E-ISSN: 2676-6159 | P-ISSN: 2538-5079

Journal of Decisions and Operations Research

www.journal-dmor.ir

J. Decis. Oper. Res. Vol. 6, Spec. Issue. (2022) 1–18.

Paper Type: Original Article

A Mixed Approach of Open R&D Ecosystem Case Study: Iran`S Nanotechnology

Pourya Abbasi [1], Reza Radfar [1,*], Abbas Toloei Eshlaghi[2], Nazanin Pilehvari Salmasi[3]

[1] *Department of Technology Management, Faculty of Management & Economy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; pouryaabbasi@yahoo.com; radfar@gmail.com.*

[2] *Department of Industrial Management, Faculty of Management & Economy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; toloei@gmail.com.*

[3] *Department of Industrial Management, Faculty of Management, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; n.pilevari@gmail.com.*

Citation:

Abbasi, p., Radfar, R., Toloei Eshlaghi, A., & Pilehvari Salmasi, N. (2022). A mixed approach of open R&D ecosystem case study: Iran`s nanotechnology. *Journal of decisions and operations research,* 6 (Spec. Issue), 1-18.

Received: 13/03/2021 Reviewed: 12/04/2021 Revised: 26/08/2021 Accepted: 02/09/2021

Abstract

Purpose: The present research seeks to identify the structure, how they interact and examine the factors that show the openness of the boundaries of the ecosystem of open R&D. For this purpose, the field of nanotechnology in Iran has been selected as the field of study.

Methodology: In terms of research method, this research is mixed and in terms of result, it is an application that has been done with the approach of Grandad theory, and research data were collected through library studies (a reference to existing documents and study of previous research), open interviews, and three semi-structured questionnaires.The statistical population is selected through a judgment-targeted method.7 academic experts (professors of R&D policies), 4 entrepreneurs(nanoscale-certified firms), and 4 policymakers in the nanotechnology sector (National Nanotechnology Initiative) were interviewed.Analysis of qualitative data obtained from open interviews with experts in Atlas.ti software, analysis of interrelationships through the Fuzzy-DEMATEL method in Exell, and analysis of the best decision and ranking of effective criteria for Monitoring the openness of the research and development ecosystem is performed by network analysis based on Fuzzy-DEMATEL method (DANP) in SuperDecision software.

Findings: The findings of this study show that the structure of the R&D ecosystem in Iran`s nanotechnology has ecosystemic dimensions which consist of Human resources, Infrastructure, Financial resources, Governance as well as performance dimensions which consist of commercialization, scientific works, and patents as IP. Another finding of this study is that the Performance dimension has the greatest impact on reopening the frontiers of R&D in Iran's nanotechnology and the commercialization criteria have the highest weight to monitor the R&D ecosystem.

Originality/Value: In addition to enabling policymakers to evaluate and measure policies and decisions made over time, it also helps companies streamline their knowledge and technology resources to learn, collaborate, and transfer Manage foreign companies and vice versa.

Keywords: Mixed approach, Open research and development, Research and development ecosystem.

Corresponding Author: radfar@gmail.com

http://dx.doi.org/10.22105/dmor.2021.277153.1338

Licensee. **Journal of Decisions and Operations Research**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Journal of Decisions and Operations Research

تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات

دوره ۶، شماره ویژه، (۱۴۰۰)، ۱۸-۱

www.journal-dmor.ir

نوع مقاله: پژوهشی

یک رویکرد ترکیبی از زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز، موردمطالعه: نانو فناوری ایران

پوریا عباسی [۱]، رضا رادفر [۱،*]، عباس طلوعی اشلقی [۲]، نازنین پیله‌وری سلماسی [۳]

[۱] گروه مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

[۲] گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

[۳] گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، واحد غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

هدف: پژوهش پیش روی به دنبال شناسایی ساختار، نحوه تعاملات آن‌ها و بررسی عواملی است که میزان باز بودن مرزهای زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز را نشان دهد. بدین منظور، حوزه نانو فناوری ایران به‌عنوان حوزه موردمطالعه انتخاب‌شده است.

روش‌شناسی پژوهش: گردآوری داده‌های تحقیق از طریق مطالعات کتابخانه‌ای (مراجعه به اسناد موجود و مطالعه تحقیقات پیشین)، مصاحبه باز و پرسشنامه‌های نیمه ساختاریافته انجام‌شده است. جامعه آماری ۱۵ نفره از طریق روش قضاوتی-هدفمند انتخاب‌شده‌اند که شامل: خبرگان دانشگاهی (اساتید سیاست‌های تحقیق و توسعه)، مدیران (بنگاه‌های دارای گواهینامه نانومقیاس) و سیاست‌گذاران در حوزه نانو فناوری (ستاد ویژه نانو فناوری) است. داده‌های کیفیِ به‌دست‌آمده از مصاحبه با خبرگان از روش نظریه داده بنیاد در نرم‌افزار اطلس‌تی‌آی، روابط متقابل بین عوامل از روش دیمتل فازی در نرم‌افزار اکسل و انتخاب بهترین گزینه و رتبه‌بندی زیرمعیارهای مؤثر در پایش مرزهای زیست‌بوم از روش تحلیل شبکه با رویکرد دیمتل فازی در نرم‌افزار سوپردسیژن مورد تحلیل قرارگرفته است.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ساختار زیست‌بوم تحقیق و توسعه در حوزه نانو فناوری ایران دارای بُعد زیست‌بومی، متشکل از زیر بوم‌های: منابع انسانی، زیرساخت، منابع مالی و حکمرانی و بُعد عملکردی، متشکل از تجاری‌سازی، تولیدات علمی و ثبت اختراع است. همچنین بهترین گزینه در پایش مرزهای تحقیق و توسعه باز در حوزه نانو فناوری بُعد عملکردی و زیرمعیار تجاری‌سازی، دارای بیشترین وزن در پایش را دارا است.

اصالت/ارزش افزوده علمی: علاوه بر آنکه به سیاست‌گذاران این امکان را می‌دهد تا سیاست‌ها و تصمیمات اتخاذشده در طول زمان را در این حوزه مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار دهند، به مدیران بنگاه‌ها نیز کمک می‌نماید تا منابع و جریان‌های دانشی و فناورانه خود را به‌منظور یادگیری، همکاری و انتقال از بنگاه‌های بیرونی و بالعکس مدیریت نمایند.

کلیدواژه‌ها: تحقیق و توسعه، رویکرد ترکیبی، زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر تعمیقِ شکاف میان رویکرد همکاری فناورانه با بیرون از مرزها (بازگشایی مرزهای زیست‌بوم) و رویکرد اتّکاء به ظرفیت جذب با استفاده از انباشتِ درون بنگاهی (بدون گشودن مرزهای زیست‌بوم) طرفداران خود را پیدا نموده است. این تضارب دیدگاه قدمتی طولانی و همچنین ریشه در نظریات پیشین اقتصادی دارد. در نظریه رشد برون‌زا، نیروی کار (منابع انسانی) و فناوری (منابع فناورانه و

* نویسنده مسئول

radfar@gmail.com

http://dx.doi.org/10.22105/dmor.2021.277153.1338

دانشی) عاملی ایستا و عوامل رشد، عاملی بیرونی فرض شده است. در چارچوب اقتصاد نئوکلاسیک، مدل رشد سولو[1] یکی از مدل‌های رشد اقتصادی با ویژگی‌های برون‌زا است و تلاش می‌نماید تا رشد اقتصادی بلندمدت را بر اساس انباشت سرمایه (میزان سرمایه‌گذاری بر منابع)، رشد جمعیت (افزایش ورودی جریان نیروی انسانی در طول زمان)، نیروی کار (جریانِ ورودِ نیروی انسانی به بازار کار) و افزایش در بهره‌وری (که به‌طورمعمول پیشرفت فنی شناخته می‌شود) توضیح دهد (عجم‌اوغلو[2]، ۲۰۰۸). گروسمن و هلمپن[3] (۱۹۹۱) و رومر[4] (۱۹۸۶) نیز بر این باورند که فعالیت‌های تحقیق و توسعه باعث به وجود آمدن کالاهای سرمایه‌ای جدید و ایجاد اثرات جانبی در انباشت دانش می‌شود که مبتنی بر رشد بلندمدت با تمرکز بر پیشرفت‌های فنی در فعالیت‌های تحقیق و توسعه است؛ اما در مقابل، نظریه رشد درون‌زا پیشرفت‌های اقتصادی همراه با افزایش تحقیق و توسعه داخلی را از عوامل رشد در نظر می‌گیرد. این مدل برخلاف چارچوب نئوکلاسیک، نشان می‌دهد که در بلندمدت رشد اقتصادی از انباشت دانش یا تحقیق و توسعه تأثیر می‌پذیرد. پژوهشگران پیرو این نظریه مانند کوهن و لوینتال[5] (۱۹۹۰) معتقدند که بنگاه‌هایی که فرایندِ تحقیق و توسعه را با فعالیت‌های تحقیق و توسعه بیرونی تکمیل می‌نمایند، از سطح بالایی از ظرفیت تحقیق و توسعه برخوردار بوده و قادر خواهند بود تا ارزیابی و جذب دانش بهتری از محیط بیرونی داشته باشند. این اختلافات نظری تاکنون ادامه یافته و باعث شده است تا در سطوح و حوزه‌های فناورانه مختلف بیش‌ازپیش تأثیر خود را نشان دهد. بخش نانو فناوری ایران نیز از این دوگانگی‌ها مصون نمانده و شکاف ایجادشده میان این اختلاف‌نظرها، سیاست‌گذاری تحقیق و توسعه در سطح کلان و تصمیم‌گیری در بنگاه‌های فناوری محور مانند بنگاه‌های نانوفناور در سطح خرد را در بهره‌برداری از توانمندی‌های درونی و استفاده از منابع بیرونی و همچنین برقراری تعادل میان آن‌ها، با مشکل مواجه نموده است. تاجایی‌که باگذشت زمان، ساختار یکپارچه تحقیق و توسعه بسته (صِرف در درون) به‌سرعت جای خود را به بنگاه‌های فناوری محور با ساختار تحقیق و توسعه با تعاملات بیرونی داده (برچیچی[6]، ۲۰۱۳) و امروزه شاهدِ مجموعه‌ای از تعاملات درونی-بیرونی و بالعکس هستیم که عدم رصدِ کارایی الگوهای منتخب، برای سیاست‌گذاران و مدیران بنگاه‌ها عواقب جبران‌ناپذیری را به همراه داشته است؛ شناخت و آگاهی از ساختار تشکیل‌دهنده فعالیت‌های تحقیق و توسعه در حوزه موردمطالعه به همراه بستر و محیط آن، ضرورتِ انجام این مطالعه است. با توجه به نیاز بررسی هم‌زمان، از دیدگاه زیست‌بوم[7] در این پژوهش استفاده‌شده است تا امکان مطالعه گروه‌های مختلف مانند گروه‌های بزرگ‌تر مانند یک جامعه (در سطح ملی)، گروه‌های متوسط مانند یک بخش (در سطح حوزه) و گروهای کوچک‌تر مانند یک عامل (در سطح فردی) به همراه محیط پیرامون و تعاملات اجزاء آن‌ها به‌طور هم‌زمان، مهیّا و موردبررسی قرار گیرد (پیکت و همکاران[8]، ۲۰۱۷). مطالعه‌ای که در تحقیقات قبلی بدان پرداخته نشده است و یا اگر صورت گرفته، بسیار پراکنده است؛ بنابراین، این پژوهش به دنبال آن است تا در مرحله اول به شناخت و درکِ بسیطی از مفهوم زیست‌بوم در فرایند (فعالیت‌های) تحقیق و توسعه باز دست یابد و سپس به کمک اجزای تشکیل‌دهنده، به بررسی مرزهای زیست‌بوم در حوزه موردمطالعه ازنظر میزان باز بودن پرداخته می‌شود. از همین روی، پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به سؤالات ذیل است:

- اجزای تشکیل‌دهنده زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز در حوزه نانو فناوری ایران کدام‌اند و نحوه تعاملات آن‌ها چگونه است؟
- از طریق کدام اجزاء می‌توان تأثیر بازگشایی مرزها در حوزه نانو فناوری ایران را رصد نمود؟

در ادامه این مقاله به پیشینه نظری در بخش دوم، روش‌شناسی پژوهش در بخش سوم، یافته‌های پژوهش در بخش چهارم پرداخته می‌شود و در بخش پایانی نتایج مطالعه ارائه می‌شود.

۲- پیشینه پژوهش

مفهوم زیست‌بوم از سال‌ها پیش وارد عرصه کسب‌وکار و مدیریت گردیده و در حوزه‌های مختلفی از آن استفاده می‌شود. بررسی مطالعات پیرامونِ مفهوم زیست‌بوم گویای آن است که برخلاف کاربرد بالای این مفهوم در پژوهش‌ها، تعریف واضح و پشتوانه نظری مشخصی برای آن ارائه نشده است (سوجیموتو و همکاران[9]، ۲۰۱۸). زیست‌بوم برای اولین بار در سال ۱۹۳۵ توسط سر آرتور تانسلی[10] تعریف گردید. اگرچه مفهوم زیست‌بوم بدون تعریف روشن یا پشتیبانی نظری در حوزه مدیریت فناوری و نوآوری نیز استفاده می‌شود (ادنروکاپور[11]، ۲۰۱۰)، اما به نظر می‌رسد در طی سال‌های گذشته تأثیر مفهوم آن در حال افزایش است (ماتسموتو[12]، ۲۰۱۸). بیشتر مفاهیم ارائه‌شده از

[1] Solow
[2] Acemoglu
[3] Grossman and Helpman
[4] Romer
[5] Cohen and Levinthal
[6] Berchicci
[7] Ecosystem
[8] Pickett, et al.
[9] Tsujimoto et al.
[10] Arthur Tansley
[11] Adner and Kapoor
[12] Matsumoto

زیست‌بوم‌هایی همچون زیست‌بوم کسب‌وکار با استفاده از استعاره‌هایی از زیست‌بوم‌های زیستی توصیف می‌شود (دسترنج و همکاران[1]، ۲۰۱۹؛ مادهارام[2]، ۲۰۱۰). پاره‌ای از محققان (مور[3]، ۱۹۹۶) زیست‌بوم کسب‌وکار را حالتی مشابه با زیست‌بوم طبیعی تعریف می‌نمایند و معتقدند بنگاه‌های مستقر در زیست‌بوم، مانند موجودات زنده ضمن تعامل با یکدیگر قابلیت‌های خود را از طریق رقابت باهم و همکاری با یکدیگر ارتقاء و تکامل می‌بخشند (دسترنج و همکاران، ۲۰۱۹). در این نگرش اعتقاد بر این است که عملکرد هریک از اعضاء بر ارتقاء سطح عملکردِ شبکه و زیست‌بوم تأثیر می‌گذارد. تعاملات و حمایت میان اجزای درون زیست‌بوم از مؤلفه‌های حائز اهمیت است که در تعریف مور نیز به چشم می‌خورد. دیدگاه زیست‌بومی، بنگاه‌ها را در سطحی فراتر از یک واحد کسب‌وکار منفرد و در قالب عضوی از یک شبکه به‌هم‌پیوسته از واحدها و نهادهای مرتبط در نظر می‌گیرد. یون و لی[4] (۲۰۱۹) معتقدند سامانه‌های پیچیده دارای روابط درهم‌تنیده‌ای هستند که در آن سامانه‌های بزرگ‌تر فرآیندهای سامانه‌های کوچک‌تر را در درون خود جای‌داده‌اند. اصطلاح «زیست‌بوم» با احاطه معانی بوم‌شناسی، رشد یافته و می‌توان در دو دیدگاه کلی ارائه نمود. نخست، دیدگاه زیست‌بوم به‌مثابه وابستگی، به‌عنوان اجتماعی از بازیگران مرتبط که توسط شبکه‌ها و وابستگی‌های پلتفرمی تعریف می‌شود و دوم، دیدگاه زیست‌بوم به‌مثابه ساختار، که نمایشی از پیکربندی فعالیت‌ها توسط یک فرضیه ارزش تعریف می‌شود. پیکیت و کادناسو[5] (۲۰۰۲) معتقد هستند ابعاد مفهومی یک زیست‌بوم عبارت است از معنا، مدل و استعاره که امکان برقراری ارتباط با ذی‌نفعان و تصمیم‌گیرندگان را فراهم می‌کند. نتایج پژوهش سوجیموتا و همکاران[6] (۲۰۱۸) که حاصل مرور ادبیات ۹۰ مقاله علمی و پژوهش است، چهار جریان اصلی در خصوص مفهوم زیست‌بوم را نشان می‌دهد؛ جریان نخست دیدگاه بوم‌شناسی صنعتی، که مبتنی بر مفهوم زیست‌بوم صنعتی است؛ دومین جریان زیست‌بوم تجاری یا کسب‌وکار، که مبتنی بر تئوری مرزهای سازمانی است؛ سومین جریان پلتفرم[7]، که مبتنی بر دیدگاه زیست‌بوم تجاری است و چهارمین جریان شبکه چند بازیگری، که به تحلیل روابط رفتاری پویا بر اساس تئوری شبکه‌های اجتماعی می‌پردازد. تاملسو و همکاران[8] (۲۰۱۶) در پژوهش خود استدلال می‌کنند، شبکه‌های تحقیق و توسعه معمولاً پراکنده بوده و بر اساس درجه توزیعِ نامتقارن از همکاری نسبت به‌شدت فعالیت‌ها مشخص می‌شود. منظور از درجه توزیع نامتقارن از همکاری اشاره به همکاری‌هایی دارد که بازیگران ازنظر اندازه، منابع و تجربه تجاری و ... با یکدیگر تفاوت دارند. تعامل میان شبکه‌های کسب‌وکار، تحقیق و توسعه و حتی شرکایی که به‌عنوان تولیدکننده تکمیلی[9] می‌باشند، در اطراف یک هسته فناورانه به‌عنوان موتور یا هسته تسهیلگر شکل می‌گیرد (آمیترانو و همکاران[10]، ۲۰۱۸). استفاده از مفاهیم زیست‌بوم در ادبیاتِ مدیریت و سازمان سنت طولانی دارد. از منظر دیدگاه زیست پژوهی، واحدهای سازمان‌یافتهٔ انسانی به‌عنوان یک خوشه جمعیتی یا به‌عنوان یک جامعه که در دست‌یابی به منابع محیطی در رقابت یا همکاری با یکدیگر هستند، موردمطالعه قرار می‌گیرد (دراست و پوتانن[11]، ۲۰۱۳). این دیدگاه بر ایجاد و انطباق منابع محیطی به‌عنوان نیروهای محرک اصلی یک جامعه و فرآیندهای تکاملی پویا مانند تغییر، انتخاب و نگهداری تأکید دارد. از همین روی مطالعه «زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز» را می‌توان، ادامه این مسیر با استفاده از تمثیل‌ها و دیدگاه‌های زیست پژوهی دانست. کرو و بوزمان[12] (۱۹۸۷) معتقدند واحدهای تحقیق و توسعه تحت تأثیر زیست‌بوم (محیط) مانند: دولت، بازار یا هردوی آن‌ها هستند و به‌منظور غلبه بر محیط، به‌طور مداوم در فعالیت‌های نوآورانه و قابلیت‌های فنی خود اقدام به سرمایه‌گذاری، جهت دسترسی به سود بیشتر و حفظ موقعیت برتری در زیست‌بوم می‌نمایند. نوآوری فناورانه، تجسم مهمی از رقابت‌پذیری یک کشور است که به دلیل ویژگی‌هایی مانند ارزش‌افزوده بالا و رقابت‌پذیری در توسعه اقتصادی پایدار نقش مهمی ایفاء می‌نماید. بررسی جامع در خصوص عملکرد نوآوری فناورانه در بنگاه‌های فناوری محور نیازمند نگرشی نظام‌مند و کل‌نگر است (چسبرو[13]، ۲۰۱۵؛ الهی و همکاران[14]، ۲۰۱۸) و مستلزم آن است که به‌طور هم‌زمان به ویژگی‌ها و شرایط همکاری بازیگران و ذی‌نفعان، محیط استقرار و عوامل تأثیرگذار توجه شود. کریمی دستجردی[15] (۲۰۱۰) مانند شان و جولی[16] (۲۰۱۰) معتقد است عملکرد نوآوری فناورانه منبع مزیت رقابتی است و دست‌یابی به آن، توانمندی‌های نوآورانه را توسعه و بهبود می‌دهد (جالیک و جالیشر[17]، ۲۰۱۹). زیرا زمانی که عرضه محصول یا خدمات (درزمینهٔ قیمت، پیشرفت‌ها و غیره)

---

[1] Dastranj et al.
[2] Madhavaram
[3] Moore
[4] Yun and li
[5] Pickett and Cadenasso
[6] Tsujimoto et al.
[7] Platform
[8] Tomasello et al.
[9] از اصطلاح مکمل توسط برندن برگر ونلباف در سال ۱۹۹۶ در مطالعات استفاده شده است؛ منظور از آن توسعه‌دهنده یک محصول دیگر به‌عنوان مکمل یا دو محصول است که مکمل همدیگر می‌باشند، با این فرض که فروش بیشتر یکی از محصولات باعث افزایش تقاضای محصول دیگر شود. در چارچوب ریاضی، A و B مکمل یکدیگر هستند، اگر ارزش‌گذاری دو کالای A و B توسط مصرف‌کنندگان با هم بیش از جمع ارزش‌گذاری کالای A به‌تنهایی و کالای B به‌تنهایی باشد، $V_{a+b} = (1 + \delta)(V_a + V_b), \delta > 0$

[10] Amitrano et al.
[11] Durst and Poutanen
[12] Crow and Bozeman
[13] Chesbrough
[14] Elahi et al.
[15] Karimi Dastjerdi et al.
[16] Shan and Jolly
[17] Calik and Calisir

در حوزه نانو فناوری همسان باشد، تعاملات اقتصادی جای خود را به‌مثابه اقتصادی خواهد داد (عباسی و همکاران[1]، ۲۰۱۶). استفاده از دانش‌های کسب‌شده پیشین، باعث شکل‌گیری فناوری‌های جدید از فناوری‌های موجود و انتشار آن می‌شود (زارعی و ابراهیمی[2]، ۲۰۱۹). لذا شناخت مؤلفه‌های مؤثر در عملکرد نوآوری فناورانه علاوه بر تحلیل موقعیت و جایگاه بنگاه در بستر محیط استقرار، امکان تدوین سیاست‌ها و راهبردهای کارا و اثربخش را فراهم می‌کند. حکمرانی شبکه‌ای، هم به‌عنوان استعاره‌ای در توصیف رشد مسائل پیچیده، مجزا شدن فزاینده جامعه و پلی برای عبور از مرزها به‌کاررفته و هم به‌عنوان پاسخی از سوی سیاست‌گذاران به‌منظور پویایی تعاملات محیط تغییریافتهٔ سیاستی عمل می‌کند. لی و همکاران[3] (۲۰۱۴) در پژوهش خود نشان می‌دهند که خدمات در زیست‌بوم بر اساس عملکرد پایه‌ای و اساسی در درون زیست‌بوم شکل می‌گیرد که در ارتقاء خدمات ضروری است. نتایج پژوهش شاه‌آبادی و سلیمی[4] (۲۰۱۵) نشان می‌دهد که حکمرانی خوب، اثر مثبت و معناداری برشدت تحقیق و توسعه کشورها دارد. نایینی[5] (۲۰۱۴) در پژوهش خود به نقل از تیت[6] بیان می‌کند که متداول‌ترین استفاده از مفهوم حکمرانی آن است که رویکرد قبلی حکومت[7] یعنی «رویکرد قانون‌گذاری بالا به پایین» که به دنبال تنظیم رفتار افراد و نهادها به شکل مشخص و کاملاً جزئی است، به سمت نوعی حکمرانی[8] تغییر جهت یافته است که تلاش دارد تا «از طریق توسعه منابع انسانی به مؤلفه‌های سیستم» به نتایج موردنظر دست یابد. رازماریتا وهمکاران[9] (۲۰۱۶) معتقدند، زیست‌بوم توسعه منابع انسانی زمانی مؤثر خواهد بود که روابط غیررقابتی و همکاری بین بنگاه‌ها وجود داشته باشد. یافته‌های مطالعات دمیرهان و باباخان[10] (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که تأمین مالی در هزینه‌های تحقیق و توسعه بنگاه‌ها و همچنین همکاری دانشگاه با صنعت تأثیرات مثبتی بر زیست‌بوم دارد. تأمین مالیِ فناوری اشاره به فرایند حمایت مالی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه به‌منظور حرکت فناورانه به سمت تجاری‌سازی دارد (کیم و همکاران[11]، ۲۰۰۸). نتایج پژوهش پاک نیت و همکاران[12] (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که تجاری‌سازی بر عملکرد بنگاه‌ها تأثیر مثبت و معناداری دارد. نتایج این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه به‌ندرت بر عملکرد فناورانه بنگاه به‌طور مستقیم تأثیر می‌گذارد و با استفاده از یک مؤلفه میانجی به نام توانمندی‌های تجاری‌سازی تأثیر خود را نشان می‌دهد. ایجاد بستری به‌منظور تجاری‌سازیِ یافته‌های تحقیقاتی و عرضه دانش به بازار علاوه بر فراهم آوردن ارزش‌های اقتصادی برای بنگاه‌ها، در سطح کلان نیز منجر به رشد اقتصادی می‌شود. خدمات یک زیست‌بوم بر بستر زیرساخت‌های شهری، همراه با تنوع زیستی منطقه‌ای (سان و همکاران[13]، ۲۰۲۰) محقق می‌شود و تنظیم قواعد کیفی آن (نهادهای متولی) به‌منظور بهره‌برداری توسط بنگاه‌ها از طریق حکمرانی در زیست‌بوم انجام می‌شود. زیست‌بوم مبتنی بر زیرساخت علاوه بر آنکه مفهوم پیچیده‌ای است، منجر به بهبود و تنظیم در برنامه‌ریزی، طراحی و پیاده‌سازی زیرساخت‌های سنتی می‌شود (سان و همکاران، ۲۰۲۰). ازآنجایی‌که شاخص‌های تحقیق و توسعه جزو شاخص‌های دروندادی علم و فناوری محسوب می‌شود، پیوند میان این شاخص‌ها با شاخص‌های بروندادی علم و فناوری، نظیر تعداد تولیدات علمی یا مقالات منتشره در حوزه نانو فناوری ایران امکان بررسی میزان بازده علم و فناوری بر اساس تعداد، نسبت به سرانه جمعیت و تعداد کارکنان در بخش تحقیق و توسعه را ایجاد می‌نماید (بلانکو و همکاران[14]، ۲۰۱۶). انتشار دستاوردهای حاصل از فعالیت‌های تحقیق و توسعه، نشان‌دهنده تأثیر دوسویه محیط (زیست‌بوم) از عملکرد بنگاه‌های نانوفناور و بالعکس دارد. واحدهای تحقیق و توسعه در حوزه نانو فناوری به‌منظور تثبیت تأثیرگذاری خود در زیست‌بوم و افزایش عملکرد فناورانه همواره به دنبال انتشار دستاوردها به شکلی مستند هستند. نتایج پژوهش کردحسینی و همکاران[15] (۲۰۱۲) حاکی از تأثیر مثبت و معنادار بودن حق ثبت اختراع بر رشد اقتصادی است که در کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای درحال‌توسعه، از این شاخص تأثیر بیشتری می‌پذیرند. به دلیل عدم مطالعات منسجم و نظریه‌های قوی در موضوع زیست‌بوم تحقیق و توسعه، یکی از روش‌هایی که می‌تواند به‌مثابه پلی بین دو پارادایم گذشته و آینده نقش اساسی ایفاء کند، روش نظریه داده بنیاد[16] است (ایلاقی و همکاران[17]، ۲۰۲۱). امروزه در حیطه‌های گوناگون، نظریه‌پردازی داده بنیاد به‌عنوان یک‌روال نظام‌مند، علاقه گسترده وسیعی از پژوهشگران را به خود جلب کرده است که کشف یا تولید نظریه برمبنای حقایق و واقعیات موجود و از طریق جمع‌آوری نظام‌مند داده‌ها و با مدنظر قرار دادن کلیه جوانب است. استفاده از این نظریه پژوهشگر را قادر به توضیح و تشریح موضوع موردمطالعه می‌سازد که روش اجرایی آن در بخش‌های بعدی توضیح داده می‌شود.

[1] Abbasi et al.
[2] Zareiand Ebrahimi
[3] Lee et al.
[4] Shahabadi et al.
[5] Khajeh Naeini
[6] Titt
[7] Government
[8] Governance
[9] Razmerita et al.
[10] Demirhan and Babacan
[11] Kime et al.
[12] Pakniyat et al.
[13] Sun et al.
[14] Blanco et al.
[15] Khodad Hosseini et al.
[16] Grounded Theory (GT)
[17] Ilaghi et al.

۳- روش پژوهش

پژوهش حاضر ازنظر روشِ تحقیق، آمیخته و به لحاظ نتیجه، کاربردی که به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از روش‌های کمی و کیفی استفاده‌شده است. گردآوری داده‌های تحقیق از طریق مطالعات کتابخانه‌ای (مراجعه به اسناد موجود و مطالعه تحقیقات پیشین)، مصاحبه باز و سه پرسشنامه نیمه ساختاریافته صورت می‌گیرد؛ تجزیه‌وتحلیل داده‌های مصاحبه باز، از طریق روش تحلیل محتوا و بر پایه نظریه داده بنیاد، داده‌های پرسشنامه با مقیاس پنج ارزشی به‌منظور گردآوری نظرات خبرگان از طریق روش دلفی فازی، داده‌های پرسشنامه با مقیاس پنج ارزشی به‌منظور شناسایی روابط درونی معیارها از طریق دیمتل فازی و داده‌های پرسشنامه مقایسات زوجی با مقیاس نه ارزشی به‌منظور دست‌یابی به وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها از طریق فرایند تحلیل شبکه با رویکرد دیمتل فازی انجام می‌گیرد. جامعه آماری پژوهش پیش روی، از ۱۵ خُبره بدین شرح تشکیل‌شده است: جامعه دانشگاهی ۷ نفر شامل اساتید خبره در حوزه سیاست‌های تحقیق و توسعه با تحصیلات دکتری و بیش از ۱۸ سال سابقه تدریس، جامعه سیاست‌گذاران شامل ۴ نفر از اعضای سیاست‌گذاری در ستاد ویژه نانو با تحصیلات کارشناسی ارشد به بالا و با بیش از ۱۵ سال سابقه اجرایی و همچنین جامعه کارآفرینان متشکل از ۴ مدیر بنگاه که دارای گواهینامه تولید محصول نانومقیاس از سوی ستاد ویژه فناوری نانو می‌باشند. این جامعه از طریق نمونه‌گیری هدفمند به‌دست‌آمده است. نکته حائز اهمیت آنکه، هیچ قانون قوی و صریحی در مورد نحوه انتخاب و تعداد متخصصین وجود ندارد. در تائید این موضوع مالترود و همکاران[1] (۲۰۱۶) در پژوهش خود استدلال می‌نمایند که در مطالعات کیفی هیچ استاندارد مشابهی در ارزیابی اندازه نمونه وجود ندارد. آن‌ها همچنین معتقدند که روش دلفی نیازی به‌اندازه نمونه ندارد تا ازنظر آماری نمایندهِ جمعیتِ موردمطالعه باشد. بلکه ملاک در ارزیابی نمایندگیِ خبرگانِ منتخب، ویژگی‌های خبره بودن است و نه اندازه نمونه. چراکه خبرگانِ شرکت‌کننده بدان دلیل انتخاب می‌شوند که قادر به کشف دیدگاهی مشخص از رفتار مربوط به پژوهش باشند (جلالی[2]، ۲۰۱۲؛ رنجبر و همکاران[3]، ۲۰۱۲). ازآنجایی‌که نظریه‌ای مشخص و منسجم در موضوع پژوهش وجود ندارد، از روش داده بنیاد استفاده می‌گردد تا الگوی مفهومی طراحی شود. زیرا این روش به دنبال انتزاع کلی از پاسخ‌ها و معانی است که از داده‌های مصاحبه به کشف مفاهیم و الگوها منجر می‌گردد. نظریه‌سازی داده بنیاد برای نخستین بار توسط گلاسر و استراوس[4] معرفی شد که هدف آن طرح‌ریزی شیوه استقرایی[5] در تحقیق است و ارائه نظریه از طریق داده‌های جمع‌آوری‌شده است. محورهای کلیدی در این رویکرد، کدها[6]، مفاهیم[7] و مقوله‌ها[8] اعم از فرعی واصلی بوده که دقت در گردآوری، تحلیل و تنظیم داده‌ها می‌تواند بر استحکام نظریه تأثیرگذار باشد. تمامی مراحل از طریق نرم‌افزار اطلس‌تی‌آی[9] انجام می‌شود که گام‌های اصلی در این رویکرد شامل انجام کدگذاری باز (نام‌گذاری مفاهیمی که بیانگر رویدادهای قطعی و دیگر نمونه‌های پدیده‌ها باشد)، انجام کدگذاری محوری (رویه‌هایی که از طریق آن‌ها، داده‌ها در فرآیندی مستمر با یکدیگر مقایسه می‌شوند تا سرانجام پیوندی باز از کدگذاری مقوله‌ها مشخص شود) و نهایتاً کدگذاری انتخابی (فرآیند انتخاب مقوله محوری، پیوند نظام‌مند آن با دیگر مقوله‌ها، ارزش‌گذاری روابط آن‌ها و درج مقوله‌هایی که نیاز به تأیید و توسعه بیشتری دارند) است. بر این اساس، ابتدا سؤال تحقیق طرح و سپس پاسخ به سؤالات، گردآوری و تحلیل می‌شود. نکات اساسی داده‌ها در مصاحبه احصاء و برای هر نکته یک کد معین می‌شود و سپس با مقایسه این کدها، چند کد که اشاره به یک جنبه مشترک دارد، در قالب یک مفهوم جای می‌گیرند. آنگاه چند مفهوم یک مقوله و چند مقوله در قالب یک نظریه مشخص می‌شود. با توجه به توضیحات، به‌منظور سطح‌بندی مؤلفه‌های موجود در الگو و بررسی نظریه حاصل از نظریه‌سازی داده بنیاد، پرسشنامه‌ای بر پایه یافته‌های این مرحله طراحی و میان اعضای خبرگان توزیع می‌گردد. روایی محتوا و صوری پرسشنامه نیمه ساختاریافته به کمک اساتید راهنما مورد ارزیابی قرارمی‌گیرد و پایایی آن از طریق روش آلفای کرونباخ از طریق نرم‌افزار *SPSS* سنجیده می‌شود. درروش دلفی کلاسیک، نظرات خبرگان در قالب اعداد قطعی بیان می‌شود، درحالی‌که افراد خبره از شایستگی‌های ذهنی خود برای بیان نظر استفاده می‌کنند و این نشان‌دهنده احتمالی بودن عدم قطعیتِ حاکم بر این شرایط است. لذا، بهتر است داده‌ها در قالب زبان طبیعی (مقیاس کلامی) از خبرگان اخذ و با استفاده از مجموعه‌های فازی مورد تحلیل قرار گیرند. مزیت روش دلفی فازی در توجه به هر یک از نظرات و یکپارچه نمودن آن‌ها برای دستیابی توافق گروهی است. در ادامه کلیدواژه‌های استخراج‌شده در قالب پرسشنامه نیمه ساختاریافته در میان جامعه آماری توزیع و تا حصول وفاق نظری، دورهای مختلف برگزار می‌شود. ازآنجایی‌که امکان طرح نظرات در انتهای پرسشنامه‌ها در نظر گرفته‌شده است، در صورتِ طرح متغیر جدید، پرسشنامه‌ای جدید به همراه جمع‌بندی اختلاف نظرات در پرسشنامه قبلی مجدداً برای اعضاء خبرگان ارسال و از

[1] Malterud et al.
[2] Jalali.
[3] Ranjbar et al.
[4] Glaser and Strauss
[5] Inductive approach
[6] Code
[7] Concepts
[8] Categories
[9] AtlasTi

آن‌ها درخواست می‌شود تا ضمن مرور پاسخ‌های قبلی، به پرسشنامه جدید نیز پاسخ داده و در صورت نیاز به‌قرار دادن متغیر جدید در پرسشنامه، اعلام نظر نمایند. در پایان در صورت عدم پیشنهاد جدید از سوی خبرگان، ضمن اطمینان از صحَت پاسخ‌ها، نسبت به انتقال داده‌ها به نرم‌افزار اقدام می‌شود.

جدول ۱- گام‌های گردآوری داده‌ها در پرسشنامه؛ دلفی فازی (یافته‌های محقق).
Table1- Procedure in the data collection stage: fuzzy Delphi questionnaire.

گام	اقدامات	توضیحات
1	ارسال پرسشنامه	تهیه پرسشنامه به همراه طیف ۵ تایی لیکرت، درخواست گنجاندن نظرات در انتهای پرسشنامه در صورت نیاز
2	تبدیل نظرات	تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی $\tilde{A}^{(i)}=(a_1^{(i)},a_2^{(i)},a_3^{(i)})$ i=1,2,3,…,n
3	اندازه‌گیری مجموع‌ها	اندازه‌گیری تجمیعی پاسخ‌های خبرگان به پرسشنامه با استفاده از رابطه $\tilde{A}_m = (a_{m^1}, a_{m^2}, a_{m^3}) = (\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^i)$
4	فازی زدایی	فازی زدایی از روش مرکز ثقل با استفاده از رابطه $S_j = \frac{u_j+4m_j+l_j}{6}$
5	بررسی وفاق خبرگان	تکرار مراحل دلفی تا آنجا پیش رود که اختلاف‌نظر خبرگان بین دو مرحله نظرسنجی با استفاده از رابطه زیر به کمتر از حد آستانه خیلی کم (۰/۲) برسد. $S(\tilde{B}_m, \tilde{A}_m) = \left\|\frac{1}{6}\left[(a_{m^1}, a_{m^2}, a_{m^3}) - (b_{m^1}, b_{m^2}, b_{m^3})\right]\right\|$
6	توقف یا ادامه فرایند	تصمیم‌گیری در خصوص توقف یا ادامه دورهای دلفی با استفاده از ضریب هماهنگی کندال

مقدار W	تفسیر	اطمینان نسبت به ترتیب عوامل
0.1	اتفاق‌نظر بسیار ضعیف	وجود ندارد
0.3	اتفاق‌نظر ضعیف	کم
0.5	اتفاق‌نظر متوسط	متوسط
0.7	اتفاق‌نظر قوی	زیاد
0.9	اتفاق‌نظر بسیار قوی	بسیار زیاد

با توجه به اینکه این پژوهش به دنبال شناسایی و تحلیل تعاملات میان اجزای تشکیل‌دهنده زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز است، از روش دیمتل استفاده می‌شود تا روابط متقابل بین عوامل نیز فراهم گردد. این روش به بررسی روابط و تعاملات می‌پردازد و از طریق ماتریسِ ارتباط کل، معیارهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر (علی و معلول) را مشخص می‌سازد. ازآنجایی‌که میان گزینه‌های تصمیم و معیارهای تصمیم‌گیری، وابستگی ناشی از تعامل وجود دارد و همچنین یکی از اهداف این پژوهش شناسایی معیارهای مؤثر در رصد میزان باز بودن مرزهای زیست‌بوم است، بنابراین از بررسی روابط علی و معلولی از طریق روش تحلیل شبکه با رویکرد دیمتل فازی بهره جسته‌ایم که اصطلاحاً دنپ فازی نامیده می‌شود. نکته مهم آنکه، ماتریس حاصل‌شده درروش دیمتل فازی درواقع بخشی از سوپر ماتریس ناموزون ای‌ان‌پی را تشکیل می‌دهد و بخش دیگر سوپر ماتریس از طریق مقایسات زوجی بین عامل‌ها وارد می‌شود.

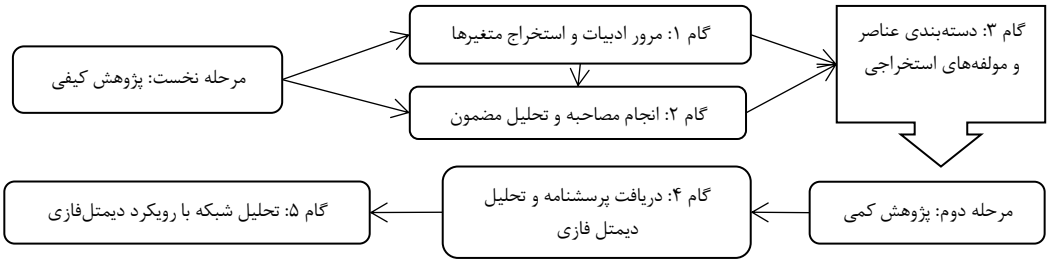
با توجه به گام‌های هفت‌گانه دیمتل فازی و پیش از ورود به مرحله آخر، ابتدا شاخص سازگاری به روش گوگوس و بوچر محاسبه و درصورتی‌که نرخ آن کمتر از ۰/۱ باشد، گام‌های بعدی با توجه به سازگاری ماتریس فازی ادامه می‌یابد. محاسبه اوزان نهایی سطوح نیز از طریق ضرب بردارهای ویژه روابط درونی در بردار ویژه همان سطح در وزن نهایی سطح بالاتر بر اساس رابطه $W_i^* = w_{ii} \times w_{i(i-1)} \times w_{i-1}^*$ محاسبه می‌شود. وزن‌های به‌دست‌آمده، سوپر ماتریس ناموزون را تشکیل داده و وزن هریک از زیر عامل‌ها در ارتباط اصلی به‌صورت جداگانه با یکدیگر مقایسه شده تا وزن نسبت به عوامل حاصل شود. از نرم‌افزار اکسل در محاسبات مرحله دیمتل فازی و از نرم‌افزار سوپردسیژن[1] در مرحله دنپ فازی استفاده‌شده است.

[1] Super Decision

جدول ۲- گام‌های محاسبه دیمتل فازی، برگرفته از پژوهش بیگدلی و معتدل[1] (۲۰۱۹).

Table 2- Steps of fuzzy DEMATEL method. Bigdeli and Motadel (2019).

گام	اقدامات	توضیحات
1	مصاحبه با جامعه خبرگان	معیار دهی اعداد فازی مثلثی
2	تبدیل نظرات به اعداد فازی	$X_{ij} = (I_{ij}, m_{ij}, U_{ij})$
3	ماتریس ارتباطات مستقیم	رابطه $Z = \frac{x_1+x_2+x_3+\cdots+x_p}{p}$ که P تعداد خبرگانو $Z_{ij} = (I_{ij}, m_{ij}, U_{ij})$ هر عنصر DCM است.
4	نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم	با استفاده از تقسیم هر عنصر DCM بر $K = Max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n} \acute{u}_{ij}\right)$ و $\sum_{j=1}^{n} \acute{u}_{ij}$ برای تمام ردیف‌های DMC محاسبه می‌گردد.
5	تقسیم ماتریس نرمال به سه ماتریس فرعی قطعی	تقسیم DMC نرمال به سه ماتریس فرعی قطعی $N_i = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & i_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ i_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$ $N_m = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & m_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$ $N_u = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & u_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$
6	به دست آوردن ماتریس ارتباط کامل	با استفاده از: $T_i = N_i(I - N_i)^{-1}$ $T_m = N_m(I - N_m)^{-1}$ $T_u = N_u(I - N_u)^{-1}$ هر عنصر FCM با استفاده از $t_{ij} = (t_{ij}^{I}, t_{ij}^{m}, t_{ij}^{u})$ محاسبه می‌شود.
7	فازی زدایی ماتریس	با استفاده از روش میانگین $\frac{i+m+u}{3}$



شکل ۱- مراحل اجرای پژوهش.

Figure 1- Steps of conducting research.

۴- یافته‌های پژوهش

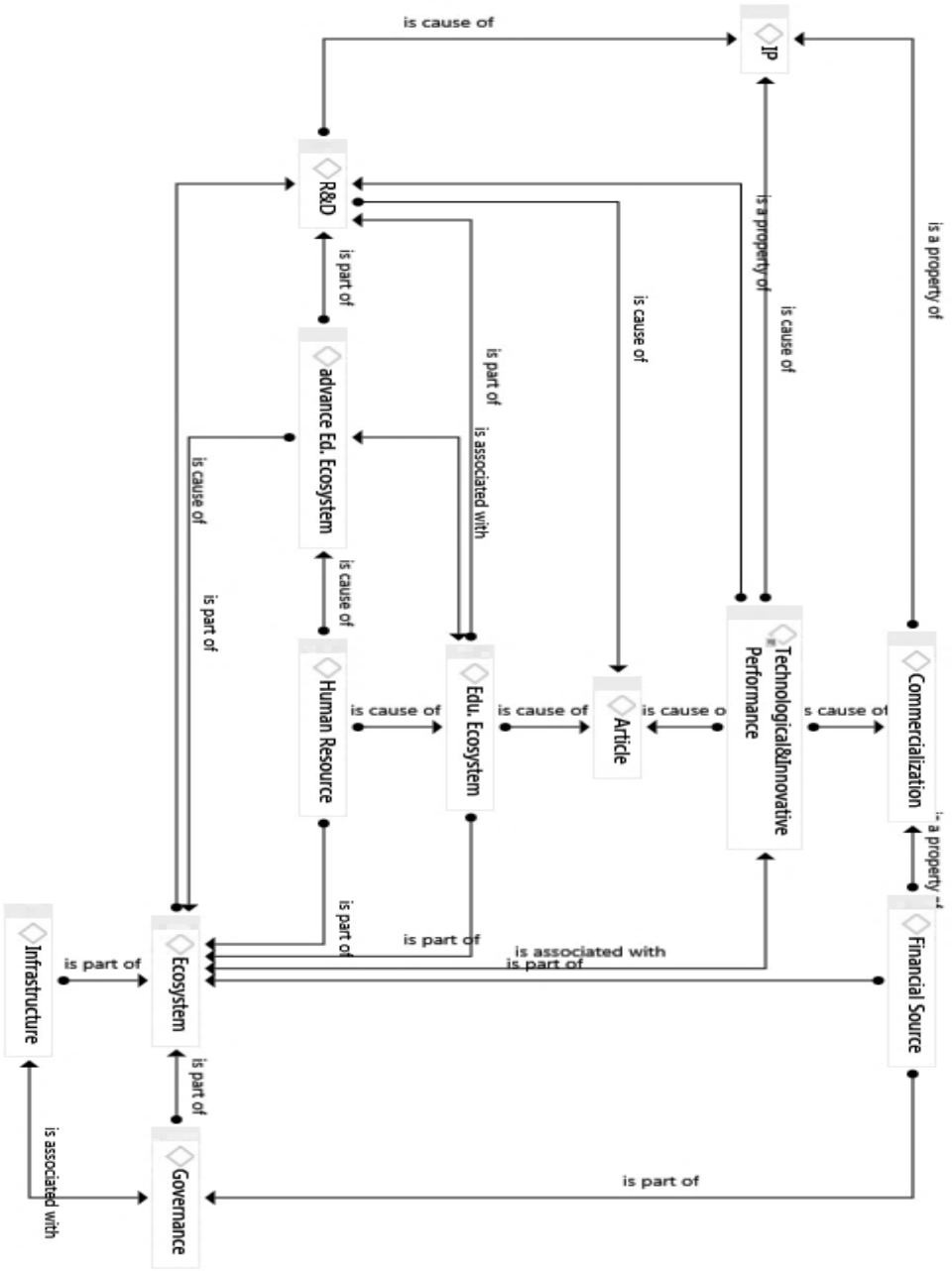
پس از انجام مصاحبه با اعضای خبرگان، متون مصاحبه به نرم‌افزار اطلس‌تی‌آی منتقل، کدگذاری داده‌ها[2] حول متغیرهای پژوهش انجام و تا رسیدن به نقطه اشباع نظری[3] و کفایتِ داده‌های گردآوری‌شده این فرایند ادامه یافت. آنچه پس از ورود داده‌های متنیِ پاسخ‌های مصاحبه‌شوندگان پس از هر مصاحبه به نرم‌افزار نشان داد، آن است که از مصاحبه دوازدهم به بعد، مفهوم جدیدی به مفاهیم قبلی افزوده نمی‌شود؛ اما به‌منظور اطمینان بیشتر در دستیابی به اشباع نظری، این فرآیند تا مصاحبه پانزدهم ادامه یافت. دلیل این موضوع آن است که پس از بررسی متون مصاحبه‌ها مشخص گردید که از مصاحبه دوازدهم به بعد مطالب دریافتی همگی تکراری هستند و به‌گونه‌ای مصاحبه‌شوندگان قبلی آن مطالب را به نحوی بیان نموده‌اند. نکته قابل‌ذکر آنکه، در فرایند تحلیل مصاحبه‌ها به‌جای آنکه تحلیل مصاحبه‌ها یکجا انجام شود، به شکل تدریجی عمل گردید و پس از هر مصاحبه فرایند تحلیل مضامین به‌طور کامل برای آن انجام و

[1] Bigdeli and Motadel

[2] واژه کدگذاری در اینجا به‌معنای انتخاب واژه برای مضامین است؛ به‌عبارت دیگر وقتی واژه‌ای برای یک مضمون در نظر گرفته می‌شود، آن مضمون کدگذاری شده است.

[3] اشباع داده یا اشباع نظری رویکردی است که در پژوهش‌های کیفی در تعیین کفایت نمونه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. اشباع نظری با نمونه‌گیری نظری مرتبط است که در فرضیه زمینه‌ای مورد استفاده قرارمی‌گیرد و به این معنا است که خصوصیات یک دسته یا طبقه فرضی به‌اشباع رسیده است (رنجبر و همکاران، ۲۰۱۲).

سپس مصاحبه بعدی در دستور کار قرار داده می‌شد (حق شناس گرگابی و کیماسی[1]، ۲۰۱۷). ازاین‌روی، پس از مصاحبه دوازدهم با بررسی دقیق کدهای استخراجی، برای نویسندگان مقاله مشخص شد که هیچ مفهوم جدیدی از تحلیل مصاحبه‌ها حاصل نشده است. یون و لیو[2] (۲۰۱۹) معتقدند، سامانه‌های پیچیده دارای روابط درهم‌تنیده‌ای هستند که در آن سامانه‌های بزرگ‌تر فرآیندهای سامانه‌های کوچک‌تر را در درون خود جای‌داده‌اند. مفاهیم/ کلیدواژه‌های استخراج‌شده در اختیار ۱۵ تن از خبرگان این حوزه قرار گرفت تا ساخت الگو، روابط و اعتبارسنجی، زیر نظر آن‌ها صورت پذیرد. نتایج این مرحله که شامل ارتباط میان مفاهیم، مقوله‌ها و مضامین تعیین‌شده است در **جدول ۳** ارائه و در ادامه با توجه به کلیدواژه‌های استخراجی با کمکِ خبرگان، ذیل یک مفهوم کلی‌تر دسته‌بندی شد که در **جدول ۴** ارائه‌شده است.



شکل ۲- خروجی نرم‌افزار اطلس‌تی‌آی؛ ترسیم نقشه شبکه و گره‌ها.

Figure 2- Relationship between customer service levels (AtlasTi).

[1] Haghshenas Gargabi and Kimasi

[2] Yun and liu

جدول ۳- کدهای باز اولیه.
Table 3- Open cods.

مفاهیم	کدهای اولیه	منابع
بستر منابع مالی	۱. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و اعطای مشوق‌های مالی	گروسمن و هلمپن (۱۹۹۱)
	۲. افزایش هزینه ناخالص تحقیق و توسعه در حوزه نانو فناوری	رومر (۱۹۹۰)
	۳. صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر و شتاب‌دهنده فناوری	
محیط و توسعه	۱. متفاوت بودن سازوکارهای جذب، آموزش، انگیزش و حفظ زیست‌بوم تحقیق	سوجیموتا و همکاران (۲۰۱۸)
منابع انسانی	۲. نگهداشت نیروی انسانی در انجام پروژه‌های تحقیق و توسعه	جالیک و جالیشر (۲۰۱۹)
	۳. توانمندسازی نیروی انسانی؛ مربی‌گری، کاهش تعارض ناشی از رفتار در پروژه‌های تحقیق و توسعه، افزایش خودباوری در پروژه‌های تحقیقاتی	
زیرساخت در	۱. سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل، زیستی و انرژی تجدید پذیر	یون و لیو (۲۰۱۹)
فعالیت‌ها	۲. ارتقاء ضریب نفوذ اینترنت پرسرعت تلفن همراه ۳. پهنای باند اینترنت	سان و همکاران (۲۰۲۰)
محیط حاکمیتی	۱. تسهیل در بهره‌برداری از داده‌های موجود	شاه‌آبادی و سلیمی(۲۰۱۵)
	۲. تثبیت در اجرای قوانین	هال (۲۰۱۹)
	۳. وجود شاخص‌های اندازه‌گیری در مقیاس جهانی	گومز و همکاران (۲۰۲۰)
بستر مالکیت	۱. توسعه دانایی و سرمایه‌های فکری	کرو و بوزمان (۱۹۸۷)
فکری	۲. بهبود نظام مالکیت فکری	ریاحی و همکاران (۲۰۱۲)
	۳. چرخه نظام مالکیت فکری	
	۴. برقراری ارتباط حداکثری با نوآوری‌ها	
مقالات منتشره	۱. ارتقاء رتبه جهانی در انتشارات علمی در حوزه نانو فناوری	بلانکو و همکاران (۲۰۱۶)
	۲. همکاری‌های مشترک در انتشارات علمی	
	۳. حل مشکلات، محوریت ارائه مقالات	
محیط پیرامون	۱. اثر و تبعات مالی اختراعات	دراست و همکاران (۲۰۱۳)
در تجاری‌سازی	۲. افزایش عملکرد فناورانه برآمده از تجاری‌سازی	پاک نیت و همکاران (۲۰۱۶)

جدول ۴-مفاهیم کلی.
Table 4- Concepts extracted.

الگوی استخراجی	مفاهیم کلی	مفاهیم ضروری در ساختار زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز
طبقه یا الگوی مفهومی	زیست‌بوم	منابع مالی منابع انسانی زیرساخت حکمرانی
	عملکرد نوآوری فناورانه	تجاری‌سازی ثبت اختراع تولیدات علمی

خروجی نرم‌افزار در **جدول ۵** نشان می‌دهد که کلیدواژه‌ها/ متغیرهای تجاری‌سازی، مالکیت فکری، تولیدات علمی، منابع انسانی، منابع مالی، حکمرانی و زیرساخت مرتبط با ساختار تحقیق و توسعه باز در حوزه نانو فناوری بوده که بر اساس **جدول ۴** و نظر خبرگان، ذیل دوطبقه عملکرد نوآوری فناورانه و زیست‌بوم قرار می‌گیرند.

جدول ۵- کلیدواژه‌های استخراجی مرتبط با زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز.
Table 5- Extraction keywords related to open R&D ecosystem.

عوامل	کد	زیر عامل‌ها	کد	عوامل	کد	زیر عامل‌ها	کد
زیست بوم	E1	منابع انسانی	S1&2	عملکرد نوآوری فناورانه	P2	انتشارات علمی	S9&10
		منابع مالی	S3&4			ثبت علائم	S11&12
		زیرساخت	S5&6			تجاری‌سازی	S13&14
		حاکمیت	S7&8				

در مرحله دوم با توجه به احصاء نظر خبرگان پیرامون کلیدواژه‌های مرتبط، پس از طراحی پرسشنامه به کمک اساتید روایی ظاهری و محتوای آن مورد بازبینی قرارگرفته و پس از اصلاح و اِعمال نقطه نظرات، نهایتاً روایی آن مورد تائید واقع گردید. در ادامه، پایایی همسانی درونی پرسشنامه به کمک ۵ نفر از اعضای خبرگان نیز مورد پیش سنجی قرار گرفت که پاسخ خبرگان به پرسشنامه به نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس منتقل و نتیجه آن حاکی از پذیرشِ پایایی پرسشنامه، با توجه به بالاتر بودن میزان ضریب آلفای کرونباخ از ۰/۷ است.

جدول ۶- بررسی پایایی با استفاده از آلفای کرونباخ.

Table 6- Reliability assessment - cronbach's alpha.

قابلیت اطمینان	
تعداد شرکت‌کنندگان	آلفای کرونباخ
5	0.792

در ادامه پرسشنامه تائید شده (برمبنای طیف ۵ مقیاسی-کلامی) برای اعضای خبرگان ارسال و سپس پاسخ آن‌ها جمع‌آوری گردید. در دور اول، خبرگان در انتهای پرسشنامه دو متغیر را اضافه نمودند که به‌منظور حصول وفاق نظری در خصوص متغیرهای پیشنهادی، مجدداً پرسشنامه‌ای به همراه جدول میانگین اجماع قبلی تهیه و توزیع گردید. پس‌ازآنکه معیارهای کلامی پرسشنامه در دورِ دوم به اعداد فازی مثلثی تبدیل شد، به دلیل افتراق در دو عامل پیشنهادی (کمتر از ۰/۷)، علاوه بر حذف آن‌ها (سرمایه‌گذاری خارجی و مؤلفه فردی)، مجدداً پرسشنامه‌ای برای اعضاء خبرگان به همراه جدول میانگین اجماع قبلی، به‌منظور دستیابی به وفاق گروهی تهیه و ارسال گردید. ازآنجایی‌که در دور سوم هیچ‌گونه پیشنهادی به پرسش‌نامه اضافه نشد، نتایج حاصله از افتراق مقادیر فازی زدایی شده **(جدول ۷)** در دور دوم و سوم موردبررسی قرار گرفت که با توجه به اختلاف‌نظر خبرگان در حد آستانه خیلی کم (۰/۲) ادامه دورها متوقف و متغیرهای نهایی از پرسشنامه‌ها استخراج گردید. پس از توقف و استخراج متغیرهای کلیدی از پرسشنامه، گام‌های اجرایی روش دیمتل فازی طبق **جدول ۲** انجام شد. نکته مهم در این مرحله آن است که این روش مانند تحلیل سلسله‌مراتبی بر پایه مقایسه‌های زوجی است، با این تفاوت که در هر مقایسه روش اثرگذاری عوامل بر دیگری ارزیابی می‌شود (بیگدلی و معتدل، ۲۰۱۹). ازآنجایی‌که این مرحله، گامِ نخست در ورود به مرحله بعدی (تحلیل شبکه مبتنی بر رویکرد دیمتل فازی) است، ماتریس ارتباطات درونی به‌دست‌آمده و وزن‌های آن به‌صورت مستقیم در سوپر ماتریس ناموزون استفاده می‌شود؛ اما پیش از ورود به تحلیل شبکه، نیاز به بررسی قابلیت اعتماد است که از طریق **رابطه (۱)** محاسبه می‌شود. مقدار به‌دست‌آمده برابر با ۰/۰۴۹۵% است و با توجه به کمتر بودن آن از مقدار ۰/۰۵%، حاکی از پایایی دارد.

$$\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{\left|g_c^{ij\rho}-g_c^{ij(\rho-1)}\right|}{g_c^{ij\rho}}\times 100\%. \qquad (۱)$$

جدول ۷- مقایسه اجماع خبرگان در سه دور و بررسی وفاق در میانگین دیدگاه خبرگان.

Table 7- Comparison of expert consensus: third round & check the average consensus in the opinions of experts.

عوامل	**کد**	**مقادیر فازی زدایی شده بر اساس دورها**			**میانگین هندسی-فازی‌زدایی $\lvert M_2 - M_3 \rvert$**
		اول (M_1)	دوم (M_2)	سوم (M_3)	
سازوکارهای جذب، آموزش	S_1	0.72	0.71	0.71	0.00
برنامه‌های توانمندسازی	S_2	0.86	0.78	0.75	0.03
افزایش هزینه ناخالص تحقیق و توسعه	S_3	0.83	0.86	0.83	0.03
صندوق‌های خطرپذیر	S_4	0.71	0.78	0.82	0.04
زیرساخت سخت؛ راه، برق و ...	S_5	0.78	0.86	0.82	0.04
زیرساخت نرم؛ فناوری اطلاعات	S_6	0.78	0.72	0.71	0.01
منابع داده باز	S_7	0.71	0.78	0.75	0.03
شاخص حکمرانی جهانی	S_8	0.72	0.83	0.86	0.03
تبیین پژوهش محوری	S_9	0.78	0.86	0.83	0.03
فرصت همکاری‌های علمی	S_{10}	0.86	0.78	0.71	0.07
بازخورد مثبت نهادی	S_{11}	0.86	0.86	0.83	0.03
توسعه سرمایه‌های فکری	S_{12}	0.72	0.72	0.78	0.04
تثبیت جایگاه	S_{13}	0.78	0.72	0.78	0.04
برونداد عملکرد	S_{14}	0.72	0.72	0.71	0.01

جدول ۸- ماتریس روابط مستقیم فازی بر اساس k=۱۲/۳۰.

Table 8- Fuzzy direct relations matrix K = 12.30.

	S_1			S_2			...			S_{13}			S_{14}		
	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
S_1	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.02	⋮	⋮	⋮	0.08	0.06	0.04	0.08	0.06	0.04
...	...	...	...	...	...	...	⋮	⋮	⋮	...	...	...	...	...	...
S_{14}	0.05	0.03	0.01	0.05	0.03	0.01	⋮	⋮	⋮	0.08	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00

به‌منظور دست‌یابی به روابط علی و معلولی میان عوامل به ترتیب: نظرات خبرگان تجمیع، معیار دهی به نظرات بر اساس اعداد فازی مثلثی انجام، تشکیل ماتریس روابط مستقیم فازی ایجاد، نرمال‌سازی و تبدیل به سه ماتریس فرعی قطعی، ایجاد ماتریس کامل و در انتها فازی زدایی می‌شود. با استفاده از رابطه $T = N(I - N_i)^{-1}$ سه ماتریس فرعی قطعی محاسبه و بر اساس گام‌های ذکرشده اقدام به تشکیل ماتریس ارتباط کامل می‌شود.

جدول ۹- ماتریس ارتباط کامل.

Table 9- Compelete communication matrix.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
C_1	0.245	0.253	0.262	0.261	0.256	0.255	0.256
C_2	0.250	0.259	0.256	0.260	0.257	0.257	0.259
C_3	0.260	0.245	0.258	0.263	0.261	0.260	0.264
C_4	0.262	0.262	0.260	0.264	0.260	0.260	0.257
C_5	0.252	0.249	0.258	0.249	0.257	0.257	0.257
C_6	0.250	0.248	0.255	0.256	0.246	0.247	0.253
C_7	0.249	0.249	0.256	0.255	0.260	0.262	0.243

جمع عناصر هر سطر (D) بیانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عوامل و جمع عناصر در هر ستون (R) بیانگر میزان تأثیرپذیری عامل‌ها است. حاصل جمع $(\widetilde{D} + \widetilde{R})$، تشکیل‌دهنده ماتریس برتری بوده و حاصل تفاضل $(\widetilde{D} - \widetilde{R})$، ماتریس ارتباط را تشکیل می‌دهد. درروش دیمتل فازی به‌منظور احصاء نقشه روابط شبکه *(NRM)* اقدام به محاسبه ارزش آستانه می‌شود (بامداد صوفی وهمکاران[1]، ۲۰۲۰) و روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگ‌تر باشد، در جدول درج می‌گردد. اما درروش دنپ برای جلوگیری از حذف عوامل مقادیر بزرگ‌تر از شدت آستانه (۰/۲۵۵)، حذف نمی‌شود. در جدول بعدی، تأثیرگذاری و تأثیرپذیری در خصوص معیارهای اصلی ارائه می‌شود.

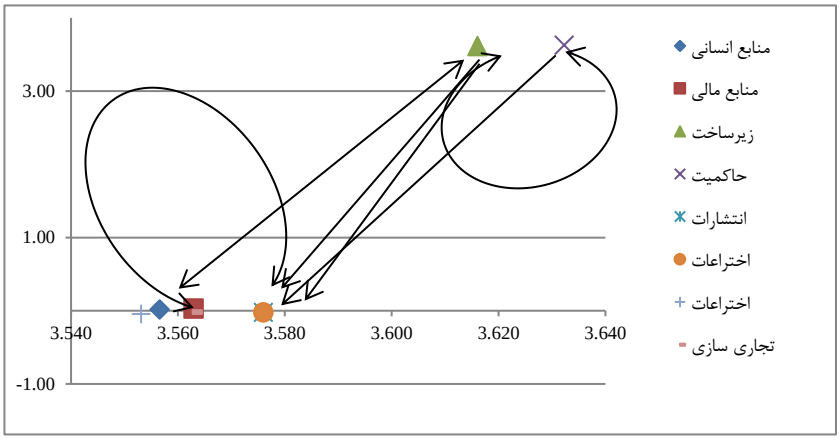
جدول ۱۰- میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیر عوامل.

Table 10- Impact and effectiveness.

عامل	زیر عامل	D	R	D+R	D-R
زیست‌بوم	منابع انسانی	1.788	1.768	3.557	0.020
	منابع مالی	1.798	1.765	3.563	0.033
	زیرساخت	1.811	1.805	3.616	0.006
	حاکمیت	1.825	1.0808	3.632	0.017
عملکرد نوآوری فناورانه	انتشارات علمی	1.779	1.797	3.576	-0.018
	ثبت علائم	1.755	1.798	3.553	-0.043
	تجاری‌سازی	1.774	1.788	3.653	-0.014

[1] Bamdad Soofi et al.

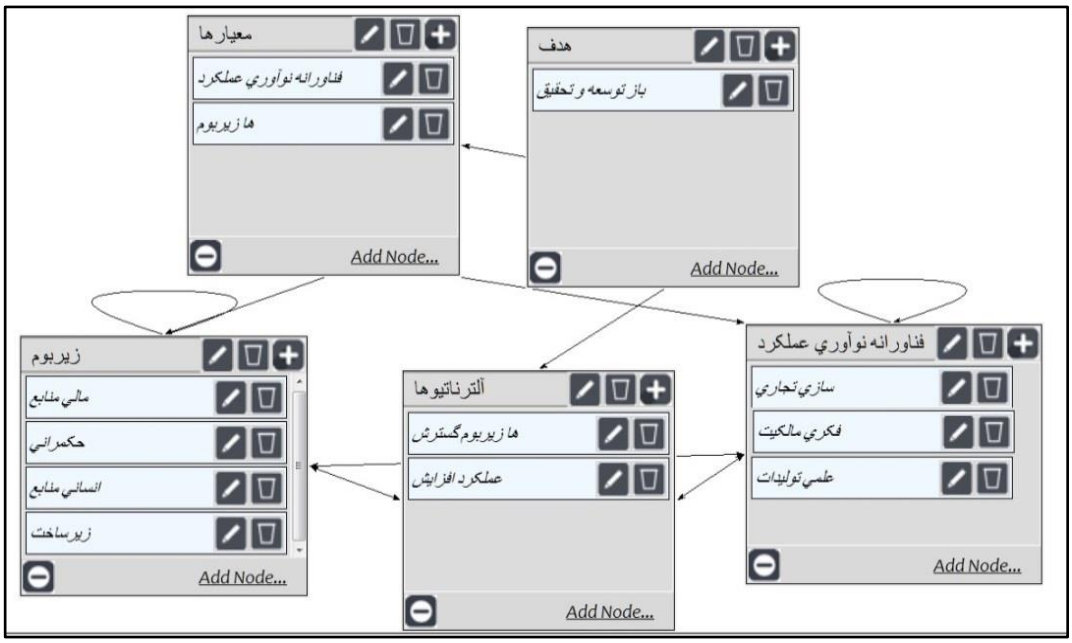
حال امکان ترسیم برداری بین آن‌ها به‌وسیله نمودار مهیا شده است؛ محور افقی میزان اهمیت معیار و قدرت تعامل با دیگر معیارها و محور عمودی مقدار قدرت تأثیرگذاری را نشان می‌دهد. موقعیت هر معیار/عامل در دستگاه دکارتی بیانگر تأثیرگذاری (به‌عنوان نمونه‌ای از عوامل) بر دیگر معیارها/عوامل بر اساس ماتریس روابط کامل است. ازآنجایی‌که ترسیم تمامی ارتباطات باعث پیچیدگی بصری می‌گردد و در تعداد صفحات مقاله محدودیت وجود دارد، به‌صورت نمونه چند ارتباط نمایش داده‌شده است. همانطوریکه در شکل نشان داده‌شده است، بردار ارتباط میان عامل‌های منابع انسانی و زیرساخت با پیکان دوطرفه رسم شده است که نشان‌دهنده آن است که هر دو عامل برهم تأثیرگذار هستند. ولی عامل زیرساخت بر عامل اختراعات دارای پیکان یک‌طرفه است که نشان‌دهنده تأثیر عامل زیرساخت بر آن، به‌تنهایی است.



شکل ۳- نمودار ارتباطات شبکه.

Figure 3- Network communication diagram.

فرایند ساخت مدل تحلیل شبکه‌ای مستلزم شناختِ روابط و آثار متقابل میان معیارها و زیر معیارهای مسئله است تا واقعی‌ترین حالت از شبکه ایجاد شود؛ همانطوریکه در بخش قبل نحوه تعاملات اجزای تشکیل‌دهنده زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز موردبررسی قرار گرفت. در این بخش در مرحله نخست با استفاده از نرم‌افزار سوپردسیژن، نمودارِ شبکه اصلی ترسیم و سپس پاسخ خبرگان (۱۵ نفر) به پرسشنامه مقایسات زوجی برمبنای طیف نه مقیاسی به نرم‌افزار انتقال می‌گردد. ساختار شبکه اصلی ترسیم‌شده دارای هدف، شاخص‌ها، معیار، زیر معیارها و گزینه‌های جایگزینی با تمرکز بر توسعه و گسترش زیست‌بوم و افزایش عملکرد نوآوری فناورانه است. **شکل ۴** شمای کلی از شبکه طراحی‌شده را نشان می‌دهد.



شکل ۴- ساختار شبکه‌ای مدل تصمیم‌گیری به‌منظور بازگشایی مرزهای تحقیق و توسعه در نرم‌افزار.

Figure 4- Main decision network diagram; opening up the boundaries in R&D ecosystem.

همانطوریکه در بخش روش پژوهش نیز اشاره شد، پیش از ادامه فرایند باید شاخص سازگاری موردبررسی قرار گیرد که محاسبه آن از روش گوگوس و بوچر و بر اساس **رابطه (۲)** است:

$$(CI)^m = \frac{(\lambda_{max}^m - n)}{n-1} \ , (CI)^g = \frac{\left(\lambda_{max}^g - n\right)}{n-1}. \qquad \textbf{(۲)}$$

نتایج شاخص سازگاری $(CR)^g$ (از تقسیم حدود بالا و پایینِ اعداد فازی ماتریس $(CI)^g$ بر شاخص تصادفی $(RI)^g$ به میزان ۱/۴۹۱۳) برابر با ۰/۰۶۷ و نتایج شاخص سازگاری $(CR)^m$ (از تقسیم ماتریس عدد میانی $(CI)^m$ بر شاخص تصادفی $(RI)^m$ به میزان ۰/۴۸۰۴) برابر با ۰/۰۸۵۳۲، حاکی از سازگاری ماتریس دارد (کمتر از ۰/۱) و می‌توان مراحل بعدی فرایند را ادامه داد. در ادامه، ابتدا ترانهاده ماتریسِ ارتباط کاملِ نرمال شدهِ زیر معیارها T_c^{∞} محاسبه، سپس سوپر ماتریس ناموزون ایجاد و در آخر به‌منظور تشکیل سوپر ماتریس موزون، ماتریس ارتباط کاملِ نرمال ترانسپوز و در سوپر ماتریس ناموزون ضرب می‌شود. ازآنجایی‌که تمامی مراحل توضیح داده‌شده در نرم‌افزار انجام می‌شود، در جداول بعدی خروجی محاسبات نرم‌افزار نشان داده‌شده است.

جدول ۱۱- سوپر ماتریس موزون- خروجی نرم‌افزار.
Table 11- Weighted super mat.

		جایگزینی‌ها			معیارها		هدف
خوشه‌ها		S_1 (افزایش عملکرد)	S_2 (گسترش زیست‌بوم)	…	S_{10} (زیر بوم‌ها)	S_{11} (عملکرد نوآوری فناورانه)	S_{12} (تحقیق و توسعه باز)
جایگزینی‌ها	S_1 (افزایش عملکرد)	0.171663	0.171663	…	0.171663	0.171663	0.171663
	S_2 (گسترش زیست‌بوم)	0.032698	0.032698	…	0.032698	0.032698	0.032698
	…	…	…	…	…	…	…
معیارها	S_{10} (زیر بوم‌ها)	0.0000	0.0000	…	0.0000	0.0000	0.0000
	S11 (عملکرد نوآوری فناورانه)	0.0000	0.0000	…	0.0000	0.0000	0.0000

سوپر ماتریس به‌دست‌آمده (**جدول ۱۱**) از طریق رابطه $\lim_{k\to\infty}(w^a)^k$ همگرا می‌شود تا ماتریس حد دار و اوزان نهایی مشخص شوند. نتایج ماتریس همگرا شده در جدول ۱۲ نشان داده‌شده است.

جدول ۱۲- ماتریس حد دار (همگرا شده) خروجی نرم‌افزار.
Table 12- Limited (converged) software output matrix.

		جایگزینی‌ها			معیارها		هدف
خوشه‌ها		S_1 (افزایش عملکرد)	S_2 (گسترش زیست‌بوم)		S_{10} (زیر بوم‌ها)	S_{11} (عملکرد نوآوری فناورانه)	S_{12} (تحقیق و توسعه باز)
جایگزینی‌ها	S_2 (گسترش زیست‌بوم)	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.25
	S2 (گسترش زیست‌بوم)	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.25
	...	...	...	...	...	...	...
معیارها	S_{10} (زیر بوم‌ها)	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.25
	S_{11} (عملکرد نوآوری فناورانه)	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.25
هدف	S_{12} (تحقیق و توسعه باز)	0.0000	0.0000	...	0.0000	0.0000	0.0000

جدول بالا، نتایج اولویت‌بندی معیارهای تصمیم‌گیری در فرایند تحلیل شبکه‌ای می‌باشد که از خروجی نرم‌افزار استخراج‌شده است. نتایج در **جدول ۱۳** نشان می‌دهد، افزایش عملکرد نوآوری فناورانه بهترین گزینه تصمیم و زیرمعیار تجاری‌سازی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است.

جدول ۱۳- نتایج نهایی اولویت‌بندی.
Table 13- Ranking the final results.

جایگزینی‌ها	اوزان	معیارها	اوزان	رتبه
افزایش در عملکرد نوآوری فناورانه	0.5723	تجاری‌سازی	0.2512	1
		مالکیت فکری	0.1346	3
		تولیدات علمی	0.2436	2
گسترش و توسعه زیر بوم‌ها	0.4277	زیست‌بوم منابع مالی	0.0815	4
		زیست‌بوم حکمرانی	0.0148	6
		زیست‌بوم منابع انسانی	0.0601	5
		زیست‌بوم زیرساخت	0.0099	7

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعات پیشین، گام‌های مهمی در شناخت ساختارهای تحقیق و توسعه به‌صورت یک واحد مستقل و مجزا (بدون در نظر گرفتن اثرات محیط بر آن یا تأثیر واحد بر محیط) برداشته‌شده است که غالباً متمرکز بر قسمتی از مسئله مطرح‌شده در این پژوهش است. در حوزه‌هایی با فناوری بالا (مانند نانو فناوری)، آگاهی از اجزای تشکیل‌دهنده یک زیست‌بوم و شناخت تعاملات درونی آن می‌تواند به کسب مزیت رقابتی منجر شود که به‌جز مطالعات اندک و پراکنده، مطالعه‌ای به‌صورت جامع دیده نمی‌شود. افزون بر آن، موضوع زیست‌بوم تحقیق و توسعه و معیارهای مؤثر در بازگشایی مرزهای آن در بخش نانو فناوری نه‌تنها به‌صورت نظام‌مند تاکنون موردمطالعه قرار نگرفته است، بلکه یک الگوی دقیق و مشخصی از آن نیز ارائه نشده است. در پژوهش پیش روی، تلاش شده است تا از تمرکز صِرف بر بخشی خاص (قسمتی از فعالیت‌های مرتبط با تحقیق و توسعه) فاصله گرفته شود و چارچوب کلی‌تری از اجزای تشکیل‌دهنده، نقش‌های کلیدی و تعاملات آن‌ها در درونِ یک زیست‌بوم تحقیق و توسعه ارائه شود. از همین روی، ابتدا کلیدواژه‌های استخراج‌شده از پیشینه پژوهش در قالب مصاحبه باز با خبرگان مطرح و پس از جمع‌آوری نظرات آن‌ها، به‌منظور ثبت و کدگذاری به نرم‌افزار اطلس‌تی‌آی منتقل شد و نتایج این مرحله مبنای طراحی یک پرسشنامه نیمه ساختاریافته باز به روش دلفی فازی گردید تا از سوگیری نظرات از سوی خبرگان جلوگیری و اعتبارسنجی آن نیز موردبررسی قرار گیرد. بر اساس وفاق نظری میان خبرگان نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که ساختار زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز در حوزه نانو فناوری متشکل از بُعد زیست‌بومی با زیر بوم‌های منابع مالی، توسعه انسانی، حکمرانی و زیرساخت و بُعد عملکردی با عوامل مالکیت فکری، تجاری‌سازی و تولیدات علمی است. در ادامه به‌منظور تحلیلِ تعاملات شکل‌گرفته میان اجزای تشکیل‌دهنده از روش دیمتل فازی استفاده گردید. یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که بُعد زیست‌بوم، عاملی تأثیرگذار در فعالیت‌های تحقیق و توسعه با رویکرد باز و بُعد عملکردی، عاملی تأثیرپذیر از زیر بوم‌های منابع مالی، منابع انسانی، زیرساخت و حکمرانی (بُعد زیست‌بومی) می‌باشد. ازآنجایی‌که یکی از سؤالات پژوهش پیرامون بررسی تأثیر بازگشایی مرزهای زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز است، از فرایند تحلیل شبکه با رویکرد دیمتل فازی به‌منظور تعیین رتبه یا اولویت‌بندی گزینه‌های تصمیم استفاده شد. یافته‌های این مرحله حاکی از آن است که عملکرد نوآوری فناورانه با مقدار ۰/۵۷۲۳ برترین گزینه در رصد و پایش تأثیرات بازگشایی مرزها در زیست‌بوم است. در حقیقت این موضوع نشان می‌دهد که افزایش در عملکرد نوآوری فناورانه می‌تواند بنگاه‌های نانوفناور را به سمت بهره‌برداری از منابع بیرونی و شکستن مرزها ترغیب نماید. مفهوم پیشرفت فناوری از طریق فعالیت‌های نوآورانه و ایجاد دانش، از سال‌ها پیش به‌عنوان موتور اصلی رشد اقتصادی شناخته می‌شود. چیانمین و لی[1] (۲۰۲۰) معتقدند که بهبود عملکرد نوآوری فناورانه یک پیشران مهم در توسعه اقتصادهای محلی (اقتصادهای کوچک در درون یک کشور) است و صنایع با فناوری پیشرفته (مانند حوزه نانو فناوری) با جایگزینی آن در نواحی مرزی، امکان تبادل و بهره‌برداری از منابع بیرونی مانند دانش و فناوری را تسهیل می‌نمایند. نتایج عملکرد نوآوری فناورانه در این صنایع، طی فرآیندهای مختلف مانند: تحقیق و

[1] Jianmin and Li

توسعه، نوآوری و ... تحت تأثیر باز بودن مرزها و تعاملات پویا قرار خواهد گرفت و به چگونگی مدیریت مجاری منابع دانشی در یادگیری و اکتساب از منابع بیرونی در طول زمان، مرتبط است. این موضوع حتی در پژوهش ساتو و یل[1] (۱۹۹۹) به چشم می‌خورد که اقتصاددانان کلاسیک همچون کارل مارکس یا جوزف شومپیتر به اهمیت حیاتی نوآوری و انباشت دانش برای رشد بلندمدت نیز اعتقاد داشتند. ژو و همکاران[2] (۲۰۲۱) معتقدند، جهت‌گیری فناورانه می‌تواند پایه‌ای در مدیریت عملکرد نوآورانه باشد و معیار تجاری‌سازی در یک‌سویِ این جهت‌گیری‌ها جای گیرد. نتایج پژوهش‌های اشاره‌شده منطبق بر یافته‌های بخش تحلیل شبکه در این پژوهش است؛ زیرا نتایج بیانگر آن است که تجاری‌سازی، بیشترین وزن را به مقدار ۰/۲۵۱۲ به خود اختصاص داده است. اهمیتِ اندازه‌گیری عملکرد بازگشایی مرزها در فعالیت‌های تحقیق و توسعه باز به‌اندازه‌ای مهم است که بتوان آن را با جمله معروف لرد کلوین «اگر نمی‌توانید آن را اندازه‌گیری کنید، نمی‌توانید آن را بهبود ببخشید» به‌خوبی توضیح داد. پایش عملکرد، یک مسئله مهم و پیچیده در ارزیابی تأثیر بروندادِ حاصل از فعالیت‌های تحقیق و توسعه (ضمنی یا صریح) است و امروزه در کانون توجه بنگاه‌ها، بخش‌ها و سیاست‌گذاران مرتبط با نانو فناوری قرارگرفته است. صرف‌نظر از وزن زیر معیارها ذیل بُعد عملکردی، از سه معیار تجاری‌سازی، ثبت اختراعات و تولیدات علمی (مقالات منتشره در حوزه نانو فناوری) به‌صورت مستقل و یا ترکیبی، با ساخت شاخص اندازه‌گیری می‌توان نسبت به پایشِ تأثیر باز بودن مرزهای تحقیق و توسعه حوزه نانو فناوری اقدام نمود. همان‌گونه که شاخص‌های مختلفی مانند شاخص نوآوری و شاخص نوآوری جهانی (گروه اروپا)؛ شاخص آمادگی فناوری (مجمع جهانی اقتصاد)؛ شاخص دانش (بانک جهانی)؛ شاخص فعالیت فناوری (سازمان توسعهٔ صنعتی سازمان ملل متحد[3]) و شاخص پیشرفت فناوری (اجلاس تجارت و توسعه سازمان ملل[4]) امروزه به چشم می‌خورد. لذا ساخت شاخص ترکیبیِ عملکردی، بانام CPI[5] این امکان را می‌دهد تا وضعیت ایران ازنظر برونداد فعالیت‌های تحقیق و توسعه که تحت تأثیر مرزهای خود نیز می‌باشد به‌طور هم‌زمان در شاخص‌های سه‌گانه مورد ارزیابی قرار گیرد.

$$f_{(CPI)} = \frac{\sum_{t+1}(Sp_{t+1} + CM_{t+1} + IP_{t+1}}{\sum_{t=0}(Sp_{t_0} + CM_{t_0} + IP_{t_0})}. \qquad (۳)$$

Sp_{t_0} = میزان تولیدات علمی در زمان پایه.

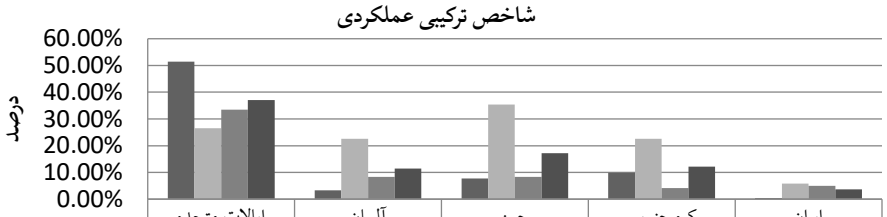
CM_{t_0} = میزان کالاهای عرضه‌شده به بازار در زمان پایه.

IP_{t_0}= میزان پرونده‌های ثبت اختراع در زمان پایه.

t_0= زمان پایه.

$t+1$ = زمان موردبررسی.

با توجه به رابطه مفروض، شاخص پیشنهادی نویسندگان در کشورهای منتخب مانند ۲ کشور آسیایی، یک کشور اروپایی و ایالات‌متحده آمریکا که در حوزه نانو فناوری پیشرو هستند با ایران مقایسه و در جدول بعدی نشان داده‌شده است.



	ایالات متحده	آلمان	چین	کره جنوبی	ایران
ثبت اختراعات	51.39%	3.24%	7.70%	9.84%	0.39%
تولیدات علمی	26.53%	22.56%	35.40%	22.60%	5.80%
تجاری سازی	33.44%	8.35%	8.31%	4.13%	4.96%
CPI	37.12%	11.38%	17.13%	12.19%	3.71%

شکل ۵- نمودار وضعیت ایران در شاخص ترکیبی عملکردی- زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز.
Figure 5- Chart of Iran's situation in the CPI in open R&D ecosystem.

[1] Soete and weel
[2] Zhou et al.
[3] UNIDO
[4] UNCTAD
[5] Composite performance index in open R&D Ecosystem

نتایج به‌دست‌آمده از شاخص ترکیبیِ عملکردی یا *CPI* نشان می‌دهد که ایران با نرخ % ۳/۷۱ در مقایسه با دیگر کشورها وضعیت مطلوبی ندارد. همانطوریکه در جدول قبل نشان داده شد، میزان پرونده‌های منتشرشده درزمینهٔ ثبت اختراعات ایران، در میان کشورهای مورد در پایین‌ترین سطح قرار دارد. درحالی‌که دان[1] (۲۰۲۱) معتقد است، تعداد پرونده‌های ثبت اختراع در حوزه نانو در جهان در حال افزایش است و به‌منظور بهره‌برداری از فناوری‌های نانومقیاس بنگاه‌های جدید زیادی تأسیس‌شده و یا خواهد شد. نکته‌ای که در ایران مغفول مانده و میان فعالیت‌های علمی مانند انتشار مقالات و تجاری‌سازی با تعداد پرونده‌های ثبت اختراع در حوزه نانو فناوری فاصله زیادی به چشم می‌خورد. آخرین آمار منتشرشده در پایگاه استت نانو[2] نیز تائید کننده این نکته است که شکافِ شکل‌گرفته رو به افزایش است. بر اساس گزارش ماهانه از سوی ستاد ویژه نانو در خصوص آمار کل فناوری نانو ایران تا پایان خردادماه ۱۴۰۰ تعداد ۷۷۲ محصول (اعم از محصولات و تجهیزات) از سوی ۲۳۴ بنگاه تولیدکننده محصول و ۶۰ بنگاه تولیدکننده تجهیزات به بازار عرضه‌شده است. دیگر یافته این پژوهش تفاوت انتخاب شاخص مقالات منتشرشده است. بر پایه آمارهای منتشره در همین پایگاه داده‌ای[3] در سال ۲۰۲۱، مقالات نمایه شده از سوی محققین ایرانی بر اساس شاخص اچ ایندکس[4] جایگاه دوازدهم و در تعداد مقالات جایگاه پنجم در جهان را به خود اختصاص داده است. این موضوع بیان‌کننده آن است که تغییر در نوع نگارش و ارجاعات، می‌تواند وزن شاخص ترکیبیِ عملکردی را افزایش دهد و به دنبال آن با دیده شدن بیشتر، فرصت‌های بی‌بدیل در همکاری‌ها را ایجاد نماید. جایگاه ایران در این بُعد نشان می‌دهد که وضع سیاست‌های اتخاذشده از سوی حکمران در ترویج تولیدات علمی تحت مقالات منتشره، تجاری‌سازی محصولات تحت عرضه محصول و یا عرضه محصول مشترک در قالب همکاری‌های فناورانه و انتشار نوآوری‌ها تحت پرونده‌های ثبت اختراع کارایی لازم را نداشته و طبیعی است که بستر و زیرساخت تبادلات در جریان‌های دانشی دچار ضعف شوند. دیگر یافته این مقاله آن است که خبرگان معتقدند زیست‌بوم زیرساخت کمترین ارجحیت را در میان زیرمعیارهای تحقیق و توسعه دارد. درحالی‌که ایران در شاخص‌های مرتبط با زیرساخت توسعه فناوری حالتی انطباقی دارد و در توسعه بیشتر توانمندی‌های فناورانه خود نیازمند به ارتقاء در زیرساخت‌ها، چه در حوزه توانمندی‌های انسانی و چه در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات است (نقی زاده[5]، ۲۰۱۰). شاید بتوان گفت که پژوهش حاضر از معدود مطالعاتی است که با استفاده از داده‌های واقعی، به بررسی الگویی جامع از زیست‌بوم تحقیق و توسعه باز در حوزه نانو فناوری ایران پرداخته است. بدون شک استفاده از نظرات خبرگان که شامل مدیران و کارشناسان بنگاه‌های نانوفناور (دارای گواهینامه از ستاد ویژه نانو) و سیاست‌گذارانِ حوزه نانو فناوری (سیاست‌گذاران دخیل در طراحی برنامه‌های بلندمدت در این حوزه) است، می‌تواند از نوآوری‌های این پژوهش در استخراج اجزای این الگوی جامع باشد. مطمئناً شاخص پیشنهادشده نیز مانند سایر شاخص‌های ترکیبی نقص‌هایی دارد ولی آنچه در این شاخص ترکیبی جدید سعی شده است به آن توجه شود، ایجاد روابط منطقی بر اساس وضع موجود و بر پایه روش‌های آماری است. بدیهی است که در تحقیقات آینده، پرداخت بیشتر به بسترهای مفهومی، افزایش ابعاد موردبررسی و برقرار نمودن ارتباط میان ابعاد عملکرد و زیست‌بوم با سایر ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی می‌تواند به غنای آن‌ها بیفزاید. چراکه وجود یک شاخص قابل‌اندازه‌گیری این امکان را برای سیاست‌گذاران و مدیران حوزه نانو فناوری در ایران مهیا می‌کند تا با تحلیل آن بتوانند تصمیماتی مبتنی بر واقعیت و اوضاع موجود، اتخاذ نمایند. امید است با افزایش همکاری‌های بین‌المللی در طراحی شاخص‌های ارزیابی و با رفع محدودیت‌های داده‌ای، مسیر ارزیابی‌های دقیق‌تری فراهم شود.

توافق‌نامه نویسندگان

همه نویسندگان، نسخه نهایی ارسال‌شده را مشاهده و تأیید نمودند. آن‌ها تضمین می‌کنند که مقاله، اثر اصلی نویسندگان بوده، قبلاً چاپ‌نشده و در حال حاضر تحت انتشار نیست.

منابع مالی

در زمان تهیه این مقاله، هیچ‌گونه منابع مالی دریافت نشده است.

[1] Dunn
[2] Statnano
[3] https://statnano.com/report/s82/4/excel/3
[4] H-Index
[5] Naghizadeh

تعارض با منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در مورد انتشار این نسخه ندارد.

منابع

Abbasi, P. (2014). The composed pattern explanation of the process of new product development (NPD) in the field of nanotechnology. *Quarterly journal of industrial technology development, 12*(24), 45-60. **(In Persian)**. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=250363

Acemoglu, D. (2008). Introduction to modern economic growth. *Economic record, 88(281), 293-295.* https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.2011.00816.x

Adner, R., & Kapoor, R. (2010). Value creation in innovation ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic management journal*, *31*(3), 306-333. https://doi.org/10.1002/smj.821

Amitrano, C. C., Tregua, M., Russo Spena, T., & Bifulco, F. (2018). On technology in innovation systems and innovation-ecosystem perspectives: a cross-linking analysis. *Sustainability*, *10*(10), 3744. https://doi.org/10.3390/su10103744

Anggraeni, E., Den Hartigh, E., & Zegveld, M. (2007, October). *Business ecosystem as a perspective for studying the relations between firms and their business networks*.Retrieved from https://www.academia.edu/11105099/Business_ecosystem_as_a_perspective_for_studying_th_e_relations_between_firms_and_their_business_networks

Bamdad Soofi, J., Saeidpour, S., & Mohammadnezhad Chari, F. (2020). Providing a model for sourcing in manufacturing companies by combining DEMATEL, ANP, and PROMETHEE methods. *Decisions and operations research*, *5*(3), 312–329. **(In Persian)**. https://doi.org/10.22105/DMOR.2020.229586.1148

Berchicci, L. (2013). Towards an open R&D system: internal R&D investment, external knowledge acquisition and innovative performance. *Research policy*, *42*(1), 117-127. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.017

Bigdeli, E., & Motadel, M. (2019). Developing a dynamic model of business and information technology alignment with an agile approach. *Modern researches in decision making*, *4*(4), 147–175. **(In Persian)**. http://journal.saim.ir/article_37601.html?lang=en

Blanco, L. R., Gu, J., & Prieger, J. E. (2016). The impact of research and development on economic growth and productivity in the US states. *Southern economic journal*, *82*(3), 914-934. https://doi.org/10.1002/soej.12107

Calik, E., & Calisir, F. (2019). The mediating effect of the innovation process on the relationships among innovation components: an empirical study on Turkish companies. *International journal of technology, policy and management*, 19(1), 72. https://doi.org/10.1504/IJTPM.2019.097998

Chesbrough, H. (2017). The future of open innovation. *Research technology management*, *60*(1), 35-38. https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1255054

Choi, K., & Kim, S. W. (2008). From R&D to commercialization: a system dynamic approach. *Asian journal on quality*, *9*(3), 123-144. https://doi.org/10.1108/15982688200800031

Crow, M., & Bozeman, B. (1987). R&D laboratory classification and public policy: the effects of environmental context on laboratory behavior. *Research policy*, *16*(5), 229-258. https://doi.org/10.1016/0048-7333(87)90009-6

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, *35*(1), 128-152. https://doi.org/10.2307/2393553

Dastranj, R., Ghazinoory, S., Dastranj, N., & Shayan, A. (2019). Assessment of big data ecosystem in Iran with metaphor of millennium ecosystem assessment model. *Research institute of communication and information technology*, *34*(4), 1613–1642. **(In Persian)**. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=513339

Demirhan, D., & Babacan, Ö. (2016). The role of financing in innovation ecosystems: a panel data analysis. *Ege stratejik araştırmalar dergisi*, *7*, 93-104.

Diaconu, M. (2011). Technological innovation: concept, process, typology and implications in the economy. *Theoretical & applied economics*, *18*(10(563)), 127-144.

Dunn, K. E. (2020). The business of DNA nanotechnology: commercialization of origami and other technologies. *Molecules*, *25*(2), 377. https://doi.org/10.3390/molecules25020377

Durst, S., & Poutanen, P. (2013). Success factors of innovation ecosystems-initial insights from a literature review. In *Co-create*, *2013*: *The boundary-crossing conference on co-design in innovation.* Aalto ARTS Books.

Elahi, S., Khaledi, A., Majidpour, M., & Asadifard, R. (2018). The analytical framework of the ecosystem of technological collaboration between large and small technology oriented companies. *Innovation management*, *7*(1), 1–32. **(In Persian)**. http://www.nowavari.ir/article_61839_b5ef8b178282022a6a1a0b9bb4b2e150.pdf

Gawer, A. & Cusumano, M. A. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of product innovation management*, *31*, 417-433. https://doi.org/10.1111/jpim.12105\

Grossman, G., & Helpman, E. (1993). *Innovation and growth in the global economy*. MIT press

Haghshenas Gargabi, M., & Kimasi, M. (2017). Identify and present the framework of strategic innovation components (case study: tehran science and technology parks). *Technology development management*, *5*(4), 169–205. **(In Persian)**. http://jtdm.irost.ir/article_734_bbac1e1ec4a86daab3c166e5ab9874f5.pdf

Ilaghi, M., Jahanbin, N., & Ghasemi, I. (2022). Redefining the iranian neighborhood concept in newly developed urban contexts based on data theory. *Journal of applied researches in geographical sciences*, *22*(64), 95–119. **(In Persian)**. http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3514-en.html

Jalali, R. (2012). Sampling in qualitative research. *Qualitative research in health science*, *1*(4), 310–320. **(In Persian)**. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=204741

Jianmin, W., & Li, Y. (2020). Does factor endowment allocation improve technological innovation performance? an empirical study on the Yangtze River Delta region. *Science of the total environment*, *716*, 137107. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137107

Kapoor, R., & Lee, J. M. (2010). Coordinating and competing in ecosystems: how organizational forms shape new technology. *Strtegic management*, *34*(3), pp. 1-6. https://doi.org/10.5465/ambpp.2010.54501127

Karimi Dastjerdi, D., Mokhtarzadeh, N., & Yazdani, H. R. (2010). Evaluation of technology transfer effect on firm competitive performance: the case study of iranian auto part producer of Tondar 90. *Industrial management*, *2*(4), 111–124. (**In Persian**). https://www.researchgate.net/publication/341901954_Investigating_the_effect_of_technology_transfer_on_firm%27s_competitive_performance

Khajeh Naeini, A. (2014). An introduction to the concept of network governance; desires and challenges. *Political and international approaches*, *6*(1), 129-157. (**In Persian**). https://piaj.sbu.ac.ir/article_99262.html?lang=en

Khodad Hosseini, S. H., Riahi, P., & Nouri, M. (2012). Promotion of innovation in developing countries: study of economic development plans of iran. *Science and technology policy*, *3*(4), 101–119. (**In Persian**). https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=184242

Kim, P.H., Aldrich, H.E. & Keister, L.A. (2006). Access (Not) denied: the impact of financial, human, and cultural capital on entrepreneurial entryin the united states. *Small Bus Econ*, *27*, 5–22. https://doi.org/10.1007/s11187-006-0007-x

Lee, J. A., Chon, J., & Ahn, C. (2014). Planning landscape corridors in ecological infrastructure using least-cost path methods based on the value of ecosystem services. *Sustainability*, *6*(11), 7564-7585. https://doi.org/10.3390/su6117564

Madhavaram, S., & McDonald, R. E. (2010). Knowledge-based sales management strategy and the grafting metaphor: implications for theory and practice. *Industrial marketing management*, *39*(7), 1078-1087. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2009.12.009

Malterud, K., Siersma, V. D., & Guassora, A. D. (2016). Sample size in qualitative interview studies: guided by information power. *Qualitative health research*, *26*(13), 1753-1760. https://doi.org/10.1177/1049732315617444

Moore, J. E. (1996). *The death od competition: ledership and strategy in the age of buisness ecosystems*. New York: Harpercollins. Retrieved from http://www.herbrubenstein.com/articles/The-Death-of-Comptition.pdf

Moore, J. E. (1996). *The death od competition: ledership and strategy in the age of buisness ecosystems*. New York: Harpercollins. Retrieved from http://www.herbrubenstein.com/articles/The-Death-of-Comptition.pdf

Naghizadeh, M. (2010). Composite Index for technological capability monitoring: investigating technological capability situation of iran and 69 countries. *Journal of science and technology policy*, *2*(4), 77-93. (**In Persian**). https://jstp.nrisp.ac.ir/article_12798.html?lang=en

Parker, G., & Van Alstyne, M. (2018). Innovation, openness, and platform control. *Management science*, *64*(7), 3015-3032. https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.2757

Pickett, S. T., & Cadenasso, M. L. (2002). The ecosystem as a multidimensional concept: meaning, model, and metaphor. *Ecosystems*, *5*(1), 1-10. https://doi.org/10.1007/s10021-001-0051-y

Pickett, S. T., & Cadenasso, M. L. (2017). How many principles of urban ecology are there?. *Landscape ecology*, *32*(4), 699-705. https://doi.org/10.1007/s10980-017-0492-0

Pakniyat, M., Ansari, R., & Shahin, A. (2016). Analyzing the impact of technological innovation capabilities on technology commercialization and performance knowledge-based companies in Isfahan. *Innovation management journal*, 5(3), 59-84. (**In Persian**). http://www.nowavari.ir/article_44425_13bf0777621df267e1c11f341ec0f17a.pdf

Pilevari, N., Radfar, R., & Abbasi, P. (2015). The composed pattern explanation of the process of new product development (NPD) in the field of nanotechnology. *Technology development industrial*, *12*(24), 45-59. **(In Persian).** https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=250363

Ranjbar, H., Haghdost, A. A., Salsali, M., Khoshdel, A., Soleimani, M., & Bahrami, N. (2012). Sampeling in qualitative research: a guide for beginning. *Annals of military and health research*, *10*(3), 238–250. (**In Persian**). https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=199173

Razmerita, L., Kirchner, K., & Nielsen, P. (2016). What factors influence knowledge sharing in organizations? a social dilemma perspective of social media communication. *Journal of knowledge management*, *20*(6), 1225-1246. https://doi.org/10.1108/JKM-03-2016-0112

Romer, P. (1986). *Increasing returns and long run growth*. Retrieved from http://rcer.econ.rochester.edu/RCERPAPERS/rcer_27.pdf

Shahabadi, A., & Salimi, S. (2015). Impact of good governance on R&D intensity of selected developed and developing countries. *Science and technology policy*, *7*(2), 35-46. (**In Persian**). https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=251668

Shan, J., & Jolly, D. R. (2012). Accumulation of technological innovation capability and competitive performance: A quantitative study in chinese electronic information industry. *International journal of innovation and technology management*, *9*(5), 8–11. https://doi.org/10.1142/S0219877012500381

Soete, L. L., & Ter Weel, B. J. (1999). Innovation, knowledge creation and technology policy: the case of the Netherlands. *De Economist*, *147*(3), 293-310.

Sun, S., Jiang, Y., & Zheng, S. (2020). Research on ecological infrastructure from 1990 to 2018: a bibliometric analysis. *Sustainability*, *12*(6), 2304. https://doi.org/10.3390/su12062304

Naghizadeh, M. (2010). Composite Index for technological capability monitoring: investigating technological capability situation of iran and 69 countries. *Journal of science and technology policy*, *2*(4), 77-93. (**In Persian**). https://jstp.nrisp.ac.ir/article_12798.html?lang=en

Tomasello, M. V., Napoletano, M., Garas, A., & Schweitzer, F. (2016). The Rise and Fall of R&D Networks. *Industrial and corporate change*, *26*(4), dtw041. https://doi.org/10.1093/icc/dtw041

Tsujimoto, M., Kajikawa, Y., Tomita, J., & Matsumoto, Y. (2018). A review of the ecosystem concept—Towards coherent ecosystem design. *Technological forecasting and social change*, *136*, 49-58. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.032

Yun, J. J., & Liu, Z. (2019). Micro-and macro-dynamics of open innovation with a quadruple-helix model. *Sustainability*, *11*(12), 3301. https://doi.org/10.3390/su11123301

Zhou, W., Su, D., Yang, J., Tao, D., & Sohn, D. (2021). When do strategic orientations matter to innovation performance of green-tech ventures? The moderating effects of network positions. *Journal of cleaner production*, *279*, 123743. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123743

Zarei, A. A., & Ebrahimi, S. A. (2017). Technological innovation: organizational and non-organizational effective and impressive factors. *Roshed-e-fanavari*, *14*(55), 12–21. (**In Persian**). https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=348850