ACCOUNTING, FINANCE AND COMPUTATIONAL INTELLIGENCE

AI-Based Sustainability Reporting Visualization Towards the 2035 Horizon

1. Omid Derakhshani: Ph.D. Student, Department of Accounting, Faculty of Management and Accounting, Kish International Campus, University of Tehran, Iran

2. Reza Tehrani*: Professor, Department of Management and Accounting, Faculty of Management, University of Tehran, Iran. Email: rtehrani@ut.ac.ir (Corresponding Author)

Article history

Received: 22 December 2025

Revised: 08 May 2026

Accepted: 16 May 2026

Initial Publish: 19 June 2026

Final Publish: 22 June 2027

Abstract:

The present study aimed to visualize the future of AI-based sustainability reporting toward the 2035 horizon by identifying key drivers, analyzing strategic uncertainties, and developing plausible future scenarios in Iran. This study employed a mixed-methods (qualitative–quantitative) futures studies approach. In the qualitative phase, fuzzy Delphi technique, expert interviews, content analysis, and cross-impact analysis were utilized to identify and evaluate the key drivers affecting the future of AI-based sustainability reporting. The participants consisted of experts in sustainability reporting, accounting, artificial intelligence, and policy-making who were selected purposively. Subsequently, cross-impact matrices and expert questionnaires were used to assess the interactions among variables and determine their influence and dependence levels. In the quantitative phase, the Scenario Wizard software was applied to extract and analyze compatible future scenarios. Scenario analysis was conducted based on the consistency of assumptions, interaction among drivers, and evaluation of strategic uncertainties shaping the future of sustainability reporting. The findings revealed that seven key drivers, including algorithmic advancements, predictive and analytical reporting, data transparency and traceability, evolution of sustainability reporting standards, binding national and international regulations, the role of professional and supervisory institutions, and organizational readiness and resistance, exerted the greatest influence on the future of AI-based sustainability reporting. Scenario analysis identified four highly compatible scenarios: “Smart Leap Toward an Integrated Sustainability Reporting Ecosystem,” “Cautious Transition to the Era of Data-Driven Reporting,” “Slow Movement Toward Minimal Transformation,” and “Continuation of the Traditional Status Quo Amid Institutional Resistance and Passivity.” The results indicated that the most desirable future would emerge when AI algorithm development, reporting standards maturity, regulatory coherence, data transparency, and organizational readiness are strengthened simultaneously. Conversely, institutional weakness, organizational resistance, and fragmented regulations may result in the persistence of traditional reporting practices and widening information gaps. The study concluded that the future of sustainability reporting in Iran is not solely dependent on technological advancement but is shaped through the simultaneous interaction of technological, institutional, regulatory, and cultural factors. Developing an intelligent sustainability reporting ecosystem requires strengthening data-driven infrastructures, coherent regulations, mature reporting standards, and organizational readiness for digital transformation. Smart policy-making and active involvement of professional institutions can facilitate the transition toward predictive and intelligent sustainability reporting and enhance transparency, accountability, and sustainable decision-making at national and international levels.

Keywords: Sustainability Reporting, Artificial Intelligence, Futures Studies, Scenario Planning, Smart Reporting, Scenario Wizard.

Citation: Derakhshani, O. & Tehrani, R. (2027). AI-Based Sustainability Reporting Visualization Towards the 1414 Horizon. *Accounting, Finance and Computational Intelligence,* 5(2), 1-26.

Copyright: © 2027 by the authors. Published under the terms and conditions of Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Extended Abstract

Introduction

Artificial intelligence has emerged as one of the most transformative technologies shaping organizational, economic, and societal systems in the twenty-first century. The rapid expansion of machine learning, predictive analytics, natural language processing, and intelligent decision-support systems has fundamentally altered how organizations process information, manage resources, and respond to environmental and social challenges. Simultaneously, sustainability has become a central concern for governments, businesses, and international institutions, particularly in relation to environmental protection, social accountability, and governance transparency. As a result, the integration of artificial intelligence with sustainability practices has attracted increasing scholarly and practical attention (Khattri et al., 2025; Ziemba et al., 2024). Researchers have argued that artificial intelligence can significantly contribute to achieving sustainable development goals by improving efficiency, enhancing transparency, and optimizing decision-making processes across industries and institutions (Bron, 2025). In this context, sustainability reporting has evolved from a traditional disclosure mechanism into a strategic tool for demonstrating organizational commitment to environmental, social, and governance (ESG) principles.

The growing complexity of sustainability reporting has increased the need for intelligent and data-driven systems capable of processing large volumes of structured and unstructured information. Traditional reporting systems are often unable to respond effectively to dynamic stakeholder expectations, increasing ESG regulations, and the growing demand for transparency. Consequently, organizations have begun to adopt artificial intelligence technologies to improve the quality, speed, and reliability of sustainability reporting (Saghafi & Parsapour, 2025). Previous studies have shown that generative artificial intelligence and advanced accounting analytics can improve digital sustainability reporting quality through automated analysis, predictive modeling, and enhanced internal green control systems (Saghafi & Parsapour, 2025). Moreover, artificial intelligence applications have been increasingly employed in green supply chain management, smart cities, sustainable mobility, and intelligent energy systems, demonstrating their capacity to improve sustainable organizational performance (Mahadik et al., 2025; Rashid et al., 2025; Shulajkovska et al., 2024).

Despite these opportunities, implementing artificial intelligence in sustainability-related systems remains associated with significant technological, organizational, ethical, and regulatory challenges. Organizational resistance, insufficient digital infrastructure, lack of integrated standards, and weak institutional readiness may hinder the successful adoption of intelligent reporting ecosystems (Yazdani & Hakiminia, 2024). Furthermore, the absence of coherent national and international regulations may increase uncertainty regarding accountability, transparency, and data governance in AI-based systems (Trang et al., 2024). Previous studies have also emphasized that successful AI adoption depends heavily on organizational flexibility, strategic learning, and digital transformation readiness (Adiguzel et al., 2026; Zeraati Foukolaei, 2025). Therefore, understanding the future trajectories of AI-based sustainability reporting requires a futures-oriented approach capable of identifying key drivers, strategic uncertainties, and plausible scenarios.

Given the increasing significance of AI-driven sustainability practices and the growing demand for intelligent ESG reporting systems, the present study aimed to visualize the future of AI-based sustainability reporting in Iran toward the 2035 horizon through identifying key drivers, analyzing strategic uncertainties, and developing future scenarios.

Methods and Materials

The present study employed a mixed-methods futures studies design combining qualitative and quantitative approaches. The research process consisted of several sequential phases designed to identify influential drivers and construct future scenarios for AI-based sustainability reporting. In the qualitative phase, expert interviews, fuzzy Delphi technique, content analysis, and cross-impact analysis were utilized to identify and evaluate the major drivers affecting the future of intelligent sustainability reporting.

The statistical population included academic experts, sustainability reporting specialists, accounting professionals, artificial intelligence researchers, and policy experts familiar with digital transformation and ESG systems. Participants were selected using purposive and snowball sampling techniques based on expertise, professional experience, and scientific background. Data collection in the first stage involved semi-structured interviews and open-ended questionnaires to identify critical technological, institutional, organizational, and regulatory factors shaping the future of sustainability reporting.

After extracting the primary indicators and drivers, the fuzzy Delphi method was employed to refine and prioritize the identified variables. Expert consensus was used to determine the most influential drivers with the highest strategic importance and uncertainty. Subsequently, a cross-impact matrix was designed to evaluate the direct and indirect effects among the selected drivers. The matrix analysis distinguished between influence and dependence relationships and identified the most critical variables shaping the future system.

In the quantitative phase, Scenario Wizard software was utilized to analyze the compatibility of different assumptions and generate plausible future scenarios. Scenario construction was based on combinations of driver states and the consistency of relationships among them. The resulting scenarios were analyzed according to their internal coherence, impact scores, and strategic implications. Finally, the scenarios were interpreted and categorized according to their technological, institutional, and organizational characteristics.

Findings

The findings revealed that seven major drivers had the strongest influence on the future of AI-based sustainability reporting. These drivers included algorithmic advancements, predictive and analytical reporting, data transparency and traceability, evolution of sustainability reporting standards, binding national and international regulations, the role of professional and supervisory institutions, and organizational readiness and resistance. Cross-impact analysis demonstrated that these variables possessed the highest levels of influence and strategic uncertainty within the future reporting ecosystem.

Scenario analysis identified four fully compatible and internally coherent future scenarios. The first and most desirable scenario, labeled “Smart Leap Toward an Integrated Sustainability Reporting Ecosystem,” represented a future characterized by advanced algorithmic development, intelligent predictive reporting, complete data transparency, mature reporting standards, coherent regulatory systems, active institutional participation, and high organizational readiness for digital transformation. This scenario obtained the highest consistency level and demonstrated strong systemic integration among all drivers. The results indicated that simultaneous advancement in AI technologies, reporting standards, regulatory coherence, and organizational preparedness would create an intelligent, transparent, and predictive sustainability reporting ecosystem.

The second scenario, “Cautious Transition Toward the Era of Data-Driven Reporting,” described a moderate and gradual transformation process. In this scenario, algorithmic development progressed incrementally, reporting systems became semi-

analytical, transparency remained partial, and regulations were semi-mandatory rather than fully binding. Professional institutions played an active but limited role in guiding the transformation process. Organizations gradually adopted digital technologies while maintaining moderate levels of resistance. The scenario reflected a balanced but relatively slow transition toward intelligent reporting systems.

The third scenario, “Slow Movement Toward Minimal Transformation,” represented a conservative future characterized by weak institutional momentum, limited technological innovation, and gradual organizational adaptation. Reporting systems remained semi-integrated, standards evolved slowly, and digital transformation lacked strategic acceleration. In this scenario, institutional actors were unable to stimulate significant change, resulting in a future where transformation occurred only minimally.

The fourth scenario, “Continuation of the Traditional Status Quo Amid Institutional Resistance and Passivity,” reflected the least desirable future. This scenario was characterized by low technological development, fragmented standards, weak regulatory structures, organizational resistance, and limited transparency. Traditional reporting methods persisted due to insufficient institutional coordination and lack of readiness for digital transformation.

The stability analysis of scenario assumptions demonstrated that predictive reporting, active institutional participation, and organizational readiness were among the most stable and influential assumptions within the desirable scenarios. Conversely, weak institutional support and fragmented regulations significantly increased the probability of conservative and traditional futures.

Discussion and Conclusion

The findings of this study demonstrated that the future of AI-based sustainability reporting is shaped through the interaction of technological, institutional, organizational, and regulatory factors rather than technological development alone. The results confirmed that intelligent sustainability reporting requires a comprehensive transformation ecosystem in which artificial intelligence technologies, governance mechanisms, organizational readiness, and regulatory structures evolve simultaneously. The dominant role of algorithmic advancement and predictive reporting indicates that sustainability reporting is gradually shifting from static disclosure practices toward intelligent, real-time, and data-driven systems capable of predictive analysis and strategic decision support.

The study also highlighted the critical importance of data transparency and intelligent traceability in future sustainability ecosystems. Intelligent reporting systems rely heavily on integrated and reliable data infrastructures capable of ensuring transparency, accountability, and trust among stakeholders. In the absence of coherent standards and unified regulations, organizations may struggle to achieve consistency and comparability in ESG reporting practices. Therefore, institutional governance and professional supervision emerge as essential facilitators of intelligent reporting transformation.

Another important finding concerns organizational readiness and resistance. Even when advanced technological infrastructures exist, organizational culture, managerial flexibility, and digital capabilities remain decisive factors in determining successful transformation. The findings suggest that resistance to digital transformation may significantly delay the implementation of intelligent sustainability reporting systems. Consequently, organizations must invest not only in technology but also in digital culture, human capital development, and adaptive learning processes.

The extracted scenarios further indicate that the future of sustainability reporting in Iran may follow different trajectories depending on policy decisions, institutional coordination, and technological investment. The desirable future scenario

requires coordinated development of artificial intelligence technologies, mature sustainability standards, regulatory integration, and active institutional engagement. Conversely, fragmented governance structures and organizational passivity may preserve traditional reporting systems and widen informational gaps between organizations and stakeholders.

Overall, the present study concludes that AI-based sustainability reporting represents a multidimensional transformation process that extends beyond technological innovation. Future intelligent reporting ecosystems will depend on the ability of governments, organizations, professional institutions, and policymakers to create integrated digital infrastructures, coherent governance frameworks, and adaptive organizational cultures. Strategic policy-making, investment in intelligent technologies, and institutional collaboration can facilitate the transition toward transparent, predictive, and sustainable reporting systems capable of supporting long-term environmental, social, and economic sustainability.

Authors' Contributions

Authors equally contributed to this article.

Acknowledgments

Authors thank all participants who participate in this study.

Declaration of Interest

The authors report no conflict of interest.

Funding

According to the authors, this article has no financial support.

Ethical Considerations

All procedures performed in this study were under the ethical standards.

حسابداری، امور مالی و هوش محاسباتی

تصویرپردازی گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی تا افق ۱۴۱۴

۱. امید درخشانی: دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران، ایران

۲. رضا تهرانی*: استاد، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران. ایمیل: rtehrani@ut.ac.ir (نویسنده مسئول)

تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت: ۱ دی ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۸ اردیبهشت ۱۴۰۵

تاریخ پذیرش: ۲۶ اردیبهشت ۱۴۰۵

تاریخ چاپ اولیه: ۲۹ خرداد ۱۴۰۵

تاریخ چاپ نهایی: ۱ تیر ۱۴۰۶

چکیده

هدف پژوهش حاضر، تصویرپردازی آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی تا افق ۱۴۱۴ از طریق شناسایی پیشران‌های کلیدی، تحلیل عدم‌قطعیت‌های راهبردی و تدوین سناریوهای محتمل آینده در ایران بود. این پژوهش از نوع آمیخته (کیفی–کمی) و آینده‌پژوهانه بود که با بهره‌گیری از روش‌های دلفی فازی، تحلیل محتوا، مصاحبه با خبرگان و تحلیل اثرات متقاطع انجام شد. جامعه پژوهش شامل خبرگان حوزه گزارشگری پایداری، حسابداری، هوش مصنوعی و سیاست‌گذاری بود که به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. در بخش کیفی، ابتدا پیشران‌های کلیدی مؤثر بر آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی شناسایی و سپس با استفاده از پرسشنامه‌های تخصصی و ماتریس اثرات متقاطع، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها تحلیل شد. در بخش کمی نیز نرم‌افزار Scenario Wizardبرای استخراج و تحلیل سناریوهای سازگار به کار گرفته شد. فرایند تحلیل سناریویی بر پایه بررسی تعامل میان پیشران‌ها، ارزیابی میزان سازگاری فرضیات و تدوین سناریوهای محتمل آینده صورت گرفت. یافته‌های پژوهش نشان داد که هفت پیشران کلیدی شامل پیشرفت‌های الگوریتمی، گزارشگری پیش‌بینانه و تحلیلی، شفافیت و قابلیت ردیابی داده‌ها، تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری، مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی، نقش نهادهای حرفه‌ای و ناظر، و آمادگی و مقاومت سازمانی بیشترین تأثیر را بر آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی دارند. تحلیل سناریویی چهار سناریوی قوی و کاملاً سازگار را استخراج کرد که شامل «جهش هوشمندانه به اکوسیستم یکپارچه گزارشگری پایداری»، «گذار محتاطانه به عصر گزارشگری داده‌محور»، «حرکت کند در مسیر تحول حداقلی» و «تداوم وضعیت سنتی در سایه مقاومت و انفعال نهادی» بودند. نتایج نشان داد که سناریوی مطلوب زمانی محقق می‌شود که توسعه الگوریتم‌های هوش مصنوعی، شفافیت داده‌ها، بلوغ استانداردها، انسجام مقرراتی و آمادگی سازمانی به‌صورت هم‌زمان تقویت شوند. همچنین، ضعف نهادی، مقاومت سازمانی و نبود هماهنگی مقرراتی می‌تواند موجب تداوم گزارشگری سنتی و افزایش شکاف اطلاعاتی شود. نتایج پژوهش نشان داد که آینده گزارشگری پایداری در ایران صرفاً وابسته به پیشرفت فناوری‌های هوش مصنوعی نیست، بلکه تحت تأثیر تعامل هم‌زمان عوامل فناورانه، نهادی، مقرراتی و فرهنگی شکل می‌گیرد. ایجاد اکوسیستم هوشمند گزارشگری پایداری مستلزم توسعه زیرساخت‌های داده‌محور، تدوین مقررات منسجم، ارتقای استانداردهای گزارشگری و افزایش آمادگی سازمان‌ها برای پذیرش تحول دیجیتال است. سیاست‌گذاری هوشمند و تقویت نقش نهادهای حرفه‌ای می‌تواند مسیر گذار به گزارشگری پایداری هوشمند و پیش‌بینانه را تسهیل کرده و موجب ارتقای شفافیت، پاسخگویی و تصمیم‌گیری پایدار در سطح ملی و بین‌المللی شود.

کلیدواژگان: گزارشگری پایداری، هوش مصنوعی، آینده‌پژوهی، سناریونویسی، گزارشگری هوشمند، سناریو ویزارد.

شیوه استناددهی: درخشانی، امید.، و تهرانی، رضا. (۱۴۰۶). تصویرپردازی گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی تا افق ۱۴۱۴. *حسابداری، امور مالی و هوش محاسباتی*، ۵(۲)، ۲۶-۱.

مجوز و حق نشر: © ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

مقدمه

در دهه‌های اخیر، هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فناوری‌های تحول‌آفرین قرن بیست‌ویکم، ساختارهای اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و زیست‌محیطی را به‌صورت بنیادین دگرگون کرده است. توسعه سریع الگوریتم‌های یادگیری ماشین، تحلیل کلان‌داده‌ها، شبکه‌های عصبی و سامانه‌های هوشمند تصمیم‌یار، سبب شده است که سازمان‌ها و دولت‌ها بتوانند فرآیندهای پیچیده را با سرعت، دقت و کارایی بیشتری مدیریت کنند. در این میان، مفهوم پایداری نیز به‌عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی نظام‌های حکمرانی، کسب‌وکارها و جوامع جهانی مطرح شده است؛ به‌گونه‌ای که دستیابی به توسعه پایدار دیگر صرفاً یک انتخاب راهبردی محسوب نمی‌شود، بلکه به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای بقا و رقابت‌پذیری سازمان‌ها تبدیل شده است. ترکیب این دو روند کلان، یعنی گسترش هوش مصنوعی و افزایش توجه به پایداری، زمینه‌ساز شکل‌گیری رویکردهای نوینی شده است که هدف آن‌ها استفاده از ظرفیت‌های هوشمندسازی برای تحقق اهداف توسعه پایدار و ارتقای عملکرد پایدار سازمان‌ها است (Khattri et al., 2025; Ziemba et al., 2024). در واقع، امروزه هوش مصنوعی نه‌تنها ابزاری فناورانه برای بهبود کارایی تلقی می‌شود، بلکه به‌عنوان محرکی کلیدی برای تحول پایدار در حوزه‌های مختلف اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی شناخته می‌شود (Adiguzel et al., 2026; Bron, 2025).

گسترش کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های گوناگون نشان می‌دهد که این فناوری توانایی بالایی در بهینه‌سازی مصرف منابع، کاهش اتلاف، ارتقای تصمیم‌گیری و افزایش شفافیت دارد. برای مثال، در حوزه انرژی و زیرساخت‌های هوشمند، استفاده از شبکه‌های حسگر هوشمند و الگوریتم‌های یادگیری ماشین به بهبود بهره‌وری انرژی، کاهش مصرف و مدیریت پایدار منابع کمک کرده است (Mahadik et al., 2025). در معماری و طراحی شهری نیز مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی امکان تحلیل الگوهای مصرف انرژی و طراحی پایدار ساختمان‌ها را فراهم ساخته‌اند و به توسعه شهرهای هوشمند و سبز یاری رسانده‌اند (Hazarkhani, 2025). همچنین در حوزه حمل‌ونقل شهری، سامانه‌های تصمیم‌یار مبتنی بر هوش مصنوعی توانسته‌اند مدیریت پایدار ترافیک و تحرک شهری را ارتقا دهند و از طریق تحلیل داده‌های کلان، راهکارهای بهینه‌تری برای کاهش آلودگی و مصرف انرژی ارائه کنند (Shulajkovska et al., 2024). این تحولات نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به ابزاری مؤثر برای پاسخ‌گویی به چالش‌های پیچیده توسعه پایدار تبدیل شود.

در سطح سازمانی نیز نقش هوش مصنوعی در ارتقای عملکرد پایدار روزبه‌روز برجسته‌تر شده است. بسیاری از سازمان‌ها از فناوری‌های هوشمند برای بهبود زنجیره تأمین، مدیریت منابع انسانی، بازاریابی پایدار و تحلیل رفتار مشتریان استفاده می‌کنند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که به‌کارگیری هوش مصنوعی در زنجیره تأمین می‌تواند چابکی، تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری سازمان‌ها را افزایش دهد و آن‌ها را در مواجهه با بحران‌ها و تغییرات محیطی توانمند سازد (Yamin et al., 2024). همچنین تحلیل‌های مبتنی بر کلان‌داده و هوش مصنوعی در زنجیره تأمین سبز، موجب بهبود عملکرد زیست‌محیطی و پایداری شرکت‌ها شده است (Rashid et al., 2025; Spreitzenbarth et al., 2024). از سوی دیگر، هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی نیز به‌عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری هوشمند، جذب و نگهداشت نیروی انسانی و ارتقای پایداری سرمایه انسانی مطرح شده است (Yazdani & Hakiminia, 2024). افزون بر این، یادگیری سازمانی و پذیرش هوش مصنوعی می‌تواند مزیت رقابتی پایدار سازمان‌ها را تقویت کرده و ظرفیت آن‌ها را برای خلق ارزش بلندمدت افزایش دهد (Adiguzel et al., 2026; Zeraati Foukolaei, 2025).

یکی از مهم‌ترین حوزه‌هایی که در سال‌های اخیر تحت تأثیر هوش مصنوعی قرار گرفته، حوزه گزارشگری و حسابداری پایداری است. گزارشگری پایداری به‌عنوان ابزاری برای افشای اطلاعات مرتبط با عملکرد زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی سازمان‌ها، نقش مهمی در ارتقای شفافیت، پاسخ‌گویی و اعتماد ذی‌نفعان ایفا می‌کند. با پیچیده‌تر شدن الزامات ESG و افزایش حجم داده‌های موردنیاز برای گزارشگری، روش‌های سنتی گزارشگری دیگر پاسخگوی نیازهای جدید سازمان‌ها و ذی‌نفعان نیستند. در این شرایط، هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل سریع و دقیق داده‌ها، شناسایی الگوها، پیش‌بینی روندها و خودکارسازی فرآیندهای گزارشگری، کیفیت و اثربخشی گزارش‌های پایداری را به‌طور چشمگیری ارتقا دهد (Saghafi & Parsapour, 2025). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از هوش مصنوعی مولد در تحلیل داده‌های حسابداری و سیستم‌های کنترل داخلی سبز، می‌تواند کیفیت گزارشگری دیجیتال پایداری را بهبود بخشد و دقت و قابلیت اتکای اطلاعات افشاشده را افزایش دهد (Saghafi & Parsapour, 2025). بنابراین، تحول دیجیتال در گزارشگری پایداری نه‌تنها یک روند فناورانه، بلکه بخشی از حرکت گسترده سازمان‌ها به‌سوی حکمرانی پایدار و داده‌محور محسوب می‌شود.

علاوه بر مزایای اقتصادی و مدیریتی، هوش مصنوعی در ابعاد اجتماعی و اخلاقی پایداری نیز تأثیرگذار بوده است. در حوزه بازاریابی دیجیتال، فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی توانسته‌اند تعامل مصرف‌کنندگان را افزایش داده و رفتارهای پایدار را از طریق شبکه‌های اجتماعی و بسترهای موبایلی تقویت کنند (Acatrinei et al., 2025). همچنین در حوزه عدالت کیفری و امنیت، کاربرد هوش مصنوعی می‌تواند فرآیندهای تصمیم‌گیری را کارآمدتر سازد، هرچند در عین حال چالش‌های اخلاقی و حقوقی جدیدی نیز ایجاد می‌کند (Jamiri, 2025; Trang et al., 2024). از این منظر، توسعه هوش مصنوعی باید همواره با توجه به اصول عدالت، شفافیت، مسئولیت‌پذیری و پایداری اجتماعی صورت گیرد. به همین دلیل، مفهوم «هوش مصنوعی سبز» به‌عنوان رویکردی نوظهور مطرح شده است که بر توسعه فناوری‌های کارآمد، کم‌مصرف، عادلانه و سازگار با محیط‌زیست تأکید دارد (Bron, 2025). این دیدگاه نشان می‌دهد که آینده هوش مصنوعی صرفاً به پیشرفت فناوری محدود نمی‌شود، بلکه به نحوه حکمرانی، تنظیم‌گری و بهره‌برداری مسئولانه از آن نیز وابسته است.

در کنار فرصت‌های گسترده، پیاده‌سازی هوش مصنوعی با چالش‌های متعددی نیز همراه است. بسیاری از سازمان‌ها هنوز از آمادگی فناورانه، زیرساخت‌های داده‌ای و مهارت‌های انسانی کافی برای بهره‌گیری مؤثر از هوش مصنوعی برخوردار نیستند. مقاومت سازمانی، ضعف فرهنگ دیجیتال، نبود استانداردهای مشخص و نگرانی‌های مربوط به امنیت و محرمانگی داده‌ها از جمله موانعی هستند که می‌توانند روند تحول هوشمند را محدود کنند (Sharif et al., 2025; Yazdani & Hakiminia, 2024). علاوه بر این، توسعه سریع فناوری‌های هوش مصنوعی در بسیاری از کشورها با خلأهای مقرراتی و حقوقی مواجه است و همین مسئله موجب شده است که چالش‌هایی در زمینه شفافیت، پاسخ‌گویی و اعتماد عمومی ایجاد شود (Trang et al., 2024). در حوزه گزارشگری پایداری نیز نبود چارچوب‌های یکپارچه و استانداردهای هماهنگ می‌تواند مانعی برای تحقق گزارشگری هوشمند و قابل اتکا باشد (Saghafi & Parsapour, 2025). از این رو، بسیاری از پژوهشگران بر ضرورت تدوین سیاست‌های هوشمند، استانداردهای منسجم و تقویت زیرساخت‌های نهادی برای توسعه پایدار هوش مصنوعی تأکید کرده‌اند (Khattri et al., 2025; Ziemba et al., 2024).

از سوی دیگر، آینده‌پژوهی در حوزه هوش مصنوعی و پایداری اهمیت ویژه‌ای یافته است؛ زیرا تحولات سریع فناورانه، عدم‌قطعیت‌های گسترده‌ای را در مسیر آینده سازمان‌ها و جوامع ایجاد کرده است. آینده‌پژوهی تلاش می‌کند از طریق شناسایی پیشران‌ها، تحلیل روندها و تدوین سناریوها، مسیرهای محتمل آینده را ترسیم کرده و تصمیم‌گیران را برای مواجهه با تغییرات آماده سازد. در حوزه گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی، آینده‌پژوهی می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا فرصت‌ها و تهدیدهای احتمالی را شناسایی کرده و راهبردهای مناسبی برای گذار به اکوسیستم گزارشگری هوشمند طراحی کنند. در این راستا، سناریونویسی به‌عنوان یکی از ابزارهای کلیدی آینده‌پژوهی، امکان بررسی وضعیت‌های مختلف آینده و تحلیل پیامدهای آن‌ها را فراهم می‌سازد. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر آشکار می‌شود که بدانیم آینده گزارشگری پایداری نه‌تنها تحت تأثیر پیشرفت فناوری، بلکه متأثر از عوامل فرهنگی، نهادی، اقتصادی و مقرراتی نیز است (Sharif et al., 2025; Ziemba et al., 2024).

در ایران نیز هم‌زمان با گسترش تحول دیجیتال و افزایش توجه به موضوع پایداری، ضرورت بازاندیشی در نظام‌های گزارشگری و حکمرانی داده‌محور بیش از گذشته احساس می‌شود. بسیاری از سازمان‌ها و نهادهای ایرانی در سال‌های اخیر تلاش کرده‌اند از فناوری‌های نوین برای ارتقای شفافیت و پاسخ‌گویی استفاده کنند، اما همچنان چالش‌هایی مانند ضعف زیرساخت‌های دیجیتال، محدودیت‌های مقرراتی، مقاومت سازمانی و نبود استانداردهای جامع در این حوزه وجود دارد. از طرف دیگر، با توجه به روندهای جهانی و فشار روزافزون ذی‌نفعان برای افشای اطلاعات ESG، انتظار می‌رود که در سال‌های آینده تقاضا برای گزارشگری پایداری هوشمند در ایران نیز افزایش یابد. این شرایط ایجاب می‌کند که آینده این حوزه با رویکردی علمی و آینده‌نگرانه مورد بررسی قرار گیرد تا سیاست‌گذاران، مدیران و نهادهای حرفه‌ای بتوانند راهبردهای مناسبی برای توسعه اکوسیستم گزارشگری هوشمند طراحی کنند (Hazarkhani, 2025; Saghafi & Parsapour, 2025; Yamin et al., 2024).

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف تصویرپردازی آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی تا افق ۱۴۱۴ و شناسایی پیشران‌های کلیدی، عدم‌قطعیت‌های راهبردی و سناریوهای محتمل آینده در این حوزه انجام شده است.

روش پژوهش و مواد

پژوهش حاضر به جهت گردآوری داده‌ها به صورت واقعی و بدون دستکاری در زمره تحقیقات توصیفی (غیر آزمایشی) از نوع پیمایشی و اکتشافی محسوب می‌شود. این پژوهش بر مبنای نوع پژوهش نیز از انواع پژوهش‌های ترکیبی می‌باشد که بخشی از آن کیفی و بخشی نیز کمی است.

در بخش اول برای بررسی شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی از روش‌هایی نظیر پانل خبرگان، پرسش نامه باز، مصاحبه و تحلیل محتوا و دلفی فازی و ماتریس اثرات متقاطع استفاده می‌گردد و در بخش دوم برای طراحی سبد سناریوهای آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی از روش‌های کمی سناریو ویزارد و هم چنین برای تدوین استراتژی‌ها و اقدامات اجرایی متناسب با سناریوها از ماتریس نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها استفاده می‌شود.

داده‌های این پژوهش از طریق مصاحبه با خبرگان گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی جمع آوری و سپس به روش دلفی عوامل اصلی، رتبه بندی خواهد شد. در مرحله دوم، با طراحی پرسشنامه، داده‌های مربوط به ماتریس تاثیرات عوامل از همان خبرگان جمع آوری و در تحلیل استفاده خواهد شد. در این تحلیل، دو نوع اثر مستقیم و غیر مستقیم از هم تفکیک می‌شوند و آثار مستقیم از نتیجه تحلیل تاثیرات عوامل بر یکدیگر به دست می‌آید و آثار غیر مستقیم از طریق توان‌های ۲، ۳، ۴ و .... عوامل محاسبه می‌شوند.

یافته‌ها

با تحلیل نرم افزار سناریو ویزارد، ۴ سناریو از میان ۲۱۸۷سناریو به عنوان سناریوهای کاملاً سازگار با عدم سازگاری صفر شناسایی شدند که تابلوی آنها در شکل زیر گزارش شده است.

سناریوهای قوی	سناریو۱ جهش هوشمندانه	سناریو۲ گذار محتاطانه	سناریو۳ تحول حداقلی	سناریو۴ تداوم سنتی
مقدار سازگاری	۶	۰	۰	۱۸
توصیفگرهای ناسازگار	۰	۰	۰	۰
امتیاز مجموع تاثیرات	۱۰۰	۸۳	۸۹	۹۷
پیشرفت‌های الگوریتمی	جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته	توسعه تدریجی الگوریتم‌ها	توسعه تدریجی الگوریتم‌ها	رکود یا پیشرفت محدود الگوریتمی
پیش‌بینی‌گری و تحلیلی‌شدن گزارش‌ها	گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه	گزارشگری نیمه‌تحلیلی	گزارشگری نیمه‌تحلیلی	تداوم گزارشگری سنتی
شفافیت و قابلیت ردیابی کامل	شفافیت کامل و ردیابی هوشمند	شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه	شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه	شفافیت محدود داده‌ها
تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری	همگرایی و بلوغ استانداردها	توسعه تدریجی استانداردها	توسعه تدریجی استانداردها	ایستایی یا واگرایی استانداردها
مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی	نظام مقرراتی الزام‌آور و منسجم	مقررات نیمه‌الزامی	مقررات نیمه‌الزامی	ضعف یا پراکندگی مقرراتی
نقش نهادهای ناظر و حرفه‌ای	نقش‌آفرینی فعال نهادی	نقش‌آفرینی فعال نهادی	مشارکت محدود نهادی	انفعال نهادی
آمادگی و مقاومت درون‌سازمانی	آمادگی بالا و پذیرش تحول دیجیتال	ذیرش تدریجی فناوری	ذیرش تدریجی فناوری	مقاومت سازمانی در برابر تحول
عناصر سبز	۷	۱	۰	۰
عناصر زرد	۰	۶	۷	۰
عناصر قرمز	۰	۰	۰	۷
مطلوبیت کلی سناریو	سبز	زرد	زرد	قرمز

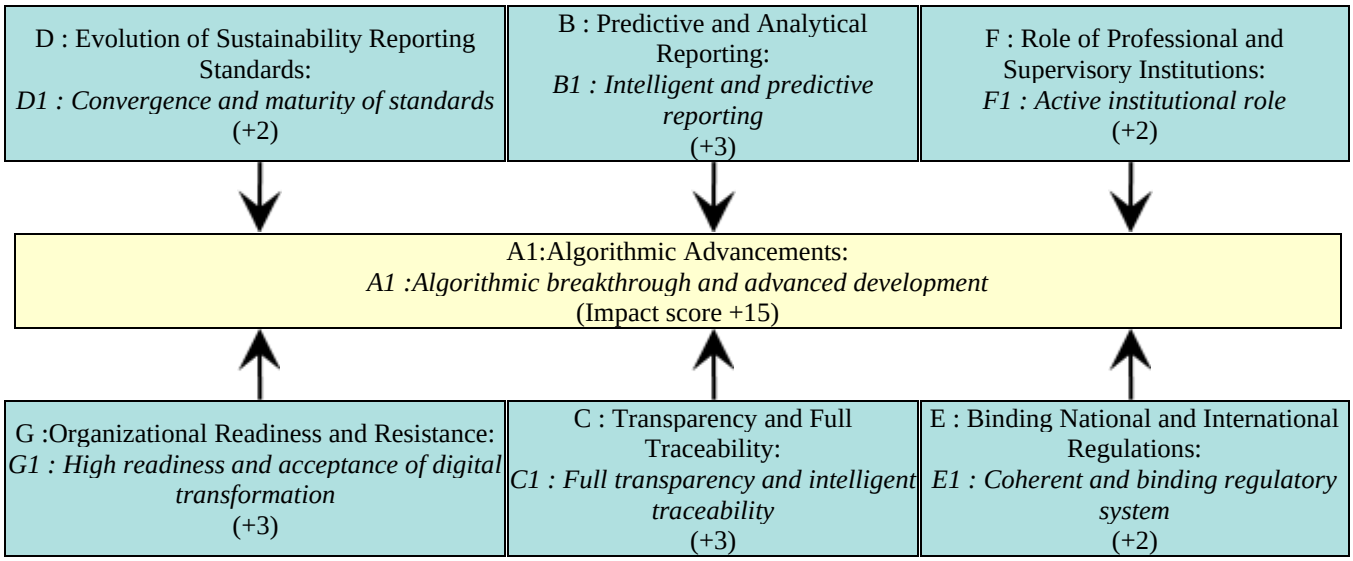
شکل ۱. گروه سناریوهای با حداکثر سازگاری (ناسازگاری =۰) تصویبرردازی گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی تا افق ۱۴۱۴

سناریوی قوی اول «جهش هوشمندانه به اکوسیستم یکپارچهٔ گزارشگری پایداری»

سناریوی نخست آینده‌ای را ترسیم می‌کند که در آن جهش چشمگیر در الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، زیربنای نظام گزارشگری را به ساختاری کاملاً هوشمند، پیش‌بینانه و داده‌محور تبدیل کرده است. در این آینده، شفافیت کامل داده‌ها و ردیابی هوشمند موجب استانداردسازی، قابلیت راستی‌آزمایی و یکپارچگی بالای اطلاعات می‌شود؛ هم‌زمان، استانداردهای گزارشگری پایداری در سطح بین‌المللی به همگرایی و بلوغ رسیده و چارچوب مقرراتی الزام‌آور و منسجمی سازمان‌ها را به افشای دقیق و قابل اتکا متعهد می‌سازد. نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای و ناظر به حفظ کیفیت، تنظیم‌گری و انسجام این اکوسیستم کمک می‌کند و سازمان‌ها با آمادگی بالا و زیرساخت‌های دیجیتالی پیشرفته قادرند این تحولات فناورانه و مقرراتی را با کارآمدی کامل اجرا نمایند. این سناریو با مقدار سازگاری ۶ بدون هیچ توصیفگر ناسازگار، و با امتیاز مجموع تأثیرات ۱۰۰ شناسایی شده است؛ امری که بیانگر هم‌افزایی قوی میان وضعیت‌های انتخابی پیشران‌ها و انسجام منطقی و سیستمی بالای آن است. در مجموع، این سناریو تصویری از آینده‌ای مطلوب و قدرتمند ارائه می‌دهد که در آن فناوری پیشرفته، مقررات سخت‌گیرانه، استانداردهای بالغ و آمادگی سازمانی همسو عمل کرده و نظام گزارشگری پایداری را به سطحی هوشمند، شفاف و پیش‌بینانه ارتقا می‌دهند.

- **پیشرفت‌های الگوریتمی**

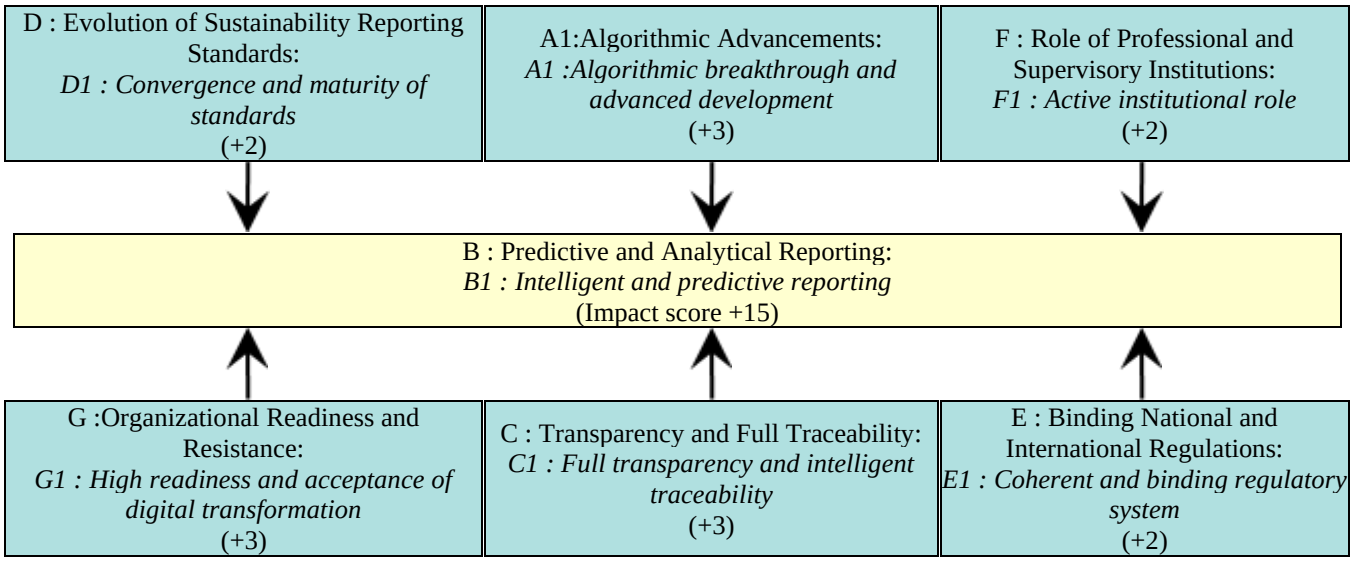
برای توصیفگر «پیشرفت‌های الگوریتمی» وضعیت «جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته» به عنوان حالت مطلوب و سازگار در سناریو انتخاب شده است. تحلیل تأثیرات متقابل نشان می‌دهد که این وضعیت توسط مجموعه‌ای از عناصر کلیدی سناریو به‌طور قوی پشتیبانی می‌شود. گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه، شفافیت کامل و ردیابی هوشمند، آمادگی بالا برای تحول دیجیتال، همگرایی و بلوغ استانداردها، نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای و وجود نظام مقرراتی الزام‌آور همگی در جهت تقویت این فرضیه عمل می‌کنند و به آن وزنی مثبت و معنی‌دار می‌بخشند. مجموع امتیاز تأثیرات برابر با +۱۵ است که بیانگر غلبه روشن استدلال‌های حمایتی و نبود هرگونه تضاد با سایر عناصر سناریو است. این هم‌افزایی گسترده نشان می‌دهد که تحقق جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته، نه‌تنها از منظر فناوری بلکه از منظر نهادی، مقرراتی و سازمانی نیز کاملاً امکان‌پذیر و سازگار با ساختار کلی سناریو است.



عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی A1، یعنی پیشرفت‌های الگوریتمی با محوریت جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته.» (Impact score: نمره تاثیر)

- **پیش‌بینی‌گری و تحلیلی‌شدن گزارش‌ها**

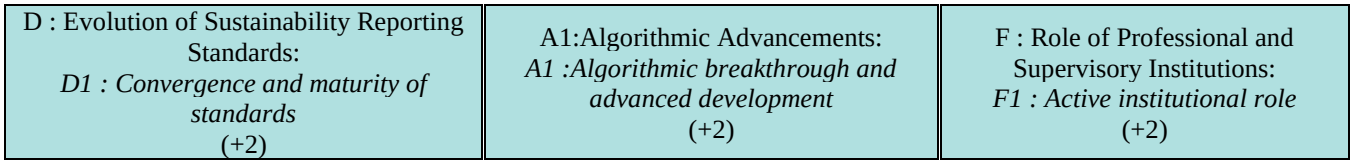
تحلیل توصیفگر «پیش‌بینی‌گری و تحلیلی‌شدن گزارش‌ها» نشان می‌دهد که وضعیت انتخاب‌شده یعنی :B1» گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه» از قوی‌ترین سطح سازگاری در میان گزینه‌های ممکن برخوردار است. این فرضیه توسط مجموعه‌ای از پیشران‌های کلیدی سناریو، به‌ویژه :A1» جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته»، به طور معناداری تقویت می‌شود که وزن تأثیر آن برابر با ۳ است و نقش بنیادی در امکان‌پذیر شدن گزارشگری هوشمند ایفا می‌کند. علاوه بر این، :C1»شفافیت کامل و ردیابی هوشمند» و :G1» آمادگی بالا و پذیرش تحول دیجیتال» هر دو با وزن +۳ هم‌راستا با این فرضیه عمل می‌کنند و محیطی داده‌محور و فناورانه را فراهم می‌سازند که لازمه تحقق گزارشگری پیش‌بینانه است. همچنین عواملی همچون :D1» همگرایی و بلوغ استانداردها»، :E1»نظام مقرراتی الزام‌آور و منسجم» و :F1» نقش‌آفرینی فعال نهادی» هر یک با وزن‌های مثبت (به‌ترتیب ۲، ۲ و ۲) چارچوب نهادی، مقرراتی و حرفه‌ای لازم برای استقرار این نوع گزارشگری را تقویت می‌کنند. هیچ‌یک از عناصر سناریو با این فرضیه در تضاد نیستند و مجموع امتیاز تأثیرات مثبت آن به +۱۵ می‌رسد؛ موضوعی که نشان‌دهنده برتری قاطع و استحکام مفروضات زیربنایی این وضعیت نسبت به سایر گزینه‌ها است. بر این اساس، فرضیه :B1» گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه» از توازن قوی شواهد حمایتی برخوردار بوده و کاملاً سازگار با منطق کلی سناریوی ترسیم‌شده ارزیابی می‌شود.

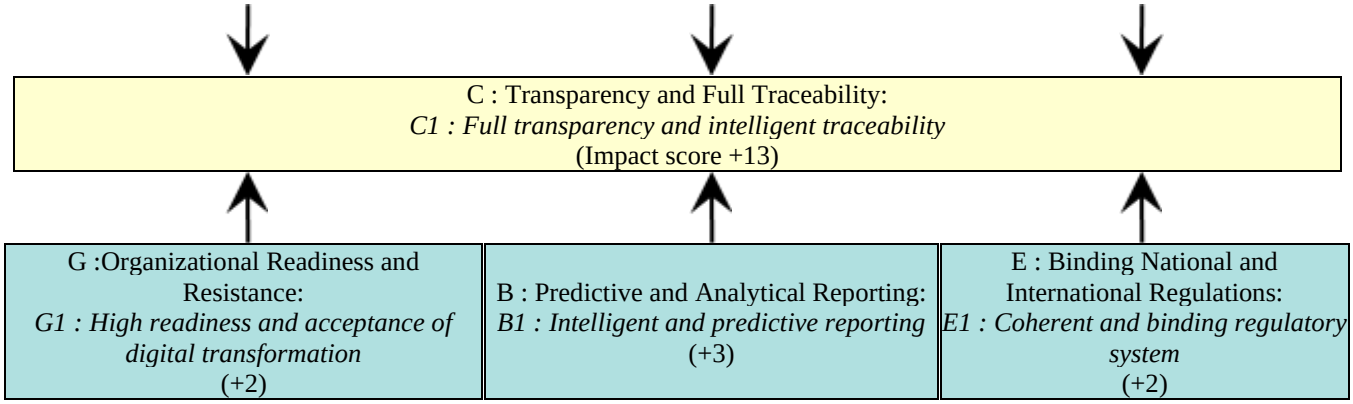


عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی B1، یعنی پیش‌بینی‌گری و تحلیلی‌شدن گزارش‌ها با محوریت گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه» (Impact score: نمره تاثیر)

- **شفافیت و قابلیت ردیابی کامل**

در ارتباط با توصیفگر «C: شفافیت و قابلیت ردیابی کامل»، وضعیت «C1: شفافیت کامل و ردیابی هوشمند» به‌عنوان فرضیه نهایی سناریو انتخاب شده است. نتایج تحلیل تأثیرات متقابل نشان می‌دهد که این فرضیه از پشتوانه قوی سایر عناصر سناریو برخوردار است. جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته (A1)، گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه (B1)، همگرایی و بلوغ استانداردهای گزارشگری پایداری (D1)، نظام مقرراتی الزام‌آور و منسجم (E1)، نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای و ناظر (F1)، و همچنین آمادگی بالای سازمان‌ها برای پذیرش تحول دیجیتال (G1)، همگی با وزن‌های مثبت و قابل توجه در جهت تقویت تحقق شفافیت کامل و ردیابی هوشمند عمل می‌کنند. تحلیل‌ها نشان می‌دهد هیچ‌یک از عناصر سناریو با این فرضیه در تعارض نیست و مجموع تأثیرات وارد بر آن به امتیاز مثبت ۱۳ می‌رسد. بنابراین، مجموعه شواهد موجود بیانگر آن است که فرضیه C1 از سازگاری درونی بالا برخوردار بوده و تحقق آن در ساختار کلی سناریو از پشتوانه منطقی و سیستماتیک کافی برخوردار است.

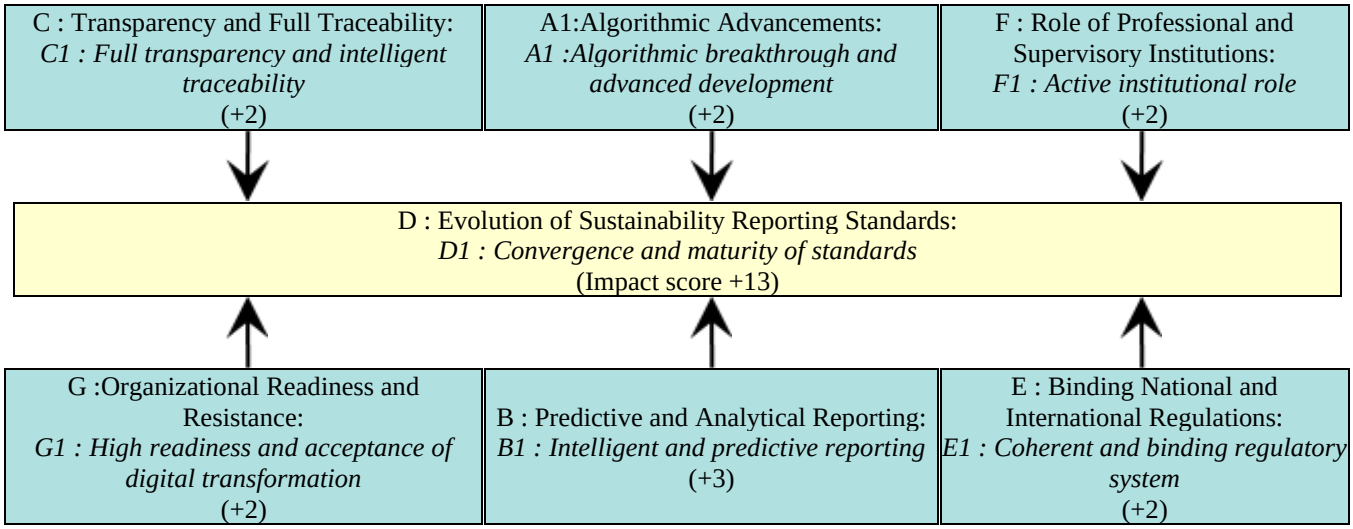




عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی C1، یعنی شفافیت و قابلیت ردیابی کامل با محوریت شفافیت کامل و ردیابی هوشمند» (Impact score: نمره تاثیر)

- **تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری**

در ارتباط با توصیفگر «D: تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری»، وضعیت «D1: همگرایی و بلوغ استانداردها» به‌عنوان فرضیه منتخب در سناریو تعیین شده است. بر اساس نتایج تحلیل تأثیرات متقابل، این فرضیه از مجموعه‌ای از عناصر کلیدی سناریو پشتیبانی می‌کند. جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته (A1)، گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه (B1)، شفافیت کامل و ردیابی هوشمند (C1)، نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور (E1)، نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای و ناظر (F1)، و آمادگی بالای سازمان‌ها برای پذیرش تحول دیجیتال (G1)، هر یک با وزن‌های مثبت و معنادار در راستای تقویت امکان همگرایی و بلوغ استانداردها عمل می‌کنند. بررسی‌ها نشان می‌دهد هیچ‌یک از سایر عناصر سناریو با این فرضیه در تضاد نیست و مجموع تأثیرات وارد بر آن به عدد مثبت ۱۳ می‌رسد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه D1 از سازگاری درونی قابل توجهی برخوردار است و تحقق آن در چارچوب کلان سناریو از پشتوانه منطقی و شواهد کافی برخوردار می‌باشد.

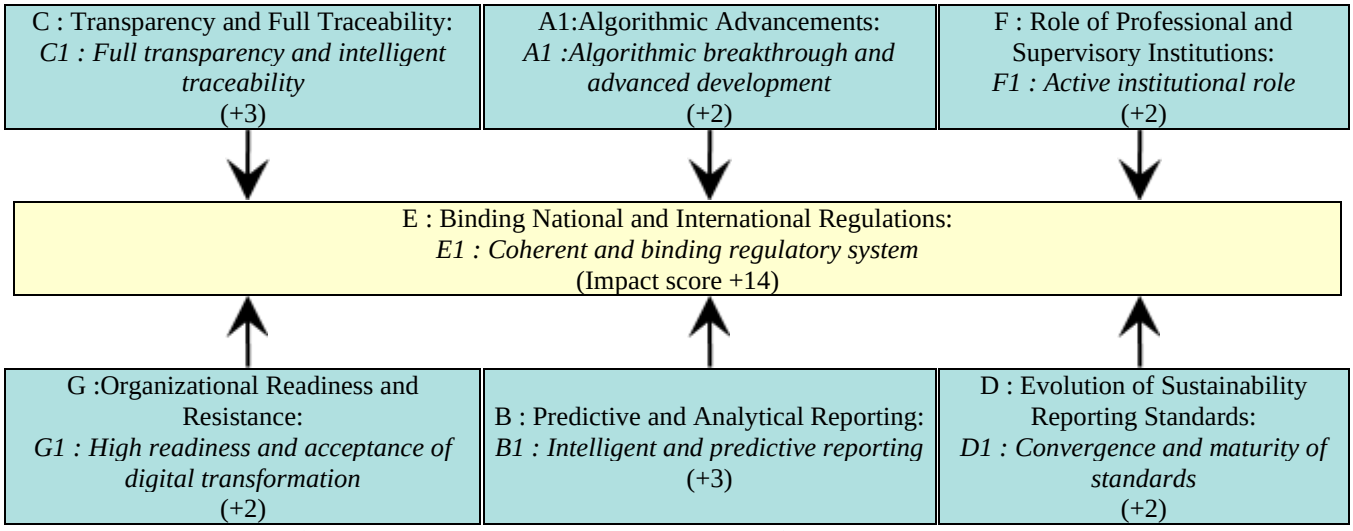


عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی D1، یعنی تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری با محوریت همگرایی و بلوغ استانداردها» (Impact score:

نمره تاثیر)

- **مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی**

در خصوص توصیفگر «E: مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی»، وضعیت «E1: نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور» به‌عنوان فرضیه منتخب سناریو تعیین شده است. بر اساس تحلیل تأثیرات متقابل، این فرضیه از سوی مجموعه‌ای از عوامل کلیدی سناریو مورد حمایت قرار می‌گیرد. جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته (A1)، گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه (B1)، شفافیت کامل و ردیابی هوشمند (C1)، همگرایی و بلوغ استانداردهای گزارشگری پایداری (D1)، نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای و ناظر (F1)، و آمادگی بالای سازمان‌ها برای پذیرش تحول دیجیتال (G1)، هر یک با وزن‌های مثبت و اثرگذار در جهت شکل‌گیری یک نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور عمل می‌کنند. همچنین، هیچ‌یک از سایر عناصر سناریو با این فرضیه در تعارض قرار ندارد. مجموع وزن تأثیرات واردشده به مقدار مثبت ۱۴ می‌رسد که نشان می‌دهد این فرضیه از بالاترین سطح پشتیبانی سیستمی برخوردار است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه E1 دارای سازگاری درونی قوی بوده و تحقق آن از پشتوانه منطقی و شواهد تجربی کافی برخوردار است.

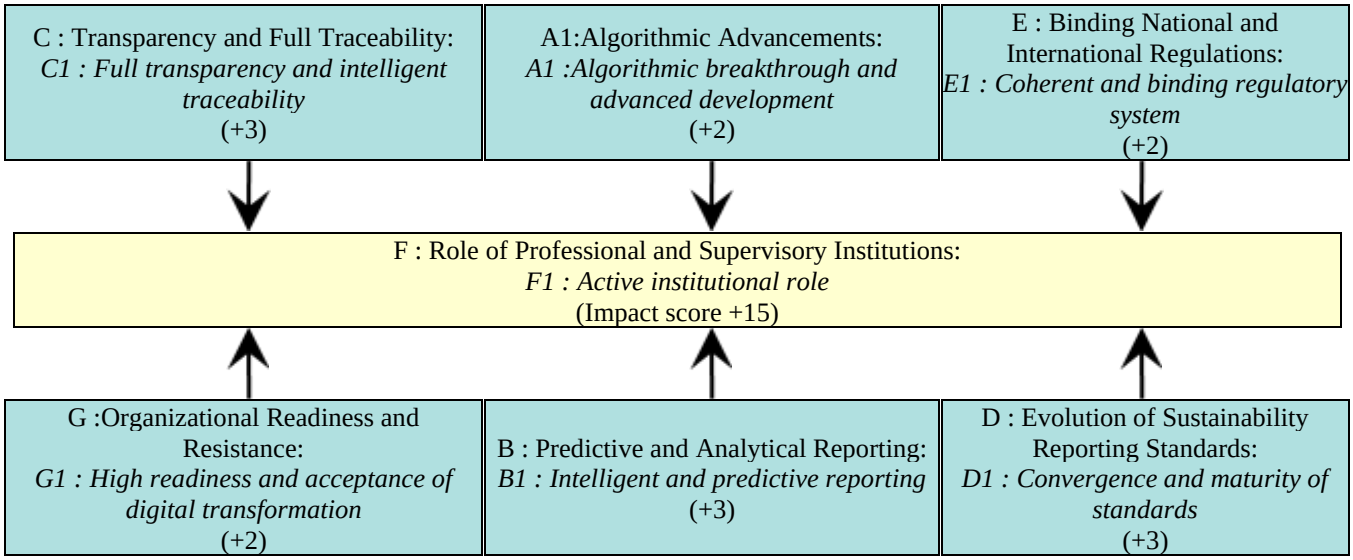


عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی F1، یعنی مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی با محوریت نظام مقرراتی الزام‌آور و منسجم» (Impact score:

نمره تاثیر)

- **نقش نهادهای ناظر و حرفه‌ای**

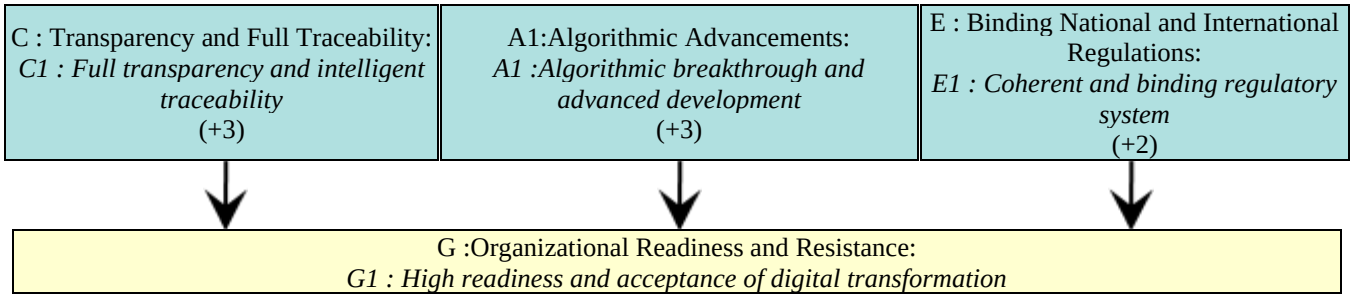
در ارتباط با توصیفگر «F: نقش نهادهای حرفه‌ای و ناظر»، فرضیه «F1: نقش‌آفرینی فعال نهادی» به‌عنوان گزینه منتخب سناریو تعیین شده است. این فرضیه توسط مجموعه‌ای از عناصر کلیدی سناریو به‌طور معناداری تقویت می‌شود. جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته فناوری‌ها (A1، وزن ۲)، گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه (B1، وزن ۳)، شفافیت کامل و ردیابی هوشمند (C1، وزن ۳) و همگرایی و بلوغ استانداردهای گزارشگری پایداری (D1، وزن ۳) همگی ضرورت نقش مؤثر نهادهای حرفه‌ای در هدایت، استانداردسازی و نظارت را برجسته می‌سازند. افزون بر این، وجود یک نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور در سطوح ملی و بین‌المللی (E1، وزن ۲) و همچنین آمادگی بالای سازمان‌ها برای پذیرش تحول دیجیتال (G1، وزن ۲)، محیطی مساعد را برای ایفای نقش فعال و سازنده نهادهای حرفه‌ای فراهم می‌کند. شایان ذکر است که هیچ‌یک از سایر عناصر سناریو با این فرضیه در تعارض نیستند. مجموع امتیاز تأثیر مثبت +۱۵ نشان می‌دهد که استدلال‌های موافق با این فرضیه غالب بوده و «نقش‌آفرینی فعال نهادی» به‌عنوان یکی از سازگارترین و معتبرترین مفروضات در چارچوب سناریو تأیید می‌شود.

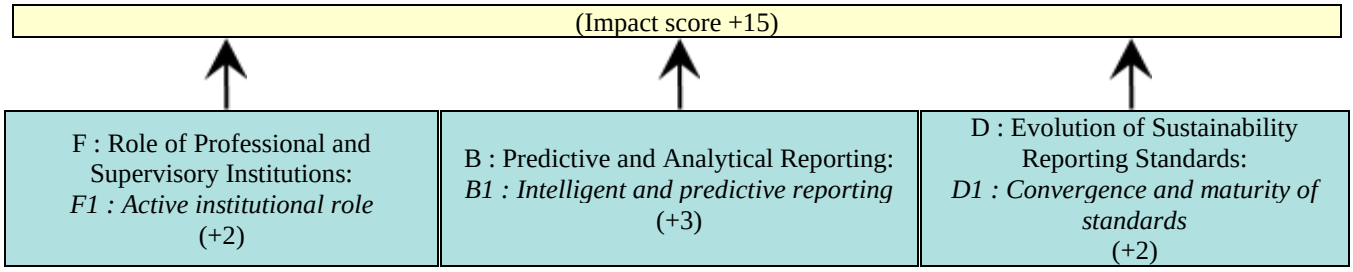


عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی F1، یعنی نقش نهادهای ناظر و حرفه‌ای با محوریت نقش‌آفرینی فعال نهادی» (Impact score: نمره تاثیر)

- **آمادگی و مقاومت درون‌سازمانی**

در ارتباط با توصیفگر «G: آمادگی و مقاومت سازمانی»، فرضیه «G1: آمادگی بالا و پذیرش تحول دیجیتال» به‌عنوان گزینه منتخب سناریو تعیین شده است. تحلیل عناصر سناریویی نشان می‌دهد که این فرضیه از پشتوانه قوی مجموعه‌ای از پیشران‌های کلیدی برخوردار است. جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته فناوری‌ها (A1، وزن ۳)، گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه (B1، وزن ۳)، شفافیت کامل و ردیابی هوشمند (C1، وزن ۳) و همگرایی و بلوغ استانداردهای گزارشگری پایداری (D1، وزن ۲) همگی نیاز به آمادگی و پذیرش تحول دیجیتال در سطح سازمانی را تقویت می‌کنند. همچنین، شکل‌گیری یک نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور در سطوح ملی و بین‌المللی (E1، وزن ۲) و نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای و ناظر (F1، وزن ۲)، محیطی را فراهم می‌سازند که در آن سازمان‌ها انگیزه و توان بیشتری برای مشارکت در تحول دیجیتال خواهند داشت. افزون بر این، هیچ‌یک از سایر عناصر سناریو با این فرضیه در تعارض قرار ندارند. از مجموع امتیاز تأثیر مثبت +۱۵ می‌توان نتیجه گرفت که استدلال‌های موافق با این فرضیه کاملاً غالب بوده و «آمادگی بالای سازمانی برای تحول دیجیتال» به‌عنوان یکی از مفروضات معتبر و سازگار در ساختار سناریو تأیید می‌شود.





عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی G1، یعنی آمادگی و مقاومت درون‌سازمانی با محوریت آمادگی بالا و پذیرش تحول دیجیتال» (Impact score: نمره تاثیر)

- **ثبات صحت فرضیات سناریوی اول با حداکثرسازگاری**

بررسی استحکام فرضیات سناریو نشان می‌دهد که میزان پایداری هر فرضیه از طریق شاخص «سازگاری» سنجیده می‌شود؛ شاخصی که از تفاوت میان امتیاز تأثیر فرضیه منتخب و بهترین فرضیه جایگزین محاسبه می‌گردد. بر اساس نتایج جدول، سه توصیفگر «گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه» (B1)، «نقش‌آفرینی فعال نهادی» (F1) و «آمادگی بالای سازمانی برای پذیرش تحول دیجیتال» (G1) با مقدار سازگاری ۹، از بیشترین سطح استحکام در میان فرضیات سناریو برخوردارند. در رتبه‌های بعدی، «نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور» (E1) با مقدار ۸، و «شفافیت کامل و ردیابی هوشمند» (C1) و «همگرایی و بلوغ استانداردها» (D1) هر یک با مقدار ۷ قرار می‌گیرند. کمترین مقدار سازگاری به «جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته» (A1) با مقدار ۶ اختصاص دارد؛ با این حال، این مقدار نیز بیانگر حمایت قابل‌قبول از این فرضیه است. در مجموع، نتایج نشان می‌دهد که تمامی فرضیات سناریو از انطباق و پشتیبانی متقابل بالایی برخوردار بوده و سناریوی نهایی از انسجام درونی مطلوبی برخوردار است. نتایج این تحلیل در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱. رتبه‌بندی پایداری توصیف‌گرهای سناریو قوی ۱«جهش هوشمندانه به اکوسیستم یکپارچهٔ گزارشگری پایداری»

توصیفگر	فرضیه منتخب	امتیاز
گزارشگری پیش‌بینانه و تحلیلی	گزارشگری هوشمند و پیش‌بینانه (B۱)	۹
نقش نهادهای حرفه‌ای و ناظر	نقش‌آفرینی فعال نهادی (F۱)	۹
آمادگی و مقاومت سازمانی	آمادگی بالا و پذیرش تحول دیجیتال (G۱)	۹
مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی	نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور (E۱)	۸
شفافیت و ردیابی کامل	شفافیت کامل و ردیابی هوشمند (C۱)	۷
تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری	همگرایی و بلوغ استانداردها (D۱)	۷
پیشرفت‌های الگوریتمی	جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته (A۱)	۶

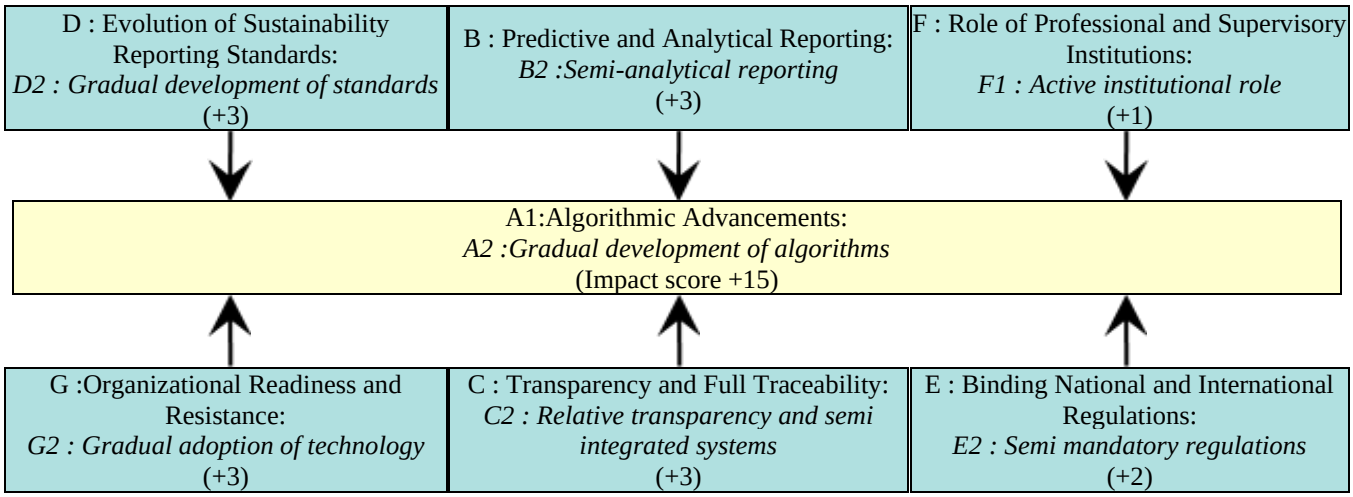
سناریوی قوی دوم (گذار محتاطانه به عصر گزارشگری داده‌محور)

سناریوی دوم آینده‌ای را توصیف می‌کند که در آن تحول نظام گزارشگری پایداری با رویکردی تدریجی و کنترل‌شده پیش می‌رود. در این مسیر، پیشرفت‌های الگوریتمی در سطحی میانه و مبتنی بر توسعه تدریجی قرار دارد؛ بنابراین گزارشگری تنها تا حدی تحلیلی شده و هنوز به مرحله پیش‌بینی‌گری هوشمند نمی‌رسد. شفافیت داده‌ها نیز نسبی است و سامانه‌های اطلاعاتی تنها بخشی از قابلیت‌های ردیابی و یکپارچگی را فراهم می‌کنند. استانداردهای گزارشگری پایداری روند بلوغ آرام و تدریجی را طی کرده و چارچوب‌های مقرراتی ملی و بین‌المللی ماهیتی نیمه‌الزامی دارند، به‌گونه‌ای که فشار نظارتی برای تحول سریع محدود است. با وجود این، نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای و ناظر به‌عنوان یک نیروی تقویت‌کننده، مسیر گذار را هدایت کرده و از ایجاد گسست یا واگرایی جلوگیری می‌کند. در سطح سازمانی نیز پذیرش فناوری با سرعتی محتاطانه رخ می‌دهد و برخی

مقاومت‌های درونی همچنان پابرجاست. این سناریو که با امتیاز مجموع تأثیرات ۸۳ و مقدار سازگاری صفر شناسایی شده است، تصویری از آینده‌ای متعادل ارائه می‌دهد که در آن حرکت به سمت گزارشگری داده‌محور در جریان است، اما تحت محدودیت‌های ساختاری، ظرفیت‌های سازمانی و ماهیت تدریجی تحول فناورانه شکل می‌گیرد.

- **پیشرفت‌های الگوریتمی**

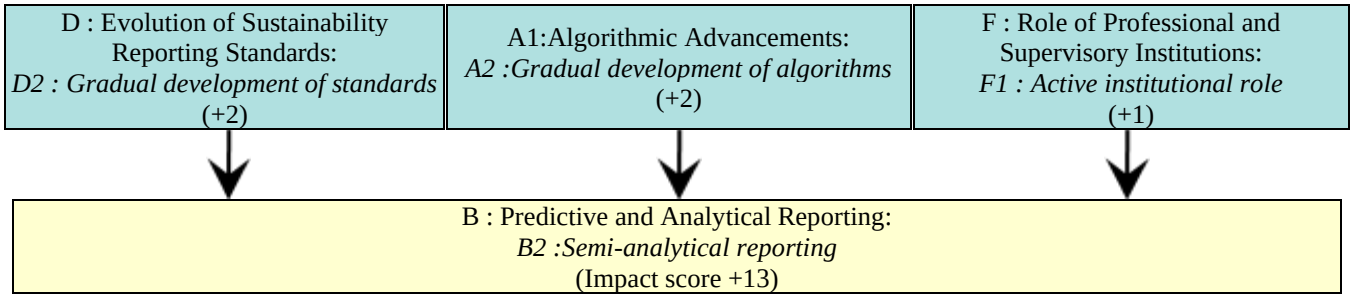
در سناریوی گذار محتاطانه، فرض «توسعه تدریجی الگوریتم‌ها» با مجموعه‌ای از عناصر تقویت‌کننده پشتیبانی می‌شود که همگی ماهیت تدریجی، میانه‌رو و غیرجهشی نظام گزارشگری را تأیید می‌کنند. گزارشگری نیمه‌تحلیلی، شفافیت نسبی داده‌ها، استانداردهای در حال تکامل، مقررات نیمه‌الزامی و پذیرش مرحله‌ای فناوری در سطح سازمانی، همگی با وزن‌های بالا از این فرض پشتیبانی کرده و نشان می‌دهند که زیرساخت‌های کلیدی لازم برای جهش الگوریتمی هنوز فراهم نیست. نقش‌آفرینی فعال نهادهای حرفه‌ای نیز اگرچه تقویت‌کننده است، اما وزن آن نسبت به سایر پیشران‌ها محدود بوده و جهت‌گیری کلی سیستم را تغییر نمی‌دهد. مجموع امتیاز تأثیر +۱۵ بیانگر آن است که این فرض با ساختار کلی سناریو کاملاً سازگار بوده و هیچ عنصر مخالفی وجود ندارد؛ بنابراین «توسعه تدریجی الگوریتم‌ها» منطقی‌ترین و پایدارترین وضعیت برای این سناریو به شمار می‌آید.

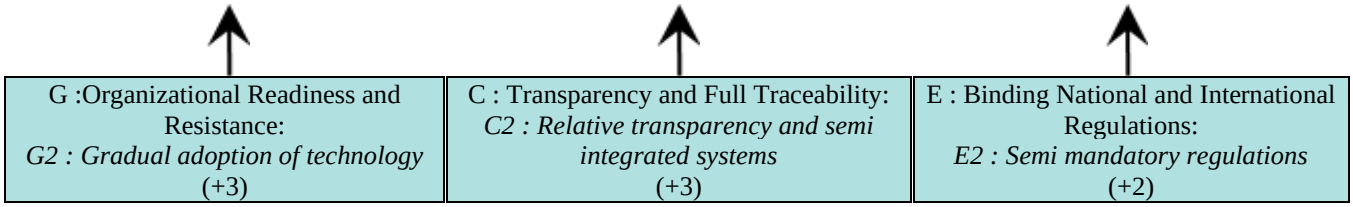


عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی A، یعنی پیشرفت‌های الگوریتمی با محوریت جهش الگوریتمی و توسعه تدریجی الگوریتم‌ها.» (Impact score: نمره تاثیر)

- **پیش‌بینی‌گری و تحلیلی‌شدن گزارش‌ها**

در سناریوی گذار محتاطانه، فرض «گزارشگری نیمه‌تحلیلی» با مجموعه‌ای از پیشران‌های هم‌راستا پشتیبانی می‌شود که همگی ماهیت تدریجی و غیرجهشی تحول دیجیتال را تقویت می‌کنند. توسعه آهستهٔ الگوریتم‌ها، شفافیت نسبی و وجود سامانه‌های نیمه‌یکپارچه، استانداردهای در حال تکامل و مقررات نیمه‌الزامی، همگی نشان می‌دهند که زیرساخت‌های فناورانه و نهادی هنوز برای تولید گزارش‌های کاملاً تحلیلی یا پیش‌بینی‌گر فراهم نیست. نقش فعال نهادهای حرفه‌ای نیز گرچه تقویت‌کننده است، اما به تنهایی موجب تغییر ماهیت تدریجی این فرایند نمی‌شود. پذیرش مرحله‌ای فناوری در سطح سازمانی نیز این وضعیت را تثبیت می‌کند. با توجه به امتیاز تأثیر +۱۳ و نبود هیچ عنصر متناقض، این فرض کاملاً با ساختار کلی سناریو سازگار بوده و نشان‌دهندهٔ غلبهٔ دیدگاه‌هایی است که «گزارشگری نیمه‌تحلیلی» را مناسب‌ترین و واقع‌بینانه‌ترین وضعیت در این مسیر تحول تدریجی می‌دانند..

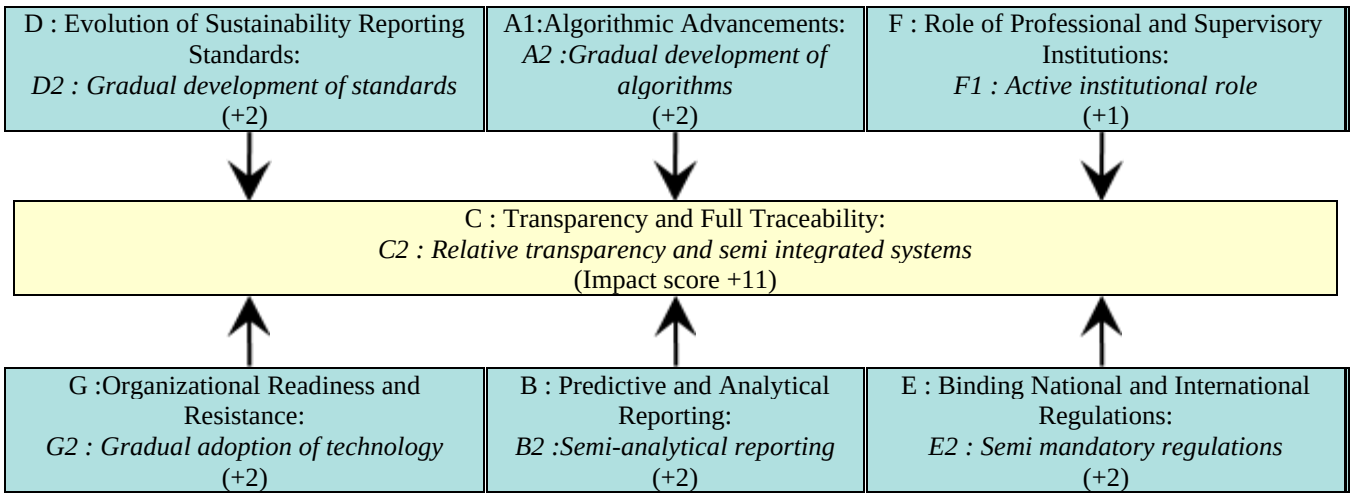




عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی B2، یعنی پیش‌بینی‌گری و تحلیلی‌شدن گزارش‌ها با محوریت گزارشگری نیمه‌تحلیلی» (Impact score: نمره تاثیر)

- **شفافیت و قابلیت ردیابی کامل**

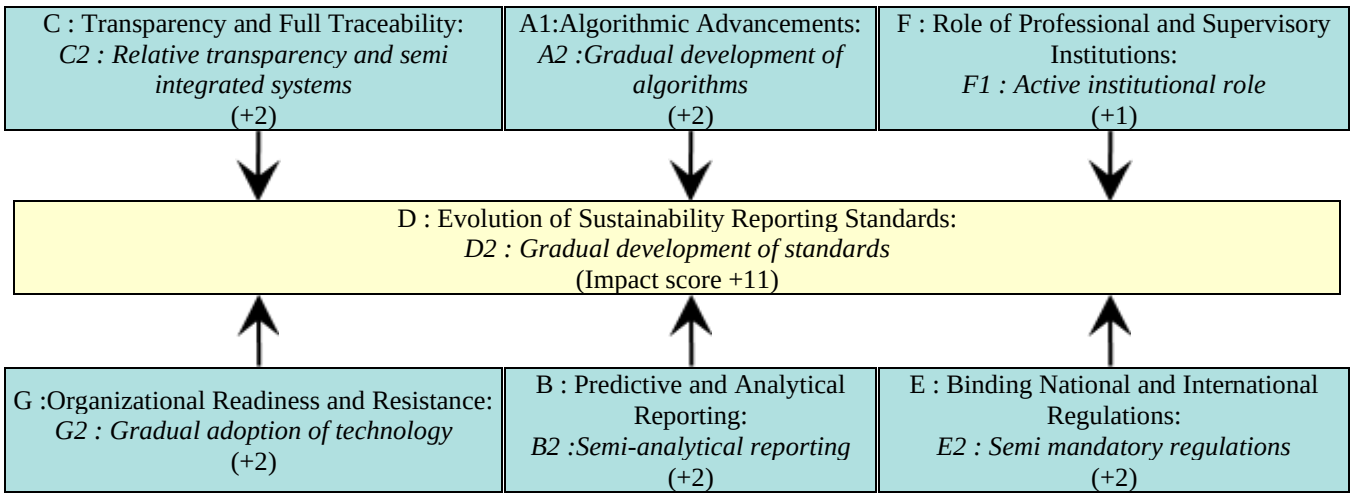
در سناریو گذار محتاطانه، فرض «شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه» به‌عنوان واقع‌بینانه‌ترین وضعیت برای پیشران شفافیت و قابلیت ردیابی انتخاب شده است. این فرض با مجموعه‌ای از عناصر کلیدی سناریو پشتیبانی می‌شود که همگی بر وجود یک مسیر تحول تدریجی و محدودیت‌های ساختاری در رسیدن به شفافیت کامل دلالت دارند. توسعه آهستهٔ الگوریتم‌ها، گزارشگری نیمه‌تحلیلی و استانداردهای در حال تکامل نشان می‌دهند که زیرساخت‌های فناورانه و مقرراتی هنوز به سطحی نرسیده‌اند که شفافیت کامل داده‌ها را تضمین کنند. مقررات نیمه‌الزامی نیز حاکی از فشار نظارتی محدود برای شکل‌گیری سامانه‌های کاملاً یکپارچه است. نقش فعال نهادهای حرفه‌ای اگرچه نقش تقویتی دارد، اما توان ایجاد جهش بزرگ در شفافیت را ندارد. پذیرش تدریجی فناوری در سطح سازمان‌ها نیز این وضعیت را تثبیت می‌کند. با توجه به امتیاز تأثیر +۱۱ و نبود هیچ عنصر متناقض، فرض «شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه» با ساختار کلی سناریو کاملاً سازگار بوده و متغیر شفافیت را در چارچوب یک مسیر تحول متوسط و غیرجهشی قرار می‌دهد.



عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی C2، یعنی شفافیت و قابلیت ردیابی کامل با محوریت شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه» (Impact score: نمره تاثیر)

- **تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری**

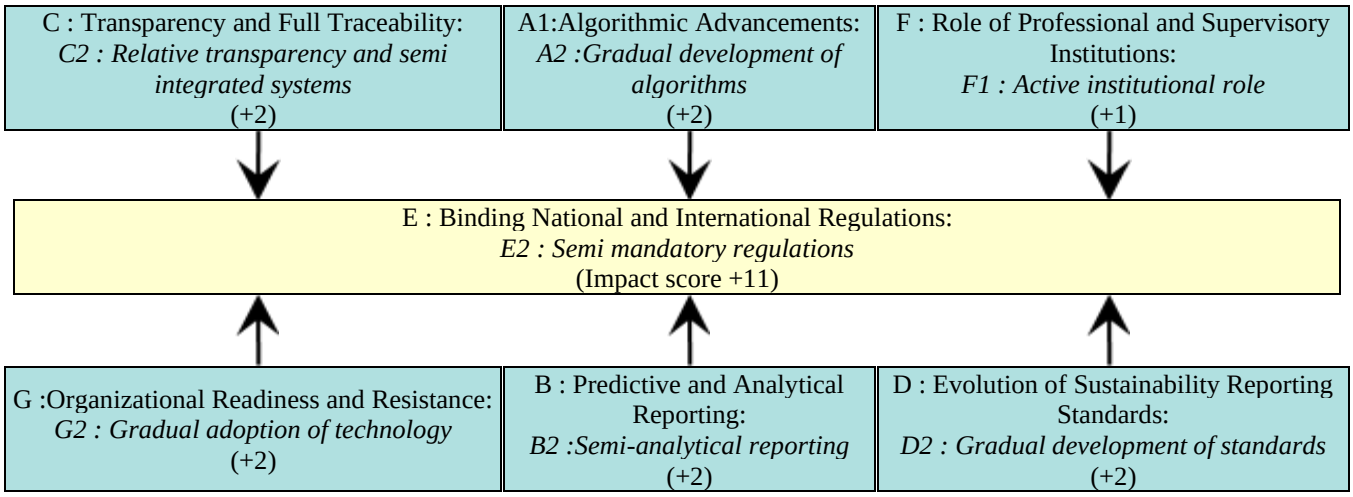
در این سناریو، فرض «توسعه تدریجی استانداردهای گزارشگری پایداری» به‌عنوان مناسب‌ترین و سازگارترین گزینه انتخاب شده است. الگوی حاکم بر سایر عناصر سناریو نشان می‌دهد که تحول در اکوسیستم گزارشگری پایداری نه جهشی و انقلابی، بلکه تدریجی، مرحله‌به‌مرحله و متأثر از محدودیت‌های فنی، نهادی و مقرراتی است. توسعه آهستهٔ الگوریتم‌ها، گزارشگری نیمه‌تحلیلی، و شفافیت نسبی مبتنی بر سامانه‌های نیمه‌یکپارچه، همگی حکایت از آن دارند که بنیان‌های داده‌ای و فناوری هنوز به بلوغ لازم برای ایجاد استانداردهای پیشرفته و یکپارچه نرسیده‌اند. مقررات نیمه‌الزامی نیز نشان می‌دهد فشار نظارتی برای همگرایی سریع استانداردها محدود است. نقش فعال نهادهای حرفه‌ای اگرچه عامل تقویتی است، اما به دلیل ماهیت مرحله‌ای تحول، بیشتر به هدایت تدریجی بازار کمک می‌کند تا ایجاد استانداردهای یکپارچه و فراگیر. همچنین، پذیرش مرحله‌ای فناوری در سازمان‌ها به‌وضوح با توسعه تدریجی استانداردها هم‌راستا است. با توجه به امتیاز تأثیر +۱۱ و نبود هیچ اثر متناقض، فرض «D2: توسعه تدریجی استانداردها» کاملاً با ساختار درونی سناریو سازگار بوده و نشان می‌دهد که آینده موردنظر، آینده‌ای با تکامل آهسته اما پایدار در حوزه استانداردهای گزارشگری پایداری است.



عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی D2، یعنی تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری با توسعه تدریجی استانداردها» (Impact score: نمره تاثیر)

- **مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی**

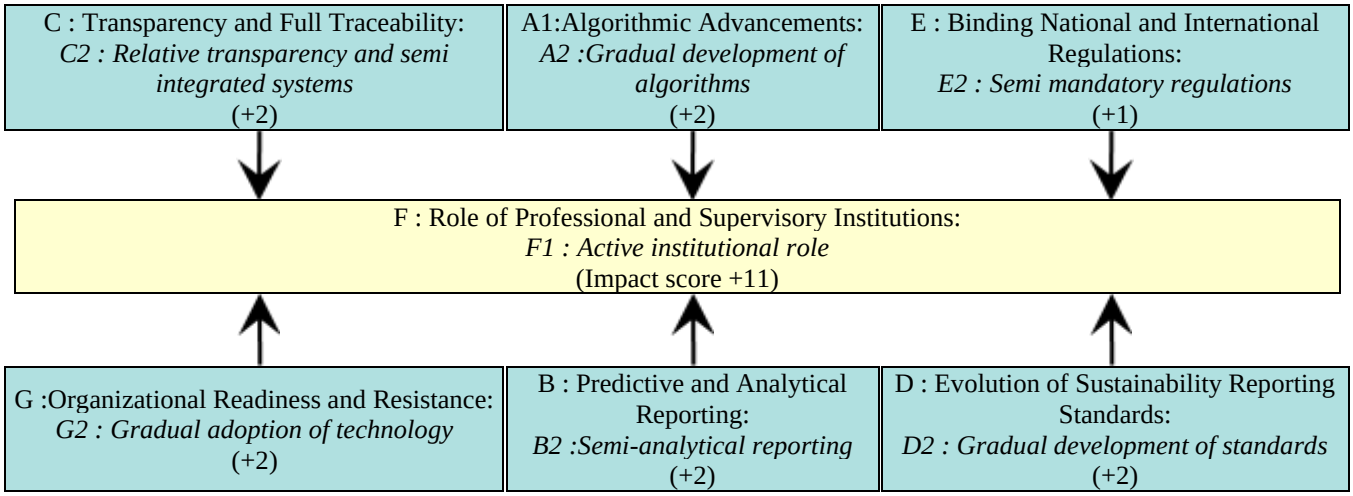
در این سناریو، فرض «مقررات نیمه‌الزامی ملی و بین‌المللی» به‌عنوان واقع‌بینانه‌ترین و سازگارترین وضعیت برای پیشران مقررات انتخاب شده است. الگوی عناصر پشتیبان سناریو نشان می‌دهد که محیط سیاست‌گذاری و مقررات‌گذاری در حوزه گزارشگری پایداری در وضعیتی میانی قرار دارد؛ نه آن‌قدر ضعیف که الزام‌آوری از بین برود و نه آن‌قدر قدرتمند که استانداردها و الزامات سخت‌گیرانه و فوری ایجاد کند. توسعه تدریجی الگوریتم‌ها، گزارشگری نیمه‌تحلیلی، شفافیت نسبی و استانداردهای در حال تکامل، همگی نشان می‌دهند که زیرساخت‌های فناوری و داده هنوز به سطح بلوغی که مقررات کاملاً الزام‌آور را پشتیبانی کند نرسیده‌اند؛ در نتیجه، چارچوب‌های نظارتی نیز به‌صورت مرحله‌ای و نیمه‌اجباری طراحی می‌شوند. نقش فعال نهادهای حرفه‌ای به‌عنوان عامل تقویتی عمل می‌کند، اما ماهیت تدریجی تحول موجب می‌شود اثر آن بیشتر در جهت هدایت و تنظیم نرم باشد تا تدوین مقررات سخت‌گیرانه. از سوی دیگر، آمادگی متوسط سازمان‌ها و پذیرش مرحله‌ای فناوری نیز نشان می‌دهد که محیط کسب‌وکار آمادگی انطباق کامل با رژیم مقرراتی کاملاً الزام‌آور را ندارد. با امتیاز تأثیر +۱۱ و نبود هرگونه عنصر متناقض، فرض «E2: مقررات نیمه‌الزامی» با کلیت ساختار سناریو هم‌افزایی کامل دارد و آینده‌ای را توصیف می‌کند که در آن چارچوب‌های مقرراتی به‌صورت تدریجی سخت‌تر می‌شوند، اما همچنان انعطاف‌پذیری و فضای سازگاری مرحله‌ای حفظ می‌شود..



عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی F2، یعنی مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی با محوریت مقررات نیمه‌الزامی» (Impact score: نمره تاثیر)

- **نقش نهادهای ناظر و حرفه‌ای**

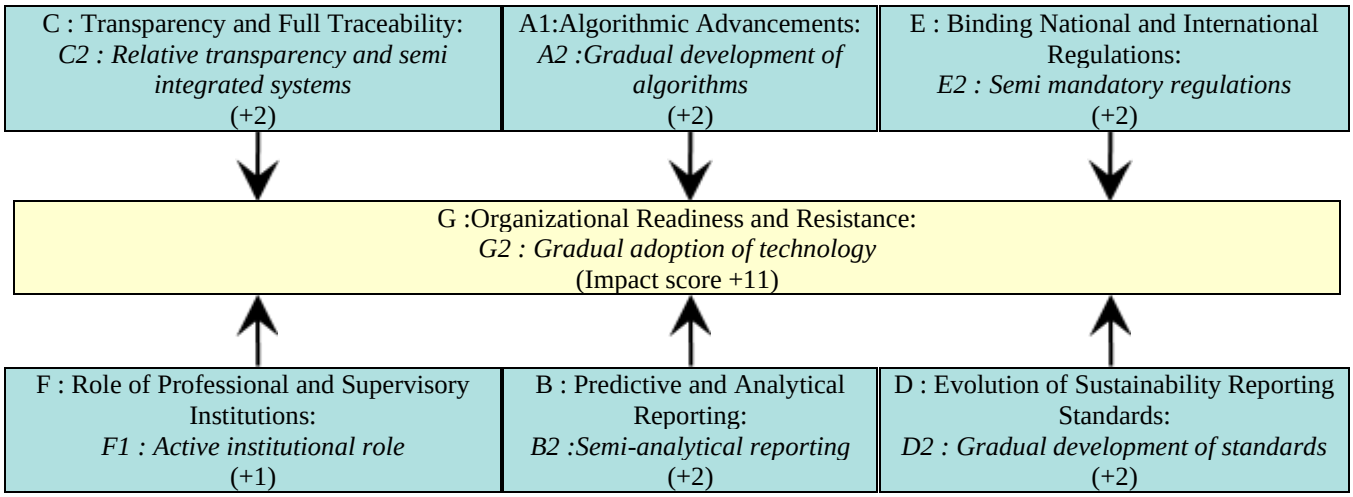
در این سناریو، فرض «نقش فعال نهادهای حرفه‌ای و نظارتی» کاملاً با سایر عناصر همراه سناریو هم‌راستا است و توسط مجموعه‌ای از تحولات تدریجی پشتیبانی می‌شود. توسعه آهستهٔ الگوریتم‌ها، گزارشگری نیمه‌تحلیلی، شفافیت نسبی، استانداردهای در حال تکامل، مقررات نیمه‌الزامی و پذیرش مرحله‌ای فناوری در سازمان‌ها همگی نشان می‌دهند که اکوسیستم گزارشگری پایداری در حال تغییر است، اما نه به‌صورت جهشی. در چنین شرایطی، نقش فعال نهادهای حرفه‌ای بیشتر در قالب هدایت، هماهنگ‌سازی، تدوین تدریجی استانداردها و ارتقای ظرفیت‌ها ظاهر می‌شود، نه تحمیل مقررات سخت‌گیرانه یا ایجاد تحول رادیکال. این نهادها به‌عنوان محرک نرم تغییر، مسیر تحول تدریجی را تثبیت کرده و با امتیاز تأثیر +۱۱، سازگاری کامل این فرض را با ساختار سناریو تأیید می‌کنند.



عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی F1، یعنی نقش نهادهای ناظر و حرفه‌ای با محوریت نقش‌آفرینی فعال نهادی» (Impact score: نمره تاثیر)

- **آمادگی و مقاومت درون‌سازمانی**

در این سناریو، فرض «پذیرش تدریجی فناوری در سازمان‌ها» کاملاً با سایر عناصر همراه سناریو سازگار است و تصویری واقع‌بینانه از تحول سازمانی ارائه می‌دهد. توسعه آهستهٔ الگوریتم‌ها، گزارشگری نیمه‌تحلیلی، شفافیت نسبی، استانداردهای در حال تکامل و مقررات نیمه‌الزامی همگی نشان می‌دهند که محیط فناوری و مقرراتی هنوز به سطح بلوغ کامل نرسیده و سازمان‌ها ناچارند مسیر تحول دیجیتال را به‌صورت مرحله‌ای و محتاطانه طی کنند. نقش فعال نهادهای حرفه‌ای نیز این روند را تقویت می‌کند و باعث می‌شود سازمان‌ها با سرعتی قابل مدیریت، اما پیوسته، به سمت پذیرش ابزارهای جدید حرکت کنند. نبود هرگونه عنصر متناقض و امتیاز تأثیر +۱۱ تأیید می‌کند که فرض «G2» به‌خوبی با ساختار سناریو هم‌افزایی دارد و آینده‌ای را ترسیم می‌کند که در آن سازمان‌ها نه مقاوم و ایستا هستند و نه پذیرندگان سریع، بلکه با روندی تدریجی، سازگار و قابل پیش‌بینی فناوری‌های نو را در اکوسیستم گزارشگری پایداری به‌کار می‌گیرند.



عوامل اثرگذار بر مؤلفه سناریویی G2، یعنی آمادگی و مقاومت درون‌سازمانی با پذیرش تدریجی فناوری» (Impact score: نمره تاثیر)

- **ثبات صحت فرضیات سناریوی دوم با حداکثرسازگاری**

در این سناریو، میزان استحکام مفروضات بر اساس «ارزش سازگاری» نشان می‌دهد که همه مفروضات از سطح یکسانی از پشتیبانی برخوردار نیستند. بیشترین استحکام مربوط به توصیفگر پیشرفت الگوریتمی با مفروض «توسعه تدریجی الگوریتم‌ها» (ارزش سازگاری ۸) است که بیانگر تثبیت این مسیر در سناریو است. پس از آن، گزارشگری نیمه‌تحلیلی در حوزه گزارشگری پیش‌بینانه (۶) و شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه (۴) از پشتیبانی نسبتاً مناسبی برخوردارند. مفروضات مربوط به توسعه تدریجی استانداردهای گزارشگری و مقررات نیمه‌الزامی نیز با ارزش سازگاری ۳ از استحکام متوسط برخوردارند و نشان می‌دهند که مسیرهای جایگزین در این حوزه‌ها هنوز تا حدی محتمل هستند. در مقابل، پذیرش تدریجی فناوری در سازمان‌ها با ارزش سازگاری ۱ از استحکام نسبتاً پایینی برخوردار است و می‌تواند تحت تأثیر تغییرات محیطی قرار گیرد. در نهایت، نقش فعال نهادهای حرفه‌ای و نظارتی با ارزش سازگاری صفر ضعیف‌ترین مفروض سناریو محسوب می‌شود، به این معنا که گزینه‌های جایگزین آن تقریباً همان میزان تأثیر را دارند؛ بنابراین هرگونه تغییر یا مداخله پیش‌بینی‌نشده در عملکرد این نهادها می‌تواند ثبات کلی سناریو را تحت تأثیر قرار دهد. با وجود این، مجموعه مفروضات سناریو به طور کلی از سازگاری درونی بالایی برخوردار است و یک چارچوب منسجم از آینده مورد نظر را ترسیم می‌کند.

جدول ۲. رتبه‌بندی پایداری توصیف‌گرهای سناریو قوی ۲« گذار محتاطانه به عصر گزارشگری داده‌محور »

توصیفگر	فرضیه منتخب	امتیاز
A: پیشرفت الگوریتمی	A۲: توسعه تدریجی الگوریتم‌ها	۸
B: گزارشگری تحلیلی و پیش‌بینانه	B۲: گزارشگری نیمه‌تحلیلی	۶
C: شفافیت و ردیابی کامل	C۲: شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه	۴
D: تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری	D۲: توسعه تدریجی استانداردها	۳
E: مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی	E۲: مقررات نیمه‌الزامی	۳
G: آمادگی و مقاومت سازمانی	G۲: پذیرش تدریجی فناوری	۱
F: نقش نهادهای حرفه‌ای و نظارتی	F۱: نقش فعال نهادی	۰

سناریوی قوی سوم «حرکت کند در مسیر تحول حداقلی»

سناریوی سوم با مقدار سازگاری ۰ و امتیاز مجموع تأثیرات ۸۹، یک سناریوی نسبتاً پایدار اما فاقد شتاب تحول محسوب می‌شود. نام‌گذاری «تحول حداقلی» به‌این دلیل انتخاب شده که تمام توصیفگرهای کلیدی آن در سطح میانه و محافظه‌کارانه قرار دارند. در این سناریو، توسعه الگوریتم‌ها و تحول دیجیتال تنها به‌صورت تدریجی رخ می‌دهد و سامانه‌های گزارشگری به سطح نیمه‌تحلیلی و نیمه‌یکپارچه محدود می‌مانند. استانداردهای گزارشگری پایداری و مقررات نیز در مسیر رشد آهسته و غیرانقلابی قرار دارند و بنابراین چارچوب نهادی از تغییرات سریع پشتیبانی نمی‌کند در حوزه نهادی، «مشارکت محدود نهادهای حرفه‌ای» نشان می‌دهد که بازیگران تنظیم‌گر نقش محرک قوی ندارند و این خود یکی از عوامل کندی تحول است. از سوی دیگر، «پذیرش تدریجی فناوری» در درون سازمان‌ها نشان می‌دهد که مقاومت آشکار وجود ندارد، اما آمادگی کامل نیز دیده نمی‌شود. ترکیب این عوامل یک مسیر تحول کم‌شتاب و حداقلی را می‌سازد؛ مسیری که در آن آینده شکل می‌گیرد، اما نه با سرعت بالا و نه با نوآوری گسترده. به همین دلیل، عنوان «حرکت کند در مسیر تحول حداقلی» دقیق‌ترین توصیف وضعیت این سناریو است.

در این سناریو، عوامل اثرگذار بر وضعیت هر یک از پیشران‌ها و توصیفگرهای آن‌ها نیز قابل تبیین است؛ با این حال، به‌منظور پرهیز از طولانی‌شدن متن، از ارائه تفصیلی آنها صرف‌نظر شده و نتایج مربوطه در پیوست‌ها قابل مشاهده است.

- **ثبات صحت فرضیات سناریوی قوی سوم با حداکثرسازگاری**

مقایسه ارزش‌های سازگاری نشان می‌دهد که مفروضات سناریو از میزان استحکام یکسانی برخوردار نیستند و برخی از آنها در برابر تغییرات محتمل بسیار آسیب‌پذیرتر هستند. بالاترین میزان استحکام مربوط به توصیفگر پیشرفت‌های الگوریتمی است که با ارزش سازگاری ۱۰، نشان‌دهنده اجماع قوی و نبود گزینه جایگزین رقابتی است. این امر بیانگر آن

است که مسیر «توسعه تدریجی الگوریتم‌ها» به شکل غالب در سناریو تثبیت شده و نقش محوری در انسجام کل ساختار دارد. در ادامه، مفروضات مربوط به گزارشگری نیمه‌تحلیلی و شفافیت نسبی با سامانه‌های نیمه‌یکپارچه با مقادیر ۸ و ۶ استحکام قابل توجهی دارند. این سطح از حمایت به معنای آن است که گزارشگری و شفافیت در این سناریو نه در حالت پیشرفته و نه در حالت سنتی، بلکه در یک وضعیت میانه و تکاملی تثبیت شده‌اند. همچنین، مسیرهای توسعه تدریجی استانداردهای پایداری و مقررات نیمه‌الزامی با ارزش سازگاری ۵، از استحکام متوسطی برخوردارند و نشان می‌دهند که امکان انحراف یا مداخله سیاستی در این حوزه‌ها بیشتر از بخش‌های فناورانه است، اما همچنان با ساختار سناریو سازگارند. در سوی مقابل، توصیفگر آمادگی و مقاومت سازمانی با مقدار سازگاری ۳، کمترین میزان حمایت را در میان مفروضات پایدار دارد. این امر بیانگر آن است که پذیرش فناوری در داخل سازمان‌ها هنوز شکننده بوده و احتمال بروز مانع یا مقاومت‌های داخلی وجود دارد. نهایتاً، ضعیف‌ترین مفروض به توصیفگر نقش نهادهای حرفه‌ای و نظارتی اختصاص دارد که با ارزش سازگاری صفر، بیانگر نبود هرگونه تفاوت معنادار میان این مفروض و گزینه‌های جایگزین است. این موضوع نشان می‌دهد که سناریو نسبت به تغییرات در نقش‌آفرینی نهادهای تنظیم‌گر بسیار حساس و آسیب‌پذیر است؛ به‌گونه‌ای که هرگونه مداخله غیرمنتظره یا انفعال/فعالیت خارج از الگو می‌تواند انسجام کلی سناریو را با چالش مواجه کند.

جدول ۳. رتبه‌بندی سازگاری توصیف‌گرهای سناریو قوی ۳«حرکت کند در مسیر تحول حداقلی»

توصیفگر (پیشران)	وضعیت منتخب (فرض)	مقدار سازگاری
A: پیشرفت‌های الگوریتمی	A۲: توسعه تدریجی الگوریتم‌ها	۱۰
B: گزارشگری پیش‌بینانه و تحلیلی	B۲: گزارشگری نیمه‌تحلیلی	۸
C: شفافیت و ردیابی کامل	C۲: شفافیت نسبی و سامانه‌های نیمه‌یکپارچه	۶
D: تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری	D۲: توسعه تدریجی استانداردها	۵
E: مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی	E۲: مقررات نیمه‌الزامی	۵
G: آمادگی و مقاومت سازمانی	G۲: پذیرش تدریجی فناوری	۳
F: نقش نهادهای حرفه‌ای و نظارتی	F۲: مشارکت محدود نهادی	۰

سناریوی قوی چهارم: «تداوم وضعیت سنتی در سایه مقاومت و انفعال نهادی»

سناریوی چهارم، با ارزش سازگاری ۱۸ و امتیاز تأثیر ۹۷، قوی‌ترین و پایدارترین سناریوی ممکن در این مجموعه است. دلیل نام‌گذاری این سناریو آن است که تقریباً تمام توصیفگرهای آن بر تداوم وضعیت موجود و عدم تحول چشمگیر دلالت دارند. در این سناریو، پیشرفت الگوریتم‌ها با رکود یا محدودیت مواجه است و گزارشگری همچنان سنتی باقی می‌ماند. شفافیت داده‌ها به حد محدود کاهش می‌یابد و استانداردهای گزارشگری پایداری نیز یا دچار ایستایی می‌شوند یا مسیرهای واگرا را طی می‌کنند. از نظر مقررات نیز یک فضای پراکنده و کم‌اثر شکل می‌گیرد که توانایی هدایت تحول را ندارد. عامل کلیدی در این سناریو «انفعال نهادی» است؛ یعنی نهادهای ناظر و حرفه‌ای نقش خود را در هدایت، تنظیم‌گری یا حمایت از تحول ایفا نمی‌کنند. این انفعال همراه با «مقاومت سازمانی در برابر تحول دیجیتال» منجر به تثبیت وضعیت سنتی و جلوگیری سیستماتیک از هرگونه حرکت به سمت نوآوری یا دیجیتالی‌سازی می‌شود. از همین رو، ساختار کل سناریو ماهیتی محافظه‌کارانه و ایستا دارد و مسیر آینده در چارچوب همان الگوهای گذشته ادامه پیدا می‌کند. همین ترکیب از مقاومت درونی و انفعال بیرونی، نام‌گذاری «تداوم وضعیت سنتی» را کاملاً موجه می‌سازد.

- **ثبات صحت فرضیات سناریوی قوی چهارم با حداکثرسازگاری**

تحلیل مقادیر «ارزش سازگاری» در این سناریو نشان‌دهنده یک ساختار فوق‌العاده مستحکم و صلب است. مقادیر بسیار بالای سازگاری (بین ۱۸ تا ۲۳) بیانگر این واقعیت است که مفروضات منتخب نه تنها با یکدیگر همخوانی دارند، بلکه گزینه‌های جایگزین آن‌ها در این پیکربندی سناریو عملاً هیچ جایگاهی ندارند. این سناریو مصداق بارز یک وضعیت قفل‌شدگی است که در آن تمامی عوامل برای حفظ وضع موجود و جلوگیری از تحول با یکدیگر هم‌افزایی می‌کنند .قوی‌ترین رکن سناریو، «انفعال نهادی» (با امتیاز ۲۳) و پس از آن «ضعف مقرراتی» و «مقاومت سازمانی» (هر دو با امتیاز ۲۱) هستند. این سه عامل مثلثی را تشکیل داده‌اند که مانع از هرگونه پیشرفت در حوزه‌های فناورانه و استانداردی می‌شود. برخلاف سناریوهای قبلی که در آن‌ها نقش نهادها ضعیف‌ترین حلقه بود، در اینجا انفعال نهادی و ضعف قوانین به عنوان پایدارترین و قطعی‌ترین بخش سناریو ظاهر شده‌اند؛ به این معنا که تا زمانی که نهادهای ناظر منفعل باقی بمانند، تغییر در سایر پیشران‌ها (مانند پیشرفت الگوریتمی یا شفافیت) تقریباً غیرممکن خواهد بود.

در نهایت، هم‌گرایی بالای میان رکود فناورانه (تداوم گزارشگری سنتی و شفافیت محدود) با ایستایی استانداردی، نشان‌دهنده یک سازگاری درونی کامل است. بالا بودن غیرمعمول ارزش سازگاری در تمامی توصیفگرها ثابت می‌کند که این سناریو از نظر تئوریک بسیار پایدار است؛ یعنی اگر سیستم در این مسیر قرار گیرد، به دلیل حمایت متقابل و بسیار قوی مفروضات از یکدیگر، تغییر مسیر آن به سمت تحول دیجیتال بسیار دشوار خواهد بود و نیازمند یک شوک بیرونی بسیار قوی برای شکستن این انفعال و مقاومت سیستمی است .تحلیل سازگاری توصیف‌گرهای سناریوی چهارم: « تداوم وضعیت سنتی در سایه مقاومت و انفعال نهادی » در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۴. رتبه‌بندی سازگاری توصیف‌گرهای سناریو قوی ۴«تداوم وضعیت سنتی در سایه مقاومت و انفعال نهادی»

توصیفگر (پیشران)	وضعیت منتخب (فرض)	مقدار سازگاری
F: نقش نهادهای حرفه‌ای و نظارتی	F۳: انفعال نهادی	۲۳
E: مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی	E۳: ضعف یا پراکندگی مقرراتی	۲۱
G: آمادگی و مقاومت سازمانی	G۳: مقاومت سازمانی در برابر تحول دیجیتال	۲۱
A: پیشرفت‌های الگوریتمی	A۳: رکود یا پیشرفت محدود الگوریتمی	۱۹
D: تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری	D۳: ایستایی یا واگرایی استانداردها	۱۹
B: گزارشگری تحلیلی و پیش‌بینانه	B۳: تداوم گزارشگری سنتی	۱۸
C: شفافیت و ردیابی کامل	C۳: شفافیت محدود داده‌ها	۱۸

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی در ایران تحت تأثیر مجموعه‌ای از پیشران‌های فناورانه، نهادی، مقرراتی و سازمانی قرار دارد و مسیر تحول این حوزه می‌تواند در قالب چند سناریوی متفاوت شکل گیرد. نتایج تحلیل سناریویی نشان داد که پیشران‌هایی نظیر پیشرفت‌های الگوریتمی، گزارشگری پیش‌بینانه و تحلیلی، شفافیت و قابلیت ردیابی داده‌ها، تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری، مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی، نقش نهادهای حرفه‌ای و ناظر و همچنین آمادگی و مقاومت سازمانی، بیشترین نقش را در شکل‌دهی آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی دارند. این یافته نشان می‌دهد که تحول در گزارشگری پایداری صرفاً به توسعه فناوری وابسته نیست، بلکه نیازمند هم‌افزایی میان فناوری، ساختارهای نهادی، سیاست‌گذاری و آمادگی فرهنگی و سازمانی است. در واقع، نتایج پژوهش تأیید می‌کند که گذار به گزارشگری هوشمند، فرآیندی چندبعدی و پیچیده است که تنها در صورت تعامل هماهنگ میان زیرساخت‌های فناورانه و محیط نهادی می‌تواند به موفقیت منجر شود.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر، اهمیت بالای «پیشرفت‌های الگوریتمی» در آینده گزارشگری پایداری بود. در سناریوی مطلوب، جهش الگوریتمی و توسعه پیشرفته فناوری‌های هوش مصنوعی به‌عنوان نیروی محرک اصلی تحول نظام گزارشگری شناسایی شد. این یافته با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است که نشان داده‌اند الگوریتم‌های هوشمند و مدل‌های یادگیری ماشین می‌توانند توان تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی روندها و خودکارسازی فرآیندهای گزارشگری را به‌طور چشمگیری افزایش دهند (Saghafi & Parsapour, 2025; Ziemba et al., 2024). همچنین، پژوهش (Adiguzel et al., 2026) نشان داد که آمادگی سازمان‌ها برای پذیرش هوش مصنوعی تأثیر مستقیمی بر خلق ارزش پایدار و پایداری ناب دارد و این اثر از طریق انعطاف‌پذیری سازمانی تقویت می‌شود. بنابراین، نتایج پژوهش حاضر را می‌توان در چارچوب این دیدگاه تفسیر کرد که توسعه الگوریتم‌های پیشرفته، شرط لازم برای تحقق گزارشگری هوشمند و داده‌محور است. علاوه بر این، یافته‌های (Sharif et al., 2025) نیز نشان داده‌اند که استفاده از هوش مصنوعی در نظام‌های مالی و بانکی می‌تواند پایداری زیست‌محیطی را از طریق بهبود تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری هوشمند ارتقا دهد؛ موضوعی که با نتایج این پژوهش در خصوص نقش فناوری در آینده گزارشگری پایداری هماهنگ است.

نتایج پژوهش همچنین نشان داد که «گزارشگری پیش‌بینانه و تحلیلی» یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تحول آینده محسوب می‌شود. در سناریوی مطلوب، گزارشگری از حالت سنتی و توصیفی خارج شده و به سمت گزارشگری هوشمند، تحلیلی و پیش‌بینانه حرکت می‌کند. این یافته با مطالعات (Saghafi & Parsapour, 2025) همخوانی دارد که نشان دادند هوش مصنوعی مولد می‌تواند کیفیت گزارشگری دیجیتال پایداری را از طریق تحلیل دقیق‌تر داده‌های حسابداری و بهبود سیستم‌های کنترل داخلی سبز افزایش دهد.

همچنین پژوهش‌های (Rashid et al., 2025) و (Spreitzenbarth et al., 2024) نشان داده‌اند که تحلیل کلان‌داده و فناوری‌های هوشمند در مدیریت زنجیره تأمین و تصمیم‌گیری سازمانی می‌توانند به بهبود عملکرد پایدار و افزایش کارایی منجر شوند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که آینده گزارشگری پایداری به سمت مدل‌هایی حرکت خواهد کرد که در آن تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی روندهای ESG بخش جدایی‌ناپذیر فرآیند تصمیم‌گیری خواهد بود.

از دیگر یافته‌های مهم پژوهش حاضر، نقش «شفافیت و قابلیت ردیابی داده‌ها» در شکل‌گیری آینده گزارشگری پایداری بود. نتایج نشان داد که در سناریوی مطلوب، شفافیت کامل و ردیابی هوشمند داده‌ها موجب افزایش قابلیت اتکا، اعتبار و پاسخ‌گویی گزارش‌های پایداری می‌شود. این یافته با مطالعات مرتبط با حکمرانی داده و پایداری دیجیتال همسو است. برای مثال، (Ziemba et al., 2024) تأکید کرده‌اند که تحقق اهداف توسعه پایدار از طریق هوش مصنوعی مستلزم دسترسی به داده‌های شفاف، قابل اعتماد و یکپارچه است. همچنین، (Acatrinei et al., 2025) نشان دادند که هوش مصنوعی در شبکه‌های اجتماعی و بازاریابی دیجیتال می‌تواند رفتارهای پایدار مصرف‌کنندگان را از طریق افزایش شفافیت اطلاعات و تعاملات دیجیتال تقویت کند. بنابراین، شفافیت داده‌ها نه‌تنها یک الزام فنی، بلکه بخشی از اعتمادسازی نهادی و اجتماعی در اکوسیستم گزارشگری هوشمند محسوب می‌شود.

یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان داد که «تکامل استانداردهای گزارشگری پایداری» و «مقررات الزام‌آور ملی و بین‌المللی» نقش تعیین‌کننده‌ای در آینده این حوزه دارند. در سناریوی مطلوب، بلوغ استانداردها و وجود نظام مقرراتی منسجم و الزام‌آور موجب همگرایی رویه‌های گزارشگری و افزایش انسجام اکوسیستم گزارشگری پایداری می‌شود. این نتیجه با دیدگاه پژوهشگران حوزه توسعه پایدار و حکمرانی هوش مصنوعی هماهنگ است که بر ضرورت تدوین چارچوب‌های قانونی و استانداردهای بین‌المللی برای مدیریت پیامدهای هوش مصنوعی تأکید کرده‌اند (Khattri et al., 2025; Ziemba et al., 2024). همچنین، (Trang et al., 2024) نشان دادند که استفاده از هوش مصنوعی در نظام عدالت کیفری بدون وجود چارچوب‌های حقوقی و نظارتی شفاف می‌تواند چالش‌های جدی در زمینه عدالت و پاسخ‌گویی ایجاد کند. این موضوع در حوزه گزارشگری پایداری نیز صادق است؛ زیرا نبود مقررات و استانداردهای شفاف می‌تواند موجب گسترش اطلاعات نادرست، کاهش اعتماد ذی‌نفعان و تداوم شکاف اطلاعاتی شود.

یکی دیگر از نتایج قابل توجه پژوهش، اهمیت «نقش نهادهای حرفه‌ای و ناظر» در هدایت تحول دیجیتال گزارشگری پایداری بود. یافته‌ها نشان داد که در سناریوهای مطلوب‌تر، نهادهای حرفه‌ای و نظارتی نقش فعالی در تنظیم‌گری، استانداردسازی و تسهیل گذار به گزارشگری هوشمند ایفا می‌کنند. این یافته با مطالعات (Yazdani & Hakiminia, 2024) و (Zeraati Foukolaei, 2025) همخوانی دارد که بر اهمیت یادگیری سازمانی، هوش فرهنگی و مدیریت تحول در موفقیت پیاده‌سازی فناوری‌های هوشمند تأکید کرده‌اند. در واقع، نهادهای حرفه‌ای می‌توانند از طریق آموزش، تدوین استانداردها و ایجاد هماهنگی میان ذی‌نفعان، مقاومت در برابر تحول را کاهش داده و بستر لازم برای پذیرش فناوری‌های نوین را فراهم سازند.

نتایج پژوهش همچنین نشان داد که «آمادگی و مقاومت سازمانی» یکی از کلیدی‌ترین عوامل در مسیر تحول گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی است. در سناریوی مطلوب، سازمان‌ها از آمادگی بالا برای پذیرش تحول دیجیتال برخوردار بودند، در حالی که در سناریوهای ضعیف‌تر، مقاومت سازمانی و ضعف زیرساخت‌ها مانع اصلی تحول محسوب می‌شد. این یافته با مطالعات (Adiguzel et al., 2026)، (Yamin et al., 2024) و (Yazdani & Hakiminia, 2024) همسو است که نشان داده‌اند موفقیت پیاده‌سازی هوش مصنوعی به میزان زیادی به انعطاف‌پذیری سازمانی، فرهنگ یادگیری، آمادگی دیجیتال و مهارت‌های انسانی وابسته است. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که حتی در صورت وجود فناوری‌های پیشرفته، نبود آمادگی سازمانی می‌تواند مانع تحقق کامل مزایای گزارشگری هوشمند شود.

در مجموع، سناریوهای استخراج‌شده در این پژوهش نشان می‌دهند که آینده گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند از یک اکوسیستم کاملاً هوشمند و یکپارچه تا تداوم وضعیت سنتی و مقاوم در برابر تحول متغیر باشد. این موضوع بیانگر آن است که مسیر آینده به شدت وابسته به کیفیت سیاست‌گذاری، میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند، سطح هماهنگی نهادی و آمادگی سازمان‌ها برای تحول دیجیتال خواهد بود. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تحقق سناریوی مطلوب نیازمند تعامل هم‌زمان فناوری، مقررات، فرهنگ سازمانی و شفافیت داده‌ها است؛ در غیر این صورت، احتمال شکل‌گیری سناریوهای محافظه‌کارانه و کند وجود خواهد داشت. این یافته با رویکردهای

آینده‌پژوهانه در حوزه فناوری‌های نوظهور همسو است که تأکید می‌کنند آینده نه یک مسیر قطعی، بلکه نتیجه تعامل میان پیشران‌ها، تصمیمات و سیاست‌های کنونی است (Bron, 2025; Khattri et al., 2025).

یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر، محدود بودن جامعه خبرگان به متخصصان و صاحب‌نظران داخلی بود که ممکن است دیدگاه‌های بین‌المللی و تجربیات سایر کشورها به‌طور کامل در تحلیل سناریوها منعکس نشده باشد. همچنین، ماهیت آینده‌پژوهانه پژوهش موجب می‌شود که نتایج آن تحت تأثیر تغییرات سریع فناوری، شرایط اقتصادی و تحولات مقرراتی آینده قرار گیرد. از سوی دیگر، استفاده از تحلیل‌های مبتنی بر قضاوت خبرگان می‌تواند تا حدودی با سوگیری‌های ذهنی همراه باشد. محدودیت در دسترسی به داده‌های واقعی و یکپارچه در حوزه گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی در ایران نیز از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده به بررسی تجربیات کشورهای پیشرو در حوزه گزارشگری پایداری هوشمند پرداخته و الگوهای موفق جهانی را با شرایط بومی ایران مقایسه کنند. همچنین، انجام پژوهش‌های تجربی و کمی درباره تأثیر واقعی هوش مصنوعی بر کیفیت گزارشگری پایداری، شفافیت اطلاعات و تصمیم‌گیری ذی‌نفعان می‌تواند به غنای ادبیات این حوزه کمک کند. بررسی نقش متغیرهایی مانند فرهنگ سازمانی، بلوغ دیجیتال، امنیت داده‌ها و اعتماد کاربران در پذیرش سامانه‌های گزارشگری هوشمند نیز از دیگر مسیرهای مهم پژوهشی آینده است. علاوه بر این، استفاده از مدل‌های پیشرفته شبیه‌سازی و تحلیل کلان‌داده می‌تواند دقت سناریوهای آینده‌پژوهانه را افزایش دهد.

در حوزه کاربردی، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران و نهادهای حرفه‌ای چارچوب‌های مقرراتی منسجم و استانداردهای بومی برای گزارشگری پایداری مبتنی بر هوش مصنوعی تدوین کنند. سازمان‌ها نیز لازم است با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال، آموزش نیروی انسانی و توسعه فرهنگ نوآوری، آمادگی خود را برای تحول هوشمند افزایش دهند. همچنین، ایجاد همکاری میان دانشگاه‌ها، نهادهای حرفه‌ای، شرکت‌های فناوری و سازمان‌های دولتی می‌تواند به توسعه اکوسیستم گزارشگری هوشمند کمک کند. توسعه سامانه‌های شفاف و قابل ردیابی داده‌ها، تقویت امنیت اطلاعات و توجه به ملاحظات اخلاقی و اجتماعی هوش مصنوعی نیز از جمله اقداماتی است که می‌تواند مسیر گذار به گزارشگری پایدار هوشمند را تسهیل نماید.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

References

Acatrinei, C., Apostol, I. G., Barbu, L. N., Chivu, R. G., & Orzan, M. C. (2025). Artificial Intelligence in Digital Marketing: Enhancing Consumer Engagement and Supporting Sustainable Behavior Through Social and Mobile Networks. *Sustainability*, *17*, 6638. https://doi.org/10.3390/su17146638

Adiguzel, Z., Sonmez Cakir, F., & Ozbay, F. (2026). Examination of the effects of artificial intelligence readiness on lean sustainability and value creation with the mediating effect of organizational flexibility in technology-focused companies. *Kybernetes*, *55*(1), 100-127. https://doi.org/10.1108/K-01-2024-0046

Bron, M. (2025). *Green Artificial Intelligence: Towards an Efficient, Sustainable, and Equitable Technology for Smart Cities and the Future* The Seventh International Conference on Artificial Intelligence and Its Future Vision in Electrical, Computer, Mechanical, and Telecommunications Engineering, Mashhad. https://en.civilica.com/doc/2359546/ https://en.civilica.com/doc/2359546/

Hazarkhani, M. (2025). Sustainable Architectural Design Using Artificial Intelligence Models: Revisiting Energy Consumption Patterns in Buildings. https://www.researchgate.net/publication/394460666_trahy_paydar_mmary_ba_astfadh_az_mdlhay_hwsh_msnwy_bazkhwany_algwhay_msrf_anrzhy_dr_bnaha_Sustainable_Architectural_Design_Using_Artificial_Intelligence_Models_Revisiting_Energy_Consumption_Patterns_i

Jamiri, R. (2025). The Impact of Artificial Intelligence on Ethical Decision-Making in Police Operations. *Journal of Sustainable Security Studies*, *15*(3), 65-81. https://civilica.com/doc/2300777/

Khattri, U., Sharma, P., Adarsh, A., & Kour, G. D. (2025). How Can Artificial Intelligence Enable Sustainable Development Goals?: Leveraging Technology for a Sustainable Future. In *Renewable Energy and the Economic Welfare of Society* (pp. 423-450). IGI Global Scientific Publishing. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-7580-8.ch018

Mahadik, S., Gedam, M., & Shah, D. (2025). Environment Sustainability With Smart Grid Sensor. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *7*. https://doi.org/10.3389/frai.2024.1510410

Rashid, A., Baloch, N., Rasheed, R., & Ngah, A. H. (2025). Big data analytics-artificial intelligence and sustainable performance through green supply chain practices in manufacturing firms of a developing country. *Journal of Science and Technology Policy Management*, *16*(1), 42-67. https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2023-0050

Saghafi, A., & Parsapour, M. R. (2025). Investigating the impact of accounting data analysis using generative artificial intelligence on the quality of digital sustainability reporting considering the mediating role of green sustainability internal control systems. *Financial Accounting Knowledge*, *12*(1), 1–31. https://doi.org/10.30479/jfak.2025.21533.3270

Sharif, A., Yong, L., Siddik, A., Du, A., & Vigne, S. (2025). Harnessing artificial intelligence for enhanced environmental sustainability in China's banking sector: a mixed-methods approach. *British Journal of Management*. https://psycnet.apa.org/record/2025-79618-001

Shulajkovska, M., Smerkol, M., Noveski, G., Bohanec, M., & Gams, M. (2024). Artificial Intelligence-Based Decision Support System for Sustainable Urban Mobility. *Electronics*, *13*(18), 3655. https://doi.org/10.3390/electronics13183655

Spreitzenbarth, J. M., Bode, C., & Stuckenschmidt, H. (2024). Artificial intelligence and machine learning in purchasing and supply management: A mixed-methods review of the state-of-the-art in literatu re and practice. *Journal of Purchasing and Supply Management*, *30*(1), 100896. https://doi.org/10.1016/j.pursup.2024.100896

Trang, N. T. T., Linh, N. H., Hoang, N. T. C., Kiet, P. V. T., Loan, L. T. N., & Phuc, N. T. H. (2024). Right to a Fair-Trial When Applying Artificial Intelligence in Criminal Justice - Lessons and Experiences for Vietnam. *Journal of Law and Sustainable Development*, *12*(3), e601. https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i3.601

Yamin, B. M., Almuteri, S. D., Bogari, K. J., & Ashi, A. K. (2024). The Influence of Strategic Human Resource Management and Artificial Intelligence in Determining Supply Chain Agility and Supply Chain Resilience. *Sustainability*, *16*(7), 2688. https://doi.org/10.3390/su16072688

Yazdani, H. R., & Hakiminia, M. (2024). Identifying Challenges and Opportunities for the Implementation of Artificial Intelligence in Human Resource Management: A Meta-Synthesis Approach. *Journal of Sustainable Human Resources*, *6*(10). https://doi.org/10.2478/czoto-2024-0026

Zeraati Foukolaei, P. (2025). The impact of organizational learning on sustainable competitive advantage about the mediating role of cultural intelligence and artificial intelligence adoption. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, *17*(1), 122-130.

Ziemba, E. W., Duong, C. D., Ejdys, J., Gonzalez-Perez, M. A., Kazlauskaite, R., Korzynski, P., Mazurek, G., Paliszkiewicz, J., Stankevičienė, J., & Wach, K. (2024). Leveraging artificial intelligence to meet the sustainable development goals. *Journal of Economics and Management*, *46*(1), 1-76. https://doi.org/10.22367/jem.2024.46.19