

## Identifying and Analyzing Drivers of Innovation Ecosystem Development in Iran: A Future-Oriented Approach

Eesa Niazi<sup>1</sup>✉

1. Department of Management, Faculty of Humanities and Social Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran. (Corresponding Author). Email: [E.niazi@gu.ac.ir](mailto:E.niazi@gu.ac.ir)

| Article Info   | ABSTRACT   |
|--|--|
| <p><b>Article type:</b><br/>Research Article</p> <p><b>Article history</b></p> <p><b>Received:</b> 26 September 2025</p> <p><b>Received in revised form:</b> 22 October 2025</p> <p><b>Accepted:</b> 12 December 2025</p> <p><b>Published online:</b> 29 December 2025</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Ecosystem;<br/>Innovation;<br/>Strategic Foresight.</p> | <p>The aim of this study is to develop a strategic foresight framework for Iran's innovation ecosystem by identifying key drivers and trends and examining the causal relationships among them. The research adopts an exploratory-explanatory mixed-methods approach. In the qualitative phase, the study population consisted of experts in Iran's innovation ecosystem, and data were collected through semi-structured interviews and analyzed using thematic analysis. The findings of this phase led to the identification of a set of key drivers at institutional, economic, technological, human, social, and geopolitical levels. The most salient drivers include innovation governance, macroeconomic stability, the innovation financing system, human capital, emerging technological transformations, commercialization capacity, and geopolitical constraints and sanctions. Based on these results, a conceptual model of the research was developed. In the quantitative phase, data were collected from managers and professionals actively involved in the national innovation ecosystem, and the proposed model was tested using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). The results of the quantitative analysis indicate that institutional and economic drivers have a direct and significant impact on the dynamics of the innovation ecosystem and exert a stronger influence than technological and cultural drivers. In contrast, technological drivers primarily exert indirect effects through mediating variables such as human capital and commercialization capacity. Furthermore, geopolitical constraints, as a contextual variable, significantly moderate the interaction patterns among other drivers.</p> |

**Cite this article:** Niazi, E. (2025). Identifying and Analyzing Drivers of Innovation Ecosystem Development in Iran: A Future-Oriented Approach. *Journal of Innovation economic Ecosystem Studies*, 5 (4), 99-122.

<http://doi.org/10.22111/innoco.2026.54721.1240>

© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan



## شناسایی و تحلیل پیشران‌های توسعه زیست‌بوم نوآوری در ایران با رویکرد آینده‌نگاری

عیسی نیازی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه مدیریت و اقتصاد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: [E.niazi@gu.ac.ir](mailto:E.niazi@gu.ac.ir)

| اطلاعات مقاله  | چکیده   |
|--|---|
| <p><b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی</p> <p><b>تاریخ دریافت:</b> ۰۴ مهر ۱۴۰۴</p> <p><b>تاریخ ویرایش:</b> ۳۰ مهر ۱۴۰۴</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۲۱ آذر ۱۴۰۴</p> <p><b>تاریخ انتشار:</b> ۰۸ دی ۱۴۰۴</p> <p><b>واژه‌های کلیدی:</b><br/>زیست‌بوم، نوآوری، آینده‌نگاری راهبردی.</p> | <p>هدف این پژوهش، توسعه یک چارچوب آینده‌نگاری راهبردی برای زیست‌بوم نوآوری ایران بر پایه شناسایی پیشران‌ها و روندهای کلیدی و آزمون روابط علی میان آن‌ها است. پژوهش با رویکرد تحقیق آمیخته اکتشافی-تبیینی انجام شد. در مرحله کیفی، جامعه آماری شامل خبرگان زیست‌بوم نوآوری ایران بود و داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته گردآوری و با استفاده از تحلیل مضمون تحلیل شدند. نتایج این مرحله منجر به شناسایی مجموعه‌ای از پیشران‌های کلیدی در سطوح نهادی، اقتصادی، فناورانه، انسانی، اجتماعی و ژئوپلیتیکی شد که مهم‌ترین آن‌ها شامل حکمرانی نوآوری، ثبات اقتصاد کلان، نظام تأمین مالی نوآوری، سرمایه انسانی، تحولات فناوری‌های نوظهور، ظرفیت تجاری‌سازی و محدودیت‌های ژئوپلیتیکی و تحریم‌ها است. بر اساس این یافته‌ها، مدل مفهومی پژوهش تدوین شد. در مرحله کمی، داده‌ها از جامعه مدیران و متخصصان فعال در زیست‌بوم نوآوری کشور گردآوری و مدل پیشنهادی با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) آزمون گردید. نتایج تحلیل کمی نشان داد که پیشران‌های نهادی و اقتصادی اثر مستقیم و معناداری بر پویایی زیست‌بوم نوآوری دارند و نقش آن‌ها در مقایسه با پیشران‌های فناورانه و فرهنگی قوی‌تر است، در حالی که پیشران‌های فناورانه عمدتاً از طریق متغیرهای میانجی نظیر سرمایه انسانی و ظرفیت تجاری‌سازی اثرگذاری غیرمستقیم دارند. همچنین، محدودیت‌های ژئوپلیتیکی به‌عنوان یک متغیر زمینه‌ای، الگوی تعامل سایر پیشران‌ها را به‌طور معناداری تعدیل می‌کند.</p> |

استناد: نیازی، عیسی (۱۴۰۴). شناسایی و تحلیل پیشران‌های توسعه زیست‌بوم نوآوری در ایران با رویکرد آینده‌نگاری. *مطالعات زیست‌بوم اقتصاد نوآوری*، ۵(۴)، ۹۹-۱۲۲.

<http://doi.org/10.22111/innoeco.2026.54721.1240>



## ۱- مقدمه

در عصری که با تحولات سریع فناوری و افزایش پیچیدگی‌های جهانی تعریف می‌شود، اکوسیستم‌های نوآوری به طور فزاینده‌ای به عنوان موتورهای حیاتی برای پویایی اقتصادی، تجاری‌سازی دانش و حفظ رقابت‌پذیری شناخته می‌شوند. این اکوسیستم‌ها هدفشان تقویت همکاری بین بازیگران متنوعی است - از دانشگاه‌ها و شرکت‌های فناوری گرفته تا سرمایه‌گذاران، مؤسسات واسطه‌ای، سیاست‌گذاران و زیرساخت‌های فناوری تا به طور موثری نوآوری‌ها را خلق، منتشر و به ثمر برسانند (لینارس و دل‌وگا<sup>۱</sup>، ۲۰۲۴). در حالی که کشورهایمانند کره جنوبی، سنگاپور و فنلاند اهمیت مدیریت پیشگیرانه و آینده‌نگرانه اکوسیستم‌های نوآوری را نشان داده‌اند، ایران با مجموعه‌ای از چالش‌های خاص روبرو است. با وجود داشتن سرمایه علمی، آموزشی و انسانی قابل توجه، و همچنین زیرساخت‌های نوظهور مانند پارک‌های علم و فناوری و شرکت‌های دانش‌بنیان، اکوسیستم نوآوری ایران همچنان در برابر عدم قطعیت‌ها و چالش‌های قابل توجه، هم در داخل و هم در سطح بین‌المللی، آسیب‌پذیر است (اسفندیاری و همکاران، ۱۴۰۴).

موضوع اصلی که مانع توسعه یک اکوسیستم نوآوری قوی در ایران است، همگرایی فشارهای خارجی و محدودیت‌های داخلی است. تحریم‌های بین‌المللی سخت‌گیرانه، به ویژه آن‌هایی که بر بخش‌های فناوری، مالی و بانکی تأثیر می‌گذارند - نتیجه تنش‌های ژئوپلیتیکی گسترده‌تر - دسترسی به فناوری‌های حیاتی را محدود کرده، سرمایه‌گذاری خارجی را کم کرده و همکاری علمی را با مشکل مواجه کرده است. علاوه بر این، محیط منطقه‌ای ایران که با رقابت تکنولوژیکی، بی‌ثباتی سیاسی و تغییرات ژئوپلیتیکی مشخص می‌شود، هم فرصت‌ها و هم تهدیداتی را به همراه دارد. در داخل کشور، چالش‌هایی مانند ضعف ارتباطات دانشگاه-صنعت، ساختارهای دولتی اداری، بخش سرمایه‌گذاری خطرپذیر نوپا، مهاجرت استعدادها و عدم شفافیت در تخصیص منابع، مسیر توسعه را پیچیده‌تر می‌کنند. این عوامل به‌طور جمعی یک محیط پیچیده را ایجاد می‌کنند که در آن رویکردی استراتژیک و آینده‌نگر برای کاهش خطر و استفاده از فرصت‌های نوظهور ضروری است.

در حالی که تحقیقات موجود جنبه‌های مختلف اکوسیستم نوآوری ایران را بررسی کرده‌اند، یک شکاف مهم در ادغام بینش‌های کیفی با تحلیل کمی برای آگاه‌سازی برنامه‌ریزی استراتژیک وجود دارد. مطالعات قبلی از تحلیل موضوعی اسناد رسمی برای شناسایی چالش‌های کلیدی مرتبط با تعاملات سازمانی، بوروکراسی و سرمایه‌گذاری داخلی استفاده کرده‌اند. برخی دیگر تلاش کرده‌اند تا روابط بین اجزای اکوسیستم را با استفاده از نظریه‌های اساسی مدل‌سازی کنند. با این حال، این تلاش‌ها عموماً فاقد تمرکز قوی بر برنامه‌ریزی استراتژیک آینده‌نگر و اعتبارسنجی تجربی بوده‌اند. به طور مشابه، تحقیقات بین‌المللی که بین دوراندیشی استراتژیک و نوآوری ارتباط برقرار می‌کنند، بیشتر بر نوآوری محصول در سطح شرکت تمرکز دارند و کاربرد محدودی در سطح اکوسیستم نوآوری ملی دارند. این امر یک نیاز حیاتی برای ایجاد چارچوبی ایجاد می‌کند که ترکیبی از مصاحبه‌های تخصصی، تحلیل موضوعی برای ساختاردهی مفاهیم و مدل‌سازی معادلات ساختاری برای اعتبارسنجی یک مدل اکوسیستمی پیشرو و استراتژیک باشد.

<sup>۱</sup>. Linares & De la Vega

این پژوهش با توسعه یک رویکرد یکپارچه کیفی-کمی، این شکاف را برطرف می‌کند. این روش شناسی شامل مصاحبه‌های عمیق با سهامداران کلیدی اکوسیستم، تحلیل موضوعی برای ساختاردهی مفاهیم و مدل‌سازی معادلات ساختاری برای اعتبارسنجی روابط بین اجزا است. این رویکرد دو مزیت کلیدی دارد: اول، جاسازی زمینه محلی و دیدگاه‌های متخصصان در یک چارچوب نظری قوی؛ و دوم، توانایی اعتبارسنجی آماری یا رد فرضیه‌های رابطه بین اجزا، که قدرت پیش‌بینی مدل را افزایش می‌دهد. این تحقیق به طور خاص بر تأثیر عوامل خارجی، از جمله تحریم‌ها، رقابت منطقه‌ای، روندهای جهانی فناوری و پویایی‌های سیاست بین‌المللی تأکید می‌کند، جنبه‌هایی که اغلب در مطالعات پیشین نادیده گرفته شده‌اند. خروجی اصلی این پژوهش یک چارچوب دوراندیشی استراتژیک است که با ویژگی‌های خاص زمینه ایران هم‌راستاست و یک راهنمای انعطاف‌پذیر برای سیاست‌گذاران و سهامداران برای پیمایش در سناریوهای آینده و تصمیم‌گیری آگاهانه ارائه می‌دهد.

در نهایت، این پژوهش صرفاً یک مدل نظری را پیشنهاد نمی‌دهد؛ بلکه به طور دقیق آن را با استفاده از داده‌های کیفی و کمی واقعی در محیط ایران آزمایش می‌کند و نشان می‌دهد که چگونه روابط بین اجزای اکوسیستم (مؤسسات، بازیگران، منابع، زیرساخت‌ها، فرهنگ و سیاست‌ها) را می‌توان برای پیش‌بینی و راهنمایی استراتژیک به کار برد. این دستاورد هدفش ارتقای ادبیات در مورد دوراندیشی فناوری و نوآوری در کشورهای در حال توسعه و اطلاع‌رسانی سیاست‌های علم و فناوری در ایران است.

## ۲- مبانی نظری پژوهش

تحقیقات گسترده‌ای در زمینه زیست‌بوم نوآوری و عوامل مؤثر بر آن صورت گرفته است که نشان‌دهنده اهمیت روزافزون این مفهوم در توسعه اقتصادی و اجتماعی است. مفهوم "زیست‌بوم نوآوری"<sup>۱</sup> که نخستین بار توسط آیزنبرگ<sup>۲</sup> (۲۰۱۰) معرفی شد، به عنوان چارچوبی برای درک پویایی و ارتباطات پیچیده بین بازیگران مختلف در فرآیند نوآوری ظهور کرده است. این مفهوم، رویکردهای خطی و سنتی نوآوری که تمرکز آن‌ها صرفاً بر فناوری بوده است را به چالش کشیده و به جای آن، به مجموعه‌ای پویا از سازمان‌ها، افراد، نهادها و فناوری‌ها اشاره دارد که در یک محیط جغرافیایی یا مجازی به طور مداوم در تعامل و همکاری هستند (کوک<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱). ادبیات پژوهشی، ابعاد مختلفی از زیست‌بوم نوآوری را مورد بررسی قرار داده است؛ از جمله عوامل حمایتی<sup>۴</sup> شامل سیاست‌های دولتی، قوانین و مقررات، دسترسی به سرمایه، زیرساخت‌های فناوری، آموزش و پرورش، و فرهنگ سازمانی حامی نوآوری (اکز<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶)، بازیگران کلیدی<sup>۶</sup> شامل دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های نوپا و استارت‌آپ‌ها، شرکت‌های بزرگ و صنایع، سرمایه‌گذاران، کارآفرینان، دولت، و نهادهای مدنی (ساکسنیان<sup>۷</sup>، ۱۹۹۴)، فرایندها و تعاملات<sup>۸</sup> شامل تبادل

1. Innovation Ecosystem

2. Isenberg

3. Cooke

4. Enabling Factors

5. Acs

6. Key Actors

7. Saxenian

8. Processes and Interactions

دانش و اطلاعات، همکاری و شبکه‌سازی، رقابت و یادگیری، و انتقال فناوری (پاول، کوپت و اسمیت‌دور<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶) و نتایج شامل ایجاد نوآوری‌های فناورانه، رشد اقتصادی، ایجاد اشتغال، و بهبود کیفیت زندگی (فلوریدا، ۲۰۰۲).

نظریه‌های متعددی در راستای درک پویایی‌های زیست‌بوم نوآوری به کار گرفته شده‌اند. نظریه نظام‌های پیچیده<sup>۲</sup> با تبیین اینکه زیست‌بوم نوآوری یک سیستم غیرخطی و خودسازگار است که نمی‌توان با روش‌های کاهشی به فهم آن پرداخت، چارچوبی برای تحلیل ارتباطات پیچیده بین عوامل مختلف ارائه می‌دهد (اسکات<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶). نظریه وابستگی متقابل<sup>۴</sup> نیز بر اهمیت شبکه‌های ارتباطی و روابط بین بازیگران زیست‌بوم نوآوری تأکید دارد و نشان می‌دهد که تراکم، تنوع، و قدرت پیوندهای شبکه‌ای نقش مهمی در نوآوری و موفقیت یک زیست‌بوم دارند (بورت<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴). علاوه بر این، نظریه بسترهای نوآوری<sup>۶</sup> به بررسی نقش سازوکارهایی که امکان همکاری و تبادل دانش را فراهم می‌کنند می‌پردازد (وان کروگ و وان هیپل<sup>۷</sup>، ۲۰۰۵)، و نظریه کارآفرینی اکوسیستمی<sup>۸</sup> بر نقش فرهنگ، هنجارها، و نهادهای اجتماعی در حمایت از کارآفرینی و نوآوری تأکید دارد (اشپیگل و هارتزما<sup>۹</sup>، ۲۰۱۹).

تحقیقات تجربی نیز نشان داده‌اند که عوامل مختلفی بر شکل‌گیری و توسعه زیست‌بوم نوآوری تأثیرگذار هستند. سیاست‌های دولتی حمایتی، دسترسی به سرمایه خطرپذیر، نزدیکی به مراکز دانشگاهی، و وجود فرهنگ کارآفرینی قوی، از جمله این عوامل هستند (آکز و اودرتج<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۰). با این حال، ادبیات پژوهشی به چالش‌های موجود در توسعه زیست‌بوم نوآوری نیز اشاره دارد، از جمله موانع قانونی و مقرراتی، کمبود سرمایه، فقدان ارتباط مؤثر بین دانشگاه‌ها و صنایع، و نبود زیرساخت‌های مناسب (دلویت<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۷). در زمینه ایران، تحقیقات محدودی در مورد زیست‌بوم نوآوری صورت گرفته است، اما این تحقیقات نشان‌دهنده پتانسیل‌های فراوان و چالش‌های موجود در این حوزه هستند. تحقیقات آتی باید به بررسی عمیق‌تر عوامل مؤثر بر زیست‌بوم نوآوری در ایران و ارائه راهکارهایی برای بهبود وضعیت آن بپردازند.

### عوامل مؤثر بر زیست‌بوم نوآوری

زیست‌بوم نوآوری، محیطی پیچیده و پویاست که تحت تاثیر عوامل متعددی شکل می‌گیرد و توسعه می‌یابد. این عوامل را می‌توان در دسته‌بندی‌های کلی کلان محیطی، سازمانی، فردی و جغرافیایی قرار داد. درک دقیق و جامع این عوامل، برای طراحی سیاست‌ها و مداخلات مؤثر در راستای تقویت زیست‌بوم نوآوری ضروری است.

#### ۱. عوامل کلان محیطی:

عوامل کلان محیطی، چارچوب کلی را برای فعالیت بازیگران زیست‌بوم نوآوری فراهم می‌کنند. این عوامل شامل موارد زیر هستند:

1. Powell, Koput, & Smith-Doerr

2. Complex Systems Theory

3. Scott

4. Network Theory

5. Burt

6. Innovation Platforms

7. Von Krogh & von Hippel

8. Entrepreneurial Ecosystems Theory

9. Spigel & Hartzema

10. Acs & Audretsch

11. Deloitte

- **سیاست‌های دولت و مقررات:** سیاست‌های حمایتی دولت، مانند معافیت‌های مالیاتی برای شرکت‌های نوپا، تسهیل فرآیند ثبت شرکت، حمایت از تحقیقات و توسعه، و ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر، نقش حیاتی در ایجاد انگیزه و فرصت برای نوآوری دارند. مقررات دست و اندازه‌دار و پیچیده، برعکس، می‌توانند مانع فعالیت نوآورانه و سرمایه‌گذاری در این حوزه باشند (اکز و ساندرز<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳).
- **وضعیت اقتصادی:** ثبات اقتصادی، نرخ بهره پایین، و دسترسی به اعتبارات، سرمایه‌گذاری در نوآوری را تشویق می‌کنند. بحران‌های اقتصادی و نوسانات شدید، می‌توانند اعتماد سرمایه‌گذاران را کاهش داده و سرمایه‌گذاری در نوآوری را متوقف کنند (فلوریدا، ۲۰۰۲).
- **تحولات سیاسی:** ثبات سیاسی، قانون‌مندی، و مبارزه با فساد، محیطی امن و قابل پیش‌بینی را برای فعالیت نوآورانه فراهم می‌کنند. تغییرات سیاسی ناگهانی و بی‌ثباتی، می‌توانند ریسک سرمایه‌گذاری را افزایش داده و نوآوری را سرکوب کنند.
- **روندهای اجتماعی و فرهنگی:** فرهنگ سازمانی حامی نوآوری، پذیرش ریسک، و تشویق خلاقیت، از عوامل مهم در شکل‌گیری زیست‌بوم نوآوری هستند. نگرش منفی نسبت به شکست و عدم پذیرش ریسک، می‌تواند مانع فعالیت نوآورانه باشد (شین<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳).
- **آموزش و پرورش:** سیستم آموزشی باکیفیت و متمرکز بر مهارت‌های تفکر انتقادی، خلاقیت، و حل مسئله، نیروی کار ماهر و نوآور تولید می‌کند که برای موفقیت زیست‌بوم نوآوری ضروری هستند.

## ۲. عوامل سازمانی: نقش و جایگاه بازیگران

- عوامل سازمانی به ویژگی‌ها و عملکرد سازمان‌های فعال در زیست‌بوم نوآوری اشاره دارند:
- **اندازه و ساختار سازمان‌ها:** شرکت‌های بزرگ با منابع مالی و فناوری بیشتر، می‌توانند نوآوری‌های بیشتری را حمایت کنند، اما شرکت‌های کوچک و استارت‌آپ‌ها، اغلب منابع نوآوری و انعطاف‌پذیری بیشتری دارند.
  - **فرهنگ سازمانی:** فرهنگ سازمانی حامی نوآوری، بر همکاری، آزمایش، و یادگیری از شکست تاکید دارد. فرهنگ‌های سخت‌گیرانه و سلسله‌مراتبی، اغلب مانع نوآوری می‌شوند.
  - **مدیریت دانش:** توانایی سازمان در جمع‌آوری، ذخیره، و به اشتراک گذاشتن دانش، نقش مهمی در نوآوری دارد.
  - **همکاری بین سازمانی:** همکاری بین شرکت‌ها، دانشگاه‌ها، و نهادهای تحقیقاتی، به اشتراک گذاری دانش و منابع را تسهیل کرده و نوآوری را تسریع می‌کند (پاول و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۹۶).

## ۳. عوامل فردی: نقش کارآفرینان و استعدادها

فردها، به ویژه کارآفرینان، نقش محوری در شکل‌گیری زیست‌بوم نوآوری دارند:

1. Acs & Sanders

2. Shane

3. Powell, Koput & Smith-Doerr

- **کارآفرینی:** کارآفرینان با ایده‌های نوآورانه و توانایی ایجاد کسب و کار جدید، نیروی محرکه نوآوری هستند.
- **مهارت‌ها و دانش:** نیروی کار ماهر و با دانش، برای اجرای ایده‌های نوآورانه ضروری است.
- **انگیزه و ریسک‌پذیری:** کارآفرینان موفق، انگیزه بالایی برای دستیابی به اهداف خود دارند و ریسک‌پذیر هستند.
- **شبکه‌های اجتماعی:** کارآفرینان موفق، در شبکه‌های اجتماعی قوی قرار دارند و از پشتیبانی و راهنمایی دیگران بهره‌مند می‌شوند (گرانووتر<sup>۱</sup>، ۱۹۷۳).

#### ۴. عوامل جغرافیایی: مکان و خوشه

مکان و خوشه، عوامل مهمی در شکل‌گیری زیست‌بوم نوآوری هستند:

- **نزدیکی به مراکز دانشگاهی:** نزدیکی به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، دسترسی به دانش و نیروی کار ماهر را تسهیل می‌کند.
- **خوشه‌های نوآوری:** خوشه‌های نوآوری، مناطق جغرافیایی هستند که در آن‌ها شرکت‌ها، دانشگاه‌ها، و نهادهای تحقیقاتی مرتبط، در نزدیکی یکدیگر متمرکز شده‌اند و از هم افزایی ناشی از این نزدیکی بهره‌مند می‌شوند (ساکسنیان، ۱۹۹۴).
- **زیرساخت‌های فیزیکی:** دسترسی به زیرساخت‌های فیزیکی مناسب، مانند حمل و نقل، ارتباطات، و انرژی، برای فعالیت نوآورانه ضروری است.
- **دسترسی به سرمایه:** دسترسی به سرمایه خطرپذیر و سایر منابع مالی، برای تامین مالی نوآوری‌ها ضروری است.

#### ۱-۲. پیشینه پژوهش

با توجه به ماهیت موضوع پژوهش حاضر که بر توسعه چارچوب آینده‌نگاری راهبردی برای زیست‌بوم نوآوری در ایران متمرکز است، بررسی و مرور نظام‌مند پیشینه‌های علمی، گامی اساسی برای ورود به بحث اصلی به شمار می‌آید. چرا که شناسایی روندها، رویکردها و دستاوردهای پژوهش‌های گذشته، هم جایگاه تحقیق حاضر را روشن می‌سازد و هم شکاف‌های دانشی و کاربردی موجود را برجسته می‌کند. از این منظر، پیشینه‌های داخلی به‌ویژه وضعیت بومی زیست‌بوم نوآوری ایران و چالش‌های خاص آن را نمایان می‌سازند، در حالی که مطالعات خارجی تازه‌ترین دیدگاه‌ها و تجربیات جهانی در زمینه آینده‌نگاری و نوآوری را ارائه می‌دهند. بر این اساس، در ادامه جداولی ارائه می‌شوند که با ساختار مشخص و مقایسه‌پذیر، پژوهش‌های انجام‌شده را در دو بخش داخلی و خارجی دسته‌بندی کرده و مسیر ورود به مرحله تحلیل و طراحی چارچوب پژوهش حاضر را هموار می‌سازند.

<sup>۱</sup>. Granovetter

جدول ۱. پیشینه پژوهش خارجی

| شماره | نویسندگان                             | عنوان مقاله  | موضوع / تمرکز اصلی   | روش پژوهش  | نتایج  |
|-------|---------------------------------------|--|--|--|--|
| ۱     | کارایانیس و کمپبل <sup>۱</sup> (۲۰۲۳) | زیست‌بوم‌های نوآوری در دوران بی‌ثباتی ژئوپلیتیکی   | بررسی تأثیر نوسانات و بحران‌های سیاسی جهانی بر عملکرد زیست‌بوم‌های نوآوری      | تحلیل تطبیقی و اسنادی                                | نتایج نشان داد که همکاری‌های منطقه‌ای و شبکه‌ای میان کشورها می‌تواند اثرات منفی شوک‌های سیاسی بر نوآوری را کاهش دهد و تاب‌آوری اکوسیستم را افزایش دهد. |
| ۲     | لوندوال و همکاران <sup>۲</sup> (۲۰۲۳) | بازاندیشی در نظام‌های ملی نوآوری                   | بازنگری در نظریه کلاسیک نظام ملی نوآوری با تأکید بر یادگیری تعاملی و دانش ضمنی | مرور نظام‌مند و تحلیلی                               | پژوهش نشان داد که توسعه نوآوری در سطح ملی بیش از هر چیز به شبکه‌های یادگیری مشارکتی و تعاملات میان دولت، صنعت و دانشگاه وابسته است.                    |
| ۳     | جکسون و لی <sup>۳</sup> (۲۰۲۴)        | روش‌های آینده‌نگاری برای زیست‌بوم‌های ملی نوآوری   | بررسی کاربرد روش‌های آینده‌نگاری در بهبود سیاست‌گذاری نوآوری                   | روش دلفی و سناریونویسی                               | یافته‌ها بیانگر آن است که آینده‌نگاری راهبردی منجر به افزایش چابکی و سازگاری نظام‌های نوآوری با تغییرات محیطی می‌شود.                                  |
| ۴     | چامیناد و لوندوال <sup>۴</sup> (۲۰۲۳) | چالش‌های سیستمی در توسعه زیست‌بوم‌های نوآوری       | بررسی چالش‌های نهادی و ساختاری در کشورهای در حال توسعه                         | مطالعه تطبیقی میان کشورها                            | نتایج نشان داد که ضعف در سرمایه انسانی، ساختارهای حکمرانی و زیرساخت‌های فناورانه، مانع پویایی زیست‌بوم‌های نوآوری می‌شود.                              |
| ۵     | کیم و پارک <sup>۵</sup> (۲۰۲۴)        | آینده‌نگاری راهبردی برای اقتصادهای مبتنی بر نوآوری | نقش آینده‌نگاری در تدوین سیاست‌های نوآوری و رشد اقتصادی                        | مدل آینده‌نگاری و تحلیل کیفی                         | آینده‌نگاری، ابزاری کلیدی برای شناسایی فرصت‌های ظهور و جهت‌دهی به سیاست‌های نوآوری در اقتصادهای در حال توسعه است.                                      |
| ۶     | سوکولوف و همکاران <sup>۶</sup> (۲۰۲۵) | برنامه‌ریزی سناریویی در حکمرانی نوآوری             | استفاده از سناریونویسی در طراحی سیاست‌های نوآوری                               | روش سناریونویسی و مدل‌یابی معادلات ساختاری-PLS (SEM) | این مطالعه نشان داد که استفاده از تحلیل سناریویی به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا مسیرهای مختلف توسعه نوآوری را در مواجهه با عدم قطعیت‌ها بررسی کنند.     |
| ۷     | کارالینو و دل بو <sup>۷</sup> (۲۰۲۵)  | زیست‌بوم‌های نوآوری هوشمند و آینده‌نگاری شهری      | ارتباط میان شهرهای هوشمند و زیست‌بوم‌های نوآوری                                | تحلیل داده‌های شهری و آینده‌پژوهی شهری               | نتایج حاکی از آن است که شهرهای هوشمند با ایجاد زیرساخت‌های دیجیتال و شبکه‌های نوآوری، بستر رشد پایدار و کارآفرینی فناورانه را فراهم می‌سازند.          |
| ۸     | فریمن و پرز <sup>۸</sup> (۲۰۲۳)       | پارادایم‌های فناورانه و نظام‌های نوآوری            | مطالعه تغییرات پارادایمی در فناوری و اثر آن بر نظام‌های نوآوری                 | تحلیل تاریخی تطبیقی                                  | تغییر در پارادایم‌های فناورانه (مانند انقلاب دیجیتال و زیستی) موجب بازاریابی شبکه‌های نوآوری و تغییر در مسیرهای رشد اقتصادی می‌شود.                    |
| ۹     | فوری و گوئل <sup>۹</sup> (۲۰۲۵)       | زیست‌بوم نوآوری و سیاست‌های دانش                   | بررسی نقش سیاست‌های دانشی در پایداری نوآوری                                    | تحلیل سیاستی و اسنادی                                | سیاست‌های دانش‌محور و تقویت زیرساخت‌های دانشی، عامل کلیدی در   |

1. Carayannis & Campbell

2. Lundvall et al.

3. Jackson & Lee

4. Chaminade & Lundvall

5. Kim & Park

6. Sokolov et al.

7. Caragliu & Del Bo

8. Freeman & Perez

9. Foray & Goel

|   |                                 |  |   |   |    |
|---|---------------------------------|--|---|---|----|
| پایداری زیست‌بوم‌های نوآوری در سطح ملی هستند.   |                                 |  |   |   |    |
| پژوهش نتیجه گرفت که تاب‌آوری نهادی، انعطاف‌پذیری سازمانی و زیرساخت‌های دیجیتال سه رکن حیاتی برای بقا و پویایی زیست‌بوم نوآوری در قرن بیست‌ویکم‌اند. | مدل‌سازی ساختاری و مطالعه موردی | بررسی پایداری و سازگاری زیست‌بوم‌ها در شرایط بحران‌های جهانی | تاب‌آوری زیست‌بوم‌های نوآوری در عصر دیجیتال | اوکسانن و هاوتاماکی <sup>۱</sup> (۲۰۲۴) | ۱۰ |

## جدول ۲. پیشینه تحقیق داخلی

| شماره | نویسندگان                | عنوان مقاله   | موضوع / تمرکز اصلی                      | روش پژوهش               | نتایج   |
|-------|--------------------------|---|---|-------------------------|---|
| ۱     | رضایی و همکاران (۱۴۰۴)   | آینده‌پژوهی زیست‌بوم نوآوری ایران با تأکید بر تحولات فناورانه | شناسایی پیشران‌های مؤثر بر آینده نوآوری | تحلیل محتوا و دلفی فازی | شش پیشران کلیدی شامل سرمایه انسانی، سیاست‌های حمایتی و تحریم‌ها شناسایی شد. |
| ۲     | قربانی و احمدی (۱۴۰۳)    | طراحی الگوی حکمرانی نوآوری در ایران                           | نقش سیاست‌گذاری کلان در تقویت نوآوری    | تحلیل تم و مدل ساختاری  | حکمرانی مشارکتی، انعطاف‌پذیری سیستم نوآوری را افزایش می‌دهد.                |
| ۳     | نادری و امیری (۱۴۰۴)     | اثر نوسانات سیاسی منطقه بر زیست‌بوم نوآوری ایران              | تحلیل اثر سیاست‌های خاورمیانه بر نوآوری | تحلیل سیستمی            | بی‌ثباتی ژئوپلیتیکی یکی از موانع کلیدی توسعه زیست‌بوم نوآوری است.           |
| ۴     | اسلامی و کاظمی (۱۴۰۴)    | آینده‌نگاری سیاست‌های علم و فناوری ایران تا ۱۴۱۵              | تحلیل روندها و عدم قطعیت‌های کلیدی      | سناریونویسی             | چهار سناریوی اصلی برای مسیر آینده علم و فناوری ایران ارائه شد.              |
| ۵     | محمودی و حیدری (۱۴۰۳)    | بررسی نقش دانشگاه‌ها در توسعه زیست‌بوم نوآوری                 | تعامل دانشگاه-صنعت-دولت                 | پیمایش و تحلیل مسیر     | دانشگاه‌ها نقش محوری در انتقال دانش به بخش خصوصی دارند.                     |
| ۶     | حسینی و مرادی (۱۴۰۴)     | تحلیل آینده زیست‌بوم نوآوری ایران در شرایط تحریم              | بررسی اثر سیاست‌های آمریکا بر نوآوری    | روش تحلیل ساختاری       | تحریم‌ها موجب تضعیف تعاملات بین‌المللی و کاهش جذب سرمایه خارجی شده‌اند.     |
| ۷     | احمدی و صادقی (۱۴۰۳)     | مدل توسعه نوآوری باز در شرکت‌های دانش‌بنیان                   | تعاملات باز و پویایی نوآوری             | مدل‌سازی ساختاری        | نوآوری باز منجر به افزایش ظرفیت جذب و تسریع تجاری‌سازی می‌شود.              |
| ۸     | یوسفی و بابایی (۱۴۰۴)    | آینده زیست‌بوم فناوری ایران در عصر دیجیتال                    | اثر فناوری‌های تحول‌آفرین               | تحلیل روند و دلفی       | هوش مصنوعی و بلاک‌چین، دو عامل مؤثر در تحول آینده نوآوری هستند.             |
| ۹     | سلطانی و هاشمی (۱۴۰۳)    | تحلیل پویایی نوآوری در صنایع پیشرفته ایران                    | بررسی هم‌افزایی میان بازیگران زیست‌بوم  | مدل دینامیکی            | ضعف ارتباطات میان‌بخشی عامل اصلی کندی رشد نوآوری است.                       |
| ۱۰    | فراهانی و همکاران (۱۴۰۴) | آینده‌پژوهی نقش دولت در تقویت زیست‌بوم نوآوری ملی             | سیاست‌گذاری نوآوری                      | تحلیل سناریو            | دولت آینده باید به تنظیم‌گر انعطاف‌پذیر و تسهیل‌گر نوآوری تبدیل شود.        |

## ۳. روش پژوهش

در این پژوهش با هدف توسعه چارچوب آینده‌نگاری راهبردی برای زیست‌بوم نوآوری در ایران، از رویکرد تحقیق آمیخته با طرح اکتشافی-تبیینی<sup>۲</sup> استفاده شده است؛ رویکردی که در پژوهش‌های پیشرفته حوزه سیاست‌گذاری نوآوری و آینده‌پژوهی به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین طرح‌ها برای توسعه مدل‌های مفهومی نوظهور و بومی‌سازی شده شناخته می‌شود (رهبر و همکاران، ۱۳۹۶؛ رهبر و همکاران، ۱۳۹۷؛ نیازی، ۱۴۰۲؛ نیازی، ۱۴۰۴). منطق انتخاب این رویکرد مبتنی بر ماهیت پیچیده، چندسطحی و بین‌رشته‌ای زیست‌بوم نوآوری و نیز ضرورت ترکیب درک تفسیری

<sup>۱</sup>. Oksanen & Hautamäki,

<sup>۲</sup>. Exploratory Sequential Mixed-Methods Design

عمیق از دیدگاه خبرگان با آزمون تجربی و تبیینی روابط علی میان مؤلفه‌هاست. در گام نخست، مرحله کیفی پژوهش با هدف شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها، پیشران‌ها و سازه‌های کلیدی آینده‌نگاری راهبردی زیست‌بوم نوآوری اجرا شد. در این مرحله، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته عمیق با خبرگان منتخب انجام گرفت؛ جامعه خبرگان شامل سیاست‌گذاران علم، فناوری و نوآوری، مدیران نهادهای واسط نوآوری (نظیر پارک‌های علم و فناوری، شتاب‌دهنده‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر)، اساتید دانشگاه با تخصص آینده‌پژوهی و اقتصاد نوآوری، و مدیران ارشد شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور بود. انتخاب مشارکت‌کنندگان با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند و نظری<sup>۱</sup> انجام شد و فرآیند گردآوری داده‌ها تا رسیدن به اشباع نظری<sup>۲</sup> ادامه یافت؛ به‌گونه‌ای که مصاحبه‌های نهایی دیگر منجر به تولید مفهوم یا مضمون جدیدی نشد. داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه‌ها پس از پیاده‌سازی کامل، با بهره‌گیری از روش تحلیل مضمون<sup>۳</sup> و مطابق با رویکرد نظام‌مند براون و کلارک تحلیل گردید. در این فرآیند، ابتدا کدگذاری باز برای شناسایی مفاهیم اولیه انجام شد، سپس کدهای مشابه در قالب مضامین محوری جمع‌شدند و در نهایت، مضامین فراگیر که بیانگر ساختار مفهومی آینده‌نگاری زیست‌بوم نوآوری بودند استخراج گردیدند. این مضامین شامل ابعاد نهادی، فناورانه، اقتصادی، سیاستی، دانشی و ژئوپلیتیکی زیست‌بوم نوآوری بوده و مبنای نظری لازم برای توسعه مدل مفهومی پژوهش را فراهم ساختند. به‌منظور افزایش اعتبار یافته‌های کیفی، از معیارهای اعتمادپذیری پژوهش کیفی شامل اعتبار<sup>۴</sup>، انتقال‌پذیری<sup>۵</sup>، قابلیت اتکا<sup>۶</sup> و تأییدپذیری<sup>۷</sup> استفاده شد و بازبینی نتایج توسط برخی از مشارکت‌کنندگان<sup>۸</sup> انجام گرفت.

در گام دوم، بر اساس یافته‌های مرحله کیفی، مدل مفهومی پژوهش طراحی و سازه‌های نهفته و روابط علی میان آن‌ها تعریف شد. در این مرحله، ابزار گردآوری داده‌های کمی به‌صورت پرسشنامه ساختاریافته تدوین گردید که گویه‌های آن مستقیماً از مضامین استخراج‌شده در تحلیل کیفی اقتباس شده بودند؛ این امر موجب افزایش روایی محتوایی ابزار شد. جامعه آماری بخش کمی پژوهش شامل خبرگان و کنشگران کلیدی زیست‌بوم نوآوری ایران بود و نمونه‌گیری با توجه به الزامات روش تحلیل انتخاب‌شده و با رعایت کف حجم نمونه انجام گرفت. برای تحلیل داده‌های کمی و آزمون مدل پیشنهادی، از روش مدلیابی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی<sup>۹</sup> استفاده شد. انتخاب این روش به دلیل ماهیت اکتشافی مدل، پیچیدگی روابط میان سازه‌ها، وجود متغیرهای نهفته متعدد، و همچنین مناسب بودن PLS-SEM برای نمونه‌های با حجم متوسط و داده‌های غیرنرمال صورت گرفت. در مرحله ارزیابی مدل اندازه‌گیری، پایایی درونی سازه‌ها با استفاده از آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) بررسی شد و روایی همگرا از طریق میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) و روایی واگرا با معیار فورنل-لارکر و نسبت HTMT مورد سنجش قرار گرفت. پس از تأیید مدل اندازه‌گیری، مدل ساختاری با بررسی ضرایب مسیر، مقادیر تی و سطوح معناداری آزمون شد و توان تبیینی مدل از طریق شاخص‌هایی نظیر ضریب تعیین ( $R^2$ ) و اندازه اثر ( $f^2$ )

1. Purposive and Theoretical Sampling

2. Theoretical Saturation

3. Thematic Analysis

4. Credibility

5. Transferability

6. Dependability

7. Confirmability

8. Member Check

9. Partial Least Squares Structural Equation Modeling – PLS-SEM

مورد ارزیابی قرار گرفت. افزون بر این، قدرت پیش‌بینی مدل با استفاده از شاخص  $Q^2$  بررسی شد تا قابلیت کاربردی چارچوب پیشنهادی در تحلیل آینده‌های محتمل زیست‌بوم نوآوری ایران مورد تأیید قرار گیرد.

ادغام یافته‌های کیفی و کمی در مرحله تفسیر نهایی پژوهش، امکان هم‌سنجی و مثلث‌سازی<sup>۱</sup> را فراهم ساخت و به تقویت اعتبار درونی و بیرونی نتایج انجامید. بدین ترتیب، چارچوب نهایی آینده‌نگاری راهبردی زیست‌بوم نوآوری نه تنها بر مبنای ادراکات عمیق خبرگان و تحلیل تفسیری محیط شکل گرفت، بلکه روابط علی میان مؤلفه‌های آن نیز به صورت تجربی و آماری اعتبارسنجی شد.

در پایان، فرآیند کلی پژوهش به صورت نظام‌مند در پنج گام علمی قابل تبیین است: (۱) مرور نظام‌مند ادبیات و تبیین خلأهای نظری در حوزه زیست‌بوم نوآوری و آینده‌نگاری راهبردی؛ (۲) اجرای مرحله کیفی شامل مصاحبه با خبرگان و تحلیل مضمون برای استخراج سازه‌ها و پیشران‌های کلیدی؛ (۳) طراحی مدل مفهومی و ابزار کمی مبتنی بر یافته‌های کیفی؛ (۴) آزمون و اعتبارسنجی مدل با استفاده از روش PLS-SEM؛ و (۵) تلفیق نتایج و ارائه چارچوب آینده‌نگاری راهبردی بومی برای زیست‌بوم نوآوری ایران. این فرآیند منسجم، هم‌راستا با استانداردهای روش‌شناختی بوده و امکان بازتولیدپذیری، تعمیم‌پذیری تحلیلی و بهره‌برداری سیاستی از نتایج پژوهش را فراهم می‌سازد.

جدول ۳. مشخصات جمعیت‌شناختی مصاحبه‌شوندگان

| ردیف | ویژگی جمعیت‌شناختی | طبقه‌بندی                        | تعداد | درصد  |
|------|--------------------|----------------------------------|-------|-------|
| ۱    | جنسیت              | مرد                              | ۱۸    | ٪۷۵   |
|      |                    | زن                               | ۶     | ٪۲۵   |
| ۲    | گروه سنی           | ۳۵ الی ۴۰ سال                    | ۴     | ٪۱۶/۷ |
|      |                    | ۴۱ الی ۴۵ سال                    | ۶     | ٪۲۵   |
|      |                    | ۴۶ الی ۵۰ سال                    | ۸     | ٪۳۳/۳ |
|      |                    | بالای ۵۰ سال                     | ۶     | ٪۲۵   |
| ۳    | سطح تحصیلات        | دکتری تخصصی (PhD) / پسادکتری     | ۱۷    | ٪۷۰/۸ |
|      |                    | دکتری حرفه‌ای                    | ۲     | ٪۸/۳  |
|      |                    | کارشناسی ارشد                    | ۵     | ٪۲۰/۹ |
| ۴    | حوزه تخصصی اصلی    | سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری | ۶     | ٪۲۵   |
|      |                    | اقتصاد نوآوری و توسعه            | ۵     | ٪۲۰/۸ |
|      |                    | آینده‌پژوهی و مطالعات راهبردی    | ۵     | ٪۲۰/۸ |
|      |                    | مدیریت فناوری و نوآوری           | ۴     | ٪۱۶/۷ |
|      |                    | کارآفرینی فناورانه               | ۴     | ٪۱۶/۷ |
| ۵    | جایگاه حرفه‌ای     | استاد دانشگاه / عضو هیئت علمی    | ۷     | ٪۲۹/۲ |
|      |                    | مدیر یا سیاست‌گذار دولتی         | ۶     | ٪۲۵   |

<sup>۱</sup>. Methodological Triangulation

|        |    |                                      |   |   |
|--------|----|--------------------------------------|---|---|
| ۲۰/۱۸٪ | ۵  | مدیر پارک علم و فناوری / نهاد واسط   |   |   |
| ۲۵٪    | ۶  | مدیرعامل / مدیر ارشد شرکت دانش‌بنیان |   |   |
| ۲۵٪    | ۶  | ۱۰ الی ۱۵ سال                        | سابقه فعالیت حرفه‌ای                                      | ۶ |
| ۳۷/۵٪  | ۹  | ۱۶ الی ۲۰ سال                        |   |   |
| ۳۷/۵٪  | ۹  | بیش از ۲۰ سال                        |   |   |
| ۴۱/۷٪  | ۱۰ | بالا (سیاست‌گذاری/راهبری کلان)       | سطح درگیری مستقیم با زیست‌بوم نوآوری                      | ۷ |
| ۳۷/۵٪  | ۹  | متوسط (مدیریت اجرایی/نهادی)          |   |   |
| ۲۰/۱۸٪ | ۵  | تخصصی (تحلیل، پژوهش، مشاوره)         |   |   |
| ۷۵٪    | ۱۸ | دارد                                 | تجربه مشارکت در پروژه‌های آینده‌نگاری یا سیاست‌گذاری کلان | ۸ |
| ۲۵٪    | ۶  | ندارد (اما متخصص حوزه نوآوری)        |   |   |

#### ۴. یافته‌های پژوهش

در این بخش، یافته‌های حاصل از تحلیل کیفی مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان زیست‌بوم نوآوری ایران ارائه می‌شود که با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل مضمون<sup>۱</sup> و طی فرایند کدگذاری باز، محوری و گزینشی استخراج شده‌اند. نتایج تحلیل نشان داد که زیست‌بوم نوآوری ایران تحت تأثیر مجموعه‌ای از پیشران‌های کلیدی<sup>۲</sup> و روندهای مسلط<sup>۳</sup> قرار دارد که در سطوح ساختاری، نهادی، فناورانه، اقتصادی، اجتماعی و ژئوپلیتیکی عمل می‌کنند و به‌صورت برهم‌کنشی آینده این زیست‌بوم را شکل می‌دهند. در سطح کلان نهادی، یکی از مهم‌ترین پیشران‌های شناسایی‌شده، الگوی حکمرانی نوآوری و نقش دولت است که از منظر اکثر مصاحبه‌شوندگان، همچنان ماهیتی متمرکز، ناپایدار و متأثر از تغییرات سیاسی کوتاه‌مدت دارد؛ این پیشران خود را در قالب روندهایی نظیر نوسان در سیاست‌های حمایتی، عدم انسجام نهادی میان بازیگران اصلی (وزارتخانه‌ها، نهادهای مالی، پارک‌های علم و فناوری و دانشگاه‌ها) و ضعف در تنظیم‌گری هوشمند<sup>۴</sup> نشان می‌دهد. خبرگان تأکید داشتند که فقدان یک چارچوب حکمرانی یکپارچه و آینده‌نگر، موجب شکل‌گیری رفتارهای واکنشی به‌جای سیاست‌گذاری پیش‌دستانه شده و توان زیست‌بوم را در مواجهه با عدم قطعیت‌های محیطی کاهش داده است. پیشران دوم، ساختار و پویایی نظام تأمین مالی نوآوری است که به‌عنوان یکی از گلوگاه‌های بنیادین زیست‌بوم شناخته شد؛ در این زمینه، روند غالب، تداوم وابستگی به منابع دولتی و شبه‌دولتی، ضعف سرمایه‌گذاری خطرپذیر واقعی، و عدم بلوغ ابزارهای مالی نوآورانه (نظیر صندوق‌های جسورانه تخصصی، بازار ثانویه فناوری و تأمین مالی جمعی مؤثر) است. تحلیل مضامین نشان می‌دهد که این پیشران نه تنها بر نرخ تولد و بقای شرکت‌های دانش‌بنیان اثرگذار است، بلکه بر جهت‌گیری فناورانه نوآوری‌ها (کوتاه‌مدت، کم‌ریسک و تقلیدی) نیز تأثیر مستقیم دارد. در سطح فناورانه، شتاب تحولات فناوری‌های نوظهور به‌عنوان یکی از قوی‌ترین پیشران‌های آینده‌ساز شناسایی شد که با روندهایی مانند گسترش هوش مصنوعی، داده‌های کلان، اینترنت اشیا، زیست‌فناوری، فناوری‌های کوانتومی و فناوری‌های سبز نمود پیدا می‌کند؛ با این حال، یافته‌ها نشان می‌دهد

1. Thematic Analysis

2. Key Drivers

3. Dominant Trends

4. Smart Regulation

که زیست‌بوم نوآوری ایران با شکافی معنادار میان «دسترسی علمی» و «کاربرد اقتصادی فناوری» مواجه است و روند غالب، انتقال ناقص فناوری، ضعف در تجاری‌سازی و عدم هم‌راستایی میان اولویت‌های پژوهشی و نیازهای بازار است. پیشران مهم دیگر، سرمایه انسانی و مهاجرت نخبگان است که از دیدگاه مصاحبه‌شوندگان، هم‌زمان ماهیتی دوگانه دارد؛ از یک‌سو ایران از ذخیره دانشی و آموزشی قابل‌توجهی برخوردار است و از سوی دیگر، روند فزاینده مهاجرت نخبگان، فرسایش سرمایه انسانی و کاهش یادگیری تجمعی در زیست‌بوم را به همراه داشته است. این پیشران با روندهایی مانند افزایش اشتغال غیررسمی متخصصان در بازارهای بین‌المللی، رشد فریلنسینگ فناورانه و شکل‌گیری شبکه‌های نوآوری فرامرزی ایرانیان خارج از کشور همراه است که در صورت نبود سیاست‌های پیونددهنده، می‌تواند به تضعیف زیست‌بوم داخلی منجر شود. در بعد اقتصادی-ساختاری، شرایط کلان اقتصاد و محیط کسب‌وکار به‌عنوان پیشرانی تعیین‌کننده شناسایی شد که از طریق روندهایی نظیر تورم مزمن، نوسانات ارزی، ناطمینانی سرمایه‌گذاری و محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها، افق برنامه‌ریزی بلندمدت نوآوران را محدود کرده است؛ خبرگان معتقد بودند که این شرایط، رفتارهای فرصت‌طلبانه، کوتاه‌مدت و بقامحور را در میان بازیگران زیست‌بوم تقویت کرده و مانع شکل‌گیری نوآوری‌های تحول‌آفرین<sup>۱</sup> شده است. در سطح اجتماعی-فرهنگی، فرهنگ نوآوری، ریسک‌پذیری و اعتماد نهادی به‌عنوان پیشرانی نرم اما عمیقاً اثرگذار استخراج شد؛ یافته‌ها نشان داد که اگرچه گفتمان نوآوری و کارآفرینی در سطح شعار و سیاست‌گذاری پررنگ است، اما در عمل، روند غالب همچنان احتیاط نهادی، ترس از شکست، و ضعف سرمایه اجتماعی میان بازیگران کلیدی است که به کاهش همکاری‌های بین‌بخشی و یادگیری شبکه‌ای منجر شده است. از منظر مصاحبه‌شوندگان، ضعف اعتماد میان دانشگاه، صنعت و دولت، یکی از موانع پنهان اما بنیادین توسعه زیست‌بوم نوآوری به‌شمار می‌رود. پیشران دیگر، بین‌المللی‌شدن نوآوری و جایگاه ایران در زنجیره‌های ارزش جهانی است که با روندهایی نظیر محدودیت تعاملات فناورانه رسمی، گرایش به همکاری‌های غیررسمی یا منطقه‌ای، و تمرکز بر بازارهای محدود جغرافیایی همراه شده است؛ این وضعیت، هم‌زمان فرصت‌هایی برای نوآوری بومی و تهدیدهایی در زمینه عقب‌ماندگی فناورانه ایجاد کرده است. در نهایت، تحلیل مضمون‌ها نشان داد که پیشران‌های شناسایی‌شده به‌صورت منفرد عمل نمی‌کنند، بلکه در قالب یک سیستم پیچیده و غیرخطی با یکدیگر تعامل دارند و روندهای ناشی از آن‌ها می‌توانند در سناریوهای متفاوتی از آینده زیست‌بوم نوآوری ایران تجلی یابند؛ به‌گونه‌ای که تغییر در یک پیشران کلیدی (مانند اصلاح حکمرانی نوآوری یا تحول در نظام تأمین مالی) می‌تواند به‌صورت آبشاری بر سایر پیشران‌ها و روندها اثرگذار باشد. این یافته‌ها مبنای مفهومی لازم برای ورود به مرحله کمی پژوهش و آزمون روابط علی میان سازه‌های استخراج‌شده از طریق مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد PLS را فراهم می‌سازد و نشان می‌دهد که آینده زیست‌بوم نوآوری ایران بیش از هر چیز به نحوه مدیریت عدم قطعیت‌ها، هم‌راستاسازی نهادی و بهره‌برداری راهبردی از پیشران‌های کلیدی وابسته است.

<sup>۱</sup>. Transformative Innovations

جدول ۴. پیشران‌ها و روندهای شناسایی شده

| ردیف | پیشران کلیدی                           | سطح تحلیل            | روندهای شناسایی شده  |
|------|--|----------------------|--|
| ۱    | حکمرانی نوآوری و سیاست‌گذاری عمومی     | نهادی / کلان         | تمرکزگرایی نهادی؛ ناپایداری سیاست‌های حمایتی؛ غلبه تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت؛ ضعف تنظیم‌گری هوشمند؛ فقدان رویکرد آینده‌نگر در سیاست‌گذاری |
| ۲    | انسجام نهادی و تعامل بازیگران زیست‌بوم | نهادی / شبکه‌ای      | پراکندگی نهادی؛ هم‌پوشانی وظایف سازمان‌ها؛ ضعف همکاری دانشگاه-صنعت-دولت؛ نبود نهاد هماهنگ‌کننده مرکزی                                |
| ۳    | نظام تأمین مالی نوآوری                 | اقتصادی / مالی       | وابستگی بالا به منابع دولتی؛ ضعف سرمایه‌گذاری خطرپذیر واقعی؛ عدم بلوغ ابزارهای مالی نوآورانه؛ ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران               |
| ۴    | ثبات اقتصاد کلان و محیط کسب‌وکار       | اقتصادی / ساختاری    | تورم مزمن؛ نوسانات ارزی؛ نااطمینانی سرمایه‌گذاری؛ کاهش افق برنامه‌ریزی بلندمدت؛ رفتارهای بقمحور بنگاه‌ها                             |
| ۵    | تحولات فناوری‌های نوظهور               | فناورانه             | رشد سریع هوش مصنوعی، داده‌های کلان، زیست‌فناوری و فناوری‌های سبز؛ شکاف میان تولید علم و تجاری‌سازی؛ انتقال ناقص فناوری               |
| ۶    | ظرفیت تجاری‌سازی و نوآوری بازارمحور    | فناورانه / بازار     | غلبه نوآوری‌های تقلیدی؛ ضعف مدل‌های کسب‌وکار مقیاس‌پذیر؛ محدودیت دسترسی به بازارهای بزرگ؛ فاصله از نوآوری‌های تحول‌آفرین             |
| ۷    | سرمایه انسانی و نظام آموزش عالی        | انسانی / دانشی       | کیفیت بالای آموزش نظری؛ عدم انطباق مهارت‌ها با نیاز بازار؛ ضعف آموزش‌های کارآفرینانه؛ شکاف مهارتی                                    |
| ۸    | مهاجرت نخبگان و شبکه‌های فرامرزی       | انسانی / بین‌المللی  | افزایش مهاجرت متخصصان؛ رشد فریلنسینگ فناورانه؛ شکل‌گیری شبکه‌های نوآوری برون‌مرزی؛ تضعیف یادگیری تجمعی داخلی                         |
| ۹    | فرهنگ نوآوری و ریسک‌پذیری              | اجتماعی / فرهنگی     | ترس از شکست؛ محافظه‌کاری سازمانی؛ ضعف تحمل ریسک؛ شکاف میان گفتار نوآوری و عمل نهادی  |
| ۱۰   | سرمایه اجتماعی و اعتماد نهادی          | اجتماعی / نهادی      | ضعف اعتماد میان بازیگران زیست‌بوم؛ کاهش همکاری‌های بین‌بخشی؛ یادگیری شبکه‌ای محدود   |
| ۱۱   | زیرساخت‌های نوآوری (فیزیکی و دیجیتال)  | زیرساختی             | توسعه نامتوازن پارک‌ها و شتاب‌دهنده‌ها؛ تمرکز جغرافیایی امکانات؛ شکاف دسترسی دیجیتال در مناطق  |
| ۱۲   | بین‌المللی‌سازی نوآوری                 | بین‌المللی / راهبردی | محدودیت تعاملات فناورانه رسمی؛ تمرکز بر همکاری‌های منطقه‌ای؛ حضور محدود در زنجیره‌های ارزش جهانی                                     |
| ۱۳   | تحریم‌ها و محدودیت‌های ژئوپلیتیکی      | کلان / محیطی         | افزایش هزینه مبادلات فناورانه؛ محدودیت انتقال دانش؛ تقویت نوآوری‌های بومی محور همراه با ریسک عقب‌ماندگی                              |
| ۱۴   | نقش شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها | سازمانی              | رشد کمی همراه با شکنندگی بالا؛ نرخ بقای پایین؛ وابستگی به حمایت‌های دولتی  |
| ۱۵   | جهت‌گیری راهبردی نوآوری ملی            | راهبردی              | غلبه رویکرد واکنشی؛ نبود نقشه راه آینده‌محور؛ عدم هم‌راستایی اولویت‌های ملی با روندهای جهانی   |

بر اساس نتایج حاصل از مصاحبه‌های عمیق و تحلیل مضمون، مجموعه پیشران‌ها و روندهای شناسایی شده در جدول فوق، به‌عنوان شالوده مفهومی پژوهش در نظر گرفته شد و مبنای استخراج سازه‌های اصلی مدل مفهومی آینده‌نگاری راهبردی زیست‌بوم نوآوری ایران

قرار گرفت. در این چارچوب، مضامین فراگیر استخراج‌شده از مرحله کیفی، به سازه‌های نظری قابل سنجش در سطح کمی تبدیل شدند و هر یک از پیشران‌ها، بازتاب‌دهنده یک بُعد کلیدی از پویایی‌ها، عدم قطعیت‌ها و نیروهای تحول‌آفرین مؤثر بر زیست‌بوم نوآوری کشور تلقی گردیدند. این فرآیند، ضمن حفظ پیوند منطقی میان داده‌های تفسیری کیفی و تحلیل‌های تبیینی کمی، امکان گذار نظام‌مند از اکتشاف مفهومی به آزمون تجربی روابط علی را فراهم ساخت.

در گام بعدی، به منظور اعتبارسنجی تجربی چارچوب استخراج‌شده و بررسی الگوی تعامل میان پیشران‌ها، مدل مفهومی پژوهش با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی مورد آزمون قرار گرفت. انتخاب این روش با توجه به ماهیت اکتشافی پژوهش، نوظهور بودن برخی سازه‌ها، پیچیدگی روابط میان متغیرها و همچنین تمرکز پژوهش بر تبیین و پیش‌بینی پویایی‌های زیست‌بوم نوآوری صورت گرفت. در این مرحله، پیشران‌های شناسایی‌شده به‌عنوان سازه‌های برون‌زا و درون‌زا در مدل لحاظ شدند و روابط علی میان آن‌ها بر اساس منطبق نظری برآمده از تحلیل مضمون ترسیم گردید.

به‌منظور اطمینان از استحکام مدل، پایایی و روایی سازه‌ها از طریق شاخص‌های استاندارد شامل آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی، روایی همگرا و روایی واگرا مورد ارزیابی قرار گرفت و برازش مدل ساختاری با استفاده از ضرایب مسیر، آماره‌های تی و مقادیر معناداری بررسی شد. بدین ترتیب، یافته‌های کمی پژوهش نه تنها نقش تأییدی نسبت به نتایج مرحله کیفی ایفا کردند، بلکه امکان شناسایی شدت و جهت اثرگذاری هر یک از پیشران‌ها بر آینده زیست‌بوم نوآوری ایران را نیز فراهم آوردند. این ادغام روش‌مند میان تحلیل مضمون و مدل‌سازی معادلات ساختاری، منجر به ارائه الگویی معتبر، بومی و آینده‌نگر شد که قابلیت بهره‌برداری در سطوح سیاست‌گذاری، راهبردی‌گذاری و طراحی سناریوهای توسعه زیست‌بوم نوآوری را داراست.

### الف) مدل اندازه‌گیری

در راستای بررسی اعتبار و کفایت ابزار پژوهش، ابتدا مدل اندازه‌گیری مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از این ارزیابی اطمینان از پایایی و روایی سازه‌های پژوهش پیش از ورود به تحلیل مدل ساختاری است. به همین منظور، شاخص‌های آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی برای سنجش انسجام درونی، میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) برای بررسی روایی همگرا و معیار فورنل-لارکر برای ارزیابی روایی تمایز به کار گرفته شدند.

جدول ۵. پایایی سازه‌ها

| میانگین واریانس استخراج شده | پایایی ترکیبی سازه (سیگما) | پایایی ترکیبی نوع آلفا | آلفای کرونباخ |   |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------|---------------|---|
| ۰/۷۴۹                       | ۰/۹۱۸                      | ۰/۹۲۸                  | ۰/۹۰۴         | آینده‌نگاری راهبردی برای زیست‌بوم نوآوری در ایران |
| ۰/۷۴۶                       | ۰/۸۵۴                      | ۰/۸۵۹                  | ۰/۸۵۹         | افزایش مهاجرت متخصصان                             |
| ۰/۸۴۵                       | ۰/۹۱۶                      | ۰/۸۱۶                  | ۰/۸۱۶         | افزایش هزینه مبادلات فناورانه                     |
| ۰/۷۹۳                       | ۰/۸۸۵                      | ۰/۷۵۱                  | ۰/۷۴۱         | انتقال ناقص فناوری                                |
| ۰/۵۱۲                       | ۰/۸۹۳                      | ۰/۸۶۶                  | ۰/۸۶۳         | انسجام نهادی و تعامل بازیگران زیست‌بوم            |

|       |       |       |       |  |
|-------|-------|-------|-------|--|
| ۰/۷۷۲ | ۰/۸۲۷ | ۰/۸۱۰ | ۰/۷۴۱ | بین‌المللی سازی نوآوری                             |
| ۰/۷۳۰ | ۰/۸۰۸ | ۰/۷۷۳ | ۰/۷۲۰ | تحریم‌ها و محدودیت‌های ژئوپلیتیکی                  |
| ۰/۷۸۸ | ۰/۸۸۱ | ۰/۹۱۱ | ۰/۸۴۱ | تحولات فناوری‌های نوظهور                           |
| ۰/۵۸۹ | ۰/۷۳۲ | ۰/۷۵۱ | ۰/۷۴۴ | ترس از شکست  |
| ۰/۷۳۸ | ۰/۸۴۸ | ۰/۷۶۴ | ۰/۷۶۱ | تضعیف یادگیری تجمعی داخلی                          |
| ۰/۶۰۱ | ۰/۷۴۴ | ۰/۷۷۷ | ۰/۷۷۵ | تقویت نوآوری‌ها بومی‌محور همراه با ریسک عقب‌ماندگی |
| ۰/۷۷۸ | ۰/۸۷۵ | ۰/۷۱۶ | ۰/۷۱۵ | تمرکز بر همکاری‌های منطقه‌ای                       |
| ۰/۸۰۹ | ۰/۸۹۴ | ۰/۷۶۴ | ۰/۷۶۴ | تمرکز جغرافیایی امکانات                            |
| ۰/۷۵۳ | ۰/۸۵۹ | ۰/۶۷۳ | ۰/۷۷۳ | تمرکزگرایی نهادی                                   |
| ۰/۶۹۸ | ۰/۸۲۲ | ۰/۵۷۸ | ۰/۷۶۹ | تورم مزمن  |
| ۰/۷۷۳ | ۰/۸۷۲ | ۰/۷۰۸ | ۰/۷۰۶ | توسعه نامتوازن پارک‌ها و شتاب‌دهنده‌ها             |
| ۰/۷۰۰ | ۰/۷۶۹ | ۰/۸۰۳ | ۰/۶۸۷ | ثبات اقتصاد کلان و محیط کسب‌وکار                   |
| ۰/۷۲۹ | ۰/۸۱۶ | ۰/۷۵۳ | ۰/۷۳۳ | جهت‌گیری راهبردی نوآوری ملی                        |
| ۰/۸۱۹ | ۰/۹۰۰ | ۰/۷۸۴ | ۰/۷۷۹ | حضور محدود در زنجیره‌های ارزش جهانی                |
| ۰/۵۱۴ | ۰/۹۱۳ | ۰/۸۹۷ | ۰/۸۹۴ | حکمرانی نوآوری و سیاست‌گذاری عمومی                 |
| ۰/۹۰۲ | ۰/۹۴۸ | ۰/۸۹۴ | ۰/۸۹۱ | داده‌های کلان                                      |
| ۰/۷۲۵ | ۰/۸۳۹ | ۰/۹۳۰ | ۰/۷۶۰ | رشد سریع هوش مصنوعی                                |
| ۰/۶۹۹ | ۰/۸۲۳ | ۰/۷۷۲ | ۰/۷۶۹ | رشد فریلنسینگ فناورانه                             |
| ۰/۸۰۶ | ۰/۸۹۳ | ۰/۷۶۰ | ۰/۷۶۰ | رشد کمی همراه با شکنندگی بالا                      |
| ۰/۸۸۴ | ۰/۹۳۹ | ۰/۸۷۰ | ۰/۸۶۹ | رفتارهای بquamحور بنگاه‌ها                         |
| ۰/۷۴۶ | ۰/۸۵۴ | ۰/۷۵۹ | ۰/۷۵۹ | ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران                           |
| ۰/۶۳۶ | ۰/۸۹۷ | ۰/۸۵۸ | ۰/۸۵۷ | زیرساخت‌های نوآوری (فیزیکی و دیجیتال)              |
| ۰/۷۹۶ | ۰/۸۸۶ | ۰/۷۴۶ | ۰/۷۴۴ | زیست‌فناوری و فناوری‌های سبز                       |
| ۰/۵۲۰ | ۰/۸۶۶ | ۰/۸۱۷ | ۰/۸۱۴ | سرمایه اجتماعی و اعتماد نهادی                      |
| ۰/۵۱۲ | ۰/۸۹۳ | ۰/۸۶۶ | ۰/۸۶۲ | سرمایه انسانی و نظام آموزش عالی                    |
| ۰/۶۷۸ | ۰/۸۰۶ | ۰/۷۴۹ | ۰/۷۴۸ | شکاف دسترسی دیجیتال در مناطق                       |
| ۰/۸۳۵ | ۰/۹۱۰ | ۰/۸۰۲ | ۰/۸۰۲ | شکاف مهارتی  |
| ۰/۷۵۲ | ۰/۸۵۸ | ۰/۷۸۴ | ۰/۷۷۲ | شکاف میان تولید علم و تجاری‌سازی                   |
| ۰/۷۵۹ | ۰/۸۶۲ | ۰/۷۸۱ | ۰/۷۹۴ | شکاف میان گفت‌وگو نوآوری و عمل نهادی               |
| ۰/۷۴۹ | ۰/۸۵۷ | ۰/۷۸۰ | ۰/۷۶۸ | شکل‌گیری شبکه‌های نوآوری برون‌مرزی                 |
| ۰/۶۷۶ | ۰/۸۰۶ | ۰/۷۲۱ | ۰/۷۲۰ | ضعف آموزش‌های کارآفرینانه                          |
| ۰/۷۹۳ | ۰/۸۸۴ | ۰/۷۵۱ | ۰/۷۴۰ | ضعف اعتماد میان بازیگران زیست‌بوم                  |
| ۰/۷۴۶ | ۰/۸۵۵ | ۰/۷۶۲ | ۰/۷۶۰ | ضعف تحمل ریسک                                      |
| ۰/۷۶۶ | ۰/۸۶۸ | ۰/۷۹۵ | ۰/۷۹۵ | ضعف تنظیم‌گری هوشمند                               |
| ۰/۶۷۵ | ۰/۸۰۶ | ۰/۷۲۳ | ۰/۷۲۰ | ضعف سرمایه‌گذاری خطرپذیر واقعی                     |

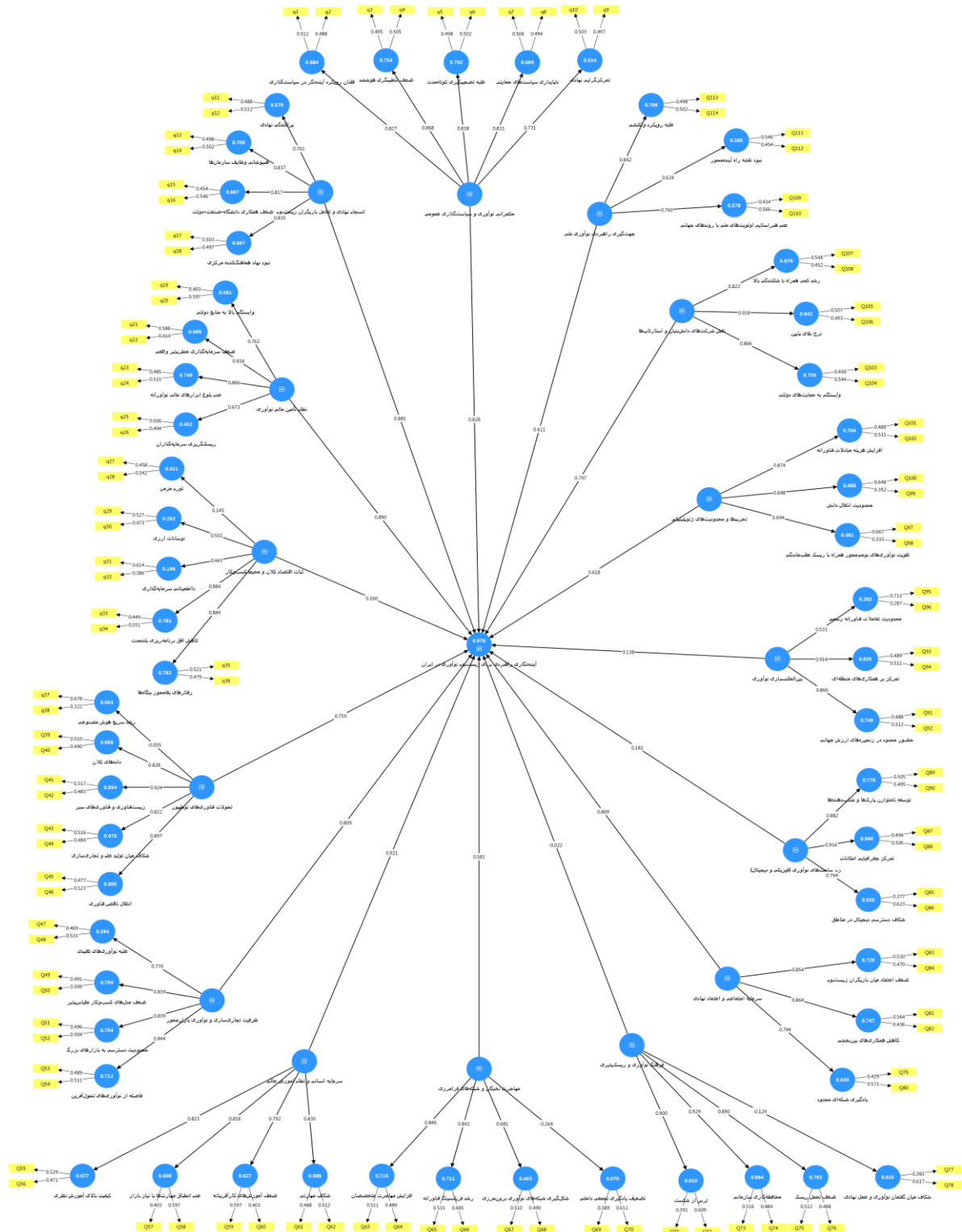
|       |       |       |       |  |
|-------|-------|-------|-------|--|
| ۰/۷۸۵ | ۰/۸۸۰ | ۰/۷۲۷ | ۰/۷۲۷ | ضعف مدل‌های کسب‌وکار مقیاس پذیر                |
| ۰/۷۳۵ | ۰/۸۴۷ | ۰/۷۶۱ | ۰/۷۴۲ | ضعف همکاری دانشگاه-صنعت-دولت                   |
| ۰/۵۲۷ | ۰/۸۹۹ | ۰/۸۷۳ | ۰/۸۷۱ | ظرفیت تجاری‌سازی و نوآوری بازارمحور            |
| ۰/۷۴۵ | ۰/۸۵۴ | ۰/۷۶۰ | ۰/۷۵۸ | عدم انطباق مهارت‌ها با نیاز بازار              |
| ۰/۸۳۵ | ۰/۹۱۰ | ۰/۸۰۲ | ۰/۸۰۲ | عدم بلوغ ابزارهای مالی نوآورانه                |
| ۰/۶۹۰ | ۰/۸۱۷ | ۰/۷۵۴ | ۰/۷۵۱ | عدم هم‌راستایی اولویت‌های ملی با روندهای جهانی |
| ۰/۷۵۷ | ۰/۸۶۲ | ۰/۷۸۴ | ۰/۷۸۰ | غلبه تصمیم‌گیری کوتاه‌مدت                      |
| ۰/۸۲۲ | ۰/۹۰۲ | ۰/۷۸۵ | ۰/۷۸۴ | غلبه رویکرد واکنشی                             |
| ۰/۷۸۷ | ۰/۸۸۱ | ۰/۷۳۱ | ۰/۷۲۹ | غلبه نوآوری‌های تقلیدی                         |
| ۰/۷۳۶ | ۰/۸۴۸ | ۰/۷۴۵ | ۰/۷۴۲ | فاصله از نوآوری‌های تحول‌آفرین                 |
| ۰/۷۵۹ | ۰/۸۱۵ | ۰/۸۹۰ | ۰/۷۵۲ | فرهنگ نوآوری و ریسک‌پذیری                      |
| ۰/۷۴۳ | ۰/۸۵۳ | ۰/۷۵۹ | ۰/۷۵۵ | فقدان رویکرد آینده‌نگر در سیاست‌گذاری          |
| ۰/۸۸۴ | ۰/۹۳۹ | ۰/۸۷۱ | ۰/۸۶۹ | محافظه‌کاری سازمانی                            |
| ۰/۷۵۸ | ۰/۸۶۲ | ۰/۸۰۶ | ۰/۷۹۶ | محدودیت انتقال دانش                            |
| ۰/۵۵۷ | ۰/۷۹۳ | ۰/۷۲۸ | ۰/۷۶۸ | محدودیت تعاملات فناورانه رسمی                  |
| ۰/۸۰۰ | ۰/۸۸۹ | ۰/۷۵۰ | ۰/۷۵۰ | محدودیت دسترسی به بازارهای بزرگ                |
| ۰/۷۵۶ | ۰/۷۱۶ | ۰/۷۷۸ | ۰/۷۳۰ | مهاجرت نخبگان و شبکه‌های فرامرزی               |
| ۰/۷۳۹ | ۰/۸۴۹ | ۰/۷۴۵ | ۰/۷۶۱ | نااطمینانی سرمایه‌گذاری                        |
| ۰/۸۰۰ | ۰/۸۸۹ | ۰/۷۵۰ | ۰/۷۴۹ | ناپایداری سیاست‌های حمایتی                     |
| ۰/۷۸۷ | ۰/۸۸۱ | ۰/۷۳۱ | ۰/۷۳۰ | نبود نقشه راه آینده‌محور                       |
| ۰/۸۱۳ | ۰/۸۹۷ | ۰/۷۷۰ | ۰/۷۶۹ | نبود نهاد هماهنگ‌کننده مرکزی                   |
| ۰/۸۴۰ | ۰/۹۱۳ | ۰/۸۱۰ | ۰/۸۱۰ | نرخ بقای پایین                                 |
| ۰/۴۶۲ | ۰/۸۷۱ | ۰/۸۳۹ | ۰/۸۳۰ | نظام تأمین مالی نوآوری                         |
| ۰/۶۱۳ | ۰/۹۰۴ | ۰/۸۷۷ | ۰/۸۷۲ | نقش شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها         |
| ۰/۷۴۸ | ۰/۸۵۶ | ۰/۷۹۳ | ۰/۷۶۸ | نوسانات ارزی                                   |
| ۰/۷۷۴ | ۰/۸۷۳ | ۰/۷۰۸ | ۰/۷۰۸ | هم‌پوشانی وظایف سازمان‌ها                      |
| ۰/۷۴۵ | ۰/۸۵۴ | ۰/۷۶۰ | ۰/۷۵۸ | وابستگی بالا به منابع دولتی                    |
| ۰/۷۸۴ | ۰/۸۷۹ | ۰/۷۴۳ | ۰/۷۲۷ | وابستگی به حمایت‌های دولتی                     |
| ۰/۷۸۰ | ۰/۸۷۶ | ۰/۷۱۸ | ۰/۷۱۸ | پراکندگی نهادی                                 |
| ۰/۵۹۷ | ۰/۷۴۳ | ۰/۷۹۱ | ۰/۷۴۴ | کاهش افق برنامه‌ریزی بلندمدت                   |
| ۰/۶۸۸ | ۰/۸۱۵ | ۰/۷۴۹ | ۰/۷۴۷ | کاهش همکاری‌های بین‌بخشی                       |
| ۰/۸۱۳ | ۰/۸۹۷ | ۰/۷۸۰ | ۰/۷۷۱ | کیفیت بالای آموزش نظری                         |
| ۰/۷۴۵ | ۰/۸۵۴ | ۰/۷۵۸ | ۰/۷۵۷ | یادگیری شبکه‌ای محدود                          |

نتایج ارزیابی مدل اندازه‌گیری بر اساس شاخص‌های آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و میانگین واریانس استخراج‌شده نشان می‌دهد که سازه‌های مدل از سطح مطلوبی از ثبات درونی و روایی همگرا برخوردارند. با توجه به اینکه مقادیر آلفای کرونباخ تمامی سازه‌ها از حد آستانه ۰/۷۰ فراتر بوده، انسجام درونی گویه‌ها و همبستگی درون‌سازه‌ای در سطح قابل قبول تأیید می‌شود. همچنین پایایی ترکیبی بالاتر از ۰/۸۰ برای ابعاد مختلف از جمله حکمرانی نوآوری و سیاست‌گذاری عمومی، انسجام نهادی، زیرساخت‌های نوآوری، سرمایه انسانی و جهت‌گیری راهبردی نوآوری ملی بیانگر قابلیت اتکای بالای مدل اندازه‌گیری در تبیین متغیرهای نهفته است. افزون بر این، مقادیر AVE بالاتر از ۰/۵۰ نشان می‌دهد که هر سازه بیش از نیمی از واریانس شاخص‌های مشاهده‌پذیر خود را تبیین می‌کند و شرط روایی همگرا به‌طور کامل برقرار است. در مجموع، برآیند شاخص‌های پایایی و روایی همگرا حاکی از کفایت کیفیت مدل اندازه‌گیری بوده و از منظر روش‌شناختی، ورود به مرحله ارزیابی مدل ساختاری و تفسیر روابط علی بین سازه‌ها موجه و قابل دفاع است.

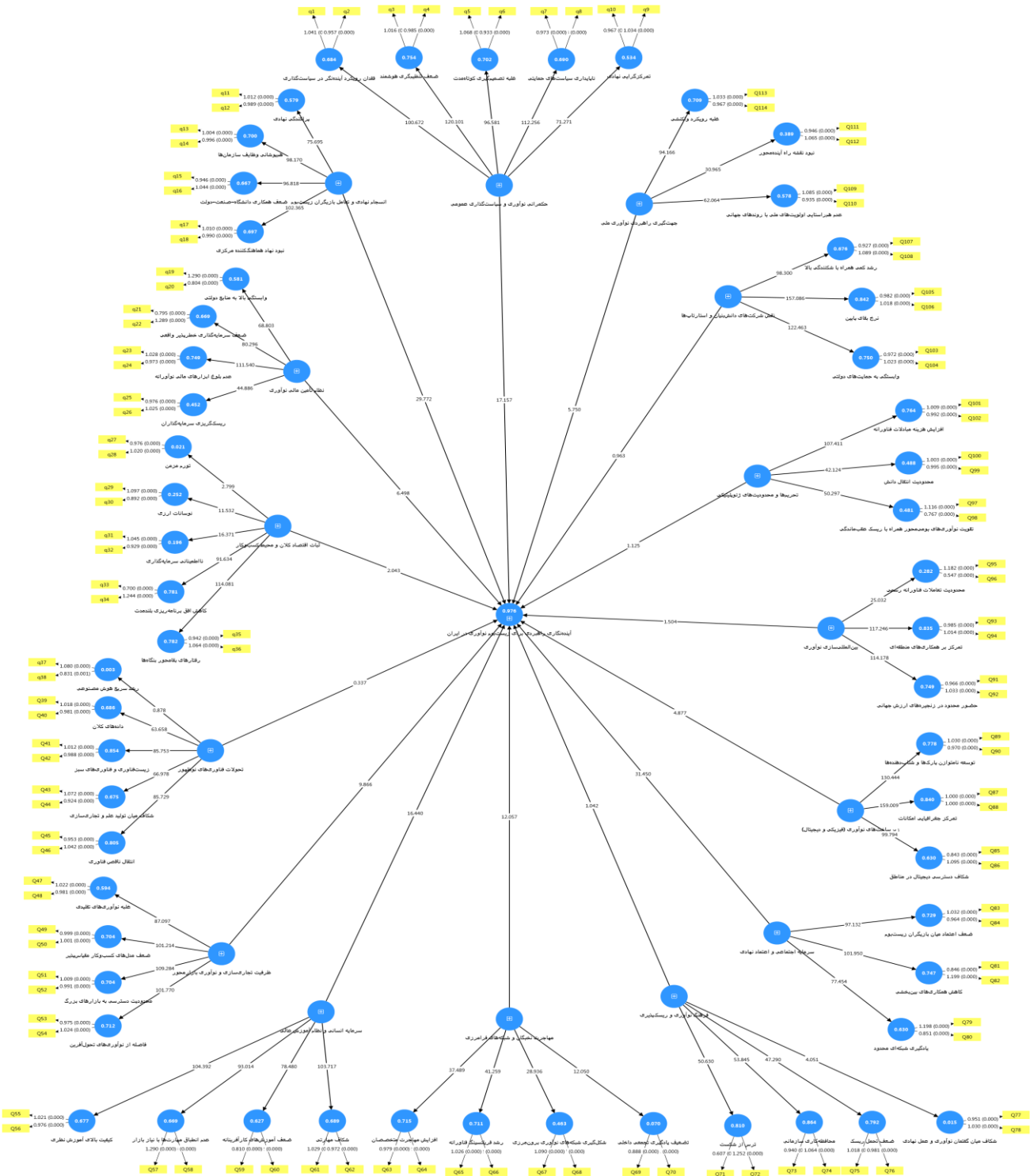
### ب) مدل ساختاری

پس از اطمینان از روایی و پایایی مدل اندازه‌گیری، در گام بعدی مدل ساختاری پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از آزمون مدل ساختاری، بررسی روابط علی میان سازه‌های تحقیق و میزان قدرت تبیین آن‌ها در ارتباط با متغیر وابسته است. در این راستا، ضرایب مسیر<sup>۱</sup> برای تعیین شدت و جهت روابط میان متغیرها محاسبه شدند و معناداری این ضرایب با استفاده از آزمون بوت‌استرپ<sup>۲</sup> و شاخص‌های آماری تی‌ولیو<sup>۳</sup> مورد ارزیابی قرار گرفت. علاوه بر این، شاخص ضریب تعیین ( $R^2$ ) به منظور سنجش قدرت پیش‌بینی متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته و شاخص‌های  $Q^2$  جهت بررسی روایی پیش‌بین مدل محاسبه گردید. در نهایت، با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از این شاخص‌ها، می‌توان درباره برازش کلی مدل و میزان پشتیبانی داده‌های تجربی از روابط نظری پژوهش قضاوت نمود.

1. Path Coefficients  
2. Bootstrapping  
3. T-value



نمودار ۲: ضرایب مسیر استاندارد مدل



نمودار ۳: نتایج آزمون تی - استیودنت برای بررسی معناداری ضرایب مسیر

جدول ۶: ضرایب مسیر و معناداری

| نتیجه                     | سطح معناداری (p) | آماره تی | ضریب $\beta$ | مسیر   |
|---------------------------|------------------|----------|--------------|--|
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۲۹/۷۷۲   | ۰/۲۴۵        | انسجام نهادی و تعامل بازیگران زیست‌بوم ← آینده‌نگاری راهبردی |
| رد، نامعنادار             | ۰/۱۳۳            | ۱/۵۰۴    | ۰/۰۰۴-       | بین‌المللی‌سازی نوآوری ← آینده‌نگاری راهبردی                 |
| رد، نامعنادار             | ۰/۲۶۱            | ۱/۱۲۵    | ۰/۰۰۶        | تحریم‌ها و محدودیت‌های ژئوپلیتیکی ← آینده‌نگاری راهبردی      |
| رد، نامعنادار             | ۰/۷۳۷            | ۰/۳۳۷    | ۰/۰۰۲-       | تحولات فناوری‌های نو ظهور ← آینده‌نگاری راهبردی              |
| تأیید، معنادار (اثر منفی) | ۰/۰۴۱            | ۲/۰۴۳    | ۰/۰۲۴-       | ثبات اقتصاد کلان و محیط کسب‌وکار ← آینده‌نگاری راهبردی       |
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۵/۷۵۰    | ۰/۰۴۵        | جهت‌گیری راهبردی نوآوری ملی ← آینده‌نگاری راهبردی            |
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۱۷/۱۵۷   | ۰/۱۴۲        | حکمرانی نوآوری و سیاست‌گذاری عمومی ← آینده‌نگاری راهبردی     |
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۴/۸۷۷    | ۰/۰۱۴        | زیرساخت‌های نوآوری (فیزیکی و دیجیتال) ← آینده‌نگاری راهبردی  |
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۳۱/۴۵۰   | ۰/۲۳۵        | سرمایه اجتماعی و اعتماد نهادی ← آینده‌نگاری راهبردی          |
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۱۶/۴۴۰   | ۰/۲۳۷        | سرمایه انسانی و نظام آموزش عالی ← آینده‌نگاری راهبردی        |
| تأیید، معنادار (اثر منفی) | ۰/۰۰۰            | ۹/۸۶۶    | ۰/۰۶۶-       | ظرفیت تجاری‌سازی و نوآوری بازارمحور ← آینده‌نگاری راهبردی    |
| رد، نامعنادار             | ۰/۲۹۸            | ۱/۰۴۲    | ۰/۰۱۱        | فرهنگ نوآوری و ریسک‌پذیری ← آینده‌نگاری راهبردی              |
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۱۲/۰۵۷   | ۰/۰۶۳        | مهاجرت نخبگان و شبکه‌های فرامرزی ← آینده‌نگاری راهبردی       |
| تأیید، معنادار و مثبت     | ۰/۰۰۰            | ۶/۴۹۸    | ۰/۱۰۴        | نظام تأمین مالی نوآوری ← آینده‌نگاری راهبردی                 |
| رد، نامعنادار             | ۰/۳۳۶            | ۰/۹۶۳    | ۰/۰۰۶-       | نقش شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها ← آینده‌نگاری راهبردی |

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش که با بهره‌گیری از مدل‌یابی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی و چارچوب آینده‌نگاری راهبردی در زیست‌بوم نوآوری ایران انجام شد، تصویری نظام‌مند از سازوکارهای پیشران و بازدارنده شکل‌گیری ظرفیت آینده‌نگاری در سطح حکمرانی نوآوری ارائه می‌دهد و از حیث نظری و سیاستی چند دلالت کلیدی را آشکار می‌سازد. نخست، نتایج نشان داد که متغیرهای نهادی و حکمرانی، شامل انسجام نهادی و تعامل بازیگران زیست‌بوم، حکمرانی نوآوری و سیاست‌گذاری عمومی، و سرمایه اجتماعی و اعتماد نهادی، قوی‌ترین اثرات مستقیم و معنادار را بر آینده‌نگاری راهبردی داشته‌اند؛ این الگو به‌طور مستقیم با ادبیات نظام‌های نوآوری، حکمرانی تطبیقی و رویکردهای تحول‌گرا در سیاست‌گذاری هم‌راستا است که تأکید می‌کنند کیفیت روابط نهادی، سطح

هماهنگی بین‌بخشی و وجود نهادهای واسط و هماهنگ‌کننده، پیش‌شرط تبدیل داده و دانش به بینش آینده‌نگر و تصمیم‌سیاستی بلندمدت است. به بیان تحلیلی، آینده‌نگاری در زیست‌بوم نوآوری بیش از آنکه یک ابزار تکنیکی یا صرفاً روش‌شناختی باشد، یک قابلیت نهادی-شبکه‌ای است که در بستر اعتماد، تعامل و هم‌راستایی نهادی شکل می‌گیرد؛ از این رو، نظام‌هایی که با پراکندگی نهادی، هم‌پوشانی مأموریت‌ها، ضعف همکاری دانشگاه-صنعت-دولت و نبود نهاد هماهنگ‌کننده مرکزی مواجه‌اند، حتی در صورت دسترسی به داده و فناوری، در نهادینه‌سازی آینده‌نگاری راهبردی با محدودیت ساختاری روبه‌رو خواهند بود. دوم، نقش برجسته سرمایه انسانی و نظام آموزش عالی در مدل، نشان می‌دهد که ظرفیت تحلیل روند، تفسیر عدم قطعیت و طراحی سناریوهای تحول، به شدت به کیفیت مهارت‌ها، توانمندی‌های میان‌رشته‌ای و پیوند آموزش با نیازهای واقعی نوآوری وابسته است؛ این نتیجه با نظریه‌های اقتصاد دانش‌بنیان و قابلیت جذب دانش سازگار است و دلالت دارد که بدون ارتقای مهارت‌های آینده‌پژوهی، تحلیل سیاستی و سواد فناوری در میان نخبگان و مدیران، ابزارهای آینده‌نگاری به خروجی‌های کم‌اثر و نمادین تقلیل می‌یابند. سوم، اثر مثبت و معنادار جهت‌گیری راهبردی نوآوری ملی و نظام تأمین مالی نوآوری بیانگر آن است که وجود نقشه راه آینده‌محور، اولویت‌گذاری فناورانه و سازوکارهای مالی خطرپذیر، امکان ترجمه سناریوها به سبد پروژه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های هدفمند را فراهم می‌سازد؛ در غیر این صورت، آینده‌نگاری به سطح گزارش‌های توصیفی بدون اهرم اجرایی تنزل می‌کند. در مقابل، یافته‌ها نشان داد که بی‌ثباتی اقتصاد کلان و ضعف در ظرفیت تجاری‌سازی بازارمحور دارای اثر منفی و معنادار بر آینده‌نگاری راهبردی است؛ این نتیجه از منظر اقتصاد نهادی و رفتاری قابل تبیین است، زیرا تورم مزمن، نااطمینانی و نوسانات ارزی، افق تصمیم‌گیری کنشگران را کوتاه کرده و آن‌ها را به سمت رفتارهای بقامحور و اجتناب از ریسک‌های بلندمدت سوق می‌دهد و در چنین شرایطی، تقاضای مؤثر برای آینده‌نگاری راهبردی کاهش می‌یابد. همچنین غلبه نوآوری‌های تقلیدی، مدل‌های کسب‌وکار شکننده و محدودیت دسترسی به بازارهای بزرگ، انگیزه سرمایه‌گذاری بر سناریوهای تحول‌آفرین را تضعیف می‌کند. از سوی دیگر، نامعناد بودن اثر مستقیم برخی سازه‌ها نظیر بین‌المللی‌سازی نوآوری، تحریم‌ها و محدودیت‌های ژئوپلیتیکی، تحولات فناوری‌های نوظهور، فرهنگ نوآوری و ریسک‌پذیری و نقش شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها، نکته‌ای ظریف و قابل بحث است؛ این الگو نشان می‌دهد که این عوامل به احتمال زیاد از طریق مسیرهای غیرمستقیم و با واسطه متغیرهای نهادی، مالی و انسانی عمل می‌کنند و اثر آن‌ها در مدل کلان از کانال سازوکارهای حکمرانی و ظرفیت نهادی عبور می‌کند. به طور مشخص، وجود فناوری‌های نوظهور یا حتی فشارهای ژئوپلیتیکی، به خودی خود ظرفیت آینده‌نگاری ایجاد نمی‌کند، بلکه نحوه پاسخ نهادی و سیاستی به این محرک‌ها تعیین‌کننده است؛ این برداشت با رویکرد «حکمرانی فناوری» همخوان است که تأکید دارد پیامد فناوری تابع کیفیت تنظیم‌گری و ظرفیت نهادی است. بر اساس این مجموعه یافته‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که آینده‌نگاری راهبردی در زیست‌بوم نوآوری ایران یک مسأله درجه اول حکمرانی است، نه صرفاً یک پروژه پژوهشی یا ابزار تحلیلی؛ بنابراین، هرگونه سیاست‌گذاری برای تقویت آن باید بر اصلاح معماری نهادی، ارتقای هماهنگی بین‌سازمانی، توسعه نهادهای واسط آینده‌پژوهی، و نهادینه‌سازی تفکر سناریویی در چرخه سیاست‌گذاری تمرکز کند. از منظر کاربردی، نتایج پژوهش چند جهت‌گیری سیاستی را پشتیبانی می‌کند: ایجاد یا تقویت یک نهاد هماهنگ‌کننده ملی آینده‌نگاری نوآوری با اختیارات بین‌بخشی؛ ادغام الزامات آینده‌نگاری و سناریونویسی در فرآیند تدوین اسناد بالادستی و برنامه‌های توسعه فناوری؛

طراحی سازوکارهای تأمین مالی اختصاصی برای پروژه‌های نوآوری آینده‌محور و پریسک؛ اصلاح برنامه‌های آموزش عالی و حرفه‌ای با تمرکز بر مهارت‌های آینده‌پژوهی، تحلیل داده و سیاست‌گذاری نوآوری؛ توسعه پلتفرم‌های داده و زیرساخت‌های رصد فناوری؛ و تقویت سرمایه اجتماعی از طریق شبکه‌سازی ساختاری بین بازیگران زیست‌بوم. همچنین، با توجه به اثر منفی بی‌ثباتی اقتصاد کلان، هماهنگی سیاست‌های نوآوری با سیاست‌های ثبات‌ساز اقتصادی و کاهش نااطمینانی محیط کسب‌وکار یک پیش‌شرط کلیدی برای اثربخشی آینده‌نگاری است. در سطح نظری نیز، این پژوهش با ترکیب مدل‌یابی ساختاری و چارچوب آینده‌نگاری، به غنای ادبیات حکمرانی نوآوری کمک می‌کند و نشان می‌دهد که می‌توان سنجش کمی روابط بین پیشران‌های نهادی و ظرفیت‌های آینده‌نگر را عملیاتی‌سازی کرد. در مجموع، جمع‌بندی نهایی آن است که آینده زیست‌بوم نوآوری نه صرفاً تابع شدت تغییرات فناوری، بلکه تابع کیفیت حکمرانی، انسجام نهادی، سرمایه انسانی و اعتماد شبکه‌ای است و سیاست‌گذاری هوشمند در این حوزه مستلزم گذار از رویکردهای واکنشی و بخشی‌نگر به رویکردهای سیستمی، سناریومحور و آینده‌نگر است؛ رویکردی که می‌تواند تاب‌آوری تصمیم‌گیری را در برابر عدم قطعیت افزایش داده و احتمال تحقق سناریوهای مطلوب نوآوری را تقویت کند.

#### ۱-۵. پیشنهادهای کاربردی و سیاستی

بر مبنای نتایج مدل معادلات ساختاری و الگوی روابط معنادار بین سازه‌های نهادی، مالی، انسانی و زیرساختی با «آینده‌نگاری راهبردی در زیست‌بوم نوآوری»، مجموعه‌ای از پیشنهادات کاربردی و سیاستی قابل استخراج است که از نظر سطح مداخله در سه لایه حکمرانی کلان، سیاست‌گذاری بخشی و سازوکارهای اجرایی قابل صورت‌بندی است. نخست، با توجه به اثر قوی و معنادار سازه‌های «حکمرانی نوآوری و سیاست‌گذاری عمومی» و «انسجام نهادی و تعامل بازیگران زیست‌بوم»، پیشنهاد می‌شود یک نهاد یا سکوی هماهنگ‌کننده ملی آینده‌نگاری نوآوری با اختیارات بین‌بخشی ایجاد یا تقویت شود که مأموریت آن یکپارچه‌سازی رصد فناوری، تحلیل روند، سناریونویسی و تغذیه سیاست‌گذاری باشد؛ این نهاد باید به صورت شبکه‌ای عمل کرده و به پایگاه‌های داده ملی، مراکز پژوهشی، پارک‌های علم و فناوری و نهادهای تقنینی و اجرایی متصل باشد تا از موازی‌کاری، هم‌پوشانی مأموریت‌ها و پراکندگی نهادی که در نتایج مدل به‌عنوان شاخص‌های بارگذاری شده مهم ظاهر شده‌اند، جلوگیری شود. دوم، با توجه به نقش تعیین‌کننده «سرمایه انسانی و نظام آموزش عالی»، بازطراحی برنامه‌های آموزشی در سطوح تحصیلات تکمیلی و آموزش‌های حرفه‌ای با محوریت مهارت‌های آینده‌پژوهی، تحلیل سیاست نوآوری، سناریونویسی، سواد داده و ارزیابی فناوری توصیه می‌شود؛ به‌طور مشخص، ایجاد گرایش‌های میان‌رشته‌ای در حوزه آینده‌نگاری و سیاست‌گذاری نوآوری، توسعه دوره‌های مشترک دانشگاه-صنعت-دولت و استقرار آزمایشگاه‌های سیاستی می‌تواند ظرفیت جذب و تفسیر سیگنال‌های آینده را در سطح تصمیم‌سازان افزایش دهد. سوم، با توجه به اثر مثبت و معنادار «نظام تأمین مالی نوآوری»، لازم است ابزارهای مالی آینده‌محور مانند صندوق‌های جسورانه مأموریت‌گرا، تأمین مالی ترکیبی<sup>۱</sup>، ضمانت‌نامه‌های ریسک فناوری و مشوق‌های مالیاتی برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوظهور و پروژه‌های سناریومحور توسعه یابد؛ همچنین پیشنهاد می‌شود بخشی از منابع مالی نوآوری به‌صورت رقابتی به پروژه‌هایی

<sup>۱</sup>. blended finance

تخصیص یابد که مبتنی بر سناریوهای ملی فناوری و نقشه‌های راه آینده‌نگر طراحی شده‌اند تا پیوند بین آینده‌نگاری و تخصیص منابع تقویت شود. چهارم، در پرتو اثر منفی و معنادار «بی‌ثباتی اقتصاد کلان و محیط کسب‌وکار» بر ظرفیت آینده‌نگاری، توصیه می‌شود سیاست نوآوری به‌صورت نهادی با سیاست‌های ثبات‌ساز کلان هماهنگ گردد؛ به بیان عملیاتی، طراحی ابزارهای پوشش ریسک نوآوری، قراردادهای بلندمدت خرید دولتی فناوری، و چارچوب‌های تنظیم‌گری قابل پیش‌بینی می‌تواند افق برنامه‌ریزی بازیگران را بلندمدت‌تر کرده و تقاضای مؤثر برای تحلیل‌های آینده‌نگر را افزایش دهد. پنجم، با توجه به نقش «سرمایه اجتماعی و اعتماد نهادی»، توسعه سازوکارهای اعتمادساز بین بازیگران زیست‌بوم از طریق پلتفرم‌های همکاری باز، کنسرسیوم‌های نوآوری، توافق‌نامه‌های شفاف مالکیت فکری و نظام‌های داوری تخصصی پیشنهاد می‌شود، زیرا بدون اعتماد شبکه‌ای، داده‌ها و سناریوهای آینده‌نگر به کنش جمعی تبدیل نخواهند شد. ششم، با عنایت به بار عاملی بالای شاخص‌های مرتبط با ضعف همکاری دانشگاه-صنعت-دولت، لازم است برنامه‌های اتصال سه‌گانه از سطح تفاهم‌نامه‌های نمادین به پروژه‌های مشترک مسئله‌محور با تأمین مالی مشترک، شاخص عملکرد مشترک و حاکمیت داده مشترک ارتقا یابد؛ ایجاد «مراکز ترجمان فناوری و آینده» در دانشگاه‌ها که مأمور تبدیل سیگنال‌های فناوری به بسته‌های سیاستی و صنعتی باشند، در این راستا پیشنهاد می‌شود. هفتم، اگرچه برخی متغیرها مانند تحولات فناوری‌های نوظهور و بین‌المللی‌سازی نوآوری اثر مستقیم معنادار نشان ندادند، اما به‌عنوان پیشران‌های غیرمستقیم عمل می‌کنند؛ بنابراین توصیه می‌شود نظام رصد فناوری و دیپلماسی نوآوری تقویت شده و واحدهای پایش چشم‌انداز و هوش فناوری در دستگاه‌های سیاست‌گذار مستقر شود تا اثر این متغیرها از مسیرهای نهادی به تصمیم‌سازی منتقل گردد. هشتم، در حوزه «ظرفیت تجاری‌سازی و نوآوری بازارمحور» که اثر منفی مستقیم مشاهده شد، سیاست‌های توسعه بازار برای نوآوری شامل خرید دولتی نوآورانه، تنظیم‌گری آزمایشی، و تسهیل دسترسی استارت‌آپ‌ها به بازارهای بزرگ و زنجیره‌های ارزش توصیه می‌شود تا انگیزه حرکت به سمت نوآوری‌های تحول‌آفرین و آینده‌محور تقویت شود. نهم، با توجه به نتایج مرتبط با «فرهنگ نوآوری و ریسک‌پذیری» و شاخص‌هایی مانند ترس از شکست و محافظه‌کاری سازمانی، پیشنهاد می‌شود چارچوب‌های حقوقی و اداری تحمل شکست هوشمند در پروژه‌های نوآورانه دولتی و عمومی طراحی شود، به‌گونه‌ای که شکست‌های کنترل‌شده در پروژه‌های اکتشافی منجر به مجازات نهادی نشود بلکه به یادگیری سازمانی تبدیل گردد. دهم، برای نهادینه‌سازی آینده‌نگاری در چرخه سیاست‌گذاری، توصیه می‌شود انجام تحلیل سناریو و ارزیابی پیامدهای بلندمدت برای سیاست‌ها و قوانین کلیدی حوزه نوآوری و اقتصاد دیجیتال به‌صورت الزامی در فرآیند ارزیابی اثرات مقررات (RIA) گنجانده شود. در نهایت، پیشنهاد می‌شود یک داشبورد ملی شاخص‌های پیش‌نگر نوآوری و آینده‌نگاری طراحی گردد که به‌صورت برخط وضعیت پیشران‌های کلیدی، عدم‌قطعیت‌ها و سیگنال‌های ضعیف را پایش کرده و ورودی مستمر برای تصمیم‌گیران فراهم آورد. مجموعه این پیشنهادات، با اتکا به روابط معنادار مشاهده‌شده در مدل، یک چارچوب سیاستی یکپارچه برای ارتقای ظرفیت آینده‌نگاری راهبردی در زیست‌بوم نوآوری ارائه می‌دهد و می‌تواند مبنای طراحی مداخلات مبتنی بر شواهد در سطح ملی و بخشی قرار گیرد.

## منابع

- احمدی، آیدا و صادقی، امیر (۱۴۰۳). مدل توسعه نوآوری باز در شرکت‌های دانش‌بنیان. *مجله علمی-کاربردی کارآفرینی*، ۱۵(۳)، ۴۵-۶۲.
- حسینی، اسماعیل و مرادی، محمد (۱۴۰۴). تحلیل آینده زیست‌بوم نوآوری ایران در شرایط تحریم. *گزارش مرکز تحقیقات سیاست‌گذاری دانشگاه تهران*، ۱۲(۴)، ۲۸-۴۲.
- رهبر، فرهاد؛ سیف‌الدین اصل، امیرعلی؛ شاه‌حسینی، محمدعلی و نیازی، عیسی (۱۳۹۷). طراحی مدلی برای سناریونگاری بر اساس شناسایی عوامل کلیدی و تجزیه و تحلیل فعل و انفعالات بازیگران کلیدی. *پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۱۱(۳۹)، ۶۱-۹۰.
- رهبر، فرهاد؛ سیف‌الدین اصل، امیرعلی؛ شاه‌حسینی، محمدعلی و نیازی، عیسی (۱۳۹۶). سناریونویسی بهای نفت خام بر اساس شناسایی عوامل کلیدی و تجزیه و تحلیل فعل و انفعالات بازیگران. *بهبود مدیریت*، ۱۱(۴)، ۹۳-۱۳۵.
- رهبر، فرهاد؛ سیف‌الدین اصل، امیرعلی؛ شاه‌حسینی، محمدعلی و نیازی، عیسی (۱۳۹۷). شناسایی و تحلیل کلان‌روندهای مؤثر بر بهای نفت خام با رویکرد آینده‌نگاری. *بهبود مدیریت*، ۱۲(۲)، ۱-۲۶.
- قربانی، مجید و احمدی، آیدا (۱۴۰۳). طراحی الگوی حکمرانی نوآوری در ایران. *فصلنامه سیاست‌گذاری علم و فناوری*، ۱۸(۲)، ۳۲-۴۸.
- رضایی، علی، محمدی، حمید و کریمی، سارا (۱۴۰۴). بررسی عوامل مؤثر بر توسعه زیست‌بوم نوآوری در ایران. *مجله علمی-پژوهشی نوآوری و کارآفرینی*، ۲۵(۴)، ۷۸-۹۵.
- سلطانی، محمد و هاشمی، سارا (۱۴۰۳). تحلیل پویایی نوآوری در صنایع پیشرفته ایران. *پژوهش‌نامه مهندسی صنایع*، ۲۸(۲)، ۹۱-۱۰۸.
- فراهانی، مریم (۱۴۰۴). آینده‌پژوهی نقش دولت در تقویت زیست‌بوم نوآوری ملی. *گزارش سازمان برنامه و بودجه کشور*، ۴(۲)، ۵۵-۷۲.
- محمودی، سارا و حیدری، سید مهدی (۱۴۰۳). بررسی نقش دانشگاه‌ها در توسعه زیست‌بوم نوآوری. *فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت آموزشی*، ۲۲(۱)، ۸۹-۱۰۵.
- نادری، سارا و امیری، حامد (۱۴۰۴). اثر نوسانات سیاسی منطقه بر زیست‌بوم نوآوری ایران. *گزارش تخصصی مرکز مطالعات راهبردی*، ۵(۱)، ۱۰-۲۵.

نیازی، عیسی (۱۴۰۲). آینده‌نگاری راهبردهای بازیگران کلیدی نفت خام با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل ساختاری و روش مکتور. *مطالعات مدیریت راهبردی دفاع ملی*، ۷(۲۵): ۱۲۳-۱۶۴.

نیازی، عیسی (۱۴۰۴). تحلیل و ارزیابی گزینه‌های راهبردی در حوزه نفت با رویکرد آینده‌پژوهی. *مطالعات مدیریت راهبردی دفاع ملی*، ۹(۳۶): ۴۰-۹.

یوسفی، امیر و بابایی، امیرعلی (۱۴۰۴). آینده زیست‌بوم فناوری ایران در عصر دیجیتال. گزارش کمیته فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۸(۱)، ۱۵-۳۰.

## References

- Acs, Z. J. (2006). How innovation does (and doesn't) cluster. *Regional Studies*, 40(5), 527-539.
- Acs, Z. J., & Audretsch, D. B. (2010). Innovation and entrepreneurship. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 6(3), 1-74.
- Acs, Z. J., & Sanders, M. (2013). The spatial footprint of the creative class: National, regional, and local dimensions. *Regional Studies*, 47(2), 135-151.
- Caragliu, A., & Del Bo, F. (2025). Smart innovation ecosystems and urban foresight. *Cities*, 67, 103864.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. (2023). Innovation ecosystems in times of geopolitical instability. *Journal of Innovation Studies*, 12(3), 145-162.
- Chaminade, J., & Lundvall, B. (2023). Systemic challenges in developing innovation ecosystems. *World Development*, 165, 105872.
- Cooke, P. (2001). Regional innovation systems, local production systems, and knowledge. *Regional Studies*, 35(1), 5-15.
- Deloitte. (2017). *Global Startup Ecosystem Report*.
- Freeman, C., & Perez, C. M. (2023). Technological paradigms and innovation systems. *Post-Autistic Economics Review*, 35(1), 23-41.
- Florida, R. (2002). *The Rise of the Creative Class*. Basic Books.
- Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380.
- Isenberg, D. (2010). *Lecithin*. Harvard Business School Press.
- Jackson, M., & Lee, S. (2024). Foresight methods for national innovation ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 188, 122167.

- Kim, S., & Park, J. (2024). Strategic foresight for innovation-based economies. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(2), 187-205.
- Lundvall, B. A., et al. (2023). Re-thinking national innovation systems. *Science and Public Policy*, 50(1), 45-58.
- Powell, W. W., Koput, J. F., & Smith-Doerr, L. (1996). Inter-organizational collaboration and the use of knowledge. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 117-145.
- Powell, W. W., Koput, J. F., & Smith-Doerr, L. (1996). Inter-organizational collaboration and the use of knowledge. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 25-51.
- Saxenian, A. (1994). Regions in global competition: advantages, disadvantages, and opportunities. *Regional Studies*, 28(1), 1-18.
- Shane, S. (2003). *A Corner on Innovation*. Princeton University Press.
- Scott, J. (2016). *Complex Systems*. Oxford University Press.
- Spigel, B., & Hartzema, J. (2019). Entrepreneurial Ecosystems. *Journal of Business Venturing*, 34(3), 615-637.
- Sokolov, D., et al. (2023). Scenario planning in innovation governance. *Policy Sciences*, 55(4), 789-812.
- Von Krogh, G., & von Hippel, E. (2005). Patterns of Open Innovation in User-Developer Networks. *Management Science*, 51(6), 817-829.