--Name of Journal---------
Vol(issue), PP.
.atu.ac.ir
DOI:

ATU PRESS

Analyzing the Resilience of Innovation Ecosystems amid Global Techno-Geopolitical Competition

Peyman Hajizadeh

Assistant Professor, Department of Industrial and Technology Management, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran

Pegah Aghayari *

Ph.D. Candidate in Technology Management, Faculty of Management and Accounting, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran

Abstract

This study aimed to examine the knowledge structure, patterns of scientific collaboration, and evolutionary trends in research on the resilience of innovation ecosystems within the context of global geotechnological competition. The data were retrieved from the Web of Science database and analyzed using scientometric methods and knowledge network analysis in R with the Bibliometrix package. The results indicate that over the past two decades, the discourse on innovation ecosystems has shifted from a primary focus on economic growth and technological performance toward a more resilience-oriented innovation approach. The thematic mapping analysis revealed four main clusters: innovation and knowledge, management and governance, networks and entrepreneurship, and resilience and crisis management, which represent the core thematic pillars of this field. The co-word network analysis further showed that innovation serves as the central core of the knowledge structure, strongly connected with concepts such as knowledge, resilience, policy-making, and management, indicating an increasing emphasis on policy and resilience dimensions alongside economic aspects. The conceptual evolution analysis highlighted a significant rise in themes such as crisis, governance, sustainability, and technological capability after 2022. Moreover, the country collaboration network revealed a concentration

* Corresponding Author: pegah.aghayari@iau.ac.ir
How to Cite: xxxxxxx

Original Research
Received: Review Accepted:
ISSN: 2821-0964 eISSN:2821-0816

ASAP

of scientific production in three major hubs: the United States, the European Union, and China, reflecting their dominant role in shaping global knowledge flows in this field. The findings suggest that in recent years, scholarly attention has increasingly focused on the intersection of innovation, resilience, and technological governance, positioning this field as an emerging direction in science and innovation studies.

1. Introduction

With the acceleration of technological transformations and the intensification of geotechnological competition among major powers, the resilience of innovation ecosystems has become a fundamental component of technological security and national development policymaking. Under such conditions, countries seeking to preserve technological independence, economic stability, and the continuity of innovation capacity must identify mechanisms that enable innovation ecosystems to survive, adapt, and regenerate in the face of geopolitical and technological shocks. Since innovation resilience emerges within a network of interactions among technology, institutions, and policy, understanding it requires a systemic and interdisciplinary perspective capable of simultaneously analyzing knowledge dynamics, institutional structures, and geotechnological pressures.

Accordingly, the central research question of the present study is how the resilience of innovation ecosystems is reproduced at the global level within the context of geotechnological competition, and what patterns of sustainability or vulnerability it reveals. Employing a scientometric approach and knowledge network analysis, this research seeks to identify the conceptual structure, evolutionary trends, and knowledge clusters associated with the nexus between resilience, innovation, and the geopolitics of technology. The ultimate objective is to develop a conceptual framework for explaining the resilience of innovation ecosystems under geotechnological competition and to generate insights for policymakers to strengthen national technological, institutional, and network capacities in the face of global geo-economic and technological pressures.

2. Literature Review

Resilience in innovation ecosystems and its relationship with geotechnology have become increasingly important in understanding how innovation systems sustain and transform themselves under

conditions of global technological competition. In the resilience literature, innovation ecosystems are regarded as dynamic and complex systems whose ability to sustain and transform themselves stems from the interaction of technological, organizational, and institutional capacities, collective learning, resource recombination, and adaptive governance. From this perspective, resilience is not merely the ability to withstand crises or return to a previous state, but an evolutionary process achieved through shock absorption, adaptation to change, and the creation of new innovation pathways. However, intensifying geotechnological competition and the transformation of strategic technologies into instruments of power, security, and national autonomy have reshaped the operating conditions of these ecosystems.

Restrictions on technology transfer, the reconfiguration of supply chains, changes in international collaboration patterns, and competition over knowledge, data, and technological standards demonstrate that resilience is no longer determined solely by internal capacities; it also depends on the ability to respond to geopolitical pressures and manage technological dependencies. Integrating these two fields indicates that geotechnological resilience emerges from the interaction of three capacities: absorption, which involves acquiring strategic knowledge and technologies; adaptation, which entails adjusting collaboration networks and supply chains to environmental changes; and transformation, which involves reshaping technological pathways and developing new capabilities. Realizing these capacities requires adaptive governance, innovation policy, targeted investment in knowledge infrastructures, and a balance between technological autonomy and international engagement. Furthermore, assessing this resilience requires simultaneous consideration of knowledge network diversity, technological capabilities, participation in standard-setting, intellectual property, and supply chain robustness. Overall, geotechnological resilience in innovation ecosystems is a multidimensional and multilevel concept that emerges from the synergies among technological, network, institutional, and policy capacities in response to global pressures, enabling the continuity, adaptation, and transformation of innovation under conditions of uncertainty and strategic competition.

3. Methodology

This study aims to elucidate the knowledge structure and conceptual evolution of research on innovation ecosystem resilience in the context of global geotechnological competition, employing a bibliometric and science mapping approach with a descriptive–exploratory design. Data were retrieved from the Web of Science Core Collection (WoS) through a topic-based search to ensure comprehensive coverage of studies addressing the interaction between innovation ecosystems and economic, technological, and geopolitical crises. The dataset, including publication titles, authors, years, countries, keywords, sources, and citations, was cleaned and analyzed using the Bibliometrix package in the R environment.

The analysis comprised three main stages: (1) descriptive bibliometric analysis to examine temporal trends and influential sources and authors; (2) co-word analysis to identify conceptual clusters and knowledge evolution pathways; and (3) scientific collaboration network analysis to map patterns of interaction among countries and research institutions. Outputs such as word clouds, thematic maps, thematic evolution diagrams, co-occurrence networks, and country collaboration maps provided the basis for interpreting the knowledge structure and identifying the emerging paradigm of resilient innovation ecosystems within the framework of the geopolitics of technology.

4. Results

The findings of the bibliometric analysis and scientific mapping indicate that the literature on innovation ecosystems is shifting from a primary focus on innovation, economic growth, and organizational performance toward a broader understanding of the relationships among resilience, governance, policymaking, and geotechnological competition. The strategic thematic map reveals that foundational concepts such as innovation, governance, management, entrepreneurship, and collaboration form the conceptual basis of this field, while institutions, trust, communication, innovation networks, and cities represent central and driving themes. In contrast, concepts such as crisis, vulnerability, and technological competition represent emerging or developing areas with considerable potential for future research. Specialized themes, including disaster resilience, infrastructure, and ecological resilience, reflect more focused research

streams within the broader field. The keyword cloud analysis further highlights the prominence of innovation, performance, management, knowledge, and resilience. Their co-occurrence with concepts such as crisis, policy, technology, and governance demonstrates the importance of organizational and institutional dimensions in research on innovation ecosystems. The keyword co-occurrence network also identifies innovation as the central concept, connected to three major thematic areas: knowledge and resilience; management and technological capabilities; and policy and governance. Peripheral clusters associated with geography, proximity, industrial clusters, and economic resilience further emphasize the spatial and regional dimensions of innovation ecosystems alongside their organizational and policy-related aspects. The thematic evolution analysis reveals a gradual transformation in the field. During the first period, research primarily focused on innovation, management, growth, and absorptive capacity. In the second period, greater attention was directed toward innovation networks, governance, sustainability, and technological competition. In the third period, concepts such as capacity, collaboration, strategy, knowledge, and performance became more prominent alongside conflict, indicating a shift toward examining the interactions among different dimensions of innovation ecosystems. Furthermore, the analysis of international scientific collaboration networks demonstrates that knowledge production in this field is geographically uneven, with the United States, European countries, and China occupying prominent positions in the global collaboration structure. The United States plays a central role in the network, while European countries form an active cluster through interconnected research collaborations in innovation and technology policy. China has also emerged as a major actor, expanding its scientific and technological collaborations. Countries such as Australia, South Korea, and Canada contribute to connections between different parts of the network, highlighting the importance of interregional scientific relationships. Meanwhile, the more limited participation of some countries in the Middle East, Latin America, and Africa reflects geographical inequalities in knowledge production and exchange. Overall, the findings indicate that the literature on innovation ecosystems is conceptually grounded in the interrelationships among

innovation, knowledge, management, and governance, while increasingly incorporating crisis, vulnerability, geotechnological competition, and technological resilience. This evolution highlights the need to examine the internal capacities of innovation ecosystems, their governance and collaboration mechanisms, and the geopolitical and technological pressures of the international environment simultaneously. Such an integrated perspective can provide a foundation for developing a comprehensive framework to analyze the resilience of innovation ecosystems under conditions of global competition and uncertainty.

5.Discussion and Interpretation of Findings

The bibliometric findings indicate that research on innovation ecosystems has evolved over the past two decades from a focus on innovation, management, and economic performance toward broader themes such as resilience, governance, policymaking, and geotechnological competition. Innovation remains the central concept in the knowledge network, closely connected to knowledge, performance, management, and resilience. The emergence of themes such as vulnerability, crisis, and sustainability reflects growing attention to the ability of innovation ecosystems to adapt to uncertainty and environmental change. Thematic evolution analysis further highlights the increasing importance of governance, conflict, and technological capabilities. Meanwhile, the concentration of international scientific collaboration in the United States, Europe, and China reveals an uneven distribution of knowledge production. Overall, the findings suggest that understanding resilience in innovation ecosystems requires an integrated examination of knowledge and technological capabilities, governance mechanisms, collaboration networks, and geopolitical pressures.

Keywords: innovation ecosystem, resilience, geotechnological competition, technological governance, scientometrics

مقاله پژوهشی

--نام مجله---------
دوره ؟، شماره ؟، نام فصل، سال، ص ص
.atu.ac.ir
DOI:

تاریخ دریافت: بازنگری: تاریخ پذیرش: ۰۰/۰۰/۰۰

ISSN: 2821-0964 eISSN:2821-0816

تحلیل تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری در مواجهه با رقابت ژئوفناورانه جهانی

پیمان حاجی‌زاده استادیار گروه مدیریت صنعتی و فناوری دانشگاه آزاد، واحد تهران جنوب، تهران، ایران

پگاه آقایاری * دانشجوی دکتری مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد تهران جنوب، تهران، ایران

آماده انتشار ASAP

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ساختار دانشی، الگوهای همکاری علمی و روندهای تحول پژوهش‌های مرتبط با تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری در بستر رقابت ژئوفناورانه جهانی انجام شد. داده‌های پژوهش از پایگاه Web of Scienceاستخراج و با استفاده از روش علم‌سنجی و تحلیل شبکه دانش در محیط R و بسته Bibliometrixتحلیل شدند. نتایج نشان داد که طی دو دهه اخیر، گفتمان زیست‌بوم نوآوری از تمرکز بر رشد اقتصادی و عملکرد فناورانه به سمت رویکردهای نوآوری تاب‌آور تحول یافته است. تحلیل نقشه‌های تماتیک چهار خوشه اصلی شامل نوآوری و دانش، مدیریت و حکمرانی، شبکه‌ها و کارآفرینی، و تاب‌آوری و مدیریت بحران را آشکار ساخت که مهم‌ترین محورهای موضوعی این حوزه را تشکیل می‌دهند. شبکه هم‌رخدادی واژگان نیز نشان داد که نوآوری به‌عنوان هسته مرکزی دانش، پیوندی قوی با مفاهیم دانش، تاب‌آوری، سیاست‌گذاری و مدیریت دارد و حاکی از گسترش توجه پژوهش‌ها به ابعاد سیاستی و تاب‌آوری در کنار ابعاد اقتصادی است. تحلیل تکامل مفهومی، رشد چشمگیر مفاهیمی چون بحران، حکمرانی، پایداری و ظرفیت فناورانه را پس از سال ۲۰۲۲ نشان داد. همچنین، نقشه همکاری علمی کشورها تمرکز تولید دانش را در سه قطب ایالات متحده، اتحادیه اروپا و چین آشکار ساخت که بیانگر جایگاه محوری این بازیگران در شکل‌دهی به جریان‌های علمی حوزه است. یافته‌ها نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر توجه ادبیات پژوهش به پیوند میان نوآوری، تاب‌آوری و حکمرانی فناورانه افزایش یافته و این حوزه به یکی از جهت‌گیری‌های نوظهور مطالعات فناوری و نوآوری تبدیل شده است.

کلیدواژه‌ها: زیست‌بوم نوآوری، تاب‌آوری، رقابت ژئوفناورانه، حکمرانی فناورانه، علم‌سنجی

* نویسنده مسئول: pegah.aghayari@iau.ac.ir

مقدمه

زیست‌بوم‌های نوآوری به‌عنوان نظام‌هایی پیچیده، چندسطحی و پویا شناخته می‌شوند که برای حفظ پایداری و کارکرد خود در برابر تغییرات محیطی و فناورانه، نیازمند برخورداری از ظرفیت‌های تاب‌آور هستند. نظریه تاب‌آوری چارچوبی مؤثر برای درک نحوه حفظ عملکرد و تداوم تحول در این زیست‌بوم‌ها فراهم می‌آورد و به آن‌ها کمک می‌کند تا در برابر نوسانات بازار و اختلالات فناورانه پایدار بمانند(Jacobides et al., 2018; Kretschmer et al., 2022; Nicotra et al., 2018). این دیدگاه بر تاب‌آوری سیستماتیک به‌عنوان مؤلفه‌ای بنیادی در بقا، سازگاری و رشد اکوسیستم‌های نوآوری تأکید دارد(Lee, 2024).

تلفیق نظریه تاب‌آوری با رویکرد زیست‌بومی نوآوری، امکان درک عمیق‌تر پویایی سیستم‌ها و ارائه چارچوب‌های کارآمدتر برای بازطراحی ساختارهای نوآورانه را فراهم می‌کند(Gunderson, 2000). از سوی دیگر، تاب‌آوری شامل سه بعد اصلی ظرفیت جذب، ظرفیت تطبیق و ظرفیت تحول است که تعامل میان آن‌ها بنیان واکنش‌پذیری و سازگاری سیستم‌های نوآوری را در برابر چالش‌های محیطی و فناورانه شکل می‌دهد (Folke et al., 2010; Desjardins et al., 2015; Weise et al., 2020). این سه ظرفیت، زمانی معنا و کارکرد واقعی خود را پیدا می‌کنند که در بستر فرایندهای نوآوری و یادگیری فناورانه فعال شوند. همان‌گونه که فولکه و همکاران(۲۰۱۰) بیان می‌کنند، تاب‌آوری نه صرفاً بازگشت سیستم به تعادل پیشین، بلکه فرآیندی پویا از یادگیری، سازگاری و بازآفرینی مسیرهای جدید تحول است. در اکوسیستم‌های نوآوری، این فرآیند به‌صورت جمعی و شبکه‌ای عمل می‌کند؛ جایی که تعامل میان بازیگران، جریان‌های دانشی و سازوکارهای همکاری، زمینه‌ی شکل‌گیری «یادگیری تاب‌آور» را فراهم می‌سازد(Darnhofer, 2014; Bristow & Healy, 2018). ظرفیت جذب، امکان شناسایی و درونی‌سازی دانش جدید را ایجاد می‌کند؛ ظرفیت تطبیق، بازتنظیم ساختارها و روابط شبکه‌ای را ممکن می‌سازد؛ و ظرفیت تحول، به بازآفرینی

آماده انتشار ASAP

مسیرهای فناورانه و ظهور الگوهای نو از نوآوری منجر می‌شود. بدین‌ترتیب، تاب‌آوری به‌مثابه چرخه‌ای چندسطحی از یادگیری سازمانی و سیستمی عمل می‌کند که در آن، بحران‌ها می‌توانند به کاتالیزور تغییر و بازطراحی ساختارهای نوآوری بدل شوند(Duchek, 2020; Bristow & Healy, 2018).

در فرایند تحول فناورانه، دانش نوآورانه می‌تواند در مواجهه با بحران‌ها یا فشارهای بیرونی جهشی کیفی پیدا کند؛ به‌گونه‌ای که بازیگران نوآور به جای تقلید صرف، با ترکیب ویژگی‌های جدید، به بازآفرینی و خلق دانش منجر شوند(Zhang et al., 2023; Moon & Akwaah, 2022). این پویایی یادگیرنده، امکان بازسازی مسیرهای رشد را حتی در شرایط بی‌ثباتی فراهم می‌کند(Zhang et al, 2025) فرایند یادگیری و بازآفرینی فناورانه در سطح بنگاهی، زمانی به تاب‌آوری واقعی منجر می‌شود که به سازوکارهای جمعی و شبکه‌ای در اکوسیستم انتقال یابد. همان‌گونه که برستو و هیلی(۲۰۱۸) و دارنهوفر (۲۰۱۴) اشاره می‌کنند، تاب‌آوری در اکوسیستم‌های نوآوری حاصل هم‌افزایی میان یادگیری فردی، سازمانی و نهادی است. این فرایند از طریق تعامل مداوم میان شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و نهادهای پشتیبان، موجب انباشت تجربه، بازتعریف نقش‌ها و بازتنظیم روابط همکاری می‌شود. در چنین شرایطی، بحران‌ها نه صرفاً تهدید بلکه فرصتی برای بازآرایی شبکه‌ها و بازتولید مسیرهای دانشی جدید هستند. این پویایی میان‌سطحی، پلی میان ظرفیت‌های درونی نوآوری و سازوکارهای ساختاری تاب‌آوری در سطح اکوسیستم ایجاد می‌کند(Duchek, 2020; Chen & Cai, 2023).

در سطح منطقه‌ای، زیست‌بوم‌های نوآوری به‌عنوان واحدهای بنیادین نظام نوآوری ملی از طریق بازسازمان‌دهی ساختاری و سازگاری رفتاری، فرآیند خودبهینه‌سازی و تولید پایدار نوآوری را تقویت می‌کنند(Adner, 2006; Liang & Li, 2023). بحران‌ها در این میان نقش

آماده انتشار ASAP

محرک برای بازترکیب منابع، شکل‌گیری شبکه‌های همکاری جدید و گسترش نوآوری باز دارند(Brem et al., 2024).

تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری صرفاً به بعد فناورانه محدود نمی‌شود، بلکه متکی بر ظرفیت‌های اجتماعی و دانشی نیز هست. تعامل میان تجربه محلی و شرایط محیطی می‌تواند الگویی از تاب‌آوری تطبیقی ایجاد کند که موجب پایداری در سطح خرد و تقویت سازگاری جمعی می‌شود(Darnhofer & Strauss, 2015; Šūmane et al, 2018). این نوع تاب‌آوری اجتماعی و دانشی، بستر یادگیری و هم‌افزایی در زیست‌بوم‌های نوآوری را فراهم می‌آورد. بدین‌ترتیب، ظرفیت‌های اجتماعی و دانشی زیست‌بوم‌ها، زیرساختی برای بروز تاب‌آوری پویا و تحول‌محور فراهم می‌سازند؛ به‌گونه‌ای که یادگیری جمعی در سطح محلی می‌تواند به بازآفرینی سازمانی و نهادی در سطح کلان منجر شود(Folke et al., 2010; Darnhofer, 2014; Duchek, 2020). همچنین، تاب‌آوری در نوآوری به معنای بازگشت منفعلانه به وضعیت اولیه نیست، بلکه فرآیندی پویا، یادگیرنده و سازگارانه است که سازمان‌ها از طریق آن می‌توانند از بحران به‌عنوان فرصتی برای بازسازی ساختارها و خلق ارزش‌های جدید استفاده کنند(Bristow & Healy, 2018; Duchek, 2020) از این منظر، نوآوری تاب‌آور به‌مثابه فرآیندی تکاملی و چندوجهی است که در تعامل میان فناوری، دانش، نهاد و سیاست شکل می‌گیرد و تضمین‌کننده رقابت‌پذیری پایدار در سطح ملی محسوب می‌شود. در سطح کلان، تاب‌آوری فناورانه زمانی معنا می‌یابد که فراتر از مرزهای سازمانی و ملی، در تعامل با نیروهای اقتصادی و سیاسی جهانی تحلیل شود؛ زیرا پایداری نوآوری نه‌تنها به ظرفیت‌های درونی اکوسیستم‌ها بلکه به میزان سازگاری آن‌ها با تحولات ژئوپلیتیکی و رقابت فناورانه بین‌المللی وابسته است(Lee, 2024; Song & Liang, 2025).

در دهه‌های اخیر، ژئوپلیتیک فناوری به‌عنوان یکی از ابعاد نوین قدرت در نظام بین‌الملل مطرح شده است. این مفهوم به تعامل میان قدرت، دانش و نوآوری در عرصه جهانی اشاره

آماده انتشار ASAP

دارد؛ جایی که کنترل بر فناوری‌های کلیدی به ابزاری برای نفوذ ژئوپلیتیکی، استقلال اقتصادی و امنیت ملی تبدیل می‌شود(Song & Liang, 2025; Zúñiga et al., 2024). در چنین بستری، رقابت میان قدرت‌های بزرگ نه‌تنها مسیر سیاست‌های نوآوری را تعیین می‌کند، بلکه بر تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری نیز تأثیرگذار است؛ زیرا کشورها برای حفظ موقعیت خود در زنجیره ارزش جهانی ناچارند ظرفیت‌های فناورانه و نهادی خود را به‌گونه‌ای بازآرایی کنند که در برابر شوک‌های ژئوپلیتیکی پایدار بمانند. به بیان دیگر، ژئوپلیتیک فناوری به حوزه‌ای تبدیل شده است که در آن نوآوری و امنیت ملی به‌شکل فزاینده‌ای درهم تنیده‌اند و سیاست‌گذاران برای تضمین تاب‌آوری ملی، ناگزیرند میان توسعه فناورانه و مدیریت رقابت ژئوفناورانه توازن برقرار کنند(Khan et al., 2022; Gross & Sampat, 2021).

با شتاب‌گرفتن تحولات فناورانه و تشدید رقابت ژئوفناورانه میان قدرت‌های بزرگ، تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری به یکی از مؤلفه‌های بنیادین امنیت فناورانه و سیاست‌گذاری توسعه ملی تبدیل شده است. در چنین شرایطی، کشورها برای حفظ استقلال فناورانه، ثبات اقتصادی و استمرار ظرفیت‌های نوآوری، ناگزیرند سازوکارهایی را شناسایی کنند که به اکوسیستم‌های نوآوری امکان بقا، سازگاری و بازآفرینی در برابر شوک‌های ژئوپلیتیکی و فناورانه می‌دهد. از آنجا که تاب‌آوری نوآورانه در بستر شبکه‌ای از تعاملات میان فناوری، نهاد و سیاست شکل می‌گیرد، درک آن مستلزم نگاهی نظام‌مند و میان‌رشته‌ای است که بتواند پویایی دانش، ساختارهای نهادی و فشارهای ژئوفناورانه را به‌صورت هم‌زمان تحلیل کند. بر این اساس، مسئله اصلی پژوهش حاضر شناسایی و ترسیم ساختار دانش شکل‌گرفته پیرامون این مفهوم در ادبیات علمی جهانی است. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش علم‌سنجی و تحلیل شبکه دانش به دنبال پاسخ‌گویی به این پرسش است که ادبیات علمی مرتبط با تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری در بستر رقابت ژئوفناورانه از

آماده انتشار ASAP

چه ساختار مفهومی، خوشه‌های دانشی، روندهای تکاملی و الگوهای همکاری علمی برخوردار است؟ هدف پژوهش، ترسیم نقشه دانش این حوزه، شناسایی محورهای اصلی و نوظهور پژوهش و ارائه بینش‌هایی برای جهت‌دهی مطالعات آینده و پشتیبانی از سیاست‌گذاری فناورانه در شرایط رقابت ژئوفناورانه است.

پیشینه پژوهش و مرور ادبیات

تاب‌آوری در اکوسیستم‌های نوآوری

زیست‌بوم‌های نوآوری در ادبیات اخیر به‌عنوان نظام‌هایی پیچیده، پویا و خودسازمان‌ده شناخته می‌شوند که پویایی آن‌ها از تعامل میان دانشگاه، دولت، صنعت و نهادهای واسط سرچشمه می‌گیرد(Adner, 2006; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Chen & Cai, 2023). تمرکز پژوهش‌های نوین از تعریف ساختاری این زیست‌بوم‌ها به سوی درک سازوکارهای تاب‌آوری و پایداری آن‌ها تغییر یافته است. مطالعات نظری و تجربی نشان می‌دهند که تاب‌آوری در این نظام‌ها نه به‌صورت مقاومت ایستا، بلکه از رهگذر یادگیری جمعی، بازترکیب منابع و بازآفرینی مسیرهای فناورانه حاصل می‌شود(Jacobides et al., 2018; Duchek, 2020; Kretschmer et al., 2022). از منظر سیاست‌گذاری، پژوهش‌هایی مانند گراس و سمپت[1] (۲۰۲۲) که دولت‌ها از طریق سیاست‌های نوآوری تطبیقی، زیرساخت‌های دانشی باز و حمایت از همکاری چندسطحی می‌توانند ظرفیت‌های تاب‌آور زیست‌بوم‌های نوآوری را تقویت کنند‌در مجموع، تاب‌آوری در اکوسیستم‌های نوآوری فرایندی یادگیرنده و تکاملی است که در آن، بحران‌ها به کاتالیزور بازسازی ساختارها و خلق مسیرهای جدید رشد بدل می‌شوند(Bristow & Healy, 2018; Duchek, 2020).

[1] Gross & Sampat

به‌جای بازگشت منفعلانه به وضعیت پیشین، تاب‌آوری در این ادبیات یک فرآیند یادگیرنده و تکاملی است که بحران را به فرصت بازطراحی مسیرهای رشد تبدیل می‌کند(Boyer, 2020; Duchek, 2020; Bristow & Healy, 2018). تجربه‌های بحران از جمله کووید۱۹ نشان می‌دهد زیست‌بوم‌هایی که حکمرانی تطبیقی، تنوع شبکه‌ها و سازوکارهای یادگیری باز دارند، سریع‌تر شوک را جذب کرده و مسیرهای نوآوری جدید خلق می‌کنند(Gross & Sampat, 2021; Brem et al., 2023). در سطح منطقه‌ای و بنگاهی، ویژگی‌های خودسازمان‌دهی و خودبهینه‌سازی موجب بازتنظیم روابط و بازترکیب منابع شده و ظرفیت‌های تاب‌آور را نهادینه می‌سازد(Liang & Li, 2023). نمونه‌های صنعتی همچون زنجیره نیمه‌هادی و شرکت‌های پیشرو نظیر TSMC نشان می‌دهند که ترکیب حکمرانی شبکه‌ای، تنوع تأمین و استقلال دانشی، بنیان تاب‌آوری بلندمدت و مزیت رقابتی را فراهم می‌کند(Kretschmer et al., 2022). در سطح سیاستی نیز، نقش دولت از «مداخله مستقیم» به «تسهیل یادگیری سیستمی و هماهنگی نهادی» تغییر یافته است؛ سیاست‌های نوآوری تطبیقی، حمایت از نوآوری باز و سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت‌های دانشی، از عوامل کلیدی تقویت تاب‌آوری فناورانه‌اند(Gross & Sampat, 2021; Yang & Zhou, 2022; Lee, 2024). به‌طور کلی، پژوهش‌های اخیر تأیید می‌کنند که تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری برآیند هم‌افزایی سه بعد فناورانه، سازمانی و نهادی است و از طریق یادگیری تطبیقی و تعامل شبکه‌ای، به پایداری و تحول مستمر منجر می‌شود.

بررسی پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که تاب‌آوری در اکوسیستم‌های نوآوری مفهومی پویا، چندسطحی و شبکه‌محور است که از تعامل مستمر میان ظرفیت‌های فناورانه، سازمانی و نهادی شکل می‌گیرد. این تاب‌آوری نه به‌معنای بازگشت به وضعیت پیشین، بلکه به‌منزله‌ی فرایندی تکاملی و یادگیرنده عمل می‌کند که از طریق بازترکیب منابع، تنوع شبکه‌های همکاری و یادگیری تطبیقی، امکان تداوم و تحول نوآوری را در شرایط تغییر و عدم‌قطعیت

آماده انتشار ASAP

فراهم می‌سازد. در این چارچوب، پایداری و بقا در زیست‌بوم‌های نوآوری وابسته به میزان هم‌افزایی میان سازوکارهای حکمرانی تطبیقی، نهادهای دانشی و پویایی ارتباطات میان‌بخشی است. بدین‌ترتیب، تاب‌آوری را می‌توان نتیجه‌ی هم‌تکاملی سه بعد فناوری، سیاست و نهاد دانست که در کنار یکدیگر، بنیان بازآفرینی و رقابت‌پذیری بلندمدت اکوسیستم‌های نوآوری را شکل می‌دهند.

ژئوفناوری و بازآرایی تاب‌آوری در زیست‌بوم‌های نوآوری

ژئوپلیتیک فناوری، پیوند قدرت، دانش و نوآوری در مقیاس جهانی را توصیف می‌کند؛ جایی که تسلط بر فناوری‌های کلیدی- از نیمه‌هادی‌ها و هوش مصنوعی تا انرژی‌های نو به اهرم نفوذ ژئوپلیتیکی، امنیت ملی و استقلال اقتصادی بدل می‌شود(Song & Liang, 2025; Zúñiga et al., 2024). در این میدان، ایالات متحده، چین و اتحادیه اروپا با راهبردهای متمایز، قواعد بازی را بازتعریف می‌کنند: کنترل و امنیت زنجیره تأمین(ایالات متحده)، استانداردسازی و تنظیم‌گری متوازن(اتحادیه اروپا)، و ترکیب مشارکت بین‌المللی با استانداردهای بومی برای کاهش وابستگی(چین)(Zúñiga et al., 2024). بدین‌ترتیب، فناوری از یک ابزار اقتصادی صرف فراتر رفته و به مؤلفه‌ای ژئوراهبردی تبدیل شده است که چارچوب سیاست‌های صنعتی و مسیرهای نوآوری کشورها را شکل می‌دهد .در نتیجه، مرز میان اقتصاد، امنیت و فناوری به‌تدریج در حال فروپاشی است و همین درهم‌تنیدگی، زمینه‌ساز پیدایش مفهوم «تکنوژئوپلیتیک» شده است.

در چنین بستری، مفهوم تکنوژئوپلیتیک توضیح می‌دهد که فناوری‌های پیشرفته چگونه به عامل بازتولید قدرت در نظم بین‌الملل تبدیل می‌شوند و به‌موازات آن، سیاست‌های صنعتی به ابزار رقابت و امنیت بدل می‌گردند(Khan et al., 2022). از منظر این رویکرد، کنترل بر

آماده انتشار ASAP

داده‌ها، استانداردها و زنجیره‌های تأمین، بنیان شکل‌گیری «قدرت فناورانه» را می‌سازد(Sokol, 2021). کشورها با استفاده از برنامه‌هایی نظیر« CHIPS and Science Act» در ایالات متحده، «Made in China 2025 » در چین و«Digital Compas » در اتحادیه اروپا، تلاش می‌کنند ساختار زیست‌بوم‌های نوآوری ملی خود را بازآرایی کنند تا ضمن حفظ استقلال فناورانه، ظرفیت تاب‌آوری راهبردی را نیز ارتقا دهند(Song & Liang, 2025; Gross & Sampat, 2021) به این ترتیب، رقابت ژئوفناورانه نه‌تنها سیاست‌گذاری را متحول می‌سازد، بلکه مسیرهای انتخاب فناورانه و ساختار اکوسیستم‌های نوآوری را نیز بازتعریف می‌کند .در واقع، جهت‌گیری‌های جدید سیاستی، قواعد رقابت و همکاری فناورانه را بازمی‌نویسند و از این طریق بر تصمیم‌های سرمایه‌گذاری، نوآوری و تنظیم روابط میان بازیگران اثر می‌گذارند .در پی رقابت فزاینده قدرت‌های بزرگ در عرصه فناوری، نظام بین‌الملل شاهد ظهور نوعی «فشار ژئوفناورانه» است؛ فشارهایی که از هم‌پوشانی منافع اقتصادی، امنیتی و فناورانه ناشی می‌شوند و تعادل سنتی میان همکاری و رقابت را بر هم می‌زنند

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که فشارهای ژئوفناورانه به‌عنوان محرک‌های نهادی و فناورانه، مسیرهای انتخاب فناوری و ساختار تعاملات نوآورانه را بازتعریف می‌کنند (Kapoor, 2018; Jacobides et al., 2018). این فشارها معماری زنجیره‌های تأمین و شیوه‌های یادگیری فناورانه را دگرگون کرده‌اند و کشورها را به‌سوی نوعی «حاکمیت فناورانه» سوق داده‌اند که در آن، کنترل داده و زیرساخت دیجیتال به محور استقلال ملی بدل می‌شود(DeNardis, 2020) در نتیجه، پویایی رقابت ژئوفناورانه نه‌تنها بر سیاست و اقتصاد، بلکه بر شبکه‌های دانشی و الگوهای همکاری فناورانه نیز اثرگذار است.

به‌موازات این روند، رقابت ژئوفناورانه به بازآرایی شبکه‌های جهانی نوآوری منجر شده است؛ به‌گونه‌ای که جریان‌های دانش و سرمایه از الگوی «جهانی‌سازی باز» به سوی

آماده انتشار ASAP

«بلوک‌بندی فناورانه» و منطقه‌گرایی هوشمند گرایش یافته‌اند(Kretschmer et al., 2022). سیاست‌های محدودکننده صادرات فناوری، تحریم‌های هدفمند و منطقه‌ای‌سازی زنجیره‌های تأمین، ساختار شبکه‌های نوآوری را بازتعریف کرده‌اند و الگوهای جدیدی از همکاری و رقابت هم‌زمان را به‌وجود آورده‌اند(Liang & Li, 2023; Brem et al., 2023) این بازآرایی شبکه‌ای، زمینه‌ساز شکل‌گیری نوعی تاب‌آوری فناورانه در سطح بین‌المللی است که بر یادگیری تطبیقی و تنوع روابط نوآوری استوار است.

رقابت ژئوفناورانه، مرزهای سنتی میان نوآوری، سیاست و امنیت را درهم آمیخته است. این درهم‌تنیدگی، ضرورت بازاندیشی در مفهوم تاب‌آوری را برجسته می‌سازد؛ زیرا پایداری زیست‌بوم‌های نوآوری دیگر نه در جدایی از محیط جهانی، بلکه در توان آن‌ها برای سازگاری با جریان‌های متغیر قدرت، فناوری و دانش معنا می‌یابد (Zúñiga et al., 2024; Gross & Sampat, 2021)

تحلیل تلفیقی ادبیات تاب‌آوری و ژئوفناوری در زیست‌بوم‌های نوآوری

پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری، پدیده‌ای چندبعدی است که در سطوح فناورانه، نهادی و دانشی بروز می‌یابد؛ بااین‌حال، در شرایط کنونی رقابت ژئوفناورانه جهانی، این تاب‌آوری تنها زمانی پایدار و معنادار است که در پیوند با نیروهای ژئوپلیتیکی و فشارهای فناورانه محیط بین‌الملل مورد تحلیل قرار گیرد. در واقع، پیوند میان این دو حوزه بیانگر آن است که ادبیات تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری به‌تدریج تحت تأثیر ملاحظات ژئوفناورانه قرار گرفته و به یکی از محورهای نوظهور پژوهش‌های فناوری و نوآوری تبدیل شده است. بر همین اساس، ادغام دو ادبیات تاب‌آوری و ژئوفناوری نشان می‌دهد که پایداری اکوسیستم‌های نوآوری، نه تنها در گرو توان سازگاری درونی، بلکه وابسته به نحوه‌ی تعامل آن‌ها با ساختار قدرت فناورانه جهانی است. از این منظر، تاب‌آوری

آماده انتشار ASAP

به قابلیتی چندسطحی تبدیل می‌شود که در آن ظرفیت‌های فناورانه، نهادی و سیاستی هم‌زمان عمل می‌کنند تا میان وابستگی و استقلال تعادل برقرار شود.

در نخستین سطح، سه ظرفیت بنیادین تاب‌آوری،جذب، تطبیق و تحول در مواجهه با فشارهای ژئوفناورانه، از معنا و کارکرد تازه‌ای برخوردار می‌شوند. ظرفیت جذب به توانایی پایش هوشمند مرز دانش و دسترسی راهبردی به فناوری‌های کلیدی در شرایط محدودیت‌های بین‌المللی اشاره دارد. ظرفیت تطبیق بیانگر بازتنظیم شبکه‌های دانشی و زنجیره‌های تأمین در پاسخ به بی‌ثباتی‌های ژئوپلیتیکی است، و ظرفیت تحول به خلق مسیرهای فناورانه جدید از رهگذر استانداردسازی و سرمایه‌گذاری‌های راهبردی مربوط می‌شود(Folke et al., 2010; Chen & Cai, 2023; Zúñiga et al., 2024) تعامل این سه ظرفیت، مبنای «تاب‌آوری سیستماتیک» در اکوسیستم‌های نوآوری است؛ جایی که فشارهای ژئوفناورانه نه صرفاً تهدید، بلکه محرک بازآفرینی ساختاری تلقی می‌شوند.

در سطح دوم، همگرایی دو ادبیات در قالب مفهوم حکمرانی تطبیقی و سیاست‌گذاری تاب‌آور تبلور می‌یابد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که سیاست‌های نوآوری مؤثر، زمانی پایداری ایجاد می‌کنند که منطق ژئوفناورانه را در طراحی ابزارها و نهادهای خود در نظر گیرند. از این منظر، دولت‌ها از نقش تنظیم‌گر صرف فاصله گرفته و به تسهیل‌گران شبکه‌های چندسطحی تبدیل می‌شوند—شبکه‌هایی که از طریق دیپلماسی استاندارد، زیرساخت‌های داده‌ای و سرمایه‌گذاری هدفمند، تاب‌آوری فناورانه را به بخشی از سیاست قدرت ملی بدل می‌سازند(Yang & Zhou, 2022; Lee, 2024). در این سطح، حکمرانی فناورانه به ابزاری برای موازنه میان استقلال ملی و مشارکت جهانی تبدیل می‌شود.

در سطح سوم، توجه پژوهش‌ها به سمت توسعه‌ی شاخص‌ها و چارچوب‌های سنجش تاب‌آوری ژئوفناورانه معطوف شده است. سنجش تاب‌آوری دیگر صرفاً بر عملکرد نوآورانه یا رشد اقتصادی متمرکز نیست، بلکه ساختارهای شبکه‌ای و نهادی را نیز در بر

آماده انتشار ASAP

می‌گیرد. شاخص‌هایی نظیر تنوع و مرکزیت شبکه‌های دانشی، سهم کشورها در نهادهای استانداردسازی بین‌المللی، مالکیت فکری در مرز فناوری، و تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین از جمله معیارهایی هستند که پویایی میان فشارهای ژئوفناورانه و یادگیری فناورانه را آشکار می‌سازند(Kretschmer et al., 2022; Jacobides et al., 2018; Kapoor, 2018) این چارچوب‌های سنجش، نشان‌دهنده تنوع ابعاد مورد توجه در ادبیات تاب‌آوری ژئوفناورانه هستند و به توصیف ساختار مفهومی و روند تحول دانش در این حوزه کمک می‌کنند.

در نهایت، تلفیق ادبیات تاب‌آوری و ژئوفناوری نشان می‌دهد که تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری مفهومی صرفاً درون‌زا نیست، بلکه در بستر تعاملات ژئوفناورانه جهانی معنا می‌یابد. در چنین چارچوبی، تاب‌آوری به‌منزله‌ی توانایی هم‌زمان جذب، تطبیق و تحول در برابر شوک‌های فناورانه و ژئوپلیتیکی درک می‌شود و زیست‌بوم‌های نوآوری نه فقط به‌عنوان بستر تولید دانش، بلکه به‌مثابه نظام‌هایی راهبردی برای حفظ اقتدار، امنیت و استقلال فناورانه در عصر رقابت جهانی بازتعریف می‌گردند.

جدول۱: مقایسه ادبیات و یافته‌های کتاب‌سنجی

حوزه مفهومی	مطالعات پیشین (ادبیات)	یافته‌های این پژوهش (علم‌سنجی و تحلیل شبکه)	جمع‌بندی
ساختار زیست‌بوم نوآوری	اکوسیستم‌های نوآوری مبتنی بر مدل Triple Helixو تعامل دانشگاه–صنعت–دولت Etzkowitz & Leydesdorff(2000); Adner(2006)	گذار به اکوسیستم‌های چندلایه، چندخوشه‌ای و شبکه‌ای با محوریت innovation به‌عنوان هسته مرکزی در خوشه‌های دانش	تحول از مدل خطی و نهادی به اکوسیستم پلتفرمی–شبکه‌ای جهانی

	و شبکه‌های ارزش Jacobides et al (2018)		
تاب‌آوری اکوسیستم نوآوری	تاب‌آوری در سطح اکولوژیک و سازمانی با تأکید بر پایداری و بازگشت به تعادل Folke et al (2010); Gunderson(2000); Duchek(2020)	تبدیل تاب‌آوری به گره مرکزی در شبکه دانش(resilience–innovation–knowledge) و حضور پررنگ در WordCloud وco-occurrence	ارتقای تاب‌آوری از مفهوم محیطی/سازمانی به ویژگی ساختاری اکوسیستم نوآوری
ماهیت تاب‌آوری	تاب‌آوری به‌عنوان ظرفیت سازگاری یا بازگشت به وضعیت پایدار (Bristow & Healy(2018); Folke et al (2010)	تاب‌آوری به‌عنوان فرایند یادگیرنده شامل جذب– تطبیق– تحول در سطح شبکه‌ای و چندسطحی	گذار از« تعادل‌محوری » به « تحول‌محوری و مسیرآفرینی »
نقش بحران	بحران به‌عنوان شوک بیرونی بر سیستم‌های اجتماعی–اکولوژیک Folke et al.(2010)	هم‌نشینی مفاهیم بحران، (crisis, vulnerability, conflict) با نوآوری و بازآرایی شبکه‌ها در تم‌های نوظهور	تبدیل بحران از متغیر بیرونی به محرک درونی تحول اکوسیستم
حکمرانی نوآوری	دولت به‌عنوان تنظیم‌گر در مدل Triple Helixو سیاست‌های ملی نوآوری Etzkowitz & Leydesdorff(2000); Yang & Zhou(2022)	حکمرانی در سطح کلان، شبکه‌ای و ژئوپلیتیکی؛ حرکت به سمت policy–governance resilience	تغییر نقش دولت از تنظیم‌گر به تسهیل‌گر تاب‌آوری و هماهنگ‌کننده شبکه‌ای
ژئوپلیتیک فناوری	فناوری به‌عنوان ابزار سیاست صنعتی و رقابت ملی DeNardis(2020)	ظهور تکنوژئوپلیتیک، China–US conflict ،competition و فشارهای ژئوفناورانه	گذار از سیاست فناوری به رقابت ژئوفناورانه ساختاری

ASAP آماده انتشار

شبکه‌های نوآوری جهانی	شبکه‌های باز و همکاری جهانی در نوآوری Kretschmer et al.(2022)	حرکت از global integration به fragmentation، بلوک‌بندی فناورانه و regionalization	هم‌زمانی همکاری و رقابت(coopetition) در شبکه جهانی نوآوری
ظرفیت‌های تاب‌آوری	سه‌گانه جذب–تطبیق–تحول در سیستم‌های پیچیده Folke et al.(2010); Chen & Cai(2023)	بسط این ظرفیت‌ها به سطح اکوسیستم و ژئوپلیتیک فناوری	توسعه مدل تاب‌آوری از سطح سازمانی به سطح ژئوپلیتیکی–اکوسیستمی
تحول مفهومی نوآوری	نوآوری به‌عنوان رشد خطی و اقتصادی Etzkowitz & Leydesdorff(2000)	همگرایی innovation با resilience, governance, crisis در شبکه مفهومی	گذار از نوآوری خطی به نوآوری تاب‌آور و ژئوپلیتیکی
تکامل زمانی گفتمان	تمرکز اولیه بر NIS و رشد اقتصادی	۲۰۰۰ – ۲۰۲۱: پایه نظری؛ ۲۰۲۲–۲۰۲۴: حکمرانی و conflict؛ ۲۰۲۵: شبکه و همگرایی	حرکت از (نظام ملی نوآوری) NIS به Resilient Geopolitical Innovation Ecosystems

آماده انتشار ASAP

روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع مطالعات علم‌سنجی و نگاشت دانش[1] با رویکرد توصیفی- کاوشی است و با هدف شناسایی و تحلیل ساختار دانشی، الگوهای همکاری علمی و روندهای تحول پژوهش‌های مرتبط با تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری در بستر رقابت ژئوفناورانه جهانی انجام شده است. داده‌های پژوهش از پایگاه وب اف ساینس[2]که به دلیل پوشش گسترده،

[1] Bibliometric and Science Mapping Study
[2] Web of Science Core Collection(WoS)

استانداردسازی داده‌ها و اعتبار علمی، به‌عنوان منبع اصلی انتخاب گردید و تعداد ۶۵۸ رکورد استخراج شد.

به‌منظور شناسایی مستندات مرتبط، جست‌وجوی موضوعی[1] در عناوین، چکیده‌ها و کلیدواژه‌ها انجام شد. راهبرد جست‌وجو به‌گونه‌ای طراحی گردید که مطالعات مرتبط با زیست‌بوم‌های نوآوری و مفاهیم مرتبط با بحران، تاب‌آوری و چالش‌های ژئوپلیتیکی را پوشش دهد. عبارت جست‌وجو به شرح زیر است:

TS = ("innovation ecosystem*" OR "entrepreneurial ecosystem*" OR "innovation network*" OR "innovation cluster*") AND TS = ("crisis" OR "resilience" OR "pandemic" OR "war" OR "conflict" OR "sanction*" OR "geopolitical instability" OR "political risk")

داده‌های استخراج‌شده شامل اطلاعات کتاب‌شناختی نظیر عنوان، نویسندگان، سال انتشار، کشور، سازمان، کلیدواژه‌ها، منابع و استنادها بود. پس از اجرای راهبرد جست‌وجو، داده‌های بازیابی‌شده مورد پالایش قرار گرفتند. در این مرحله، ابتدا رکوردهای تکراری حذف شدند. سپس عناوین، چکیده‌ها و کلیدواژه‌های اسناد به‌صورت دستی بررسی شد تا مطالعات نامرتبط با موضوع پژوهش کنار گذاشته شوند. همچنین، اسنادی که صرفاً به تاب‌آوری سازمانی، بحران‌های غیرمرتبط یا شبکه‌های نوآوری بدون ارتباط با مفهوم زیست‌بوم نوآوری می‌پرداختند، از مجموعه داده حذف شدند. در نهایت، مجموعه نهایی اسناد واجد شرایط برای تحلیل علم‌سنجی انتخاب و برای پردازش در محیط R و بسته Bibliometrix آماده‌سازی شد. برای بررسی ساختار دانش و روندهای پژوهشی از تکنیک‌های تحلیل هم‌رخدادی واژگان، تحلیل تکامل موضوعی، تحلیل شبکه همکاری علمی و نگاشت مفهومی استفاده شد. فرایند تحلیل شامل سه مرحله‌ی اصلی بود:

[1] Topic Search

ASAP آماده انتشار

۱. تحلیل توصیفی علم‌سنجی برای بررسی روند زمانی، منابع و نویسندگان اثرگذار؛

۱. تحلیل هم‌واژگانی[1] برای شناسایی خوشه‌های مفهومی و مسیرهای تحول دانشی؛

۲. تحلیل شبکه همکاری علمی برای ترسیم ساختار تعامل میان کشورها و نهادهای پژوهشی. خروجی‌های نهایی شامل Word Cloud، Thematic Map، Thematic Evolution، Co-occurrence Network و Country Collaboration Map بوده که مبنای تفسیر ساختار دانشی و شناسایی پارادایم نوظهور زیست‌بوم نوآوری تاب‌آور در بستر ژئوپلیتیک فناوری قرار گرفتند.

بنابراین، استفاده از داده‌های نمایه‌شده در پایگاه‌های معتبر علمی، به‌کارگیری روش‌های استاندارد علم‌سنجی و بهره‌گیری از ابزارهای محاسباتی بازتولیدپذیر، امکان ارائه تحلیلی منسجم و قابل اتکا از ساختار دانش این حوزه را فراهم کرده است.

جدول ۲: فرآیند استخراج، پالایش و آماده‌سازی داده‌های علم‌سنجی پژوهش

مرحله	فعالیت‌ها / توضیحات	خروجی
۱ .شناسایی	استخراج داده از پایگاه وب آف ساینس با کلیدواژه‌های اکوسیستم نوآوری، تاب‌آوری و ژئوپلیتیک	٦٥٨رکورد
۲ .پالایش اولیه	بررسی اولیه رکوردها و حذف مطالعات تکراری و رکوردهایی که ارتباط مشخصی با موضوع پژوهش نداشتند	۲۰۸ رکورد باقی‌مانده
۳ .حذف مطالعات سازمانی	بررسی مطالعات و حذف پژوهش‌هایی که تمرکز اصلی آن‌ها بر تاب‌آوری سازمانی بوده و با سطح تحلیل اکوسیستم نوآوری همخوانی نداشتند	١٤١رکورد باقی‌مانده

[1] Co-word Analysis

٤ .غربالگری اولیه	بررسی دقیق‌تر مطالعات باقی‌مانده و حذف مطالعات مرتبط با بحران‌های غیرمرتبط، شبکه‌های نوآوری خارج از چارچوب اکوسیستم نوآوری و مطالعات فاقد ارتباط مستقیم با پیوند تاب‌آوری و ژئوپلیتیک	۷۰ رکورد باقی‌مانده
٥ .غربالگری نهایی عنوان و چکیده	بررسی عنوان و چکیده ومتن کامل مطالعات بر اساس معیارهای ورود و خروج و حذف مطالعاتی که موضوع آن‌ها با دامنه پژوهش همخوانی نداشت	۵۰ رکورد باقی‌مانده
٦ .آماده‌سازی داده‌ها	استانداردسازی داده‌های کتاب‌شناختی و آماده‌سازی برای تحلیل در Bibliometrix وR	دیتاست تحلیل
۷ .تحلیل علم‌سنجی	انجام تحلیل‌های توصیفی، مفهومی، شبکه‌ای، راهبردی و تکاملی	ساختار تحلیلی
۸ .مصورسازی	تولیدWord Cloud ، Thematic Map، Co-occurrence وCollaboration Map	خروجی‌های علم‌سنجی

یافته‌ها

تحلیل نقشه راهبردی

یافته‌های این پژوهش بر پایه‌ی تحلیل نقشه‌ی راهبردی تم‌ها(شکل ۱) در چهار ربع اصلی سامان یافته‌اند که هر یک بازتاب‌دهنده‌ی مرحله‌ای متفاوت از بلوغ، پویایی و نقش مفهومی در گفتمان تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری هستند.

۱. ربع پایین‌چپ: تم‌های در حال ظهور یا افول[1]

در این بخش مفاهیمی همچون crisis, vulnerability, initiatives, china, helix و design management قرار گرفته‌اند. این ناحیه نشان‌دهنده‌ی حوزه‌هایی است که هنوز به‌طور کامل تثبیت نشده‌اند اما ظرفیت بالایی برای رشد دارند. تمرکز بر «بحران» و

[1] Emerging or Declining Themes

آماده انتشار ASAP

«آسیب‌پذیری» در این ربع بیانگر شکل‌گیری دیدگاه جدیدی درباره نقش تاب‌آوری در زیست‌بوم‌های نوآوری است؛ دیدگاهی که می‌کوشد نشان دهد چگونه نظام‌های نوآوری می‌توانند در برابر بحران‌های جهانی– از پاندمی‌ها تا اختلالات ژئوپلیتیکی و فناوری‌های بحرانی ـ مقاومت و بازآفرینی کنند. در همین راستا، حضور واژه‌هایی مانند China و helix (اشاره به مدل سه‌گانه دانشگاه،دولت،صنعت) نشان می‌دهد که محور پژوهش‌ها به‌سمت تاب‌آوری فناورانه با درنظرگرفتن رقابت ژئوپلیتیکی و سیاست‌های ملی نوآوری در حال حرکت است. به‌طور کلی، این خوشه مجموعه‌ای از مفاهیم مرتبط با «تاب‌آوری ژئوپلیتیکی در نوآوری» را دربر می‌گیرد و بیانگر حضور و ارتباط این مفاهیم در ادبیات پژوهش است.

۲. ربع بالاچپ: تم‌های تخصصی و محدود[1]

در این بخش، خوشه‌هایی مانند disaster resilience, infrastructure, ecological resilience, enterprises, biodiversity و complexity قرار دارند. این خوشه‌ها نمایانگر پژوهش‌های تخصصی در حوزه‌ی نوآوری برای تاب‌آوری و پایداری محیطی هستند. تمرکز این بخش بر مفاهیم زیست‌محیطی و پیچیدگی سیستم‌ها نشان می‌دهد که بخشی از جامعه علمی در حال بررسی شباهت‌های اکولوژیک بین اکوسیستم‌های طبیعی و زیست‌بوم‌های نوآوری انسانی است. در این رویکرد، تاب‌آوری نه فقط توان بقا در بحران، بلکه توانایی خودسازمان‌دهی، بازسازی و انطباق در ساختار شبکه‌ای اکوسیستم نوآوری تعریف می‌شود. این نوع پژوهش‌ها معمولاً در حوزه‌هایی مانند مدیریت بحران شهری، زیرساخت‌های هوشمند و پایداری صنعتی انجام می‌شوند و اگرچه ارتباط مستقیمی با سایر خوشه‌ها ندارند، اما از نظر نظری غنا و عمق بالایی دارند. بنابراین، این ربع بازتاب‌دهنده‌ی رویکردهای بین‌رشته‌ای و تخصصی به تاب‌آوری نوآورانه است.

[1] Niche Themes

آماده انتشار ASAP

۳. ربع بالاراست: تم‌های محوری و پیشران[1]

در این بخش مفاهیمی چون institutions, trust, communication, integration, adoption, city, university, innovation networks و economy دیده می‌شوند. این خوشه بیانگر حوزه‌های پویای پژوهش است که نقش نهادها و شبکه‌های شهری و دانشگاهی در تقویت تاب‌آوری نوآوری را بررسی می‌کنند. تمرکز این خوشه بر اعتماد نهادی، ارتباطات بین بازیگران و ادغام ساختارهای نهادی، بیانگر برجستگی این مفاهیم در ادبیات مرتبط با تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری و توجه پژوهش‌ها به تعامل میان دولت، صنعت و دانشگاه است. حضور پررنگ مفاهیمی مانند city و innovation networks نشان‌دهنده‌ی تغییر مقیاس تحلیل از سطح ملی به سطح شهری و شبکه‌ای است؛ این خوشه شامل مفاهیم مرتبط با پویایی‌های ژئوپلیتیک فناوری، از جمله رقابت میان شهرها، دانشگاه‌ها و خوشه‌های صنعتی است. در کنار این مفاهیم، زیست‌بوم‌های نوآوری ملی، شبکه‌های بین‌المللی و همکاری‌های فرامرزی نیز در ساختار مفهومی این خوشه مشاهده می‌شوند که بر حضور ابعاد شبکه‌ای و بین‌المللی در ادبیات این حوزه دلالت دارد.

۴. ربع پایین‌راست: تم‌های پایه‌ای و بنیادین[2]

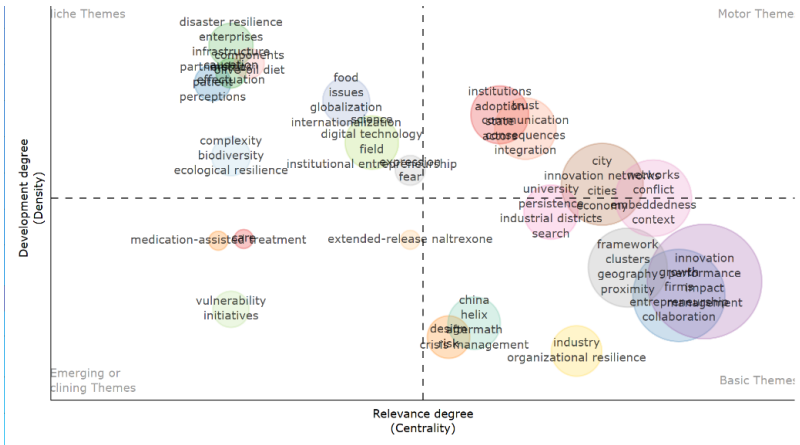
این بخش شامل مفاهیمی چون innovation, governance, management, entrepreneurship, collaboration, performance, impact, framework, clusters, geography و proximity است. این خوشه‌ها اساس نظری و مفهومی حوزه‌ی زیست‌بوم نوآوری را شکل می‌دهند. در این بخش، تمرکز بر حکمرانی نوآوری، عملکرد سازمانی، همکاری بین‌صنعتی و ساختارهای مکانی خوشه‌های نوآورانه است. این خوشه، مفاهیم مرتبط با حکمرانی و همکاری در اکوسیستم‌های نوآوری را در کنار موضوعاتی مانند بحران و ژئوپلیتیک فناوری قرار می‌دهد و یکی از ابعاد مفهومی شناسایی‌شده در ساختار دانش این

[1] Motor Themes
[2] Basic Themes

ASAP آماده انتشار

حوزه را تشکیل می‌دهد. یعنی درک اینکه چگونه همکاری و حکمرانی مؤثر می‌تواند ظرفیت سیستم نوآوری را برای واکنش در برابر بحران‌ها افزایش دهد. همچنین حضور مفاهیمی مانند proximityو clustersبیانگر اهمیت پیوستگی جغرافیایی و شبکه‌ای در حفظ تاب‌آوری اقتصادی و فناورانه در شرایط رقابت جهانی است. در نتیجه، این ربع زیربنای مفهومی همه خوشه‌های دیگر است و پیوندی میان تاب‌آوری، حکمرانی و عملکرد نوآوری برقرار می‌کند.

شکل ۱تحلیل نقشه راهبردی



تحلیل محتوایی و مفهومی ابر واژگان[1]

ابر واژگان(شکل ۲) نشان می‌دهد که مفهوم innovation در مرکز توجه قرار دارد و در میان واژگان مشاهده‌شده جایگاه قابل‌توجهی دارد. پیرامون آن، واژه‌هایی مانند performance, management, impact, knowledge, resilienceبه‌صورت پررنگ دیده می‌شوند که بیانگر ارتباط مستقیم میان نوآوری، عملکرد سازمانی، مدیریت و تاب‌آوری است. حضور

[1] WordCloud

واژه‌ی resilience(تاب‌آوری) در این سطح بالا نشان می‌دهد که پژوهش‌های اخیر به‌طور فزاینده‌ای به مسئله‌ی پایداری و توان بازسازی سیستم‌های نوآوری در شرایط بحران پرداخته‌اند. همچنین، واژه‌هایی مانند crisis, framework, systems, policy و governanceنشانگر توجه به حکمرانی و سیاست‌گذاری فناورانه در مواجهه با بحران‌ها است. حضور مفاهیمی نظیر technology, clusters, networks و entrepreneurship نیز نشان‌دهنده‌ی اهمیت شبکه‌های نوآوری، همکاری بین‌صنعتی و کارآفرینی فناورانه در ایجاد تاب‌آوری سیستم‌های نوآوری است. افزون بر این، واژه‌های dynamic capabilities و value creation به بعد توانمندی‌های پویا و خلق ارزش در شرایط تغییر و عدم‌قطعیت اشاره دارند. ترکیب هم‌زمان مفاهیم resilience و crisis در کنار technology و policy بیانگر ظهور رویکردی چندسطحی است که در آن تاب‌آوری فناوری‌محور و ژئوپلیتیکی به عنوان یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های نوآوری در حال تثبیت است. این ابرواژگان برجستگی هم‌زمان مفاهیمی همچون مدیریت، حکمرانی، بحران، فناوری، نوآوری، دانش،

شکل ۲: تحلیل ابر واژگان



تاب‌آوری، سیاست و رقابت ژئوپلیتیکی را در مجموعه مطالعات مورد بررسی نشان می‌دهد و حضور این مفاهیم را در ساختار واژگانی پژوهش‌های حوزه زیست‌بوم نوآوری نمایان می‌سازد.

تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان[1]

نقشه‌ی هم‌رخدادی واژگان(شکل ۳) نشان می‌دهد که مفهوم innovation هسته‌ی مرکزی شبکه است و بیشترین پیوندها را با سایر واژه‌ها دارد؛ به‌گونه‌ای که گره‌های اصلی مانند knowledge, resilience, impact, management و policy مستقیماً به آن متصل‌اند. این ساختار بیانگر آن است که پژوهش‌های مربوط به زیست‌بوم نوآوری به‌طور هم‌زمان سه محور کلیدی را دنبال می‌کنند: نخست، نوآوری به‌عنوان محرک دانش و عملکرد سازمانی(ارتباط innovation باknowledge ، performance، impact)؛ دوم، نوآوری به‌عنوان سازوکار تاب‌آوری در شرایط بحرانی(ارتباط innovation باresilience ، dynamics، networks)؛ و سوم، نوآوری به‌عنوان پدیده‌ای وابسته به حکمرانی و سیاست‌گذاری فناورانه(ارتباط innovation باpolicy ، governance، systems). ساختار رنگی شبکه نیز نشان‌دهنده‌ی وجود چند خوشه‌ی مفهومی متمایز است: خوشه‌ی سبز(نوآوری، تاب‌آوری، دانش) که هسته‌ی مفهومی پژوهش‌ها را می‌سازد؛ خوشه‌ی آبی(مدیریت، کسب‌وکار، فناوری) که بر ابعاد مدیریتی و سازمانی نوآوری متمرکز است؛ و خوشه‌ی قرمز(سیاست، نظام‌ها، حکمرانی) که نقش نهادها و سیاست‌های ژئوپلیتیکی در زیست‌بوم نوآوری را برجسته می‌سازد. ارتباطات میان این خوشه‌ها نشان می‌دهد که مطالعات اخیر در حال حرکت به‌سمت ادغام سه سطح خرد(مدیریت و شرکت‌ها)، میانه(شبکه‌ها و اکوسیستم‌ها) و کلان (سیاست و ژئوپلیتیک فناوری) هستند. حضور مفاهیمی مانند crisis,

[1] Co-occurrence Network

آماده انتشار ASAP

economic resilience و dynamic capabilities در حاشیه شبکه بیانگر آن است که مفهوم تاب‌آوری فناورانه در مواجهه با بحران‌ها در حال تبدیل‌شدن به حلقه‌ی پیونددهنده میان مدیریت، سیاست و نوآوری است. درنهایت، این نقشه نشان می‌دهد که در پژوهش‌های حوزه‌ی زیست‌بوم نوآوری، مفاهیم مرتبط با نوآوری تاب‌آور، ژئوپلیتیک فناوری، دانش، مدیریت و سیاست‌گذاری در ارتباط با یکدیگر قرار گرفته‌اند و پیوند میان این مفاهیم در ساختار شبکه قابل مشاهده است.

۱. خوشه سبز: هسته مفهومی نوآوری، دانش و تاب‌آوری

خوشه‌ی سبز بزرگ‌ترین و مرکزی‌ترین بخش شبکه است و واژه‌های کلیدی آن شامل innovation, knowledge, resilience, networks, growth و dynamics می‌باشد قرارگیری این واژه‌ها در یک خوشه و ارتباط میان آن‌ها، برهم‌کنش مفاهیم نوآوری، دانش، تاب‌آوری و شبکه‌ها را در ادبیات مورد بررسی نشان می‌دهد. همچنین، هم‌رخدادی واژه‌های resilience و innovationدر این خوشه، حضور مفهوم تاب‌آوری در کنار نوآوری را در مطالعات این حوزه نشان می‌دهد. ارتباط innovation و knowledge با واژه‌هایی همچون growth, networks و dynamics نیز بیانگر پیوند این مفاهیم در ساختار مفهومی ادبیات مورد بررسی است. از سوی دیگر، جایگاه مرکزی و اندازه این خوشه در شبکه نشان می‌دهد که این مجموعه مفاهیم، سهم قابل‌توجهی از ساختار مفهومی شکل‌گرفته در ادبیات زیست‌بوم‌های نوآوری را به خود اختصاص داده است.

۲. خوشه آبی: مدیریت، عملکرد و توانمندی‌های فناورانه

خوشه‌ی آبی شامل واژه‌هایی مانند management, business, impact, technology, dynamic capabilities, strategy و ecosystems است. این خوشه بر ابعاد سازمانی و مدیریتی زیست‌بوم نوآوری تمرکز دارد و به بررسی چگونگی خلق ارزش و حفظ

آماده انتشار ASAP

رقابت‌پذیری شرکت‌ها در شرایط تغییر و بحران می‌پردازد. ارتباط میان management، technology و dynamic capabilities بیانگر رویکردی است که بر توانمندی‌های پویا(Dynamic Capabilities) برای سازگاری با محیط‌های پرتلاطم تأکید دارد. از منظر بحران و تاب‌آوری، این خوشه شامل مفاهیمی مرتبط با مدیریت نوآوری، مدیریت بحران، پیش‌بینی اختلالات فناورانه و ساختارهای منعطف سازمانی است. در بعد ژئوپلیتیک فناوری نیز مفاهیمی مرتبط با واکنش شرکت‌ها و صنایع به رقابت‌های جهانی در حوزه فناوری‌های نوظهور در این خوشه مشاهده می‌شود. هم‌نشینی این مفاهیم، حضور هم‌زمان موضوعات مرتبط با تاب‌آوری فناورانه در سطح بنگاه و راهبردهای نوآوری در سطح نظام اقتصادی را در ساختار مفهومی ادبیات نشان می‌دهد.

۳. خوشه قرمز: سیاست، حکمرانی و ژئوپلیتیک فناوری

خوشه‌ی قرمز شامل واژه‌هایی مانند policy, governance, systems, opportunities, leadership, city و entrepreneurial ecosystems است. این خوشه مجموعه‌ای از مفاهیم مرتبط با حکمرانی، سیاست‌گذاری، ساختارهای نهادی و اکوسیستم‌های کارآفرینی را دربر می‌گیرد و از این نظر، یکی از ابعاد کلان مورد توجه در ادبیات اکوسیستم‌های نوآوری را تشکیل می‌دهد. حضور واژه‌های policy و governance در این خوشه، همراه با مفاهیمی مانند city و entrepreneurial ecosystems بیانگر هم‌نشینی موضوعات مرتبط با سیاست‌گذاری و حکمرانی در سطوح ملی، شهری و اکوسیستمی است. در بعد ژئوپلیتیک فناوری نیز مفاهیمی مرتبط با حاکمیت فناورانه(Technological Sovereignty) در مجاورت این مجموعه مفهومی قرار می‌گیرند. همچنین، ارتباط این خوشه با خوشه آبی(مدیریت و فناوری) و خوشه سبز(نوآوری و دانش)، در ساختار شبکه‌ای، مجاورت و ارتباط مفهومی میان موضوعات حکمرانی، مدیریت، فناوری، نوآوری و دانش را نشان

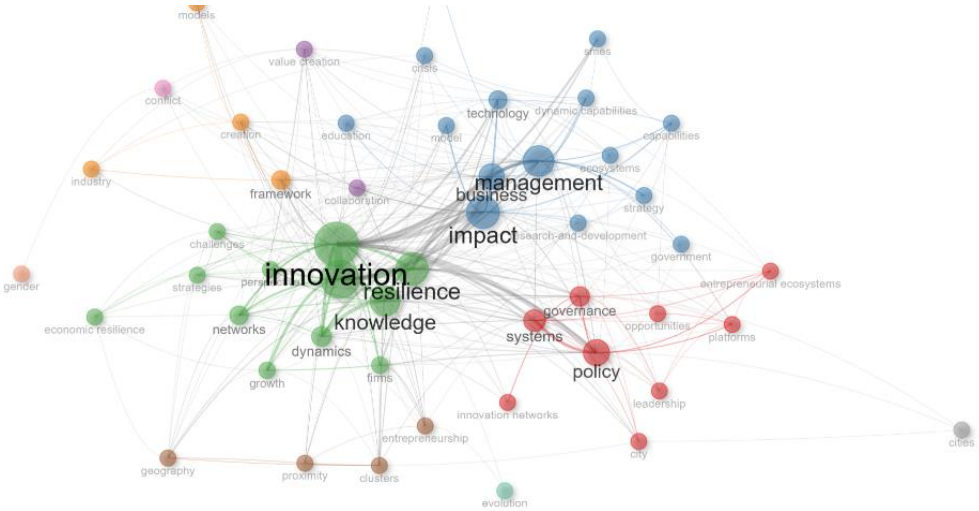
آماده انتشار ASAP

می‌دهد. این خوشه یکی از ابعاد سیاستی و نهادی حاضر در ساختار دانش مرتبط با تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری را منعکس می‌کند.

٤. خوشه‌های پیرامونی: فضا، اقتصاد و اکوسیستم‌های محلی

در حاشیه شبکه، چند خوشه‌ی کوچک‌تر با واژه‌هایی مانند geography, proximity, clusters, economic resilience, و city دیده می‌شوند. این خوشه‌ها جنبه‌ی فضایی و اقتصادی زیست‌بوم‌های نوآوری را نشان می‌دهند. تمرکز این گروه‌ها بر مفاهیمی مانند نزدیکی جغرافیایی، خوشه‌های صنعتی و تاب‌آوری اقتصادی، بیانگر تلاش پژوهش‌ها برای درک نقش مکان، فضا و ارتباطات منطقه‌ای در پایداری اکوسیستم‌های نوآوری است. این خوشه‌ها نشان می‌دهند که در دنیای وابسته و پرتنش کنونی، تاب‌آوری نه‌فقط در سطح فناوری یا سیاست، بلکه در سطح فضاهای شهری و منطقه‌ای نیز تعریف می‌شود. به‌ویژه در مواجهه با بحران‌های جهانی مانند زنجیره تأمین، جنگ فناوری یا بحران‌های اقلیمی، شهرها و خوشه‌های محلی نقش مهمی در مدیریت شوک‌های ژئوپلیتیکی و حفظ جریان نوآوری

شکل ۳: تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان



ایفا می‌کنند. چهار خوشه‌ی موجود در این شبکه در مجموع تصویری چندسطحی از زیست‌بوم نوآوری را ترسیم می‌کنند: سبز (دانش و نوآوری) پایه‌ی نظری و شناختی؛ خوشه‌ی آبی (مدیریت و فناوری) سطح خرد و عملیاتی؛ خوشه‌ی قرمز (سیاست و حکمرانی) سطح کلان و ژئوپلیتیکی؛ و خوشه‌های پیرامونی (فضا و اقتصاد) سطح منطقه‌ای و شبکه‌ای را نمایندگی می‌کنند. این ساختار نشان می‌دهد که مسیر تحول پژوهش‌ها به‌سمت هم‌پیوندی میان تاب‌آوری، نوآوری و ژئوپلیتیک فناوری است، به‌گونه‌ای که تاب‌آوری فناورانه در مواجهه با بحران‌ها به عامل تعیین‌کننده در پویایی و بقای اکوسیستم‌های نوآوری جهانی تبدیل شده است.

تحلیل تکامل تم‌ها[1]

تحلیل تکامل تم‌ها(شکل ۴) نشان‌دهنده‌ی مسیر تحول گفتمان زیست‌بوم‌های نوآوری از بنیان‌های مفهومی اولیه تا شکل‌گیری رویکرد تاب‌آوری ژئوفناورانه است.

۱. بازه‌ی زمانی اول(۲۰۰۰– ۲۰۲۱): شکل‌گیری بنیان‌های مفهومی

در این دوره، محورهای اصلی پژوهش حول مفاهیمی مانند innovation, management, ecosystems, growth, crisis management, absorptive capacity و geography متمرکز است. این بازه را می‌توان دوران پایه‌گذاری نظری زیست‌بوم نوآوری دانست؛ زمانی که تمرکز پژوهش‌ها بر درک نقش نوآوری در رشد اقتصادی، ظرفیت جذب دانش، و پویایی خوشه‌های صنعتی بود. حضور واژه‌هایی نظیر crisis و crisis managementدر کنار innovationنشان می‌دهد که حتی در این مرحله‌ی اولیه، ایده‌ی تاب‌آوری سازمانی و مدیریتی در برابر بحران‌ها مطرح شده بود، اما هنوز در حاشیه‌ی گفتمان اصلی قرار داشت.

[1] Thematic Evolution

ASAP آماده انتشار

همچنین، geography و ecosystems نشانگر آغاز توجه به بعد فضایی و منطقه‌ای نوآوری است، که بعدها در قالب شبکه‌های نوآوری شهری و منطقه‌ای توسعه یافته است.

۲. بازه‌ی زمانی دوم(۲۰۲۲– ۲۰۲۴): گذار به سمت پیچیدگی و نهادگرایی

در این دوره، واژه‌هایی مانند innovation, innovation networks, entrepreneurial ecosystems, government, industry, sustainability, conflict و China ظاهر شده‌اند. این مرحله، نشان‌دهنده‌ی گذار مفهومی از نوآوری صرف به سوی حکمرانی و سیاست‌گذاری نوآوری است. حضور government و policy در کنار innovation بیانگر رشد دیدگاه نهادی و سیاست‌محور در مطالعات زیست‌بوم‌های نوآوری است. مفاهیمی مانند conflict و China نیز ورود عنصر ژئوپلیتیک فناوری را به این حوزه برجسته می‌سازند. به‌ویژه در سال‌های اخیر، رقابت فناورانه‌ی بین کشورها (مانند چین، آمریکا و اتحادیه اروپا) باعث شده است که پژوهش‌ها بر تاب‌آوری ملی، استقلال فناورانه و امنیت نوآوری تمرکز کنند. از سوی دیگر، واژه‌ی sustainability نشان می‌دهد که گفتمان زیست‌بوم نوآوری با مفاهیم پایداری و مسئولیت اجتماعی ادغام شده و به سمت نوآوری تاب‌آور و پایدار حرکت کرده است.

۳. بازه‌ی زمانی سوم (۲۰۲۵– ۲۰۲۶): همگرایی مفاهیم و بلوغ نظری

در افق آینده (۲۰۲۵– ۲۰۲۶)، مفاهیمی چون capacity, collaboration, conflict, entrepreneurship, framework, impact, knowledge, networks, opportunities, performance و strategy ظاهر می‌شوند. این مرحله نشان‌دهنده‌ی بلوغ نظری حوزه‌ی زیست‌بوم نوآوری است، جایی که پژوهش‌ها به‌جای تمرکز بر مفاهیم منفرد، بر تعامل و هم‌پیوندی بین ابعاد مختلف نوآوری، مدیریت و تاب‌آوری تمرکز می‌کنند. در این دوره، conflict همچنان حضور دارد که نشان می‌دهد ژئوپلیتیک فناوری و رقابت بین‌المللی بر آینده‌ی زیست‌بوم‌های نوآوری سایه انداخته است. از سوی دیگر، تقویت مفاهیمی مانند

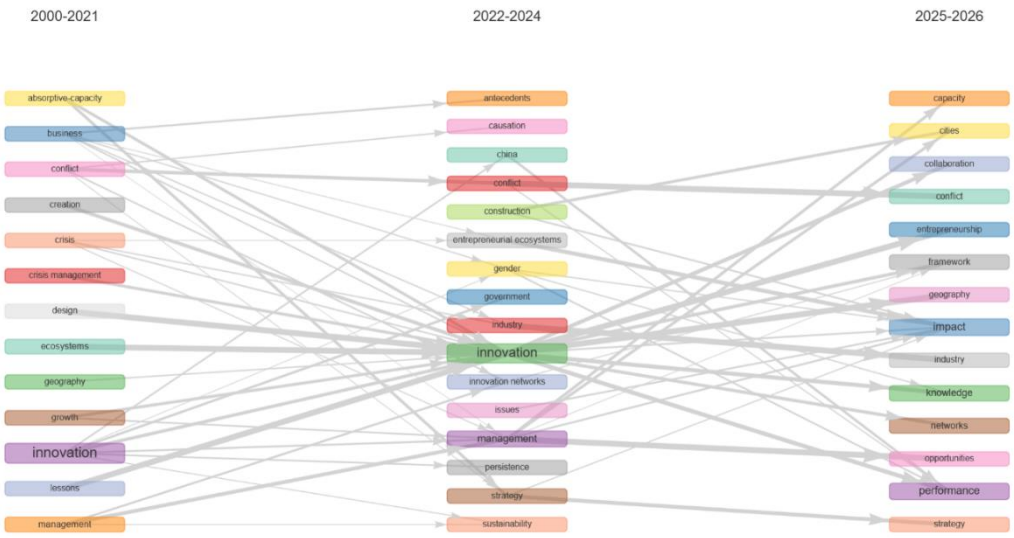
آماده انتشار ASAP

collaboration, knowledge و networks بیانگر اهمیت شبکه‌های همکارانه و یادگیری جمعی در افزایش ظرفیت تاب‌آوری اکوسیستم‌های نوآوری است. حضور هم‌زمان impact, performance و framework نیز حاکی از حرکت پژوهش‌ها به سمت ارزیابی و مدل‌سازی تجربی تاب‌آوری فناورانه و عملکرد نوآورانه است.

تحلیل کلی: سیر تحول از «نوآوری» به «تاب‌آوری ژئوپلیتیکی»

به‌طور کلی، این نمودار سیر تکاملی پژوهش‌ها را از نوآوری به‌مثابه رشد اقتصادی(در دوره اول) به سمت نوآوری به‌مثابه سیاست و تاب‌آوری فناورانه(در دوره دوم و سوم) نشان می‌دهد.

شکل ٤: سیر تحول از «نوآوری» به «تاب‌آوری ژئوپلیتیکی»



به‌ویژه پس از ۲۰۲۰، بحران‌های جهانی مانند کووید-۱۹، اختلالات زنجیره تأمین، و رقابت‌های فناوری میان قدرت‌های بزرگ موجب شده‌اند که مفاهیمی چون ,conflict governance, و capacity به محورهای اصلی پژوهش تبدیل شوند. این روند نشان می‌دهد که گفتمان زیست‌بوم نوآوری در حال حرکت به سوی پارادایم Resilient Innovation Ecosystem under Technological Geopolitics است، یعنی نظامی از نوآوری که نه‌تنها به دنبال خلق ارزش، بلکه به دنبال حفظ پایداری، استقلال و امنیت فناورانه در فضای رقابتی و بحرانی جهان است.

تحلیل شبکه همکاری بین‌المللی کشورها(تحلیل علمی در ارتباط با «زیست‌بوم نوآوری، بحران و ژئوپلیتیک فناوری»)

در این نسخه از نقشه(شکل ۵)، ساختار همکاری‌های علمی جهانی در زمینه‌ی زیست‌بوم نوآوری به‌وضوح شکل گرفته است.

سه محور عمده در این شبکه قابل‌مشاهده‌اند:

۱. قطب غربی(ایالات متحده و اروپای غربی)

- ایالات متحده هسته‌ی اصلی شبکه را تشکیل داده و تقریباً با تمام کشورهای اروپایی ارتباط علمی دارد.
- این همکاری‌ها عمدتاً در حوزه‌های policy, governance,innovation management و technological resilience متمرکزند.
- از دید ژئوپلیتیک، این خوشه بیانگر اتحاد علمی-فناورانه غربی برای حفظ رهبری در نوآوری جهانی است.

آماده انتشار ASAP

۲. قطب شرقی(چین و شرق آسیا)

- چین اکنون به دومین مرکز پررنگ در نقشه تبدیل شده و همکاری‌هایی قوی با اروپا و استرالیا دارد.
- این روابط نشان‌دهنده‌ی رشد سریع دیپلماسی علمی و فناورانه چین است که با هدف تقویت تاب‌آوری فناوری و کاهش وابستگی به غرب دنبال می‌شود.
- در چارچوب موضوع تو، چین نماینده‌ی استراتژی «تاب‌آوری فناورانه در رقابت ژئوپلیتیکی» است.

۳. کشورهای پل‌ساز(مثل استرالیا، کره جنوبی، هلند)

- این کشورها در نقش میانجی‌های علمی ظاهر می‌شوند؛ پیوندهایی بین شرق و غرب برقرار می‌کنند.
- همکاری استرالیا هم با آمریکا و هم با چین نشانه‌ی نقش متعادل‌کننده در انتقال دانش و همکاری فناورانه بین بلوک‌های علمی است.

در مقابل، بخش‌هایی از خاورمیانه، آمریکای جنوبی و آفریقا مشارکت ضعیف‌تری دارند که نشان‌دهنده‌ی شکاف در تاب‌آوری و مشارکت علمی جهانی است موضوعی که با بحثvulnerability در پژوهش‌های زیست‌بوم نوآوری هم‌راستا است.

یافته‌های حاصل از نقشه همکاری علمی کشورها نشان می‌دهد که تولید دانش و پژوهش در زمینه زیست‌بوم‌های نوآوری به‌صورت شبکه‌ای جهانی اما با تمرکز جغرافیایی و نابرابری ساختاری توزیع شده است. الگوی همکاری‌ها بیانگر آن است که سه قطب اصلی ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا و چین بیشترین نقش را در هدایت، تولید و تبادل علمی در این حوزه بر عهده دارند. ایالات متحده با گسترده‌ترین شبکه همکاری، در مرکز ساختار علمی

آماده انتشار ASAP

قرار گرفته و به‌عنوان گره محوری دانش و حکمرانی نوآوری جهانی شناخته می‌شود. کشورهای اروپایی، به‌ویژه بریتانیا، آلمان، فرانسه و هلند، نیز از طریق همکاری‌های علمی متقابل، خوشه‌ای قدرتمند در زمینه نوآوری، پایداری و سیاست‌گذاری فناورانه ایجاد کرده‌اند. در سوی دیگر، چین با گسترش سریع روابط علمی خود با اروپا و استرالیا، نشان‌دهنده‌ی صعود به‌عنوان بازیگر کلیدی در ژئوپلیتیک جهانی فناوری و توسعه تاب‌آوری فناورانه در برابر سلطه علمی غرب است.

همکاری‌های بین‌المللی میان این سه محور اصلی، نوعی هم‌زیستی میان رقابت و همکاری(coopetition) را در فضای علمی رقم زده است؛ به این معنا که کشورها ضمن تعامل پژوهشی، در حال رقابت برای کسب استقلال فناورانه و افزایش ظرفیت تاب‌آوری در برابر بحران‌های جهانی هستند. در همین راستا، کشورهایی مانند استرالیا، کره‌جنوبی، و کانادا نقش میانجی و تسهیل‌گر در شبکه جهانی دارند و با پیوند دادن خوشه‌های علمی شرق و غرب، به انتقال دانش و فناوری میان این بلوک‌ها کمک می‌کنند.

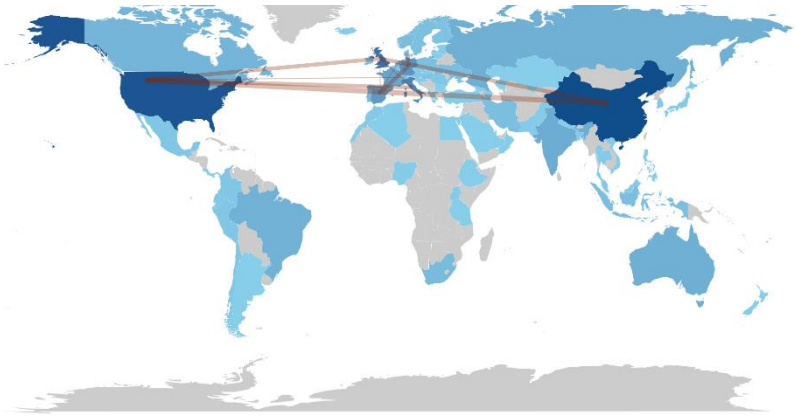
با وجود این تمرکز علمی، نقشه همکاری‌ها نشان می‌دهد که بخش‌هایی از جهان از جمله خاورمیانه، آمریکای لاتین و آفریقا همچنان مشارکت محدودی در تولید دانش زیست‌بوم نوآوری دارند. این شکاف علمی می‌تواند به نابرابری فناورانه و شکنندگی تاب‌آوری نوآوری در سطح جهانی منجر شود. کشورهایی که در حاشیه این شبکه قرار دارند، بیشتر به‌عنوان مصرف‌کنندگان دانش عمل می‌کنند تا تولیدکنندگان سیاست و فناوری؛ در نتیجه، در مواجهه با بحران‌های جهانی (نظیر اختلالات زنجیره تأمین، بحران اقلیمی یا رقابت ژئوپلیتیکی فناوری) آسیب‌پذیرتر خواهند بود.

در مجموع، الگوی همکاری علمی میان کشورها، ساختار و الگوهای مشارکت بین‌المللی در حوزه دانش و فناوری را نشان می‌دهد. این الگو بر حضور و ارتباط میان سه قدرت علمی و فناورانه و شبکه‌های همکاری میان آن‌ها تأکید دارد و جایگاه پیوندهای بین‌المللی را در

آماده انتشار ASAP

ادبیات مرتبط با تاب‌آوری نوآوری برجسته می‌کند. همچنین، در این شبکه، مفاهیمی همچون ظرفیت نوآوری، پیوندهای فراملی، دیپلماسی علمی و همکاری‌های پژوهشی بین‌المللی در ارتباط با تاب‌آوری مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این شبکه، هم‌زمانی و ارتباط این مفاهیم، جایگاه همکاری‌های علمی و فناورانه و پیوندهای بین‌المللی را در ساختار ادبیات مرتبط با تاب‌آوری نوآوری نشان می‌دهد.

شکل ۵: تحلیل شبکه همکاری بین‌المللی کشورها



بحث و تفسیر یافته‌ها

تحلیل‌های علم‌سنجی انجام‌شده بر مبنای داده‌های استخراج‌شده از پایگاه‌های علمی بین‌المللی نشان می‌دهد که پژوهش در حوزه‌ی زیست‌بوم نوآوری طی دو دهه اخیر دارای یک مسیر تحول‌یافته، میان‌رشته‌ای و ژئوپلیتیکی بوده است. این روند نشان می‌دهد که ساختار تولید دانش در این حوزه از حالت پراکنده به سمت تمرکز بر چند محور اصلی حرکت کرده است؛ به‌گونه‌ای که مفهوم نوآوری(innovation) به‌عنوان کانون اصلی شبکه دانش تثبیت شده و نقش مرکزی در سازمان‌دهی سایر مفاهیم دارد.

از منظر تفسیر روابط مفهومی، پیوند گسترده innovation با مفاهیمی مانندknowledge management, performance, و impact نشان می‌دهد که ادبیات این حوزه همچنان بر بنیان‌های کارکردی و مدیریتی استوار است. با این حال، حضور و ارتباط آن با resilience و policy بیانگر آن است که تمرکز پژوهش‌ها به‌تدریج به سمت مواجهه با شرایط عدم‌قطعیت، بحران و ملاحظات سیاستی در حال حرکت است؛ به‌طوری که نوآوری تنها به‌عنوان یک سازوکار رشد اقتصادی قابل تفسیر نیست، بلکه در تعامل با تاب‌آوری و حکمرانی معنا پیدا می‌کند.

بر اساس نقشه موضوعی (Thematic Map)، ساختار چهارگانه خوشه‌ها نشان می‌دهد که ادبیات این حوزه دارای سطوح متفاوتی از بلوغ مفهومی است. خوشه پایه‌ای شامل knowledge, performance, innovation و management نشان‌دهنده تمرکز بر مفاهیم بنیادی و تثبیت‌شده است. در مقابل، خوشه‌های محرک شاملclusters, networks entrepreneurship, و governance بیانگر نقش فزاینده روابط شبکه‌ای و نهادی در شکل‌دهی به پویایی اکوسیستم‌های نوآوری هستند. این الگو نشان می‌دهد که تحلیل‌ها از سطح مفاهیم درونی سازمان‌ها به سمت تعاملات شبکه‌ای و سیاستی حرکت کرده‌اند. همچنین در کنار شبکه‌ای شدن حکمرانی، نقش دولت نیز از تنظیم‌گری سنتی به سمت تسهیل‌گری تاب‌آوری و هماهنگی شبکه‌ای در اکوسیستم‌های نوآوری در حال گذار است.

در خوشه‌های در حال ظهور، حضور مفاهیمی مانندvulnerability, resilience و crisis management نشان می‌دهد که بخش مهمی از ادبیات به سمت تفسیر نوآوری در بستر بحران و آسیب‌پذیری حرکت کرده است. این موضوع بیانگر آن است که تاب‌آوری در حال تبدیل شدن به یکی از محورهای در حال شکل‌گیری در گفتمان نوآوری است، هرچند هنوز در مرحله تثبیت کامل قرار ندارد. در کنار آن، خوشه‌های تخصصی مانند ecological

آماده انتشار ASAP

resilience و biodiversity نشان می‌دهند که بخشی از مطالعات در حوزه‌های میان‌رشته‌ای متمرکز شده‌اند.

در شبکه هم‌رخدادی واژگان، قرار گرفتن innovation در مرکز شبکه نشان می‌دهد که این مفهوم همچنان هسته اصلی تولید دانش در این حوزه است و سایر مفاهیم حول آن شکل گرفته‌اند. ارتباط آن باmanagement, impact, resilience, knowledge و policy بیانگر این است که ساختار مفهومی ادبیات به‌صورت هم‌زمان بر سه محور دانش، عملکرد و سیاست استوار است. این الگو نشان می‌دهد که روابط میان مفاهیم از حالت خطی خارج شده و به یک ساختار شبکه‌ای تبدیل شده است.

در ابر واژگان(Word Cloud)، برجسته بودن مفاهیمی مانندperformance, innovation, management, resilience و policy نشان می‌دهد که تمرکز پژوهش‌ها به‌صورت هم‌زمان بر کارکرد، حکمرانی و تاب‌آوری است. این هم‌پوشانی مفهومی بیانگر تثبیت تدریجی این مفاهیم در مرکز توجه ادبیات است.

در تحلیل تکامل مفهومی(Thematic Evolution)، تغییر از دوره ۲۰۰۰– ۲۰۲۰ به ۲۰۲۲–۲۰۲۴ نشان می‌دهد که تمرکز پژوهش‌ها از مفاهیم مرتبط با رشد، مدیریت و اکوسیستم‌ها به سمت مفاهیمی مانندconflict, sustainability, governance و China حرکت کرده است. این تغییر بیانگر آن است که زمینه مطالعاتی زیست‌بوم نوآوری به‌تدریج تحت تأثیر شرایط پیچیده‌تر و متغیرتر محیطی قرار گرفته و در نتیجه، مفاهیم مرتبط با سیاست، تعارض و ظرفیت‌های فناورانه در آن پررنگ‌تر شده‌اند.

در نقشه همکاری علمی کشورها، الگوی توزیع دانش نشان می‌دهد که ایالات متحده، اتحادیه اروپا و چین به‌عنوان سه قطب اصلی در تولید و همکاری علمی در این حوزه نقش دارند. این ساختار نشان‌دهنده تمرکز شدید تولید دانش در چند مرکز اصلی است، در حالی

آماده انتشار ASAP

که سایر کشورها در موقعیت‌های حاشیه‌ای‌تر قرار دارند. در این میان، برخی کشورها مانند استرالیا، کره جنوبی و کانادا نقش واسط و پیونددهنده بین این قطب‌ها را ایفا می‌کنند و به شکل‌گیری شبکه همکاری جهانی کمک می‌کنند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که زیست‌بوم نوآوری در ادبیات علمی در حال گذار از یک ساختار ساده و مبتنی بر رشد اقتصادی به یک ساختار پیچیده، شبکه‌ای و چندسطحی است. این تحول صرفاً یک تغییر ساختاری نیست، بلکه بیانگر تغییر در منطق مسلط بر تولید دانش در این حوزه است؛ به‌گونه‌ای که مفاهیم نوآوری، تاب‌آوری و سیاست‌گذاری به‌تدریج از مفاهیم مستقل به عناصر درهم‌تنیده یک نظام مفهومی واحد تبدیل شده‌اند و در نتیجه، ادبیات این حوزه به سمت درک هم‌زمان پویایی‌های دانشی، نهادی و ژئوپلیتیکی حرکت کرده است.

محدودیت‌ها و پیشنهادات پژوهش

اگرچه این پژوهش با بهره‌گیری از رویکرد علم‌سنجی و ترسیم نقشه دانش توانسته تصویری جامع از تحول مفهومی زیست‌بوم‌های نوآوری در بستر بحران‌ها و رقابت ژئوفناورانه ارائه دهد، اما چند محدودیت نیز وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد. نخست آن‌که اتکای پژوهش به داده‌های پایگاه Web of Science Core Collection ممکن است موجب شود بخشی از مستندات مرتبط که در پایگاه‌های دیگر همچون Scopus, Dimensions هم‌افزایی یا گزارش‌های سیاستی بین‌المللی نمایه شده‌اند، در تحلیل حاضر لحاظ نشده باشند. دوم، روش علم‌سنجی به‌طور ذاتی بر روابط هم‌وقوعی واژگان و الگوهای استنادی متمرکز است؛ ازاین‌رو امکان بررسی مستقیم سازوکارهای علّی و نهادی مؤثر بر تاب‌آوری فناورانه را فراهم نمی‌کند.

آماده انتشار ASAP

برای رفع این محدودیت‌ها، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با ترکیب تحلیل علم‌سنجی و مرور نظام‌مند ادبیات یا مطالعات تطبیقی میان کشورها و صنایع مختلف، ابعاد نهادی و حکمرانی تاب‌آوری را با دقت بیشتری بررسی کنند. همچنین، استفاده از داده‌های چندمنبعی و ابزارهای تحلیلی پیشرفته‌تر مانند CiteSpace، Biblioshiny یا Sci2 Tool می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر خوشه‌های دانشی و روندهای نوظهور کمک کند. انجام مطالعات موردی در حوزه‌هایی همچون نیمه‌هادی‌ها، انرژی‌های پاک و هوش مصنوعی نیز می‌تواند درک عمیق‌تری از چگونگی اثرگذاری فشارهای ژئوفناورانه بر ظرفیت‌های تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری فراهم آورد.

منابع

Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review, 84*(4), 98–107. https://hbr.org/2006/04/match-your-innovation-strategy-to-your-innovation-ecosystem

Boyer, D. (2020). *Infrastructure, potential energy, revolution*. In N. Anand, A. Gupta, & H. Appel (Eds.), *The Promise of Infrastructure* (pp. 223–244). Duke University Press. https://doi.org/10.1515/9781478002031-011

Brem, A., Nylund, P. A., & Roshani, S. (2024). *Unpacking the complexities of crisis innovation: A comprehensive review of ecosystem-level responses to exogenous shocks*. Review of Managerial Science, 18, 2441–2464. https://doi.org/10.1007/s11846-023-00709-x

Bristow, G., & Healy, A. (2018). *Innovation and regional economic resilience: An exploratory analysis.* Annals of Regional Science, 60, 265–284. https://doi.org/10.1007/s00168-017-0841-6

Chen, H., & Cai, S. (2023). *Research on evaluation and influencing factors of regional digital innovation ecosystem resilience—Empirical research based on panel data of 30 provinces and cities in China. Sustainability, 15*(13), 10477. https://doi.org/10.3390/su151310477

آماده انتشار ASAP

Darnhofer, I. (2014). *Resilience and why it matters for farm management.* European Review of Agricultural Economics, 41(3), 461-484. https://doi.org/10.1093/erae/jbu012

Darnhofer, I., & Strauss, A. (2015). *Organic farming and resilience: Case study report Austria* (RETHINK Project). Institute for Sustainable Economic Development, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU)

De Nardis, L. (2020). *The Internet in everything: Freedom and security in a world with no off switch.* Yale University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctv10tq5h4

Desjardins, E., Barker, G., Lindo, Z., Dieleman, C., & Dussault, A. C. (2015). *Promoting resilience.* The Quarterly Review of Biology, 90(2), 147–165. https://doi.org/10.1086/681439

Duchek, S. (2020). *Organizational resilience: A capability-based conceptualization. Business Research, 13*(1), 215–246. https://doi.org/10.1007/s40685-019-0085-7

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). *The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations.* Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society, 15*(4), 20. https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420

Gross, D. P., & Sampat, B. N. (2021). *Crisis innovation policy from World War II to COVID-19* (NBER Working Paper No. 28915). National Bureau of Economic Research. https://doi.org/10.3386/w28915

Gunderson, L. H. (2000). Ecological resilience: In theory and application. *Annual Review of Ecology and Systematics, 31*, 425–439. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425

Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). *Towards a theory of ecosystems. Strategic Management Journal, 39*(8), 2255–2276. https://doi.org/10.1002/smj.2904

ASAP آماده انتشار

Kapoor, R. (2018). *Ecosystems: Broadening the locus of value creation. Journal of Organization Design, 7*(12), 1–16. https://doi.org/10.1186/s41469-018-0035-4

Khan, K., Su, C.-W., Umar, M., & Zhang, W. (2022). Geopolitics of technology: A new battleground? *Technological and Economic Development of Economy, 28*(2), 442–462. https://doi.org/10.3846/tede.2022.16028

Kretschmer, T., Leiponen, A., Schilling, M., & Vasudeva, G. (2022). *Platform ecosystems as meta-organizations: Implications for platform strategies*. *Strategic Management Journal, 43*(3), 405-424. https://doi.org/10.1002/smj.3250

Lee, P.-C. (n.d.). (2024)*Strategic integration of resilience in innovation ecosystems*. Graduate Institute of Library, Information and Archival Studies, National Chengchi University, Taiwan. https://ssrn.com/abstract=4818960

Liang, L., & Li, Y. (2023). How government support promotes digital economy development: The mediating role of regional innovation ecosystem resilience. *Technological Forecasting & Social Change, 188*, 122328. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122328

Moon, C., & Acquaah, M. (2022). *Performance implications of combining creative and imitative innovation strategies.* European Journal of Innovation Management, 25(1), 214–232. https://doi.org/10.1108/EJIM-06-2020-0213

Nicotra, M., Romano, M., Del Giudice, M., & Schillaci, C. E. (2018). The causal relation between entrepreneurial ecosystem and productive entrepreneurship: A measurement framework. *Journal of Technology Transfer, 43*(3), 640–673. https://doi.org/10.1007/s10961-017-9628-2

Sokol, D. D., & Zhu, F. (2021). *Harming competition and consumers under the guise of protecting privacy: An analysis of Apple's iOS 14 policy updates.* SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.3852744

Song, B., & Liang, D. (2025). *Revolution, transformation, and emergence: The transmutation of emerging technologies in the Chinese context.* Technology in Society, 83, 103022. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.103022

Šūmane, S., Kunda, I., Knickel, K., Strauss, A., Tisenkopfs, T., des Rios, I., Rivera, M., Chebach, T., & Ashkenazy, A. (2018). *Local and farmers'*

knowledge matters! How integrating informal and formal knowledge enhances sustainable and resilient agriculture. Journal of Rural Studies, 59, 232–241. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.01.020

Yang, L., & Zhou, X. (2022). *Adaptive innovation policies for sustainable ecosystem resilience. Journal of Cleaner Production, 368*, 133139. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133139

Zhang, Y., Wang, D., & Xiao, X. (2023). *Network characteristics of innovation ecosystem: Knowledge collaboration and enterprise innovation*. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. https://doi.org/10.1177/09717218231161216

Zhang, W., Zhang, W., Daim, T. U., & Bakry, D. (2025). *How do Chinese high-tech firms respond to the techno-geopolitics age? From knowledge seeking to knowledge creation. Technovation, 143*, 103205. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103205

Zúñiga, N., Datta Burton, S., Blancato, F., & Carr, M. (2024). *The geopolitics of technology standards: Historical context for US, EU and Chinese approaches.* International Affairs, 100(4), 1635–1652. https://doi.org/10.1093/ia/iiae124

ASAP آماده انتشار