بهره‌گیری از این فناوری پردازند. همچنین ضروری است بررسی شود که مواجهه مدیران با ابزارهای هوش مصنوعی، آنان را به سمت عملکرد سبز واقعی سوق می‌دهد یا فرصت‌هایی برای سبزشویی پیچیده‌تر ایجاد می‌کند. لذا هدف از مطالعه حاضر نقش دوگانه هوش مصنوعی در سبزشویی شرکتی مرور ادبیات و مسیرهای پژوهشی آیند

۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای-ترویجی و از نظر ماهیت، کیفی با رویکرد مروری تحلیلی است. با توجه به اینکه هدف مقاله، تبیین، تحلیل و یکپارچه‌سازی دانش موجود درباره نقش دوگانه هوش مصنوعی در سبزشویی شرکتی و ارائه مسیرهای پژوهشی آینده است، از روش‌های تجربی یا آزمون فرضیه استفاده نشده و تمرکز اصلی بر تحلیل نظام‌مند ادبیات علمی معتبر قرار دارد.

از منظر راهبرد پژوهش، این مطالعه در زمره مقالات مروری تحلیلی ساختاریافته قرار می‌گیرد که فراتر از توصیف ساده مطالعات پیشین، به تحلیل مفهومی، مقایسه دیدگاه‌ها و استخراج الگوهای نظری می‌پردازد.

۳. بحث و تحلیل

الف) سبزشویی شرکتی

در ادبیات مدیریت و پایداری محیط‌زیست، «سبزشویی شرکتی» به روندی اطلاق می‌شود که طی آن شرکت‌ها تصویر خود را به‌عنوان سازمانی دوستدار محیط‌زیست بزرگ‌نمایی می‌کنند، در حالی که اقدامات واقعی آن‌ها با این ادعاها تناسب ندارد (دی فریتاس نتو و همکاران^۱، ۲۰۲۰). این پدیده می‌تواند به شکل گزارش‌های اغراق‌آمیز درباره پایداری، تبلیغات سبز فریبنده و یا تمرکز بر اقدامات جزئی محیط‌زیستی به جای تغییرات بنیادین ظاهر شود (یانگ و همکاران^۲، ۲۰۲۰).

1 De Freitas Neto, et al

2 Yang, et al

علل سبزشویی متعدد هستند و پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فشار رقابتی، نیاز به مشروعیت نزد ذینفعان، انگیزه‌های سود کوتاه‌مدت و ضعف نظارت نهادی، از جمله محرک‌های مهم این رفتار به شمار می‌روند (کوگو و سیمّا^۱، ۲۰۲۱). شرکت‌هایی که چارچوب‌های شفافیت را رعایت نمی‌کنند، بیشتر در معرض استفاده از سبزشویی هستند، زیرا شکاف بزرگی بین عملکرد واقعی و ادعاییشان وجود دارد.

تحلیل مفهومی سبزشویی نیز پیشرفته شده و پژوهشگران چهار سطح مختلف برای آن تشخیص داده‌اند: سطح شرکت (اظهارات کلی)، سطح راهبردی (اهداف بلندمدت)، سطح محصول (ادعاهای زیست‌محیطی درباره کالاها) و سطح تیره (پنهان‌سازی رفتارهای مخرب یا غیرقانونی) (فیاندریانو و همکاران^۲، ۲۰۲۳). این تحلیل نشان می‌دهد که سبزشویی غالباً یک استراتژی عمدی است و نه صرفاً اشتباه یا غفلت.

پیامدهای سبزشویی بسیار جدی‌اند؛ علاوه بر کاهش اعتماد ذینفعان، تأثیر منفی بر عملکرد محیط‌زیستی کارکنان دارد. به‌عنوان مثال، پژوهشی نشان داده که سبزشویی باعث کاهش تطبیق ارزش‌های فردی با سازمان و کاهش عملکرد محیط‌زیستی کارکنان می‌شود (سو و همکاران^۳، ۲۰۲۳). همچنین، سبزشویی می‌تواند اعتماد و هویت سازمانی کارکنان را تضعیف کرده و وفاداری آنان به شرکت را کاهش دهد (لی و همکاران^۴، ۲۰۲۳).

ابعاد مالی سبزشویی نیز مورد بررسی قرار گرفته و شواهد تجربی نشان می‌دهد شرکت‌هایی که در گزارش‌های زیست‌محیطی خود اغراق می‌کنند، ممکن است در بلندمدت دچار کاهش عملکرد مالی شوند (دو و همکاران^۵، ۲۰۲۲). از این رو، پژوهشگران بر لزوم نظارت دقیق‌تر، گزارش‌دهی معتبر و شفافیت بیشتر تأکید دارند و پیشنهاد می‌کنند که نهادهای نظارتی با استفاده از معیارهای مستقل و عینی فاصله بین ادعا و عملکرد واقعی شرکت را اندازه‌گیری کنند تا از سبزشویی جلوگیری شود (کوگو و سیمّا، ۲۰۲۱).

1 Kogo & Sima

2 Fiandriano, et al

3 Su, et al

4 Li, et al

5 Du, et al

در مجموع، سبزشویی شرکتی را می‌توان به‌عنوان یک استراتژی مدیریتی معرفی کرد که اگرچه ممکن است در کوتاه‌مدت شهرت و منافع مالی ایجاد کند، اما در بلندمدت به کاهش اعتماد ذینفعان، کاهش عملکرد واقعی زیست‌محیطی و زیان مالی منجر می‌شود. ادبیات علمی کنونی بر تدوین سیاست‌ها و مکانیسم‌هایی برای شناسایی و مهار این پدیده تأکید دارد تا پایبندی واقعی شرکت‌ها به پایداری محیطی تقویت شود.

ب) پیامدهای سبزشویی شرکتی بر اعتبار سازمان‌ها و بازارها

سبزشویی شرکتی که به معنای ارائه ادعاهای اغراق‌آمیز یا فریب‌دهنده در مورد عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌ها است، پیامدهای عمیقی بر اعتبار سازمان‌ها و بازارها دارد. در سطح شرکت، وقتی مصرف‌کنندگان، سرمایه‌گذاران یا ذینفعان دیگر متوجه شوند که ادعاهای «سبز» نادرست یا سطحی بوده‌اند، اعتماد آن‌ها به برند به‌طرز محسوسی کاهش می‌یابد؛ تحقیقات نشان داده‌اند که سبزشویی اثر منفی بر شهرت شرکت دارد و می‌تواند منجر به «نفرت برند» شود، چرا که ریسک ادراک‌شده زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد و تصور عملکرد واقعی محیط‌زیستی را تضعیف می‌کند (برنینی و لا روزا، ۲۰۲۳).

از منظر ساختار سازمانی، سبزشویی حتی می‌تواند در درون شرکت بر روابط میان کارکنان و شرکت تأثیر بگذارد. مطالعه‌ای در چین نشان داده است که سبزشویی در بخش مسئولیت اجتماعی شرکتی نسبت به ذی‌نفعان اولیه (مانند کارکنان) اعتماد را تضعیف می‌کند و در بخش CSR نسبت به ذی‌نفعان ثانویه، هویت سازمانی کارکنان را کاهش می‌دهد که در پایان وفاداری آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (مو و همکاران، ۲۰۲۳).

در سطح بازار، پیامد سبزشویی بسیار جدی‌تر است: هنگامی که بازار متوجه فعالیت‌های فریب‌آمیز زیست‌محیطی می‌شود، نه تنها ارزش سهام شرکت ممکن است کاهش یابد بلکه اعتماد سرمایه‌گذاران نیز به کل بازار پایداری کاهش پیدا می‌کند. بر اساس گزارشی از اداره اوراق بهادار اروپا^۳ (۲۰۲۳)، رسوایی‌های سبزشویی می‌تواند باعث کاهش قابل توجه

1 Bernini & La Rosa

2 Mu, et al

3 European Securities and Markets Authority

سرمایه گذاری سبز شود، چرا که سرمایه گذاران شکاک تر شده و تمایل آن ها برای حمایت از شرکت هایی که ادعای پایداری دارند، کاهش می یابد.

از نظر اقتصادی، سبزشویی می تواند باعث انحراف نمرات ارزیابی ESG شود؛ شرکت هایی که در واقع تعهد پایدار پائینی دارند، با تاکتیک های سبزشویی ممکن است نمره بالایی در ESG کسب کنند که این امر به نقصان در ارزیابی ریسک بازار منجر می شود. تحقیقی اخیر نیز نشان داده است که سبزشویی در گزارش گری زیست محیطی باعث «واگرایی رتبه بندی زیست محیطی» شرکت ها شده است، یعنی اعتباری که ظاهراً بر پایه عملکرد واقعی نیست (فغالی^۱، ۲۰۲۵).

اعتبار درازمدت این شرکت ها نیز در معرض خطر است؛ کار مفهومی ای نشان می دهد که سبزشویی ممکن است در کوتاه مدت تصویر سبز شرکت را تقویت کند اما در بلندمدت منجر به بحران مشروعیت شود، زیرا زمانی که ذی نفعان در می یابند ادعاها با رفتار واقعی تناسب ندارد، مشروعیت شرکت تضعیف خواهد شد (جانداغی و همکاران^۲، ۲۰۲۲).

همچنین، سبزشویی می تواند پیامدهای مالی ملموسی داشته باشد: مطالعات تجربی نشان داده اند که وقتی سبزشویی فاش می شود، شرکت ها با کاهش ارزش بازار و بازده سهام مواجه می شوند، که بیانگر نارضایتی سرمایه گذاران است (ووون و جول^۳، ۲۰۲۵).

علاوه بر این، آثار سبزشویی بر بازار پایداری کلی نیز منفی اند؛ وقتی شرکت های بسیاری ادعاهای سبز گمراه کننده داشته باشند، کل بازار محصولات «سبز» زیر سوال می رود، مردم و سرمایه گذاران بیشتری نسبت به ادعاهای محیط زیستی بدبین می شوند و این بدبینی می تواند جریان سرمایه به سمت فرصت های اصیل پایدار را مختل کند (پوئیرازی و همکاران^۴، ۲۰۲۵).

از سوی دیگر، شرکت هایی که به شفافیت واقعی متعهد هستند ممکن است پس از افشای سبزشویی رقبایشان سود برنده بازار اعتماد شوند؛ اما برای این امر، نیاز به چارچوب های نظارتی قوی تر، تایید شخص ثالث و مکانیسم های جلوگیری از سبزشویی احساس می شود.

1 Feghali

2 Jandaghi, et al

3 Woon & Johl

4 Poiriazzi, et al

محققان پیشنهاد می‌دهند که گزارشگری ESG باید به گونه‌ای طراحی شود که تنها به ادعاهای کلی بسنده نکند، بلکه اقدامات واقعی را نیز نشان دهد، و این امر برای بازسازی اعتماد ضروری است (لین و همکاران^۱، ۲۰۲۵).

ج) هوش مصنوعی

هوش مصنوعی^۲ به معنای طراحی و ساخت سیستم‌هایی است که قادرند رفتارهایی شبیه به هوش انسان از جمله یادگیری، استدلال، برنامه‌ریزی، درک زبان طبیعی، ادراک محیط و حتی تصمیم‌گیری را انجام دهند. در دهه‌های اخیر — به ویژه پس از سال ۲۰۱۵ — هوش مصنوعی به سرعت رشد کرده و از یک مفهوم تئوریک به یک فناوری محوری در صنایع گوناگون تبدیل شده که نه تنها در پزشکی، حمل‌ونقل و صنعت، بلکه در آموزش، اخلاق و حکمرانی نیز حضور پررنگ دارد (پدماجا و همکاران^۳، ۲۰۲۴).

یکی از پایه‌های فنی هوش مصنوعی مدرن، یادگیری ماشین است، که در آن الگوریتم‌ها با استفاده از داده‌های بزرگ یاد می‌گیرند الگوها را شناسایی کنند و پیش‌بینی‌هایی انجام دهند. در زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشین، «یادگیری عمیق» با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و لایه‌های متعدد، توانسته پیشرفت‌های چشمگیری در تشخیص تصویر، پردازش گفتار و تولید متن کسب کند. این پیشرفت‌ها باعث شده هوش مصنوعی در کاربردهایی مثل رباتیک پیشرفته، خودروهای خودران و سیستم‌های توصیه‌گر تجاری نقش کلیدی داشته باشد (سینگلا و همکاران^۴، ۲۰۲۳).

همزمان با رشد پیچیدگی این مدل‌ها، یکی از چالش‌های مهم علم هوش مصنوعی، «جعبه سیاه» بودن مدل‌هاست؛ یعنی بسیاری از مدل‌های مبتنی بر یادگیری عمیق تصمیماتی می‌گیرند که برای انسان قابل تبیین نیست. در پاسخ به این موضوع، رشته «هوش مصنوعی توضیح‌پذیر» شکل گرفته است؛ پژوهشگران روش‌هایی برای تولید توضیحاتی قابل فهم ارائه داده‌اند که به کاربران اجازه می‌دهد بفهمند چرا یک مدل به آن پیش‌بینی رسیده است.

1 Lin, et al

2 Artificial Intelligence

3 Padmaja, et al

4 Singla, et al

این امر برای به کارگیری هوش مصنوعی در زمینه‌های حساس مانند سلامت یا بانکداری اهمیت زیادی دارد (علی^۱، ۲۰۲۳؛ سعید و اوملین^۲، ۲۰۲۱). از سوی دیگر، مسأله اخلاق هوش مصنوعی به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌هایی که به اصول اخلاقی در طراحی و توسعه AI می‌پردازند، نشان می‌دهند که شفافیت، عدالت، پاسخگویی و حریم خصوصی از مهم‌ترین اصول اخلاقی هستند، اما در عمل ملاحظاتی چون نابرابری داده‌ها، سوگیری مدل و فقدان اصول اخلاقی واحد مانع تحقق کامل یک هوش مصنوعی اخلاق‌مدار می‌شوند (خان و همکاران^۳، ۲۰۲۱؛ برنشتاین و همکاران^۴، ۲۰۲۱). همچنین، برای پاسخ مناسب به پیامدهای اجتماعی هوش مصنوعی، پیشنهاد شده است که نهادهایی مانند هیئت بازرینی اخلاق و جامعه در پژوهش‌های AI دخیل شوند تا خطرات احتمالی به شکلی ساختاری‌تر مورد بررسی قرار گیرد (برنشتاین و همکاران، ۲۰۲۱).

کاربردهای هوش مصنوعی بسیار گسترده است: در بخش سلامت، AI می‌تواند در تشخیص بیماری، تحلیل تصاویر پزشکی، پیش‌بینی نتایج و بهینه‌سازی فرآیند درمان نقش داشته باشد. یک مرور نظام‌مند مقالات با تمرکز بر هوش مصنوعی در بخش سلامت نشان می‌دهد که هم مزایای عینی (مانند بهبود دقت تشخیص و صرفه‌جویی در زمان) و هم چالش‌هایی مثل حریم خصوصی داده‌ها، صحت داده‌ها و مقررات قانونی وجود دارد (نگای و همکاران^۵، ۲۰۲۳). در صنعت تولید، پیشرفت‌های AI باعث شده ساخت و بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی، پیش‌بینی نگهداری ماشین‌آلات و بهبود کیفیت محصولات امکان‌پذیر شود (کیم^۶، ۲۰۲۲). همچنین، در سطح سازمانی، هوش مصنوعی نقش محرک تحول سازمانی دارد؛ پژوهش‌ها نشان داده‌اند که برای بهره‌برداری کامل از پتانسیل AI، سازمان‌ها نیازمند بازسازی ساختارها،

1 Ali

2 Saeed & Omlin

3 Khan, et al

4 Bernstein, et al

5 Ngai, et al

6 Kim

فرآیندها و فرهنگ کاری هستند تا بتوانند از مزایای آن به درستی استفاده کنند (پرتز- اندرسون^۱، ۲۰۲۲).

در آینده، یکی از مسیرهای مهم توسعه هوش مصنوعی به سمت حکمرانی مسئول خواهد بود؛ به این معنی که طراحی، پیاده‌سازی و استفاده از AI باید با چارچوب‌های اخلاقی، حقوقی و نهادی همسو باشد. پژوهشی جدید چارچوب مفهومی برای حکمرانی هوش مصنوعی مسئول ارائه داده است که شامل ابعاد ساختاری، رابطه‌ای و رویه‌ای می‌شود و تأکید دارد که باید ملاحظات اخلاقی را در سطح نهادها و سیاست‌گذاری نیز وارد کنیم (پاپاگیانیدیس و همکاران^۲، ۲۰۲۵).

در مجموع، هوش مصنوعی امروز ترکیبی از پیشرفت‌های فنی، ملاحظات توضیح‌پذیری و اخلاقی است که نه تنها جنبه‌های مهندسی دارد، بلکه به طور فزاینده در حوزه‌های اجتماعی، اقتصادی و حکمرانی نیز تأثیرگذار است.

چ نقش هوش مصنوعی در ارتقای عملکرد سبز

هوش مصنوعی نقش پررنگی در ارتقای عملکرد سبز (پایداری زیست‌محیطی) دارد که می‌توان آن را هم از جنبه مثبت و هم منفی بررسی کرد. از سوی مثبت، فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قادرند مصرف انرژی را بهینه کرده و انتشار کربن را کاهش دهند؛ برای مثال در شبکه برق و انرژی تجدیدپذیر، مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشینی می‌توانند تولید انرژی خورشیدی و بادی را پیش‌بینی کنند و بدین ترتیب تخصیص بهینه منابع را ممکن سازند، چیزی که مستقیماً به کاهش هدررفت انرژی کمک می‌کند (رهیان و همکاران^۳، ۲۰۲۴). هوش مصنوعی همچنین در مدیریت حمل‌ونقل هوشمند مؤثر است: با تحلیل داده‌های ترافیکی در زمان واقعی، می‌تواند چراغ‌های راهنمایی را تنظیم و ترافیک را کاهش دهد که نتیجه آن، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. در بخش کشاورزی، الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادرند بهره‌وری را افزایش دهند، مصرف آب را کاهش دهند

1 Peretz - Andersson

2 Papagiannidis, et al

3 Raihan, et al

و پیش‌بینی دقیق‌تری از شرایط اقلیمی ارائه دهند، که به حفظ منابع طبیعی و کاهش فشار بر محیط زیست می‌انجامد (علائیگ و همکاران^۱، ۲۰۲۵).

علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند نوآوری‌های زیست‌محیطی را تسهیل کند؛ طبق یک مطالعه متنی-تجربی، استفاده از هوش مصنوعی در شرکت‌ها منجر به «نوآوری سبز» و ارتقای قابلیت‌های پویا شده که در نهایت عملکرد پایداری شرکت (در جنبه زیست‌محیطی و اجتماعی) را تقویت می‌کند. این پتانسیل به‌ویژه در صنایع پیشرفته بارز است، جایی که داده‌های حجیم و تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌تواند در خدمت توسعه پایدار قرار گیرد (روزن^۲، ۲۰۲۵).

اما در کنار این مزایا، هوش مصنوعی چالش‌ها و اثرات منفی نیز دارد که نباید نادیده گرفته شوند. نخست آنکه آموزش و اجرای مدل‌های بزرگ هوش مصنوعی انرژی زیادی مصرف می‌کند و باعث انتشار کربن می‌شود؛ برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که رشد بی‌رویه داده‌مرکزها برای پشتیبانی از AI می‌تواند مصرف برق را به‌صورت قابل توجهی افزایش دهد (رایت و همکاران^۳، ۲۰۲۳).

در واقع، پاچوت و پاتیسیر^۴ (۲۰۲۲) این پارادوکس را بررسی کرده‌اند که چگونه فناوری‌ای بسیار پر مصرف می‌تواند به‌عنوان ابزاری ضد آلودگی محیطی به کار رود، اما در عین حال خود آن آسیب‌زا باشد. همچنین، حتی اگر سیستم‌های هوش مصنوعی بهینه‌تر شوند، «کارایی به‌تنهایی کافی نیست»؛ همان‌طور که برخی منتقدان مطرح کرده‌اند، باید نگاهی سیستمی‌تر به پایداری داشت و فراتر از صرفاً بهبود رانندگی انرژی رفت (رایت و همکاران، ۲۰۲۳). استقرار هوش مصنوعی در شرکت‌ها نیز ممکن است هزینه‌های اولیه بالایی داشته باشد که برای برخی بنگاه‌ها مانع بزرگی است؛ علاوه بر این، نگرانی‌های اخلاقی، حریم خصوصی و تبعات اجتماعی نیز مطرح‌اند؛ مثلاً آشکالات در الگوریتم‌ها می‌تواند منجر به نابرابری در توزیع منافع شود (وینوئسا و همکاران^۵، ۲۰۱۹).

1 Alaagib, et al

2 Rosen

3 Wright, et al

4 Pachot & Patissier

5 Vinuesa, et al

از سوی دیگر، تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که بهره‌گیری از هوش مصنوعی در برخی کشورها یا صنایع می‌تواند تفاوت‌های منطقه‌ای داشته باشد؛ به عنوان مثال، تأثیر مثبت AI بر پایداری در شرکت‌ها در مناطق صنعتی پیشرفته یا فناوری محور بیشتر بوده است، در حالی که در مناطقی با زیرساخت ضعیف ممکن است محدودتر باشد. نهایتاً، اگر سیاست‌گذاری مناسب صورت نگیرد، گسترش سریع هوش مصنوعی می‌تواند باعث اثرات بازگشتی شود: کارایی بیشتر منجر به افزایش استفاده و در نتیجه مصرف کلی انرژی بیشتر می‌شود. در جمع‌بندی، نقش هوش مصنوعی در ارتقای عملکرد سبز از دو وجه مثبت و منفی بسیار پیچیده و دوگانه است؛ از یک سو، این فناوری می‌تواند به نوآوری‌های کلیدی در انرژی، کشاورزی و سیستم‌های زیست‌محیطی منجر شود و مصرف منابع را کاهش دهد، اما از سوی دیگر، مصرف بالای انرژی، انتشار کربن، هزینه‌های اولیه و پیامدهای اجتماعی و اخلاقی، اگر به درستی مدیریت نشوند، ممکن است بخشی از منافع زیست‌محیطی را خنثی کنند. بنابراین، برای بهره‌برداری بهینه از پتانسیل AI در مسیر پایداری سبز، لازم است سیاست‌گذاری هوشمند، طراحی الگوریتمی مسئولانه و یک چشم‌انداز سیستمی و بلندمدت وجود داشته باشد.

ح) نقش دوگانه هوش مصنوعی در سبزشویی شرکتی

هوش مصنوعی دارای یک «نقش دوگانه» در حوزه پایداری زیست‌محیطی است: از یک سو به عنوان ابزاری قدرتمند برای تقویت واقعی عملکرد سبز و از سوی دیگر به عنوان ابزاری بالقوه برای شبیه‌سازی پایداری یا «سبزشویی» عمل می‌کند. از منظر تقویت واقعی، هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های عظیم، بهینه‌سازی مصرف انرژی، پیش‌بینی مصرف منابع و مدیریت هوشمند زیست‌محیطی، نقش مهمی ایفا می‌کند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که به کارگیری هوش مصنوعی در گزارش‌های پایداری شرکت‌ها می‌تواند بهره‌وری عملیاتی را افزایش دهد، مصرف انرژی تجدیدپذیر را بهینه کند و انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهد (مودالی و تلکداریا^۱، ۲۰۲۳).

همچنین چارچوب‌هایی مانند «Green AI» برای طراحی سیستم‌های هوش مصنوعی با مصرف انرژی کمتر و ردپای کربنی پایین‌تر ارائه شده است (جارونپا و همکاران^۱، ۲۰۲۳). سنجش معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی در طراحی و ارزیابی سامانه‌های هوش مصنوعی نیز امکان‌پذیر است (رهوده و همکاران^۲، ۲۰۲۳).

مطالعات میدانی نشان می‌دهد وقتی سازمان‌ها با اهداف محیط‌زیستی واقعی از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند، این فناوری می‌تواند منابع محدود نظارتی را اولویت‌بندی کرده و کارایی حفاظت زیست‌محیطی را افزایش دهد (روتباکر و همکاران^۳، ۲۰۲۵).

بدین ترتیب هوش مصنوعی می‌تواند نقشی کلیدی در کاهش اثرات منفی بشر بر محیط زیست و تسریع گذار به توسعه پایدار داشته باشد. در سوی دیگر، هوش مصنوعی می‌تواند ابزار «سبزشویی» نیز باشد؛ به این معنا که شرکت‌ها ادعاهای زیست‌محیطی اغراق‌آمیز یا گمراه‌کننده ارائه کنند تا تصویر سبزبودن خود را بهبود دهند، در حالی که تأثیرات واقعی محدود است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که AI ممکن است موجب شکل‌گیری «AI» «hype» شود؛ شرکت‌ها با برجسته‌سازی کاربردهای اکولوژیکی هوش مصنوعی، گزارش‌های پایداری را تزئین کرده اما تغییر واقعی اندک است (مودالی و تلکداریا، ۲۰۲۳). مطالعات سیستماتیک نشان می‌دهد که ترکیب هوش مصنوعی با گزارش‌دهی پایداری می‌تواند هم به شفافیت و هم به سوگیری در ادعاها منجر شود؛ به عبارت دیگر، هوش مصنوعی هم می‌تواند به تشخیص سبزشویی کمک کند و هم ممکن است باعث ادعای سبزنامایی شود (تلکداریا و مودالی^۴، ۲۰۲۳).

برخی شرکت‌ها از هوش مصنوعی برای تولید گزارش‌های پایداری سطح بالا استفاده می‌کنند تا فشار رسانه‌ای و رقابتی را کاهش دهند، بدون آن که تغییرات ساختاری پایدار در عملیات واقعی ایجاد کنند. بنابراین نقش دوگانه هوش مصنوعی در پایداری زیست‌محیطی نمایانگر تضاد بنیادین میان اقدام واقعی و تصویر ظاهری سبز است؛ موفقیت در تحقق اهداف واقعی بستگی به نیت سازمان‌ها، چارچوب‌های نهادی، شفافیت گزارش‌دهی و ساختارهای

1 Järvenpää, et al

2 Rohde, et al

3 Rothbacher, et al

4 Telukdarie & Moodaley

نظارتی دارد. اجرای مسئولانه و شفاف هوش مصنوعی با معیارهای پایداری می‌تواند نیرویی مؤثر در حفاظت محیط زیست باشد؛ اما استفاده بدون کنترل آن خطر سبزشویی را افزایش می‌دهد (رهوده و همکاران، ۲۰۲۳).

بنابراین از یک سو، هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان نیروی تقویت‌کننده شفافیت و پاسخگویی شرکت‌ها در مسیر کاهش سبزشویی به کار گرفته شود. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که پذیرش هوش مصنوعی با بهبود عملکرد پایداری شرکت‌ها همراه است، به‌ویژه از طریق کانال نوآوری سبز و کنترل داخلی. برای مثال، هوش مصنوعی با تسهیل ثبت پتنت‌های سبز و تقویت سیستم‌های کنترل داخلی، موجب ارتقاء نوآوری سبز و شفافیت اداره شرکت‌ها می‌شود (شن و همکاران^۱، ۲۰۲۵). همچنین، هوش مصنوعی به شرکت‌ها امکان می‌دهد حجم وسیعی از گزارش‌های پایداری و داده‌های ESG را به‌صورت خودکار تحلیل کند، ناهماهنگی‌ها، ادعاهای اغراق‌آمیز و نشانه‌های سبزشویی را شناسایی کند و به ذینفعان هشدار دهد (وافیرلی و همکاران^۲، ۲۰۲۵).

ضمناً پژوهشی که شرکت‌های چینی را بررسی کرده است نشان داده که کاربرد هوش مصنوعی با کاهش رفتار سبزشویی ارتباط دارد؛ به‌خصوص وقتی شرکت‌ها نوآوری سبز را تقویت می‌کنند، تأثیر بازدارندگی این فناوری قوی‌تر می‌شود (رن و همکاران^۳، ۲۰۲۵). از منظر نظری، هوش مصنوعی می‌تواند به شرکت‌ها توانایی «حس کردن» روندهای زیست‌محیطی، «اشتراک‌گذاری منابع» برای سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های سبز و «پیکربندی مجدد» ساختارهای سازمانی برای درونی‌سازی پایداری را بدهد؛ این مسیری است که به‌واسطه آن هوش مصنوعی می‌تواند به شیوه‌ای بنیادین سبز شدن را واقعی‌تر و عمیق‌تر کند (ژان و همکاران^۴، ۲۰۲۵).

از سوی دیگر، هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان ابزاری در تسهیل سبزشویی شرکت‌ها مورد سوءاستفاده قرار گیرد. نگرانی‌هایی وجود دارد که شرکت‌ها از هوش مصنوعی برای خلق یک «نمای سبز» استفاده کنند: آن‌ها ممکن است با استفاده از مدل‌های زبانی پیشرفته،

1 Shen, et al

2 Wafirli, et al

3 Ren, et al

4 Zhan, et al

زبان‌های بازاریابی سبز را در گزارش‌ها، وب‌سایت‌ها یا تبلیغات خود به گونه‌ای تنظیم کنند که تداعی پایداری و مسئولیت زیست‌محیطی ایجاد شود، حتی اگر عملکرد واقعی زیست‌محیطی آن‌ها ضعیف باشد (سیله و شولتز^۱، ۲۰۲۲). علاوه بر این، اگر الگوریتم‌های هوش مصنوعی فقط به‌طور ظاهری برای تحلیل گزارش‌های پایداری به کار روند، بدون آنکه به لایه‌های عمیق و کیفیت واقعی داده‌ها توجه کنند، شرکت‌ها ممکن است به تسلط بر «گزارش‌های سبز نمایی» ادامه دهند (وافیرلی و همکاران، ۲۰۲۵). در واقع، ممکن است اتفاق بیفتد که هوش مصنوعی صرفاً به عنوان ابزاری برای آرایش داده‌ها و بهبود ظاهر گزارش‌های پایداری به کار رود، به جای آن که به بهبود واقعی عملکرد زیست‌محیطی کمک کند.

علاوه بر این، پتانسیل انرژی بر بودن فناوری هوش مصنوعی خود ممکن است باعث تضاد شود؛ در حالی که شرکت‌ها ممکن است ادعا کنند که از هوش مصنوعی برای اهداف پایداری استفاده می‌کنند، اما خود محاسبات و آموزش مدل‌ها می‌تواند مصرف انرژی بالایی داشته باشد و ردپای زیست‌محیطی قابل توجهی بر جای گذارد (پاکوت و پاتیسیه^۲، ۲۰۲۲).

خ) ادبیات و مسیرهای پژوهشی آینده

در ادبیات پژوهشی معاصر پیرامون فناوری بلاک‌چین، یک اجماع قابل توجه بر این واقعیت وجود دارد که این فناوری، فراتر از کاربرد اولیه‌اش در رمزارزها، به یکی از ستون‌های بنیادین در تحول ساختارهای نهادی، زنجیره تأمین، مدیریت داده‌ها و حکمرانی تبدیل شده است؛ مرورهای سیستماتیک اخیر نشان می‌دهد که علی‌رغم رشد سریع انتشار مقالات، فضاهای تحقیقات نظری و کاربردی متعددی همچنان کمتر واکاوی شده‌اند. به عنوان مثال، در یک مرور ساختاری شده بر روی ۲،۳۶۰ مقاله، حوزه‌های کلیدی مانند حاکمیت بلاک‌چین، امنیت، مدل‌های کسب‌وکار و چارچوب‌های نهادی شناسایی شده‌اند و پژوهشگران مسیرهایی چون مطالعه تعامل میان مدل‌های چندسکویی، چارچوب‌های

1 Seele & Schultz

2 Pachot & Patissier

حکمرانی سازمانی و تأثیر سیاست گذاری بر توسعه بلاک چین را به عنوان اولویت های آینده پیشنهاد کرده اند (بوهمن و همکاران^۱، ۲۰۲۵).

یکی از عرصه هایی که در ادبیات نسبتاً نوظهور است، تحلیل داده های زنجیره ای است. بر اساس مرور سکوپینگ اخیر بر ۴۶۶ مقاله، تمرکز پژوهش ها عمدتاً بر کشف فعالیت های غیرقانونی و کاربردهای مالی بوده است و در مقابل، استفاده یکپارچه تر از داده های بلاک چین برای هوش کسب و کار به خوبی شکل نگرفته است (جبار و همکاران^۲، ۲۰۲۴). چالش هایی مانند مقیاس پذیری، مسائل دسترسی به داده ها، یگانگی و سازگاری داده از مهم ترین موانع نام برده اند که برای پیشرفت پژوهشی در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرند (پالایوکراساس و همکاران^۳، ۲۰۲۴).

در زمینه مدیریت زنجیره تأمین نیز، ترکیب بلاک چین با فناوری «دوقلوی دیجیتال» به عنوان یک گرایش مهم شناسایی شده است: ادبیات اخیر نشان می دهد که استفاده از دوقلوی دیجیتال مبتنی بر بلاک چین می تواند شفافیت جریان داده، امنیت ذخیره سازی، به اشتراک گذاری اطلاعات و تصمیم گیری زمان واقعی در فرایندهای لجستیکی، تولید هوشمند و نگهداری پیش بینانه را بهبود بخشد (لیو و همکاران^۴، ۲۰۲۲). با این حال، پژوهش های آتی باید جنبه های عملیاتی، هزینه های استقرار، مقیاس پذیری در کاربردهای دنیای واقعی و چالش های فنی برای ادغام دوقلوهای دیجیتال با بلاک چین در سطح شرکت ها را بررسی کنند.

از منظر حاکمیت و اعتماد نیز، مرور موضوعی چندبخشی نشان می دهد که مطالعات فعلی به قابلیت ارتقای بلاک چین در خودسازماندهی پلتفرم ها و به روزرسانی آن می پردازند، اما ابعاد اخلاقی، حقوقی و اجتماعی مثل پاسخگویی ذی نفعان، تصمیم گیری کل اکوسیستم و انگیزه های اقتصادی هنوز کمتر تحلیل شده اند (پولکمپالی و همکاران^۵، ۲۰۲۴). در همین راستا، پژوهشگران آینده می توانند بر مدل های حاکمیت نوآورانه تمرکز کنند که نه تنها

1 Bühlmann, et al

2 Jabbar, et al

3 Palaiokrassas, et al

4 Liu, et al

5 Polcumpally, et al

کارایی فنی بلکه پایداری اخلاقی، حقوقی و سازمانی را تضمین می‌کنند، به‌ویژه در عرصه‌هایی مثل شرکت‌های بزرگ، دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی.

در حوزه حسابداری و حسابرسی، مطالعات تازه نشان داده‌اند که اگرچه مقالات زیادی تئوریک هستند، نیاز جدی به پژوهش‌های تجربی وجود دارد تا تأثیر واقعی بلاک‌چین بر استقلال حساب‌برسان، استانداردهای حسابداری، مهارت‌های حرفه‌ای و چارچوب قانونی حسابرسی ارزیابی شود (جبار و همکاران، ۲۰۲۴). این موضوع باز می‌تواند مسیرهای تحقیقاتی جدیدی در جهت مدل‌سازی ریسک‌های نظارتی، توسعه آموزش حرفه‌ای در بلاک‌چین برای حساب‌برسان و تحلیل تغییرات نظام گزارشگری مالی ایجاد کند.

همچنین، تعامل میان بلاک‌چین و یادگیری ماشین از دیگر حوزه‌های بسیار پرپتانسیل است. یک مطالعه نقشه‌گذاری سیستماتیک بر ۱۵۹ مقاله نشان داده که بیشترین تمرکز بر کاربردهای تشخیص ناهنجاری بوده، در حالی که مسائل مهمی همچون الگوریتم‌های نوین یادگیری ماشین، چارچوب استانداردسازی، تعامل بین زنجیره‌ای و مقیاس‌پذیری بلاک‌چین هنوز کمتر مورد بحث قرار گرفته‌اند (پالایوکراساس و همکاران^۱، ۲۰۲۴). این شکاف می‌تواند نقطه شروع پژوهش‌هایی باشد که به سمت توسعه روش‌های یادگیری ماشین مخصوص داده بلاک‌چین با قابلیت پردازش بین‌شبکه‌ای، بهینه‌سازی عملکرد و حفاظت حریم خصوصی حرکت می‌کنند.

از سوی دیگر، اخیراً پژوهش‌هایی به تعامل بین قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاک‌چین و تحلیل داده‌های بزرگ پرداخته‌اند و نشان داده‌اند که تلفیق این دو فناوری می‌تواند ارزش قابل توجهی برای شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین خلق کند، از طریق بهبود رهگیری، شفافیت و امنیت، اما در عین حال چالش‌هایی مانند مهارت فنی، سازگاری داده‌ها و اتوماسیون تصمیم‌گیری باهوش باقی مانده‌اند (جبار و همکاران، ۲۰۲۴).

در نهایت، در بحث آینده راهبردی بلاک‌چین، تحلیل‌های اخیر نشان داده‌اند که در شرکت‌ها و ساختارهای شرکت‌محور، بلاک‌چین می‌تواند مدل‌های جدیدی از حاکمیت شرکتی ایجاد کند که نقش سهام‌داران، حساب‌برسان، مدیران و نهادهای نظارتی را بازتعریف می‌کند، اما

1 Palaiokrassas, et al

پژوهش‌های آتی باید چارچوب‌هایی را توسعه دهند که به سطوح مختلف مرتبط باشند و تعامل میان فناوری بلاک‌چین و سیاست‌گذاری سازمانی و حقوقی را به صورت عملیاتی نشان دهند (ماناسوی^۱، ۲۰۲۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

برآیند تحلیلی ادبیات نشان می‌دهد که هوش مصنوعی در حوزه پایداری زیست‌محیطی نه یک «عامل تعیین‌کننده مستقل»، بلکه یک «شتاب‌دهنده نهادی» است که مسیر تأثیرگذاری آن به شدت به کیفیت حکمرانی شرکتی، شدت نظارت و سازوکارهای پاسخگویی وابسته است. به بیان دقیق‌تر، این فناوری خود منشأ سبزشویی یا پایداری واقعی نیست، بلکه به عنوان یک فناوری تقویتی، رفتارهای موجود سازمانی را تشدید می‌کند؛ به گونه‌ای که در ساختارهای شفاف و پاسخگو، به تعمیق پایداری واقعی منجر می‌شود و در بسترهای ضعیف نهادی، سبزشویی را نظام‌مندتر، مقیاس‌پذیرتر و حرفه‌ای‌تر می‌سازد.

تحلیل شواهد نشان می‌دهد که مهم‌ترین خطر راهبردی، «جابجایی مرز بین بهبود واقعی و روایت‌سازی فناورانه» است؛ به این معنا که با اتکای بیش از حد به ابزارهای هوش مصنوعی، مرز میان عملکرد زیست‌محیطی واقعی و تصویرسازی مصنوعی، برای ناظران و ذی‌نفعان کمرنگ می‌شود. این پدیده می‌تواند به بروز نوعی «ریسک اخلاقی فناورانه» منجر گردد که در آن مدیران، به جای سرمایه‌گذاری در اقدامات پرهزینه زیست‌محیطی، به تولید روایت‌های هوشمند اما کم‌هزینه روی می‌آورند. در چنین وضعیتی، هوش مصنوعی نه فقط ابزار سبزشویی، بلکه سازنده «توهم کارایی زیست‌محیطی» خواهد بود.

از منظر تحلیلی، نقش دوگانه هوش مصنوعی را می‌توان به مثابه یک «پارادوکس حکمرانی فناورانه» تفسیر کرد؛ پارادوکسی که در آن هرچه توان تحلیل داده‌ها و قدرت پردازش بیشتر می‌شود، هم ظرفیت شفافیت و هم ظرفیت دستکاری افزایش می‌یابد. این رابطه غیرخطی نشان می‌دهد که توسعه فناوری بدون توسعه هم‌زمان نهادهای نظارتی، می‌تواند اثر معکوس بر اعتماد عمومی و کارایی سازوکارهای بازار داشته باشد. بنابراین، ریشه اصلی مسئله، نه در

خود الگوریتم‌ها، بلکه در عدم هم‌ترازی میان سرعت نوآوری فناورانه و سرعت تکامل چارچوب‌های حکمرانی نهفته است.

در جمع‌بندی تحلیلی می‌توان گفت که هوش مصنوعی در زمینه سبزشویی شرکتی، یک «میدان کشمکش نهادی» ایجاد کرده است که در آن نیروهای شفافیت و دستکاری به‌طور هم‌زمان تقویت می‌شوند. آینده این میدان، به میزان توان نظام‌های حسابرسی، کیفیت افشاگری، استقلال نهادهای ناظر و هم‌راستایی انگیزه‌های مدیریتی با منافع بلندمدت اجتماعی بستگی دارد. از این رو، بدون استقرار زیرساخت‌های نظارتی هوشمند و پاسخگو، هوش مصنوعی بیش از آنکه به کاهش سبزشویی منجر شود، به تکامل پنهان‌کارانه آن خواهد انجامید؛ اما در صورت حکمرانی داده‌محور و مسئولانه، همین فناوری می‌تواند به مؤثرترین ابزار کشف و مهار سبزشویی در تاریخ گزارش‌دهی شرکتی تبدیل شود.

References

- Alaagib, S. B., Alamri, Y., Alhashim, J., & Alduwais, A. A. (2025). *The ecological footprint of AI: Informing sustainable development in agriculture*. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*.
- Ali, S.(2023). Explainable Artificial Intelligence (XAI): What we know and recent techniques. Article in scientific journal.
- Bernini, F., & La Rosa, F. (2024). *Research in the greenwashing field: Concepts, theories, and potential impacts on economic and social value*. *Journal of Management & Governance*, 28(2), 405–444.
- Bernstein, M.S., Levi, M., Magnus, D., Rajala, B., Satz, D., & Waeiss, C.(2021). ESR: Ethics and Society Review of Artificial Intelligence Research. ArXiv.
- Bühlmann, M., Fill, H.-G., & Curty, S. (2025). Blockchain Data Analytics: A Scoping Literature Review and Directions for Future Research.
- De Freitas Neto, S. et al. (2020). Concepts and forms of greenwashing: A systematic review. *Environmental Sciences Europe*, 32, 19.
- Du, B., Hu, J., & Peng, Y. (2022). An empirical study on the impact of corporate greenwashing on financial performance. *BCP Business & Management*.
- European Securities and Markets Authority (ESMA). (2023). *The financial impact of greenwashing controversies*. ESMA.
- Feghali, K., Najem, R., & Metcalfe, B. D. (2025). *Greenwashing in the era of sustainability: A systematic literature review*. *Corporate Governance and Sustainability Review*, 9(1), 18–31.
- Fiandriano, S., Monastrello, A. & Costantini, V. (2023). Research on greenwashing: Concepts, theories, and potential impacts on economic and social value. *Journal of Management and Governance*.
- Jabbar, A., Akhtar, P., & Ali, S. I. (2024). The interplay between blockchain and big data analytics for enhancing supply chain value creation in micro, small, and medium enterprises. *Annals of Operations Research*.
- Jandaghi, M., Naderi Bani, M., Tabatabaeenasab, S. M., & Sabokro, M. (2022). *Analysis of the intellectual structure of greenwashing studies and corporate social responsibility based on articles indexed in Web of Science*. *Journal of Business Ethics*.
- Järvenpää, H., Lago, P., Bogner, J., Lewis, G., Muccini, H., & Özkaya, İ. (2024). A synthesis of green architectural tactics for ML-enabled systems. In *Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society (ICSE-SEIS '24)* (pp. 130–141).
- Khan, A.A., Badshah, S., Liang, P., Niazi, M., Akbar, M.A., & et al. (2021). Ethics of AI: A Systematic Literature Review of Principles and Challenges. ArXiv.
- Kim, S.W.(2022). *Recent Advances of Artificial Intelligence in Manufacturing: Review and Future Prospects*. Springer.
- Kogo, A. & Sima, S. (2021). Green, blue or black: what characteristics determine greenwashing? *Environment, Development and Sustainability*, 24, 4024–4045.
- Li, Y., Zhou, G., & Huang, R. (2023). Greenwashing in corporate social responsibility: A dual analysis of the impact on employees' trust and identity. *Sustainability*, 15(22), 15693.
- Lin, W. L., Chong, S. C., Pek, C. K., Yong, J. Y., Lee Yong Ming, K., & Leow, N. (2025). *The impact of greenwashing: Risks and implications for corporate performance and stakeholder trust*. In *Proceedings of the International Conference on Environmental, Social, and Governance (ICESG 2024)* (Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 889, pp. 77–94).
- Liu, J., Yeoh, W., Qu ·Y., & Gao, L. (2022). Blockchain-based Digital Twin for Supply Chain Management: State-of-the-Art Review and Future Research Directions.
- Manaswi ·K. (2025). Is Blockchain-Backed Corporate Governance the Way Forward? A Review and Future Research Agenda. *ACR Journal*.
- Moodaley, W., & Telukdarie, A. (2023). Greenwashing, sustainability reporting, and artificial intelligence: A systematic literature review. *Sustainability*, 15(2).
- Mu, H., Luo, Y., & Xie, Y. (2023). *Greenwashing in corporate social responsibility: A dual-pathway model of trust and employee-company identification*. *Sustainability*, 15(22), 15693.

- Ngai, X. et al. (Year of article). Application of Artificial Intelligence in the Healthcare Sector: A Systematic Review of Benefits, Challenges, Methodology, and Practices. (Review)
- Pachot, A., & Patissier, C. (2022). Towards sustainable artificial intelligence: An overview of environmental protection uses and issues. *arXiv*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2212.11738>.
- Pachot, A., & Patissier, C. (2022). Towards Sustainable Artificial Intelligence: An Overview of Environmental Protection Uses and Issues. *arXiv*.
- Padmaja, C.V.R., Narayana, S.L., Anga, G.L., & Bhansali, P.K. (2024). The rise of artificial intelligence: a concise review. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 13(2), 2226–2235.
- Palaiokrassas, G., Bouraga, S., & Tassioulas, L. (2024). Machine Learning on Blockchain Data: A Systematic Mapping Study.
- Papagiannidis, E. et al. (2025). Responsible artificial intelligence governance: A review and conceptual framework. *Journal of Business Ethics / Technical Journal*.
- Peretz-Andersson, E. (2022). Empirical AI Transformation Research: A Systematic Review of Organizational Change. *E-Informatica*.
- Poiriaz, E., Zournatzidou, G., Konteos, G., & Sariannidis, N. (2025). *Analyzing the interconnection between environmental, social, and governance (ESG) criteria and corporate corruption: Revealing the significant impact of greenwashing*. *Administrative Sciences*, 15(3), 100. <https://www.researchgate.net/publication/389843128>
- Polcumpally, A. T., Pandey, K. K., & Bandrana, A. K. (2024). Blockchain Governance and Trust: A Multi-Sectors Thematic Systematic Review and Exploration of Future Research Directions. *Heliyon*, 10(12).
- Raihan, A., Paul, A., Rahman, M. S., Islam, S., Paul, P., & Karmakar, S. (2024). Artificial Intelligence (AI) for environmental sustainability: A concise review of technology innovations in energy, transportation, biodiversity, and water management. *Journal of Technology Innovations and Energy*, 3*(2), 64–73.
- Ren, X., Hu, S., Sun, X., & Zhou, D. (2025). The impact of artificial intelligence on corporate greenwashing: Evidence from the Chinese listed firms. *Journal of Accounting Literature*. <https://doi.org/10.1108/JAL-07-2024-0174>.
- Rohde, F., Wagner, J., Meyer, A., Reinhard, P., Voss, M., Petschow, U., & Möllen, A. (2024). Broadening the perspective for sustainable artificial intelligence: Sustainability criteria and indicators for Artificial Intelligence systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 66, 101411.
- Rosen, M. A. (2025). Artificial intelligence and sustainable development. *European Journal of Sustainable Development Research*, 9(1), em0275.
- Rothbacher, N., Rodolfa, K. T., Bhaskar, M., Maneri, E., Tsang, C., & Ho, D. E. (2025). Artificial Intelligence in Environmental Protection: The Importance of Organizational Context from a Field Study in Wisconsin. *arXiv*.
- Saeed, W., & Omlin, C. (2021). Explainable AI (XAI): A Systematic Meta-Survey of Current Challenges and Future Opportunities. *ArXiv*.
- Seele, P., & Schultz, M. (2022). From Greenwashing to Machinewashing: A Model and Future Directions Derived from Reasoning by Analogy. *Journal of Business Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s10551-022-05054-9>
- Shen, L., Li, Z., Liang, Y., Feng, Y., & Zhang, Z. (2025). Artificial intelligence adoption and corporate ESG performance: Evidence from a refined large-language model. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 8. <https://doi.org/10.3389/frai.2025.1691468>
- Singla, D., Soni, V., Gautam, N., Bhattarai, S., Sharma, A., Sharma, A., & Kaur, N. (2023). A Review of Recent Advances in Artificial Intelligence and Machine Learning. *SSRN*.
- Su, Y., Liang, Y., & Wang, H. (2023). The impact of corporate greenwashing on employees' environmental performance: From the perspective of individual and organizational value alignment. *Sustainability*, 15(4), 3498.
- Telukdarie, A., & Moodaley, W. (2023). Greenwashing, sustainability reporting and artificial intelligence: a thematic and bibliometric analysis. *Sustainability*. (Free translation from English source)

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... Nerini, F. F. (2019). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *arXiv*.

Wafirli, A., Wijayanti, P., Kartikasari, L., & Shodiq, M. J. (2025). Peran Artificial Intelligence terhadap Praktik Greenwashing dalam Sustainability Report: Systematic Literature Review. *Jurnal Akuntansi dan Audit Syariah (JAAiS)*, 6(1), 1–14.

Woon, W. L., & Johl, S. K. (2025). *The impact of greenwashing: Risks and implications for corporate performance and stakeholder trust*.

Wright, D., Igel, C., Samuel, G., & Selvan, R. (2023). Efficiency is not enough: A critical perspective of environmentally sustainable AI. *arXiv*.

Yang, Z., Nguyen, T. T. H., Nguyen, H. N., Nguyen, T. T. N., & Cao, T. T. (2020). Greenwashing behaviors: Causes, classification and consequences based on a systematic literature review. *Journal of Business Economics and Management*, 21(5), 1486–1507.

Zhan, X., Lian, X., & Dai, S. (2025). Correcting or Concealing? The Impact of Digital Transformation on the Greenwashing Behavior of Heavily Polluting Enterprises. *Sustainability*, 17(1), 356. <https://doi.org/10.3390/su17010356>.

استناد به این مقاله: نام خانوادگی نویسنده اول، نام. (سال). عنوان مقاله. عنوان نشریه (ایتالیک)، سال(شماره)، ص آغاز-ص پایان.



Name of Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.