



Foresight into Iran's Telecommunication Industry amid Macro-Trends: Identifying Critical Drivers of the Business Ecosystem

1. Peyman Jafari Sabdani

2. Sahar Kousari ♦

3. Ahad Rezayan

- **Article Type:** Research Paper
- **Vol. 35 | No. 2 | Serial 98 | Jun. 2025**
- **Received:** 2026.04.02
- **Revised:** 2026.05.13
- **Accepted:** 2026.06.10
- **Published Online:** 2026.07.26
- **Pages:** 67-94
- **P-ISSN:** 1027-2690
- **E-ISSN:** 2783-4514

Keywords

Next-Generation Telecommunications Services, 5G/6G, Internet of Things (IoT), MICMAC Structural Analysis, Business Model Canvas (BMC).

1. PhD Candidate in Industrial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, peyman.jafari@srbiau.ac.ir
ORCID: 0000-0001-7506-3741
2. ♦ Associate Professor of Futures Studies, National Research Institute for Science Policy (NRISP), Tehran, Iran (Corresponding Author) kosari@nrisp.ac.ir
ORCID: 0000-0003-3226-7175
3. Assistant Professor of Futures Studies, University of Tehran, Tehran, Iran, ahad.rezayan@ut.ac.ir
ORCID: 0000-0001-5119-3613

Cite This Paper: Jafari Sabdani, P., Kousari, S., Rezayan, A. (2025). Foresight into Iran's Telecommunication Industry amid Macro-Trends: Identifying Critical Drivers of the Business Ecosystem. *Rahyافت*, 35 (2), 67-94. (Persian).

DOI: 10.22034/RAHYAFT.2026.12284.1657



© The Author(s)

Publisher: National Research Institute for Science Policy (N.R.I.S.P)

Abstract

The telecommunications industry is undergoing a profound transformation driven by the convergence of fifth- and sixth-generation (5G/6G) communication technologies, the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and edge computing. In this emerging landscape, the traditional role of telecommunications networks as mere data transmission infrastructure is rapidly evolving into intelligent, service-oriented platforms that enable the development of digital ecosystems and data-driven business models. Consequently, the logic of value creation and value capture in the telecommunications sector is being fundamentally redefined. In Iran, however, this transformation is shaped by a unique combination of institutional constraints, financial limitations, and environmental uncertainties that complicate strategic decision-making and long-term planning. Against this backdrop, the present study aims to identify, prioritize, and structurally analyze the key macro-environmental factors shaping the future of next-generation telecommunications services in Iran, with particular emphasis on their implications for the Business Model Canvas (BMC).

The existing literature on 5G and 6G has predominantly focused on technological capabilities, network architectures, and business model innovation. Although these studies emphasize the importance of platform-based and ecosystem-driven value creation, they often overlook the broader macro-environmental context within which these transformations occur. Furthermore, most empirical studies have been conducted in

developed economies, with limited attention given to transitional or resource-constrained environments characterized by regulatory instability, restricted access to capital, and geopolitical pressures. In such settings, macro-level factors—including regulatory frameworks, financial conditions, and political dynamics—play a decisive role in shaping technological adoption and business model evolution. Moreover, previous research has rarely adopted integrated methodological approaches that combine expert consensus techniques with structural analysis to systematically examine the interdependencies among influencing factors. This study addresses these gaps by employing a hybrid fuzzy Delphi–MICMAC approach to develop a comprehensive, system-level understanding of the drivers of telecommunications transformation in Iran.

This study adopts an exploratory, applied research design using a three-stage hybrid methodology. In the first stage, a systematic literature review of 87 publications, selected from an initial pool of 156 sources published between 2015 and 2025, was conducted across major academic databases. This process resulted in the identification of 143 preliminary factors, which were subsequently refined into 34 key factors grouped within six domains: technological, market and customer, organizational, financial–economic, regulatory–legal, and environmental–social. In the second stage, a three-round fuzzy Delphi process was conducted with 13 experts representing telecommunications operators, regulatory authorities, technology firms, and academia. Using a seven-point linguistic scale converted into triangular fuzzy numbers, the experts evaluated the importance of each factor. The aggregated results were defuzzified using the Best Non-Fuzzy Performance (BNP) method, while the level of consensus was assessed using the coefficient of variation (CV). Based on expert feedback, eight additional factors were incorporated, resulting in a final set of 42 variables. Applying the predefined threshold criteria ($BNP \geq 7.5$ and $CV \leq 15\%$), 40 variables were retained for the final analysis. In the third stage, the MICMAC method was employed to examine the structural relationships among the identified variables. A 40×40 cross-impact matrix was constructed and evaluated using a four-level scoring scale

(0–3). Based on their levels of influence and dependence within the system, the variables were classified into four categories: driving, linkage, dependent, and autonomous.

The fuzzy Delphi analysis indicates that sanctions, security and privacy, and access to capital constitute the most influential factors shaping the future of telecommunications services in Iran. Notably, sanctions emerged as the highest-ranked factor, reflecting their pervasive effects on technology acquisition, investment capacity, and international collaboration. Structural analysis further reveals that macro-environmental factors are concentrated within three closely interconnected clusters: **policy–regulatory, financial–economic, and technological**. The policy–regulatory cluster, comprising variables such as sanctions, spectrum policy, political and economic stability, and regulatory support, constitutes the institutional backbone of the system and exerts substantial influence over the other domains. The financial–economic cluster, encompassing access to capital, infrastructure investment costs, financial sustainability, and revenue models, determines the economic viability of deploying next-generation networks and digital services. Meanwhile, the technological cluster, including 5G/6G maturity, IoT platforms, AI integration, and data analytics capabilities, defines the core value proposition and operational capabilities of future telecommunications services. The MICMAC analysis further demonstrates that many of these variables belong to the **linkage** category, characterized by both high driving power and high dependence. These variables therefore represent critical leverage points as well as potential sources of systemic instability. In contrast, market- and customer-related factors—including customer experience, market demand, and willingness to pay—together with social variables such as the digital divide and social acceptance, are primarily classified as dependent variables. This finding suggests that market behavior within the Iranian telecommunications sector is largely shaped by upstream policy, financial, and technological conditions rather than functioning as an independent driver of change. An important insight emerging from the indirect analysis is the strategic role of IoT platforms and data analytics capabilities as mediating variables. These variables

transmit the effects of macro-level drivers to downstream market outcomes, including customer experience, service innovation, and revenue generation. Furthermore, the relatively low priority assigned to environmental sustainability reflects current industry priorities while simultaneously revealing a potential divergence from global telecommunications trends.

Conclusion

This study provides a comprehensive, system-oriented framework for understanding the macro-environmental drivers shaping next-generation telecommunications services in Iran. By integrating the fuzzy Delphi and MICMAC methods, the study identifies not only the most influential factors but also the complex network of structural relationships among them. The findings demonstrate the dominant role of policy–regulatory, financial–economic, and technological clusters in shaping the future of telecommunications business models, with direct implications for key Business Model Canvas (BMC) components, including value

propositions, revenue streams, cost structures, and key resources.

From a practical perspective, the findings provide actionable insights for policymakers, telecommunications operators, and investors. Policymakers should prioritize regulatory stability, effective spectrum management, and investment facilitation, while telecommunications operators should move beyond connectivity-based business models toward platform-oriented, service-driven strategies. Strengthening financial sustainability, investing in human capital, and enhancing digital capabilities are also essential for supporting long-term sectoral transformation. Despite these contributions, the study is subject to certain limitations, particularly its reliance on expert judgment and the static nature of the structural analysis. Future research could extend the proposed framework through scenario planning, dynamic systems modeling, and comparative analyses across countries or regions with similar institutional contexts.



آینده صنعت مخابرات ایران در مواجهه با تحولات کلان: شناسایی پیش‌ران‌های حیاتی زیست‌بوم کسب‌وکار

۱. پیمان جعفری سبدانی
۲. سحر کوثری
۳. احد رضایان قبه‌باشی

• نوع مقاله: پژوهشی
• دوره ۳۵ | شماره ۲ | پیاپی ۹۸ | تیر ۱۴۰۴
• تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۱۳
• تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۳
• تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۰
• تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۵/۰۴
• صفحات: ۶۷-۹۴
• شابای چاپی: ۹۶۹۰-۲۶۹۰
• شابای الکترونیکی: ۴۵۱۴-۲۷۸۳

چکیده

خدمات نوین مخابراتی مبتنی بر فناوری‌های نسل پنجم و ششم ارتباطات و اینترنت اشیا، صنعت مخابرات را در آستانه تحولی بنیادین قرار داده‌اند. در بستر ایران، وجود محدودیت‌های نهادی، چالش‌های تأمین مالی و عدم قطعیت‌های محیطی، ضرورت شناسایی نظام‌مند عوامل کلان مؤثر بر بوم مدل کسب‌وکار این خدمات را با رویکرد آینده‌پژوهی برجسته می‌سازد. از این رو، هدف این پژوهش شناسایی، اولویت‌بندی و تحلیل ساختار روابط متقابل این عوامل در صنعت مخابرات ایران است.

مطالعات پیشین عمدتاً بر ابعاد فناورانه یا بازار خدمات مخابراتی تمرکز داشته‌اند و کمتر به تحلیل یکپارچه عوامل کلان محیطی و ارتباط آنها با بوم مدل کسب‌وکار پرداخته‌اند. همچنین، استفاده هم‌زمان از روش‌های اجماع‌سازی خبرگان و تحلیل ساختاری برای تبیین روابط میان این عوامل، در ادبیات موجود کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش تلاش می‌کند این خلأ را با رویکردی ترکیبی پوشش دهد.

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی دلفی فازی و تحلیل ساختاری MICMAC انجام شده است. در مرحله نخست، از طریق مرور نظام‌مند ۸۷ منبع علمی، ۳۴ عامل اولیه در شش حوزه شناسایی شد. سپس، فرایند دلفی فازی در سه دور و با مشارکت ۱۳ نفر از خبرگان حوزه‌های مخابرات، تنظیم‌گری، فناوری و دانشگاه اجرا شد که به تأیید نهایی ۴۰ عامل با سطح اجماع قابل قبول (میانگین ضریب تغییرات ۱۳،۲ درصد) انجامید. در مرحله بعد، به‌منظور تحلیل روابط متقابل عوامل، ماتریس تأثیرات متقابل ۴۰×۴۰ تشکیل و با استفاده از روش MICMAC تحلیل شد.

کلیدواژه‌ها

خدمات نوین مخابراتی، 5G/6G، اینترنت اشیا، تحلیل ساختاری MICMAC، بوم مدل کسب‌وکار.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
peyman.jafari@srbiau.ac.ir
ORCID: 0000-0001-7506-3741

۲. دانشیار آینده‌پژوهی، مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران (پدیدآور رابط)
kosari@nrsp.ac.ir
ORCID: 0000-0003-3226-7175

۳. استادیار آینده‌پژوهی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
ahad.rezayan@ut.ac.ir
ORCID: 0000-0001-5119-3613

استناد به این مقاله: جعفری سبدانی، پ.، کوثری، س.، و رضایان قبه‌باشی، ا. (۱۴۰۴). آینده صنعت مخابرات ایران در مواجهه با تحولات کلان: شناسایی پیش‌ران‌های حیاتی زیست‌بوم کسب‌وکار. *رهیافت*، ۳۵ (۲)، صص. ۶۷-۹۴.

DOI: 10.22034/RAHYAFT.2026.12284.1657

ناشر: مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور
نویسندگان: © حق مؤلف



(Moussaoui, Bertin, & Crespi, 2023; Yrjölä, 2024). در کنار این تحولات فناوریانه و کسب‌وکاری، متغیرهای نهادی و تنظیم‌گری نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در جهت‌گیری و شکل‌گیری سناریوهای آتی آینده صنعت دارند (Zamany, Khamseh, & Iranbanfard, 2024). پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه سیاست‌گذاری و رقابت در مخابرات نشان می‌دهد که چارچوب‌های قانونی، ساختار بازار و ملاحظات سیاسی می‌توانند مسیر توسعه فناوری‌های نوین را تسریع یا محدود کنند (Gisca, Matinmikko-Blue, Ahokangas, Yrjölä, & Gordon, 2023). در ادبیات مدیریت راهبردی نیز تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت محیطی مستلزم شناسایی پیش‌ران‌های کلیدی و تحلیل روابط متقابل آنهاست تا سازمان‌ها بتوانند استراتژی‌های انعطاف‌پذیر و آینده‌نگر تدوین کنند (Furr & Eisenhardt, 2021; Dźwigoł & Dźwigoł-Barosz, 2023).

با وجود گسترش مطالعات در حوزه 5G و 6G، چند خلأ قابل توجه باقی مانده است. بخش عمده پژوهش‌ها بر تبیین قابلیت‌های فنی شبکه‌های نسل جدید یا طراحی مدل‌های مفهومی کسب‌وکار تمرکز داشته‌اند (Latreche & Bellahsene, 2026; Shin et al., 2024) و کمتر به شناسایی نظام‌مند عوامل کلیدی اثرگذار در یک بستر ملی مشخص پرداخته‌اند. برای نمونه، هوانگ و همکاران (۲۰۲۵) بر راهبردهای کارآفرینی در عصر 5G تمرکز دارند، اما شرایط اقتصادهای در حال گذار را در نظر نمی‌گیرند (Huang, Yang, & Jain, 2025). باندا و همکاران (۲۰۲۵) با رویکرد کیفی به تأثیر 5G بر مدل‌های کسب‌وکار اپراتورها در بازارهای نوظهور پرداخته‌اند (Banda, Feukeu, & Banda, 2025)، اما تحلیل ساختار روابط متقابل میان عوامل کلان را پوشش نمی‌دهند. پرویز و همکاران (۲۰۲۶) نیز با مرور نظام‌مند ادبیات 6G، نقش آن در کارآفرینی مخابراتی را بررسی کرده‌اند (Pervaiz, Uthamaputhran, Hajar, & Al-Sharafi, 2026)، لیکن ارتباط این عوامل با بوم مدل کسب‌وکار در بسترهای ملی محدود را مورد توجه قرار نداده‌اند. افزون‌براین، بسیاری از مطالعات در کشورهای توسعه‌یافته انجام شده و شرایط خاص اقتصادهای در حال گذار، از جمله محدودیت‌های سرمایه‌گذاری، چارچوب‌های تنظیم‌گری ناپایدار و عدم قطعیت‌های محیطی، در قالب تحلیل یکپارچه کمتر بررسی شده است. این شکاف‌های نظری، انگیزه اصلی طراحی پژوهش حاضر را شکل می‌دهند.

در ایران، توسعه خدمات نوین مخابراتی با مجموعه‌ای از فرصت‌ها و چالش‌های هم‌زمان مواجه است. از یک سو، گسترش تقاضا برای خدمات دیجیتال، هوشمندسازی صنایع و ضرورت توسعه زیرساخت‌های 5G افق‌های تازه‌ای را پیش روی اپراتورها و سیاست‌گذاران گشوده است؛ از سوی دیگر، پیچیدگی‌های نهادی،

نتایج نشان داد که عواملی همچون تحریم‌ها، امنیت و حریم خصوصی و دسترسی به منابع مالی، از بالاترین اولویت برخوردارند. تحلیل MICMAC نیز بیانگر آن است که عوامل کلان عمدتاً در خوشه‌های سیاسی-نظارتی، مالی-اقتصادی و فناوریانه متمرکزند و نقش پیش‌ران‌های اصلی سیستم را ایفا می‌کنند، درحالی‌که عوامل بازار و اجتماعی بیشتر ماهیت پیامدی دارند.

براساس یافته‌ها، عوامل کلان محیطی به‌طور مستقیم با اجزای اصلی بوم مدل کسب‌وکار، شامل منابع اصلی، ساختار هزینه، جریان‌های درآمدی و ارزش پیشنهادی، در ارتباط‌اند و مسیر آینده آنها را تعیین می‌کنند. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنایی برای تدوین سیاست‌های تنظیم‌گری آینده‌نگر، طراحی مدل‌های کسب‌وکار پایدار و توسعه سناریوهای راهبردی در افق آینده‌پژوهی در صنعت مخابرات ایران فراهم آورد.

مقدمه

صنعت مخابرات در دهه اخیر وارد مرحله‌ای از تحول بنیادین شده است که در آن مرز میان زیرساخت ارتباطی و پلتفرم ارائه خدمات دیجیتال به تدریج محو می‌شود. گذار از 5G به 6G و هم‌زمانی آن با توسعه اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی، رایانش لبه و شبکه‌های نرم‌افزارمحور، نه تنها معماری فنی شبکه‌ها را دگرگون کرده، بلکه منطق خلق و تصاحب ارزش در این صنعت را نیز تغییر داده است (Ahokangas, Atkova, Yrjölä, & Matinmikko-Blue, 2024; Salahdine, Han, & Zhang, 2023). در این فضا، شبکه دیگر صرفاً بستر انتقال داده نیست، بلکه زیرساختی برای شکل‌گیری اکوسیستم‌های خدماتی، پلتفرم‌های چندوجهی و مدل‌های کسب‌وکار داده‌محور محسوب می‌شود (Yrjölä, Ahokangas, & Matinmikko-Blue, 2021). فناوری‌های 6G با تمرکز بر هوشمندسازی بومی شبکه، یکپارچگی با هوش مصنوعی و پشتیبانی از کاربردهای مأموریت بحرانی، افق جدیدی از خدمات دیجیتال را در چشم‌انداز آینده‌پژوهی ترسیم می‌کنند (Ishteyaq, Muzaffar, Shafi, & Alathbah, 2024; Maduranga, Tilwari, Rathnayake, & Sandamini, 2024). هم‌زمان، همگرایی IoT با شبکه‌های نسل جدید به بازتعریف نقش اپراتورها در زنجیره ارزش و حرکت به سمت مدل‌های پلتفرمی و اکوسیستمی منجر شده است (Lee, 2019). مطالعات مرتبط با مدل‌های کسب‌وکار در این فضا نیز بر این نکته تأکید دارند که اپراتورهای آینده برای بقا و رشد در سناریوهای پیش رو، ناگزیر از بازآرایی ساختار درآمدی، روابط با شرکا و منطق ارزش پیشنهادی خود هستند (Ahokangas et al., 2023).

1. Internet of Things

شبکه‌ای از تعاملات پویا به هم پیوند می‌خورند (Ahokangas). در این چارچوب، مفهوم اکوسیستم 6G نه تنها به معماری فنی شبکه اشاره دارد، بلکه شامل سازوکارهای حکمرانی، مدل‌های همکاری و الگوهای توزیع ارزش در سطحی فراتر از مرزهای سازمانی است (Yang, Hyrynsalmi, & Siemon, 2025).

مرورهای نظام‌مند اخیر نشان می‌دهد که ادبیات 6G به تدریج از تمرکز بر شاخص‌های عملکردی به سمت تحلیل ابعاد نهادی، اجتماعی و پایداری حرکت کرده است (Yang et al., 2025; Ahokangas et al., 2022). در همین راستا، ژیانگ و همکاران (۲۰۲۴) توسعه 6G را به مثابه زیرساختی راهبردی برای اقتصاد دیجیتال آینده صورت‌بندی کرده‌اند (Xiang, Wei, Liu, Wu, & Qi, 2024) و چامولا و همکاران (۲۰۲۵) با ترسیم افق 7G، بر جهت‌گیری شبکه‌ها به سمت هوشمندسازی فراگیر و سیستم‌های خودمختار تأکید می‌کنند (Chamola, Peelam, Guizani, & Niyato, 2025). همچنین در حوزه خدمات مأموریت حیاتی، راستوچیانو و همکاران (۲۰۲۵) نشان داده‌اند که استانداردسازی مبتنی بر 5G و مسیر گذار به 6G، نقش تعیین‌کننده‌ای در پایداری و تاب‌آوری خدمات حیاتی ایفا می‌کند (Rastoceanu et al., 2025).

مجموع این مطالعات نشان می‌دهد که آینده خدمات نوین مخابراتی در بستر نسل‌های جدید، محصول تعامل فناوری، مدل‌های همکاری و چارچوب‌های سیاستی است و تحلیل آن مستلزم رویکردی سیستمی و فراتر از نگاه فناورانه صرف خواهد بود (Ahokangas et al., 2022; Yrjölä, 2024). باین‌حال، این مطالعات عمدتاً چارچوب‌های تحلیلی کلی ارائه داده‌اند و کمتر به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل اثرگذار در بسترهای ملی خاص پرداخته‌اند.

همگرایی IoT، هوش مصنوعی و 6G در خلق خدمات نوین

یکی از ویژگی‌های محوری نسل‌های نوین ارتباطات، همگرایی عمیق آنها با IoT، هوش مصنوعی و رایانش لبه‌ای است؛ همگرایی‌ای که شبکه را از یک بستر انتقال داده به یک پلتفرم هوشمند تصمیم‌ساز تبدیل می‌کند (Maduranga et al., 2024; Ishteyaq et al., 2024). این تحول، امکان ارائه خدماتی با تأخیر بسیار کم، قابلیت اطمینان بالا و مدیریت هوشمند منابع را فراهم می‌سازد که برای کاربردهای صنعتی، پزشکی و شهری حیاتی‌اند (Khowaja, Dev., Pathan, Zeydan, & Debbah, 2025; Rastoceanu et al., 2025).

در حوزه IoT، لی (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که IoT به عنوان محرک نوآوری دیجیتال، ساختار رقابتی صنایع را دگرگون می‌کند و

محدودیت‌های تأمین مالی ناشی از تحریم‌های بین‌المللی، و ابهام در مسیر تنظیم‌گری، آینده این خدمات را با عدم قطعیت قابل توجهی در افق‌های زمانی آتی همراه کرده است. در چنین شرایطی، نبود چارچوبی تحلیلی که بتواند عوامل آینده‌ساز و اثرگذار را شناسایی، اولویت‌بندی و روابط متقابل آنها را تبیین کند، تصمیم‌گیری راهبردی را با دشواری جدی مواجه می‌سازد.

روش‌های ساختاری مانند MICMAC^۱ در سال‌های اخیر برای تحلیل روابط میان متغیرهای کلیدی در حوزه‌های مختلف مدیریت و فناوری به کار گرفته شده‌اند (Arora, Kumar, Jha, Singh, & Oberoi, 2026; Thakur & Hossain, 2025; Khan, 2026). ترکیب این رویکرد با دلفی فازی، امکان کاهش ابهام در قضاوت‌های آینده‌نگران خبرگان و دستیابی به اجماع را در محیط‌های پیچیده فراهم می‌کند (Rusnedy, Iswavigra, Pranggono, Haerani, & Saktioto, 2021; Ghafarzadeh Kermani, Sheikh & Aboumasoudi, Shahin, & Amindoust, 2025). باین‌حال، کاربرد این رویکرد ترکیبی برای تحلیل آینده خدمات نوین مخابراتی در ایران تاکنون به صورت منسجم مورد توجه قرار نگرفته است و همین شکاف، انگیزه اصلی پژوهش حاضر را شکل می‌دهد.

این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر آینده خدمات نوین مخابراتی در ایران با رویکرد آینده‌پژوهی و تحلیل ساختار اثرات متقابل آنها انجام شده است. بر این اساس، پرسش اصلی پژوهش این است که کدام عوامل اصلی بیشترین نقش را در شکل‌دهی آینده خدمات نوین مخابراتی در ایران ایفا می‌کنند و ساختار اثرگذاری و اثرپذیری این عوامل را در قالب تحلیل سیستمی و آینده‌نگر چگونه می‌توان تبیین کرد؟ یافته‌های پژوهش می‌تواند برای سیاست‌گذاران حوزه ارتباطات در طراحی چارچوب‌های تنظیم‌گری آینده‌نگر، برای مدیران اپراتورهای مخابراتی در تدوین استراتژی‌های توسعه خدمات، و برای سرمایه‌گذاران در ارزیابی فرصت‌ها و ریسک‌های پیش رو کاربرد داشته باشد و مبنایی برای مطالعات سناریونویسی در سطح ملی فراهم آورد.

پیشینه پژوهش

اکوسیستم‌های ارتباطی نسل‌های نوین (5G و 6G و فراتر از آن)

تحولات نسل‌های نوین ارتباطات سیار، به‌ویژه 5G و 6G، بیانگر گذار از یک زیرساخت صرفاً انتقال‌محور به بستری اکوسیستمی برای خلق و تبادل ارزش دیجیتال است؛ بستری که در آن اپراتورها، توسعه‌دهندگان فناوری، سیاست‌گذاران، صنایع عمودی و کاربران نهایی در قالب

1. Matrice d'Impacts Croisés Multiplication Appliquée à un Classement

اپراتورهای مخابراتی را به بازیگران اصلی در زنجیره ارزش داده تبدیل می‌سازد (Lee, 2019). جبین و اسحاق (۲۰۲۳) نیز تأکید می‌کنند که موفقیت اپراتورها در اکوسیستم IoT وابسته به توانایی آنها در توسعه مشارکت‌های راهبردی و طراحی مدل‌های ارزش مشترک است (Jabeen & Ishaq, 2023). ازسوی دیگر، میسرا و تریپاتی (۲۰۲۰) همگرایی IoT و 6G/5G را عاملی برای توسعه خدمات هوشمند شهری و صنعتی معرفی کرده‌اند که مستلزم زیرساخت‌های منعطف و مدیریت پیچیدگی شبکه است (Mishra & Tripathi, 2020). در مجموع، ادبیات نشان می‌دهد که همگرایی IoT و هوش مصنوعی با 6G نه تنها ظرفیت‌های فنی شبکه را گسترش می‌دهد، بلکه بنیان‌های مدل‌های درآمدی، ساختار رقابت و شیوه خلق ارزش را نیز بازتعریف می‌کند (Maduranga et al., 2024; Lee, 2019). باوجوداین، نحوه تأثیرگذاری این همگرایی بر مدل‌های کسب‌وکار در محیط‌های با محدودیت‌های نهادی و مالی، همچنان مستلزم بررسی بیشتر است.

مدل‌های کسب‌وکار و منطق ارزش‌آفرینی در اکوسیستم‌های مخابراتی

گسترش فناوری‌های نسل جدید، اپراتورهای مخابراتی را با ضرورت بازاندیشی در مدل‌های کسب‌وکار مواجه کرده است. در ادبیات اخیر، تأکید شده که ارزش‌آفرینی در 5G و 6G دیگر محدود به فروش اتصال نیست، بلکه مبتنی بر پلتفرم‌های چندوجهی، خدمات عمودی و همکاری‌های اکوسیستمی شکل می‌گیرد (Ahokangas, Aagaard, Atkova, Yrjölä, & Matinmikko-Blue, 2023; Moussaoui et al., 2023). رازبان و همکاران (۱۴۰۳) نیز با تحلیل انتقادی مدل‌های کسب‌وکار پلتفرمی نشان داده‌اند که بخش قابل توجهی از چارچوب‌های موجود، متناسب با کسب‌وکارهای سنتی طراحی شده‌اند و در تبیین منطق ارزش‌آفرینی در بسترهای دیجیتال و پلتفرمی با کاستی‌هایی مواجه‌اند؛ از این رو، توجه به زمینه‌های فرهنگی و متغیرهای بومی در طراحی مدل‌های کسب‌وکار نوین ضروری است، امری که در اکوسیستم خدمات مخابراتی نیز اهمیت مضاعف دارد (Razban, Kousari, & Sanaei, 2025).

یرجولا و همکاران (۲۰۲۱) با تحلیل مدل‌های کسب‌وکار در 5G نشان داده‌اند که موفقیت اپراتورها در گرو حرکت از منطق زیرساخت‌محور به منطق پلتفرم‌محور است؛ تغییری که مستلزم بازآرایی ساختار درآمد، شبکه شرکا و قابلیت‌های سازمانی است (Yrjölä et al., 2021). راثو (۲۰۲۱) نیز بر اهمیت انعطاف‌پذیری مدل‌های کسب‌وکار در مواجهه با عدم قطعیت فناوریانه تأکید کرده و آن را شرط بقا در اکوسیستم‌های نوظهور دانسته است (Rao, 2021). در ادامه این بحث، یرجولا (۲۰۲۴) توسعه 6G را فرصتی برای

بازتعریف نقش اپراتورها در اقتصاد دیجیتال معرفی می‌کند؛ نقشی که در آن همکاری میان‌بخشی و نوآوری مشترک اهمیت فزاینده‌ای دارد (Yrjölä, 2024).

این شواهد حاکی از آن است که آینده خدمات نوین مخابراتی، به همان اندازه که به بلوغ فناوری وابسته است، به توانایی بازیگران در طراحی و اجرای مدل‌های کسب‌وکار سازگار با منطق اکوسیستم نیز وابسته خواهد بود (Ahokangas et al., 2023; Yrjölä, 2024). در همین راستا، نورکی و کوثری (۱۴۰۴) با بهره‌گیری از رویکرد سناریونگاری و تحلیل اثرات متقاطع، نشان داده‌اند که طراحی مدل‌های کسب‌وکار آینده‌محور در صنایع زیرساختی همچون بانکداری مجازی، مستلزم شناسایی پیش‌ران‌های کلان و بازآرایی مؤلفه‌های ارزش پیشنهادی، منابع اصلی و جریان‌های درآمدی در افق‌های بلندمدت است؛ رویکردی که می‌تواند برای تحلیل تحول مدل‌های کسب‌وکار در خدمات نوین مخابراتی نیز الهام‌بخش باشد (Nouraki & Kousari, 2025). در مجموع، ادبیات موضوع نشان می‌دهد که طراحی مدل‌های کسب‌وکار آینده‌محور مستلزم شناسایی پیش‌ران‌های کلان است؛ اما ساختار روابط متقابل این پیش‌ران‌ها در اقتصادهای در حال گذار کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

عوامل نهادی، تنظیم‌گری و عدم قطعیت محیطی

تحول در خدمات مخابراتی تنها در سطح فناوری و بازار رخ نمی‌دهد، بلکه چارچوب‌های نهادی و سیاستی نیز در شکل‌دهی مسیر آینده نقش تعیین‌کننده دارند. فاسیو و زینگالس (۲۰۲۲) نشان داده‌اند که ساختارهای سیاسی و تنظیم‌گری می‌توانند به‌طور مستقیم بر سرمایه‌گذاری و رقابت در صنایع زیرساختی اثر بگذارند (Faccio & Zingales, 2022). گیسکا و همکاران (۲۰۲۳) نیز با بررسی سیاست‌های ارتباطی در اروپا، بر اهمیت همراستایی سیاست‌های دیجیتال با اهداف توسعه اقتصادی تأکید کرده‌اند (Gisca et al., 2023).

از منظر مدیریت راهبردی، تصمیم‌گیری در محیط‌های فناوریانه با عدم قطعیت بالا مستلزم شناسایی پیش‌ران‌های کلیدی و تحلیل روابط متقابل آنهاست (Furr & Eisenhardt, 2021). دژویگول و دژویگول-باروش (۲۰۲۳) نیز بر نقش تحلیل‌های ساختاری در شناسایی متغیرهای بحرانی در سیستم‌های پیچیده تأکید کرده‌اند (Dźwigoł & Dźwigoł-Barosz, 2023). در چنین بستری، رویکردهای آینده‌پژوهانه و ابزارهای تحلیل ساختاری می‌توانند به درک بهتر پویایی‌های سیستم کمک کنند (Arora et al., 2026; Thakur et al., 2025). در همین راستا، حافظی و همکاران (۱۴۰۴) نشان داده‌اند که آینده‌نگاری فناوری مبتنی بر ارزیابی خبرگانی می‌تواند ابزاری مؤثر برای اولویت‌گذاری سیاست‌های علم و فناوری در شرایط

به کار گرفته شد. در مرحله سوم، تحلیل ساختاری MICMAC برای بررسی روابط متقابل میان عوامل نهایی و شناسایی پیشران‌های کلیدی به‌منظور سناریونگاری آینده اجرا شد.

برای استخراج عوامل اولیه، جست‌وجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده معتبر بین‌المللی شامل Web of Science، Scopus و Google Scholar و همچنین پایگاه‌های داخلی انجام شد. از کلیدواژه‌های ترکیبی شامل خدمات نوین مخابراتی، مدل کسب‌وکار، 5G، 6G، IoT، دلفی فازی و MICMAC در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ استفاده شد. پس از غربالگری بر اساس معیارهای ارتباط موضوعی و کیفیت علمی، ۸۷ منبع از ۱۵۶ منبع اولیه شناسایی شده انتخاب و تحلیل محتوا شدند. این فرایند به استخراج ۱۴۳ عامل اولیه منجر شد که پس از حذف هم‌پوشانی‌های مفهومی و ادغام متغیرهای مشابه، به ۳۴ عامل در شش حوزه فناوریانه، بازار و مشتری، سازمانی، مالی-اقتصادی، نظارتی-قانونی و محیطی-اجتماعی تقلیل یافت.

برای انتخاب خبرگان، معیارهای حداقل ده سال سابقه کاری مرتبط، تنوع سازمانی، آشنایی کافی با مسیر آینده فناوری‌های 5G/6G و IoT، داشتن نگرش آینده‌پژوهانه و تعهد به شرکت در سه دور دلفی مدنظر قرار گرفت. پتل نهایی از ۱۳ خبره تشکیل شده بود که به‌صورت هدفمند با تأکید بر تنوع تخصصی و سازمانی انتخاب شدند. مشخصات تفصیلی خبرگان در جدول ۱ ارائه شده است. از نظر توزیع سازمانی، پنج نفر (۳۸٪) از مدیران ارشد اپراتورهای مخابراتی (همراه اول، ایرانسل و رایتل)، چهار نفر (۳۰٪) متخصصان فنی و مهندسی از شرکت‌های مشاور و سازنده تجهیزات، سه نفر (۲۳٪) از نهادهای نظارتی و سیاست‌گذاری (سازمان تنظیم مقررات و وزارت ارتباطات) و یک نفر (۷٪) از دانشگاه و پژوهش بودند. میانگین سابقه کاری خبرگان ۱۵٫۲ سال و ۷ نفر از ۱۳ نفر دارای مدرک دکتری بودند. این ترکیب متنوع، امکان دریافت دیدگاه‌های چندوجهی از حوزه‌های فناوری، بازار، مقررات و علم را برای تحلیل دقیق‌تر آینده فراهم آورد.

عدم قطعیت باشد و هم‌پوشانی محدود میان اولویت‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت، ضرورت توجه هم‌زمان به ابعاد نهادی، زیرساختی و سرمایه انسانی را آشکار می‌سازد؛ درسی که برای سیاست‌گذاری در حوزه مخابرات نیز مصداق دارد (Hafezi, Zinati, & Azizi, 2025).

بر این اساس، ادبیات موجود نشان می‌دهد که آینده خدمات نوین مخابراتی حاصل برهم‌کنش چندسطحی فناوری، مدل‌های کسب‌وکار و محیط نهادی است و تحلیل آن مستلزم چارچوبی یکپارچه برای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل اثرگذار خواهد بود (Furr & Eisenhardt, 2021; Yrjölä, 2024). در این زمینه، کوثری و هداوند (۱۴۰۲) با تأکید بر پیوند میان مطالعات آینده و سیاست‌گذاری نشان داده‌اند که سناریونگاری می‌تواند ابزاری کارآمد برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت باشد و به سیاست‌گذاران امکان دهد راهبردهای خود را در مواجهه با تهدیدها و فرصت‌های محتمل آینده بازتنظیم کنند؛ موضوعی که در حوزه سیاست‌گذاری ارتباطات نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Kousari & Hadavand, 2023). در مجموع، مرور ادبیات نشان می‌دهد که با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در هریک از حوزه‌های یادشده، تحلیل یکپارچه‌ای که عوامل فناوریانه، مالی، نهادی و بازاری را در بستر ایران به‌صورت هم‌زمان و با رویکرد ساختاری بررسی کند، در ادبیات موجود غایب است و پژوهش حاضر درصدد پر کردن این شکاف است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت اکتشافی و با رویکرد آینده‌پژوهی صورت پذیرفته است. با توجه به پیچیدگی موضوع و ضرورت بهره‌گیری از قضاوت خبرگان در محیطی با عدم قطعیت بالا برای ترسیم چشم‌اندازهای آتی، رویکرد ترکیبی متشکل از سه مرحله متوالی اتخاذ شد. در مرحله اول، مرور نظام‌مند ادبیات داخلی و بین‌المللی برای استخراج و طبقه‌بندی اولیه عوامل و شناسایی روندهای آینده‌ساز انجام شد. در مرحله دوم، روش دلفی فازی سه‌دوره‌ای برای اعتبارسنجی، اولویت‌بندی و غربالگری عوامل

جدول ۱. مشخصات خبرگان پتل دلفی فازی

کد خبره	سازمان	سمت/تخصص	سابقه کاری	تحصیلات	حوزه تخصصی
E1	همراه اول	مدیر ارشد استراتژی و توسعه کسب‌وکار	۱۸	دکتری مدیریت فناوری	مدل‌های کسب‌وکار، استراتژی
E2	همراه اول	مدیر فنی شبکه‌های نسل جدید	۱۵	کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات	معماری شبکه 5G، IoT
E3	ایرانسل	معاون برنامه‌ریزی و تحول دیجیتال	۱۶	دکتری مدیریت	تحول دیجیتال، نوآوری
E4	ایرانسل	رئیس بخش فناوری‌های نوین	۱۴	کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر	IoT، پلتفرم‌های دیجیتال

کد خبره	سازمان	سمت/تخصص	سابقه کاری	تحصیلات	حوزه تخصصی
E5	رایتل	مدیر توسعه محصول و خدمات	۱۲	کارشناسی ارشد MBA	توسعه محصول، بازاریابی
E6	شرکت مشاور فتاوری (آریاتک)	مشاور ارشد شبکه‌های موبایل	۱۹	دکتری مهندسی برق - مخابرات	5G, Network Planning
E7	شرکت سازنده تجهیزات (هواوی ایران)	مدیر فنی راه‌حل‌های 5G	۱۳	کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات	RAN, Core Network
E8	سازمان تنظیم مقررات	معاون فنی و مهندسی	۱۷	دکتری مهندسی برق	تخصیص طیف، استانداردها
E9	سازمان تنظیم مقررات	رئیس اداره سیاست‌گذاری و رقابت	۱۴	کارشناسی ارشد حقوق	حقوق مخابرات، رقابت
E10	وزارت ارتباطات و فتاوری اطلاعات	مشاور وزیر در امور فتاوری‌های نوین	۲۰	دکتری مدیریت فتاوری	سیاست‌گذاری فتاوری، اقتصاد دیجیتال
E11	دانشگاه صنعتی شریف	استاد دانشکده مدیریت و اقتصاد	۱۵	دکتری مدیریت راهبردی	آینده‌پژوهی، مدل‌های کسب‌وکار
E12	شرکت مشاور استراتژی (رایان‌تل)	مدیر ارشد پروژه‌های دیجیتال	۱۱	کارشناسی ارشد مهندسی صنایع	پویایی سیستم، شبیه‌سازی
E13	پژوهشگاه ارتباطات و فتاوری اطلاعات	محقق ارشد	۱۰	دکتری مهندسی فتاوری اطلاعات	IoT، امنیت شبکه، Security

$$CV = \frac{\sigma_{BNP}}{\mu_{BNP}} \times 100 \quad (۲)$$

فرایند دلفی در سه دور اجرا شد. دور اول شامل ارزیابی ۳۴ عامل اولیه و دریافت پیشنهاد‌های خبرگان برای عوامل جدید بود. در دور دوم، بازخورد کامل نتایج دور اول به خبرگان ارائه شد، شاخص‌های جدید پیشنهادی ارزیابی شد و برای عواملی که CV بالاتر از ۲۰٪ داشتند، توضیحات تکمیلی ارائه شد و از خبرگانی که نظراتشان با میانگین گروه فاصله قابل‌توجهی داشت درخواست تجدیدنظر شد. در دور سوم، همین فرایند برای عواملی که CV بالاتر از ۱۵٪ داشتند تکرار شد تا حداکثر همگرایی ممکن حاصل شود. در طول هر سه دور، هیچ عاملی حذف نشد و فهرست کامل عوامل برای قضاوت نهایی و آینده‌نگرانه خبرگان نگه داشته شد. نرخ پاسخگویی در هر سه دور ۱۰۰ درصد بود.

در مرحله انتقال به تحلیل MICMAC، غربالگری نهایی براساس دو معیار هم‌زمان انجام شد: عواملی که BNP آنها کمتر از ۷٫۵ بود یا CV نهایی آنها بالاتر از ۱۵٪ باقی مانده بود، از فهرست ورودی حذف شدند. دلیل اعمال این معیار آن است که ورود عوامل با اهمیت پایین یا فاقد اجماع کافی به ماتریس تأثیرات متقابل، می‌تواند حجم کار خبرگان را بدون افزایش کیفیت نتایج بالا ببرد و اعتبار تحلیل ساختاری را در پیش‌بینی آینده را تضعیف کند.

تحلیل ساختاری MICMAC روشی برای مطالعه روابط متقابل میان متغیرهای یک سیستم پیچیده است که توسط گودت^۳ توسعه

پیش از آغاز دورهای دلفی، جلسه توجیهی حضوری با تمامی خبرگان برگزار شد که طی آن اهداف پژوهش، اهمیت تفکر آینده‌پژوهانه در این مطالعه مبانی روش دلفی فازی، مفاهیم اعداد فازی مثلثی و نحوه تکمیل پرسش‌نامه‌ها تشریح شد. پرسش‌نامه‌ها از طریق ایمیل ارسال و برای هر دور دو تا سه هفته فرصت پاسخگویی در نظر گرفته شد.

روش دلفی فازی، ترکیبی از روش دلفی سنتی و منطق فازی است که برای کاهش ابهام ذاتی در قضاوت‌های خبرگان پیرامون رویدادهای آینده طراحی شده است (Rusnedy et al., 2021). در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی به صورت $A = (l, m, u)$ استفاده شد که در آن l کمترین مقدار ممکن، m محتمل‌ترین مقدار و u بیشترین مقدار ممکن است. خبرگان نظرات خود را با استفاده از مقیاس زبانی هفت‌درجه‌ای از «خیلی کم» تا «خیلی زیاد» بیان کردند که هر درجه به یک عدد فازی مثلثی متناظر تبدیل می‌شد. برای تجمیع نظرات خبرگان از میانگین فازی و برای فازی‌زدایی از روش مرکز ثقل (BNP) استفاده شد که نحوه محاسبه آن، در رابطه (۱) ارائه شده است:

$$BNP = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (۱)$$

همگرایی نظرات نیز با ضریب تغییرات (CV)^۲ سنجیده شد که در رابطه (۲) ارائه شده است و در آن σ_{BNP} انحراف معیار و μ_{BNP} میانگین مقادیر BNP است.

1. Center of Gravity
2. Coefficient of Variation

یافته‌ها

یافته‌های مرحله اول: استخراج و تبیین عوامل اثر گذار

به‌منظور شناسایی متغیرهای اثر گذار بر مدل‌های کسب‌وکار خدمات نوین مخابراتی در افق‌های پیش رو، ابتدا مرور نظام‌مند ادبیات داخلی و بین‌المللی با رویکرد پویش محیطی آینده‌پژوهانه انجام شد. در این مرحله، ۱۵۶ منبع علمی اولیه شناسایی و پس از غربالگری، ۸۷ منبع به‌عنوان منابع مرتبط انتخاب شدند.

تحلیل محتوای منابع منتخب به استخراج ۱۴۳ عامل اولیه منجر شد که دربرگیرنده طیفی از متغیرهای فناوریانه، بازاری، سازمانی، مالی، نظارتی و اجتماعی بود. پس از حذف هم‌پوشانی‌های مفهومی و ادغام متغیرهای مشابه، مجموعه‌ای منسجم از ۳۴ عامل شکل گرفت. فهرست نهایی عوامل استخراج‌شده در شش حوزه موضوعی اصلی طبقه‌بندی شد که شامل ابعاد فناوریانه، بازار و مشتری، سازمانی، مالی-اقتصادی، نظارتی-قانونی و محیطی-اجتماعی است. این دسته‌بندی به‌منظور سازمان‌دهی نظام‌مند متغیرها و تسهیل تحلیل‌های بعدی برای اکتشاف آینده انجام شد. فهرست عوامل، ابعاد، توضیح هریک و منابع پشتیبان آنها در جدول ۲ ارائه شده است. این عوامل حاصل ترکیب تحلیل ادبیات بوده و به‌عنوان ورودی مرحله دلفی فازی برای ارزیابی‌های آینده‌نگرانه استفاده قرار شد.

یافته و به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی در پژوهش‌های آینده‌پژوهی و برنامه‌ریزی راهبردی به کار می‌رود (Thakur et al., 2025; Ghafarzadeh Kermani et al., 2025). در این روش، روابط مستقیم میان متغیرها در قالب یک ماتریس مربعی ثبت می‌شود و سپس از طریق محاسبات ماتریسی تکراری، تأثیرات غیرمستقیم و چندلایه نیز استخراج می‌گردد.

در این پژوهش، ماتریس تأثیرات متقابل 40×40 برای عوامل نهایی حاصل از دلفی فازی تشکیل شد. امتیازدهی ماتریس را همان ۱۳ خبره و متخصص حوزه مخابرات و کسب‌وکار انجام دادند و از مقیاس چهارسطحی صفر (بدون تأثیر)، ۱ (تأثیر ضعیف)، ۲ (تأثیر متوسط) و ۳ (تأثیر قوی) استفاده کردند. برای دستیابی به اجماع در تکمیل ماتریس، جلسه‌ای مشترک با حضور خبرگان برگزار و نقاط اختلاف نظر از طریق بحث گروهی حل و فصل شد. پس از تکمیل ماتریس، تحلیل با نرم‌افزار MICMAC انجام شد و متغیرها براساس قدرت نفوذ و میزان وابستگی برای درک دینامیک آینده سیستم، هم در تحلیل مستقیم و هم در تحلیل غیرمستقیم، در نقشه‌های چهارناحیه‌ای موقعیت‌یابی شدند.

جدول ۲. فهرست عوامل نهایی مؤثر بر مدل‌های کسب‌وکار خدمات نوین مخابراتی

عامل	ابعاد	توضیح	منابع
عوامل فناوریانه	بلوغ فناوری ۶G/۵G	میزان توسعه‌یافتگی و آمادگی فناوری برای استقرار تجاری	Ahokangas et al. (2024, 2022), Kumar and Sharma (2025), Aslani, Araghchi, & Bagheri Dana, (2024)
	قابلیت‌های تقسیم‌بندی شبکه ^۱	توانایی ایجاد شبکه‌های مجازی سفارشی‌شده	Da Silva Da Silva, Storck, de Alvarenga, Alves, & Duarte-Figueiredo, (2025), Moussaoui et al. (2023)
	پلتفرم‌های IoT	زیرساخت پلتفرمی برای مدیریت دستگاه‌ها و داده‌ها	Lee (2019), Mishra and Tripathi (2020)
	ادغام هوش مصنوعی	میزان یکپارچگی هوش مصنوعی/یادگیری ماشین در شبکه و خدمات	Khowaja et al. (2025), Maduranga et al. (2024)
	امنیت و حریم خصوصی	توانایی تأمین امنیت داده و حریم کاربران	Alwarafy et al. (2021), Ahmadi and Ghadiri (2024)
	استانداردسازی	میزان توافق بر استانداردهای فنی و قابلیت همکاری	Hassan and Ketani (2025), Ishteyaq et al. (2024)
	رایانش لبه‌ای	توانایی پردازش در لبه شبکه	Hassan and Ketani (2025)

عامل	ابعاد	توضیح	منابع
عوامل بازار و مشتری	اندازه و رشد بازار	حجم بازار بالقوه و نرخ رشد آن	Kousari and Hadavand (2023), Jabeen and Ishaq (2023)
	پذیرش فناوری	میزان آمادگی و تمایل مشتریان به استفاده از خدمات جدید	Mohammadi et al. (2024), Yavari and Ahangari (2024), Biranvand et al. (2019)
	تمایل به پرداخت	قدرت خرید و تمایل مشتریان به پرداخت برای خدمات	Jabeen and Ishaq (2023), Yrjölä (2024)
	رقابت بازار	شدت رقابت بین اپراتورها و بازیگران جدید	Naseri (2020), Moussaoui et al. (2023)
	تقاضای B2B	تقاضای کسب‌وکارها برای خدمات تخصصی	Da Silva et al. (2025), Gisca, Matinmikko-Blue, Ahokangas, Gordon, & Yrjölä, (2024)
	کاربردهای عمودی ^۱	تقاضا از صنایع مختلف (تولید، سلامت، حمل‌ونقل)	Fasanghari and Asarian (2023), Saberi Ghazani (2023)
عوامل سازمانی	فرهنگ نوآوری	میزان تشویق و حمایت از نوآوری در سازمان	Zare Dehabadi et al. (2022), Yrjölä (2024)
	مهارت‌های نیروی انسانی	توانمندی‌های فنی و کسب‌وکاری نیروی کار	Mohammadi et al. (2024), Bigdeli & Motadel, (2020)
	چابکی سازمانی	توانایی واکنش سریع به تغییرات محیطی	Bigdeli et al. (2020), Gowda, Kadam, SB, & Prasad, (2025)
	قابلیت شراکت‌سازی	توانایی ایجاد و مدیریت شراکت‌های راهبردی	Hemati Farahani, Azad, Aghamousi, & Seyedaliakbar, (2021), Yrjölä et al. (2021)
	مدیریت دانش	توانایی جمع‌آوری، ذخیره و استفاده از دانش	Bhatti et al. (2021), Naseri (2020)
عوامل مالی و اقتصادی	دسترسی به سرمایه	توانایی جذب سرمایه‌گذاری برای زیرساخت	Kousari and Hadavand (2023), Zare Dehabadi et al. (2022)
	هزینه استقرار زیرساخت	میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای 6G/5G و IoT	Gisca et al. (2024), Bigdeli et al. (2020)
	مدل‌های درآمدی	تنوع و پایداری منابع درآمد	Rao (2021), Yrjölä (2024), Moussaoui et al. (2023), Bandarian (2018)
	ARPU	درآمد متوسط هر کاربر	Bigdeli et al. (2020), Naseri (2020)
	بازگشت سرمایه (ROI)	دوره بازگشت سرمایه‌گذاری	Yrjölä et al. (2021), Gisca et al. (2024), Bandarian (2018)
عوامل نظارتی و قانونی	سیاست‌های طیف فرکانس	نحوه تخصیص و قیمت‌گذاری طیف	Gisca et al. (2024, 2023), Paula and Fraidenraich (2025)
	مقررات حریم خصوصی	قوانین حفاظت از داده‌های شخصی	Ahmadi and Ghadiri (2024), Alwarafy et al. (2021)
	محیط نظارتی	میزان حمایت یا محدودیت نهادهای نظارتی	Kousari and Hadavand (2023), Gisca et al. (2023)
	مجوزها و استانداردها	الزامات قانونی برای ارائه خدمات	Gisca et al. (2024), Da Silva et al. (2025)
	سیاست‌های رقابت	قوانین ضدانحصار و رقابت عادلانه	Gisca et al. (2023), Moussaoui et al. (2023)
	تحریم‌ها	محدودیت‌های بین‌المللی بر فناوری و تجارت	Aslani et al. (2024), Bigdeli et al. (2020)
	سیاسی-اقتصادی	پایداری ساختارهای سیاسی و اقتصادی و قابلیت پیش‌بینی محیط کسب‌وکار	Aslani et al. (2024), Bigdeli et al. (2020)

عامل	ابعاد	توضیح	منابع
عوامل محیطی و اجتماعی	مسئولیت زیست محیطی	فشارها برای کاهش مصرف انرژی و کربن	Yrjölä et al. (2021), Kumar and Sharma (2025)
	پذیرش اجتماعی	نگرش جامعه به فناوری های نوین	Yavari and Ahangari (2024), Mohammadi et al. (2024)
	شکاف دیجیتال	نابرابری در دسترسی به فناوری	Yavari and Ahangari (2024), Sabri Ghazani (2023)
	عوامل ژئوپلیتیکی	تنش های بین المللی مرتبط با فناوری	Aslani et al. (2024), Xiang et al. (2024)

یافته های مرحله دوم: فرایند دلفی فازی

نهادهای نظارتی بود. در دور اول، ۳۴ عامل شناسایی شده در مرحله مرور ادبیات توسط خبرگان ارزیابی شد. نتایج تجمیع نظرات فازی در جدول ۳ ارائه شده است.

برای اعتبارسنجی و اولویت بندی عوامل شناسایی شده به منظور درک بهتر روندهای آتی، از روش دلفی فازی سه دورمای استفاده شد. پانل خبرگان شامل ۱۳ نفر از متخصصان صنعت مخابرات، دانشگاه و

جدول ۳. نتایج تجمیع نظرات فازی- دور اول دلفی

رتبه	CV (%)	انحراف معیار BNP	BNP	میانگین فازی (l, m, u)	دسته	عامل
1	7.2	0.68	947	(10.00 ,9.58 ,8.17)	نظارتی- قانونی	تحریم ها
2	7.6	0.72	942	(10.00 ,9.50 ,8.00)	فناورانه	امنیت و حریم خصوصی
3	8.5	0.79	9.31	(9.92 ,9.42 ,7.83)	مالی- اقتصادی	دسترسی به سرمایه
4	9.1	0.84	9.22	(9.92 ,9.33 ,7.67)	نظارتی- قانونی	سیاست های طیف فرکانس
5	9.5	0.87	9.17	(9.92 ,9.25 ,7.50)	نظارتی- قانونی	ثبات سیاسی- اقتصادی
6	9.4	0.86	9.14	(9.92 ,9.33 ,7.50)	فناورانه	بلوغ فناوری 6G/5G
7	9.6	0.88	9.14	(9.92 ,9.25 ,7.67)	سازمانی	مهارت های نیروی انسانی
8	10.0	0.91	9.08	(9.83 ,9.17 ,7.50)	مالی- اقتصادی	هزینه استقرار زیرساخت
9	10.6	0.95	9.00	(9.83 ,9.08 ,7.33)	بازار و مشتری	پذیرش فناوری
10	11.0	0.98	8.94	(9.75 ,9.00 ,7.33)	نظارتی- قانونی	محیط نظارتی
11	11.5	1.02	8.89	(9.75 ,8.92 ,7.17)	بازار و مشتری	تمایل به پرداخت
12	11.8	1.04	8.83	(9.67 ,8.83 ,7.17)	مالی- اقتصادی	مدل های درآمدی
13	12.9	1.11	8.64	(9.58 ,8.67 ,6.83)	محیطی- اجتماعی	عوامل ژئوپلیتیکی
14	13.0	1.12	8.61	(9.67 ,8.67 ,6.83)	فناورانه	قابلیت های Network Slicing
15	13.3	1.14	8.56	(9.58 ,8.58 ,6.83)	مالی- اقتصادی	بازگشت سرمایه (ROI)
16	13.5	1.15	8.50	(9.50 ,8.50 ,6.67)	بازار و مشتری	تقاضای B2B
17	13.6	1.15	8.50	(9.50 ,8.50 ,6.67)	نظارتی- قانونی	مقررات حریم خصوصی
18	14.0	1.18	8.44	(9.58 ,8.42 ,6.50)	بازار و مشتری	اندازه و رشد بازار
19	14.5	1.21	8.36	(9.42 ,8.33 ,6.50)	سازمانی	چابکی سازمانی
20	14.9	1.23	8.28	(9.42 ,8.25 ,6.50)	محیطی- اجتماعی	شکاف دیجیتال

عامل	دسته	میانگین فازی (l, m, u)	BNP	انحراف معیار BNP	CV (%)	رتبه
پلتفرم‌های IoT	فناورانه	(942, 8.25, 6.33)	8.25	1.24	15.0	21
فرهنگ نوآوری	سازمانی	(9.33, 8.17, 6.33)	8.19	1.26	154	22
قابلیت شراکت‌سازی	سازمانی	(9.25, 8.08, 6.17)	8.11	1.29	15.9	23
پذیرش اجتماعی	محیطی - اجتماعی	(9.17, 8.00, 6.17)	8.03	1.31	16.3	24
رقابت بازار	بازار و مشتری	(9.25, 7.92, 6.00)	7.97	1.35	16.9	25
مجوزها و استانداردها	نظارتی-قانونی	(9.17, 7.92, 6.00)	7.94	1.36	17.1	26
استانداردسازی	فناورانه	(9.17, 7.83, 5.83)	7.89	1.38	17.5	27
ARPU	مالی - اقتصادی	(9.08, 7.67, 5.67)	772	142	184	28
کاربردهای عمودی	بازار و مشتری	(8.92, 7.58, 5.50)	7.64	145	19.0	29
ادغام هوش مصنوعی	فناورانه	(9.00, 7.42, 5.17)	7.50	1.56	20.8	30
سیاست‌های رقابت	نظارتی-قانونی	(8.83, 7.33, 5.33)	742	1.52	20.5	31
مدیریت دانش	سازمانی	(8.67, 7.00, 4.83)	7.11	1.63	22.9	32
رایانش لبه‌ای	فناورانه	(8.58, 6.83, 4.67)	6.97	1.68	24.1	33
مسئولیت زیست‌محیطی	محیطی - اجتماعی	(7.50, 5.50, 3.33)	5.61	1.89	337	34

زیست‌محیطی با $BNP = 5.61$ پایین‌ترین اهمیت را دریافت کرد. علاوه‌بر ارزیابی کمی، خبرگان در بخش سؤالات باز، ۱۰ شاخص جدید با نگاه به تحولات آینده پیشنهاد دادند. پس از بررسی، ۸ شاخص برای ارزیابی در دور دوم پذیرفته شد و ۲ شاخص دیگر به دلیل هم‌پوشانی با عوامل موجود در آنها ادغام شد. شاخص‌های پیشنهادی و تصمیمات مربوطه در جدول ۴ آمده است.

دامنه امتیازات BNP از ۵۶۱ تا ۹۴۷ متغیر بود. تحریم‌ها با $BNP = 947$ بالاترین اهمیت را کسب کرد که بیانگر اجماع خبرگان بر تأثیر فراگیر محدودیت‌های بین‌المللی بر آینده صنعت مخابرات کشور است. پس از آن، امنیت و حریم خصوصی (۹،۴۲)، دسترسی به سرمایه (۹،۳۱)، سیاست‌های طیف فرکانس (۹،۲۲) و ثبات سیاسی - اقتصادی (۹،۱۷) در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. مسئولیت

جدول ۴. شاخص‌های جدید پیشنهادی خبرگان در دور اول

ردیف	شاخص پیشنهادی	پیشنهاددهنده	دسته	توضیح	تصمیم
۱	کیفیت تجربه مشتری (QoE)	E5, E3, E1	بازار و مشتری	فراتر از QoS فنی، شامل رضایت کلی مشتری از خدمات	پذیرفته شد
۲	انعطاف‌پذیری زیرساخت ^۱	E6, E2	فناورانه	توانایی تطبیق سریع زیرساخت با نیازهای متغیر	پذیرفته شد
۳	سطح دیجیتالی‌سازی فرایندها	E11, E3	سازمانی	میزان اتوماسیون و دیجیتالی بودن فرایندهای داخلی	پذیرفته شد
۴	همکاری‌های بین‌المللی	E10, E8	نظارتی-قانونی	امکان مشارکت در استانداردسازی و شبکه‌های بین‌المللی	پذیرفته شد
۵	تنوع جغرافیایی بازار	E5	بازار و مشتری	پوشش شهری / روستایی و توزیع جغرافیایی مشتریان	ادغام با «شکاف دیجیتال»
۶	پایداری مالی ^۲	E12, E1	مالی - اقتصادی	توانایی حفظ عملیات بدون وابستگی شدید به تأمین مالی خارجی	پذیرفته شد

1. Infrastructure Flexibility
2. Financial Sustainability

ردیف	شاخص پیشنهادی	پیشنهاددهنده	دسته	توضیح	تصمیم
۷	سرعت نوآوری محصول	E11	سازمانی	زمان لازم برای توسعه و عرضه خدمات جدید به بازار	پذیرفته شد
۸	کارایی انرژی شبکه	E13, E4	محیطی- اجتماعی	مصرف انرژی به ازای هر واحد ترافیک	ادغام با «مسئولیت زیست محیطی»
۹	فشار رقابتی غیرسنتی ^۱	E9, E5, E1	بازار و مشتری	تهدید از طرف شرکت های فناوری بزرگ و ارائه دهندگان OTT	پذیرفته شد
۱۰	قابلیت های تحلیل داده ^۲	E13, E11, E4	فناورانه	توانایی استخراج ارزش از داده های عظیم شبکه و مشتریان	پذیرفته شد

دور دوم با سه هدف اجرا شد: ارزیابی ۸ شاخص جدید، ارائه بازخورد نتایج دور اول به خبرگان، و افزایش همگرایی برای عوامل با CV بیشتر از ۲۰٪. بازخورد محوری این دور به کاهش ضریب تغییرات

جدول ۵. مقایسه نتایج دور اول و دوم برای عوامل با پراکندگی بالا

عامل	دور اول		دور دوم		تغییر	
	BNP	CV (%)	BNP	CV (%)	Δ BNP	Δ CV
ادغام هوش مصنوعی	۷,۵۰	۲۰,۸	۷,۸۱	۱۵,۲	۰,۳۱+	۵,۶-
سیاست های رقابت	۷,۴۲	۲۰,۵	۷,۵۸	۱۶,۷	۰,۱۶+	۳,۸-
مدیریت دانش	۷,۱۱	۲۲,۹	۷,۱۹	۱۹,۸	۰,۰۸+	۳,۱-
رایانش لبه ای	۶,۹۷	۲۴,۱	۷,۲۸	۱۸,۵	۰,۳۱+	۵,۶-
مسئولیت زیست محیطی	۵,۶۱	۳۳,۷	۶,۰۳	۲۸,۴	۰,۴۲+	۵,۳-

هشت شاخص جدید برای نخستین بار ارزیابی شدند و تمامی آنها امتیاز BNP بالاتر از ۸ کسب کردند. پایداری مالی با $BNP = 8.97$ بالاترین رتبه را در میان شاخص های جدید به دست آورد، و کیفیت تجربه مشتری (۸,۸۱) و فشار رقابتی غیرسنتی (۸,۶۹) در رتبه های بعدی قرار گرفتند. نتایج ارزیابی شاخص های جدید در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶. نتایج ارزیابی شاخص های جدید- دور دوم دلفی

شاخص جدید	دسته	میانگین فازی (l, m, u)	BNP	انحراف معیار BNP	CV (%)
کیفیت تجربه مشتری (QoE)	بازار و مشتری	(9.69, 8.85, 7.15)	8.81	1.06	12.0
انعطاف پذیری زیرساخت	فناورانه	(9.54, 8.62, 6.92)	8.58	1.17	13.6
سطح دیجیتالی سازی فرایندها	سازمانی	(9.38, 8.31, 6.54)	8.33	1.24	14.9
همکاری های بین المللی	نظارتی- قانونی	(9.23, 8.08, 6.23)	8.11	1.32	16.3
پایداری مالی	مالی- اقتصادی	(9.77, 9.00, 7.38)	8.97	0.99	11.0
سرعت نوآوری محصول	سازمانی	(9.46, 8.46, 6.69)	8.47	1.20	14.2
فشار رقابتی غیرسنتی (OTT)	بازار و مشتری	(9.62, 8.69, 7.00)	8.69	1.10	12.7
قابلیت های تحلیل داده	فناورانه	(9.54, 8.54, 6.77)	8.54	1.16	13.6

1. OTT Players
2. Data Analytics

همچنین در این دور، عنوان عامل «محیط نظارتی» بنابر پیشنهاد خبرگان به «حمایت نظارتی و سیاست‌گذاری» تغییر یافت تا جنبه حمایتی نهادهای نظارتی در توسعه سناریوهای آتی را نیز منعکس کند. در پایان دور دوم، فهرست کامل ۴۲ عامل با رتبه‌بندی در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷. رتبه‌بندی عوامل - پایان دور دوم دلفی

رتبه	عامل	دسته	BNP	CV (%)
1	تحریم‌ها	نظارتی - قانونی	947	7.2
2	امنیت و حریم خصوصی	فناورانه	944	7.3
3	دسترسی به سرمایه	مالی - اقتصادی	9.33	8.3
4	سیاست‌های طیف فرکانس	نظارتی - قانونی	9.25	8.8
5	ثبات سیاسی - اقتصادی	نظارتی - قانونی	9.19	9.2
6	بلوغ فناوری ۶G/۵G	فناورانه	9.17	9.1
7	مهارت‌های نیروی انسانی	سازمانی	9.17	9.3
8	هزینه استقرار زیرساخت	مالی - اقتصادی	9.11	9.8
9	پذیرش فناوری	بازار و مشتری	9.03	10.2
10	حمایت نظارتی و سیاست‌گذاری	نظارتی - قانونی	8.97	107
11	پایداری مالی	مالی - اقتصادی	8.97	11.0
12	تمایل به پرداخت	بازار و مشتری	8.92	11.3
13	مدل‌های درآمدی	مالی - اقتصادی	8.86	11.5
14	کیفیت تجربه مشتری (QoE)	بازار و مشتری	8.81	12.0
15	فشار رقابتی غیرسنتی (OTT)	بازار و مشتری	8.69	127
16	عوامل ژئوپلیتیکی	محیطی - اجتماعی	8.67	12.6
17	قابلیت‌های Network Slicing	فناورانه	8.64	127
18	بازگشت سرمایه (ROI)	مالی - اقتصادی	8.59	13.0
19	انعطاف‌پذیری زیرساخت	فناورانه	8.58	13.6
20	قابلیت‌های تحلیل داده	فناورانه	8.54	13.6
21	تقاضای B2B	بازار و مشتری	8.53	13.2
22	مقررات حریم خصوصی	نظارتی - قانونی	8.53	13.3
23	اندازه و رشد بازار	بازار و مشتری	847	137
24	سرعت نوآوری محصول	سازمانی	847	14.2
25	چابکی سازمانی	سازمانی	8.39	14.2
26	سطح دیجیتالی‌سازی فرایندها	سازمانی	8.33	14.9
27	شکاف دیجیتال	محیطی - اجتماعی	8.31	14.6
28	پلتفرم‌های IoT	فناورانه	8.28	14.8
29	فرهنگ نوآوری	سازمانی	8.22	15.1
30	قابلیت شراکت‌سازی	سازمانی	8.14	15.6
31	همکاری‌های بین‌المللی	نظارتی - قانونی	8.11	16.3
32	پذیرش اجتماعی	محیطی - اجتماعی	8.06	16.0

رتبه	عامل	دسته	BNP	CV (%)
۳۳	استانداردسازی	فناورانه	8.03	13.9
۳۴	رقابت بازار	بازار و مشتری	8.00	16.6
۳۵	مجوزها و استانداردها	نظارتی- قانونی	7.97	16.8
۳۶	کاربردهای عمودی	بازار و مشتری	7.89	14.3
۳۷	ادغام هوش مصنوعی	فناورانه	7.81	15.2
۳۸	ARPU	مالی- اقتصادی	775	18.1
۳۹	سیاستهای رقابت	نظارتی- قانونی	7.58	16.7
۴۰	رایانش لبهای	فناورانه	7.28	18.5
۴۱	مدیریت دانش	سازمانی	7.19	19.8
۴۲	مسئولیت زیست محیطی	محیطی- اجتماعی	6.03	28.4

* نام عامل ۱۹ از «محیط نظارتی» به «حمایت نظارتی و سیاست گذاری» تغییر یافت

نشان داد که در تمامی موارد همگرایی بیشتری حاصل شد، اگرچه میزان تغییرات نسبت به دوره‌های قبل کمتر بود. نتایج مقایسه‌ای این عوامل در جدول ۸ ارائه شده است.

دور سوم به عنوان دور نهایی با هدف دستیابی به حداکثر همگرایی پیرامون عدم قطعیت‌های آینده و تعیین فهرست نهایی عوامل برای ورود به تحلیل MICMAC طراحی شد. در این دور، ۱۲ عامل با بالاترین پراکندگی (بیشتر از ۱۵٪) برای آخرین بار بازبینی شد. نتایج

جدول ۸. نتایج نهایی عوامل با بالاترین پراکندگی - دور سوم دلفی

عامل	دور دوم		دور سوم		تغییر	
	BNP	CV (%)	BNP	CV (%)	ΔBNP	ΔCV
فرهنگ نوآوری	8.22	15.1	7.56	14.2	-0.66	-0.9
قابلیت شراکت سازی	8.14	15.6	8.16	14.8	+0.02	-0.8
همکاری‌های بین‌المللی	8.11	16.3	8.13	14.7	+0.02	-1.6
پذیرش اجتماعی	8.06	16.0	778	14.5	-0.28	-1.5
رقابت بازار	8.00	16.6	8.04	14.9	+0.04	-1.7
مجوزها و استانداردها	7.97	16.8	8.19	13.9	+0.22	-2.9
ادغام هوش مصنوعی	7.81	15.2	8.06	14.7	+0.25	-0.5
ARPU	775	18.1	7.86	15.0	+0.11	-3.1
سیاست‌های رقابت	7.58	16.7	7.67	14.9	+0.09	-1.8
رایانش لبهای	7.28	18.5	772	14.2	+0.44	-4.3
مدیریت دانش	7.19	19.8	7.31	17.5	+0.12	-2.3
مسئولیت زیست محیطی	6.03	28.4	6.14	26.1	+0.11	-2.3

با دور اول بهبود قابل توجهی را نشان می‌دهد. هفت عامل برتر شامل تحریم‌ها، امنیت و حریم خصوصی، دسترسی به سرمایه، سیاست‌های طیف فرکانس، ثبات سیاسی- اقتصادی، بلوغ فناوری 5G/6G و مهارت‌های نیروی انسانی در هر سه دور

جدول ۹ نتایج تجمیعی فرایند دلفی را نشان می‌دهد. این جدول امتیاز BNP نهایی، ضریب تغییرات و دسته‌بندی هریک از ۴۲ عامل را پس از اتمام دور سوم ارائه می‌دهد. میانگین BNP کلی عوامل ۸،۴۱ و میانگین CV ۱۳،۲ درصد بود که در مقایسه

ثابت ماندند که بیانگر اجماع قوی خبرگان بر اهمیت حیاتی این زیست‌محیطی و مدیریت دانش با پایین‌ترین امتیازات BNP در عوامل در شکل‌دهی به آینده صنعت است. در مقابل، مسئولیت انتهای فهرست قرار گرفتند.

جدول ۹. رتبه‌بندی نهایی عوامل پس از سه دور دلفی فازی

رتبه	عامل	دسته	BNP	CV (%)
1	تحریم‌ها	نظارتی - قانونی	947	7.2
2	امنیت و حریم خصوصی	فناورانه	944	7.3
3	دسترسی به سرمایه	مالی - اقتصادی	9.33	8.3
4	سیاست‌های طیف فرکانس	نظارتی - قانونی	9.25	8.8
5	ثبات سیاسی - اقتصادی	نظارتی - قانونی	9.19	9.2
6	بلوغ فناوری 6G/5G	فناورانه	9.17	9.1
7	مهارت‌های نیروی انسانی	سازمانی	9.17	9.3
8	هزینه استقرار زیرساخت	مالی - اقتصادی	9.11	9.8
9	پذیرش فناوری	بازار و مشتری	9.03	10.2
10	حمایت نظارتی و سیاست‌گذاری	نظارتی - قانونی	8.97	10.7
11	پایداری مالی	مالی - اقتصادی	8.97	11.0
12	تمایل به پرداخت	بازار و مشتری	8.92	11.3
13	مدل‌های درآمدی	مالی - اقتصادی	8.86	11.5
14	کیفیت تجربه مشتری (QoE)	بازار و مشتری	8.81	12.0
15	فشار رقابتی غیرسنتی (OTT)	بازار و مشتری	8.69	12.7
16	عوامل ژئوپلیتیکی	محیطی - اجتماعی	8.67	12.6
17	قابلیت‌های Network Slicing	فناورانه	8.64	12.7
18	بازگشت سرمایه (ROI)	مالی - اقتصادی	8.59	13.0
19	انعطاف‌پذیری زیرساخت	فناورانه	8.58	13.6
20	قابلیت‌های تحلیل داده	فناورانه	8.54	13.6
21	تقاضای B2B	بازار و مشتری	8.53	13.2
22	مقررات حریم خصوصی	نظارتی - قانونی	8.53	13.3
23	اندازه و رشد بازار	بازار و مشتری	8.47	13.7
24	سرعت نوآوری محصول	سازمانی	8.47	14.2
25	چابکی سازمانی	سازمانی	8.39	14.2
26	سطح دیجیتالی‌سازی فرایندها	سازمانی	8.33	14.9
27	شکاف دیجیتال	محیطی - اجتماعی	8.31	14.6
28	پلتفرم‌های IoT	فناورانه	8.28	14.8
29	مجوزها و استانداردها	نظارتی - قانونی	8.19	13.9
30	قابلیت شراکت‌سازی	سازمانی	8.16	14.8

رتبه	عامل	دسته	BNP	CV (%)
31	همکاری‌های بین‌المللی	نظارتی- قانونی	8.13	14.7
32	ادغام هوش مصنوعی	فناورانه	8.06	14.7
33	رقابت بازار	بازار و مشتری	8.04	14.9
34	استانداردسازی	فناورانه	8.03	13.9
35	کاربردهای عمودی	بازار و مشتری	7.89	14.3
36	ARPU	مالی- اقتصادی	7.86	15.0
37	پذیرش اجتماعی	محیطی- اجتماعی	7.78	14.5
38	رایانش لبه‌ای	فناورانه	7.72	14.2
39	سیاست‌های رقابت	نظارتی- قانونی	7.67	14.9
40	فرهنگ نوآوری	سازمانی	7.56	14.2
41	مدیریت دانش	سازمانی	7.31	17.5
42	مسئولیت زیست‌محیطی	محیطی- اجتماعی	6.14	26.1

یافته‌های مرحله سوم: تحلیل ساختاری MICMAC

برای تعیین فهرست نهایی عوامل ورودی به تحلیل MICMAC، از دو معیار همزمان استفاده شد: عواملی که BNP آنها کمتر از ۷.۵ بود یا CV نهایی آنها بالاتر از ۱۵٪ بود، از فهرست حذف شدند. نظر خبرگان نیز در خصوص این تصمیم، گرفته شد. ۶۹٫۲ درصد خبرگان ورود تمامی ۴۲ عامل را پیشنهاد دادند و ۳۰٫۸ درصد معیارهای سخت‌گیرانه‌تری را ترجیح دادند. پس از بررسی و با اعمال دو معیار BNP و CV به‌صورت همزمان، دو عامل از فهرست حذف شدند:

مسئولیت زیست‌محیطی به‌دلیل اهمیت پایین ($BNP = 6.14$) و مدیریت دانش به‌دلیل ترکیب اهمیت نسبتاً پایین‌تر ($BNP = 7.31$) و CV بالاتر از آستانه. در نتیجه، ۴۰ عامل برای ورود به تحلیل MICMAC نهایی شد که فهرست کامل آنها به همراه کدگذاری و دسته‌بندی در جدول ۱۰ ارائه شده است. این فهرست شامل ۹ عامل فناورانه (۲۲٫۵٪)، ۸ عامل بازار و مشتری (۲۰٪)، ۸ عامل نظارتی- قانونی (۲۰٪)، ۶ عامل مالی- اقتصادی (۱۵٪)، ۶ عامل سازمانی (۱۵٪) و ۳ عامل محیطی- اجتماعی (۷٫۵٪) است.

جدول ۱۰. فهرست نهایی ۴۰ عامل برای ورود به تحلیل MICMAC

کد	عامل	دسته
F1	تحریم‌ها	نظارتی- قانونی
F2	امنیت و حریم خصوصی	فناورانه
F3	دسترسی به سرمایه	مالی- اقتصادی
F4	سیاست‌های طیف فرکانس	نظارتی- قانونی
F5	ثبات سیاسی- اقتصادی	نظارتی- قانونی
F6	بلوغ فناوری 6G/5G	فناورانه
F7	مهارت‌های نیروی انسانی	سازمانی
F8	پایداری مالی	مالی- اقتصادی
F9	هزینه استقرار زیرساخت	مالی- اقتصادی
F10	کیفیت تجربه مشتری (QoE)	بازار و مشتری
F11	فشار رقابتی غیرسنتی (OTT)	بازار و مشتری

کد	عامل	دسته
F12	انعطاف‌پذیری زیرساخت	فناورانه
F13	قابلیت‌های تحلیل داده	فناورانه
F14	سرعت نوآوری محصول	سازمانی
F15	سطح دیجیتالی‌سازی فرایندها	سازمانی
F16	پذیرش فناوری	بازار و مشتری
F17	تمایل به پرداخت	بازار و مشتری
F18	همکاری‌های بین‌المللی	نظارتی - قانونی
F19	حمایت نظارتی و سیاست‌گذاری	نظارتی - قانونی
F20	مدل‌های درآمدی	مالی - اقتصادی
F21	قابلیت‌های Network Slicing	فناورانه
F22	تقاضای B2B	بازار و مشتری
F23	بازگشت سرمایه (ROI)	مالی - اقتصادی
F24	مقررات حریم خصوصی	نظارتی - قانونی
F25	اندازه و رشد بازار	بازار و مشتری
F26	چابکی سازمانی	سازمانی
F27	شکاف دیجیتالی	محیطی - اجتماعی
F28	پلتفرم‌های IoT	فناورانه
F29	فرهنگ نوآوری	سازمانی
F30	قابلیت شراکت‌سازی	سازمانی
F31	پذیرش اجتماعی	محیطی - اجتماعی
F32	استانداردسازی	فناورانه
F33	رقابت بازار	بازار و مشتری
F34	مجوزها و استانداردها	نظارتی - قانونی
F35	عوامل ژئوپلیتیکی	محیطی - اجتماعی
F36	کاربردهای عمودی	بازار و مشتری
F37	ARPU	مالی - اقتصادی
F38	ادغام هوش مصنوعی	فناورانه
F39	سیاست‌های رقابت	نظارتی - قانونی
F40	رایانش لبه‌ای	فناورانه

از طریق بحث گروهی حل‌وفصل شد و امتیاز نهایی به‌صورت اجماع گروهی ثبت شد. برای امتیازدهی از مقیاس چهارسطحی استفاده شد: صفر (بدون تأثیر)، ۱ (تأثیر ضعیف)، ۲ (تأثیر متوسط) و ۳ (تأثیر قوی). در این ماتریس، میزان تأثیرگذاری هر متغیر بر متغیر دیگر لزوماً با تأثیرپذیری معکوس آن برابر نیست. آمار توصیفی داده‌های ماتریس ۴۰×۴۰ در جدول ۱۱ ارائه شده است.

برای شناسایی روابط متقابل میان ۴۰ متغیر نهایی حاصل از مرحله دلفی فازی و کشف معماری آینده سیستم، از نرم‌افزار MICMAC استفاده شد. ماتریس تأثیرات متقابل را همان ۱۳ خبره شرکت‌کننده در فرایند دلفی تکمیل کردند. برای دستیابی به اجماع، ابتدا هر خبره به‌صورت مستقل ماتریس را تکمیل کرد و سپس در جلسه‌ای مشترک، خانه‌هایی که اختلاف نظر بیش از یک سطح داشتند

جدول ۱۱. آمار داده‌های اولیه ماتریس تأثیرات

Indicator	Value
Matrix size	۴۰
Number of iterations	۲
Number of zeros	۸۱۹
Number of ones	۴۰۵
Number of twos	۳۲۱
Number of threes	۵۵
Number of P	۰
Total	۷۸۱
Fillrate	%۴۸,۸۱۲۵

از مجموع ۱۶۰۰ خانه ماتریس، ۸۱۹ خانه (۵۱,۲٪) عدد صفر، ۴۰۵ خانه عدد ۱، ۳۲۱ خانه عدد ۲ و ۵۵ خانه عدد ۳ داشتند. نرخ پرشدگی ماتریس ۴۸,۸ درصد بود که نشان‌دهنده وجود روابط متعدد و معنادار در سیستم است. جمع سطرها (نفوذ) و جمع ستون‌ها (وابستگی) هر متغیر در جدول ۱۲ آمده است.

جدول ۱۲. خلاصه‌ای از میزان نفوذ و وابستگی مستقیم هر متغیر در سیستم

NO	Variable	Total number of rows	Total number of columns
1	Variable01	65	34
2	Variable02	49	34
3	Variable03	65	39
4	Variable04	23	21
5	Variable05	64	35
6	Variable06	51	39
7	Variable07	36	18
8	Variable08	59	38
9	Variable09	37	29
10	Variable10	19	16
11	Variable11	19	16
12	Variable12	36	37
13	Variable13	10	26
14	Variable14	34	31
15	Variable15	41	43
16	Variable16	37	48
17	Variable17	13	23
18	Variable18	48	34

NO	Variable	Total number of rows	Total number of columns
19	Variable19	27	28
20	Variable20	21	16
21	Variable21	17	33
22	Variable22	26	32
23	Variable23	27	39
24	Variable24	6	17
25	Variable25	22	29
26	Variable26	44	29
27	Variable27	21	39
28	Variable28	28	42
29	Variable29	21	31
30	Variable30	18	28
31	Variable31	9	22
32	Variable32	19	29
33	Variable33	29	43
34	Variable34	20	19
35	Variable35	28	19
36	Variable36	9	26
37	Variable37	14	29
38	Variable38	48	40
39	Variable39	33	32
40	Variable40	19	29
	Totals	1212	1212

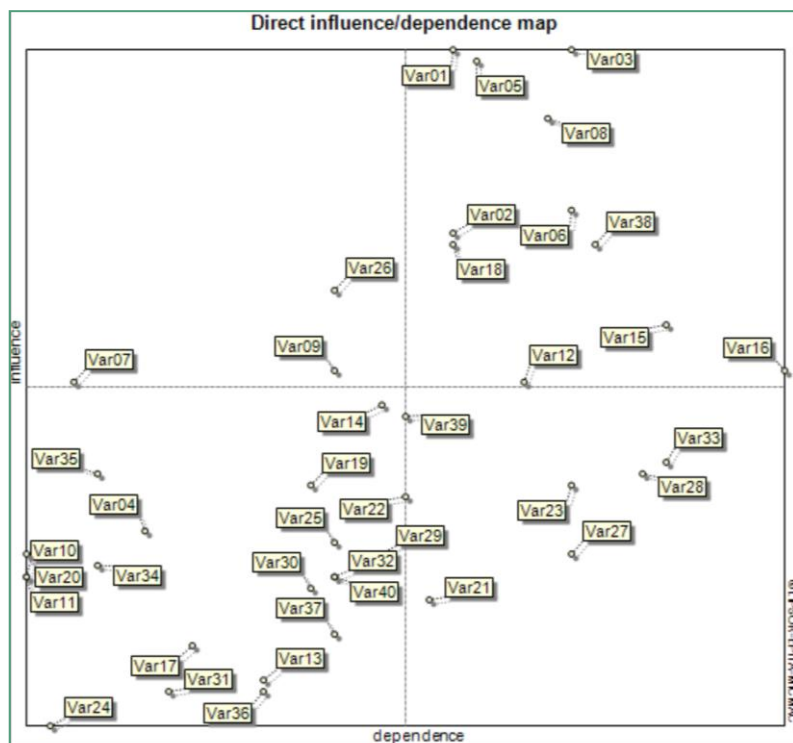
دارند، هم بر دیگر متغیرها اثر می‌گذارند و هم از آنها تأثیر می‌پذیرند. رفتار آنها حساس و غیرخطی است و کوچک‌ترین تغییر در آنها می‌تواند واکنش‌های زنجیره‌ای غیرقابل پیش‌بینی در آینده ایجاد کند. متغیرهای این ناحیه عبارت‌اند از: تحریم‌ها (F1)، امنیت و حریم خصوصی (F2)، دسترسی به سرمایه (F3)، ثبات سیاسی-اقتصادی (F5)، بلوغ فناوری 5G/6G (F6)، پایداری مالی (F8)، انعطاف‌پذیری زیرساخت (F12)، سطح دیجیتالی‌سازی فرایندها (F15)، پذیرش فناوری (F16)، همکاری‌های بین‌المللی (F18) و ادغام هوش مصنوعی (F38).

♦ **ناحیه سوم: متغیرهای نتیجه‌ای (نفوذ پایین، وابستگی بالا):** این متغیرها به‌شدت از تغییرات دیگر عوامل تأثیر می‌پذیرند، اما توان اثرگذاری مستقل بر ساختار کلان سیستم را ندارند و بیشتر بازتاب‌دهنده وضعیت آینده هستند. متغیرهای

نقشه نفوذ-وابستگی مستقیم در شکل ۱ ارائه شده است. در این نقشه، محور عمودی بیانگر قدرت اثرگذاری هر متغیر بر دیگر متغیرها و محور افقی نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری آن از دیگر عوامل است. موقعیت هر متغیر براساس نقش آن در سناریوپردازی و آینده‌پژوهی در یکی از چهار ناحیه زیر قرار می‌گیرد:

♦ **ناحیه اول: پیش‌ران‌های اصلی (نفوذ بالا، وابستگی پایین):** متغیرهای این ناحیه اثرگذاری بالایی بر آینده سیستم دارند، اما خود کمتر از تغییرات محیطی تأثیر می‌پذیرند و پیش‌ران‌های کلیدی آینده محسوب می‌شوند. مهارت‌های نیروی انسانی (F7)، هزینه استقرار زیرساخت (F9) و چابکی سازمانی (F26) در این ناحیه قرار گرفتند.

♦ **ناحیه دوم: متغیرهای پیوندی یا ناپایدار (نفوذ بالا، وابستگی بالا):** این متغیرها در مرکز تعاملات سیستم قرار



شکل ۱. ماتریس تأثیر گذاری و تأثیر پذیری مستقیم متغیرها

سیاست‌های طیف فرکانس (F4)، حمایت نظارتی (F19)، دسترسی به سرمایه (F3)، پایداری مالی (F8) و هزینه استقرار زیرساخت (F9) در نقطه آغاز زنجیره‌های علی قرار دارند و تغییر در آنها بلافاصله و بدون واسطه بر دیگر بخش‌های سیستم اثر می‌گذارد. در مقابل، بیشتر متغیرهای بازار، سازمانی و اجتماعی در این آستانه از شبکه ارتباطات حذف می‌شوند که نشان می‌دهد نقش آنها در سطح مستقیم بیشتر واکنشی است تا محرک و تغییرات آنها عمدتاً بازتابی از تحولات لایه‌های بالادستی سیستم خواهد بود.

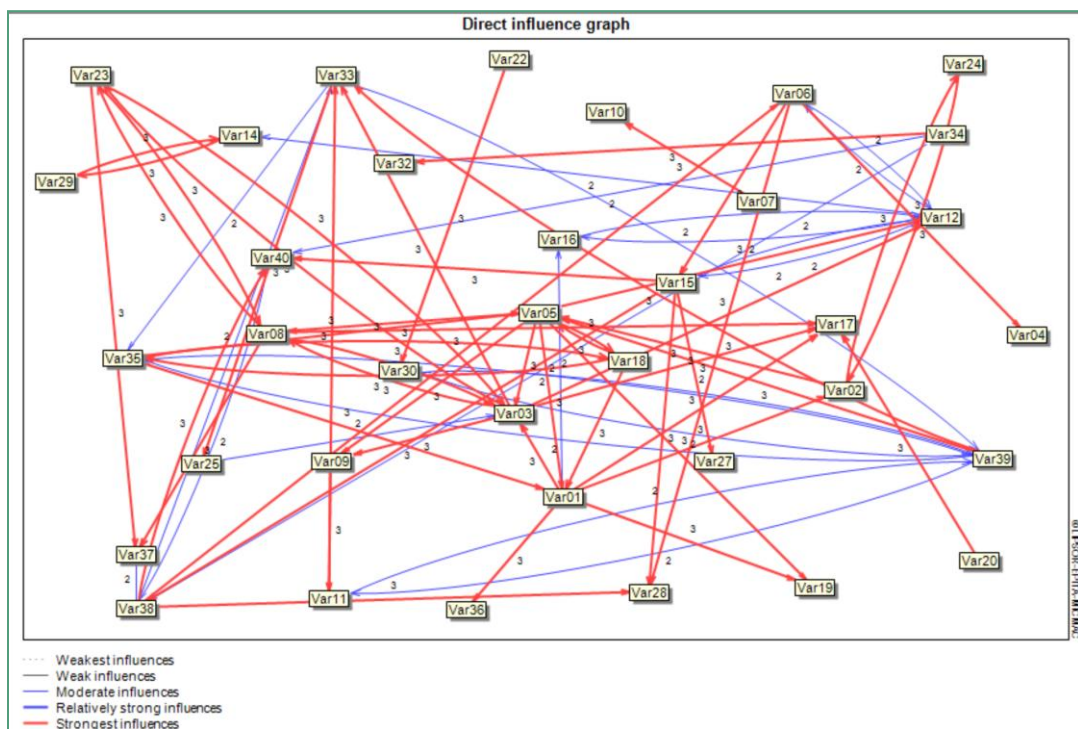
گراف در آستانه ۱۰۰ درصد (شکل ۳) تمامی روابط موجود در ماتریس را با همه شدت‌ها نمایش می‌دهد. این گراف تأیید می‌کند که متغیرهای نظارتی-قانونی و مالی-اقتصادی هسته اصلی ساختار را می‌سازند و متغیرهای فناوری، سازمانی و بازار به صورت لایه‌هایی پیرامون این هسته عمل می‌کنند. مقایسه دو گراف نشان می‌دهد کدام متغیرها در شبکه کامل فعال‌اند، اما در آستانه ۱۰ درصد حذف می‌شوند؛ این متغیرها عمدتاً اثری حاشیه‌ای یا کم‌تنش در تحلیل‌های آینده‌نگرانه دارند.

این ناحیه شامل قابلیت‌های Network Slicing (F21)، تقاضای B2B (F22)، بازگشت سرمایه (F23)، شکاف دیجیتالی (F27)، پلتفرم‌های IoT (F28)، رقابت بازار (F33) و سیاست‌های رقابت (F39) هستند.

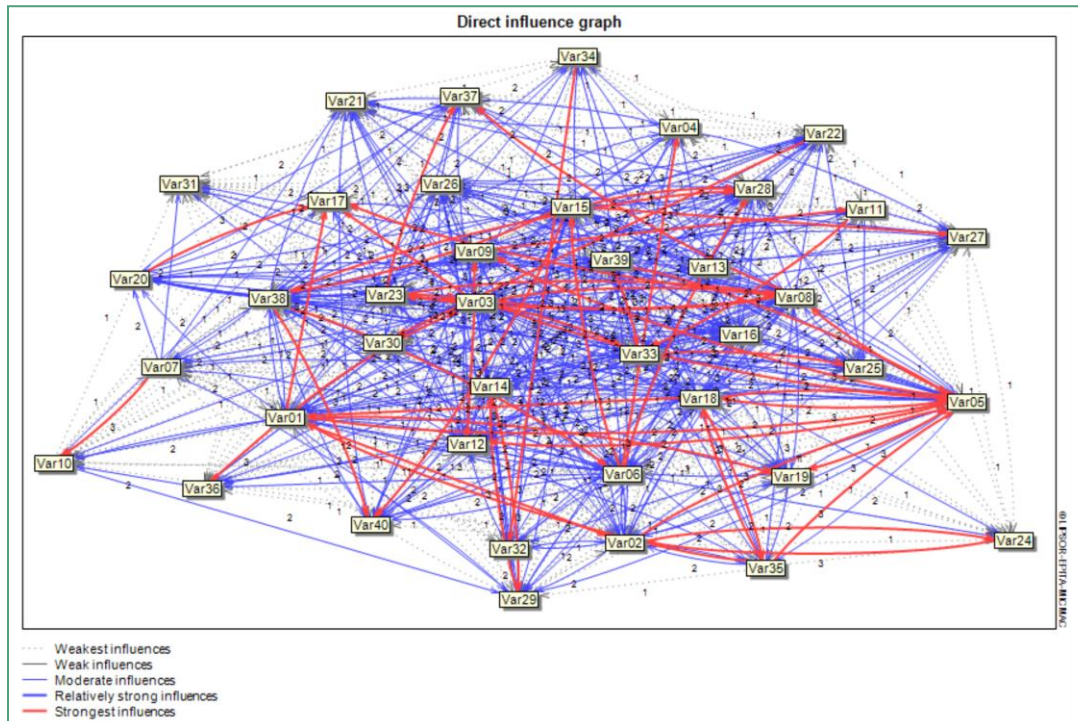
◆ ناحیه چهارم: متغیرهای کم‌اثر (نفوذ پایین، وابستگی

پایین): این متغیرها نه اثرگذاری قابل توجهی بر سیستم دارند و نه خود به شدت از آن تأثیر می‌پذیرند و نقش زمینه‌ای یا تکمیلی دارند. متغیرهایی مانند سیاست‌های طیف فرکانس (F4)، کیفیت تجربه مشتری (F10)، فشار رقابتی OTT (F11)، تمایل به پرداخت (F17)، اندازه و رشد بازار (F25)، پذیرش اجتماعی (F31)، ARPU (F37)، فرهنگ نوآوری (F29)، قابلیت شراکت‌سازی (F30)، استانداردسازی (F32)، رایانش لبه‌ای (F40)، مقررات حریم خصوصی (F24)، مجوزها و استانداردها (F34)، عوامل ژئوپلیتیکی (F35) و کاربردهای عمودی (F36) در این ناحیه جای گرفتند.

برای بررسی قدرت روابط مستقیم، گراف شبکه در دو آستانه ۱۰ درصد و ۱۰۰ درصد ترسیم شد. گراف در آستانه ۱۰ درصد (شکل ۲) تنها روابط قوی و تعیین‌کننده را نمایش می‌دهد. در این سطح، متغیرهای نظارتی-قانونی و مالی-اقتصادی به عنوان گره‌های اصلی شبکه باقی می‌مانند. تحریم‌ها (F1)، ثبات سیاسی-اقتصادی (F5)،



شکل ۲. گراف شدت ارتباط مستقیم بین متغیرها در آستانه ۱۰٪

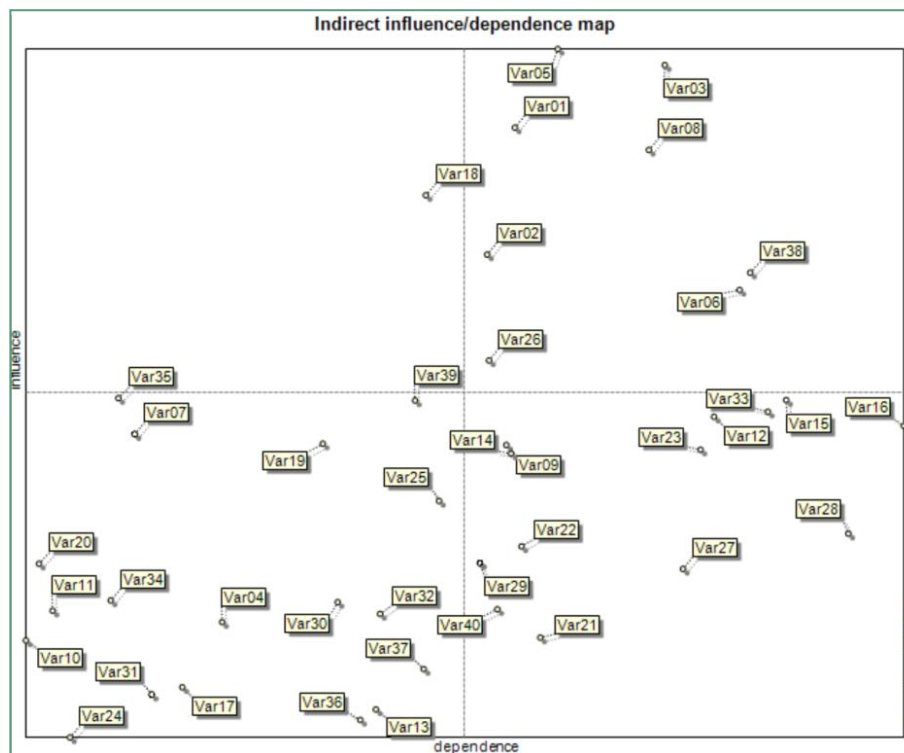


شکل ۳. گراف شدت ارتباط مستقیم بین متغیرها در آستانه ۱۰۰٪

ماتریس مستقیم قابل مشاهده نیستند، اما برای تحلیل‌های عمیق آینده‌نگرانه ضروری‌اند. جابه‌جایی قابل توجه متغیرها میان دو نقشه مستقیم و غیرمستقیم، نشان‌دهنده پیچیدگی و شبکه‌ای بودن سیستم

نقشه نفوذ-وابستگی غیرمستقیم به‌منظور کشف پیش‌ران‌های پنهان در آینده‌پژوهی در شکل ۴ ارائه شده است. این نقشه روابط پنهان، چندلایه و زنجیره‌ای میان متغیرها را آشکار می‌سازد که در

مورد مطالعه در مواجهه با عدم قطعیت‌های آتی است.



شکل ۴. ماتریس تأثیر گذاری و تأثیر پذیری غیرمستقیم متغیرها

تحلیل مستقیم و غیرمستقیم در نواحی نفوذ بالا (پیش‌ران یا پیوندی) قرار گرفتند به‌عنوان پیش‌ران‌های اصلی شناسایی شدند؛ دوم، تشابه ماهوی و حوزه‌ای متغیرها (سیاستی، مالی، فناوریانه) مبنای گروه‌بندی درون هر خوشه قرار گرفت. متغیرهایی که در تحلیل مستقیم نقش محدودی داشتند، اما در تحلیل غیرمستقیم به گره‌های راهبردی تبدیل شدند (مانند پلتفرم‌های IoT) نیز در خوشه مربوطه لحاظ شد. براساس نتایج ترکیبی تحلیل مستقیم و غیرمستقیم MICMAC، متغیرهای مؤثر بر آینده خدمات 5G/6G و IoT در ایران و ارتباط آنها با بلوک‌های بوم مدل کسب‌وکار (BMC) در سه خوشه اصلی شناسایی شدند:

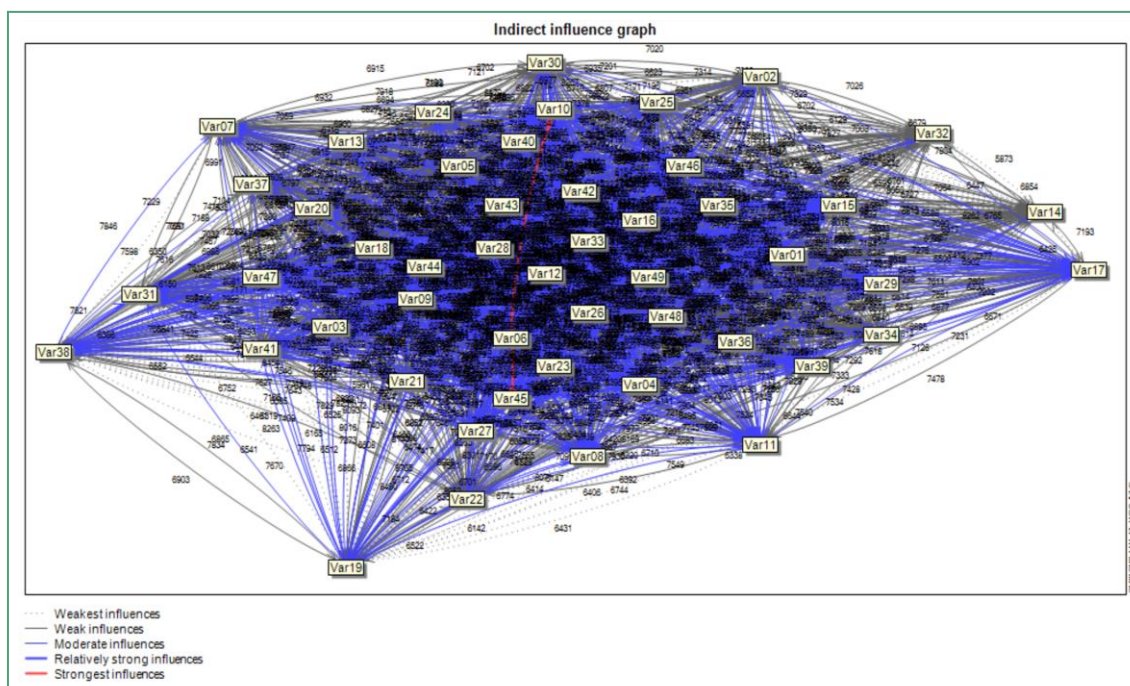
♦ **خوشه اول: سیاستی- نظارتی** (ارتباط با بلوک‌های «شرکای کلیدی»، «جریان‌های درآمدی» و «ساختار هزینه» در BMC): تحریم‌ها (F1)، سیاست‌های طیف فرکانس (F4)، ثبات سیاستی- اقتصادی (F5)، همکاری‌های بین‌المللی (F18)، حمایت نظارتی و سیاست‌گذاری (F19)، مقررات حریم خصوصی (F24)، مجوزها و استانداردها (F34) و سیاست‌های رقابت (F39). این متغیرها چارچوب نهادی و رگولاتوری را می‌سازند که امکان یا محدودیت توسعه خدمات نوین را تعیین می‌کند.

پایداری محاسبات غیرمستقیم نیز برای اطمینان از اعتبار پیش‌بینی‌های آینده تأیید شد. در تکرار اول، نفوذ ۸۶ درصد و وابستگی ۹۸ درصد بود و در تکرار دوم، نفوذ به ۹۹ درصد رسید و وابستگی در همان ۹۸ درصد ثابت ماند. این نتیجه نشان می‌دهد که ماتریس غیرمستقیم به پایداری رسیده و نتایج آن قابل استناد است. برخی متغیرها که در تحلیل مستقیم نقش محدودتری داشتند، در تحلیل غیرمستقیم به گره‌های راهبردی تبدیل شدند. به‌ویژه ثبات سیاسی- اقتصادی (F5)، دسترسی به سرمایه (F3) و پلتفرم‌های IoT (F28) به کانون‌های اصلی تأثیر غیرمستقیم بدل شدند. شدت ارتباط غیرمستقیم بین متغیرها در شکل ۵ نشان داده شده است که در آن خطوط قرمز و آبی ضخیم قوی‌ترین پیوندهای غیرمستقیم را مشخص می‌کنند.

پیش از معرفی خوشه‌ها، لازم است نحوه ترکیب نتایج مستقیم و غیرمستقیم توضیح داده شود. در تحلیل مستقیم، موقعیت هر متغیر در نقشه نفوذ- وابستگی براساس جمع سطرها (نفوذ) و جمع ستون‌ها (وابستگی) ماتریس اولیه تعیین شد. در تحلیل غیرمستقیم، همین نقشه پس از اعمال توان‌های مکرر ماتریس (دو تکرار) مجدداً ترسیم شد تا اثرات زنجیره‌ای و پنهان نیز لحاظ شود. خوشه‌بندی نهایی براساس دو معیار هم‌زمان انجام شد: نخست، متغیرهایی که در هر دو

سرمایه (F23) و ARPU (F37). این متغیرها ستون فقرات امکان‌پذیری اقتصادی توسعه شبکه‌های 5G/6G و پلتفرم‌های IoT را شکل می‌دهند و ضامن بقای مدل‌های کسب‌وکار در سناریوهای پیش رو هستند.

◆ **خوشه دوم: مالی-اقتصادی** (ارتباط با بلوک‌های «ساختار هزینه»، «جریان‌های درآمدی» و «منابع اصلی» در BMC): دسترسی به سرمایه (F3)، پایداری مالی (F8)، هزینه استقرار زیرساخت (F9)، مدل‌های درآمدی (F20)، بازگشت



شکل ۵. شدت ارتباط غیرمستقیم بین متغیرها

بحث

این پژوهش با به‌کارگیری رویکرد ترکیبی دلفی فازی سه‌دورهای و تحلیل ساختاری MICMAC در بستر مطالعات آینده‌پژوهی، ۴۰ عامل اصلی مؤثر بر آینده خدمات نوین مخابراتی در ایران را شناسایی، اولویت‌بندی و از نظر روابط متقابل تحلیل کرد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که آینده خدمات 5G/6G و IoT در ایران به‌شدت توسط سه خوشه از متغیرهای کلان محیطی شکل می‌گیرد: خوشه سیاستی-نظارتی با محوریت تحریم‌ها، ثبات سیاسی-اقتصادی و حمایت نظارتی؛ خوشه مالی-اقتصادی با محوریت دسترسی به سرمایه، پایداری مالی و هزینه زیرساخت؛ و خوشه فناوریانه با محوریت بلوغ فناوری 5G/6G، پلتفرم‌های IoT و ادغام هوش مصنوعی. این سه خوشه مستقیماً به بلوک‌های اصلی بوم مدل کسب‌وکار شامل منابع اصلی، ساختار هزینه، جریان‌های درآمدی و ارزش پیشنهادی مرتبط می‌شوند و پیش‌ران‌های اصلی آینده این صنعت محسوب می‌شوند.

پژوهش حاضر از چند جهت با ادبیات موجود تمایز دارد.

◆ **خوشه سوم: فناوریانه** (ارتباط با بلوک‌های «منابع اصلی»، «فعالیت‌های کلیدی» و «ارزش پیشنهادی» در BMC): امنیت و حریم خصوصی (F2)، بلوغ فناوری 5G/6G (F6)، انعطاف‌پذیری زیرساخت (F12)، قابلیت‌های تحلیل داده (F13)، Network Slicing (F21)، پلتفرم‌های IoT (F28)، استانداردسازی (F32)، ادغام هوش مصنوعی (F38) و رایانش لبه‌ای (F40).

متغیرهای بازار و مشتری شامل کیفیت تجربه مشتری (F10)، فشار رقابتی OTT (F11)، پذیرش فناوری (F16)، تمایل به پرداخت (F17)، تقاضای B2B (F22)، اندازه و رشد بازار (F25)، رقابت بازار (F33) و کاربردهای عمودی (F36) و متغیرهای اجتماعی شامل شکاف دیجیتال (F27)، پذیرش اجتماعی (F31) و عوامل ژئوپلیتیکی (F35) عمدتاً در نقش شاخص‌های پیامدی و سنجه‌های عملکردی BMC ظاهر می‌شوند و رفتار آنها بازتابی از عملکرد متغیرهای سه خوشه اصلی است.

نخست، برخلاف مطالعاتی که عمدتاً بر قابلیت‌های فنی 5G/6G یا طراحی مفهومی مدل‌های کسب‌وکار تمرکز دارند (Shin et al., 2024; Latreche & Bellahsene, 2026)، این پژوهش ساختار روابط متقابل میان عوامل کلان را در یک بستر ملی مشخص با رویکرد آینده‌پژوهانه تحلیل کرده است. دوم، ترکیب دلفی فازی و MICMAC برای شناسایی پیش‌ران‌های خدمات نوین مخابراتی در ایران رویکردی نوآورانه است که در ادبیات داخلی سابقه‌ای ندارد. سوم، پیوند میان عوامل کلان محیطی و بلوک‌های بوم مدل کسب‌وکار، چارچوبی تحلیلی فراهم می‌آورد که می‌تواند مبنای سناریونویسی راهبردی برای صنعت مخابرات ایران باشد. این سه ویژگی در کنار هم، شکاف نظری و روش‌شناختی مطرح‌شده در مقدمه را پوشش می‌دهند.

یافته‌ها، تصویری چندلایه و آینده‌نگرانه از ساختار عوامل مؤثر بر آینده خدمات نوین مخابراتی در ایران ارائه می‌دهد که در آن سه خوشه یادشده نقش پیش‌ران اصلی را ایفا می‌کنند. این الگو با یافته‌های گیسکا و همکاران (۲۰۲۳، ۲۰۲۴) همخوانی دارد که بر نقش محوری چارچوب‌های نظارتی در شکل‌گیری مدل‌های کسب‌وکار اپراتورهای 5G تأکید کرده‌اند؛ اما پژوهش حاضر با افزودن بُعد تحریم‌ها و پیوند آن با دیگر متغیرها از طریق تحلیل MICMAC، تصویری بومی‌شده‌تر و عمیق‌تر برای درک سناریوهای آتی ارائه می‌دهد.

بالاترین امتیاز در دلفی فازی برای پیش‌بینی آینده متعلق به تحریم‌ها بود ($BNP = 947$)، یافته‌ای که در ادبیات بین‌المللی سابقه‌ای ندارد و منحصر به زمینه ایران است. اصلانی و همکاران (۱۴۰۲) و بیگدلی (۱۳۹۸) به محدودیت‌های ناشی از تحریم در توسعه زیرساخت‌های مخابراتی اشاره کرده بودند، اما پژوهش حاضر نشان می‌دهد که این عامل نه تنها مستقیماً بر دسترسی به فناوری و سرمایه اثر می‌گذارد، بلکه از طریق کاهش همکاری‌های بین‌المللی، افزایش هزینه استقرار زیرساخت و تضعیف پایداری مالی اپراتورها، موجی از اثرات غیرمستقیم در افق پیش رو را در کل سیستم ایجاد می‌کند. این یافته با نتایج تحلیل MICMAC تأیید می‌شود که تحریم‌ها را در ناحیه متغیرهای پیوندی با بالاترین نفوذ قرار داد.

امنیت و حریم خصوصی با امتیاز ۹۴۴ در رتبه دوم متغیرهای آینده‌ساز قرار گرفت که با یافته‌های الورافی و همکاران (۲۰۲۱) و احمدی و قدیری (۱۴۰۳) همسوست. در عصر خدمات مبتنی بر IoT و 5G که حجم عظیمی از داده‌های شخصی و صنعتی جمع‌آوری می‌شود، این اولویت‌بندی کاملاً منطقی است. با این حال، نتایج MICMAC نشان داد که این متغیر در ناحیه پیوندی قرار دارد؛ یعنی خود نیز از استانداردسازی، سیاست‌های نظارتی و بلوغ فناوری تأثیر می‌پذیرد که نشان می‌دهد بهبود امنیت به‌تنهایی و بدون توجه به

دیگر عوامل سیستمی امکان‌پذیر نیست.

یکی از یافته‌های قابل توجه پژوهش در جهت ارزیابی آینده، اهمیت بالای پایداری مالی ($BNP = 8.97$) به‌عنوان شاخصی است که از پیشنهاد‌های خبرگان در دور اول دلفی وارد فهرست شد. این یافته با تأکید یرجولا (۲۰۲۴) و یرجولا و همکاران (۲۰۲۲) بر پایداری مدل‌های کسب‌وکار اپراتورها همسوست و نشان می‌دهد که در شرایط محدودیت‌های مالی ناشی از تحریم، اپراتورهای ایرانی باید مدل‌های درآمدی را طراحی کنند که وابستگی کمتری به تأمین مالی خارجی داشته باشند. این مسئله مستقیماً به بلوک «جریان‌های درآمدی» در بوم مدل کسب‌وکار مرتبط می‌شود که راثو (۲۰۲۱) و ماسوئی و همکاران (۲۰۲۳) نیز بر اهمیت تنوع‌بخشی به آن تأکید کرده‌اند.

نتایج MICMAC همچنین نشان داد که پلتفرم‌های IoT (F28) در تحلیل غیرمستقیم به گره راهبردی تبدیل می‌شوند، درحالی‌که در تحلیل مستقیم در ناحیه نتیجه‌ای قرار داشتند. این جابجایی نشان می‌دهد که IoT در ساختار سیستم نقش واسطه‌ای مهمی دارد؛ تغییرات در لایه سیاستی و مالی از طریق پلتفرم‌های IoT به کیفیت تجربه مشتری، کاربردهای عمودی و ARPU منتقل می‌شود. این یافته با تأکید داسیلوا و همکاران (۲۰۲۵) و لی (۲۰۱۹) بر نقش محوری IoT در تحول مدل‌های کسب‌وکار اپراتورها هم‌راست است.

در مقابل، مسئولیت‌زیست محیطی پایین‌ترین امتیاز ($BNP = 6.14$) و بالاترین پراکندگی ($CV = 26.1\%$) را دریافت کرد و از فهرست نهایی حذف شد. این یافته با توجه به اولویت‌های فوری صنعت مخابرات ایران قابل درک است، اما با مسیر جهانی‌ای که کومار و شارما (۲۰۲۵) و یرجولا و همکاران (۲۰۲۲) ترسیم کرده‌اند، فاصله دارد. این شکاف می‌تواند در میان‌مدت به مشکل تبدیل شود، به‌ویژه اگر فشارهای بین‌المللی زیست‌محیطی در سال‌های آینده تشدید شود. متغیرهای بازار و مشتری از جمله کیفیت تجربه مشتری، پذیرش فناوری و تمایل به پرداخت، در تحلیل MICMAC بیشتر در نواحی نتیجه‌ای و کم‌اثر قرار گرفتند. این یافته نشان می‌دهد که در سیستم مخابرات ایران، رفتار بازار عمدتاً تابعی از تصمیمات سیاستی، مالی و فناورانه است تا یک پیش‌ران مستقل. محمدی و همکاران (۱۴۰۲) و یآوری و آهنگری (۱۴۰۳) بر اهمیت پذیرش فناوری تأکید کرده بودند، اما نتایج حاضر نشان می‌دهد که این پذیرش خود متأثر از کیفیت زیرساخت، قیمت‌گذاری و سیاست‌های دسترسی است که همگی در لایه‌های بالادستی سیستم قرار دارند.

دلالت‌های سیاستی

یافته‌های پژوهش دلالت‌های عملی مشخصی برای سه گروه از ذی‌نفعان اصلی دارد.

الف) سیاست‌گذاران و نهادهای نظارتی: قرار گرفتن تحریم‌ها،

نتیجه‌گیری

در پاسخ به پرسش اصلی پژوهش، یافته‌ها نشان داد که سه خوشه از عوامل کلان - سیاسی - نظارتی، مالی - اقتصادی و فناوریانه - پیش‌ران‌های اصلی آینده خدمات 5G/6G و IoT در ایران هستند و مستقیماً بلوک‌های اصلی بوم مدل کسب‌وکار را شکل می‌دهند. عوامل بازار و اجتماعی در این سیستم عمدتاً ماهیت پیمادی دارند و رفتار آنها بازتابی از تحولات لایه‌های بالادستی است. این الگو نشان می‌دهد که بهبود شاخص‌های بازاری مانند پذیرش فناوری و تمایل به پرداخت، بدون اصلاح محیط سیاسی، مالی و فناوریانه، اثر پایداری نخواهد داشت.

این پژوهش با محدودیت‌هایی روبه‌روست که در تفسیر نتایج باید مدنظر قرار گیرد. از آنجاکه یافته‌ها مبتنی بر قضاوت خبرگان است، ترکیب و دیدگاه‌های پانل خبرگان می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد؛ اگرچه تلاش شد تنوع سازمانی و تخصصی مناسبی در انتخاب خبرگان لحاظ شود. همچنین تحلیل MICMAC روابط را به‌صورت ایستا تحلیل می‌کند و پویایی‌های زمانی تغییرات این روابط را در نظر نمی‌گیرد. علاوه‌براین، شرایط سریعاً متغیر محیط کلان ایران به‌ویژه در حوزه تحریم‌ها، ممکن است در گذر زمان اولویت‌بندی برخی عوامل را تغییر دهد. همچنین، تمرکز این پژوهش بر شناسایی و تحلیل ساختاری پیش‌ران‌ها بوده و گام‌های بعدی آینده‌پژوهی از جمله سناریونویسی و ریخت‌شناسی در دامنه این مقاله قرار نمی‌گیرد.

برای پژوهش‌های آتی، چهار مسیر اصلی را می‌توان پیشنهاد کرد. نخست، به‌کارگیری روش سناریونویسی براساس متغیرهای پیش‌ران شناسایی‌شده در این پژوهش می‌تواند تصویری از آینده‌های ممکن صنعت مخابرات ایران ارائه دهد. علاوه‌براین، استفاده از روش‌های تکمیلی آینده‌پژوهی چون تحلیل ذی‌نفعان، روندپژوهی و ریخت‌شناسی می‌تواند عمق و غنای تحلیل‌های آتی را افزایش دهد. همچنین، آزمون تجربی مدل‌های کسب‌وکار پیشنهادی از طریق مطالعات موردی در اپراتورهای ایرانی، شکاف میان یافته‌های نظری و اجرا را پر می‌کند. در نهایت، مقایسه تطبیقی این یافته‌ها با کشورهای مشابه که با محدودیت‌های نهادی مشابه روبه‌رو هستند می‌تواند اعتبار خارجی نتایج را تقویت کند.

ثبات سیاسی - اقتصادی و سیاست‌های طیف فرکانس در ناحیه پیش‌ران و پیوندی MICMAC نشان می‌دهد که تغییر در این متغیرها به‌سرعت در کل سیستم منتشر می‌شود. در این میان، تثبیت و شفاف‌سازی سیاست‌های تخصیص طیف فرکانس در افق میان‌مدت از اولویت بالاتری برخوردار است، زیرا مستقیماً بر هزینه استقرار زیرساخت و پایداری مالی اپراتورها اثر می‌گذارد. موازی با این، طراحی چارچوب‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری خصوصی در زیرساخت‌های 5G از طریق معافیت‌های مالیاتی، تسهیل مجوزدهی و ایجاد صندوق‌های توسعه زیرساخت دیجیتال ضروری به نظر می‌رسد. همچنین تدوین مقررات حریم خصوصی داده هماهنگ با استانداردهای بین‌المللی می‌تواند هم‌زمان اعتماد کاربران را تأمین کند و امکان همکاری‌های فناوریانه را حفظ نماید. در سطح بین‌المللی نیز ایجاد سازوکارهای نهادی برای تسهیل مشارکت در فرایندهای استانداردسازی 5G/6G، حتی در شرایط تحریم و از طریق کانال‌های چندجانبه، می‌تواند فاصله فناوریانه را کاهش دهد.

ب) اپراتورهای مخابراتی: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که بازاریابی مدل‌های درآمدی از اتکای صرف به درآمد اتصال به‌سمت خدمات تخصصی B2B در صنایع سلامت، حمل‌ونقل هوشمند و تولید پیشرفته، محوری‌ترین تغییر راهبردی است که اپراتورهای ایرانی باید در افق آینده دنبال کنند. این تحول مستلزم سرمایه‌گذاری هدفمند در قابلیت‌های تحلیل داده و پلتفرم‌های IoT است که در تحلیل غیرمستقیم MICMAC به‌عنوان گره‌های راهبردی با بالاترین پتانسیل ارزش‌آفرینی شناسایی شدند. در کنار این، تقویت پایداری مالی از طریق کاهش هزینه‌های عملیاتی با دیجیتالی‌سازی فرایندهای داخلی و تنوع‌بخشی به منابع درآمدی، آسیب‌پذیری اپراتورها را در برابر نوسانات محیطی کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاری در توسعه مهارت‌های نیروی انسانی نیز از آنجاکه این متغیر در تحلیل MICMAC به‌عنوان یکی از معدود پیش‌ران‌های پایدار سیستم با نفوذ بالا و وابستگی پایین شناسایی شد، باید در اولویت برنامه‌های توسعه‌ای اپراتورها قرار گیرد.

ج) سرمایه‌گذاران و شرکای اکوسیستم: تحلیل غیرمستقیم MICMAC نشان می‌دهد که پلتفرم‌های IoT و قابلیت‌های تحلیل داده بیشترین پتانسیل ایجاد ارزش را در زنجیره غیرمستقیم دارند و در نتیجه جذاب‌ترین حوزه‌ها برای همکاری‌های راهبردی با اپراتورها محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، با توجه به اینکه دسترسی به سرمایه در ناحیه پیوندی قرار دارد و تأثیر آن در کل سیستم منتشر می‌شود، ابزارهای تأمین مالی بومی مانند صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر داخلی و اوراق توسعه زیرساخت دیجیتال می‌توانند نقش تکمیلی مؤثری در کاهش وابستگی به تأمین مالی خارجی ایفا کنند.

References

- Ahmadi, S., & Ghadiri, A. (2024). Prospects and challenges of internet of things (IoT) technologies in circular business models. *Journal of Urban (Environmental Management)*, 2(2), 70-91. (Persian) <https://doi.org/10.48306/jumee.2024.454521.1042>
- Ahokangas, P., Aagaard, A. I., Atkova, S., Yrjölä, S., & Matinmikko-Blue, M. (2023). Business models in 5G/6G mobile communications. In P. Ahokangas, & A. Aagaard (Eds.), *The changing world of mobile communications* (pp. 137-165). London: Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33191-6_9
- Ahokangas, P., Atkova, I., Yrjölä, S., & Matinmikko-Blue, M. (2024). Business model theory and the becoming of new mobile communications technologies. In A. Aagaard (Ed.), *Business model innovation*. London: Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57511-2_9
- Ahokangas, P., Matinmikko-Blue, M., & Yrjölä, S. (2022). Envisioning a future-proof global 6G from business, regulation, and technology perspectives. *IEEE Communications Magazine*, 61(2), 72-78. <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.2200310>
- Alwarafy, A., Al-Thelaya, K. A., Abdallah, M., Schneider, J., & Hamdi, M. (2021). A survey on security and privacy issues in edge-computing-assisted internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(6), 4004-4022. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3015432>
- Arora, M., Kumar, R., Jha, A., Singh, A., & Oberoi, S. S. (2026). CSFs in cold chain: A TISM and MICMAC analysis. *Global Business Review*, 27(1), 114-135. <https://doi.org/10.1177/09721509251401659>
- Aslani, H., Araghchi, S. A., & Bagheri Dana, E. (2024). Analyzing the position of new technologies in Sino- US relations: A case study of 5G technology. *Journal of Politics and International Relations*, 6(11), 129-146. (Persian) <https://doi.org/10.22080/jpir.2024.24647.1315>
- Banda, L., Feukeu, E. A., & Banda, L. (2025). The impact of 5G on business models for mobile operators in emerging markets. *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, 13(3), 71-105. <https://doi.org/10.3316/informat.T2025110600000590835926116>
- Bandarian, R. (2018). Explaining the requirements for implementing the open business model in Research and Technology Organizations (RTOs). *Rahyaf*, 28(69), 13-28. (Persian) <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.10272690.1397.28.69.2.5>
- Bhatti, A., Malik, H., Kamal, A. Z., Aamir, A., Alaali, L. A., & Ullah, Z. (2021). Much-needed business digital transformation through big data, internet of things and blockchain capabilities: Implications for strategic performance in telecommunication sector. *Business Process Management Journal*, 27(6), 1854-1873. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-12-2020-0553>
- Bigdeli, E., & Motadel, M. (2020). Explaining the strategic alignment model with the Fuzzy Dynamic System Approach (Case study: Telecom industry). *Modern Research in Decision Making*, 5(3), 180-208. (Persian) <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.24766291.1399.5.3.7.2>
- Biranvand, A., Rastegar, A., & Ahanvarz, Z. (2019). Developing a predictive model for identifying entrepreneurial opportunities given the role of ICT literacy. *Rahyaf*, 29(2), 65-76. (Persian) <https://doi.org/10.22034/rahyaf.2019.13767>
- Chamola, V., Peelam, M. S., Guizani, M., & Niyato, D. (2025). Future of connectivity: A comprehensive review of innovations and challenges in 7G smart networks. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 6, 3555-3613. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2025.3560035>
- Da Silva, L. S., Storck, C. R., de Alvarenga, I. F., Alves, T. A., & Duarte-Figueiredo, F. D. L. P. (2025). Local 5G and 6G micro-operators for new business models: A systematic literature review. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 23(2), 88. <https://doi.org/10.55905/oelv23n2-088>
- Dźwigoł, H., & Dźwigoł-Barosz, M. (2023). Strategic management in conditions of uncertainty. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska*, 168. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2023.168.8>
- Faccio, M., & Zingales, L. (2022). Political determinants of competition in the mobile telecommunication industry. *The Review of Financial Studies*, 35(4), 1983-2018. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhab074>
- Fasanghari, M., & Asarian, M. (2023). Identifying and prioritizing fifth-generation wireless mobile communications (5G) applications in smart manufacturing. *Business Intelligence Management Studies*, 12(45), 203-231. (Persian) <https://doi.org/10.22054/ims.2023.68353.2179>
- Furr, N. R., & Eisenhardt, K. M. (2021). Strategy and

- uncertainty: Resource-based view, strategy-creation view, and the hybrid between them. *Journal of Management*, 47(7), 1915-1935.
<https://doi.org/10.1177/01492063211011760>
- Ghafari-zadeh Kermani, M., Sheikh Aboumasoudi, A., Shahin, A., & Amindoust, A. (2025). Scenario planning in the direction domain of EFQM: An integration of Fuzzy Cognitive Mapping (FCM), Fuzzy Linguistic MICMAC (FLMICMAC) and Cross-Impact Balance (CIB). *International Journal of Quality & Reliability Management*, 43(3), 955-978. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-04-2025-0132>
- Gisca, O., Matinmikko-Blue, M., Ahokangas, P., Gordon, J., & Yrjölä, S. (2024). Legitimacy considerations in regulation for local mobile communication network business in Finland and the UK. *Telecommunications Policy*, 48(9), 102847.
<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102847>
- Gisca, O., Matinmikko-Blue, M., Ahokangas, P., Yrjölä, S., & Gordon, J. (2023). Regulatory challenges and implications of the European Electronic Communications Code (EECC) for local mobile communication network business. *Telecommunications Policy*, 47(10), 102651.
<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102651>
- Gowda, D., Kadam, K. R., SB, M. K., & Prasad, K. D. V. (2025). Future proofing agile management with 5G/6G advancements. In M. Chendragiri, M. Mazurek, R. K. Miryala, & Y. Ch. Lee (Eds.), *5G/6G advancements in communication technologies for agile management* (pp. 21-50). Palmdale: IGI Global Scientific Publishing.
<https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6725-4.ch002>
- Hafezi, R., Zinati, A., & Azizi, A. (2025). The role of technology foresight in prioritizing science and technology policies in Iran: Evidence from an expert-based assessment of transformative technologies. *Rahyafat*, 35(2). (Persian)
<https://doi.org/10.22034/rahyafat.2026.12185.1631>
- Hassan, O. M. S., & Ketii, F. (2025). A review on the challenges and opportunities of software defined networks toward 5G and 6G. *European Journal of Applied Science, Engineering and Technology*, 3(2), 55-66. [https://doi.org/10.59324/ejaset.2025.3\(2\).05](https://doi.org/10.59324/ejaset.2025.3(2).05)
- Hemati Farahani, M., Azad, N., Aghamousi, R., & Seyedaliakbar, S. M. (2021). Designing an interpretive structural model of Internet of Things (IoT) market entry strategies (With a business model canvas approach). *Commercial Studies*, 19(111), 121-146. (Persian)
<https://doi.org/10.22034/bs.2022.247054>
- Huang, Y., Yang, X., & Jain, P. (2025). Problem solving in the 5G era entrepreneurial strategies for business growth and development. *Journal of Entrepreneurship and Business Management*, 4(3), 16-22.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15046766>
- Ishteyaq, I., Muzaffar, K., Shafi, N., & Alathbah, M. A. (2024). Unleashing the power of tomorrow: Exploration of next frontier with 6G networks and cutting-edge technologies. *IEEE Access*, 12, 29445-29463.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3367976>
- Jabeen, M., & Ishaq, K. (2023). Internet of things in telecommunications: A technological perspective. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 13(1), 39-49.
<https://doi.org/10.1177/20438869211067808>
- Khan, S. (2026). Modeling enablers of artificial intelligence adoption in smart hospitals: An ISM-MICMAC analysis. *Intelligent Hospital*, 2(1), 100049.
<https://doi.org/10.1016/j.inhs.2026.100049>
- Khowaja, S. A., Dev, K., Pathan, M. S., Zeydan, E., & Debbah, M. (2025). Integration of agentic AI with 6G networks for mission-critical applications: Use-case and challenges.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.13476>
- Kousari, S., & Hadavand, M. (2023). Using supportive scenarios for policy making based on futures studies. *Journal of Science and Technology Policy*, 16(2), 19-39. (Persian)
<https://doi.org/10.22034/jstp.2023.11290.1640>
- Kumar, V., & Sharma, S. (2025). Smart generation of 6G: Opportunities and challenges. *Research Journal of Engineering Sciences*, 14(1), 22-33.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-27434-3.00016-7>
- Latreche, S., & Bellahsene, H. (2026). A comprehensive survey on 6G: Enabling technologies, key applications, and future challenges. *Franklin Open*, 15, 100559.
<https://doi.org/10.1016/j.fraope.2026.100559>
- Lee, I. (2019). The internet of things for enterprises: An ecosystem, architecture, and IoT service business model. *Internet of Things*, 7, 100078.
<https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100078>
- Maduranga, M. W. P., Tilwari, V., Rathnayake, R. M. M. R., & Sandamini, C. (2024). AI-enabled 6G internet of things: Opportunities, key technologies, challenges, and future directions. *Telecom*, 5(3), 804-822.
<https://doi.org/10.3390/telecom5030041>
- Mishra, S., & Tripathi, A. R. (2020). IoT platform business model for innovative management systems.

- International Journal of Financial Engineering*, 7(3), 2050030.
<https://doi.org/10.1142/S2424786320500309>
- Mohammadi, H., Mazrouei Nasrabadi, E., & Sadeghi Arani, Z. (2024). Modeling and scenario analysis of internet of things acceptance factors in the supply chain of Iranian businesses. *Journal of Management and Development Process*, 36(4), 105-130. (Persian)
<https://doi.org/10.61186/jmdp.36.4.105>
- Moussaoui, M., Bertin, E., & Crespi, N. (2023). Divide and conquer: A business model agenda for beyond-5G and 6G. *IEEE Communications Magazine*, 61(7), 82-88. <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.2200748>
- Naseri, A. (2020). *Designing a competitive intelligence model based on social network content for telecom companies* [Doctoral dissertation]. Allameh Tabataba'i University, Tehran. (Persian)
- Nouraki, Z., & Kousari, S. (2025). Designing a virtual banking business model in Iran with a scenario planning approach in the horizon of 2036. *Journal of Value Creating in Business Management*, 5(1), 373-399. (Persian)
<https://doi.org/10.22034/jvcbm.2024.487350.1449>
- Paula, R. S. D., & Fraidenraich, G. (2026). Toward 6G wireless communication networks: Outlining the control of public policies in Brazil. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 28(1), 1-16.
<https://doi.org/10.1108/DPRG-01-2025-0006>
- Pervaiz, U., Uthamaputhran, S. A., Hajar, M. A., & Al-Sharafi, M. A. (2026). Sixth Generation (6G) and the future of telecommunications entrepreneurship: Innovation, ecosystems, and emerging use cases. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 15, 44.
<https://doi.org/10.1186/s13731-026-00651-8>
- Rao, S. K. (2021). Data-driven business model innovation for 6G. *Journal of ICT Standardization*, 9(3), 405-426. <https://doi.org/10.13052/jicts2245-800X.935>
- Rastoceanu, F., Grozea, C., Enache, M., Nelega, R., Kovacs, G., & Puschita, E. (2025). Mission-critical services in 4G/5G and beyond: Standardization, key challenges, and future perspectives. *Sensors*, 25(16), 5156. <https://doi.org/10.3390/s25165156>
- Razban, S., Kousari, S., & Sanayi, M. R. (2025). An analysis of platform business models: Recent development and future research. *Rahbord-e-Tousee*, 20(80), 69-95. (Persian)
- Rusnedy, H., Iswawigra, D. U., Pranggono, B., Haerani, E., & Saktioto, T. (2021). Decision support system for smartphone recommendation: The comparison of fuzzy AHP and fuzzy ANP in multi-attribute decision making. *Sinergi*, 25(1), 101-110.
<https://doi.org/10.22441/sinergi.2021.1.013>
- Sabri Ghazani, M. (2023 February 17). The impact of 5G technologies on smart cities [Paper presentation]. In *The second international conference of computer engineering, electricity and technology*. Hamedan, Iran. (Persian) <https://civilica.com/doc/1939594>
- Salahdine, F., Han, T., & Zhang, N. (2023). 5G, 6G, and beyond: Recent advances and future challenges. *Annals of Telecommunications*, 78(9), 525-549.
<https://doi.org/10.1007/s12243-022-00938-3>
- Shin, H., Park, S., Kim, L., Kim, J., Kim, T., Song, Y., & Lee, S. (2024). The future service scenarios of 6G telecommunications technology. *Telecommunications Policy*, 48(2), 102678.
<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102678>
- Thakur, V., & Hossain, K. (2025). Modelling the factors of technological innovation in the healthcare sector: A fuzzy-TISM-MICMAC approach. *International Journal of Healthcare Management*, 18(1), 91-104.
<https://doi.org/10.1080/20479700.2023.2269666>
- Xiang, P., Wei, M., Liu, H., Wu, L., & Qi, J. (2024). How does technological value drive 6G development? Explanation from a systematic framework. *Telecommunications Policy*, 48(7), 102790.
<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102790>
- Yang, N., Hyrynsalmi, S., & Siemon, D. (2025). A conceptual analysis of emerging 6G ecosystem. In D. Petrik, A. Saltan, & A. Helferich (Eds.), *Digital product management in the era of data economy, artificial intelligence, and ecosystems* (Lecture Notes in Business Information Processing, Vol. 528). New York City: Springer Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-71515-0_6
- Yavari, E., & Ahangari, N. (2024). The impact of Information and Communication Technology (ICT) on stakeholder participation and smart urban sustainability in Tehran. *International Journal of Urban and Regional Management*, 23(74), 48-67. (Persian)
<http://ijurm.imo.org.ir/article-1-3476-en.html>
- Yrjölä, S. (2024). *Business models and profiting from innovation in future mobile communications*.
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202406104329>
- Yrjölä, S. I., Ahokangas, P., & Matinmikko-Blue, M. (2021). Platform-based ecosystemic business models in future mobile operator business. *Journal of Business Models*, 9(4), 67-93.
<https://doi.org/10.5278/JBM.V9I4.6222>
- Zamany, A., Khamseh, A., & Iranbanfard, S. (2024).

Unveiling the landscape of high-tech transfer in industry 5.0: A text mining exploration. *Journal of AI and Data Mining*, 12(3), 369-392.

<https://doi.org/10.22044/jadm.2024.14580.2558>

Zare Dehabadi, M. R., Ziyae, B., & Sajadi, S. M. (2022).

Designing an accelerator model for technological

businesses in communication services companies:

A case study of Iran telecommunication company.

Journal of Business Administration Research,

14(30), 291-316. (Persian)

<https://doi.org/10.22034/jbar.2023.17426.4071>



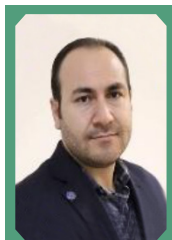
پیمان جعفری سبدانی

دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت صنعتی در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران است. او با پیشنهادی میان رشته‌ای، پژوهش‌های خود را بر تحلیل‌های استراتژیک، آینده‌پژوهی و رویکردهای سیستمی متمرکز کرده است. تمرکز فعلی او بر مدل‌سازی بویایی سیستم و سناریوپردازی کسب‌وکار در اکوسیستم‌های نوین مخابراتی معطوف است.



سحر کوثری

دانش‌آموخته دکتری تخصصی آینده‌پژوهی از دانشگاه تهران و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور است. حوزه تخصصی ایشان بر آینده‌نگاری علم و فناوری، توسعه سناریو، مطالعات هوشمندی و تحلیل سیگنال‌های ضعیف تغییر تمرکز دارد. علایق پژوهشی وی معطوف به بهبود پیوند میان مطالعات آینده و سیاست‌گذاری علم و فناوری و همچنین واکاوی اثرات اجتماعی و زیست‌محیطی فناوری‌های نوظهور است.



احمد رضایان

دانش‌آموخته دکتری و پسادکتری آینده‌پژوهی و آینده‌نگاری استراتژیک و در حال حاضر عضو هیئت علمی دانشکدگان مدیریت دانشگاه تهران در دیپارتمان آینده‌پژوهی است.