



From Reductionist Approaches to Systemic Transitions: Paradigm Changes and Conceptual Structure of Systems Innovation

Mehran Badin Dahesh 

Assistant Professor, Department of Innovation and Sustainability Governance, Faculty of Governance, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

badindahesh@ut.ac.ir

Atiye Sarabi-Jamab 

Assistant Professor, Department of Innovation and Sustainability Governance, Faculty of Governance, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

asarabi@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Research Full Paper

Article history:

Received: 2026-08-27

Revised: 2026-09-03

Accepted: 2026-09-05

Keywords

Systems Innovation;

Sustainability

Transition;

Socio-technical

Systems;

Socio-technical

Transition;

Bibliometric Analysis.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: The inefficiency of reductionist innovation models in the face of grand challenges like climate change has led to the emergence of the interdisciplinary approach of systems innovation. Given the fragmentation of the literature in this field and the limitations of traditional reviews, this study employs a scientometric approach to provide a comprehensive overview of its conceptual Structures and evolution to enhance policymaking.

Materials and Methods: This study utilizes bibliometric analysis and science mapping. A total of 245 English language articles related to "Systems Innovation" were extracted from the Web of Science database up to August 2026. Data processing and science mapping were conducted using R software and the Bibliometrix package. The analyses included life cycle assessment (logistic growth model), keyword co-occurrence networks, temporal trends of topics, and thematic mapping.

Results: Scientific production in this domain is in an accelerated phase with an 8.2% growth rate, and the upward trend is projected to continue until 2040. The knowledge structure was categorized into three main clusters: systems innovation and sustainability transitions, management and systems, and technology and organizational dimensions. Since 2011, the research focus has shifted from micro-organizational issues to macro-level challenges (sustainability). Additionally, technology and transformation were identified as motor themes, while innovation and knowledge emerged as basic themes.

Conclusion: Systems innovation has experienced three fundamental paradigm shifts: the dissolution of boundaries between engineering sciences and sustainability transition studies, the transition from a goods-dominant logic to value co-creation ecosystems, and the prioritization of technological transformation architecture over linear research. Based on the results of this science mapping, overcoming institutional lock-ins in developing economies with centralized structures (such as Iran) essentially requires a transition from

siloed policymaking to cross-sectoral network governance. Additionally, establishing protective niches for the maturation of radical innovations and critically revising the boundaries of ecological assessments in macro-projects are among the key implications of this research for the successful management of future socio-technical transitions.

Cite this article:

Badin Dahesh, M. & Sarabi-Jamab, A. (2026). From Reductionist Approaches to Systemic Transitions: Paradigm Changes and Conceptual Structure of Systems Innovation. *Managerial Modelling in Sustainable Development*, 2(1), 95-125.

DOI: <https://doi.org/10.22075/mmsd.2026.42475.1048>

© 2025 authors retain the copyright and full publishing rights. Journal of Managerial Modelling in Sustainable Development Published by Semnan University Press.

This is an open access article under the CC-BY-4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



از رویکردهای تقلیل گرایانه تا گذارهای سیستمی: تغییرهای پارادایمی و ساختار مفهومی در نوآوری های سیستمی

مهران بادین دهش*

استادیار، گروه حکمرانی نوآوری و پایداری، دانشکده حکمرانی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

badindaresh@ut.ac.ir

عطیه سرابی جماب

استادیار، گروه حکمرانی نوآوری و پایداری، دانشکده حکمرانی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

asarabi@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: ناکارآمدی مدل های تقلیل گرایانه نوآوری در برابر ابرچالش هایی چون تغییرات اقلیمی، منجر به ظهور رویکرد میان رشته ای نوآوری های سیستمی شده است. نظر به چندپارگی ادبیات این حوزه و محدودیت های مرور سنتی، پژوهش حاضر با رویکرد علم سنجی در پی ارائه تصویری جامع از شبکه های مفهومی و تکامل این حوزه جهت بهبود سیاست گذاری ها است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۶/۰۵	روش: این مطالعه از نوع تحلیل کتاب سنجی و نگاشت علم است. ۲۴۵ مقاله انگلیسی زبان مرتبط با "Systems Innovation" از پایگاه وب آوایس تا آگوست ۲۰۲۶ استخراج شد. پردازش و ترسیم نقشه های علمی با نرم افزار R و بسته Bibliometrix انجام گرفت. تحلیل ها شامل ارزیابی چرخه عمر (مدل رشد لجستیک)، شبکه هم رخدادی کلیدواژگان، روند زمانی موضوعات و نقشه مضامین است.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۶/۱۲	یافته ها: تولیدات علمی این حوزه با رشد ۸.۲ درصدی در فاز شتابان قرار دارد و تداوم روند صعودی آن تا سال ۲۰۴۰ پیش بینی می شود. ساختار دانش در سه خوشه نوآوری های سیستمی و گذار پایداری، مدیریت و سیستم ها و فناوری و ابعاد سازمانی تفکیک شد. از سال ۲۰۱۱ کانون توجه از مسائل خرد سازمانی به چالش های کلان (پایداری) تغییر یافته است. همچنین فناوری و تحول به عنوان مضامین پیرشان و نوآوری و دانش به عنوان مضامین پایه ای شناسایی شدند.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۱۴	نتیجه گیری: نوآوری های سیستمی سه تغییر پارادایم شامل پیوند علوم مهندسی با مطالعات پایداری، گذار به بوم سازگان های هم آفرینی ارزش، و تمرکز بر معماری تحول فناوری را تجربه کرده است. برای غلبه بر قفل شدگی های نهادی در اقتصادهای متمرکز در حال توسعه (مانند ایران)، گذار به
واژه های کلیدی: نوآوری های سیستمی؛ گذار پایداری؛ سیستم های فنی- اجتماعی؛ گذار فنی- اجتماعی؛ تحلیل کتاب سنجی.	

حکمرانی شبکه‌ای فرابخشی، ایجاد آشیانه‌های حفاظتی برای نوآوری‌های رادیکال و بازنگری ارزیابی‌های اکولوژیک پروژه‌های کلان ضروری است.

استناد: بادین دهش، مهران؛ و سرابی جماب، عطیه. (۱۴۰۵). از رویکردهای تقلیل گرایانه تا گذارهای سیستمی: تغییرهای پارادایمی و ساختار مفهومی در نوآوری‌های سیستمی. *مدل‌سازی مدیریتی در توسعه پایدار*، ۲(۱)، ۹۵-۱۲۵.

DOI: <https://doi.org/10.22075/mmsd.2026.42475.1048>

ناشر: دانشگاه سمنان

۱. مقدمه

در پارادایم‌های کلاسیک و نئوکلاسیک اقتصاد و مدیریت، فرآیند نوآوری غالباً با لنزی خطی، تقلیل‌گرایانه و محصور در درون مرزهای یک بنگاه اقتصادی منفرد تحلیل می‌شد. در این نگاه سنتی، توسعه فناوری به مثابه یک خط لوله یک‌طرفه از تحقیق و توسعه آغاز شده و به تجاری‌سازی در بازار ختم می‌گردید. با این حال، در دهه‌های اخیر که جوامع بشری با شبکه‌ای از بحران‌های درهم‌تنیده و پیچیده روبرو شده‌اند که در ادبیات سیاست‌گذاری و پایداری از آن‌ها تحت عنوان ابرچالش‌ها^۱ یا بحران‌های چندگانه^۲ نام برده می‌شود، ناکارآمدی مدل‌های تقلیل‌گرایانه بیش از پیش نمایان شده است (Ghosh et al., 2025). شواهد نشان می‌دهند که نوآوری‌های فناورانه به صورت مجرد و جزیره‌ای و بدون ایجاد دگرگونی‌های همزمان در ساختارهای نهادی، الگوهای مصرف، زیرساخت‌های فیزیکی و معماری حکمرانی، نه تنها قادر به مهار این ابرچالش‌ها نیستند، بلکه در موارد متعددی با ایجاد اثرات بازگشتی به تعمیق تخریب‌های اکولوژیک و نابرابری‌های اجتماعی دامن زده‌اند (Curado & de Almeida, 2026; Markard et al., 2012).

در پاسخ به این نارسایی‌های تحلیلی و شکست سیاست‌گذاری‌های متداول، رویکرد نوآوری‌های سیستمی^۳ به عنوان یک چارچوب جامع و دگرگون‌کننده ظهور کرده است. نوآوری‌های سیستمی فراتر از تولید یک محصول یا خدمت جدید عمل کرده و به شبکه‌ای درهم‌تنیده از نوآوری‌های مکمل، شامل نوآوری‌های فناورانه، نهادی، اجتماعی و مدل‌های کسب و کار اشاره دارد که به طور همزمان تکامل یافته و ساختار یک سیستم کلان را برای پاسخگویی به نیازهای اساسی جامعه بازطراحی می‌کنند (Midgley & Lindhult, 2021). با این وجود، به دلیل ماهیت به شدت بین‌رشته‌ای این حوزه، ادبیات نظری نوآوری‌های سیستمی دچار تنوع، چندپارگی و ابهامات مفهومی است. وجود تعارضات منافع میان ذی‌نفعان، نابرابری‌های ساختاری در توزیع قدرت، و مقاومت رژیم‌های مستقر در برابر تغییر، مانع از شکل‌گیری یک همگرایی و درک متقابل پیرامون اهداف مشترک تحول در بستر عمل شده است. در حقیقت، مسئله بنیادین در سطح دانشگاهی این است که مدل‌های متداول قادر به یکپارچه‌سازی جریان‌های اطلاعاتی و تعاملات توزیع‌شده میان بازیگران متعدد در ادبیات این حوزه نیستند و این مسئله، توانایی سیستم‌های پیچیده را برای حرکت هماهنگ به سمت وضعیت‌های مطلوب‌تر به شدت محدود می‌سازد (Dooley & O'Sullivan, 2000; Yousefi et al., 2026).

ضرورت و اهمیت حیاتی رمزگشایی از پیچیدگی‌های این چارچوب نظری، در بافتار اقتصادهای در حال توسعه با ساختارهای نهادی متمرکز نظیر ایران، ابعادی بحرانی به خود می‌گیرد. سیستم ملی نوآوری ایران هم‌اکنون با منظومه‌ای از ابرچالش‌های محیط‌زیستی و فنی-اجتماعی فرساینده دست‌وپنجه نرم می‌کند که در مقایسه با روندهای موفق گذار فناورانه در سطح منطقه‌ای و جهانی، نیازمند بازنگری بنیادین هستند. شواهد عینی نشان می‌دهند که راه‌حل‌های تک‌بعدی، بخشنامه‌ای و مهندسی‌محور در پروژه‌های کلان ملی با شکست‌های ساختاری مواجه شده‌اند؛ به عنوان نمونه، اتکا به طرح‌های کلان انتقال آب بین حوضه‌ای نه تنها بحران تنش آبی را به طور سیستماتیک و ریشه‌ای حل نکرده، بلکه به دلیل نادیده گرفتن زیرسیستم‌های اجتماعی و بوم‌شناختی، به تشدید پدیده فرونشست زمین و پیامدهای ناگوار در مبداء و مقصد انجامیده است. در بخش انرژی نیز، علی‌رغم پتانسیل‌های بی‌نظیر جغرافیایی، توسعه پروژه‌های استراتژیک نظیر «نیروگاه‌های تجدیدپذیر خورشیدی و بادی، به دلیل قفل‌شدگی‌های نهادی، قیمت‌گذاری یارانه‌ای سوخت‌های فسیلی و

¹ Grand Challenges

² Polycrisis

³ Systems Innovation

فقدان شبکه‌های هم‌آفرینی ارزش، در حاشیه باقی مانده‌اند (Aghlimoghadam, 2025; Aghlimoghadam et al., 2022; Fartash & Ghorbani, 2023). ساختار سیاست‌گذاری در ایران نیز به طور تاریخی بر تصمیم‌گیری‌های متمرکز بالا به پایین استوار بوده است و پیامد مستقیم این معماری معیوب، طرد بازیگران کلیدی از فرآیند توسعه و ناکامی در همگامی با گذارهای سیستمی جهانی است.

با توجه به اینکه ظرفیت‌های عظیم فنی، علمی و انسانی در ایران به دلیل فقدان رویکرد سیستمی و عدم ادغام زیرسیستم‌های اجتماعی با زیرسیستم‌های فنی تا حد زیادی خنثی شده‌اند، آشنایی عمیق با رویکرد نوآوری‌های سیستمی و بومی‌سازی کاربردهای آن امری گریزناپذیر می‌نماید. با این حال، معماران سیاست‌گذاری و پژوهشگران داخلی برای طراحی مداخلات موثر در سیستم‌های ملی، پیش‌نیاز حیاتی و مهمی در پیش رو دارند و آن، درک شفاف و روش‌مند از ساختار فکری، ریشه‌های تکاملی و خطوط مقدم پژوهش در سطح جهانی است. انتقال سیاست‌ها^۱ و الگوبرداری از الگوهای موفق، بدون داشتن یک نقشه راهنمای جامع از این ادبیات چندپاره که زاینده تجربیات متنوع جهانی است، به شکل‌گیری پدیده بدقوارگی نهادی و شکست مضاعف منجر خواهد شد.

با وجود گسترش سریع پژوهش‌ها در زمینه نوآوری‌های سیستمی و گذار پایداری، این حوزه همچنان با چالش‌های مفهومی و روش‌شناختی متعددی روبرو است. در درجه نخست، بحث‌های روش‌شناختی در این زمینه عمدتاً به صورت موردی، بدون ساختار و تا حد زیادی مفهومی و انتزاعی باقی مانده است؛ از این رو نیاز مبرمی به یک رویه ساختارمند برای ارزیابی سیستماتیک وضعیت این حوزه احساس می‌شود (Zolfagharian et al., 2019). علاوه بر این، بررسی‌ها نشان می‌دهد که پژوهش‌های پیشین غالباً تحت سلطه مطالعات موردی منفرد و استفاده از یک چارچوب نظری واحد برای هر یک از این مطالعات بوده‌اند که این امر مانع از شکل‌گیری یک پایگاه دانش انباشته و متراکم شده است (Newig & Rose, 2020). از سوی دیگر، منتقدان به ادغام ناکافی چارچوب‌ها و بینش‌های به دست آمده از سایر رشته‌های علمی و همچنین بحث و تبادل نظر محدود یافته‌های این حوزه با سایر جوامع علمی اشاره کرده‌اند (Köhler et al., 2019). به همین دلیل، درک ساختار مفهومی و روش‌شناختی این حوزه که در تقاطع رشته‌ها و دیدگاه‌های مختلفی پیشرفت کرده است، نیازمند تأملات جدی‌تری است (Genus & Coles, 2008).

پژوهش حاضر دقیقاً برای پر کردن این شکاف بنیادین طراحی شده است؛ به این صورت که به جای تمرکز بر رویکردهای خرد و موردی که در گذشته رایج بوده است، از روش‌های ساختارمند و کمی علم‌سنجی استفاده می‌کند تا با یکپارچه‌سازی ادبیات پراکنده، نقشه جامعی از ساختار مفهومی نوآوری‌های سیستمی ارائه دهد و خلا ناشی از فقدان ارزیابی‌های سیستماتیک و یکپارچه را برطرف سازد. بر این اساس، پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به این سؤال اصلی است که: ساختار مفهومی، خوشه‌های موضوعی پنهان و مسیر تغییر پارادایمی در ادبیات نوآوری‌های سیستمی طی دهه‌های اخیر چگونه شکل گرفته است و خطوط مقدم پژوهشی این حوزه به چه سمتی در حال حرکت‌اند؟

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ادبیات نوآوری‌های سیستمی به عنوان یک قلمرو معرفتی بین‌رشته‌ای و به شدت پویا، محصول نقد و عبور از رویکردهای خطی، تک‌بعدی و بنگاه‌محور کلاسیک است. رویکردهای سنتی، توسعه علمی و فناوری را صرفاً به عنوان یک جریان

^۱ Policy Transfer

یک طرفه اطلاعاتی از آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه تا تجاری‌سازی در بازار متصور می‌شدند (Midgley & Lindhult, 2021). در مقابل، نوآوری‌های سیستمی به عنوان مجموعه‌ای به هم پیوسته و ارگانیک از نوآوری‌ها تعریف می‌شود که در آن دگرگونی در یک گره از شبکه، سایر اجزا و معماری اتصال آن‌ها به یکدیگر را دستخوش تغییرات بنیادین می‌سازد (Alamanos et al., 2022). این رویکرد، تحولات فناورانه را از خلأ فنی خارج کرده و آن را در پیوند دیالکتیکی با ساختارهای اجتماعی نظیر فرهنگ، هنجارهای رفتاری، معماری قوانین، زیرساخت‌های فیزیکی و شبکه‌های صنعتی تحلیل می‌کند (Akinsete et al., 2026; Geels, 2002).

با این وجود، بررسی انتقادی ادبیات نشان می‌دهد که اصطلاح نوآوری‌های سیستمی به هیچ وجه یکپارچه نیست. میدگلی و لیندولت در یکی از جامع‌ترین تبیین‌های نظری در این زمینه، تصریح می‌کنند که محققان از این واژه برای اشاره به پنج پارادایم و سطح تحلیلی کاملاً متفاوت استفاده کرده‌اند که درک آن‌ها برای رمزگشایی از سیر تطور این حوزه حیاتی است (Midgley & Lindhult, 2021):

- نخست، رویکرد ادغام فناورانه^۱ که ریشه در مهندسی دارد و نوآوری‌های سیستمی را به معنای ادغام هم‌افزای چندین فناوری مکمل در یک محصول یا پلتفرم پیچیده‌تر می‌داند که توسعه آن فراتر از ظرفیت یک سازمان واحد است.
- دوم، رویکرد سیاست‌گذاری و حکمرانی که بر ایجاد یک محیط نهادی و قانونی توانمندساز در سطح ملی یا منطقه‌ای تمرکز دارد تا بستر را برای بلوغ سیستم‌های نوآوری فراهم کند.
- سوم، رویکرد گذار به سمت پایداری^۲ که مفهوم را به سطح تغییرات رادیکال در رژیم‌های تولید و مصرف بسط می‌دهد و هدف آن پاسخگویی به بحران‌های بوم‌شناختی از طریق تخریب ساختارهای ناپایدار گذشته است.
- چهارم، رویکرد شبکه‌های همکاری و اکوسیستم‌ها که تمرکز را از محصولات و قوانین به سمت پویایی افراد و تعاملات شبکه‌ای تغییر می‌دهد؛ جایی که کنشگران از طریق یادگیری متقابل به خلق ارزش مشترک می‌پردازند.
- و در نهایت پنجم، رویکرد تفکر و مداخله سیستمی^۳ که به جای تمرکز بر خروجی نوآوری، بر فرآیندهای ذهنی و روش‌شناسی‌هایی تأکید دارد که ذی‌نفعان را قادر می‌سازد مرزهای سیستم را به چالش کشیده و واقعیت‌های جدیدی خلق کنند.

شکل‌گیری این تنوع و غنای مفهومی را می‌توان در تقاطع چهار منشا نظری بنیادین و حوزه‌های همگرای علمی تحلیل نمود:

الف) نظریه عمومی سیستم‌ها و بسط تفکر سیستمی^۴

عمیق‌ترین لایه‌های نظری این حوزه در نظریه عمومی سیستم‌ها ریشه دارد که تلاش می‌کرد فراتر از مرزهای ایزوله رشته‌ای، قوانین جهان‌شمول حاکم بر سیستم‌های باز، انطباق‌پذیر و پیچیده را فرمول‌بندی کند (Boulding, 1956). این دیدگاه

¹ Technological Integration

² Sustainability Transitions

³ Systems Thinking and Intervention

⁴ General Systems Theory and Systems thinking

اثبات می‌کند که سازمان‌ها و محیط‌های پیرامون آن‌ها کل‌هایی ارگانیک هستند که از طریق تعامل اجزاء، ویژگی‌های نوظهوری^۱ را پدید می‌آورند که با تقلیل و تحلیل مجزای قطعات، درک نخواهند شد. در سیر تکاملی این ریشه نظری، سه موج یا چرخش پارادایمی رخ داده است (Midgley & Lindhult, 2021).

موج نخست یا دیدگاه اثبات گرایانه^۲ بر مدل‌سازی فرآیندهای بازخورد کمی نظیر پویایی‌شناسی سیستم‌ها^۳ متمرکز بود تا چالش‌های ساختاری را تشخیص دهد (Forrester, 1961). موج دوم با چرخش تفسیری آغاز شد؛ در این دوره با توسعه آثاری نظیر روش‌شناسی سیستم‌های نرم^۴ به رهبری پیتر چک‌لند، تلقی از سیستم تغییر کرد. سیستم دیگر یک موجودیت عینی و عریان در جهان خارج نبود، بلکه به عنوان یک ابزار مفهومی، یک برساخت ذهنی و زبانی برای تسهیل یادگیری جمعی میان ذی‌نفعانی با جهان‌بینی‌های متضاد در مواجهه با موقعیت‌های آشفته تعریف شد (Checkland, 1981). موج سوم با ظهور تفکر سیستمی انتقادی^۵ و مداخله سیستمی (Ulrich, 1983) به وقوع پیوست. در این مرحله، مفهوم کلیدی قضاوت‌های مرزی^۶ مطرح گردید؛ بدین معنا که هر سیستم نوآوری تنها بر اساس ارزش‌ها، منافع و اهداف ناظران و بازیگران قدرتمندش مرزبندی می‌شود و تغییر دادن این مرزها، توزیع سود و زیان اجتماعی و اکولوژیک را به صورت بنیادین دگرگون می‌سازد.

ب) نظریه سیستم‌های فنی-اجتماعی

دومین ستون نظری، بر این استدلال بنا شده است که هر نهاد، سیستم تولیدی یا زیرساخت خدماتی، از ادغام درهم‌تنیده دو زیرسیستم جدا نشدنی تشکیل شده است: زیرسیستم اجتماعی (شامل انسان‌ها، ذخایر دانشی، مهارت‌ها، شبکه‌های روابط قدرت، هنجارها و نگرش‌ها) و زیرسیستم فنی (شامل ابزارها، مصنوعات، تکنیک‌ها و کدها) (Geels, 2004). بر اساس این نظریه، بهینه‌سازی و حداکثرسازی عملکرد نوآوری تنها در صورتی محقق می‌گردد که این وابستگی متقابل به رسمیت شناخته شود. هرگونه مداخله‌ای که ویژگی‌های زیرسیستم اجتماعی و هزینه‌های روانی-فرهنگی آن را در تصمیمات مربوط به سرمایه‌گذاری‌های فناورانه نادیده بگیرد، به بروز ناسازگاری‌های ساختاری، مقاومت پنهان و در نهایت فروپاشی کل سیستم منجر خواهد شد. این پیوندها در دهه‌های بعد از طریق تلفیق با نظریه ساختاریابی^۷ آنتونی گیدنز تعمیق یافت (Giddens, 1986)؛ به‌طوری‌که سیستم‌های فنی-اجتماعی به عنوان پیکربندی‌هایی مستقر توصیف شدند که محصول بازتولید مداوم رابطه دوطرفه میان ساختارها (قوانین، آیین‌نامه‌ها و تخصیص منابع) و کنش‌های روزمره بازیگران هستند. در این چارچوب، تغییر سیستمی مستلزم تغییر همزمان در فرهنگ (باورها)، ساختار (مرزها) و عملکردها (کنش‌ها) است.

ج) اقتصاد تکاملی^۸ و مطالعات گذار پایداری

نوآوری‌های سیستمی و ام‌دار مفاهیم کلیدی در اقتصاد تکاملی هستند که تغییرات فناورانه را از طریق مکانیسم‌های بیولوژیک مانند تنوع، انتخاب و حفظ^۹ تبیین می‌کنند (Nelson, 1987; Nelson & Winter, 1982). این رویکرد

¹ Emergent Properties

² Positivist View

³ System Dynamics

⁴ Soft Systems Methodology

⁵ Critical Systems thinking

⁶ Boundary Judgment

⁷ Structuration

⁸ Evolutionary Economics

⁹ Variation, Selection, Retention

تحت تأثیر مفهوم تخریب خلاق جوزف شومپتر قرار دارد که چگونگی فروپاشی رژیم‌های مسن و جایگزینی آن‌ها با پارادایم‌های نوین را تشریح می‌کند (Schumpeter, 1943). در مرز همگرایی این نظریه با دغدغه‌های بوم‌شناختی، حوزه مطالعات گذار به سمت پایداری متولد شد که بر مدیریت و هدایت تغییرات ساختاری بلندمدت در سیستم‌های حیاتی نظیر انرژی، حمل‌ونقل و آب تمرکز دارد (Markard et al., 2012). قدرتمندترین ابزار تحلیلی در این بخش، دیدگاه چندسطحی^۱ است که تعاملات سیستم را در سه سطح سلسله‌مراتبی تبیین می‌کند:

(۱) **چشم‌اندازهای کلان**^۲: شامل روندهای کلان، کند و فشارهای خارجی نظیر تغییرات اقلیمی یا روندهای جمعیتی.

(۲) **رژیم‌های اجتماعی-فنی**^۳: ساختارهای پایدار، نهادینه‌شده، صلب و قفل‌شده‌ای که وضعیت موجود را حفظ کرده و در برابر نوآوری‌های رادیکال مقاومت می‌کنند.

(۳) **آشپانه‌های نوآوری**^۴: فضاهای حفاظتی، کوچک و آزمایشگاهی که بستر تولد، بلوغ و یادگیری پیرامون نوآوری‌های رادیکال هستند (Geels, 2026).

گذارهای سیستمی و دگرگونی‌های عمیق تنها زمانی رخ می‌دهند که فشارهای سطح چشم‌انداز، ساختار صلب رژیم مستقر را سست کرده و با ایجاد یک پنجره فرصت، امکان نفوذ، جایگزینی و تسلط نوآوری‌های بالغ‌شده در آشپانه‌ها را فراهم آورند (Köhler et al., 2019).

(د) مدیریت نوآوری شبکه‌ای و منطق خدمت-محور^۵

این حوزه با وام گرفتن از نظریه اشاعه نوآوری‌های راجرز (Rogers, 2003)، به درک چگونگی نفوذ فناوری‌های جدید در بطن جوامع می‌پردازد. در بستر سیستم‌های اطلاعاتی و معماری سازمانی، مفاهیمی نظیر مدل سه‌هسته‌ای سوانسون (Swanson, 1994)، تأثیر نوآوری را بر اساس عمق درگیری سازمان، به هسته‌های اطلاعاتی، اداری و فنی-تجاری تفکیک می‌کنند که مستلزم سطوح متفاوتی از تغییرات در زیرسیستم‌های اجتماعی هستند. با این حال، مهم‌ترین چرخش در این بخش، گذر از منطق کالا-محور^۶ به منطق خدمت-محور است که مرزهای سنتی بنگاه را به چالش کشیده است. در این پارادایم نوین، مفهوم ارزش از یک موجودیت ایستا که توسط تولیدکننده خلق شده و به مصرف‌کننده تحویل داده می‌شود، به یک موجودیت پویا تغییر ماهیت داده است که از طریق تعاملات چندبازیگره، یکپارچه‌سازی منابع و مبادله خدمات ملموس و ناملموس در بوم‌سازگان‌های پیچیده، توسط تمامی ذی‌نفعان هم‌آفرینی^۷ (Value Co-creation) می‌گردد (Vargo & Lusch, 2004). این چشم‌انداز، درک ما را از نوآوری‌های سیستمی به عنوان یک فرآیند عمیقاً اجتماعی، شبکه‌ای و مشارکتی تکمیل می‌نماید.

با توجه به گستره وسیع، تکرر مفاهیم و ماهیت چندپاره ابعاد نظری نوآوری‌های سیستمی، که از اقتصاد تکاملی و مطالعات گذار تا تفکر سیستمی و منطق خدمت-محور امتداد یافته است، ادبیات این حوزه دچار پراکندگی بی‌سابقه‌ای

¹ Multi-Level Perspective

² Landscape

³ Socio-technical Regimes

⁴ Niche

⁵ Service-Dominant Logic

⁶ Good-Dominant Logic

⁷ Co-creation

در مجلات، رشته‌ها و حوزه‌های جغرافیایی مختلف شده است. در چنین چشم‌انداز پیچیده‌ای، اتکا به روش‌های سنتی مرور روایتی با چالش‌های بنیادین مواجه است. مرورهای سنتی به شدت مستعد سوگیری‌های ذهنی محقق هستند و به دلیل محدودیت‌های شناختی انسان در پردازش کلان‌داده‌های متنی، قادر به ترسیم تصویر کلان و شناسایی الگوهای پنهان در هزاران سند علمی نیستند (Zupic & Čater, 2015). در مقابل، روش علم‌سنجی و نگاشت علم لنزی عینی، کمی و ساختارمند برای واکاوی کالبد دانش ارائه می‌دهند (Boyack et al., 2005; Waltman et al., 2010). بر همین اساس پژوهش حاضر به دنبال آن است تا با ارائه تحلیلی از ساختار مفهومی این حوزه، ضمن شناسایی خوشه‌های مفهومی، خطوط مقدم پژوهش، نقاط کور تحقیقاتی و تغییرات پارادایمی را در طول زمان ردیابی نماید.

۱.۲. انتقادات مطرح شده به مطالعات نوآوری‌های سیستمی

با وجود آنکه نظریه سیستم‌های فنی-اجتماعی و چارچوب‌هایی نظیر چشم‌انداز چندسطحی (MLP) ابزارهای قدرتمندی برای درک نوآوری‌های سیستمی فراهم کرده‌اند، اما این رویکردها از سوی پژوهشگران علوم اجتماعی با نقدهای جدی و معرفت‌شناختی مواجه شده‌اند.

نخست، نسخه‌های اولیه این نظریات به دلیل کم‌توجهی به نقش عاملیت^۱، نادیده گرفتن ماهیت تعارضی و مناقشه‌برانگیز گذارها، و همچنین توجه ناکافی به تأثیر گروه‌های اجتماعی خاص (مانند کاربران) در شکل‌دهی به مسیرهای گذار، مورد انتقاد قرار گرفته‌اند (Genus & Coles, 2008; Smith et al., 2005; Smith & Stirling, 2008). در همین راستا، منتقدان بر لزوم گنجانیدن مباحث مرتبط با مناسبات قدرت و سیاست در تحلیل سیستم‌های فنی-اجتماعی تأکید کرده و بیان می‌کنند که گذارها لزوماً فرآیندهایی مبتنی بر اجماع منطقی نیستند، بلکه مملو از تضاد منافع میان بازیگران رژیم مستقر و نوآوران هستند (Avelino & Rotmans, 2009).

دوم، جغرافیدانان و پژوهشگران مطالعات شهری نقدهایی را بر ساده‌انگاری فضایی و ملی‌گرایی روش‌شناختی این نظریه‌ها وارد کرده‌اند. آن‌ها استدلال می‌کنند که نظریات گذار در ارزیابی نابرابری‌ها، تنش‌ها و تفاوت‌های ناشی از بافتارهای اقتصادی، نهادی و فرهنگی مکان‌های مختلف ناتوان بوده‌اند. این نظریات به اشتباه فرض می‌کنند که گذارهای پایداری می‌توانند در هر مکانی از طریق فرآیندهای تعمیم‌یافته رخ دهند، در حالی که پویایی نوآوری‌های سیستمی کاملاً وابسته به مکان و بافتار^۲ است (Hansen & Coenen, 2015; Truffer et al., 2008).

سوم، پژوهشگران به وجود سوگیری نوآوری در این ادبیات اشاره کرده‌اند؛ به این معنا که چارچوب‌های موجود، تمرکز بیش از حدی بر نوآوری‌های فناورانه و مفروضات رشد اقتصادی دارند و از ابعاد دیگر تغییرات غافل مانده‌اند (Hebinck et al., 2022). در همین پیوند، منتقدان هشدار می‌دهند که این رویکردها غالباً نسبت به پدیده‌های کلان و ساختاری نظیر نظام سرمایه‌داری نابینا هستند و آن را صرفاً به عنوان یک پدیده خارجی در سطح چشم‌انداز در نظر می‌گیرند؛ رویکردی که تحلیل دقیق اثرات مخرب انباشت سرمایه و رشد اقتصادی بی‌نهایت بر پایداری را دشوار می‌سازد (Feola, 2020). علاوه بر این، توسعه این نظریات در بستر جوامع غربی موجب شده است تا مفروضات آن‌ها حاوی ارزش‌های غربی‌طرفانه‌ای باشد که صداهای حاشیه‌ای و متکثر را نادیده می‌گیرد و نیازمند رویکردهای استعمارزدایی در تحلیل‌ها است (Arora & Stirling, 2023).

¹ Agency

² Context-dependent

۳. روش‌شناسی

توسعه روزافزون مرزهای دانش در دهه‌های اخیر، پژوهشگران را با حجم بالایی از داده‌های علمی مواجه ساخته است که تحلیل آن‌ها با استفاده از رویکردهای سنتی مرور ادبیات، با محدودیت‌های بنیادین روبرو است. حوزه نوآوری‌های سیستمی به عنوان یک عرصه کاملاً میان‌رشته‌ای از این قاعده مستثنی نیست. گستردگی مفاهیم و پراکندگی جغرافیایی و موضوعی پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، ایجاب می‌کند که برای درک ساختار مفهومی و روندهای تکاملی آن، از رویکردهای کمی استفاده شود. به همین منظور، در این پژوهش از رویکرد تحلیل کتاب‌سنجی (Mukherjee et al., 2022; Wallin, 2005; Zupic & Čater, 2015) به عنوان روش اصلی واکاوی داده‌ها بهره گرفته شده است. در انجام این پژوهش از مراحل روش‌شناسی دونتو و همکاران (۲۰۲۱) استفاده شده که گام‌های مرتبط با آن در شکل ۱ آمده است.

جستجوی اسناد با استفاده از کلیدواژه "Systems Innovation" در قسمت موضوعی^۱ پایگاه وب‌آوساینس انجام شد. نتایج جستجو تا ۷ آگوست ۲۰۲۶ را شامل شد. بر این اساس ۳۳۹ سند به دست آمد. به منظور انتخاب اسناد با کیفیت برای تحلیل، مقالات پژوهشی و مروری در بخش نوع اسناد انتخاب و بر این اساس ۲۵۳ سند برگزیده شدند. همچنین تنها اسناد به زبان انگلیسی برای تحلیل انتخاب و در نهایت ۲۴۵ سند برای تحلیل نهایی انتخاب گردید.

به منظور انجام تحلیل‌ها از نرم‌افزار R و بسته تخصصی بیلومتریکس^۲ و رابط گرافیکی بیلوشاینی^۳ نسخه ۵ استفاده شد (Aria & Cuccurullo, 2017). به منظور درک سیر تطور تاریخی و پیش‌بینی آینده حوزه نوآوری‌های سیستمی از تحلیل چرخه عمر مبتنی بر رشد لجستیک استفاده شده است (Aria et al., 2020; Q. Wang, 2018). این تحلیل ضمن پویایی‌شناسی رشد تولیدات علمی در حوزه نوآوری‌های سیستمی، مراحل مختلف تطور این حوزه را نیز مشخص می‌کند. ساختار مفهومی این حوزه نیز با تحلیل‌های هم‌رخدادی کلیدواژه‌گان^۴ (Kostoff, 1993b; van Eck & Waltman, 2010) و نقشه مضامین^۵ (Aria et al., 2026) انجام شده است. نظریه زیربنایی در تحلیل هم‌رخدادی بر این فرض استوار است که کلمات کلیدی نمایانگر مفاهیم هستند و حضور همزمان دو کلیدواژه در یک سند، بازتاب‌دهنده پیوند فکری، معنایی و منطقی میان آن دو مفهوم در ذهن جامعه علمی است (Kostoff, 1993a).

در حالی که شبکه‌های هم‌رخدادی تصویری کلان از ساختار مفاهیم ارائه می‌دهند، ارزیابی وضعیت استراتژیک، میزان توسعه‌یافتگی و جایگاه هر یک از این مفاهیم نیازمند رویکردی تحلیلی‌تر است. برای این منظور، از تکنیک نقشه مضامین بهره گرفته شد. نقشه مضامین، خوشه‌های استخراج‌شده از شبکه هم‌رخدادی را بر اساس ویژگی‌های توپولوژیک آن‌ها محاسبه کرده و در یک فضای دوبعدی جایگذاری می‌کند (Aria et al., 2024).

مختصات هر خوشه مفهومی در این فضا بر مبنای دو متغیر محاسباتی که ریشه در نظریه شبکه‌های اجتماعی دارند، تعیین می‌شود (Callon et al., 1983):

(۱) **مرکزیت^۶ (محور افقی):** این شاخص میزان اهمیت، پیوستگی بیرونی و درجات تعامل یک خوشه با سایر خوشه‌های موجود در کل شبکه را اندازه‌گیری می‌کند. خوشه‌ای که دارای درجه مرکزیت بالایی است، نقشی حیاتی در

¹ Topic Field

² Bibliometrix

³ Biblioshiny

⁴ Word Co-occurrence

⁵ Thematic Map

⁶ Centrality

پیوند دادن حوزه‌های مختلف بازی کرده و به عنوان یک پل ارتباطی و مفهوم کلیدی در اکوسیستم تحقیقاتی نوآوری سیستم‌ها عمل می‌کند.

(۲) تراکم^۱ (محور عمودی): این شاخص نشان‌دهنده قدرت پیوندهای داخلی، میزان انسجام درونی و سطح توسعه یافتگی مفاهیم درون یک خوشه مشخص است. خوشه‌ای با تراکم بالا نمایانگر حوزه‌ای است که در آن محققان به شدت بر روی مباحث درون گروهی متمرکز شده و ادبیاتی بسیار تخصصی، پخته و منسجم تولید کرده‌اند. بر اساس تقاطع این دو محور متقاطع، فضای نقشه مضامین به چهار ربع استراتژیک تقسیم می‌گردد که تفسیر هر یک، بینش‌های عمیقی از حوزه دانشی نوآوری‌های سیستمی ارائه می‌دهد (Cobo et al., 2011). جدول زیر تشریح این چهار ربع را به تصویر می‌کشد:

(۱) مضامین پیش‌ران-ربع اول (بالا-راست): این مضامین قلب تپنده و موتور محرک پژوهش هستند. این مفاهیم هم به خوبی در درون خود توسعه یافته‌اند (منسجم) و هم ارتباط تنگاتنگی با جریان اصلی پژوهش دارند. آن‌ها برای پیشبرد حوزه پژوهشی حیاتی هستند.

(۲) مضامین تخصصی/حاشیه‌ای^۲ (بالا-چپ): این مضامین همانند جزایر تخصصی دانش هستند. این مفاهیم از انسجام درونی و پختگی بسیار بالایی برخوردارند، اما ارتباطشان با بدنه اصلی پژوهش محدود و حاشیه‌ای است. غالباً نشانگر زیرشاخه‌های بسیار تخصصی هستند.

(۳) مضامین نوظهور یا رو به زوال^۳ (پایین-چپ): این دسته از مضامین مفاهیم حاشیه‌ای در یک حوزه پژوهشی هستند. این خوشه‌ها پیوندهای درونی و بیرونی سستی دارند. آن‌ها یا پارادایم‌های کاملاً جدیدی هستند که تازه وارد ادبیات شده‌اند، و یا مفاهیم کهنه‌ای که دیگر مورد توجه نیستند.

(۴) مضامین پایه‌ای (پایین-راست): این مضامین پایه نظری حوزه را تشکیل می‌دهند. این مفاهیم بسیار عام و فراگیر هستند و با تمام بخش‌های شبکه پیوند دارند (اهمیت بالا)، اما در درون خود به شکل یک زیرحوزه تخصصی و منسجم تکامل نیافته‌اند.

به منظور دستیابی به نقشه‌های یکپارچه در کلیه تحلیل‌ها یک فایل کلمات مترادف^۴ درست شد و به نرم‌افزار اضافه گردید تا جداول دقیق‌تری به دست آید. به عنوان مثال عبارات “Systems Innovation” و “System Innovation” با یکدیگر ترکیب شدند و تنها عبارت “Systems Innovation” در نقشه‌ها قابل مشاهده است. همچنین در کلیه تحلیل‌ها از کلیه کلیدواژگان به دست آمده از متادیتاها استفاده شد که ترکیبی از کلیدواژگان نویسنده^۵ و کلیدواژگان اضافه شده^۶ توسط پایگاه وب آوساینس است.

¹ Density

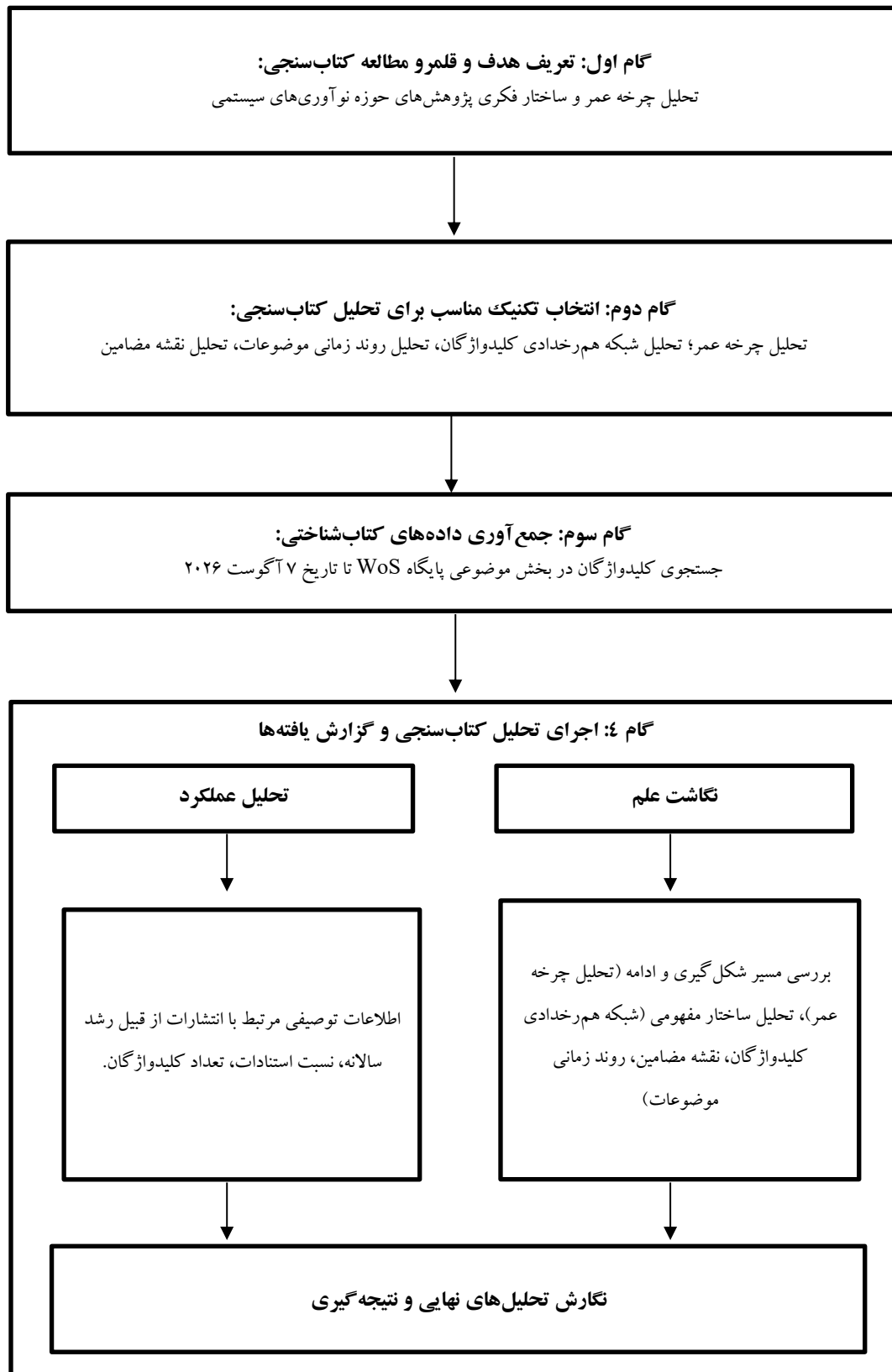
² Niche Themes

³ Emerging or Declining Themes

⁴ Thesaurus Terms

⁵ Authors' Keywords

⁶ Keywords Plus



شکل ۱: مراحل روش‌شناسی پژوهش، اقتباس از (Donthu et al., 2021)

۴. یافته‌ها

۴.۱. یافته‌های توصیفی

مجموعه داده‌های مورد بررسی شامل اسنادی است که در یک بازه زمانی نزدیک به چهار دهه (۱۹۸۸ تا ۲۰۲۶) منتشر شده‌اند. وجود مقالات دارای دسترسی زودهنگام^۱ تا سال ۲۰۲۶، حاکی از پویایی و فعال بودن این خط پژوهشی در لبه دانش است. نرخ رشد سالانه این حوزه معادل ۸.۲ درصد برآورد شده است که نشان‌دهنده توسعه‌ای پیوسته و باثبات است. این نرخ رشد، نمایانگر بلوغ تدریجی این عرصه مطالعاتی و عبور آن از مرحله یک روند زودگذر به سمت یک جریان علمی تثبیت‌شده با ظرفیت بالا برای مشارکت‌های جدید است. علاوه بر این، میانگین عمر اسناد (۹.۸۹ سال) نشان می‌دهد که اگرچه این حوزه همچنان فعال است، اما هسته فکری و مبانی نظری آن حدود یک دهه پیش شکل گرفته و به انسجام رسیده است.

یکی از قابل توجه‌ترین یافته‌های توصیفی در این مجموعه، نسبت تقریباً یک‌به‌یک میان تعداد اسناد و منابع انتشار است؛ به طوری که ۲۴۵ سند علمی در ۲۰۲ منبع مجزا (مجلات، کنفرانس‌ها و کتب) منتشر شده‌اند. این شاخص نمایانگر سطح بالایی از پراکندگی منابع^۲ است. در این ساختار، یک هسته متمرکز از مجلات غالب وجود ندارد و تولیدات علمی در طیف وسیعی از نشریات توزیع شده‌اند. این الگوی انتشار، مشخصه بارز حوزه‌های میان‌رشته‌ای است که در آن، یک مفهوم یا روش‌شناسی در حوزه‌های مختلفی بسط و کاربرست یافته است. از منظر نوع اسناد نیز، مقالات اصیل پژوهشی (۱۹۶ مورد) بدنه اصلی تولید دانش را تشکیل می‌دهند و سهم ۹ درصدی مقالات مروری (۲۲ مورد)، توازن مناسبی را برای ترکیب و یکپارچه‌سازی یافته‌ها جهت هدایت پژوهشگران جدید فراهم کرده است.

تنوع مفهومی این مجموعه با حضور ۷۳۱ کلمه کلیدی توسعه‌یافته^۳ و ۹۸۸ کلمه کلیدی نویسندگان^۴ در مقایسه با حجم ۲۴۵ مقاله‌ای مجموعه، گواهی بر گستردگی ابعاد این حوزه است. این حجم از تنوع واژگانی تأیید می‌کند که ادبیات موجود، از نظر مفهومی به زیرشاخه‌ها و کاربردهای متعددی تقسیم شده است. از سوی دیگر، ارجاع به ۱۴,۲۱۲ منبع در فهرست منابع (با میانگین تقریبی ۵۸ مرجع به ازای هر سند)، نشان می‌دهد که پژوهش‌های این حوزه بر پایگاه دانشی عمیق و مستدلی بنا شده‌اند که از ویژگی‌های مقالات باکیفیت محسوب می‌شود.

۴.۲. تحلیل چرخه حیات تولیدات علمی و پویایی‌شناسی رشد پژوهش

به منظور درک روند تکاملی و پویایی‌شناسی این حوزه مطالعاتی، از مدل رشد لجستیک برای تحلیل چرخه حیات تولیدات علمی استفاده شد. ارزیابی شاخص‌های این مدل نشان می‌دهد که حوزه پژوهشی مورد بررسی، هم‌اکنون در فاز توسعه و بسط شدید قرار دارد و با سرعت بالایی در حال رشد است.

بررسی منحنی رشد تجمعی این حوزه (شکل ۲)، یک الگوی مشخص S-شکل را به تصویر می‌کشد که از ویژگی‌های بارز رشد لجستیک است. داده‌های مشاهده‌شده در حال حاضر در پرشیب‌ترین بخش این منحنی قرار دارند که حاکی از انباشت شتابان دانش در این عرصه است. با توجه به اینکه منحنی تجمعی هنوز به نقطه مسطح^۵ نزدیک نشده

^۱ Early Access

^۲ Source Fragmentation

^۳ Keywords Plus

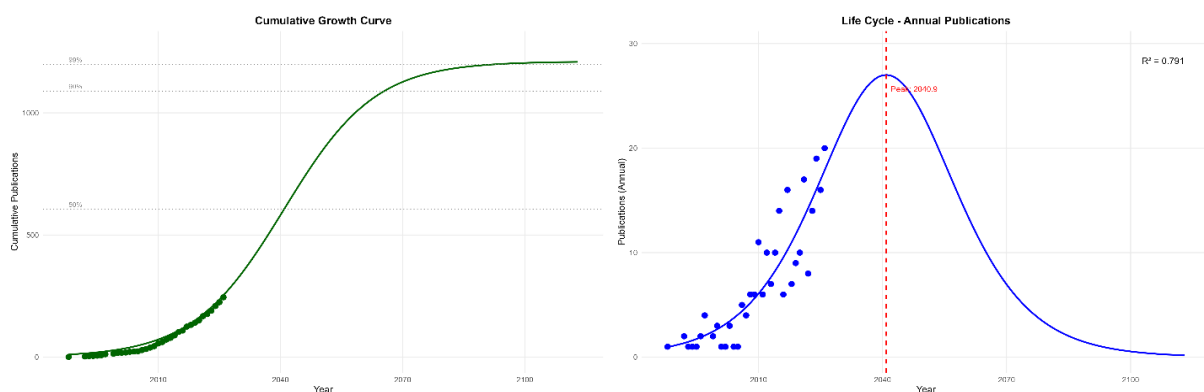
^۴ Author's Keywords

^۵ Plateau

است، می‌توان نتیجه گرفت که این حوزه تا رسیدن به نقطه اشباع فاصله زیادی دارد.

بر اساس داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌های مدل، چرخه حیات این حوزه را می‌توان به سه فاز معجزا تفکیک کرد:

- **فاز ظهور (اواخر دهه ۱۹۹۰ تا اوایل دهه ۲۰۰۰):** این دوره با رشدی بسیار کند و انتشاراتی پراکنده (یک الی دو مقاله در سال) همراه بوده است.
- **فاز توسعه (اوایل دهه ۲۰۰۰ تا کنون و پیش‌بینی تا اواسط قرن ۲۱):** از اوایل دهه ۲۰۰۰، نرخ تولیدات علمی شیب صعودی به خود گرفته است. این حوزه در حال حاضر عمیقاً در این فاز قرار دارد و پیش‌بینی می‌شود این روند شتابان تا حداقل دو دهه آینده ادامه یابد.
- **فاز بلوغ و اشباع (پیش‌بینی برای اواخر قرن ۲۱):** مدل پیش‌بینی می‌کند که پس از عبور از سال اوج، نرخ رشد سالانه کاهش یافته و منحنی تجمعی به تدریج به سمت ظرفیت نهایی میل خواهد کرد (حدود سال‌های ۲۰۸۰ تا ۲۱۰۰).



شکل ۲: نمودار چرخه عمر (سمت راست) و رشد تجمعی (سمت چپ) پژوهش‌های حوزه نوآوری‌های سیستمی

پارامترهای استخراج‌شده از مدل لجستیک، چشم‌انداز کمی دقیقی از ظرفیت رشد این حوزه ارائه می‌دهند. نقطه اشباع یا سقف نهایی انتشارات این حوزه برابر با ۱۲۱۰.۳۳ مقاله برآورد شده است. با توجه به اینکه حجم فعلی مقالات تجمعی بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ مورد است، این حوزه ظرفیت بسیار بالایی برای گسترش و تولیدات علمی جدید دارد. مدل لجستیک، سال ۲۰۴۰.۹ را به عنوان نقطه عطف و پربرترین سال این حوزه از منظر نرخ تولید سالانه پیش‌بینی می‌کند. در این سال، نرخ تولیدات به حداکثر خود خواهد رسید که نشان می‌دهد پژوهشگران این عرصه بیش از دو دهه تا رسیدن به نقطه اوج فعالیت فاصله دارند. این پارامتر که نشان‌دهنده مدت زمان لازم برای گذار از فاز ظهور به آستانه اشباع است، ۴۹.۲۳ سال برآورد شده است. این بازه زمانی طولانی، گواهی بر یک روند رشد پایدار، مستمر و باثبات است.

مدل لجستیک برازش قابل‌قبولی با داده‌های مشاهده‌شده، به ویژه در روند تجمعی دارد. ضریب تعیین R^2 برابر با ۰.۷۹۱ است؛ به این معنا که مدل قادر است ۷۹.۱ درصد از واریانس نرخ تولیدات سالانه را تبیین کند. با توجه به نوسانات ذاتی داده‌های سالانه، این میزان یک برازش مطلوب و معتبر ارزیابی می‌شود. همچنین، مقدار خطای مجذور میانگین مربعات (RMSE) معادل ۲.۶۱ محاسبه شده است که نشان می‌دهد پیش‌بینی‌های مدل از نرخ تولیدات سالانه، انحراف معیار پایینی نسبت به مقادیر واقعی دارند. از منظر بصری نیز، اگرچه در سال‌های اولیه (۲۰۰۵-۲۰۰۰) پراکندگی‌هایی در داده‌ها دیده می‌شود، اما از سال ۲۰۱۵ به بعد، داده‌های مشاهده‌شده هم‌گرایی بسیار بالایی با منحنی برازش‌یافته دارند.

جدول ۱ داده‌های حاصل از تحلیل چرخه عمر را نشان می‌دهد:

جدول ۱: داده‌های تحلیل چرخه عمر حوزه نوآوری‌های سیستمی

متغیر / شاخص	مقدار برآورد شده	تفسیر و توضیحات تحلیلی
ظرفیت نهایی (K)	۱۲۱۰.۳۳	حداکثر تعداد مقالات تجمعی پیش‌بینی شده در چرخه حیات این حوزه (سقف نظری تولیدات علمی).
سال نقطه عطف (tm)	۲۰۴۰.۸۸	سالی که در آن نرخ رشد سالانه مقالات به بالاترین حد خود (قله منحنی زنگوله‌ای) می‌رسد.
پارامتر دوره رشد (Δt)	۴۹.۲۳	نشان‌دهنده شیب منحنی لجستیک و بیانگر یک دوره طولانی و مستمر از رشد سریع حول نقطه عطف.
ضریب تعیین (R^2)	۰.۷۹۱	نشان می‌دهد که حدود ۷۹.۱ درصد از واریانس نرخ تولیدات سالانه توسط مدل لجستیک تبیین می‌شود.
خطای مجذور میلنگین مربعات (RMSE)	۲.۶۱۲	میانگین انحراف مقادیر پیش‌بینی شده از مقادیر واقعی (نشان‌دهنده سطح خطای پایین و قابل قبول مدل).

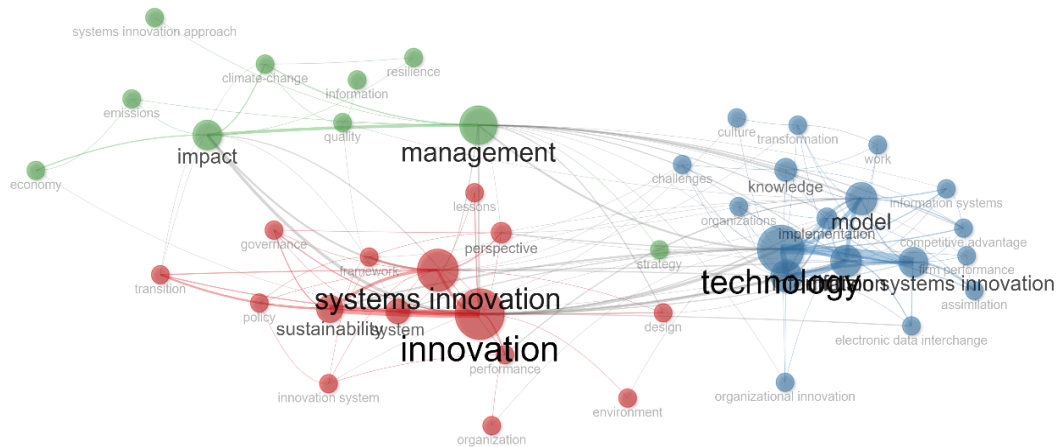
یافته‌های این تحلیل تأیید می‌کند که این حوزه مطالعاتی یک عرصه پژوهشی نسبتاً جوان است که پویایی بالایی دارد. فاصله زیاد تا نقطه اشباع و پیش‌بینی تداوم رشد تا سال ۲۰۴۰، حاکی از استمرار علاقه جامعه علمی و جذب سرمایه‌گذاری‌های پژوهشی به این موضوع است. این پویایی می‌تواند ناشی از عواملی نظیر پیشرفت‌های فناورانه، تغییرات پارادایمی در چارچوب‌های نظری، و افزایش ارتباطات میان‌رشته‌ای باشد. در مجموع، این حوزه حداقل برای ۲۰ الی ۳۰ سال آینده بستری جذاب برای پژوهشگران، تخصیص بودجه و انتشار مقالات جریان‌ساز باقی خواهد ماند؛ هرچند باید در نظر داشت که پیش‌بینی‌های بلندمدت همواره در معرض تأثیرات ناشی از نوآوری‌های پیش‌بینی نشده یا شوک‌های خارجی قرار دارند.

۳.۴. تحلیل ساختار مفهومی و شبکه هم‌رخدادی واژگان

به منظور نقشه‌برداری از ساختار دانش و درک روابط مفهومی حاکم بر این حوزه مطالعاتی، شبکه هم‌رخدادی واژگان (شکل ۳) مورد تحلیل قرار گرفت. شبکه هم‌رخدادی واژگان این حوزه پژوهشی، ساختار ماژولار و منسجمی را به نمایش می‌گذارد که از چندین خوشه متمایز و در هم تنیده تشکیل شده است. این ساختار نشان می‌دهد که ادبیات پژوهشی این حوزه، حول محور مضامین مشخصی شکل گرفته است. در این شبکه، اندازه هر گره نشان‌دهنده فراوانی واژه و ضخامت یال‌ها (خطوط ارتباطی)، بیانگر قدرت هم‌رخدادی میان مفاهیم است.

برای شناسایی و تفکیک جوامع پنهان در این شبکه، از الگوریتم لوون^۱ استفاده شد. در این روش، تعداد خوشه‌ها از پیش تعیین نمی‌گردد، بلکه الگوریتم به صورت خودکار شبکه را به نحوی تفکیک می‌کند که تراکم پیوندها (هم‌رخدادی کلیدواژگان) در درون خوشه‌ها به حداکثر و ارتباطات بین خوشه‌ها به حداقل برسد.

^۱ Louvain Algorithm



شکل ۳: شبکه هم‌رخدادی کلیدواژگان

شبکه هم‌رخدادی استخراج شده بر مبنای این الگوریتم، ساختار ماژولار و منسجمی را به نمایش می‌گذارد. بر اساس معیار ماژولاریتی، الگوریتم بهینه‌ترین حالت تفکیک را در قالب سه خوشه (جامعه) اصلی و متمایز شناسایی کرده است. تفکیک این خوشه‌های سه‌گانه نشان می‌دهد که ادبیات پژوهشی این حوزه، حول محور مضامین مشخصی به شرح زیر شکل گرفته است:

(۱) خوشه اول: نوآوری‌های سیستمی و پایداری

این خوشه (با گره‌های قرمز رنگ) تمرکز عمیقی بر مفاهیم نوآوری و نوآوری‌های سیستمی دارد. پیوند مفاهیمی نظیر سیستم پایداری، سیاست‌گذاری، حکمرانی و گذار در این بخش، حاکی از آن است که دغدغه اصلی پژوهشگران، چگونگی پیاده‌سازی و مدیریت نوآوری در بسترهای کلان سیستمی با هدف تحقق اهداف پایداری بوده است. حضور واژگانی مانند چارچوب و درس‌آموخته‌ها، نشانگر تلاش برای توسعه رویکردهای ساختاریافته در این حوزه است. مقالات محوری این خوشه مانند اسن و کونریک^۱ (۲۰۰۸)، رائو^۲ (۲۰۲۱) و جرلیکو^۳ و همکاران (۲۰۲۴) کاربرد نوآوری‌های سیستمی را در حوزه‌های متنوعی از انفورماتیک پزشکی گرفته تا مکانیزم‌های مالی و بسترهای فرهنگی مورد واکاوی قرار داده‌اند.

(۲) خوشه دوم: مدیریت، اثرگذاری و سیستم‌ها

خوشه دوم (با گره‌های سبز رنگ)، حول محور مدیریت سیستم‌های پیچیده با تاکید ویژه بر مفهوم اثرگذاری^۴ شکل گرفته است. دغدغه‌های محیط‌زیستی نظیر تغییرات اقلیمی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در کنار مفاهیم اقتصاد و تاب‌آوری، نشان می‌دهد که این جریان پژوهشی به دنبال درک ظرفیت‌های انطباقی و اقتصادی سیستم‌ها در مواجهه با چالش‌های کلان است. واژه رویکرد نوآوری‌های سیستمی در این بخش، نشان‌دهنده تفکر استراتژیک در این عرصه

^۱ Essén & Conrick

^۲ Rao

^۳ Dzhereleiko

^۴ Impact

است. مطالعاتی نظیر برکھوت^۱ و همکاران (2009)، دروری و فرهومند^۲ (1999) و یانگ^۳ و همکاران (2007) در این خوشه، به بررسی پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی مدیریت سیستم‌های نرم‌افزاری و داده‌محور پرداخته‌اند.

۳) خوشه سوم: فناوری، سیستم‌های اطلاعاتی و ابعاد سازمانی

این خوشه (با گره‌های آبی رنگ)، به شدت به فناوری و نحوه پیاده‌سازی آن در درون سازمان‌ها گرایش دارد. تمرکز بر سیستم‌های اطلاعاتی، دانش و مدل، نشان‌دهنده اهمیت نحوه توسعه و ادغام فناوری برای دستیابی به نتایج معین است. مفاهیمی چون مزیت رقابتی، عملکرد شرکت و نوآوری سازمانی، بیانگر رویکردی استراتژیک و تجاری به پذیرش فناوری هستند. مقالات بنیادین این بخش از جمله سوانسون^۴ (1994)، جیاراج^۵ و همکاران (2009) و لارنس^۶ (2013) به بررسی مبانی نظری نوآوری فناورانه و نقش سیستم‌های اطلاعاتی جهانی در ارتقای عملکرد سازمانی پرداخته‌اند.

۴.۴. تحلیل روند موضوعات^۷

به منظور رصد پویایی زمانی و سیر تکامل مفاهیم کلیدی در این حوزه مطالعاتی، از تحلیل روند موضوعات (شکل ۴) بر روی واژگان کلیدی استفاده شد. این تحلیل با فیلتر کردن ۳ واژه برتر در هر سال، یک نقشه طولی از سال ۱۹۹۷ تا چشم‌انداز ۲۰۲۵ ارائه می‌دهد. در این نقشه، موقعیت حباب‌ها نشان‌دهنده سال میانه^۸ کاربرد واژه، اندازه حباب‌ها بازتاب‌دهنده فراوانی سالانه، و خطوط افقی بیانگر دامنه میان‌چارکی یا همان دوره تمرکز فعالیت پژوهشی روی آن مفهوم است.

بررسی روندهای این نمودار حاکی از تغییرات ملموس و چرخش‌های مضمونی^۹ در تمرکز پژوهشی این حوزه است. در سال‌های اولیه (بازه زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۳)، مفاهیم بنیادینی نظیر نوآوری سازمانی و تبادل الکترونیکی داده‌ها ظهور یافتند. با این حال، حباب‌های کوچکتر این واژگان نشان می‌دهد که اگرچه این مباحث در ادبیات حضور داشته‌اند، اما به اندازه موضوعات سال‌های بعد، غالب و مستمر نبوده‌اند.

از حدود سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳، یک نقطه عطف در ادبیات مشاهده می‌شود که نشانگر ظهور و نفوذ تفکر سیستمی است؛ به نحوی که کلیدواژه‌هایی چون رویکرد نوآوری‌های سیستمی و نوآوری‌های سیستمی با شیبی صعودی و حباب‌هایی بزرگتر پدیدار شده‌اند. این امر بازتاب‌دهنده علاقه فزاینده محققان به کاربری رویکردهای کل‌نگر و سیستمی در حوزه نوآوری است. مفهوم نوآوری به عنوان یک مفهوم هسته‌ای، حضوری مستمر داشته و از سال ۲۰۱۱ به بعد با رشد چشمگیری در فراوانی مواجه شده است که نقش محوری آن را در این حوزه تایید می‌کند.

¹ Berkhout

² Drury & Farhoomand

³ Yang

⁴ Swanson

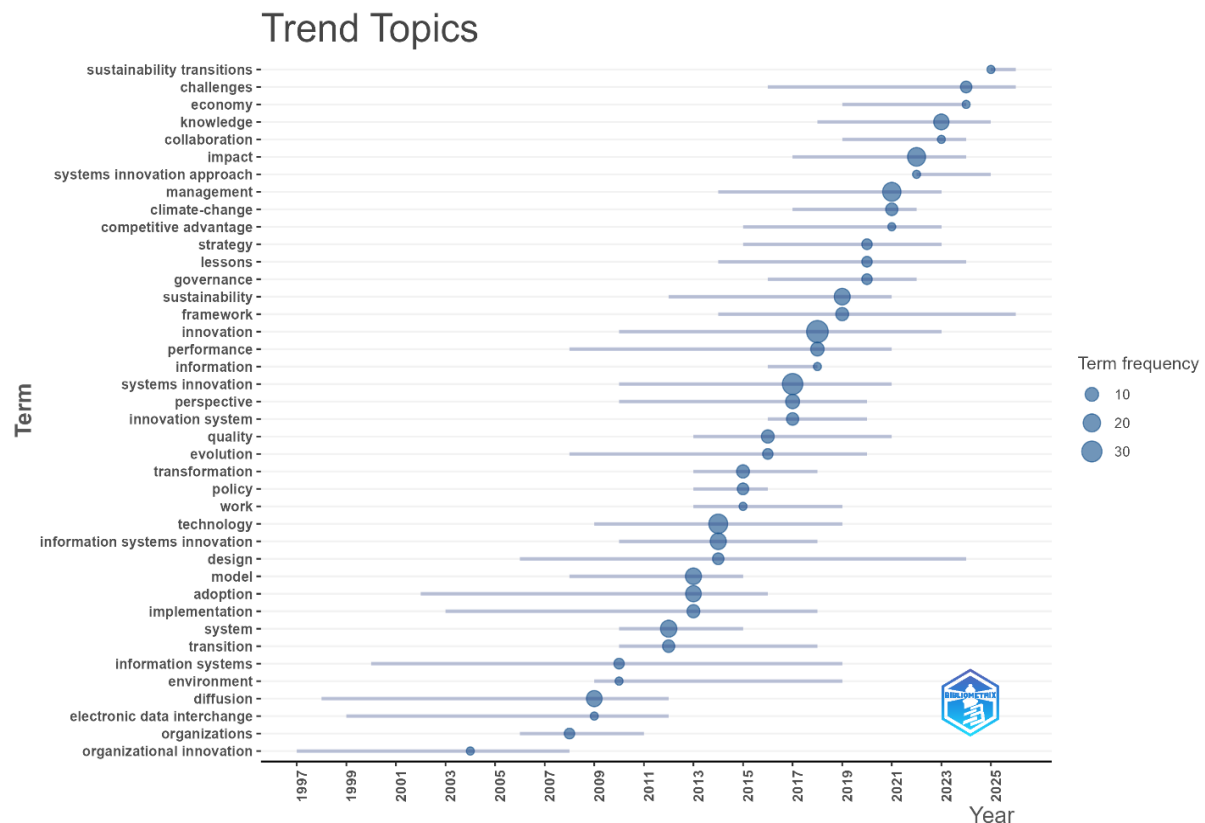
⁵ Jeyaraj

⁶ Lawrence

⁷ Trend Topics

⁸ Median Year

⁹ Thematic Shifts



شکل ۴: تحلیل روند موضوعات

همگام با این روند، نمودار نشان‌دهنده یک تغییر پارادایم به سمت مسائل کلان جهانی است. کلیدواژه‌های مرتبط با توسعه پایدار، به ویژه پایداری و گذارهای پایداری، در سال‌های اخیر با رشد تصاعدی همراه بوده‌اند. اوج فعالیت‌های پژوهشی و بزرگترین حباب‌های فراوانی برای بسیاری از این مفاهیم، در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ متمرکز شده است. علاوه بر این، حضور همزمان و موازی مفاهیمی چون تغییرات اقلیمی، اقتصاد و حکمرانی در کنار نوآوری و پایداری، نشان از ماهیت به شدت میان‌رشته‌ای این پژوهش‌ها دارد.

در نهایت، برون‌یابی این روندها تا سال ۲۰۲۵ نشان می‌دهد که مفاهیمی نظیر گذارهای پایداری همچنان به عنوان جریان غالب پژوهشی باقی مانده‌اند. هرچند باید در نظر داشت که این تحلیل مبتنی بر فراوانی کلیدواژه‌ها است و لزوماً تمامی ظرایف روش‌شناختی مقالات را منعکس نمی‌کند، اما نقشه راه روشنی از مسیر تکامل این حوزه پژوهشی - از تمرکز اولیه بر نوآوری‌های خرد سازمانی تا رویکردهای کلان مبتنی بر سیستم‌ها و پایداری - در اختیار قرار می‌دهد و حوزه‌های بکر برای تحقیقات آتی را نمایان می‌سازد.

برای درک واقع‌گرایانه‌تر این پویایی‌ها، باید توجه داشت که نقاط عطف مشاهده‌شده در نمودار روند موضوعات، صرفاً پدیده‌هایی آماری نیستند، بلکه بازتابی از رویدادهای نهادی، علمی و اجتماعی هم‌عصر خود می‌باشند. به عنوان نمونه، نقطه عطف سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ که با اوج‌گیری ناگهانی کلیدواژه‌های سیستمی همراه بود، با نهادینه‌شدن این حوزه مطالعاتی هم‌زمان است؛ در این سال‌ها با تأسیس مجلات تخصصی نظیر *Environmental Innovation and Societal Transitions* (EIST) و انتشار مقالات جریان‌ساز در پاسخ به انتقادات نظری (e.g. Geels, 2011) این حوزه از یک مبحث حاشیه‌ای خارج شده و هویتی مستقل و ساختاریافته یافت.

همچنین، اوج گیری و تراکم چشمگیر مفاهیم کلان نظیر پایداری، تغییرات اقلیمی و چارچوب‌های حکمرانی در بازه زمانی پس از سال ۲۰۱۵، ریشه در تحولات بنیادین آکادمیک و جهانی دارد. از منظر علمی از حدود سال ۲۰۱۵ این حوزه وارد فاز تثبیت و انسجام شد؛ دوره‌ای که در آن پژوهشگران به جای مطالعات پراکنده، به سیستماتیک کردن دانش از طریق مرورهای جامع و توسعه چارچوب‌های نظری روی آوردند. انتشار مرورهای جامع و تأثیرگذاری نظیر مطالعه لورباخ و همکاران (Loorbach et al., 2017) در همین بازه زمانی رخ داد. از سوی دیگر، تقارن این دوره با تحولات کلان سیاست‌گذاری در سطح بین‌المللی (به‌ویژه تصویب اهداف توسعه پایدار سازمان ملل و توافقنامه اقلیمی پاریس در سال ۲۰۱۵)، موجب شد تا جهت‌گیری بودجه‌های پژوهشی و کانون توجه محققان با شدت بی‌سابقه‌ای به سمت پیوند دادن نوآوری با ابرچالش‌های بوم‌شناختی و گذار پایداری معطوف گردد.

۵.۴. تحلیل نقشه موضوعی

در راستای تبیین ساختار مفهومی و ارزیابی سطح بلوغ موضوعی در ادبیات حوزه نوآوری‌های سیستمی، نقشه مضامین^۱ بر مبنای دو شاخص اصلی ترسیم شده است (مطابق شکل ۴). برای رسم این نقشه و به منظور جلوگیری از ایجاد نویز توسط واژگان پراکنده، حداقل آستانه فراوانی برای ورود کلیدواژگان به الگوریتم، برابر با ۵ تکرار در نظر گرفته شد. در این شبکه، محور افقی بیانگر مرکزیت^۲ است که میزان اهمیت و شدت ارتباط یک موضوع را با سایر حوزه‌های پژوهشی نشان می‌دهد. محور عمودی نیز نشان‌دهنده شاخص تراکم^۳ است که میزان توسعه‌یافتگی، انسجام و بلوغ داخلی یک خوشه موضوعی را بازتاب می‌دهد. بر اساس تقاطع این دو شاخص، که بر مبنای روش‌شناسی کالون و همکاران انجام شده است، نقشه راهبردی به چهار ربع اصلی تفکیک می‌گردد (Callon et al., 1983, 1991) که تحلیل خوشه‌های استخراج شده در هر ناحیه به شرح زیر تبیین می‌شود:

۱. مضامین پیشران^۴

خوشه‌های فناوری و تحول در این ناحیه استقرار یافته‌اند. قرارگیری در این ربع، حاکی از مرکزیت و تراکم بالای این مفاهیم است؛ بدین معنا که موضوعات مذکور، هسته مرکزی و توسعه‌یافته‌ترین بخش‌های پیکره پژوهشی مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند. حضور مقالات جریان‌ساز با شاخص رتبه صفحه^۵ بالا (e.g. Jeyaraj et al., 2009; Swanson, 1994) در کنار پژوهش‌های متأخر، مؤید آن است که مباحث پیرامون فناوری (با شاخص مرکزیت ۱۴.۶۹ و شاخص تراکم ۸۸.۲۶)، نیروی محرکه اصلی این میدان علمی بوده و مفهوم تحول نیز به عنوان یک سازه منسجم و اثرگذار در دامنه‌های گوناگون (از پیش‌بینی فناوریانه تا علوم پزشکی) نهادینه شده است.

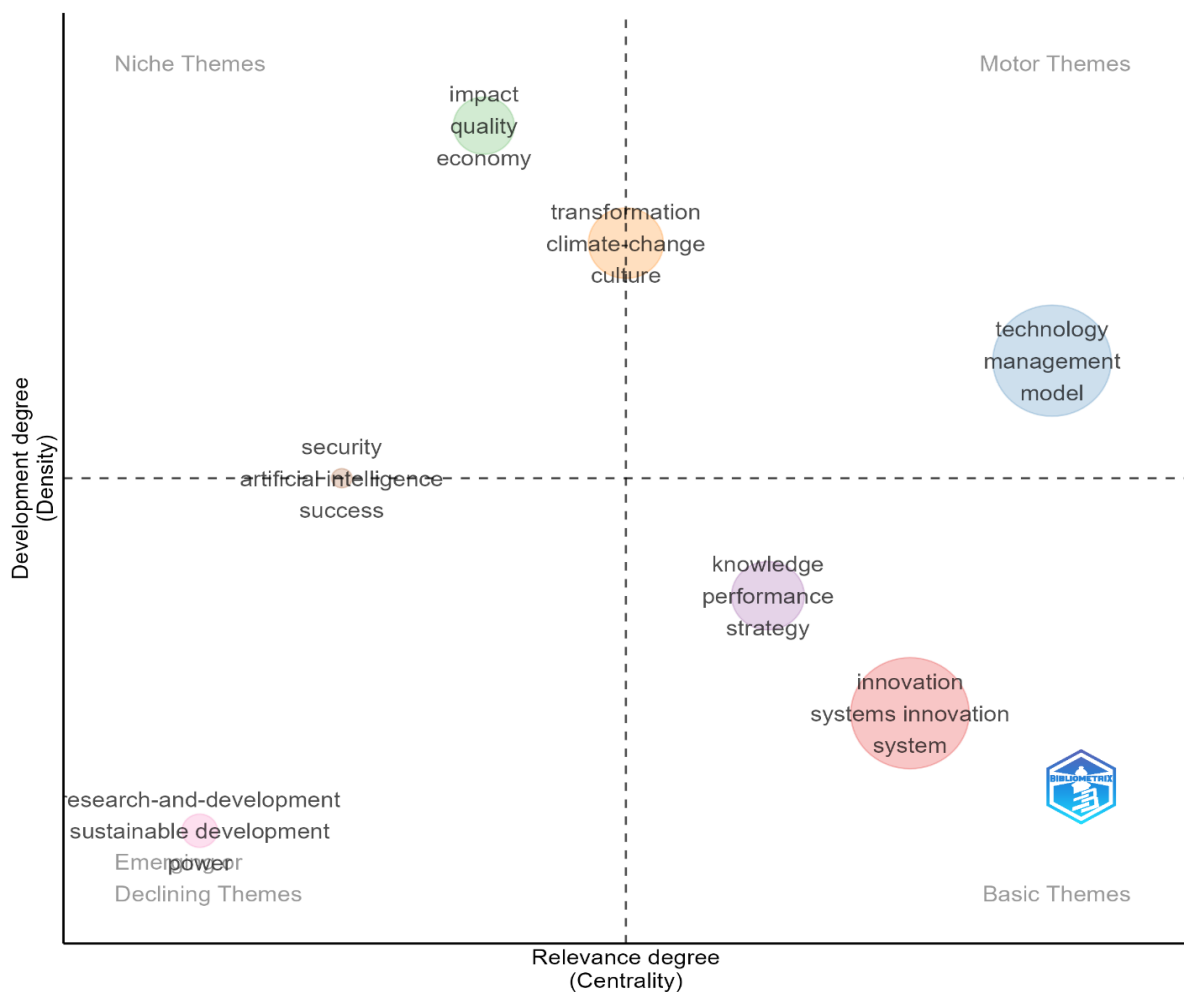
¹ Thematic Map

² Centrality

³ Density

⁴ Motor Themes

⁵ Page Rank



شکل ۵: نقشه مضامین حوزه نوآوری‌های سیستمی

۲. مضامین پایه‌ای^۱

خوشه‌های نوآوری (با شاخص مرکزیت ۱۱.۳۸ و شاخص تراکم ۷۵.۴۷) و دانش (با شاخص مرکزیت ۸.۵۹ و شاخص تراکم ۷۷.۲۷) در این بخش جای گرفته‌اند. این موقعیت‌یابی نشان می‌دهد که مفاهیم یادشده دارای اهمیت و محوریت بالایی برای کل حوزه پژوهشی هستند (مرکزیت بالا)، اما شبکه‌های درون‌خوشه‌ای آن‌ها هنوز به سطح بالایی از انسجام و تخصصی‌شدن دست نیافته‌اند (تراکم پایین). مرور مقالات کلیدی این بخش حاکی از آن است که نوآوری (با تمرکز بر سیاست‌های انرژی و اکولوژی صنعتی) (Braga et al., 2026; Jain et al., 2020) و مدیریت دانش (در بستر سیستم‌های اطلاعاتی) (Utulu & Ngwenyama, 2019; Vega & Chiasson, 2019) به مثابه مفاهیمی زیربنایی عمل می‌کنند که بستر مفهومی لازم را برای بسط و توسعه سایر مضامین فراهم می‌آورند.

۳. مضامین تخصصی یا حاشیه‌ای^۲

خوشه اثرگذاری (با شاخص مرکزیت ۴.۰۴ و شاخص تراکم ۱۰۷.۴۴) در این ناحیه قرار دارد. موقعیت این خوشه نشان‌دهنده آن است که پژوهش‌های مرتبط، از پیوندهای درون‌گروهی قابل‌قبولی برخوردارند (تراکم نسبی بالا)، اما هنوز

^۱ Basic Themes

^۲ Niche Themes

پیوند ساختاری مستحکمی با جریان اصلی و مرکزی ادبیات برقرار نکرده‌اند. تنوع موضوعی مقالات این خوشه (Calafat- 2019) و همچنین بخش عمده‌ای از مقالات فاقد ارتباطات قوی شبکه‌ای در این ربع جای گرفته‌اند. مقادیر پایین در هر دو شاخص تراکم و مرکزیت، بیانگر آن است که مباحث مرتبط با تحقیق و توسعه در این پیکره خاص، یا در مراحل ابتدایی شکل‌گیری قرار دارند و یا به صورت پراکنده و جزیره‌ای بررسی شده‌اند. نکته حائز اهمیت، وجود حجم قابل توجهی از مقالات (تعداد ۶۷ مقاله) با شاخص رتبه صفحه صفر است (e.g. Chesbrough, 2020; Snyder-Halpern, 2001; Wang et al., 2020) که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از کلیدواژه‌های تحلیل شده، فاقد پیوند ساختاری با اسناد مرکزی شبکه هستند. این امر می‌تواند گواه ظهور حوزه‌های تحقیقاتی بسیار جدید و ایزوله، یا افول مباحثی باشد که از جریان اصلی پژوهش فاصله گرفته‌اند.

۴. مضامین نوظهور یا رو به زوال^۱

خوشه تحقیق و توسعه (با شاخص مرکزیت ۱.۹۹ و شاخص تراکم ۷۵.۳۳) (Gurdgiev et al., 2025; Latorre et al., 2021) و همچنین بخش عمده‌ای از مقالات فاقد ارتباطات قوی شبکه‌ای در این ربع جای گرفته‌اند. مقادیر پایین در هر دو شاخص تراکم و مرکزیت، بیانگر آن است که مباحث مرتبط با تحقیق و توسعه در این پیکره خاص، یا در مراحل ابتدایی شکل‌گیری قرار دارند و یا به صورت پراکنده و جزیره‌ای بررسی شده‌اند. نکته حائز اهمیت، وجود حجم قابل توجهی از مقالات (تعداد ۶۷ مقاله) با شاخص رتبه صفحه صفر است (e.g. Chesbrough, 2020; Snyder-Halpern, 2001; Wang et al., 2020) که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از کلیدواژه‌های تحلیل شده، فاقد پیوند ساختاری با اسناد مرکزی شبکه هستند. این امر می‌تواند گواه ظهور حوزه‌های تحقیقاتی بسیار جدید و ایزوله، یا افول مباحثی باشد که از جریان اصلی پژوهش فاصله گرفته‌اند.

۵. مضامین مرزی^۲

مفهوم امنیت (با شاخص مرکزیت ۲.۳۹ و شاخص تراکم ۷۷.۵۷) (Schulz-Quach et al., 2025; Smadi et al., 2026) در موقعیتی میانی و در مجاورت مرز سمت چپ نقشه استقرار یافته است. این جایگاه نشان می‌دهد که مقوله امنیت، علی‌رغم افزایش توجهات در سال‌های اخیر (بر مبنای تاریخ انتشار مقالات از ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۶)، هنوز به عنوان یک کانون پژوهشی مستقل، منسجم و درهم‌تنیده در این بدنه علمی تثبیت نگردیده است. برای درک عمیق‌تر مبانی نظری این تفکیک الگوریتمی، بررسی مقالات کلیدی در خوشه‌های استخراج شده حائز اهمیت است. قرار گرفتن مقالات جریان‌سازی نظیر سوانسون (۱۹۹۴) در خوشه سوم (فناوری و سازمان) و گیلز (۲۰۰۲) در خوشه اول (پایداری و گذار)، بازتاب‌دهنده دو تبارنامه نظری و واحد تحلیل کاملاً متمایز در تاریخچه نوآوری‌های سیستمی است.

مقاله سوانسون (۱۹۹۴) که یکی از متون بنیادین در خوشه فناوری (آبی‌رنگ) است، نوآوری‌های سیستمی را از لنز سیستم‌های اطلاعاتی و در سطح تحلیل خرد و سازمانی بررسی می‌کند. در این سنت نظری، هدف اصلی از پیاده‌سازی سیستم‌های نوآورانه، کسب مزیت رقابتی و ارتقای عملکرد شرکت است؛ بنابراین، کانون توجه پژوهشگران بر مرزهای درون‌سازمانی، فرهنگ سازمانی و پذیرش فناوری متمرکز است. در مقابل، مقاله گیلز (۲۰۰۲) که چارچوب چشم‌انداز چندسطحی را معرفی کرد، در کانون خوشه اول (قرمز رنگ) قرار دارد. در این مکتب فکری که ریشه در جامعه‌شناسی فناوری و اقتصاد تکاملی دارد، واحد تحلیل از سطح یک سازمان منفرد به سطح کلان سیستم‌های فنی-اجتماعی (نظیر سیستم حمل‌ونقل یا انرژی) ارتقا می‌یابد. در اینجا، نوآوری‌های سیستمی نه برای کسب سود شرکتی، بلکه به عنوان ابزاری برای گذار پایداری، تغییر رژیم‌های مستقر و پاسخ به فشارهای سطح چشم‌انداز (مانند تغییرات اقلیمی) تبیین

^۱ Emerging or Declining Themes

^۲ Marginal Themes

می‌شود.

۵. بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نوشتار حاضر با تحلیل و بررسی ۲۴۵ سند منتشر شده در پایگاه وب‌آوساینس بین سال‌های ۱۹۸۸ تا میانه‌های ۲۰۲۶ در حوزه پژوهشی نوآوری‌های سیستمی به دنبال بررسی چرخه عمر، ساختار مفهومی و تحلیل مسیر آینده این حوزه بود. نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که چگونه نوآوری‌های سیستمی از یک مفهوم محدود سازمانی در دهه‌های گذشته، اکنون به یک پارادایم مسلط برای مدیریت تغییرات رادیکال در سیستم‌های کلان تولید، مصرف و حکمرانی تغییر یافته است. تفسیر یافته‌های پژوهش حاکی از یک تطابق معنادار بین شواهد تجربی و پایه‌های نظری است. ترکیب این یافته‌ها سه تغییر پارادایم بنیادین را نشان می‌دهد:

نخست، انحلال مرزهای میان علوم مهندسی و مطالعات گذار پایداری مشهود است. ساختار شبکه هم‌رخدادی کلیدواژگان، ادبیات را به سه خوشه مجزا اما درهم‌تنیده تفکیک کرده است. در حالی که خوشه آبی‌رنگ، روایت گر سنت کلاسیک مدیریت فناوری و سیستم‌های اطلاعاتی بود (Swanson, 1994)، تحلیل روندهای موضوعی در بستر زمان آشکار ساخت که مرکز ثقل فکری محققان با یک چرخش قطعی، از مفاهیمی نظیر مبادله داده‌های درون‌سازمانی، به سمت خوشه قرمز رنگ با محوریت پایداری، محیط‌زیست و گذار سیستمی در ابعاد ملی و جهانی حرکت کرده است. این یافته، استدلال نظری مطرح شده توسط میدگلی و لیندولت (۲۰۲۱) مبنی بر خروج نوآوری از محرمانگی آزمایشگاه‌ها و پیوند خوردن آن با سرنوشت بوم‌شناختی جوامع را اثبات می‌کند و نشان می‌دهد که مهندسی فناوری دیگر نمی‌تواند بدون در نظر گرفتن پیامدهای محیط‌زیستی ارزیابی شود.

دوم، چرخش هستی‌شناختی از خلق کالا محور به سمت بوم‌سازگان‌های هم‌آفرینی ارزش نمایان شده است. حضور مفاهیمی نظیر تاب‌آوری، تغییرات اقلیمی و رویکردهای سیستمی در خوشه سبز رنگ و ارتباط آن با توسعه پایدار، بازتاب‌دهنده استیلای منطق خدمت‌محور بر پارادایم‌های نوین نوآوری است (Vargo & Lusch, 2004). در این چارچوب فکری، ارزش و کارآمدی یک نوآوری، نه توسط بنگاه تولیدکننده به تنهایی، بلکه به مثابه پدیده‌ای نوظهور و از طریق تعاملات چندبازیگره، یادگیری جمعی، و ظرفیت‌های انطباقی کل سیستم، هم‌آفرینی و محقق می‌گردد. این امر به وضوح نشان می‌دهد که چرا نوآوری‌های تحمیلی بالا به پایین به دلیل طرد شبکه‌های ذی‌نفعان از مدار خلق ارزش، محکوم به شکست هستند.

سوم، به حاشیه رانده شدن تحقیقات خطی توسعه و محوریت یافتن تحول مبتنی بر فناوری، یکی از نتایج نقشه مضامین بود. قرارگیری مباحث سنتی تحقیق و توسعه در ربع مضامین نوظهور/رو به زوال، و در نقطه مقابل، استقرار خوشه‌های فناوری و تحول در کانون پیشران با مرکزیت و تراکم بسیار بالا، حامل پیامی مهم است. این ساختار فضایی اثبات می‌کند که سیستم‌های مدرن برای حل ابرچالش‌ها، بیش از آنکه نیازمند تزریق منابع مالی کور به بخش‌های ایزوله تحقیق و توسعه باشند، مستلزم تغییرات رادیکال در معماری نهادی و ایجاد زیرساخت‌های تحول‌آفرین یکپارچه هستند تا بتوانند نوآوری‌ها را در بستر اجتماعی هضم و جذب نمایند (Geels, 2004).

به منظور درک عمیق‌تر از چگونگی بازتاب مبانی نظری در تولیدات علمی، انطباق پنج پارادایم نظری میدگلی و لیندولت (۲۰۲۱) با خوشه‌های سه‌گانه استخراج‌شده از شبکه هم‌رخدادی کلیدواژگان، بینش‌های ارزشمندی را به دست می‌دهد. جدول زیر نشان می‌دهد که چگونه رویکردهای نظری مختلف، ساختار مفهومی فعلی این حوزه را شکل داده‌اند:

جدول ۲: انطباق پارادایم‌های نظری نوآوری‌های سیستمی با خوشه‌های استخراج‌شده در شبکه هم‌رخدادی کلیدواژگان

پارادایم‌های نظری میدگلی و لیندولت	کانون تمرکز نظری	خوشه متناظر در شبکه هم‌رخدادی	شواهد و کلیدواژه‌های برجسته در خوشه
ادغام فناوریانه	مهندسی، تجمیع فناوری‌ها، پلتفرم‌های پیچیده سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	خوشه سوم: فناوری، سیستم‌های اطلاعاتی و ابعاد سازمانی	Technology, Information systems, Model, Firm performance, Organizational innovation
سیاست‌گذاری و حکمرانی	تنظیم‌گری، ساختار نهادی، معماری سیستم‌های ملی نوآوری و حکمرانی کلان	خوشه اول: نوآوری‌های سیستمی و پایداری	Policy, Governance, Framework, Systems innovation, Innovation system
گذار به سمت پایداری	تغییرات رادیکال رژیم‌ها، توسعه آشیانه‌ها و چشم‌اندازهای کلان	خوشه اول: نوآوری‌های سیستمی و پایداری	Transition, Sustainability, Systems innovation, Environment
شبکه‌های همکاری و اکوسیستم‌ها	هم‌آفرینی ارزش، منطق خدمت‌محور و یادگیری متقابل ذی‌نفعان	خوشه دوم (و تا حدی سوم): مدیریت، اثرگذاری و سیستم‌ها	Management, Economy, Impact, Quality
تفکر و مداخله سیستمی	قضایات‌های مرزی، درک پیچیدگی‌ها، مدل‌سازی پویا و بازطراحی سیستم‌ها	خوشه دوم: مدیریت، اثرگذاری و سیستم‌ها	Systems innovation approach, Resilience, Impact, Climate change

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، خوشه سوم مستقیماً بازتاب‌دهنده پارادایم اول (ادغام فناوریانه) است؛ جایی که تمرکز مقالات عمدتاً بر پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی و ارتقای عملکرد درون‌سازمانی استوار بوده است. اما با گذر زمان و افزایش پیچیدگی ابرچالش‌ها، ادبیات پژوهشی به سمت کاربست تفکر سیستمی در سطح کلان حکمرانی سوق پیدا کرده است.

این چرخش بنیادین در شکل‌گیری خوشه اول و خوشه دوم کاملاً مشهود است. خوشه اول تجلی‌گاه پیوند خوردن دو پارادایم سیاست‌گذاری و حکمرانی و گذار پایداری است. محققان در این خوشه دریافتند که نوآوری‌های فناوریانه بدون بازطراحی معماری نهادی و تنظیم‌گری متناسب، قادر به ایجاد تغییرات رادیکال نیستند. در نهایت، خوشه دوم نشان‌دهنده نفوذ پارادایم‌های تفکر سیستمی و شبکه‌های همکاری در رویارویی با مسائل غامضی نظیر تغییرات اقلیمی است. این تطبیق نشان می‌دهد که چگونه تفکر سیستمی از یک رویکرد انتزاعی، به ابزاری کلیدی برای مدل‌سازی پویایی‌ها و مداخلات استراتژیک در سطح حکمرانی کلان تبدیل شده است و نوآوری‌های سیستمی را از سطح بنگاه به سطح دگرگونی‌های اجتماعی-اقتصادی ارتقا داده است.

۱.۵. دلالت‌های سیاستی و پیشنهادات کاربردی برای گذار سیستمی

با در نظر گرفتن ماهیت ساختار شکنانه نوآوری‌های سیستمی و منطبق‌سازی آن با بافتار نهادی پرچالش اقتصادهای در حال توسعه همچون ایران، معماری مجدد سیاست‌گذاری‌های عمومی نیازمند اقداماتی استراتژیک و عینی است. توصیه‌های کاربردی زیر برای معماران نهادی، قانون‌گذاران و مدیران صنایع راهبردی پیشنهاد می‌گردد:

- گذار از معماری سیلویی به حکمرانی شبکه‌ای در چالش‌های آب و انرژی: شواهد تحلیلی

تأیید می‌کنند که مهار بحران‌های سیستمی مستلزم تغییر همزمان در ساختارها، فرهنگ و کنش‌ها است. در کشوری که با چالش‌های درهم‌تنیده مواجه است، اتکا به راهکارهای مهندسی صرفاً بخشی در حکمرانی آب (مانند طرح‌های کلان انتقال آب بین حوضه‌ای یا سدسازی‌های گسترده بدون اصلاح نهادی در الگوی مصرف کشاورزی) نمونه بارز دیدگاه تقلیل‌گرایانه است که به تشدید فرونشست زمین و مناقشات اجتماعی-اکولوژیک می‌انجامد. نهادهای بالادستی باید با اتخاذ رویکردهای چون هم‌بست آب، انرژی و غذا^۱، نقش خود را از تخصیص‌دهنده منابع خرد، به هماهنگ‌کننده شبکه‌های فرابخشی ارتقا دهند.

• رفع موانع توسعه تجدیدپذیرها از طریق مهندسی نهادی و ایجاد آشیانه‌های حفاظتی:

توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (به‌ویژه فناوری‌های خورشیدی و بادی) در ایران صرفاً با موانع فناورانه روبرو نیست، بلکه با قفل‌شدگی‌های شدید نهادی مواجه است. سلطه رژیم‌های صلب متکی بر اقتصاد رانتي و قیمت‌گذاری یارانه‌ای سوخت‌های فسیلی، همچون سدی نفوذناپذیر در برابر توسعه و تجاری‌سازی این نوآوری‌ها عمل می‌کند. برای عبور از این بن‌بست، دولت موظف است فضاهای آزمون و آشیانه‌های حفاظت‌شده ایجاد نماید. این فضاهای ایزوله (نظیر جوامع انرژی محلی یا تعرفه‌های تضمینی هدفمند)، به نوآوری‌های نابالغ اجازه می‌دهند تا بدون قرار گرفتن در معرض رقابت بی‌رحمانه و نابرابر با بازار سنتی یارانه‌ای، تمرین، بلوغ و تکامل را تجربه کنند.

• بازنگری انتقادی در قضاوت‌های مرزی پروژه‌های کلان صنعتی: متأثر از موج سوم تفکر

سیستمی و رویکردهای مداخله انتقادی، مدیران استراتژیک باید پیش از پیاده‌سازی فناوری‌های سرمایه‌بر در مناطق حساس جغرافیایی (مانند احداث صنایع آب‌بر نظیر فولاد در مناطق خشک فلات مرکزی)، اثرات بازگشتی آن‌ها را بر زیست‌بوم‌های محلی به دقت تحلیل کنند. بازتعریف مرزهای سیستم به این معنا است که موفقیت و سودآوری یک نوآوری فناورانه نباید صرفاً با ترازنامه مالی یک بنگاه سنجیده شود، بلکه ترازنامه اکولوژیک و اجتماعی (شامل ارزیابی تخلیه آبخوان‌ها، جابه‌جایی‌های جمعیتی و تخریب محیط‌زیست) باید هسته مرکزی سنجش ارزش و ارزیابی پروژه‌های توسعه‌ای در ایران را تشکیل دهد.

۲.۵. چشم‌انداز آینده و دستور کار پژوهش‌های آتی

نقشه‌برداری انجام‌شده، ضمن آنکه تصویری از تکامل تاریخی این پیکره معرفتی ترسیم نمود، افق‌های بکری را برای محققان پیشرو در دهه‌های پیش‌رو، تا رسیدن به نقطه عطف پیش‌بینی شده در سال ۲۰۴۰، روشن می‌سازد. به منظور پیشبرد مرزهای دانش نظری و عملی، مسیرهای پژوهشی زیر پیشنهاد می‌گردند:

• مدل‌سازی تجربی پویایی گذارهای فنی-اجتماعی در اقتصادهای جنوب جهانی: با توجه به

اینکه پایه‌های نظری ادبیات گذار به سمت پایداری، عمدتاً متأثر از مطالعات موردی در کشورهای توسعه‌یافته با ثبات بالای نهادی (شمال جهانی) شکل گرفته است، خلاء نظری عمیقی در خصوص رفتار نوآوری‌های سیستمی در محیط‌های پرتلاطم وجود دارد. برای عملیاتی‌سازی پژوهش‌ها در اقتصادهای جنوب جهانی (به‌ویژه اقتصادهای مبتنی بر رانت منابع طبیعی)، پیشنهاد می‌شود محققان آتی از چارچوب اقتصاد سیاسی گذار در ترکیب با مدل‌سازی‌های کمی و شبکه‌ای استفاده کنند. ارزیابی شاخص‌های

^۱ Water-Energy-Food Nexus

ملموس در بستر تورم‌های مزمن یا تحریم‌های بین‌المللی، امکان استفاده از روش‌های شبیه‌سازی نظیر پویایی‌شناسی سیستم و مدل‌سازی عامل‌بنیان را فراهم می‌آورد تا رفتار رژیم‌ها و آشیانه‌ها در شرایط بحرانی به‌طور واقع‌گرایانه و کمی پیش‌بینی گردد.

• واکاوی تقاطع استراتژیک هوش مصنوعی، تحلیل کلان‌داده‌ها و پویایی‌شناسی سیستم‌ها:

یافته‌های به‌دست آمده از نقشه مضامین نشان می‌دهد که اگرچه مفهوم فناوری به عنوان یک مضمون پیش‌ران و موتور محرک این حوزه تثبیت شده است، اما کلیدواژه‌های نوینی نظیر هوش مصنوعی همچنان در ربع مضامین نوظهور و حاشیه‌ای (سمت چپ نقشه) قرار داشته و به بلوغ نرسیده‌اند. علاوه بر این، در شبکه هم‌رخدادی واژگان یک شکاف مفهومی میان خوشه آبی‌رنگ فناوری و سیستم‌های اطلاعاتی (که رویکردی خرد و سازمانی دارد) و خوشه قرمز رنگ گذار پایداری (که رویکردی کلان دارد) مشاهده شد. برای پر کردن این شکاف ساختاری در ادبیات، یک خط پژوهشی بسیار حیاتی برای آینده، بررسی این مسئله است که چگونه الگوریتم‌های هوش مصنوعی و دوقلوهای دیجیتال می‌توانند از سطح سازمانی فراتر رفته و به عنوان کاتالیزورهایی هوشمند برای شبیه‌سازی رفتارهای غیرخطی در سیستم‌های کلان فنی-اجتماعی عمل کنند. توسعه چارچوب‌هایی که نشان دهد هوش مصنوعی چگونه پیچیدگی‌های گذار را مدل‌سازی کرده و هزینه‌های مبادله اطلاعات را در شبکه‌های هم‌آفرینی ارزش کاهش می‌دهد، می‌تواند حلقه مفقوده میان مدیریت فناوری‌های نوین و مطالعات کلان پایداری را در پژوهش‌های دهه پیش رو شکل دهد.

• تعمیق مطالعات در زمینه ارزیابی اثرات یکپارچه و امنیت سایبرفیزیکی: با توجه به جایگیری

مفهوم حیاتی اثرگذاری در ربع حاشیه‌ای و قرار گرفتن مفهوم کلیدی امنیت در مرزهای نقشه مضامین، مشخص است که این مقولات هنوز به بلوغ کافی نرسیده‌اند. محققان باید با طراحی چارچوب‌های ارزیابی اثرات یکپارچه، ابزارهایی برای اندازه‌گیری پیامدهای غیرعمدی و جانبی مداخلات سیستمی توسعه دهند. مضاف بر این، با افزایش درهم‌تنیدگی زیرساخت‌های فیزیکی شهری با پلتفرم‌های نرم‌افزاری توزیع شده، پژوهش پیرامون ابعاد امنیت سایبرفیزیکی در سیستم‌های نوآوری کلان، بی‌تردید یکی از داغ‌ترین و ضروری‌ترین جریان‌های علمی در دهه پیش رو خواهد بود.

۳.۵. محدودیت‌های پژوهش

علی‌رغم آنکه این پژوهش تلاش کرده است تا با استفاده از روش‌های ساختارمند علم‌سنجی، تصویری جامع از ساختار مفهومی نوآوری‌های سیستمی ارائه دهد، اما با محدودیت‌هایی نیز همراه بوده است که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرند:

نخست، به دلیل نیاز به فراداده‌های^۱ استاندارد، یکپارچه و باکیفیت جهت پردازش دقیق در نرم‌افزار R و بسته بیلیومتریکس، استخراج داده‌ها منحصرأز پایگاه استنادی وب‌آوساینس انجام گرفت. اگرچه این پایگاه معتبرترین نمایه برای مقالات باکیفیت و داوری شده محسوب می‌شود، اما با توجه به ماهیت به شدت میان‌رشته‌ای نوآوری‌های سیستمی، عدم استفاده همزمان از پایگاه‌های وسیع‌تری نظیر اسکوپوس و گوگل اسکالر احتمال بروز سوگیری پوششی را به همراه دارد و ممکن است بخشی از ادبیات مرتبط، به ویژه در کنفرانس‌ها یا مجلات نوظهور، از دایره تحلیل خارج شده باشد.

^۱ Metadata

دوم، اعمال محدودیت زبانی و انتخاب انحصاری مقالات منتشرشده به زبان انگلیسی، موجب می‌شود تا آن دسته از تجربیات و پژوهش‌های ارزشمند ملی و منطقه‌ای (در حوزه گذار پایداری و سیستم‌های نوآوری) که به سایر زبان‌ها منتشر شده‌اند، در این نگاشت علم نادیده گرفته شوند.

سوم، از منظر زمانی، داده‌های این پژوهش اسناد منتشرشده تا آگوست ۲۰۲۶ (زمان انجام این پژوهش) را در بر می‌گیرد. با توجه به قرار داشتن این حوزه در فاز شتابان چرخه عمر خود و پویایی بالای تولیدات علمی در آن، ساختار شبکه‌ها و شاخص‌های علم‌سنجی به صورت مداوم در حال تغییر و تکامل هستند. از این رو، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران در مطالعات آتی علم‌سنجی، ضمن تلفیق داده‌های پایگاه‌های وب‌آوساینس و اسکوپوس و در نظر گرفتن مقالات غیرانگلیسی، به پایش و به‌روزرسانی مستمر این ساختار مفهومی در سال‌های آینده بپردازند.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

ORCID

Mehran Badin Dahesh  <https://orcid.org/0000-0002-1181-9287>

Atiye Sarabi-Jamab  <https://orcid.org/0000-0002-9398-2116>

References

- Aghlimoghadam, L. (2025). New-institutional explanations for energy transition in Iran: investigating the interplays between institutions, actors, and technology. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 38(2), 934-960. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13511610.2025.2467835>
- Aghlimoghadam, L., Salehi, S., & Dienel, H.-L. (2022). A Contribution to Social Acceptance of PV in an Oil-Rich Country: Reflections on Governmental Organisations in Iran. *Sustainability*, 14(20). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su142013477>
- Akinsete, E., Guittard, A., La Jeunesse, I., Munoz, A. L. B., Blanchi-Sic, A., Spyropoulou, A., & Koundouri, P. (2026). Implementing Living Labs to Support Local Climate Change Adaptation and Resilience Strategies Using a Systems Innovation Approach. *Sustainability*, 18(10), 4918. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su18104918>
- Alamanos, A., Koundouri, P., Papadaki, L., & Pliakou, T. (2022). A system innovation approach for science-stakeholder interface: theory and application to water-land-food-energy nexus. *Frontiers in Water*, 3, 744773. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3389/frwa.2021.744773>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Aria, M., Cuccurullo, C., D'Aniello, L., Misuraca, M., & Spano, M. (2024). Comparative science mapping: a novel conceptual structure analysis with metadata. *Scientometrics*, 129(11), 7055-7081. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-05161-6>
- Aria, M., D'Aniello, L., Misuraca, M., & Spano, M. (2026). Rethinking thematic evolution in science mapping: An integrated framework for longitudinal analysis. In *arXiv preprint arXiv:2603.06436*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2603.06436>
- Aria, M., Misuraca, M., & Spano, M. (2020). Mapping the Evolution of Social Research and Data Science on 30 Years of Social Indicators Research. *Social Indicators Research*, 149(3), 803-831. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02281-3>
- Arora, S., & Stirling, A. (2023). Colonial modernity and sustainability transitions: A conceptualisation in six dimensions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 48, 100733. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eist.2023.100733>
- Avelino, F., & Rotmans, J. (2009). Power in transition: an interdisciplinary framework to study power

- in relation to structural change. *European Journal of Social Theory*, 12(4), 543–569. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1368431009349830>
- Berkhout, F., Angel, D., & Wieczorek, A. J. (2009). Asian development pathways and sustainable socio-technical regimes. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(2), 218–228. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.017>
- Boulding, K. E. (1956). General systems theory—the skeleton of science. *Management Science*, 2(3), 197–208. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0718-9_15
- Boyack, K. W., Klavans, R., & Börner, K. (2005). Mapping the backbone of science. *Scientometrics*, 64(3), 351–374. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11192-005-0255-6>
- Braga, C., Schulte, J., & Watz, M. S. (2026). Conceptualizing product sustainability performance: a systematic literature review and proposed definition. *Journal of Industrial Ecology*, 30(4), 1475–1494. <https://doi.org/10.1007/s44498-026-00099-9>
- Calafat-Marzal, C., Cervera, F. J., Gallego-Salguero, Á., & García-Alvarez-Coque, J.-M. (2023). How to combine socioeconomic assessment and remote sensing methods to recover and group farm plots at risk of abandonment. *Journal of Land Use Science*, 18(1), 263–283. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2023.2234921>
- Callon, M., Courtial, J.-P., Turner, W. A., & Bauin, S. (1983). From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Social Science Information*, 22(2), 191–235. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/053901883022002003>
- Callon, M., Courtial, J. P., & Laville, F. (1991). Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry. *Scientometrics*, 22(1), 155–205. <https://doi.org/10.1007/BF02019280>
- Checkland, P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons.
- Chen, J., Maguire, T. K., McCoy, R. G., Thomas, S., & Reynolds III, C. F. (2025). Reimagining Resilience in Aging: Leveraging AI/ML, Big Data Analytics, and Systems Innovation. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(9), 1005–1017. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2025.05.007>
- Chesbrough, H. (2020). To recover faster from Covid-19, open up: Managerial implications from an open innovation perspective. *Industrial Marketing Management*, 88, 410–413. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.04.010>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146–166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Curado, A., & de Almeida, P. (2026). Co-Evolution Between Technology and User Engagement in the Niche of Energy Communities in Portugal. *Applied Sciences*, 16(11), 5286. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app16115286>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Dooley, L., & O'Sullivan, D. (2000). Systems innovation manager. *Production Planning & Control*, 11(4), 369–379. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/095372800232108>
- Drury, D. H., & Farhoomand, A. (1999). Information technology push/pull reactions. *Journal of Systems and Software*, 47(1), 3–10. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(99\)00018-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0164-1212(99)00018-7)
- Dzhereleiko, S., Borisova, V., Konieva, I., Yakovenko, O., & Zinchenko, A. (2024). INNOVATIVE APPROACHES TO FINANCIAL RISK MITIGATION: INSIGHTS FOR DIGITAL BUSINESS AND ACCOUNTING SYSTEMS. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(57 SE-AКТУАЛІБНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ФІНАНСІВ, ОБЛІКУ І АУДИТУ), 67–79. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.4.57.2024.4411>
- Essén, A., & Conrick, M. (2008). New e-service development in the homecare sector: Beyond implementing a radical technology. *International Journal of Medical Informatics*, 77(10), 679–688. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2008.02.001>
- Fartash, K., & Ghorbani, A. (2023). Holding solar energy hostage? Evidences from the political economy of the solar photovoltaic innovation system in Iran. *Energy Research & Social Science*, 106, 103304. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103304>

- Feola, G. (2020). Capitalism in sustainability transitions research: Time for a critical turn? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 241–250. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.02.005>
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. MIT Press.
- Geels, F. W. (2002). Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-level Perspective and a Case-study. *Research Policy*, 31, 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. W. (2004). From Sectoral Systems of Innovation to Socio-technical Systems: Insights About Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory. *Research Policy*, 33, 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>
- Geels, F. W. (2026). The Multi-level Perspective on Sustainability Transitions. In J. WESCHE & A. HENDRIKS (Eds.), *INTRODUCTION TO SUSTAINABILITY TRANSITIONS RESEARCH*. Cambridge University Press.
- Genus, A., & Coles, A.-M. (2008). Rethinking the multi-level perspective of technological transitions. *Research Policy*, 37(9), 1436–1445. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.05.006>
- Ghosh, B., Malaver, D. C. V., Chakraborty, K., Mguni, P., & Yuana, S. L. (2025). Transformative innovation policy: An analytical review of key methods and challenges. *Annual Review of Environment and Resources*, 50. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-environ-111523-102251>
- Giddens, A. (1986). *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. University of California Press.
- Gurdgiev, C., Sohag, K., & Islam, M. M. (2025). Emerging Asia's move towards a net-zero path: The interplay of environmental threats, energy systems innovation, and vulnerability. *Energy Economics*, 108864. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eneco.2025.108864>
- Hansen, T., & Coenen, L. (2015). The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 17, 92–109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.11.001>
- Hebinck, A., Diercks, G., von Wirth, T., Beers, P. J., Barsties, L., Buchel, S., Greer, R., van Steenberg, F., & Loorbach, D. (2022). An actionable understanding of societal transitions: the X-curve framework. *Sustainability Science*, 17(3), 1009–1021. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11625-021-01084-w>
- Jain, M., Siva, V., Hoppe, T., & Bressers, H. (2020). Assessing governance of low energy green building innovation in the building sector: Insights from Singapore and Delhi. *Energy Policy*, 145, 111752. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111752>
- Janoskova, K., & Kral, P. (2019). An in-depth analysis of the summary innovation index in the v4 countries. *Journal of Competitiveness*, 11(2), 68. <https://doi.org/10.7441/joc.2019.02.05>
- Jeyaraj, A., Raiser, D. B., Chowa, C., & Griggs, G. M. (2009). Organizational and institutional determinants of B2C adoption under shifting environments. *Journal of Information Technology*, 24(3), 219–230. <https://doi.org/https://doi.org/10.1057/jit.2008.22>
- Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wieczorek, A., Alkemade, F., Avelino, F., Bergek, A., & Boons, F. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 1–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>
- Kostoff, R. N. (1993a). Co-word Analysis. In *Evaluating R&D Impacts: Methods and Practice* (pp. 63–78). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5182-6_4
- Kostoff, R. N. (1993b). Co-Word Analysis. In *Evaluating R&D Impacts: Methods and Practice* (pp. 63–78). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5182-6_4
- Latorre, M. P., Martinez-Nunez, M., & Callao, C. (2021). Modelling and analysing the relationship between innovation and the European Regulations on hazardous waste shipments. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 21(4), 575–594. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10784-021-09536-5>
- Lawrence, C. (2013). A Holistic Narrative of Culture's Mediation of Information Systems Innovation:

- A Qualitative Meta-Synthesis. *Journal of Global Information Technology Management*, 16(3), 31–52. <https://doi.org/10.1080/1097198X.2013.10845641>
- Loorbach, D., Frantzeskaki, N., & Avelino, F. (2017). Sustainability transitions research: transforming science and practice for societal change. In *Annual review of environment and resources* (Vol. 42). Annual Reviews. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021340>
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability Transitions: An Emerging Field of Research and its Prospects. *Research Policy*, 41, 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
- Midgley, G., & Lindhult, E. (2021). A systems perspective on systemic innovation. *Systems Research and Behavioral Science*, 38(5), 635–670. <https://doi.org/10.1002/sres.2819>
- Mukherjee, D., Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2022). Guidelines for advancing theory and practice through bibliometric research. *Journal of Business Research*, 148, 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.04.042>
- Nelson, R. R. (1987). *Understanding Technical Change as an Evolutionary Process*. North-Holland.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap Press of Harvard University Press.
- Newig, J., & Rose, M. (2020). Cumulating evidence in environmental governance, policy and planning research: towards a research reform agenda. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 22(5), 667–681. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2020.1767551>
- Rao, A. V. N. (2021). Exploring the factors for enhancing supply chain responsiveness in logistics industry: a case study of select logistics companies in Delhi NCR Region. *International Journal of Indian Culture and Business Management*, 24(2), 214–224. <https://doi.org/10.1504/IJICBM.2021.118880>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*, 5th Edition. Free Press.
- Schulz-Quach, C., Lyver, B., Reynolds, C., Hanagan, T., Haines, J., Shannon, J., Pozzobon, L. D., Sarraf, Y., Sabbah, S., & Ensafi, S. (2025). Understanding and measuring workplace violence in healthcare: a Canadian systematic framework to address a global healthcare phenomenon. *BMC Emergency Medicine*, 25(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s12873-024-01144-1>
- Schumpeter, J. A. (1943). *Capitalism, Socialism, and Democracy*. George Allen & Unwin.
- Smadi, H. J., Albatran, S., & Alsmadi, Y. (2026). A Systems-Based Safety Innovation Framework for Occupational Risk Management in Electrical Power Systems. *Applied System Innovation*, 9(7), 151. <https://doi.org/10.3390/asi9070151>
- Smith, A., & Stirling, A. (2008). *Social-ecological resilience and socio-technical transitions: critical issues for sustainability governance* (STEPS Working Paper 8). STEPS Centre.
- Smith, A., Stirling, A., & Berkhout, F. (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy*, 34(10), 1491–1510. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.07.005>
- Snyder-Halpern, R. (2001). Indicators of organizational readiness for clinical information technology/systems innovation: a Delphi study. *International Journal of Medical Informatics*, 63(3), 179–204. [https://doi.org/10.1016/S1386-5056\(01\)00179-4](https://doi.org/10.1016/S1386-5056(01)00179-4)
- Swanson, E. B. (1994). Information systems innovation among organizations. *Management Science*, 40(9), 1069–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.40.9.1069>
- Truffer, B., Voß, J.-P., & Konrad, K. (2008). Mapping expectations for system transformations: Lessons from Sustainability Foresight in German utility sectors. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(9), 1360–1372. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.04.001>
- Ulrich, W. (1983). *Critical Heuristics of Social Planning: A New Approach to Practical Philosophy*. Wiley.
- Utulu, S. C. A., & Ngwenyama, O. (2019). Understanding the influence of librarians cognitive frames on institutional repository innovation and implementation. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 85(6), e12110. <https://doi.org/10.1002/isd2.12110>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics*, 84, 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68(1), 1–17. <https://doi.org/10.1509/jmkg.68.1.1.24036>
- Vega, A., & Chiasson, M. (2019). A comprehensive framework to research digital innovation: The joint use of the systems of innovation and critical realism. *The Journal of Strategic Information Systems*,

- 28(3), 242–256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.06.001>
- Wallin, J. A. (2005). Bibliometric Methods: Pitfalls and Possibilities. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, 97(5), 261–275. https://doi.org/10.1111/j.1742-7843.2005.pto_139.x
- Waltman, L., van Eck, N. J., & Noyons, E. C. M. (2010). A Unified Approach to Mapping and Clustering of Bibliometric Networks. *Journal of Informetrics*, 4(4), 629–635. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>
- Wang, J., Wang, Z., Yu, J., Kahkoska, A. R., Buse, J. B., & Gu, Z. (2020). Glucose-responsive insulin and delivery systems: innovation and translation. *Advanced Materials*, 32(13), 1902004. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/adma.201902004>
- Wang, Q. (2018). A bibliometric model for identifying emerging research topics. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 69(2), 290–304. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/asi.23930>
- Yang, K. H., Lee, S. M., & Lee, S. (2007). Adoption of information and communication technology: impact of technology types, organization resources and management style. *Industrial Management & Data Systems*, 107(9), 1257–1275. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/02635570710833956>
- Yousefi, M., Matzdorf, B., & Ewert, F. (2026). Research frameworks in agricultural living labs: A systematic review and comparative analysis. *Agricultural Systems*, 233, 104629. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agry.2025.104629>
- Zolfagharian, M., Walrave, B., Raven, R., & Romme, A. G. L. (2019). Studying transitions: Past, present, and future. *Research Policy*, 48(9), 103788. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.04.012>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 1–44. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>