Volume 18, Number 3, Fall 2025

Journal of

Science & Technology Policy

Revisiting the Role of the Innovation and Prosperity Fund and Science & Technology Parks in Shaping Technology Drivers

Atieh Bozorgipour[1], Manochehr Manteghi[2], Javad Mashayekh[3]

1-PhD candidate, Department of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

2-Professor, Department of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran (Corresponding Author: Manteghi@guest.ut.ac.ir)

3-Assistant professor, Department of Management, Economics and Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Abstract

Innovation Fund and Technology Parks, as network-oriented intermediary institutions, play a pivotal role in designing and facilitating interactions among knowledge-based firms. Focusing on this role, the present study proposes an integrated framework that combines social network analysis and multi-criteria decision-making to identify firms with high potential to emerge as technology drivers within Iran's innovation ecosystem. The dataset comprises the participation of 6,224 knowledge-based firms in 1,419 networking events organized by the Innovation Fund, forming a co-attendance network with 270,623 links. Based on these data, the co-attendance network was modeled and key structural metrics (density, average degree, diameter, clustering coefficient) were calculated. Community detection algorithms were then applied to extract natural technological clusters, and four centrality measures (degree, betweenness, closeness, eigenvector) were computed for each firm. These indicators were integrated using the TOPSIS multi-criteria decision-making method to generate a ranked list of firms with high potential to act as technology drivers.The results indicate that these high-potential firms are concentrated in several technological domains, primarily ICT (~22.5%), electronics and automation systems (~22.3%), advanced machinery and equipment (~20%), and advanced materials (~13.7%). The analysis also shows that approximately one-third of these potential driver firms are located in technology parks and incubators, with the share varying across technological clusters. Overall, the findings highlight that firms' positions within the collaboration network—measured through centrality indicators and community detection outcomes—are the key determinants of their "driver potential." Accordingly, the proposed framework offers a practical tool for policymakers to target support measures and design data-driven networking programs more effectively.

Keywords: Technological Frontrunners, Science And Technology Parks, Social Network Analysis, Knowledge-Based Firms, Innovation And Prosperity Fund, TOPSIS.

How to Cite this Paper:

Bozorgipour, A., Manteghi, M. & Mashayekh, J. (2025). **Revisiting the Role of the Innovation and Prosperity Fund and Science & Technology Parks in Shaping Technology Drivers**. *Journal of Science & Technology Policy*, 18(3), 97-115. {In Persian}.

doi: 10.22034/jstp.2025.12111.1959

CC BY

Publisher: National Research Institute for Science Policy

فصلنامه علمی - پژوهشی
سیاست علم و فناوری

سال هجدهم، شماره ۳، پاییز ۱٤۰٤
مقاله پژوهشی

بازخوانی نقش پارک‌های علم و فناوری و صندوق نوآوری و شکوفایی در شکل‌دهی به پیشران‌های فناوری

عطیه بزرگی‌پور[۱]، منوچهر منطقی[۲]، جواد مشایخ[۳]

۱- دانشجوی دکترای مدیریت فناوری، دانشگاه مالک اشتر، تهران، ایران.
۲- استاد دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.
(نویسنده مسئول مکاتبات: Manteghi@guest.ut.ac.ir)
۳- استادیاردانشکده مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

چکیده

صندوق نوآوری و شکوفایی و پارک‌های علم و فناوری به‌عنوان نهادهای واسطه‌ای شبکه‌ساز نقش محوری در طراحی و تسهیل تعاملات میان شرکت‌های دانش‌بنیان دارند و این پژوهش با هدف بررسی نقش این نهادهای واسطه ای در شکل دهی به پیشران های نوآوری انجام شده است. در این راستا رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای تحلیل روابط بین شرکت‌های دانش‌بنیان بکار رفته است. داده‌های تحقیق شامل ۶۲۲۴ شرکت دانش‌بنیان حاضر در ۱۴۱۹ رویداد شبکه‌ساز صندوق است که یک شبکه هم‌حضوری با ۲۷۰۶۲۳ ارتباط را تشکیل می‌دهد. بر مبنای این داده‌ها شبکه هم‌حضوری مدل‌سازی و شاخص‌های ساختاری کلان (چگالی، میانگین درجه، قطر، ضریب خوشه‌بندی) محاسبه شد. سپس با به‌کارگیری الگوریتم‌های شناسایی اجتماع، خوشه‌های فناورانه طبیعی استخراج و چهار شاخص مرکزیت (درجه، بینابینی، نزدیکی و مقدارویژه) برای هر شرکت محاسبه گردید؛ این شاخص‌ها با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس تلفیق شده تا فهرست شرکت‌های مستعد برای تشکیل پیشران تولید شود. نتایج نشان می‌دهد که شرکت‌های مستعد در حوزه‌های متنوع فناوری متمرکز شده‌اند؛ که به ترتیب در فناوری اطلاعات و ارتباطات (حدود ۲۲.۵٪)، برق و الکترونیک و سامانه‌های خودکار (حدود ۲۲.۳٪)، ماشین‌آلات و تجهیزات پیشرفته (حدود ۲۰٪) و مواد پیشرفته (حدود ۱۳.۷٪) و قرار دارند. همچنین تحلیل نقش نهادهای واسطه‌ای نشان می‌دهد که تقریباً یک سوم از شرکت‌های دانش‌بنیان مستعد برای تشکیل پیشران‌های فناوری در پارک‌ها و مراکز رشد مستقرند و این سهم بسته به خوشه فناورانه متفاوت است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، جایگاه شرکت‌ها در ساختار شبکه همکاری که از طریق شاخص‌های مختلف مرکزیت و نتایج الگوریتم‌های اجتماع‌سنجی سنجیده شده عامل اصلی تعیین «قابلیت پیشرانی» آن‌ها است. بر این اساس، چارچوب ارائه‌شده می‌تواند ابزاری عملیاتی برای سیاست‌گذاران در هدف‌گذاری حمایت‌ها و طراحی برنامه‌های شبکه‌ساز فراهم کند.

کلیدواژه‌ها: پیشران فناوری، سازمان واسطه‌ای، تحلیل شبکه اجتماعی، شرکت‌های دانش‌بنیان، صندوق نوآوری شکوفایی، پارک‌های علم و فناوری.

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:
بزرگی‌پور، عطیه.، منطقی، منوچهر. و مشایخ، جواد. (۱٤۰٤). **بازخوانی نقش پارک‌های علم و فناوری و صندوق نوآوری و شکوفایی در شکل‌دهی به پیشران‌های فناوری**، *سیاست علم‌وفناوری*، (۳)۱۸، ۱۱۵-۹۷.

doi: 10.22034/jstp.2025.12111.1959

CC BY

۱- مقدمه

تحولات فناورانه و گذار به اقتصاد دانش‌بنیان، نقش شرکت‌ها را از بنگاه‌های مستقل به بازیگرانی مؤثر در شبکه‌های پویای نوآوری ارتقا داده است. مطالعات نشان می‌دهند عملکرد این بوم‌سازگان‌ها تا حد زیادی به نقش پیشران‌های فناوری وابسته است [۱]؛ نهادهایی که با هدایت مسیرهای فناورانه، تولید فناوری‌های کلیدی و اثرگذاری بر جریان‌های دانش، تعیین‌کننده جهت‌گیری نوآوری در یک بوم‌سازگان هستند [۲] پیشران‌های فناوری معمولاً توان توسعه فناوری‌های بنیادین، معماری‌های پیچیده محصول، و نوآوری‌های مکمل را دارند؛ عواملی که امکان ایجاد «مزیت معماری» و کنترل مسیرهای تکامل فناوری را فراهم می‌سازد [۳]. آنان از طریق ایجاد استانداردهای فناورانه، ثبت اختراعات کلیدی و ایفای نقش هماهنگ‌کننده یا پلتفرمی، بر شکل‌گیری بوم‌سازگان نوآوری تأثیر می‌گذارند. تحلیل نقش این نهادها تنها بر اساس خروجی‌های فناورانه کافی نیست، بلکه باید ساختار شبکه‌ای روابط و جریان دانش بین بازیگران را نیز بررسی کرد. شرکت‌هایی که از نظر شاخص‌های مرکزیت شبکه (مانند درجه، بینابینی و...) موقعیت محوری دارند، در تسهیل انتشار دانش و هدایت همکاری‌ها نقش کلیدی بازی می‌کنند. بنابراین مفهوم «پیشران شبکه» می‌تواند مکمل یا متمایز از «پیشران فناوری» باشد [٤].

در میان حمایت‌های مختلف، شبکه‌سازی به دلیل تسهیل اشتراک‌گذاری دانش و افزایش شانس تجاری‌سازی نوآوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [٥]. با وجود رشد تولید علم در ایران، تبدیل نتایج پژوهشی به دستاوردهای اقتصادی و فناورانه با موانع ساختاری قابل‌توجهی مواجه است؛ مطالعات متعدد نشان داده‌اند که ضعف در انتقال فناوری میان دانشگاه و صنعت، ناکارآمدی سازوکارهای واسطه‌ای و عدم شناسایی دقیق بازیگران کلیدی در شبکه نوآوری از جمله دلایل این شکست هستند [٦]. مطالعه‌ای مشابه در حوزه زیست فناوری تأکید دارد که نبود ساختار مؤثر برای مدیریت، پایبندی نهادها به سیاست‌گذاری کوتاه‌مدت و فقدان حمایت مستمر، فرایند تجاری‌سازی را مختل می‌کند [۷]. از سوی دیگر، پژوهش اخیری در ایران نشان داده که توسعه و کارایی نهادهای واسطه‌ای نوآوری مانند پارک‌های علم و فناوری یا دفاتر تجاری‌سازی برای پشتیبانی از تبدیل دانش به بازار ضروری است [۸]. این موانع ساختاری، به‌ویژه در اقتصادهای در حال توسعه، کارایی بوم‌های نوآوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و نهادهای واسطه‌ای ناتوان سبب می‌شوند نوآوری‌های فناورانه با وجود ظرفیت علمی نتوانند به محصولات یا خدمات تجاری تبدیل شوند [۹]. این پژوهش با تحلیل شبکه همکاری شرکت‌ها، روشی نظام‌مند و داده‌محور برای شناسایی شرکت‌های دانش‌بنیان پیشران ارائه می‌دهد. این روش می‌تواند مبنایی برای تخصیص بهینه منابع، طراحی سیاست‌های حمایتی هدفمند و تسریع تجاری‌سازی فناوری باشد و به سیاست‌گذاران کمک کند تا با شناسایی بازیگران کلیدی و توجه همزمان به ساختار شبکه و توان فناورانه، چارچوبی برای تقویت اقتصاد دانش‌بنیان فراهم آورند. اگرچه مطالعات موردی در حوزه نوآوری گسترش یافته، اما خلأ روش‌شناختی در مقیاس ملی همچنان وجود دارد، زیرا بسیاری از پژوهش‌ها تنها بر فرآیندهای داخلی شرکت‌ها تمرکز کرده‌اند [۱۰] و یا تحلیل‌های شبکه‌ای محدود به صنایع خاص ارائه داده‌اند [۱۱]. در نتیجه فاقد یک چارچوب جامع برای شناسایی بازیگران کلیدی در سطح بوم‌سازگان ملی هستند. علاوه بر این، مرور مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهد که شناسایی «شرکت‌های پیشران» عموماً بر خروجی‌های فناورانه مانند اختراعات، حق‌امتیازها یا معرفی محصولات متمرکز بوده و تحلیل شبکه‌های همکاری کمتر مورد توجه قرار گرفته است [۱۲]. این در حالی است که در اقتصادهای در حال توسعه، نادیده‌گرفتن ساختار شبکه و نقش نهادهای واسطه‌ای می‌تواند موجب برآورد نادرست از ظرفیت اثرگذاری شرکت‌ها شود [۹].

در ایران نیز، گزارش‌های ملی و ارزیابی‌های سیاستی به فقدان مدل‌های داده‌محور برای شناسایی بازیگران کلیدی شبکه نوآوری اشاره کرده‌اند و بر لزوم تحلیل ساختار همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان تأکید دارند [۸]. اما پژوهش حاضر با هدف پر کردن شکاف روش‌شناختی در سطح ملی و با تلفیق تحلیل شبکه اجتماعی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، بر اساس داده‌های رویدادهای شبکه‌سازی، چارچوبی

تحلیلی ارائه می‌دهد که به دو پرسش کلیدی می‌پردازد: سوال اصلی این است که نقش نهادهای واسطه‌ای مانند پارک‌های علم و فناوری و صندوق نوآوری و شکوفایی درشکل‌گیری پیشران‌های فناوری چیست؟ و سوال فرعی این است که در کدام حوزه‌های تخصصی فناورانه می‌توان پیشران‌های فناوری را شکل داد؟

یافته‌های پژوهش شامل ترسیم نقشه خوشه‌های فناورانه طبیعی، ارائه فهرستی داده‌محور از شرکت‌های کلیدی، و ارزیابی اثربخشی نهادهای حمایتی در پرورش پیشران‌ها خواهد بود. خروجی نهایی، ابزاری عملیاتی برای سیاست‌گذاران در جهت تخصیص بهینه منابع و تسهیل تشکیل پیشران‌های فناوری فراهم می‌کند [۱۳] و پیشران‌های شبکه که به‌دلیل موقعیت ساختاری برتر، نقش واسطه‌گری دانش و اتصال خوشه‌ها را ایفا می‌نمایند [۱٤].

در ادامه، مبانی نظری و پیشینه پژوهش و شکاف‌های موجود در پیشینه مرور شده و سپس روش شناسی پژوهش و نحوه گردآوری، دسته بندی داده‌ها بیان شده است. سپس تحلیل شبکه اجتماعی و شناسایی جوامع بر روی آن‌ها انجام گرفته است. در انتها نیز بسته‌های سیاستی جهت تشکیل پیشران‌های فناوری ارائه گردیده است.

۲- مبانی نظری

درک پویایی‌های بوم‌سازگان نوآوری مستلزم توجه هم‌زمان به سازوکارهای فناورانه و روابط شبکه‌ای میان بازیگران است. به همین دلیل، این بخش با تفکیک دو مفهوم کلیدی «پیشران فناوری» و «پیشران شبکه»، تلاش می‌کند تبیین منسجم‌تری از نحوه اثرگذاری شرکت‌های دانش‌بنیان بر شکل‌دهی مسیرهای نوآوری و ساختار همکاری‌های فناورانه ارائه دهد.

شرکت‌های پیشران فناوری، بازیگرانی هستند که مسیرهای تکامل فناوری را در یک بوم‌سازگان از طریق توسعه فناوری‌های بنیادی، خلق معماری‌های نوآورانه محصول و تعیین استانداردها شکل می‌دهند. این شرکت‌ها با داشتن ظرفیت قوی تحقیق‌وتوسعه، توان مدیریت بوم‌سازگان‌های مکمل و توانایی تولید استانداردهای صنعتی، از مزیت معماری یا رهبری پلتفرمی برخوردارند [۱۵]. از منظر نظری، پیشران‌های فناوری با تعریف رابط‌ها و استانداردهـا، توانایی جهت‌دهی به مسیرهای انتقال دانش و اشتراک‌گذاری فناوری را دارند و از این راه می‌توانند ساختار رقابتی و فرصت‌های نوآوری را بازتعریف کنند [۱٦]. در نتیجه، شناسایی پیشران‌های فناوری مستلزم تحلیل ترکیبیِ خروجی‌های فناورانه مانند ثبت اختراع، محصولات کلیدی و سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه و بررسی نقش آن‌ها در تعیین قواعد بازی فناورانه است [۱۷].

مفهوم «پیشران شبکه» تمرکز را از ویژگی‌های درون‌سازمانی به موقعیت ساختاری در شبکه همکاری‌ها منتقل می‌کند. بر پایه نظریه‌های تحلیل شبکه اجتماعی، بازیگرانی که دارای مرکزیت بالا یا نقش میانجی‌گری هستند، می‌توانند جریان دانش و نوآوری را تسهیل کنند و نقش کلیدی در انتشار نوآوری ایفا نمایند [۱۸]. بنابراین «پیشران شبکه» لزوماً با پیشران فناوری یکسان نیست؛ برخی بازیگران ممکن است از نظر فناوری ضعیف‌تر اما به‌واسطه اتصال‌های متنوع و میانجی‌گریِ ساختاری، اثرگذاری شبکه‌ای بالایی داشته باشند، و بالعکس [۱٤]. از منظر سیاست‌گذاری، این تمایز اهمیت دارد زیرا ابزارهای تقویت «توان فناورانه» (مثلاً آزمایشگاه‌های تخصصی برای حمایت از تحقیق و توسعه) متفاوت از ابزارهای تقویت «ظرفیت شبکه‌ای» (مانند برنامه‌های شبکه‌سازی هدفمند، شتاب‌دهنده‌های خوشه‌ای یا تقویت نقش کارگزاران فناوری) است. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که ادغام هر دو ابزار، هنگام شناسایی بازیگران راهبردی ضرورت دارد تا از انتخاب‌های نادرست که صرفاً مبتنی بر خروجی‌های فناورانه هستند، جلوگیری شود[۱۵].

مرور ادبیات پژوهش حاضر در در قالب سه بخش "مطالعات مربوط عوامل رشد و پایداری شرکت‌های دانش‌بنیان"، "مطالعات مربوط به کاربست‌های تحلیل شبکه اجتماعی در حوزه‌ی سیاست‌گذاری علم و فناوری" و "مطالعات مربوط به نقش پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد در توسعه شبکه‌های نوآوری" ارائه شده‌است.

الف) سیاست‌ها و حمایت‌های دولتی برای رشد و پایداری شرکت‌های دانش‌بنیان

سیاست‌ها و حمایت‌های دولتی با هدف تسهیل توسعه

فناوری و کاهش ریسک نوآوری، محیط رشد شرکت‌های دانش‌بنیان را شکل می‌دهند. در این بخش، با مرور نمونه‌هایی از مطالعات داخلی و خارجی، نقش این حمایتها در تقویت بوم‌سازگان نوآوری ترسیم خواهد شد.

در پژوهشی انجام‌شده توسط کمیسیون اروپا، اثر حمایت‌های مالی و غیرمالی دولت بر عملکرد شرکت‌های کوچک و متوسط بررسی و نشان داده شد که ترکیب یارانه‌های پژوهش و توسعه، خدمات مشاوره‌ای و برنامه‌های شبکه‌سازی می‌تواند توان نوآوری و نرخ بقای بنگاه‌ها را به‌طور معناداری افزایش دهد، به‌ویژه برای شرکت‌هایی که با محدودیت منابع مواجه‌اند [۱۹]. نتایج آن تحقیق تأکید می‌کند که اتکای صرف به حمایت مالی، بدون تقویت مهارت، ارتباطات و زیرساخت‌های فناورانه، اثر پایداری بر رشد شرکت‌ها ندارد.

در مطالعه‌ای دیگر که برروی شرکت‌های خصوصی کوچک و متوسط در چین انجام شده است، لی[1] و همکاران [۲۰] رابطه میان یارانه‌های دولتی و موفقیت نوآوری بررسی کردند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که یارانه‌های دولتی با کاهش هزینه‌های اولیه تحقیق و توسعه، احتمال موفقیت نوآوری را افزایش می‌دهند و این اثر به‌ویژه در شرکت‌های کوچک‌تر قوی‌تر است. همچنین مشخص شد که در شرکت‌های بزرگ‌تر، تأثیر یارانه‌ها محدودتر است و سیاست‌ها باید متناسب با مرحله رشد و ظرفیت واقعی بنگاه طراحی شوند.

تحقیق دیگری توسط یانگ[2] و همکاران نشان می‌دهد که حمایت‌های مالی و غیرمالی دولت بر موقعیت رقابتی پایدار و عملکرد بنگاه‌ها تأثیر مثبت و معناداری دارند. این پژوهش بر روی ۳۲۶ شرکت کوچک و متوسط پاکستانی انجام شد و مشخص کرد که حمایت‌های غیرمالی (مانند مشاوره و شبکه‌سازی) اثر قوی‌تری نسبت به حمایت‌های صرفاً مالی دارند. موقعیت رقابتی پایدار نیز به عنوان یک عامل میانجی جزئی در این رابطه عمل می‌کند. نتیجه سیاستی این مطالعه تأکید بر طراحی بسته‌های حمایتی ترکیبی و مرحله‌ای است که فراتر از کمک مالی، به ارتقای مهارت‌ها و زیرساخت‌ها نیز بپردازد [۲۱]. پژوهشی دیگر توسط انوار و همکاران، نقش حمایت‌های دولتی را در بهبود نوآوری، پایداری و رشد شرکت‌های کوچک و متوسط بررسی کرده و نشان می‌دهد که حمایت‌های مالی (مانند کمک‌هزینه‌های تحقیق و توسعه) و غیرمالی (مانند خدمات مشاوره و زیرساختی) به‌طور معناداری بر نوآوری و عملکرد سازمانی اثرگذارند. این حمایت‌ها نه تنها هزینه‌های نوآوری را کاهش می‌دهند، بلکه از طریق تسهیل یادگیری، ارتقای قابلیت‌های فناورانه و تقویت شبکه‌ها، مسیر ایجاد مزیت رقابتی پایدار را هموار می‌کنند. این پژوهش تأکید می‌کند که بیشترین اثر زمانی حاصل می‌شود که حمایت‌ها به‌صورت ترکیبی و متناسب با مرحله رشد بنگاه طراحی شوند، نه صرفاً مالی [۲۲].

پژوهشی توسط اشراقی و همکاران [۲۳]، به تحلیل نقش سیاست‌ها و حمایت‌های دولتی در عملکرد شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی پرداخته و نشان داده که سیاست‌های اقتصادی مانند یارانه تحقیق و توسعه، وام کم‌بهره و معافیت مالیاتی، همراه با سیاست‌های نرم از جمله آموزش و تسهیل شبکه‌سازی، بیشترین تأثیر را بر رشد این شرکت‌ها دارند. اثربخشی پایدار حمایت‌های مالی تنها در صورت تکمیل با اقدامات نهادی و شبکه‌ای با هدف افزایش ظرفیت داخلی بنگاه‌ها و نیز پیوندهای نهادی آنان حاصل می‌شود. همچنین شکاف میان نیازهای واقعی شرکت‌ها و طراحی سیاست‌ها به عنوان مانع اصلی شناسایی، و بازطراحی سیاست‌ها بر اساس رویکرد مرحله‌ای و متناسب با چرخه عمر شرکت‌ها توصیه می‌شود.

پویا و سلطانی [۲٤]، با بررسی شرکت‌های فلزات اساسی و فولادی در استان آذربایجان‌شرقی و با ترکیب روش‌های تحلیل عاملی تأییدی، خوشه‌بندی و تکنیک پرومتی انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد هشت سازه اصلی (مانند تولید به موقع و مدیریت کیفیت جامع) به عنوان ارکان تولید ناب تأیید شدند و شرکت‌های مورد مطالعه در سه گروه با عملکرد متفاوت (قوی، متوسط و ضعیف) دسته‌بندی شدند. رتبه‌بندی نهایی با تکنیک پرومتی مشخص کرد خوشه‌ای که تمرکز بیشتری بر تولید به موقع، مدیریت زنجیره تأمین و ارتباط با مشتریان دارد، بالاترین عملکرد ناب را داراست.

در پژوهش دیگری، قاضی‌نوری و همکاران، مدل منطقی

[1] Lee
[2] Yang

ابزارهای سیاستی قانون حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان را بررسی کرده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد نهادهای سیاست‌گذار با هدف مقابله با «شکست بازار» و پوشش ریسک بالای نوآوری، از بسته‌های حمایتی شامل معافیت‌های مالیاتی، استهلاک تسریع‌شده، گرنت، وام‌های نرم و ضمانت وام استفاده می‌کنند. این ابزارها با کاهش هزینه‌های تولید و تحقیق‌وتوسعه، شرکت‌ها را به ارتقای فناوری و توسعه صادرات سوق داده و در نهایت منجر به افزایش ارزش‌افزوده و رقابت‌پذیری صنعتی می‌شوند [۲۵].

ب) مطالعات مربوط به کاربست‌های تحلیل شبکه اجتماعی در حوزه‌ی سیاست‌گذاری علم و فناوری

تحلیل شبکه اجتماعی در سال‌های اخیر به عنوان ابزاری کلیدی برای درک روابط، جریان‌های دانش و الگوهای همکاری در نظام علم و فناوری مورد توجه بوده است. این رویکرد امکان بررسی ساختار تعاملات و شناسایی بازیگران اثرگذار را فراهم کرده و تحلیل دقیق‌تری از همکاری‌های بین سازمانی ارائه می‌دهد.

در مطالعه‌ای بنیادی توسط بورگاتی و هالگین درباره مبانی نظری شبکه‌های اجتماعی، ابهامات موجود در تعریف و نظریه‌پردازی شبکه‌ای در علوم سازمانی مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش با اشاره به رشد چشمگیر پژوهش‌های شبکه‌ای و در عین حال سردرگمی‌های مفهومی، دو دیدگاه اصلی «واقع‌گرایانه» (شبکه به عنوان ساختار اجتماعی اثرگذار) و «اسمی‌گرایانه» (شبکه به عنوان ابزار تحلیل) را معرفی می‌کند. سپس با مرور نظریه‌های شناخته‌شده‌ای مانند «قدرت پیوندهای ضعیف» و «حفره‌های ساختاری»، چارچوب استدلالی و شیوه استنتاج در رویکردهای شبکه‌ای را تبیین و بر ضرورت وضوح مفهومی برای پیشبرد نظریه‌پردازی در این حوزه تأکید دارد [۲۶].

شکوه‌یار و همکاران با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی و متن‌کاوی، روندهای فناوری در حوزه زنجیره تأمین را بررسی کرده است. این مطالعه با تحلیل بیش از ۳۲ هزار اختراع ثبت شده بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲، الگوهای همکاری میان مخترعان و بازیگران کلیدی را شناسایی کرده و پنج خوشه فناوری متمایز شامل کنترل دسترسی امن، تولید، لجستیک، مدیریت داده و RFID را مشخص نموده است. همچنین تحلیل چرخه عمر فناوری نشان داد که حوزه‌های کنترل دسترسی امن، مدیریت داده و RFID به بلوغ رسیده‌اند، لجستیک در حال رشد است و فناوری تولید با خطر اشباع مواجه است. این یافته‌ها بر پیچیدگی پویای بازار و نقش کلیدی تحلیل ثبت اختراعات در درک جهت‌گیری‌های آتی زنجیره تأمین تأکید دارد [۲۷].

حسینی‌زاده و کرمانی با استفاده از تحلیل شبکه هم‌رخدادی طبقه‌بندی بین‌المللی اختراعات، ساختار نوآوری در حوزه اینترنت اشیا را بررسی کرده است. با به‌کارگیری الگوریتم‌های تحلیل شبکه اجتماعی و روش تاپسیس، مهم‌ترین گره‌های محوری در این شبکه شناسایی شد. نتایج نشان داد ساختار شبکه اختراعات دارای ویژگی دنیای کوچک است که بیانگر جریان سریع و مؤثر دانش بین حوزه‌های مختلف کاربردی بوده و نقش کلیدی اینترنت اشیا در پیوند حوزه‌های سنتی و جدید را برجسته می‌سازد. این مطالعه نقشه‌راهی برای ترکیبات و کاربردهای آتی این فناوری ارائه می‌دهد [۲۸].

صالحی و همکاران با رویکرد علم‌سنجی و تحلیل شبکه اجتماعی، ساختار شبکه همکاری علمی در حوزه تصاویر پزشکی را بررسی کرده‌اند. نتایج معیارهای خرد شبکه مانند درجه مرکزیت، نشان از وجود پژوهشگران اصلی با ارتباطات گسترده دارد. در عین حال، معیارهای کلان مانند چگالی و ضریب خوشه‌بندی، ساختار شبکه را به صورت گسسته با چندین خوشه مستقل (هرچند با پیوندهای محدود بین‌گروهی) توصیف می‌کند. این یافته‌ها بر ضرورت تدوین سیاست‌هایی برای افزایش پیوستگی شبکه و تقویت همکاری‌های بین‌خوشه‌ای تأکید دارند [۲۹].

روشنی و همکاران، با رویکرد علم‌سنجی، شبکه همکاری علمی در حوزه سیاست‌گذاری و مدیریت فناوری ایران را با تحلیل ۱۷۵ مقاله بررسی کرده و نشان می‌دهند این شبکه دارای ساختاری کم‌تراکم است که در آن پژوهشگران عمدتاً در گروه‌های کوچک و مجزا فعالیت می‌کنند. شبکه از نوع مستقل از مقیاس است، به‌طوری که تعداد محدودی از پژوهشگران به عنوان هاب‌های مرکزی، نقش اصلی در توزیع

دانش و پیوند گروه‌ها ایفا می‌کنند. این یافته‌ها بر ضرورت تقویت ارتباطات بین‌گروهی و افزایش پایداری شبکه همکاری تأکید می‌گذارند [۳۰].

ج) مطالعات مربوط به نقش پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد در توسعه شبکه‌های نوآوری

پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد، به‌عنوان نهادهای واسطه‌ای، بستری برای ایجاد ارتباطات، دسترسی به خدمات تخصصی و گسترش همکاری‌های فناورانه فراهم می‌کنند. این نهادها با ایجاد فضای تعامل، نقش مهمی در شکل‌دهی و تقویت شبکه‌های نوآوری ایفا می‌نمایند.

مک آدام[1] و همکاران به بررسی رابطه پویا بین مراحل چرخه عمر شرکت‌های نوپای فناوری‌محور مستقر در مراکز رشد دانشگاهی و الگوی استفاده آن‌ها از منابع این مراکز پرداخته و نشان دادند که نیازهای منابعی این شرکت‌ها در طول زمان تغییر می‌کند: در مراحل اولیه (مفاهیم‌سازی و راه‌اندازی)، وابستگی به منابع مادی (مانند فضای اداری) و منابع دانش‌محور (مانند مشاوره تخصصی) بسیار بالاست، اما در مراحل رشد بعدی، تقاضا به سمت منابع غیرمادی و شبکه‌ای (مانند ارتباطات صنعتی و دسترسی به سرمایه‌گذاران) انتقال می‌یابد. این مطالعه بر ضرورت طراحی پشتیبانی‌های منعطف و مرحله‌محور از سوی مدیریت مراکز رشد تأکید دارد [۳۱].

شوارتز و همکاران، الگوهای همکاری و پیوندهای دانشگاهی ۱۵۰ شرکت در ۲۶ مرکز رشد آلمانی (۱۳ تخصصی و ۱۳ متنوع) را بررسی کردند. برخلاف فرضیه رایج، نتایج نشان داد که تخصصی بودن مرکز رشد لزوماً منجر به همکاری درون‌مرکزی مؤثرتر یا پیوندهای قوی‌تر با دانشگاه نمی‌شود. احتمال همکاری‌هایی مانند تبادل اطلاعات بین شرکت‌های مراکز تخصصی و متنوع تفاوت معناداری نداشت. همچنین، اگرچه شرکت‌های مراکز تخصصی پیوندهای دانشگاهی بیشتری نشان می‌دادند، تحلیل‌ها نشان داد این امر به دلیل وابستگی صنعتی خود شرکت‌ها (به ویژه در صنایع با شدت تحقیق‌وتوسعه بالا مانند زیست‌فناوری) است، نه ماهیت حمایتی مرکز. این مطالعه بر اهمیت ایجاد فضای اعتماد در مراکز رشد و واقع‌بینی سیاست‌گذاران درباره نقش آنان در انتقال فناوری تأکید دارد [۳۲].

نصر و حاجی‌حسینی، نقش پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد در توسعه نوآوری و فناوری با تمرکز بر کارکردهای نهادی و شبکه‌ای آن‌ها بررسی کردند. این مطالعه با مرور نظام‌مند پیشینه، پارک‌های علم و فناوری را به‌عنوان نهادهای واسطه‌ای کلیدی در تسهیل تعامل میان دانشگاه، صنعت و شرکت‌های دانش‌بنیان تحلیل کرده و نشان می‌دهد که پارک‌ها و مراکز رشد از طریق ایجاد بسترهای هم‌مکانی، ارائه خدمات حمایتی و فعال‌سازی سازوکارهای شبکه‌سازی، نقش مهمی در شکل‌گیری و تقویت پیوندهای همکاری، انتقال دانش و تجاری‌سازی نتایج پژوهشی ایفا می‌کنند. این پژوهش تأکید می‌کند که اثربخشی پارک‌های علم و فناوری بیش از آنکه صرفاً به زیرساخت‌های فیزیکی وابسته باشد، به کیفیت مدیریت شبکه‌ای، تعاملات سازمان‌یافته و نقش تسهیل‌گرانه این نهادها در جریان‌دهی دانش و نوآوری مرتبط است. [۳۳].

یک پژوهش دیگر [۳٤] به بررسی تأثیر سیاست‌های حمایتی از جمله حضور در پارک علم و فناوری بر گذار شرکت‌های دانش‌بنیان به مرحله رشد پرداخته و نشان داد که گرچه این سیاست در کنار سایر حمایت‌ها دارای تأثیر مثبت است، اما به تنهایی ضمانت‌کننده رشد و پایداری شرکت‌ها نیست و کیفیت ارائه خدمات و بستر شبکه‌سازی از عوامل تعیین‌کننده‌تر محسوب می‌شوند.

مرور پیشینه نشان می‌دهد هنوز چارچوبی داده‌محور و شبکه‌محور برای شناسایی شرکت‌های مستعد تشکیل پیشران‌های فناوری بر اساس تعاملات واقعی بین‌شرکتی وجود ندارد و مطالعه داده‌محور و تحلیل شبکه‌ای در ایران انجام نشده که موفقیت شرکت‌های مستقر در این نهادها را در مقایسه با شرکت‌های غیرمستقر بسنجد و موقعیت عینی آنان در شبکه همکاری فناورانه ملی را ارزیابی کند. پژوهش حاضر درصدد است با ترسیم شبکه همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان، به این پرسش پاسخ دهد که آیا شرکت‌های مستقر در نهادهای حمایتی به موقعیت‌های مرکزی و پیشرانی در شبکه دست یافته‌اند یا خیر. این پژوهش در پی پر کردن سه شکاف اصلی است:

[1] McAdam

۱. **نبود تحلیل مبتنی بر روابط واقعی همکاری در مقیاس ملی**: مطالعات پیشین شبکه همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان را بر پایه داده‌های واقعی رویدادهای شبکه‌ساز در سطح ملی مدل‌سازی نکرده‌اند و از تحلیل ساختار تعاملات میان‌شرکتی غفلت شده است.

۲. **فقدان سازوکار علمی برای تشخیص شرکت‌های کلیدی در سیاست‌گذاری:** پیشینه موجود فاقد چارچوب دقیقی برای شناسایی شرکت‌هایی است که از نظر شبکه‌ای (با دارا بودن پیوندهای همکاری، نقش میانجی‌گری و ظرفیت هدایت دانش) می‌توانند هسته اولیه یک پیشران فناوری را تشکیل دهند.

۳. **نبود بررسی منسجم درباره نقش نهادهای واسطه‌ای در شکل‌گیری موقعیت شبکه‌ای:** گرچه به اهمیت پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد اشاره شده، ولی تحلیل مشخصی از چگونگی اثرگذاری این نهادها بر جایگاه شبکه‌ای شرکت‌ها و ایجاد ارتباطات مؤثر و پایدار ارائه نشده است.

این پژوهش به‌صورت نظام‌مند درصدد روشن کردن این شکاف‌ها و ارائه تحلیلی مبتنی بر شواهد از نقش نهادهای واسطه‌ای و ساختار شبکه همکاری است.

۳- روش‌شناسی پژوهش و داده‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و با رویکرد توصیفی-تحلیلی است. جامعه آماری تحقیق کلیه شرکت‌های دانش‌بنیانی است که از طریق صندوق نوآوری و شکوفایی در رویدادهای تبادل فناوری، پاویون‌ها و نمایشگاه داخلی و خارجی تا ابتدای سال ۱۴۰۲ مشارکت داشته‌اند که تعداد آنها ٦٢٢٤ شرکت می‌باشد. داده‌های مورد نیاز از طریق پایگاه داده‌های صندوق نوآوری و شکوفایی جمع‌آوری شد که شامل اطلاعات مربوط به مشخصات شرکت‌های دانش‌بنیان، رویدادهای شبکه‌ساز برگزار شده توسط صندوق از بدو ایجاد خدمت تا ابتدای سال ۱۴۰۲ و حضور شرکت‌ها در این رویدادها می‌باشد. موجودیت‌های داده‌ای درون مجموعه داده دریافت‌شده در جدول ۱ آورده شده است. همچنین توزیع این شرکت‌ها به تفکیک حوزه فناوری در جدول ۲ نمایش داده شده است.

پژوهش حاضر از یک چارچوب روش‌شناختی ترکیبی برای مدل‌سازی شبکه همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان و شناسایی شرکت‌های مستعد پیشرانی بهره می‌گیرد. روش پژوهش بر سه بخش اصلی استوار است:

الف) تحلیل شبکه اجتماعی

در گام نخست، داده‌های حضور ٦٢٢٤ شرکت در ۱۴۱۹ رویداد شبکه‌ساز صندوق نوآوری و شکوفایی استخراج و بر مبنای هم‌حضوری در رویدادها، شبکه همکاری شرکت‌ها مدل‌سازی شد. ویژگی‌های ساختاری شبکه شامل چگالی، قطر، میانگین درجه و ضریب خوشه‌بندی محاسبه و اجتماعات فناورانه با الگوریتم‌های شناسایی جامعه استخراج شد. برای سنجش موقعیت شبکه‌ای شرکت‌ها، شاخص‌های مرکزیت درجه، مرکزیت بینابینی، مرکزیت نزدیکی و مرکزیت مقدارویژه محاسبه گردید. این بخش معطوف به تحلیل ساختاری شبکه است.

ب) ادغام شاخص‌های شبکه با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره

در گام دوم، برای یکپارچه‌سازی شاخص‌های مرکزیت و شناسایی رتبه نهایی شرکت‌های مستعد پیشرانی، از روش تاپسیس استفاده شد. این رویکرد امکان مقایسه جامع عملکرد شبکه‌ای شرکت‌ها و استخراج شرکت‌های کلیدی را بر اساس وزن‌دهی نسبی شاخص‌های شبکه فراهم می‌کند و به‌عنوان تحلیل محتوایی و رتبه‌بندی چندمعیاره عمل می‌نماید.

ج) تحلیل تطبیقی نقش نهادهای واسطه‌ای

در گام سوم، به‌منظور ارزیابی نقش واقعی پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد، موقعیت شبکه‌ای شرکت‌های مستقر با شرکت‌های غیرمستقر مقایسه شد. این بخش نشان می‌دهد نهادهای واسطه‌ای تا چه اندازه توانسته‌اند جایگاه شبکه‌ای و ظرفیت پیشران‌سازی شرکت‌ها را بهبود دهند.

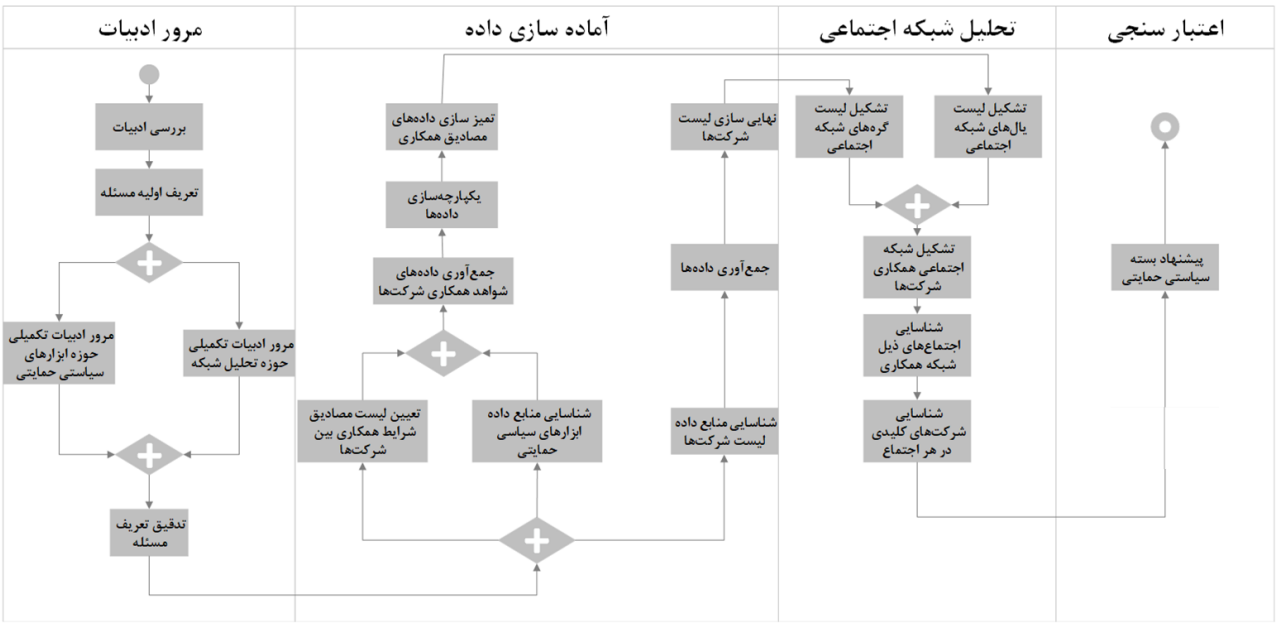
روش تحقیق ارائه‌شده شامل هشت گام ساختاریافته برای تحلیل شبکه ارتباطی شرکت‌های دانش‌بنیان با تمرکز بر خدمات صندوق نوآوری و شکوفایی است. در ادامه، خلاصه‌ای از هر گام و نکات کلیدی آن ارائه می‌شود:

جدول ۱) موجودیت‌های داده‌ای مجموعه داده‌ی مورد تحلیل پژوهش حاضر

موجودیت	توضیحات	نوع داده
نام شرکت	نام شرکت دانش‌بنیان شرکت‌کننده در رویداد.	متنی
شناسه ملی شرکت	شماره شناسایی منحصربه‌فرد شرکت در سیستم ثبت ملی.	عددی
نوع دانش‌بنیانی	دسته‌بندی شرکت بر اساس سطح توسعه و نوآوری (نوپا، فناور، نوآور).	متنی
حوزه فناوری شرکت	زمینه تخصصی فعالیت شرکت در یکی از ۲۰ دسته‌بندی فناوری.	متنی
استان محل ثبت شرکت	استان محل ثبت رسمی شرکت.	متنی
نام خدمت اخذشده	نوع خدمت اخذ شده از صندوق نوآوری (در این تحقیق، خدمات مرتبط با توسعه بازار بررسی شده است).	متنی
نام زیرخدمت اخذشده	نوع زیرخدمت خاص اخذ شده در دسته خدمات توسعه بازار (حضور مستقل در نمایشگاه یا حضور در پاویون).	متنی
کد رویداد	شماره یا شناسه منحصربه‌فرد رویداد فناورانه‌ای که شرکت در آن شرکت کرده است.	عددی

جدول ۲) توزیع شرکت‌های دانش بنیان مورد بررسی به تفکیک حوزه‌های فناوری

نام حوزه فناوری	تعداد شرکت	درصد
فناوری اطلاعات و ارتباطات و نرم‌افزارهای رایانه‌ای	۱۴۰۱	۲۲.۵٪
فناوری زیستی، کشاورزی و صنایع غذایی	۳۲۸	۵.۳٪
مواد پیشرفته و محصولات مبتنی بر فناوری‌های شیمیایی	۸۵۴	۱۳.۷٪
برق و الکترونیک، فوتونیک، مخابرات و سیستمهای خودکار	۱۳۸۹	۲۲.۳٪
دارو و فرآورده های پیشرفته حوزه تشخیص و درمان	۳۶۰	۵.۸٪
وسایل، ملزومات و تجهیزات پزشکی	۲۸۸	۴.۶٪
ماشین‌آلات و تجهیزات پیشرفته	۱۲۴۷	۲۰ ٪
خدمات تجاری‌سازی	۳۳۰	۵.۳٪
صنایع فرهنگی ، صنایع خلاق و علوم انسانی و اجتماعی	۲۳	۰.۴٪



شکل ۱) روش‌شناسی پژوهش

۱) دریافت لیست خدمات صندوق نوآوری و شکوفایی: در این گام، فهرستی جامع از خدمات صندوق شامل حمایت‌های مالی، تسهیلات پژوهشی، مشارکت در رویدادها و همکاری‌های صنعتی جمع‌آوری می‌شود. این داده‌ها از منابع رسمی، گزارش‌های سالانه و مصاحبه‌ها به‌دست می‌آیند.

۲) دسته‌بندی خدمات به شبکه‌ساز و غیر شبکه‌ساز: خدمات به دو گروه تقسیم می‌شوند. خدمات شبکه‌ساز (مانند همکاری‌های تحقیقاتی و رویدادهای فناورانه) ارتباطات بین شرکت‌ها را تقویت می‌کنند، در حالی که خدمات غیر شبکه‌ساز (مانند وام برای توسعه داخلی) تأثیری بر روابط بین شرکت‌ها ندارند. این دسته‌بندی برای تمرکز بر خدمات مرتبط با شبکه‌سازی حیاتی است.

۳) مدل‌سازی شبکه بر اساس خدمات شبکه‌ساز: شبکه ارتباطی به‌صورت گرافی مدل‌سازی می‌شود که در آن گره‌ها، شرکت‌ها و یال‌ها، روابط ناشی از مشارکت در رویدادهای مشترک یا خدمات شبکه‌ساز هستند. این مدل‌سازی پایه تحلیل‌های بعدی برای بررسی ساختار ارتباطات است.

٤) تحلیل ویژگی‌های ساختاری شبکه: ویژگی‌هایی مانند تعداد گره‌ها، یال‌ها، قطر شبکه، توزیع درجه‌ها، میانگین طول مسیرها و ضریب خوشه‌بندی تحلیل می‌شوند. این معیارها نشان‌دهنده عمق و توزیع ارتباطات در شبکه هستند و برای شناسایی گره‌های کلیدی و ساختار کلی شبکه بکار می‌روند.

۵) شناسایی جوامع: با استفاده از الگوریتم‌های شناسایی جوامع(کامیونیتی[1])، گروه‌های شرکت‌هایی که ارتباطات قوی‌تری دارند (مانند شرکت‌های فعال در حوزه‌های مشابه یا پروژه‌های مشترک) شناسایی می‌شوند که برای تحلیل ساختار داخلی شبکه و شناسایی گروه‌های فعال ضروری است.

٦) محاسبه و ارزیابی مرکزیت گره‌ها: معیارهای مرکزیت (درجه، بینابینی، مقدارویژه، نزدیکیت) برای هر گره محاسبه می‌شوند تا شرکت‌های کلیدی شبکه شناسایی شوند. گره‌های با مرکزیت بالا به‌عنوان پیشران‌های فناوری شناخته می‌شوند.

۷) تجزیه‌وتحلیل نتایج و استخراج نتایج کلیدی: در این گام، نتایج تحلیل‌ها جمع‌بندی شده و اهمیت شرکت‌های کلیدی، ویژگی‌های شبکه و نقش جوامع در پیشبرد فناوری بررسی می‌شود که برای سیاست‌گذاری و حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان جهت توسعه فناوری و نوآوری کاربرد دارد.

هدف از گردآوری داده‌ها، تحلیل روابط شبکه‌ای میان شرکت‌ها در رویدادهای فناورانه ثبت‌شده توسط صندوق نوآوری بود. کلیه رویدادها شامل نمایشگاه‌های داخلی، رویدادهای تخصصی و پاویون‌های بین‌المللی شناسایی و حضور هر شرکت در آن‌ها به طور مجزا ثبت گردید. داده‌های این مطالعه برای شناسایی شرکت‌های مرکزی با بیشترین حضور رویدادی و گسترده‌ترین شبکه‌های ارتباطی به‌کار گرفته شدند، شرکت‌هایی که نقش موتور محرک در توسعه فناوری و نوآوری صنعتی را ایفا می‌کنند. تحلیل شبکه‌ای همچنین همکاران بالقوه در پروژه‌های تحقیق و توسعه را شناسایی کرده و سیاست‌گذاران را در هدایت منابع به سمت شرکت‌های با قابلیت بالا یاری می‌دهد. در این تحلیل، داده‌ها ابتدا از منظر ویژگی‌های ساختاری کلان بررسی شدند، سپس با به‌کارگیری الگوریتم‌های شناسایی اجتماع، ساختار میان‌سطح شبکه و خوشه‌های صنعتی–فناورانه واکاوی گردید. در نهایت، شرکت‌های کلیدی و پیشران در هر اجتماع با تلفیق سنجه‌های مرکزیت شبکه و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه شناسایی و رتبه‌بندی شدند. برخی مطالعات صرفاً بر یک شاخص (مانند مرکزیت درجه) تمرکز کرده‌اند، در حالی که برخی دیگر رتبه‌های حاصل از چند شاخص را با روش‌های ساده میانگین‌گیری ترکیب کرده‌اند با این حال، این رویکردها به دلیل نادیده گرفتن اختلافات ذاتی بین معیارها و نبود وزن‌دهی مناسب، از دقت کافی برخوردار نیستند [۳۵]. در این پژوهش، برای تلفیق چهار شاخص مرکزیت (درجه، بینابینی، نزدیکی و مقدار ویژه) به دلیل سادگی مفهومی و توانایی مدیریت همزمان معیارهای مختلف، روش تاپسیس به کار گرفته شد. پس از نرمال‌سازی مقادیر، ماتریس تصمیم تشکیل و فاصله هر گره از راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه گردید. در نهایت، نزدیکی نسبی هر گره به راه‌حل ایده‌آل به عنوان معیار نهایی رتبه‌بندی انتخاب شد.

٤- یافته‌ها

این پژوهش بر داده‌های خدمات توسعه بازار صندوق نوآوری

[1] Community

و شکوفایی، شامل زیرخدمت‌های حضور در نمایشگاه‌ها، پاویون‌ها و رویدادهای تبادل فناوری متمرکز است. این زیرخدمت‌ها به دلیل ایجاد تعامل مستقیم بین شرکت‌های دانش‌بنیان و سایر بازیگران، بستر مناسبی برای تحلیل شبکه‌ای فراهم می‌کنند. تنها شرکت‌های شرکت‌کننده در این رویدادها در مدل شبکه گنجانده شده‌اند.

اگر دو شرکت در یک رویداد مشترک حضور داشته باشند، یک یال (ارتباط) بین آن‌ها در مدل شبکه ایجاد می‌شود. ازآنجا که چنین تعاملاتی می‌توانند به انتقال دانش، همکاری‌های تحقیقاتی و توسعه محصولات جدید منجر شوند، حضور در یک رویداد مشترک مبنای ایجاد یال بین دو گره (دو شرکت) در نظر گرفته شده است. نحوه شکل‌گیری شبکه بر اساس رفتار شرکت‌ها در شکل ۲ ارائه شده است.

پس از پاکسازی داده‌ها، با تشکیل گراف شبکه همکاری شرکت‌ها در رویدادها، شاخص‌های ساختاری کلان شبکه محاسبه و تحلیل شد. سپس به بررسی هرکدام از ویژگی‌های شناسایی‌شده در تحلیل شبکه اجتماعی پرداختیم. شاخص‌های مربوط به تحلیل شبکه اجتماعی و گراف مربوط به روابط بین شرکت ها به ترتیب در جدول ۳ و شکل ۳ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که تصویر نمایش داده شده در شکل ۳ نشان‌دهنده میزان پیچیدگی موجود در روابط بین شرکت‌ها و شناسایی پیشران‌های فناوری است.

جدول ۳) معیارهای کلی شبکه

تعداد گره	٦٢٢٤
تعداد یال	٢٧٠٦٢٣
چگالی شبکه	٠.٠١٤
میانگین درجات	٨٦.٩
قطر	٦
میانگین طول مسیر بین گره‌ها	٢.٢٧
تعداد اجزا[1]	٣
میانگین ضریب خوشه‌بندی	٠.٥٦

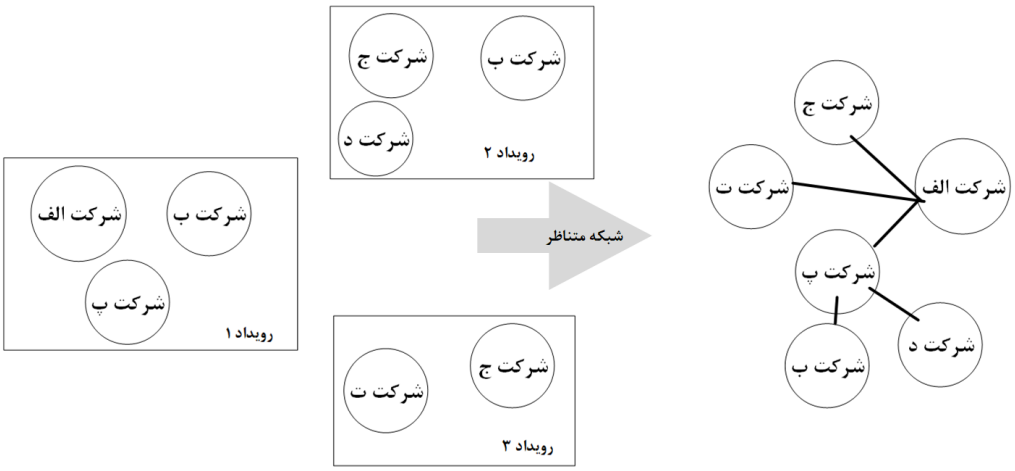
شبکه همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان در رویدادهای صندوق نوآوری و شکوفایی، متشکل از ٦٢٢٤ شرکت و ٢٧٠٦٢٣ ارتباط است. تحلیل‌ها منجر به شناسایی ۱۵ جامعه مجزا شد که پنج خوشه اصلی (شامل فناوری‌های تخصصی، فناوری‌های پیشرفته، نرم‌افزار، الکترونیک و تجهیزات پزشکی) بیش از ۷۰ درصد شبکه را پوشش می‌دهند. شرکت‌های کلیدی با تلفیق چهار شاخص مرکزیت و استفاده از تکنیک تاپسیس شناسایی و رتبه‌بندی شدند.

بر اساس یافته‌ها، تنها ٣٤ درصد از شرکت‌های دارای مرکزیت بالا در پارک‌های علم و فناوری یا مراکز رشد مستقر هستند. این شاخص در بین خوشه‌ها متفاوت است؛ به‌طور مثال در خوشه نرم‌افزار به ٤٥ درصد می‌رسد، درحالی‌که در خوشه فناوری‌های پیشرفته به ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. این نتایج نشان‌دهنده الگوهای متفاوت استقرار شرکت‌های پیشران بالقوه در نهادهای حمایتی بر اساس حوزه فناوری آن‌ها است.

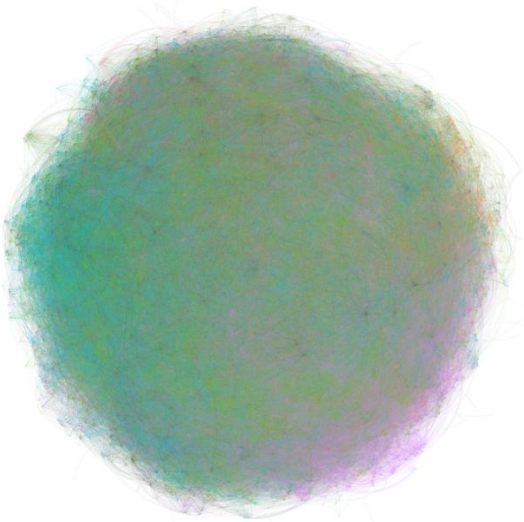
در ادامه به بررسی توزیع شرکت‌ها به تفکیک حوزه فناوری پرداخته شده است و سپس ۲۰ گره برتر شبکه به همراه مشخصات آن‌ها استخراج گردیده. به منظور درک بهتر ترکیب فناورانه شبکه و شناسایی کانون‌های تمرکز و همچنین شکاف‌های موجود در بوم‌سازگان نوآوری، توزیع شرکت‌های حاضر در شبکه بر اساس حوزه‌های تخصصی فناوری مورد تحلیل قرار گرفت. این تحلیل به سیاست‌گذاران و مدیران صندوق نوآوری و شکوفایی کمک می‌کند تا تصویری کلان از ساختار عرضه فناوری در کشور داشته باشند و حمایت‌های خود را بر اساس این نقشه راهبردی، هدفمندسازی نمایند. نتایج توزیع شرکت‌ها به تفکیک حوزه فناوری در شکل ٤ نمایش داده شده است.

شکل ٤ نشان می‌دهد که توزیع شرکت‌های دانش‌بنیان در شبکه همکاری، از الگویی ناهمگون با تمرکز بر چند حوزه خاص تبعیت می‌کند. به طوری که دو حوزه «فناوری اطلاعات و ارتباطات و نرم‌افزارهای رایانه‌ای» با سهم ٢٢.٥ درصد و «برق و الکترونیک، فوتونیک، مخابرات و سیستم‌های خودکار» با سهم ٢٢.٣ درصد، در مجموع سهمی حدود ٤٥ درصد از کل شرکت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. تحلیل توزیع شرکت‌ها در کنار شاخص‌های ساختاری شبکه نشان می‌دهد که هسته اصلی شبکه همکاری و نوآوری

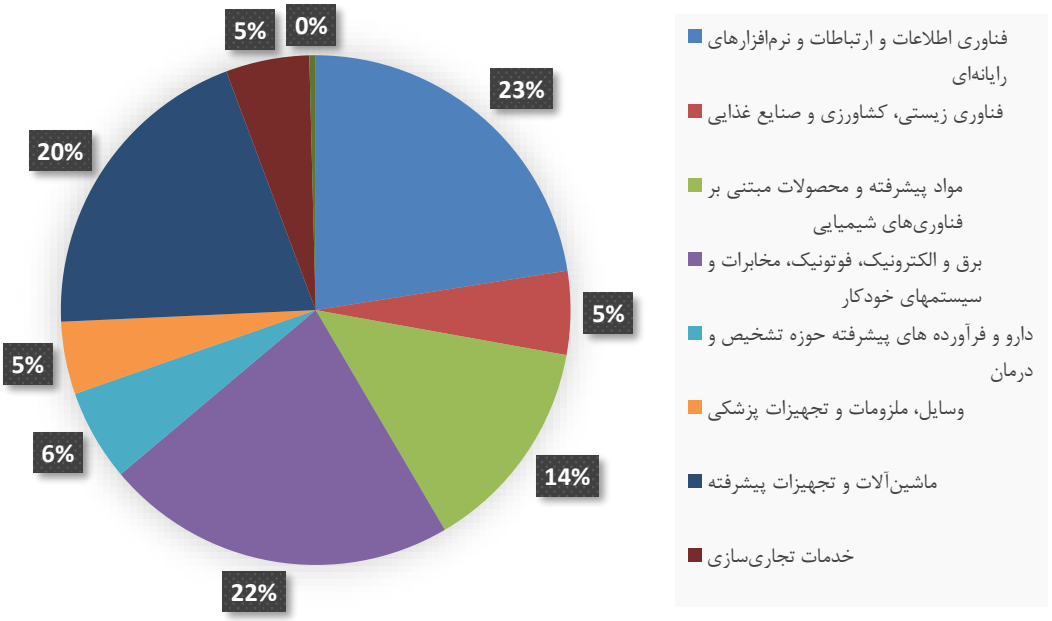
[1] Component



شکل ۲) چگونگی شکل‌گیری شبکه ارتباط بین شرکت‌ها



شکل ۳) گراف کلی شبکه



شکل ٤) توزیع شرکت‌ها به تفکیک حوزه فناوری

کشور، به‌ویژه از منظر تراکم ارتباطات و موقعیت مرکزی شرکت‌ها، حول محور فناوری‌های دیجیتال و سخت‌افزاری شکل گرفته است که همسو با روندهای جهانی و مزیت‌های فناورانه در حال ظهور در ایران است. پس از این دو، حوزه «ماشین‌آلات و تجهیزات پیشرفته» با اختصاص ۲۰ درصد، نقشی کلیدی در پیوند نوآوری با صنایع تولیدی و زیرساختی ایفا می‌نماید. در مقابل، سهم حوزه‌های «فناوری زیستی، کشاورزی و صنایع غذایی» (۵.۳ درصد)، «دارو و فرآورده‌های پیشرفته» (۵.۸ درصد) و به ویژه «صنایع فرهنگی و خلاق» (۰.٤ درصد) به وضوح کم‌تر است. این عدم توازن، لزوم توجه سیاستی جدی و طراحی برنامه‌های حمایتی هدفمند برای تقویت شبکه‌سازی و توسعه کمی و کیفی این حوزه‌های راهبردی اما کم‌برخوردار را آشکار می‌سازد. این تحلیل از توزیع حوزه‌ای، درک جامع‌تری از ماهیت خوشه‌های فناورانه شناسایی‌شده در بخش قبل ارائه می‌دهد و مبنای کمی قدرتمندی برای اولویت‌بندی در تخصیص منابع، طراحی رویدادهای تخصصی و تسهیل تشکیل کنسرسیوم‌های فناوری در اختیار سیاست‌گذاران و مدیران صندوق نوآوری و شکوفایی قرار می‌دهد. به منظور شناسایی جامع‌ترین فهرست از شرکت‌های پیشران شبکه، رتبه‌بندی ۲۰ گره برتر بر اساس چهار شاخص مرکزیت (درجه، بینابینی، نزدیکی و بردار ویژه) انجام شد. برای یکپارچه‌سازی این شاخص‌ها و دستیابی به یک رتبه‌بندی نهایی، از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس استفاده گردید. در این روش، گزینه‌ها شرکت‌ها بودند که بر اساس معیارهای مختلف، یعنی شاخص‌های مرکزیت ارزیابی و رتبه‌بندی شدند و وزن معیارها مطابق با وزن‌های ذکر شده در مطالعه معتبر [۳٦] تعیین گردید که بر اهمیت یکسان نقش‌های مختلف شبکه‌ای در شکل‌گیری پیشران‌های فناوری تأکید دارد.

بر اساس نتایج حاصل از اجرای روش تاپسیس بر چهار شاخص کلیدی مرکزیت (درجه، بینابینی، نزدیکی و مقدار ویژه)، فهرستی از ۲۰ گره برتر شبکه به دست آمد. این گره‌ها به عنوان شرکت‌های پیشران شبکه همکاری و نوآوری شناسایی شدند؛ شرکت‌هایی که نه صرفاً به دلیل برخورداری از یک ویژگی خاص، بلکه بر مبنای ارزیابی جامع از جایگاه ساختاری و میزان نفوذ خود در شبکه، از سایرین متمایز شده‌اند. این رتبه‌بندی، تصویری یکپارچه از ساختار نفوذ در شبکه ارائه می‌دهد و به تصمیم‌گیران در صندوق نوآوری و شکوفایی امکان می‌دهد تا منابع حمایتی محدود خود را به شکلی هدفمند و داده‌محور تخصیص دهند. به طور مشخص، شناسایی این گره‌های کلیدی می‌تواند در طراحی و اجرای سیاست‌های شبکه‌سازی فناورانه، دعوت به کنسرسیوم‌های راهبردی، اعطای تسهیلات ویژه به بازیگران اثرگذار و همچنین ایجاد پیوند میان حوزه‌های مکمل فناوری مورد استفاده قرار گیرد. تحلیل نتایج نشان می‌دهد که گره‌های برتر عمدتاً در حوزه‌های فناورانه‌ای متمرکز هستند که پیش‌تر نیز بیشترین تراکم ارتباطات را در شبکه داشته‌اند. این هم‌پوشانی بین رتبه‌بندی کمی گره‌ها و ساختار خوشه‌های شبکه، نشان‌دهنده‌ی انسجام درونی و پویایی بالای شبکه در حوزه‌های فناوری دیجیتال، سخت‌افزاری و تجهیزات پیشرفته است. چنین الگویی بیانگر آن است که شبکه نوآوری کشور حول محور شرکت‌هایی شکل گرفته که نقش کلیدی در تبادل دانش، انتقال فناوری و تسهیل همکاری‌های میان‌بخشی ایفا می‌کنند. این تحلیل نه‌تنها امکان شناسایی بازیگران کلیدی را فراهم می‌کند، بلکه می‌تواند مبنایی برای پایش پویایی شبکه در گذر زمان و ارزیابی اثربخشی سیاست‌های حمایتی باشد.

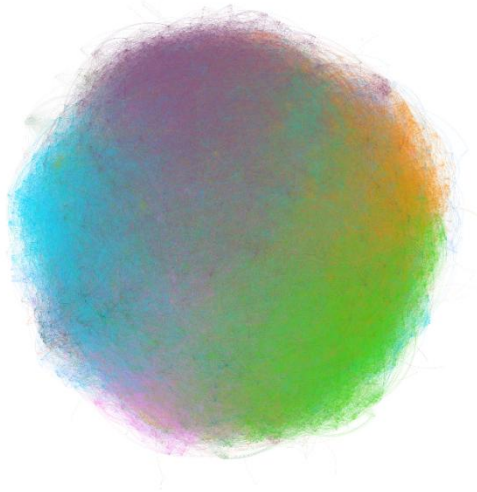
برای درک ساختار درونی شبکه و شناسایی خوشه‌های طبیعی همکاری، از الگوریتم‌های شناسایی اجتماع استفاده شد. هدف، تقسیم شبکه به زیرمجموعه‌هایی است که تراکم ارتباطات درونی هر خوشه در مقایسه با ارتباطات برونی آن حداکثر باشد. این فرآیند به صورت تدریجی و با آزمایش سطوح مختلف خوشه‌بندی انجام گرفت تا بهینه‌ترین سطح تفکیک (هم از نظر آماری معنادار و هم از منظر سیاست‌گذاری قابل تفسیر) به‌دست آید. در این چارچوب، جامعه به گروهی از گره‌ها اطلاق می‌شود که ارتباطات درونی آن‌ها به مراتب بیشتر از ارتباطات بیرونی است و این جوامع می‌توانند با یکدیگر **همپوشانی** داشته یا بدون همپوشانی باشند [۳۷]. به‌منظور شناسایی ساختار درونی

شبکه و استخراج خوشه‌های طبیعی همکاری، فرآیند تشخیص جوامع با استفاده از الگوریتم‌های شناسایی اجتماع اجرا شد. هدف اصلی، دستیابی به سطحی از تفکیک بود که از یک‌سو از نظر آماری معنادار باشد و از سوی دیگر امکان تحلیل و تفسیر سیاستی را فراهم کند. برای شناسایی ساختارهای درونی شبکه، فرایند اجتماع‌یابی در چند سطح مختلف تفکیک آزموده شد. ابتدا شبکه به ۵ و سپس به ۱۰ زیراجتماع تقسیم شد، اما در هر دو حالت بخش عمده گره‌ها در یک اجتماع بسیار بزرگ قرار گرفتند و سایر اجتماعات سهم ناچیزی از کل شبکه داشتند که نشان می‌داد این سطوح از تفکیک، توانایی آشکارسازی خوشه‌های واقعی و معنادار را ندارند و ساختار همکاری همچنان در یک اجتماع فشرده متمرکز است. با توجه به محدودیت این تفکیک‌های اولیه، سطح‌های بالاتر اجتماع‌یابی مورد بررسی قرار گرفت و سرانجام خوشه‌بندی با ۱۵ زیراجتماع به‌عنوان مناسب‌ترین سطح انتخاب شد؛ سطحی که در آن اجتماعات از توازن بیشتری برخوردار بوده و امکان تفسیر ساختارهای شبکه و تمایز حوزه‌های همکاری به‌صورت معنادار فراهم شد که نتایج آن در جدول ٤ نمایش داده شده است.

جدول ٤) توزیع زیر اجتماع‌ها در شبکه

اجتماعات	سهم از کل گره ها
اجتماع ۱	۲۵.٦۹٪
اجتماع ۲	۱۵.۵٪
اجتماع ۳	۱۳.۳۷٪
اجتماع ۴	۱۰.۷٦٪
اجتماع ۵	۱۰.۳٤٪
اجتماع ۶	۵.۰۱٪
اجتماع ۷	۳.٤۹٪
اجتماع ۸	۳.۱۷٪
اجتماع ۹	۲.۸٤٪
اجتماع ۱۰	۲.۳۴٪
اجتماع ۱۱	۲٪
اجتماع ۱۲	۱.۹۸٪
اجتماع ۱۳	۱.۴۶٪
اجتماع ۱۴	۱.۱۳٪
اجتماع ۱۵	۰.۹۴٪

در این سطح نه تنها از تمرکز شدید جمعیت در یک یا دو خوشه کاسته شده بود، بلکه سهم خوشه‌ها از نظر تعداد گره‌ها از توزیع منطقی‌تری برخوردار گردید، به طوری که ۵ خوشه اول در مجموع ۷۵.٦٦ درصد از شبکه را تشکیل می‌دادند و ۱۰ خوشه دیگر به عنوان اجتماعات کوچک‌تر و احتمالاً بسیار تخصصی ظاهر شدند. این سطح از تفکیک، به عنوان سطح بهینه انتخاب شد چرا که از یکسو از تکه‌تکه‌سازی بیش از حد شبکه جلوگیری می‌کرد و از سوی دیگر، اجازه می‌داد تا خوشه‌های همگن و تخصصی‌شده که بازتابی از حوزه‌های فناورانه متمایز در بوم‌سازگان نوآوری هستند، شناسایی شوند. همچنین گراف مربوط به این دسته‌بندی در شکل ۵ نمایش داده شده است.



شکل ۵) گراف مربوط به شبکه با ۱۵ زیر اجتماع

تحلیل پنج خوشه اصلی شبکه که بیش از ۷۰ درصد شرکت‌های دانش‌بنیان را شامل می‌شوند، نشان داد هر خوشه از تمرکز فناوری مشخصی برخوردار است. بررسی ترکیب درونی این خوشه‌ها آشکار ساخت که شرکت‌های هر خوشه عمدتاً در حوزه‌های فناورانه مکمل و هم‌پیوند فعالیت می‌کنند و روابط بین آنها بر پایه اشتراکات فناورانه و هم‌افزایی دانشی شکل گرفته است. این الگو حاکی از آن است که این اجتماعات بازتابی از خوشه‌های واقعی فناوری در سطح ملی هستند. بر این اساس، نام‌گذاری خوشه‌ها با اتکا به هویت فناورانه غالب آنها انجام شد که نتیجه آن شناسایی پنج خوشه متمایز شامل: فناوری‌های تخصصی و صنایع خاص، فناوری‌های پیشرفته و میان‌رشته‌ای، نرم‌افزار و فناوری

اطلاعات، الکترونیک و سامانه‌های هوشمند، و تجهیزات و فناوری‌های پیشرفته پزشکی و دارویی بود. این نام‌گذاری‌ها ضمن تقویت خوانایی شبکه، مبنایی برای تحلیل‌های تکمیلی در زمینه‌ی سیاست‌گذاری توسعه فناوری و شناسایی پیشران‌های نوآوری فراهم ساختند. نتایج این مرحله در جدول ۵ ارائه شده است. لازم به ذکر است که زیر اجتماعاتی که سهمی کمتر از ۱۰٪ داشتند حذف گردیده‌اند.

جدول ۵) نام گذاری زیر اجتماع‌های ۵ گانه

رنگ	نام زیر اجتماع
آبی	خوشه فناوری‌های تخصصی و صنایع خاص
بنفش	خوشه فناوری‌های پیشرفته و میان‌رشته‌ای
نارنجی	خوشه نرم‌افزار، فناوری اطلاعات و خدمات دانش‌بنیان
سبز	خوشه الکترونیک، فوتونیک و سامانه‌های هوشمند
خاکستری	خوشه تجهیزات و فناوری‌های پیشرفته پزشکی و دارویی

تحلیل موقعیت بیست شرکت برتر در پنج خوشه فناوری نشان می‌دهد که استقرار در نهادهای حمایتی مانند پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد، شرط لازم برای دستیابی به موقعیت مرکزی و پیشرانی در شبکه همکاری فناورانه نیست. در خوشه فناوری‌های تخصصی و صنایع خاص، تنها ۳۰ درصد از شرکت‌های برتر در این نهادها مستقر بوده‌اند. در خوشه فناوری‌های پیشرفته و میان‌رشته‌ای این شکاف عمیق‌تر است و تنها ۲۰ درصد از شرکت‌های برتر از حمایت این نهادها بهره برده‌اند؛ جالب توجه اینکه تأثیرگذارترین گره کل شبکه با شناسه CO-3001 کاملاً مستقل از این نهادها فعالیت می‌کند. در مقابل، خوشه نرم‌افزار، فناوری اطلاعات و خدمات دانش‌بنیان نقش پررنگ‌تری برای نهادهای حمایتی نشان می‌دهد و ٤٥ درصد از شرکت‌های برتر آن در این مراکز مستقر هستند، با این حال حتی در این حوزه نیز اکثریت ۵۵ درصدی شرکت‌های پیشران به صورت مستقل عمل می‌کنند. وضعیت خوشه الکترونیک، فوتونیک و سامانه‌های هوشمند میانه است و ۳۵ درصد از شرکت‌های برتر آن در نهادها حضور دارند؛ در این خوشه گره برتر با شناسه CO-۳۰۱۰ مستقل است، گرچه موفقیت شرکت دوم در یک پژوهشکده تخصصی حاکی از نقش تسهیل‌گر این نهادها در حوزه‌های میان‌رشته‌ای است. در نهایت، در خوشه تجهیزات و فناوری‌های پیشرفته پزشکی و دارویی، ٤٠ درصد از شرکت‌های پیشران در نهادهای حمایتی مستقر هستند و گره برتر این خوشه با شناسه CO-۳۰۰۲ در یک پارک تخصصی سلامت رشد یافته، ولی شرکت‌های بعدی در رتبه‌بندی به صورت مستقل فعالیت می‌کنند. در مجموع، یافته‌ها نشان داد که گرچه نهادهای واسطه‌ای (به ویژه در حوزه‌های تخصصی) می‌توانند بستر تسهیل‌گری برای رشد فراهم کنند، اما قابلیت‌های درونی شرکت‌ها از جمله کیفیت فناوری و راهبردهای شبکه‌سازی، عامل تعیین‌کننده‌تری برای دستیابی به موقعیت مرکزی و پیشرانی در شبکه نوآوری ملی است.

در ادامه توزیع گره‌هایی که در هر خوشه زیرمجموعه نهاد واسطه‌ای بودند نسبت به ۲۰ گره برتر هرکدام از خوشه‌ها محاسبه و نتایج در جدول ٦ نمایش داده شده است.

جدول ٦) توزیع نسبت شرکت‌های مستقر در نهادهای واسطه‌ای به تفکیک خوشه‌های شبکه

اجتماعات	سهم شرکت‌های مستقر در نهادهای واسطه‌ای
خوشه فناوری‌های تخصصی و صنایع خاص	٤٠٪
خوشه فناوری‌های پیشرفته و میان رشته‌ای	٢٥٪
خوشه نرم افزار، فناوری اطلاعات و خدمات دانش بنیان	۴۵٪
خوشه الکترونیک، فوتونیک . سامانه‌های هوشمند	۴۰٪
خوشه تجهیزات و فناوری‌های پیشرفته پزشکی و دارویی	۴۵٪
میانگین کل	**۳۹٪**

تلفیق یافته‌های حاصل از تحلیل خوشه‌ها، الگوی جامعی از نقش نهادهای حمایتی در شکل‌گیری پیشران‌های فناوری ترسیم می‌کند که بر پیچیدگی بوم‌سازگان نوآوری تأکید دارد. نتایج نشان می‌دهد که به طور متوسط تنها ۳۹ درصد از شرکت‌های پیشران شبکه در پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد مستقر هستند؛ این یافته کلیدی، فرضیه محوری بودن این نهادها در پرورش بازیگران کلیدی شبکه را به چالش می‌کشد، زیرا اکثریت شرکت‌های پیشران (٦١ درصد) مسیر

رشد و توسعه شبکه‌ای خود را مستقل از این بسترها پیموده‌اند.

این شکاف در خوشه‌های مختلف، معنادارتر نیز می‌شود؛ در حالی که در «خوشه فناوری‌های پیشرفته و میان‌رشته‌ای» این نسبت به ۲۵ درصد کاهش می‌یابد، در خوشه‌های «نرم‌افزار و فناوری اطلاعات» و «تجهیزات پزشکی و دارویی» به ٤٥ درصد می‌رسد که حاکی از اثربخشی بیشتر این نهادها در حوزه‌هایی است که هم‌افزایی و دسترسی به زیرساخت‌های مشترک اهمیت بالاتری دارد .این الگوی دوگانه مؤید آن است که اثربخشی نهادهای واسطه‌ای، تابعی از حوزه تخصصی فناوری است و سیاست‌گذاری نوآوری می‌بایست از رویکردهای مکان‌محور و یکسان فراتر رفته و با بهره‌گیری از ابزارهای داده‌محور، به شناسایی و حمایت از شرکت‌های مستعد در سراسر بوم‌سازگان نوآوری کشور، صرف‌نظر از محل استقرار آن‌ها، اهتمام ورزد.

یافته‌های ما نشان می‌دهد که سهم شرکت‌های پیشران مستقر در نهادهای واسطه‌ای در خوشه‌های مختلف فناوری متغیر است و اثربخشی نهادهای حمایتی در جذب و پرورش شرکت‌های پیشران، وابسته به ماهیت حوزه فناوری و الگوهای تعاملی خاص هر خوشه می‌باشد. بنابراین، سیاست‌گذاری نوآوری می‌بایست با درنظرگیری این تفاوت‌های ساختاری، به طراحی برنامه‌های حمایتی هدفمند و متناسب با ویژگی‌های هر خوشه فناوری اقدام نماید.

۵- بحث

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که موقعیت ساختاری شرکت‌های دانش‌بنیان در شبکه همکاری فناورانه، نقش تعیین‌کننده‌ای در شناسایی شرکت‌های مستعد تشکیل پیشران‌های فناوری دارد؛ به‌گونه‌ای که شاخص‌های مختلف مرکزیت شبکه عامل اصلی «قابلیت پیشرانی» شرکت‌ها محسوب می‌شوند. این نتیجه با ادبیات نظری پیشران‌های شبکه و مطالعاتی که بر اهمیت جایگاه شبکه‌ای بازیگران در تسهیل جریان دانش و هدایت همکاری‌ها تأکید دارند، هم‌راستا است [٤, ١٤]. همچنین، برخلاف پژوهش‌هایی که شناسایی شرکت‌های پیشران را صرفاً بر مبنای خروجی‌های فناورانه انجام داده‌اند [١٢]، یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که در بستر اقتصادهای در حال توسعه، نادیده‌گرفتن ساختار شبکه همکاری می‌تواند به برآورد نادرست از ظرفیت واقعی شرکت‌ها منجر شود؛ نتیجه‌ای که با استدلال‌های مطرح‌شده در ادبیات سیاست‌گذاری نوآوری همخوانی دارد [٩]. از منظر نقش نهادهای واسطه‌ای، نتایج نشان می‌دهد که استقرار در پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد اگرچه با افزایش احتمال دستیابی به موقعیت‌های مرکزی در شبکه همراه است، اما به‌تنهایی تضمین‌کننده شکل‌گیری پیشران‌های فناوری نیست. این یافته با نتایج مطالعات داخلی که بر اهمیت کیفیت شبکه‌سازی و تعاملات واقعی نسبت به صرف استقرار فیزیکی تأکید دارند، همسو است [٣٤]. علاوه بر این، تفاوت مشاهده‌شده میان خوشه‌های فناورانه مختلف نشان می‌دهد که اثرگذاری نهادهای واسطه‌ای به ماهیت فناوری و منطق همکاری در هر حوزه بستگی دارد؛ نتیجه‌ای که با یافته‌های مطالعات بین‌المللی در خصوص نقش مرحله رشد شرکت‌ها و ویژگی‌های صنعتی در اثربخشی مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری همخوانی دارد [٣٣]. در مجموع، این نتایج بر ضرورت بازطراحی سیاست‌های شبکه‌سازی صندوق نوآوری و شکوفایی به‌صورت هدفمند و متناسب با ساختار واقعی شبکه‌های فناورانه کشور تأکید می‌کند.

٦- نتیجه‌گیری

این پژوهش با تحلیل داده‌های تعامل واقعی شرکت‌های دانش‌بنیان، ساختار شبکه همکاری و الگوی شکل‌گیری اجتماعات فناورانه در زیست‌بوم نوآوری کشور را ترسیم کرد. یافته‌ها نشان داد که شرکت‌ها بر اساس قرابت فناورانه و نیازهای مکمل، به‌طور طبیعی در خوشه‌های متمایز سازمان یافته‌اند. بررسی نقش نهادهای واسطه‌ای مانند صندوق نوآوری و شکوفایی حاکی از اثربخشی ناهمگون آن‌ها در حوزه‌های مختلف فناوری است، به‌طوری که برخی اجتماعات هنوز با ضعف ارتباطی مواجهند. همچنین، استقرار فیزیکی شرکت‌ها در پارک‌ها و مراکز رشد لزوماً با دستیابی به موقعیت مرکزی و ارتباطی قوی در شبکه همراه نبوده است، که بر ضرورت بازنگری در مدل‌های حمایتی جاری تأکید

دارد. بر این اساس، پژوهش حاضر چارچوبی را ارائه می‌دهد که بر مبنای تحلیل شبکه و جایگاه واقعی شرکت‌ها، امکان شناسایی و اولویت‌بندی شرکت‌های «مستعد پیشرانی» را فراهم می‌سازد، نه صرفاً معرفی شرکت‌های پیشران موجود. پیام اصلی مطالعه تأکید بر تغییر رویکرد سیاست‌گذاری از حمایت‌های عمومی گسترده به سمت طراحی برنامه‌های هوشمند و هدفمند بر اساس شناخت دقیق ساختار شبکه و موقعیت شرکت‌ها است. این تحلیل شبکه‌می‌تواند به عنوان ابزاری عملی برای تقویت اجتماعات ضعیف، توسعه همکاری‌های فناورانه و شکل‌دهی به مسیرهای حمایتی منطبق بر واقعیت‌های بوم‌سازگان نوآوری کشور مورد استفاده قرار گیرد. در ادامه بسته‌های سیاستی پیشنهادی جهت توسعه پیشران‌های فناوری ارائه گردیده است.

- **سیاست پیشنهادی اول**: بازطراحی رویدادهای شبکه‌ساز بر اساس ساختار واقعی شبکه

یافته‌های حاصل از تحلیل شبکه نشان می‌دهد که ساختار ارتباطی شرکت‌های دانش‌بنیان به‌شدت متمرکز بوده و بخش عمده‌ای از روابط همکاری در چند خوشه بزرگ شکل گرفته است. در نتیجه، برخی حوزه‌ها و شرکت‌ها از دسترسی مؤثر به شبکه‌های اصلی نوآوری محروم مانده‌اند. این وضعیت نشان می‌دهد که برگزاری رویدادهای عمومی و یکسان شبکه‌ساز، لزوماً به توزیع متوازن فرصت‌های همکاری منجر نمی‌شود. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران به‌جای رویکردهای عمومی، از تحلیل‌های داده‌محور شبکه‌ای برای شناسایی حوزه‌ها و شرکت‌های کم‌اتصال استفاده کرده و برنامه‌های شبکه‌سازی هدفمند برای آن‌ها طراحی نمایند. در این چارچوب، صندوق نوآوری و شکوفایی می‌تواند با به‌کارگیری شاخص‌هایی مانند مرکزیت بینابینی و مرکزیت نزدیکی، شرکت‌هایی را که نقش پل ارتباطی میان خوشه‌های فناورانه را ایفا می‌کنند شناسایی کرده و حضور و نقش آن‌ها را در رویدادهای آتی برجسته سازد. این رویکرد می‌تواند به ایجاد پیوندهای جدید میان حوزه‌های فناورانه جداافتاده، افزایش تنوع فناورانه شبکه و تقویت شکل‌گیری کنسرسیوم‌های میان‌رشته‌ای منجر شود.

- **سیاست پیشنهادی دوم**: ایجاد نظام «هوشمند تخصیص منابع حمایتی» مبتنی بر مرکزیت شبکه‌ای

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که همه شرکت‌های دانش‌بنیان نقش یکسانی در تسهیل جریان دانش و همکاری‌های فناورانه ندارند و تنها تعداد محدودی از آن‌ها به دلیل برخورداری از موقعیت‌های مرکزی، نقش کلیدی در هدایت تعاملات شبکه‌ای ایفا می‌کنند. در چنین شرایطی، تخصیص یکنواخت منابع حمایتی به تمامی شرکت‌ها می‌تواند کارایی سیاست‌های حمایتی را کاهش دهد. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود نظام حمایتی نهادهای واسطه‌ای به سمت الگویی مبتنی بر نقش شبکه‌ای شرکت‌ها بازطراحی شود. در این الگو، شرکت‌هایی که دارای شاخص‌های مرکزیت بالاتر، به‌ویژه مرکزیت بینابینی، هستند مشوق‌ها و حمایت‌های ویژه‌ای برای توسعه و گسترش همکاری‌های فناورانه دریافت می‌کنند. این رویکرد، علاوه بر افزایش بهره‌وری منابع حمایتی، به تقویت گره‌های کلیدی شبکه، پایداری جریان دانش میان حوزه‌های مختلف فناوری و ارتقای نقش صندوق نوآوری و شکوفایی از یک «توزیع‌کننده اعتبار» به «معمار شبکه نوآوری» کمک خواهد کرد.

- **سیاست پیشنهادی سوم**: تشکیل «برنامه پیشران‌های شبکه‌ای فناوری»

تحلیل ساختار شبکه همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان نشان می‌دهد که پنج خوشه اصلی بیش از هفتاد درصد از کل شرکت‌ها را دربر می‌گیرند و هر یک دارای تمرکز فناورانه مشخص و نسبتاً همگن هستند. این ساختار طبیعی شبکه، بستر مناسبی برای طراحی برنامه‌های توسعه‌ای مبتنی بر مفهوم «پیشران‌های شبکه‌ای فناوری» فراهم می‌کند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود سازمان‌های واسطه‌ای نظیر صندوق نوآوری و شکوفایی، با همکاری معاونت علمی و فناوری و پارک‌های علم و فناوری، برای هر یک از این خوشه‌های اصلی یک برنامه پیشران شبکه‌ای تعریف کنند. در این برنامه‌ها، شرکت‌های دارای مرکزیت بالای شبکه به‌عنوان هسته پیشران انتخاب شده و مجموعه‌ای از شرکت‌های مکمل، نهادهای پژوهشی و بازیگران کلیدی پیرامون آن‌ها سازمان‌دهی

می‌شوند. اجرای چنین برنامه‌هایی می‌تواند به تقویت همکاری‌های میان‌بخشی، شکل‌گیری زنجیره‌های ارزش فناورانه در سطح ملی و جلوگیری از تکرار و پراکندگی سرمایه‌گذاری‌ها منجر شود.

- **سیاست پیشنهادی چهارم: استقرار «نظام مدیریت فعال شبکه‌های همکاری» در پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد**

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که بسیاری از شرکت‌های مستقر در پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد، علی‌رغم مجاورت فیزیکی، از اتصال شبکه‌ای مؤثر با یکدیگر برخوردار نیستند و بخش قابل توجهی از تعاملات واقعی آن‌ها با بازیگران خارج از این نهادها شکل می‌گیرد. این موضوع بیانگر آن است که پارک‌ها و مراکز رشد نتوانسته‌اند به‌طور کامل نقش بالقوه خود را در ایجاد پیوندهای معنادار و تقویت موقعیت شبکه‌ای شرکت‌ها ایفا کنند. از این‌رو، ضروری است این نهادها از رویکرد صرفاً فضامحور به سمت مدیریت شبکه‌محور حرکت کنند و تمرکز خود را بر شکل‌دهی و ارتقای کیفیت همکاری‌های واقعی میان شرکت‌ها قرار دهند. در این راستا، پیشنهاد می‌شود پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد یک نظام مدیریت و فعال‌سازی شبکه همکاری ایجاد کنند که بر پایش منظم وضعیت ارتباطات شرکت‌های مستقر مبتنی باشد. این نظام می‌تواند با ارزیابی دوره‌ای شاخص‌های شبکه‌ای مانند مرکزیت، تراکم همکاری و نقش‌های میانجی‌گرانه، شرکت‌های حاشیه‌ای یا کم‌اتصال را شناسایی کرده و برای آن‌ها برنامه‌های اتصال هدفمند طراحی نماید. این برنامه‌ها می‌تواند شامل معرفی شرکای بالقوه، برگزاری جلسات هدفمند، اتصال شرکت‌ها به بازیگران پیشران و اجرای رویدادهای تخصصی کوچک میان شرکت‌های مکمل باشد که در مجموع به تقویت شبکه همکاری و افزایش اثربخشی پارک‌ها و مراکز رشد منجر خواهد شد. در ادامه به بررسی محدودیت‌های پژوهش پرداخته شده است.

مهم‌ترین محدودیت این پژوهش، تمرکز بر داده‌های مربوط به یک بازه زمانی مشخص و عدم امکان بررسی تحولات پویای شبکه همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان در طول زمان است. همچنین، عدم دسترسی به داده‌های جغرافیایی دقیق، امکان تحلیل اثر فاصله مکانی شرکت‌ها از مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری را محدود کرده است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با رویکردی تطبیقی، شبکه همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان ایران را با کشورهای پیشرو در حوزه نوآوری مقایسه نمایند، پویایی‌های شبکه همکاری را در بازه‌های زمانی بلندمدت مورد مطالعه قرار دهند و اثر سیاست‌های حمایتی و شبکه‌ساز مختلف را بر تحول ساختار شبکه بررسی کنند.

تعارض منافع

نویسندگان تعهد می‌کنند که هیچ تعارض منافعی در این مقاله وجود نداشته‌است.

References

[1] 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

[2] Adner, R. (2017). **Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy**. *Journal of Management*, 43 (1), 39–58. https://doi.org/10.1177/0149206316678451

[3] Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). **Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms**. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 9–30. https://doi.org/10.2307/2393549

[4] Freeman, L. C. (1978). **Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification**. *Social Networks*, 1 (3), 215–239. https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7

[5] Aarikka-Stenroos, L., Sandberg, B., & Lehtimäki, T. (2014). **Networks for the Commercialization of Innovations: A Review of How Divergent Network Actors Contribute**. *Industrial Marketing Management*, 43 (3), 365–381. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.12.008

[6] Tanha, D., Salamzadeh, A., Allahian, Z., & Salamzadeh, Y. (2011). **Commercialization of University Research and Innovations in Iran: Obstacles and Solutions**. *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, 1 (7), 126–146. https://ssrn.com/abstract=2027642

[7] Nassiri-Koopaei, N., Aghaei, M., Ghiasvand, M., & Haghjoo, M. (2014). **Commercialization of Biopharmaceutical Knowledge in Iran; Challenges and Solutions**. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22 (1), 29.

Perspectives on Organizational Social Networks (pp. 1–29). Emerald Group Publishing. https://doi.org/10.1108/S0733-558X(2014)0000040001

[19] Prasannath, V., Sabapathy, S. R., & Renukappa, S. (2024). **Impact of Government Support Policies on Entrepreneurial Orientation and SME Performance**. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 20 (3), 1533–1595. https://doi.org/10.1007/s11365-024-00993-3

[20] Li, M., Liu, Y., & Wang, J. (2024). **How Government Subsidies Affect Technology Innovation in the Context of Industry 4.0: Evidence From Chinese New-Energy Enterprises**. *Kybernetes*, 53 (11), 4149–4171. https://doi.org/10.3390/su17157168

[21] Songling, Y., Wenchao, L., & Xiang, Z. (2018). **The Role of Government Support in Sustainable Competitive Position and Firm Performance**. *Sustainability*, 10 (1), 1–17. https://doi.org/10.3390/su10103495

[22] Anwar, M., & Li, S. (2021). **Spurring Competitiveness, Financial and Environmental Performance of SMEs Through Government Financial and Non-Financial Support**. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 1–22. https://doi.org/10.1007/s10668-020-00951-3

[23] Eshraghi, A., Miremadi, S. I., & Vesal, M. (2021). **An Evaluation of the Impact of Support Policies on the Transition of Knowledge-Based Firms to the Growth Stage**. *Science and Technology Policy*, 14 (1), 37–53. https://doi.org/10.22034/jstp.2020.13.1.1327 [In Persian]

[24] Pooya, A., & Soltani-Fesaghandis, G. (2015). **Investigating the Effect of Firm Size and Industry Growth Rate on Survival of Newcomer Companies in Electronic and Electric Industries of Mazandaran Province**. *Industrial Management Studies*, 13 (37), 55–90. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22518029.1394.13.37.2.9

[25] Ghazinoori, S., Sajadifar, M., & Mohammadhashemi, Z. (2020). **Providing a Logic Model of Fiscal and Tax Policy Instruments on the Law for Supporting Knowledge-Based Firms (KBFs)**. *Rahyāft*, 29 (4), 67–84. https://doi.org/10.22034/rahyaft.2020.13799 [In Persian]

[26] Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2011). **On Network Theory**. *Organization Science*, 22 (5), 1168–1181. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5513-5_2

[27] Shokouhyar, S., Maghsoudi, M., Khanizadeh, S., & Jorfi, S. (2024). **Analyzing Supply Chain Technology Trends Through Network Analysis and Clustering Techniques: A Patent-Based Study**. *Annals of Operations Research*, 341, 313–348. https://doi.org/10.1007/s10479-024-06119-w

[28] Mazlumi, S. H. H., & Kermani, M. A. M. (2022). **Investigating the Structure of the Internet of** https://doi.org/10.1186/2008-2231-22-29

[8] Tayebnia, M., & Seyyedamiri, N. (2024). **The Challenges and Prospects of Developing an Innovation Intermediary Organization: A Case Study of Iran**. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13 (1), 54. https://doi.org/10.1186/s13731-024-00414-3

[9] Scaringella, L., & Burtschell, F. (2017). **The Challenges of Radical Innovation in Iran: Knowledge Transfer and Absorptive Capacity Highlights — Evidence From a Joint Venture in the Construction Sector**. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 151–169. https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2015.09.013

[10] Woods, J., Galbraith, B., & Hewitt-Dundas, N. (2019). **Network Centrality and Open Innovation: A Social Network Analysis of an SME Manufacturing Cluster**. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69 (2), 351–364. https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2934765

[11] Pullen, A. J., Weerd-Nilssen, J. T., & Fiss, P. C. (2012). **Open Innovation in Practice: Goal Complementarity and Closed NPD Networks to Explain Differences in Innovation Performance for SMEs in the Medical Devices Sector**. *Journal of Product Innovation Management*, 29 (6), 917–934. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00973.x

[12] Belderbos, R., Faems, D., Leten, B., & Van Looy, B. (2010). **Technological Activities and Their Impact on the Financial Performance of the Firm: Exploitation and Exploration Within and Between Firms**. *Journal of Product Innovation Management*, 27 (6), 869–882. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00757.x

[13] Cusumano, M. A. (2008). **How Companies Become Platform Leaders**. *MIT Sloan Management Review*, 49 (2), 28–35. https://sloanreview.mit.edu/article/how-companies-become-platform-leaders

[14] Burt, R. S. (2004). **Structural Holes and Good Ideas**. *American Journal of Sociology*, 110 (2), 349–399. https://doi.org/10.1086/421787

[15] Gawer, A. (2014). **Bridging Differing Perspectives on Technological Platforms: Toward an Integrative Framework**. *Research Policy*, 43 (7), 1239–1249. https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.006

[16] Teece, D. J. (2018). **Business Models and Dynamic Capabilities**. *Long Range Planning*, 51 (1), 40–49. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007

[17] Cusumano, M. A., Gawer, A., & Yoffie, D. B. (2019). ***The Business of Platforms: Strategy in the Age of Digital Competition, Innovation, and Power***. *Harper Business,* 25, 240–242. https://doi.org/10.7202/1088148ar

[18] Borgatti, S. P., Brass, D. J., & Halgin, D. S. (2014). **Social Network Research: Confusions, Criticisms, and Controversies**. In *Contemporary*

30 (9–10), 485–495. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.05.001

[33] Nasr, A., & Hajihoseini, H. (2017). **Science and Technology Parks (STPs) Roles in Innovation and Technology Development**. *Rahyaft*, 27 (65), 35–56. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.10272690.1396.27.65.3.1 [In Persian]

[34] Shojaei, S. M. H., Ghazibi, J., & Sahebkar-Khorasani, S. M. (2021). **Evaluating the Effectiveness of Support Policies for Knowledge-Based Companies in Iran**. *Public Policy*, 7 (1), 31–58. https://doi.org/10.22059/jppolicy.2021.81987 [In Persian]

[35] Borgatti, S. P. (2005). **Centrality and Network Flow**. *Social Networks*, 27 (1), 55–71. https://doi.org/10.1016/j.socnet.2004.11.008

[36] Jalayer, M., Hosseini, S. H., & Azar, A. S. (2018). **A Hybrid Algorithm Based on Community Detection and Multi-Attribute Decision Making for Influence Maximization**. *Computers & Industrial Engineering*, 120, 234–250. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.04.049

[37] Fortunato, S., & Hric, D. (2016). **Community Detection in Networks: A User Guide**. *Physics Reports*, 659, 1–44. https://doi.org/10.1016/j.physrep.2016.09.002

Things Patent Network Using Social Network Analysis. *IEEE Internet of Things Journal*, 9 (15), 13458–13469. https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3142191

[29] Osareh, F., Salehi Zahabi, S., & Akbarzadeh, F. (2022). **Co-Authorship Network Analysis of Medical Images Researchers With Emphasis on Micro and Macro Metrics**. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*, 11 (2), e131621. https://doi.org/10.5812/jcrps-131621

[30] Roshani, S., Ghazi-Nouri, S. S., & Tabatabaeian, S. H. (2013). **A Co-Authorship Network Analysis of Iranian Researchers in Technology Policy and Management**. *Science and Technology Policy*, 6 (4), 1–17. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20080840.1392.6.2.2.5 [In Persian]

[31] McAdam, M., & McAdam, R. J. T. (2008). **High-Tech Start-Ups in University Science Park Incubators: The Relationship Between the Start-Up's Lifecycle Progression and Use of the Incubator's Resources**. *Technovation*, 28 (5), 277–290. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.07.012

[32] Schwartz, M., & Hornych, C. J. T. (2010). **Cooperation Patterns of Incubator Firms and the Impact of Incubator Specialization: Empirical Evidence From Germany**. *Technovation*,