Print ISSN:2717-0454
Online ISSN:2783-2856
Quarterly Journal of Innovation and Entrepreneurship
Http://journalie.ir

The Architure of Health Technological Innovation Ecosystem by Using the System Dynamics; Case Study Innovation Ecosystem of University of Tehran& Tehran University of Medical Sciences

* Alireza Motevallian ** Amir Albadvi *** Jalil Heidary Dahooie

*** Reza Bandarian

* PhD Candidate, Management of Technology, University of Tehran, Tehran, Iran. motevallian@ut.ac.ir

** Professor of Information Systems, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. albadvi@modares.ac.ir

*** Associate Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. heidaryd@ut.ac.ir

**** Assistant Professor, Faculty Member of Commercialization and Business Development Department, Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran. bandarianr@ripi.ir

Received: 02.03.2022 Accepted: 10.01.2024

P.33-56

Abstract

The innovation ecosystem consists of a group of actors and dynamic processes that provide innovative solutions to new challenges. The main purpose of this research is to design a university-centered innovation ecosystem. For this purpose, ecosystem functions were first identified through literature review. Due to the limitation of As-Is data in Iran, interviews with stakeholders were chosen as a complementary technique. The second round of interviews were developed to identify the rules and processes of the ecosystem. The results of this study led to the choose Triple Layers core-periphery framework of innovation ecosystem called "Core-Platform-Development & Application". In this framework, the Institute of Health Technological Innovations is placed at the core layer, which is associated with these six platforms: Work Integrated Learning, Idea Generation, Entrepreneurship, Innovation, Shared Services, and Investment and Financing. Each of these platforms communicates with actors in that field at the Development & Application layer. After confirming the conceptual architecture with a triangulation technique, the ecosystem interaction model was designed & the results of the architecture in the case study were simulated by system dynamics method. For validation, the simulation results of the model under the two scenarios of continuation of the existing conditions and the establishment of the proposed architecture showed that the proposed architecture will clearly have a positive effect on the model variables in the future. Generally, the results obtained from the implementation of the model in favor of the implementation of architecture in the environment of innovation are studied in UT & TUMS.

Keywords: Architecture, Health, Innovation Ecosystem, Modeling, System Dynamics**.**

Corresponding Author: Alireza Motevallian– Motevallian@ut.ac.ir

Introduction

Innovation systems serve as organizational frameworks wherein companies, universities, and public entities collaborate to generate knowledge and advance technological development within specific geographical regions or nations. An innovation ecosystem represents a dynamic interplay among diverse stakeholders, including small and large enterprises, academic institutions, research centers, laboratories, and venture capital firms, all contributing to the commercialization of innovative products and services.

This study endeavors to elucidate the optimal architectural configuration of innovation ecosystems for health technological innovations, particularly aiming to facilitate interdisciplinary advancements within the healthcare sector. Recognizing the imperative for deliberate ecosystem design to enable effective management, the primary objective of this research is to devise an interdisciplinary innovation ecosystem within the healthcare domain, with a focal point on university involvement. This ecosystem architecture is envisioned within the context of interdisciplinary innovation frameworks spanning health, information technology, engineering, and business domains.

Problem Statement

This research aims to address the following inquiries:

a. Can an architecture be formulated for an innovation ecosystem that considers environmental, cultural, specialized, and procedural characteristics?

b. What approaches facilitate the design and management of an ecosystem by singular or multiple actors?

c. What factors exert influence on the architecture of innovation ecosystems?

d. What constitute the primary layers of innovation ecosystem architecture?

Purpose

This study posits that for an innovation ecosystem to be effectively managed, it requires deliberate design. Accordingly, the principal objective of this research is to develop an interdisciplinary innovation ecosystem architecture, with a focus on health and centered around the university. This architecture will integrate the fields of health, information technology, engineering, and business, aiming to foster interdisciplinary innovations within the health sector.

Questions / Hypothesis

The research endeavors to investigate the following questions:

a. Can an architectural framework be developed for an innovation ecosystem that accounts for environmental, cultural, specialized, and procedural dynamics?

b. How do various approaches enable the design and management of ecosystems by either singular or multiple actors?

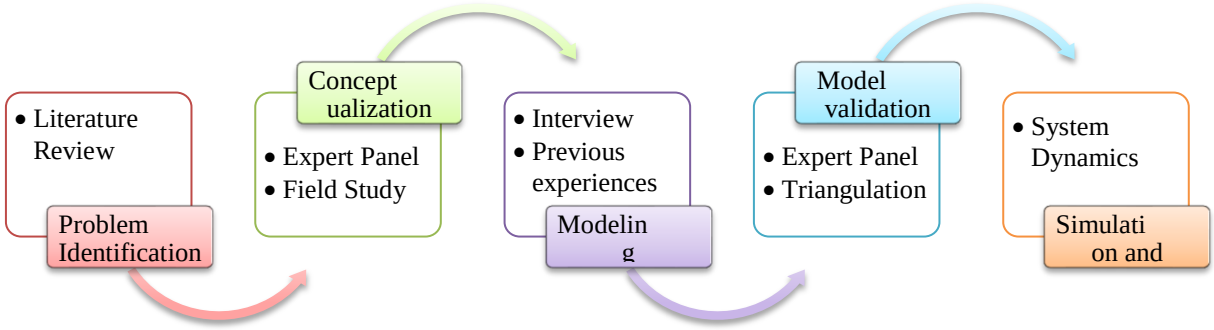
c. What are the key factors influencing the architecture of innovation ecosystems?

d. What are the fundamental layers constituting innovation ecosystem architecture?

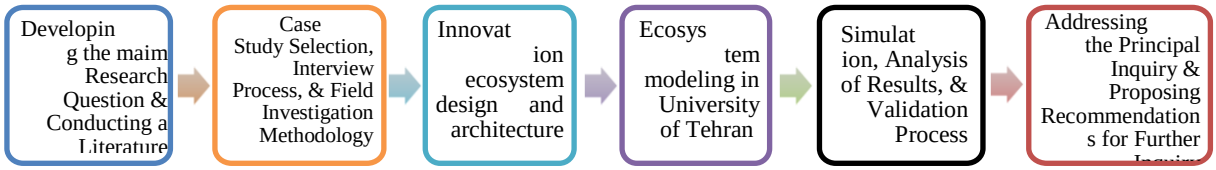
Background

Methodology

To address the research question, this study employs a mixed-methods approach, integrating both qualitative and quantitative research methodologies. For the qualitative aspect, content analysis and semi-structured interviews have been utilized to gather in-depth insights.



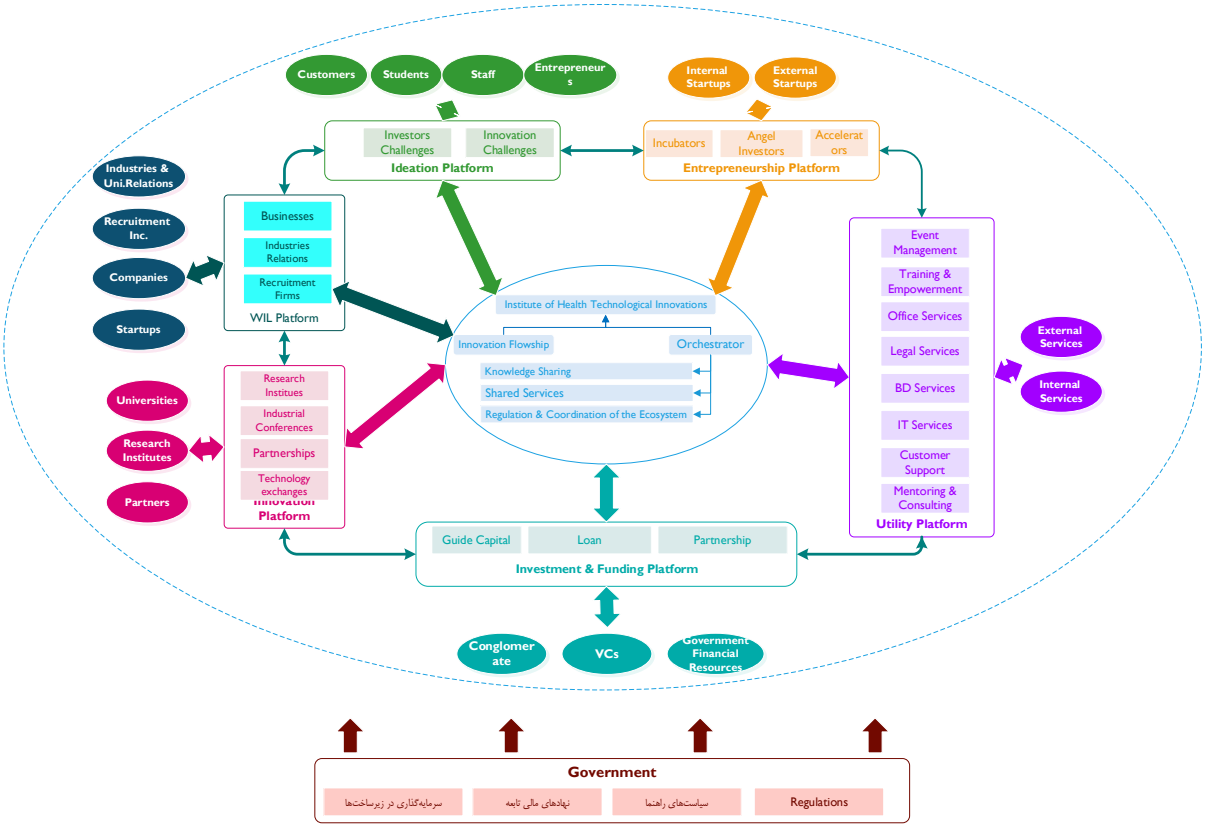
In the quantitative segment, hypotheses were developed based on the collected data, facilitating the dynamic conceptualization of the proposed model. Subsequently, this dynamic model underwent simulation to examine its evolutionary behavior within a simulated environment. Tehran University and Tehran University of Science and Technology were selected as case studies for this research. Initially, a review of existing literature and expert interviews were conducted to delineate the architecture of the university's innovation ecosystem. This was followed by the application of system dynamics modeling to validate the ecosystem's structure and functionality.



Findings

Similar to Bio-ecosystems, innovation ecosystems experience a lifecycle that encompasses stages aimed at fostering conditions conducive to nurturing, developing, and enhancing innovation. This lifecycle can be meticulously delineated into six phases: analysis, project planning, development, implementation, conclusion, and maintenance. However, owing to certain constraints, the final three phases—implementation, conclusion, and maintenance—were not empirically conducted within this study. Instead, these stages were explored through simulation using the system dynamics approach.

The conceptual framework for the Bio-ecosystem architecture, which focuses on health technological innovations and centers around university participation, is derived from a comprehensive synthesis of the study's findings and pertinent assumptions. The figure presented below illustrates this conceptual design.



Conclusion

The evolution of the innovation ecosystem represents a novel approach to enhancing collaborative interactions within this domain. The focus of this study lies within the innovation landscape of Tehran Universities and Tehran Medical Sciences, both constituting academic realms. This architectural development necessitates operational capabilities, especially considering the distinct governance structures of medical education and higher education.

The study underscores the significance of factors driving interdisciplinary and inter-university collaborations, serving as accelerators of innovation and creators of entrepreneurial opportunities. Addressing the primary research question illuminates how ecosystem architecture parameters influence collaborations among actors and their partners. Key parameters identified include the need for defining new actors, redefining existing actor roles, adopting a platform-based approach to ecosystem architecture, institutionalizing drivers for cultural innovation infrastructure, and fostering interdisciplinary interactions within the health technological innovation ecosystem.

A pivotal achievement of this research lies in identifying the fundamental architectural parameters of the proposed innovation ecosystem. Based on empirical studies, theoretical frameworks, and expert insights, a comprehensive ecosystem architecture for health technological innovations in the Tehran University region is delineated. This architecture envisions a central orchestrator alongside seven primary platforms, each facilitating specific functions integral to the ecosystem's operation. Proper interaction among the diverse actors and institutions within these platforms, governed by defined cooperation rules, shapes the ecosystem's architecture.

Establishing such an ecosystem holds promise for fostering innovation motivations among students and faculty, thereby catalyzing an increase in the number of innovators. The simulation results depict a significant enhancement in the innovation funnel, leading to a rise in innovative teams, startup companies, and established businesses. However, juxtaposed with the relatively stagnant venture capital investment, there arises a pressing need to enhance the effectiveness of such investments to further bolster innovation prospects. Improving the return on investment in innovative ventures holds the potential to significantly amplify investment opportunities in subsequent periods, thus driving business development within the innovation domain.

شاپای الکترونیکی: ۲۸۵۶-۲۷۸۳
شاپای چاپی: ۰۴۵۴-۲۷۱۷
دو فصلنامه نوآوری و ارزش آفرینی
Http://journalie.ir

معماری زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه حوزه سلامت با به‌کارگیری پویایی‌های سیستم مطالعه موردی زیست‌بوم نوآوری دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران

*سیدعلیرضا متولیان **امیر البدوی ***جلیل حیدری دهویی ****رضا بندریان
* دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه تهران (پردیس البرز)، تهران، ایران motevallian@ut.ac.ir
** استاد دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران amir.albadvi@gmail.com
*** دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران heidaryd@ut.ac.ir
**** عضو هیئت علمی پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران، bandarianr@ripi.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰
صص: ۵۶- ۳۳

چکیده

زیست‌بوم[1] نوآوری متشکل از گروهی از بازیگران و فرآیندهای پویاست که راهکارهای نوآورانه برای چالش‌های جدید ارائه می‌دهند. زیست‌بوم برای مدیریت شدن، باید طراحی شود. هدف اصلی این پژوهش، طراحی زیست‌بوم نوآوری در حوزه سلامت با محوریت دانشگاه است. در این مسیر، ابتدا کارکردهای زیست‌بوم از طریق مرور پژوهش‌های پیشین مرتبط در جهان و ایران بررسی شد. به‌دلیل محدودیت مستندات وضعیت موجود کشور، برای گردآوری اطلاعات مصاحبه با ذی‌نفعان زیست‌بوم موجود انتخاب شد. سپس با تحلیل این داده‌ها، محورهای دور بعدی مصاحبه با ذی‌نفعان برای شناسایی قواعد و فرآیندها تدوین شد. نتایج این اقدامات منجر به انتخاب چارچوب طراحی مفهومی سه لایه، «هسته- پلتفرم- توسعه و کاربرد» گردید. در طرح مفهومی پیشنهادی، انستیتو نوآوری‌های فناورانه سلامت در لایه هسته قرار می‌گیرد که با شش پلتفرم یادگیری یکپارچه با کار، ایده‌پردازی، کارآفرینی، نوآوری، خدمات مشترک و سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در ارتباط است. هر یک از این پلتفرم‌ها در لایه توسعه و کاربرد با بازیگران آن حوزه در ارتباط هستند. پس از تأیید معماری مفهومی با رویکرد مثلث‌سازی با حضور خبرگان در حوزه‌های آکادمیک و عملیاتی، مدل تعاملات زیست‌بوم طراحی و نتایج حاصل از استقرار معماری در محدوده مورد مطالعه با روش پویایی‌های سیستم شبیه‌سازی شد. نتیجه شبیه‌سازی مدل پیشنهادی با پویایی سیستم حاکی از ارتقای انگیزه نوآوری و در نتیجه آن، افزایش چشم‌گیر تعداد نوآوران و هسته‌های نوآور خواهد شد. تغییر مثبت در روند افزایش شرکت‌های نوآور و کسب و کارهای نوآورانه به‌وضوح در نتایج شبیه‌سازی مشاهده می‌شود. تغییر در میزان سرمایه‌گذاری در سناریوی پیشنهادی نسبت به ادامه روند کنونی افزایش نسبی دارد اما که با مقایسه آن با روند افزایش تعداد شرکت‌ها، برآورد می‌شود میزان سرمایه‌گذاری‌های موفق وضعیت بهتری داشته باشد. به‌طور کلی نتایج کسب شده از اجرای مدل به نفع پیاده‌سازی معماری در زیست‌بوم نوآوری مورد مطالعه در دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران است.

واژه‌های کلیدی: زیست‌بوم نوآوری، معماری، پویایی‌های سیستم، سلامت، مدل‌سازی.

نوع مقاله: پژوهشی

1. Ecosystem

نویسندهٔ عهده‌دار مکاتبات: سیدعلیرضا متولیان Motevallian@ut.ac.ir

۱- مقدمه

سیستم‌های نوآوری ساختار هایی هستند که در آن شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و سازمان‌ها عمومی به‌منظور تولید دانش و توسعه فناوری‌های جدید در یک منطقه یا یک کشور با یکدیگر تعامل دارند (Metcalfe & Ramlogan, 2008). مور (۱۹۹۳) با نگاه به مفهوم زیست‌بوم که از زیست‌شناسی به عاریت گرفته شده است (Li, 2009)، از آن در حوزه کسب وکار استفاده کرد. زیست‌بوم مجموعه‌ای پیچیده از روابط میان منابع زنده، زیستگاه‌ها و ساکنان آنهاست که هدف کاربردی حفظ تعادل در وضعیتی پایدار را دنبال می‌کنند. (Jackson, 2011).

از زیست‌بوم نوآوری تعاریف متعدد و متفاوت از حیث چشم‌انداز، دامنه و جزئیات ارائه شده است. یک تعریف بیان می‌کند: «زیست‌بوم نوآوری، هم‌افزایی پیچیده بین طیف متنوعی از تلاش‌های همکارانه شرکت‌های کوچک و بزرگ، دانشگاه‌ها، مؤسسه‌ها و آزمایشگاه‌های پژوهشی و شرکت‌های سرمایه‌گذار جسورانه است که نوآوری را به بازار می‌رساند.» (Wessner, 2005).

زیست‌بوم نوآوری به‌تدریج با استقبال پژوهشگران حوزه نوآوری مواجه شده آن‌طور که رشد پژوهش‌های این حوزه در ۴ دوره زمانی در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱. تعداد مقالات در چهار دوره زمانی بر اساس روش‌های پژوهش مورد استفاده ((متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان, ۱۴۰۰)

روش پژوهش	دوره زمانی ۲۰۰۰-۱۹۹۳	۲۰۰۵-۲۰۰۱	۲۰۱۰-۲۰۰۶	۲۰۱۶-۲۰۱۱
تئوری - مفهومی	۱	۱	۱۳	۳۴
مطالعه موردی			۸	۳۴
مدل‌سازی			۲	۱۴
نظرسنجی			۱	۶
شبیه‌سازی			۱	۵
تجربی				۲
مرور ادبیات		۱		۱
پژوهش عملی				۱

اقتصاددانان نو تکاملی، متاکلفه و راملوگان (۲۰۰۸) بیان می‌کنند که بوم‌شناسی[1] دانش و نوآوری (مجموعه‌ای که دانش موجود را ذخیره و دانش جدید تولید می‌کنند) در مفهوم زیست‌بوم هم‌گرا می‌شوند (Metcalfe, et al., 2008). ایشان معتقدند ساختار نوآورانه در فرآیندهای بازار قرار دارد، در حالی‌که طرفداران سیستم‌های نوآوری بر ابعادی غیر از بازار مثل نقش نهادها تأکید دارند. (Papaioannou, et al., 2007).

یک زیست‌بوم نوآوریِ پویا، فضایی است که همکاری بازیگران مختلف باعث ظهور نوآوری می‌گردد (Kao, 2009). نوآوری نیازمند زیست‌بومی ویژه است که در آن دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های پژوهشی سطح بالا، تأمین مالی کافی و بازار محلی، نیروی کار ماهر، تخصص و همکاری میان شرکت‌ها و شبکه‌سازی جهانی وجود دارند (Oksanen, & Hautamäki, 2014).

۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱- عناصر اصلی زیست‌بوم نوآوری

عناصر اصلی هر زیست‌بوم نوآوری را می‌توان در ۸ گروه طبقه‌بندی کرد:

۱- **بازیگران**[2]: بازیگران یک زیست‌بوم شامل هماهنگ‌کننده[3] (تقسیم‌کننده وظایف و ایجاد کننده هم‌افزایی بین عناصر زیست‌بوم)، شتاب‌دهنده‌ها[4]، زیرساخت‌های فیزیکی و انسانی[5]، سرمایه‌گذار خطرپذیر[6]، کاربران راهبر[7] (گروهی که زودتر از سایرین، حس نارضایتی نسبت به محصول یا خدمت پیدا کرده و همواره تمایل به نوآوری برای رسیدن به علایق خود دارند)، کارشناسان راهبر[8] (گروهی که یک‌بار مسیر نوآوری را طی کرده‌اند و تجارب خود را در اختیار نوآوران قرار می‌دهند)، مشتریان و بازار، جامعه شهری هستند.

1. Ecology
2. Actors
3. Orchestrator
4. Accelerator
5. Physical and Human Infrastructure
6. Venture Capital
7. Lead Users
8. Lead Expert

۲- **سرمایه**: سرمایه‌گذاری‌هایی مانند پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد، شتاب‌دهنده‌ها در مراحل اولیه و سرمایه‌گذاران فرشته[1]، سرمایه‌گذاران خطرپذیر[2]، بانک‌ها، نهادهای مالی دولتی در مراحل بعدی باعث رشد کسب و کارها می‌شوند. (تابش, مروتی, & اکبرپور, ۱۳۹۴).

۳- **زیرساخت**: فضای کاری مهم‌ترین زیرساخت برای کارآفرینان است (میثمی, حجازی, دهکردی, & محمدی الیاسی, ۱۳۹۶). بسترهای آماده برای نوآوری نیز عاملی زیرساختی هستند. دانشگاه می‌تواند زیرساخت انسانی (دانشجویان خلاق)، فیزیکی (آزمایشگاه‌ها) و تعاملی (کارآموزی و ارتباط میان دانشجویان و کسب و کارها) را فراهم کند.

۴- **مقررات**[3]: اصول، قواعد و چارچوب‌های جهت دهنده کسب و کار در سطح ملی یا منطقه‌ای است (میثمی, حجازی, دهکردی, & محمدی الیاسی, ۱۳۹۶).

۵- **دانش**: زیرساخت علمی زیست‌بوم و حاصل ارتباطات و تعاملات رسمی و غیررسمی در سطح ملی و بین‌المللی است.

۶- **ایده**: برخاسته از تعاملات و فضای زیست‌بوم است که در محیط پویا و مبتنی بر نوآوری شکل می‌گیرد.

۷- **رابط**[4]: ایجاد کننده تعامل با سایر ذی‌نفعان مانند مشتریان و سهام‌داران بوده و امکان تعامل با جامعه بزرگ‌تری از بازیگران را فراهم (Rabelo & Bernus, 2015) و نقش هماهنگ‌کننده را هویدا می‌کند.

۸- **فرهنگ**[5]: به تفکّرات و رفتار افراد جامعه اشاره می‌کند (Rabelo & Bernus, 2015). در مؤلفه‌های فرهنگ نوآور، نگرش و میل به کارآفرینی و ریسک‌پذیری به‌ترتیب بالاترین اولویت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند (Mason & Brown, 2014).

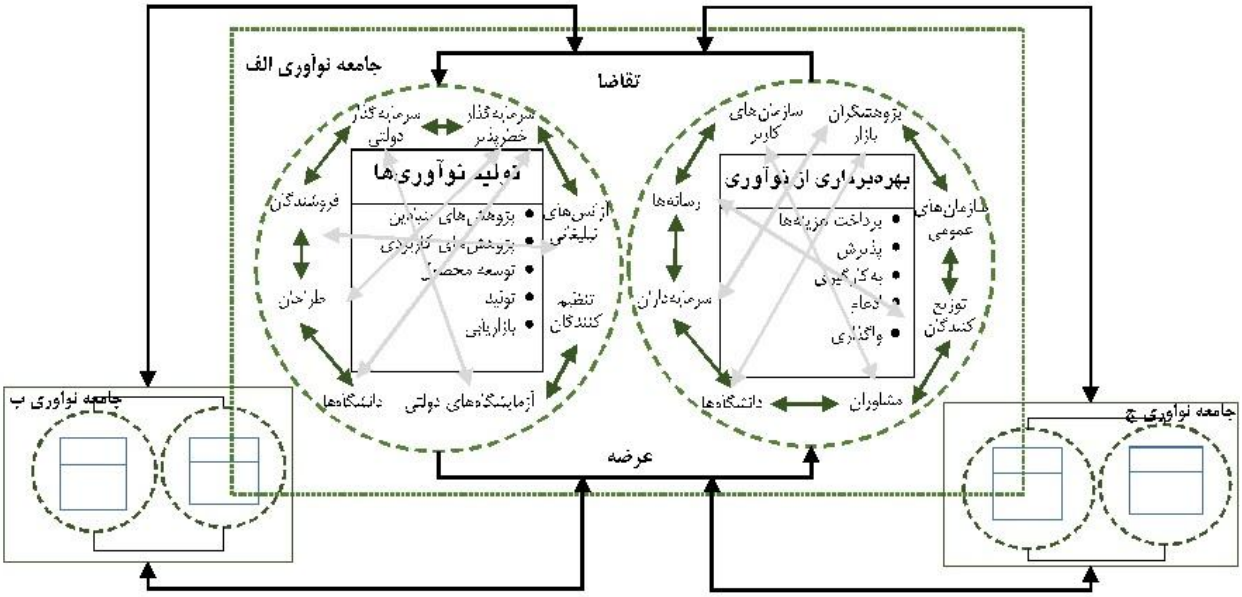
۹- **اصول معماری**[6]: نحوه ترکیب و سازماندهی عناصر زیست‌بوم بر اساس فرهنگ آنهاست (Rabelo & Bernus, 2015)

زیست‌بوم نوآوری دانشگاهی، شامل بازیگرانی مانند دانشجویان، اساتید، پژوهش‌گران و موجودیت‌هایی شامل دانشکده‌ها و واحدهای ارتباط با صنعت است (Jackson, 2011) که در آن یادگیری یکپارچه با کار[7] نیز به‌عنوان عامل یادگیری با فعالیت‌ها عملیاتی اهمیت بالایی دارد (Rampersad, 2015) دانشگاه می‌تواند از طریق مشاوره، راه‌اندازی شرکت‌های زایشی جدید، لیسانس فناوری، تجاری سازی فناوری، انتقال فناوری دانشگاه به شرکت‌های جدید یا قدیمی را تقویت کنند (Etzkowitz, 1998) (Harmon, Ardishvili, Cardozo, & Elder, 1997).

۲-۲- ساختار زیست‌بوم نوآوری

آن‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، چهار مفهوم اصلی در ساختار زیست‌بوم نوآوری تعریف می‌شود.

1. Angle Investors
2. Venture Capitals
3. Regulation
4. Interface
5. Culture
6. Architectural Principles
7. WIL: Work Integrated Learning



شکل ۱. ساختار مفهومی زیست‌بوم نوآوری (Swanson & Ramiller, 1997)

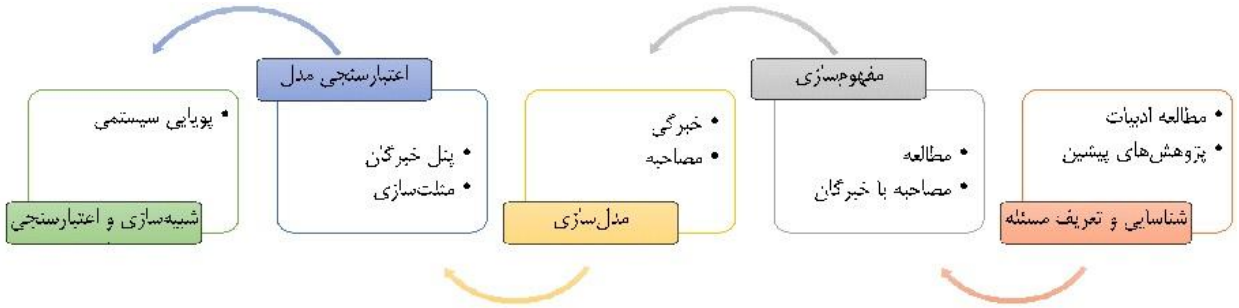
شبکه نوآوری (مجموعه‌ای از نوآوری‌های مرتبط با یکدیگر)، تولید نوآوری (مسیر پژوهش بنیادین، پژوهش کاربردی، توسعه محصول، پژوهش در تولید، کنترل کیفیت و تجاری سازی)، به‌کارگیری نوآوری (درک[1]، پذیرش[2]، به‌کارگیری[3] و جذب[4] نوآوری) و کانون نوآوری[5] (مجموعه‌ای متشکل از افراد و سازمان‌ها که به تولید یا به‌کارگیری یک نوآوری خاص علاقمند هستند) (Swanson & Ramiller, 1997).

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به این پرسش است که معماری زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت چگونه باید باشد تا به عملکرد مطلوب در ارتقای نوآوری‌های فناورانه میان‌رشته‌ای در حوزه سلامت دست پیدا کنیم. یک روش مناسب برای پژوهش‌های مسئله محور، روش پژوهش علم طراحی[6] است. پژوهش علم طراحی عبارت است از خلق دانش از طریق خلق مصنوعات. در اینجا پژوهش‌گر فعال عمل می‌کند و تولید مصنوعات و دانش به‌صورت در هم تنیده اتفاق می‌افتد. چون نه دانش مدون و نه مصنوع تولید شده‌ای وجود ندارد (Vaishnavi & Kuechler).

به‌منظور پاسخ به پرسش تعیین شده برای این پژوهش، یک پژوهش ترکیبی (کیفی- کمّی) طراحی شده است. برای پشتیبانی از روش پژوهش کیفی، ابزارهای پژوهش مانند تحلیل محتوا و مصاحبه‌های نیمه ساخت‌یافته مورد استفاده قرار گرفته است (Jamshed, 2014).

1. Comprehension
2. Adoption
3. Implementation
4. Assimilation
5. Innovation Community
6. Design Science Research



شکل ۲. فرآیند پژوهش (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان, ۱۴۰۰)

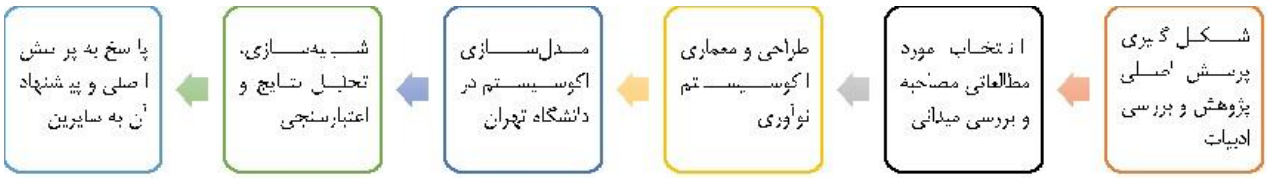
در نخستین گام، منابع اطلاعاتی اولیه از منابع زیر گردآوری شدند:

- اسناد و مدارک علمی مرتبط در جهان و ایران
- اسناد و مدارک مرتبط با عملکرد مورد مطالعه
- مصاحبه با عاملان زیست‌بوم نوآوری (در چارچوب مورد مطالعه)

مسیر گردآوری اطلاعات از بررسی مستندات و مدارک علمی موجود از بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۹ آغاز شد. سپس، از میان آنها نکات مرتبط با پژوهش استخراج شد. بر اساس تحلیل داده‌های گردآوری شده، محورهای مصاحبه با عاملان زیست‌بوم نوآوری در محدوده مطالعه (دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران) مشخص شد. مصاحبه‌شوندگان بر اساس پنج معیار فلینت (۱۹۹۸) (کلیدی بودن، شناسایی شده توسط سایرین، فهم نظری موضوع، تنوع و موافقت با مشارکت در فرآیند پژوهش) انتخاب شدند.

بر اساس نتایج این فرآیند، چارچوب‌های اولیه برای معماری مفهومی زیست‌بوم به‌دست آمده و در یک پیمایش دلفی با مشارکت خبرگان منتخب نهایی شد. برای سنجش اعتبار معماری مفهومی از روش مثلث‌سازی پژوهشگر استفاده شده است. مثلث‌سازی پژوهشگر حاصل همکاری پژوهشگران متفاوت با پیش‌زمینه‌های نظری و روش‌شناختی متفاوت (مدیران دانشگاهی، مدیران کسب و کارهای و دانشجویان نوآور) است. با دریافت بازخوردهای سه گروه و دستیابی به دیدگاه مشترک روی معماری مفهومی پیشنهادی، اعتبارسنجی مدل انجام شد.

در بخش کمّی، ابتدا بر اساس داده‌های گردآوری شده، فرضیه‌های مدل تدوین و سپس مفهوم‌سازی دینامیکی مدل انجام شد. بر این اساس، مدل دینامیکی ارائه شده، شبیه‌سازی به‌منظور تحلیل رفتار تکاملی مدل در محیط شبیه‌سازی انجام شد. همچنین دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران به‌عنوان مورد مطالعاتی انتخاب شده‌اند. بدین ترتیب که در ابتدا با مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، معماری زیست‌بوم دانشگاه ترسیم و سپس برای اعتبارسنجی زیست‌بوم روش پویایی‌های سیستم برای مدل‌سازی به کار گرفته شد.



شکل ۳. مراحل انجام پژوهش (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان, ۱۴۰۰)

مطابق شکل ۳، در گام نخست پرسش اصلی در ذهن پژوهش‌گر شکل گرفته است. برای پاسخ به این پرسش بررسی ادبیات موضوع انجام شده سپس دانشگاه‌های مورد مطالعه انتخاب شده‌اند. در گام بعد معماری زیست‌بوم نوآوری دانشگاه طراحی و برای اعتبارسنجی و ارزیابی عملکرد اجرای زیست‌بوم در آینده از روش پویایی‌های سیستم استفاده شده است. سپس نتایج معماری پیشنهادی برای پاسخ به پرسش اصلی پژوهش ارائه شد. به‌طور کلی سه گام گردآوری داده، معماری و مدل‌سازی با روش پویایی‌های سیستم به انجام رسیده است.

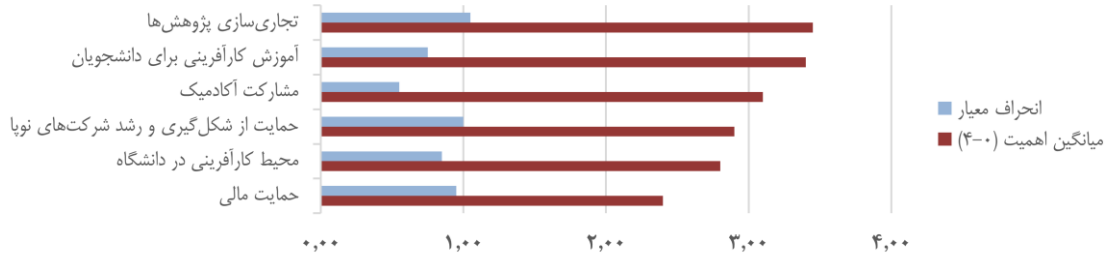
۱-۳- گردآوری داده‌ها

منابع مورد نیاز برای انجام پژوهش عبارتند از:

- **اسناد و مدارک علمی مرتبط در ایران و جهان:** داده‌های حاصل از بررسی منابع بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۲۰ موجود در پایگاه‌های مختلف اطلاعاتی و استفاده از آنها اطلاعات به‌روز را در اختیار پژوهش‌گر قرار داده است.
- **اسناد و مدارک مرتبط با عملکرد مورد مطالعه:** برای مفهوم‌تر شدن موضوع، مستندات مرتبط با عملکرد در محدوده مورد گردآوری شده و داده‌های مربوط به وضعیت کنونی را در اختیار پژوهش‌گر قرار داده است.
- **مصاحبه با عوام زیست‌بوم نوآوری (در چارچوب مطالعه):** در مصاحبه آگاهی از محورهای مورد مطالعه در تعامل پویا بین پژوهش‌گر و مصاحبه شونده ایجاد و تفکر عمیق و انتقادی نسبت موضوع گفتگو شکل می‌گیرد و منجر به تکامل دانش می‌شود. (Kvale, 1996).

۲-۳- چارچوب گردآوری اطلاعات

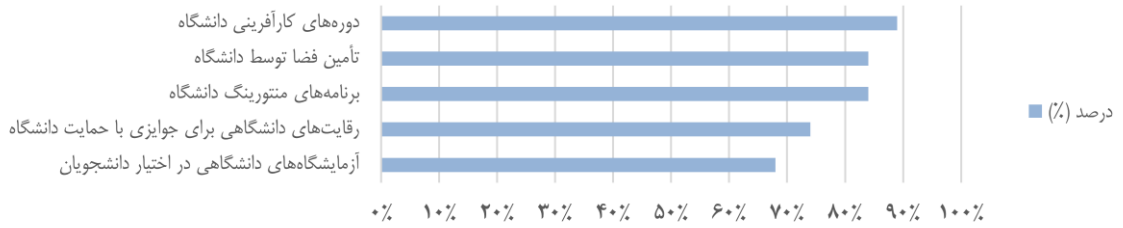
بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، شبکه‌سازی، آموزش کارآفرینی، حمایت مالی، همکاری[1]، تجاری‌سازی پژوهش‌ها (پتنت و شرکت‌های زایشی)[2]، حمایت مستقیم (انتقال دانش، سرمایه و نیروی کار)[3] مهم‌ترین کارکردهای یک زیست‌بوم نوآوری دانشگاهی است. اهمیت پارامترهای تاثیرگذار بر فعال‌سازی نوآوری در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. میانگین اهمیت در نظر گرفته شده برای فعالیت‌های توانمندسازی نوآوری ((متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان, ۱۴۰۰)

1. Collaboration
2. Research Commercialization (patent & spin-off)
3. Direct Support (transfer of knowledge, capital & labour)

آن‌طور که در شکل ۵ نشان می‌دهد، عوامل تاثیرگذار در نوآوری و کارآفرینی میان دانشجویان به‌ترتیب اولویت عبارت از دوره‌های کارآفرینی دانشگاه، تأمین فضای فیزیکی، برنامه‌های مربی‌گری[3]، برگزاری مسابقات و دسترسی به آزمایشگاه‌های دانشگاه برای دانشجویان است.



شکل ۵. حمایت از نوآوری و کارآفرینی میان دانشجویان (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان, ۱۴۰۰)

۳-۳- محورهای مورد بحث در مصاحبه با خبرگان

برای شکل‌گیری فضای ذهنی مشترک و تصویرسازی نگاه زیست‌بوم نوآوری با خبرگان، ابتدا چارچوب‌های ذهنی بر اساس تغییر پارادایم در مفهوم‌سازی و سازماندهی نوآوری مورد بحث قرار گرفت. در این مسیر برخلاف پس‌زمینه‌های موجود در مورد نیاز به نوآوری، دانشگاه خود را در کانونی جدید و چالشی می‌یابد. این کانون جدید بسیار پاسخ‌گو، انطباق‌پذیر و بشدت پیوند دهنده شرکای آکادمیک و علاوه بر آن ذی‌نفعان بیرونی در سطح منطقه و جهان است. این مفهوم در چارچوب دانشگاه نسل چهارم متبلور شده است. دانشگاه نسل چهارم دانشگاهی است که متعامل[1] بوده، به دنبال خلق مشترک باشد[2] و تأثیرات بسیار چشم‌گیر در توسعه منطقه‌ای، ملی و جهانی داشته باشد. چارچوب‌های مورد بحث در این مسیر برای هم‌نوا شدن ذهنی با خبرگان در محورهای زیر تعریف شد:

۱- تغییر در نگاه به نوآوری: از نوآوری خطی به نوآوری تکرار شونده[4]، از نوآوری بسته به نوآوری باز، از نوآوری فناورانه به نوآوری مبتنی بر چالش[5]، از نوآوری شخصی به نوآوری مبتنی بر همکاری‌های میان‌رشته‌ای، از نوآوری خودجوش[6] به نوآوری نظام‌یافته، از نوآوری مبتنی بر تبادل به ایجاد همکاری در فضاهای نوآوری، از پروژه‌های نوآوری به فرهنگ‌های نوآوری مشترک

۲- نقش دانشگاه‌ها در زیست‌بوم نوآوری: تولید دانش به‌منظور رقابت‌پذیری، نگاه به نوآوری به‌عنوان یک عامل فرهنگی تسهیل‌کننده تعاملات منطقه‌ای و جهانی (در یک زیست‌بوم نوآوری منطقه‌ای، دانشگاه‌ها به‌عنوان بازیگری اصلی نقش ایفا می‌کنند):

۲-۱- به‌عنوان یک منبع اصلی دانش و دانش‌آموختگان که می‌توانند به منطقه کمک کنند

۲-۲- به لحاظ ساختارهای همکاری و تعاملی (دانشگاه سازنده و حامل «سرمایه فرهنگی» در مفهوم ارزش‌ها و هنجارهای مشترک و «سرمایه اجتماعی» در مفهوم کیفیت شبکه‌هایی که به منابع اجازه می‌دهند به گردش درآمده و تجمیع شوند.)

1. Interact
2. Co-create

3. University Mentoring Programs
4. Reiterative Innovation
5. Challenge Driven Innovation
6. Spontaneous

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- معماری زیست‌بوم

زیست‌بوم‌های نوآوری نیز همانند زیست‌بوم‌های طبیعی چرخه عمری شامل ایجاد شرایط تغذیه، شکوفایی و تقویت نوآوری دارند. با یک دیدگاه تفصیلی، می‌توان چرخه عمر زیست‌بوم را به شش مرحله: تجزیه و تحلیل، پروژه، توسعه، اجرا، نتیجه‌گیری و مرحله نگهداری تقسیم کرد. به‌دلیل محدودیت‌های موجود سه مرحله پایانی در این پژوهش انجام نشده و تنها با کمک روش پویایی‌های سیستم شبیه‌سازی شده است.

گام مهم مرحله پروژه، طراحی زیست‌بوم است. برای معماری زیست‌بوم نوآوری چارچوب‌های مختلفی ارائه شده است. بر اساس مطالعات انجام شده و دیدگاه‌های خبرگان در مورد تناسب مدل‌های موجود معماری و وضعیت کنونی زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت، چارچوب سه لایه هسته-پیرامون[1] (Su, Zheng, & Chen, 2018)، بیشترین تناسب را برای مدل‌سازی معماری زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت دارد. این چارچوب نشان می‌دهد که شرکت کانونی و بازیگران پیرامونی پیکره اصلی یک زیست‌بوم نوآوری را تشکیل می‌دهند. این چارچوب کارکرد یک زیست‌بوم نوآوری به‌وسیله تقسیم زیست‌بوم به لایه‌های هسته، پلت‌فرم و توسعه و کاربرد و نمایش ارتباطات میان آنها را نشان می‌دهد. در کنار این، الزامات زیر بر اساس دیدگاه‌های خبرگان به‌عنوان عوامل تاثیرگذار دیگر در توسعه معماری مورد توجه قرار گرفته است:

۱- توجه کامل به چرخه نوآوری از ایده تا بازار؛

۲- لزوم توانمندسازی بازیگران اصلی زیست‌بوم؛

۳- توجه به ارائه خدمات مشترک به‌صورت متمرکز برای ارتقای کیفیت خدمات کاهش هزینه‌ها؛

۴- تعامل با دولت با توجه به اقتصاد دولتی کشور؛

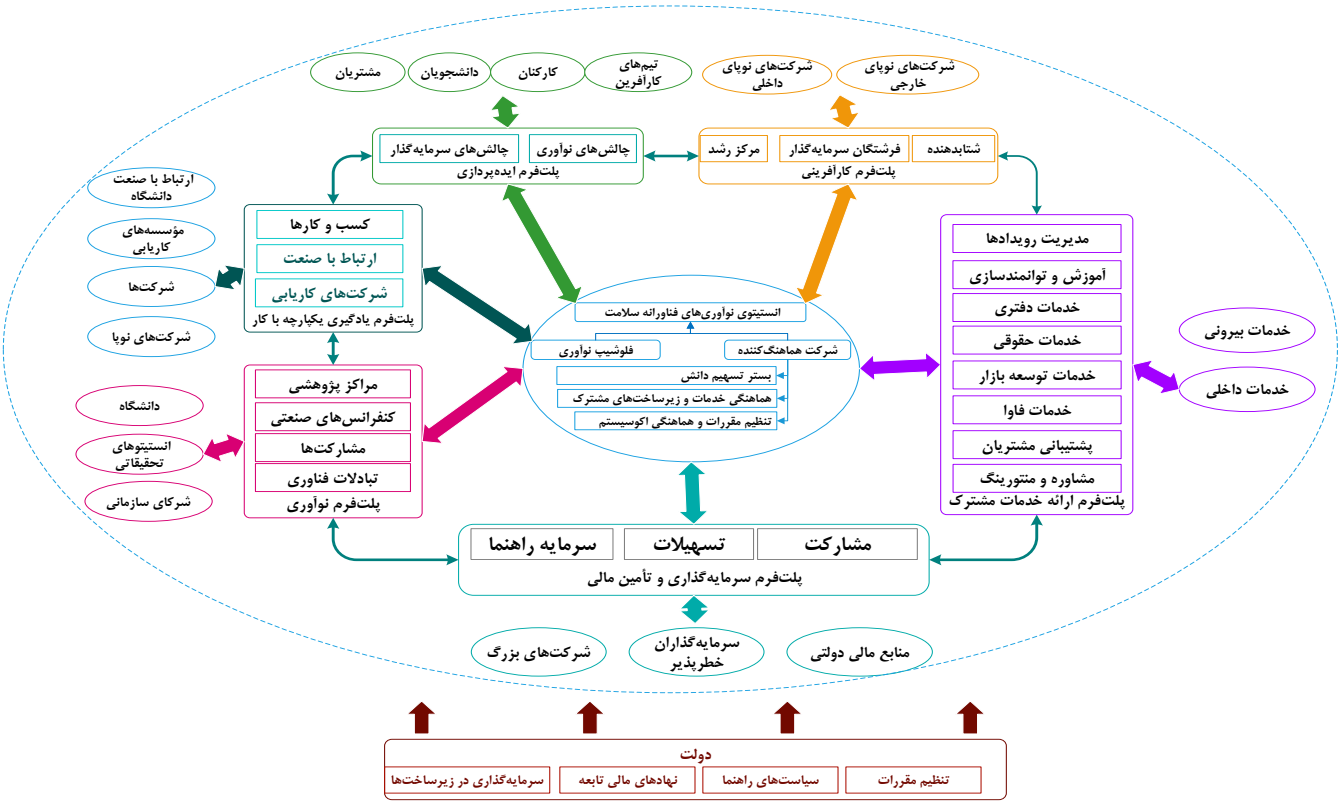
۵- توجه به مشکلات ارتباطی میان دانشگاه و صنعت با در نظر داشتن مشکلات ذاتی این ارتباط در زیست‌بوم کسب و کار ایران؛

۶- لزوم توجه به تأمین مالی نوآوری از سوی نهادهای مختلف و عدم اتّکا به یک جریان تأمین مالی (به‌ویژه دولت).

هم‌چنین در تعیین بازیگران در این معماری، نگاه به ارتباط میان همکاری‌های فناورانه دانشگاه و شرکت‌های زایشی دارای اهمیت است. موفقیت همکاری‌های فناورانه شرکت‌های نوآور دانشگاه، به مراکز آموزشی و پژوهشی مشترک، پروژه‌های پژوهشی مشترک، دوره‌های آموزشی برگزار شده توسط دانشگاه برای صنعت، تعداد کارآموزان و تعداد قراردادهای ارتباط با صنعت بستگی دارد (حاجی‌زاده ابراهیمی & کزازی, ۱۴۰۰).

بر اساس این پیش‌فرض‌ها، طرح مفهومی معماری زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت با محوریت دانشگاه در شکل ۶ نشان داده شده است، ارائه شد.

1. Triple-Layer Core-Periphery Framework



شکل ۶. معماری پیشنهادی اکوسیستم نوآوری‌های فناورانه سلامت (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان, ۱۴۰۰)

۱-۱-۴- لایه هسته مرکزی

همان‌طور که در شکل ۶ قابل ملاحظه است، «انستیتوی نوآوری‌های فناورانه سلامت[1]» به‌عنوان هسته اصلی این معماری تعریف شده است. این انستیتو باید دو کارکرد اصلی را مورد توجه قرار دهد:

۱- هماهنگ‌سازی (ارکستراسیون[2]) زیست‌بوم

۲- ارتقای دانش نوآوری فناورانه در زیست‌بوم

برای پوشش این نیازمندی‌های کارکردی، دو بازوی اصلی برای این انستیتو پیش‌بینی شده است. بازوی اول که پوشش‌دهنده وظایف هماهنگ‌سازی و تسهیل کارکردهای زیست‌بوم است، به‌عنوان «شرکت هماهنگ کننده» معرفی شده است. از نظر ساختاری این شرکت، دارای ماهیتی خصوصی خواهد بود. این شرکت وظیفه ارکستراسیون زیست‌بوم را از مسیر کارکردهای زیر انجام می‌دهد:

۱- تسهیم دانش[3]

۲- تدوین مقررات و قواعد تنظیم‌گری[4]

۳- هماهنگی ارائه خدمات و زیرساخت‌های مشترک

ارتقای دانش نوآوری زیست‌بوم، بخش دوم از کارکردهای هسته مرکزی زیست‌بوم است. این کارکرد از طریق راه‌اندازی «فلوشیپ نوآوری[5]» عرضه می‌شود. فلوشیپ نوآوری آموزشی رسمی و کاربردی است که با هدایت مستقیم انستیتو و به‌صورت چند بخشی در دانشگاه، مراکز بالینی و کسب و کارهای حوزه سلامت برگزار می‌شود و به‌عنوان یک دوره رسمی دانشگاهی مورد پذیرش است. هدف فلوشیپ نوآوری، علاوه بر تولید دانش نوآوری در زیست‌بوم، تربیت

1.Institute of Healthcare Technological Innovation
2. Orchestration
3. Knowledge Sharing
4. Regulatory
5. Innovation Fellowship

متخصصانی است که قابلیت توسعه کسب و کارهای نوآورانه با ضریب موفقیت بالا را دارند.

۱-۲-۴- لایه پلت‌فرم و لایه توسعه و کاربرد

این دو لایه به‌دلیل لزوم ارتباط میان اجزای هر یک از لایه‌ها با یکدیگر، به‌صورت مشترک در این بخش معرفی شده است. در لایه پلت‌فرم، بر اساس مطالعات انجام شده و نظرات گردآوری شده از خبرگان، شش پلت‌فرم اصلی پیش‌بینی شده است:

۱- **پلت‌فرم یادگیری یکپارچه با کار**: یادگیری یکپارچه با کار به دنبال توسعه توانمندی‌های عملی دانشجویان در کنار ارتقای دانش تئوریک ایشان است. این پلت‌فرم فرصت آشنایی با محیط و نیازهای زیست‌بوم کسب و کار را در اختیار دانشجویانی که به‌تازگی از یادگیری مفاهیم تئوری دورس فارغ شده‌اند، قرار می‌دهد. کسب و کارها، شرکت‌های نوپا، شرکت‌های کاریابی و کارکردهای ارتباط صنعت و دانشگاه پایه‌های اصلی این پلت‌فرم محسوب می‌شوند.

۲- **پلت‌فرم ایده‌پردازی**: نقطه آغاز مسیر نوآوری، تولید ایده است. پلت‌فرم ایده‌پردازی اهمیت بسیار زیاد و پیچیدگی کمی دارد. شکل اولیه این پلت‌فرم در گذشته، مبتنی بر رقابت خلاق به‌صورت بخشی، دانشگاهی یا سراسری بود. دانشجویان، اساتید، کارکنان و حتی مشتریان می‌توانند در این رقابت‌ها شرکت کرده و ایده‌های خود را ارائه دهند. این مسابقه‌ها به رشد نوآوری‌های تدریجی کمک می‌کند. مسابقه‌های سرمایه‌گذاری شکل دیگری از این فعالیت‌ها با اهدافی متفاوت اما شیوه اجرا مشابه مسابقات ایده‌پردازی هستند.

۳- **پلت‌فرم کارآفرینی**: پلت‌فرم کارآفرینی تکمیل کننده پلت‌فرم ایده‌پردازی است. مراکز رشد، شتابدهنده‌ها و فرشتگان سرمایه‌گذار اجزای این پلت‌فرم در لایه توسعه و کاربرد هستند که بسیاری از نیازهای یک شرکت نوپا در آغاز فعالیت را تأمین می‌کنند. فرشتگان سرمایه‌گذار پول مورد نیاز شرکت‌های نوپا را تأمین می‌کنند. مرکز رشد، کارکردهای زیادی از قبیل تأمین فضای کاری، معرفی سرمایه‌گذاران مرحله بعد و ارائه مشاوره‌های حقوقی را بر عهده دارد. در مقایسه با مراکز رشد عادی، مزیت ویژه مرکز رشد تخصصی این پلت‌فرم ایجاد فرصت ارتباط شرکت‌های نوپا با بخش‌های مختلف دانشگاه و بازیگران مختلف زیست‌بوم است. شتابدهنده در دوره‌های شکل‌گیری تیم‌های کارآفرین، زمینه را برای هدایت آنها با خدماتی که مهم‌ترین آنها منتورینگ تخصصی است، فراهم می‌آورد.

۴- **پلت‌فرم نوآوری**: پلت‌فرم نوآوری در بدنه خود مراکز پژوهشی مشترک، کنفرانس‌های صنعتی، سرمایه‌گذاران خطرپذیر و پلت‌فرم‌های تبادل فناوری را در بر می‌گیرد. پلت‌فرم نوآوری تعداد زیادی از بازیگران بزرگ از قبیل دانشگاه‌های برتر (به‌ویژه دانشگاه تهران و دانشگاه علوم پزشکی تهران)، مؤسسه‌های علمی- پژوهشی حرفه‌ای و گروه‌های تجاری بزرگ را به یکدیگر مرتبط کرده است. دانشگاه، مؤسسه‌های پژوهشی و شرکای سازمانی بازیگران لایه توسعه و کاربرد مرتبط با این پلت‌فرم هستند.

۵- **پلت‌فرم سرمایه‌گذاری و تأمین مالی**: تأمین مالی پایدار، یکی از مؤلفه‌های اصلی پایداری زیست‌بوم است. پلت‌فرم سرمایه‌گذاری و تأمین مالی باید سرمایه کافی برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی فناوری‌های جدید لایه هسته را فراهم و به رشد شرکت‌های نوپا کمک کرده و شبکه همکاری میان شرکت‌های دریافت‌کننده حمایت مالی را ایجاد می‌کند. مشارکت در طرح‌های نوآورانه، ارائه تسهیلات و سرمایه‌گذاری راهنما کارکردهای از این پلت‌فرم است که در فرآیندهای زیست‌بوم مورد توجه است. سرمایه‌گذاران خطرپذیر، شرکت‌های بزرگ و منابع مالی دولتی بازیگران این پلت‌فرم در لایه توسعه و کاربرد هستند.

۶- **پلت‌فرم ارائه خدمات مشترک**: یکی از ویژگی‌های پیش‌بینی شده، ایجاد پلت‌فرمی برای پوشش نیازمندی‌های مشترک بازیگران زیست‌بوم است. این خدمات، در صورت واگذاری به هر یک از پلت‌فرم‌ها، ریسک هدر رفت منابع را افزایش و کارایی زیست‌بوم کاهش خواهد داد. لذا کارکردهای مانند خدمات مدیریت رویدادها، آموزش و توانمندسازی، دفتری، حقوقی، توسعه بازار، فناوری اطلاعات، پشتیبانی مشتریان و مشاوره و منتورینگ عمومی را می‌توان به‌صورت مشترک ارائه داد. در لایه توسعه و کاربرد مرتبط با این پلت‌فرم، بازیگران اصلی ارائه دهندگان خدمات مذکور

هستند با استفاده از مکانیزم‌های برون‌سپاری، خدمات مورد نظر را ارائه خواهند داد.

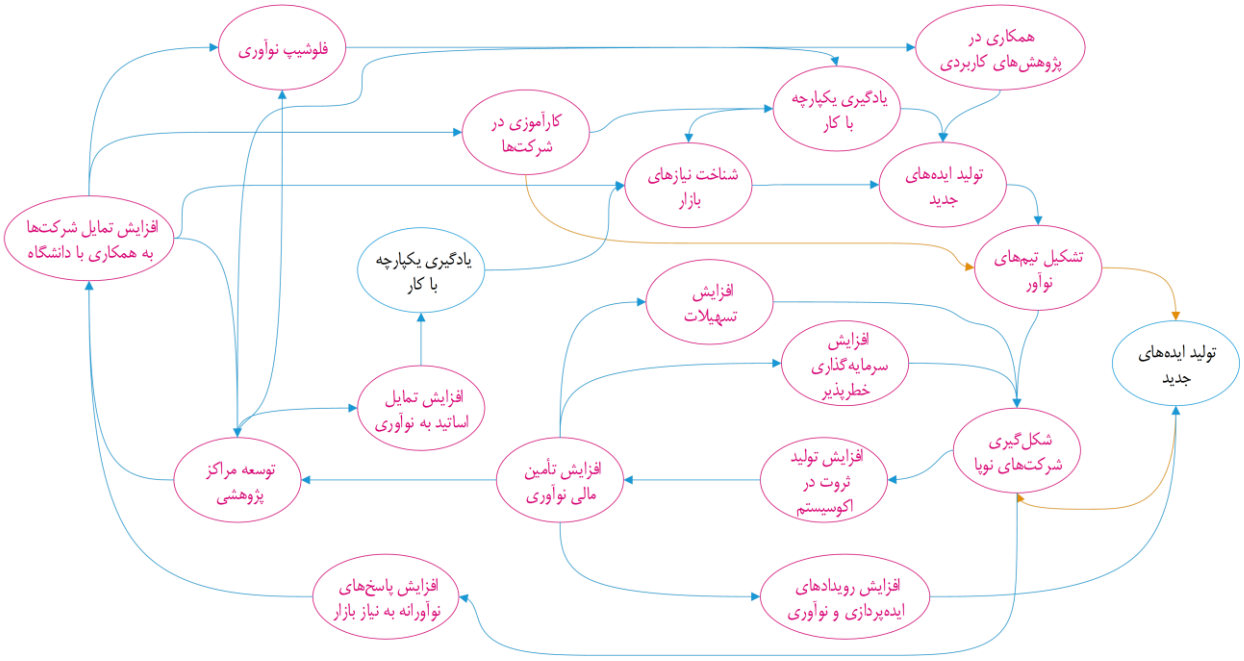
اقتصاد دولتی کشور، بدون تردید دولت نقشی جدی و غیر قابل چشم‌پوشی بر زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت دارد. تأثیر دولت بر زیست‌بوم از طریق مقررات، تنظیم‌گری، سیاست‌گذاری و البته تأمین منابع مالی دیده می‌شود که تأثیر چشم‌گیری بر موفقیت زیست‌بوم دارند.

۲-۴- مدل‌سازی معماری پیشنهادی زیست‌بوم

توسط مدل پویایی‌های سیستم در شش مرحله زیر انجام می‌گردد:

نوآوری

به‌منظور اجرا و شبیه‌سازی معماری از روش پویایی‌های سیستم استفاده شده است. مدل‌سازی زیست‌بوم در نگاه کلان و رویکرد سیستمی مستلزم در نظر گرفتن دامنه وسیعی از تعاملات بین بخش‌های مختلف از سیستم‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی در یک زمان است. از این‌رو، بررسی تعاملات بین این سیستم‌ها و لحاظ کردن نقش دولت و سیاست‌های اتخاذ شده مستلزم مدل‌سازی سیستمی است.



شکل ۷. تعاملات میان متغیرهای زیست‌بوم نوآوری (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان, ۱۴۰۰)

وجود متغیرهای کیفی و کمّی متعدد، پیچیدگی ارتباطات بین آنها، تغییر آنها در طول زمان و همچنین به‌دلیل داشتن نرم‌افزاری جهت شبیه‌سازی نتایج معماری در آینده، روش پویایی‌های سیستم برای مدل‌سازی و ارزیابی زیست‌بوم مطابق گام‌های زیر به کار گرفته شده است. حل مسئله

۱- شناسایی و تعریف مسئله (تعیین مرز سیستم و مشخص کردن متغیرهای مسئله)؛

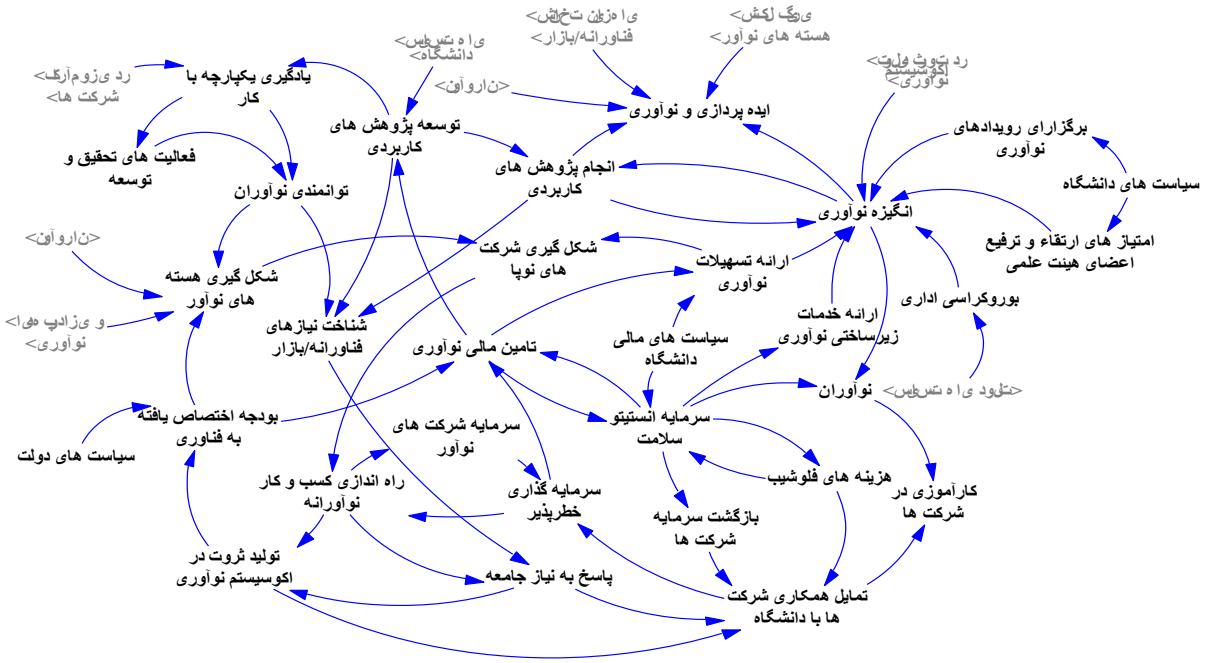
۲- ساختن مدل مفهومی (ترسیم نمودار زیرسیستم‌ها و نمودارهای حلقه علی)؛

۳- ساختن مدل ریاضی (ترسیم نمودار حالت-جریان و شرح معادلات مربوطه)؛

۴- شبیه‌سازی و اعتبارسنجی مدل (برای اطمینان از اینکه رفتار مدل مشابه دنیای واقعی است)؛
۵- تعریف سناریوهای مختلف روی مدل و تحلیل آن‌ها (تحلیل سیاست‌ها)؛
۶- انتخاب و پیاده‌سازی راه‌حل مناسب (اجرای سیاست).

شناسایی و تعریف مرز سیستم، گام نخست مدل‌سازی است. مرز سیستم با توجه به محدودیت‌های مدل‌سازی و پس از بررسی و تایید خبرگان پژوهش، کوچک‌تر از معماری پیشنهادی در نظر گرفته شده و بر اساس آن متغیرهای کلان و ارتباط آنها در مدل شناسایی شده است. در نهایت با توجه به معماری پیشنهادی، شاخص‌های کلان هر پلتفرم شناسایی و سپس مدل کلان زیست‌بوم مطابق شکل ۷ طراحی شده است.

با توجه به نظرات خبرگان تأثیرهای متغیرهای کلان بر یکدیگر استخراج و نتایج آن در شکل ۷ نمایش داده شده است. به‌عنوان نمونه راه‌اندازی فلوشیپ نوآوری به‌عنوان یک متغیر کلان بر شاخص یادگیری یکپارچه با کار اثر گذاشته و از دو شاخص افزایش تمایل همکاری شرکت‌ها با دانشگاه و توسعه مراکز پژوهشی اثر می‌پذیرد. به همین ترتیب سایر روابط بین شاخص‌ها قابل بررسی است. پس از تعیین مرز سیستم با توجه به مدل مفهومی پیشنهادی و خبرگی پژوهش‌گر، نمودار علّی استخراج شده است.



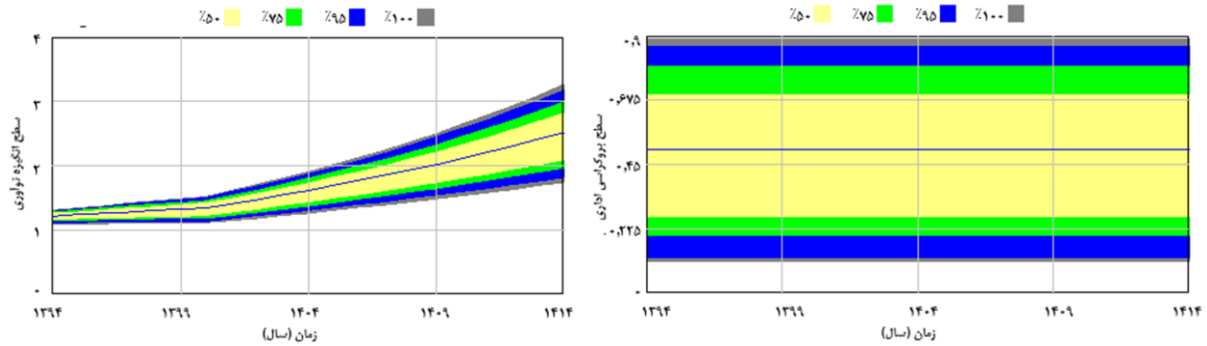
شکل ۸. نمودار علّی و معلولی زیست‌بوم (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان، ۱۴۰۰)

آن‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، نمودار علّی و معلولی در حالت کلی شامل حلقه‌های بازخوردی متعددی است که با کمی کنکاش و تأمل در مدل می‌توان آن‌ها را پیدا کرد. به‌عنوان نمونه یکی از این حلقه‌ها مربوط به تأثیر تمایل همکاری شرکت‌ها با دانشگاه بر متغیر سرمایه‌گذاری خطرپذیر است که اثر مثبت دارد. سرمایه‌گذاری خطر پذیر نیز بر راه‌اندازی کسب و کارهای نوآورانه و آن هم روی شاخص تولید ثروت در زیست‌بوم اثر مثبت دارد. در نهایت تولید ثروت در زیست‌بوم موجب افزایش تمایل همکاری شرکت‌ها با دانشگاه می‌شود. به همین ترتیب هر یک از حلقه‌ها در مدل علّی قابل شناسایی و تفصیل است. تعدد حلقه بازخوردی نشان دهنده رفتار پیچیده زیست‌بوم است. در گام بعد مدل‌سازی نمودار جریان حالت از نمودار علّی و معلولی پیشنهادی، استخراج شده که نتایج شبیه‌سازی حاصل از آن در ادامه بررسی شده است.

۵- بحث، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۵-۱- تجزیه تحلیل نتایج

در این بخش نتایج حاصل از شبیه‌سازی در محیط نرم‌افزاری و نسیم[1] مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. قبل از آن برای دریافت تایید اولیه از مدل به‌منظور استخراج نتایج شبیه‌سازی، از قابلیت موجود در نرم‌افزار برای اعتبارسنجی اولیه نتایج استفاده شده است. تحلیل حساسیت در مدل به این ترتیب است که با تغییر پارامترهای مدل بین ۰ تا ۱۰۰ درصد حساسیت متغیرهایی که از پارامتر مربوطه اثر می‌پذیرند مورد بررسی قرار می‌گیرد. در حساسیت مدل نسبت به پارامتر سطح بروکراسی نشان داده شده است. به این ترتیب که با تغییر پارامتر سطح بروکراسی بین اعداد ۰,۱ تا ۰,۹ (دو وضعیت خوشبینانه و بدبینانه) تغییر شاخص انگیزه اتفاق خواهد افتاد.



شکل ۹. تحلیل حساسیت مدل نسبت به دو پارامتر سطح بوروکراسی و سطح انگیزه نوآوری (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان، ۱۴۰۰)

با توجه به نتایج کسب شده در شکل ۹ و سایر پارامترهای بررسی شده نتایج منطقی و به تایید خبرگان رسید، از این رو مدل برای شبیه‌سازی قابل استناد است که در بخش بعدی نتایج حاصل از شبیه‌سازی این مدل برای برخی از شاخص‌های مهم تحت دو سناریو زیر آورده شده است.

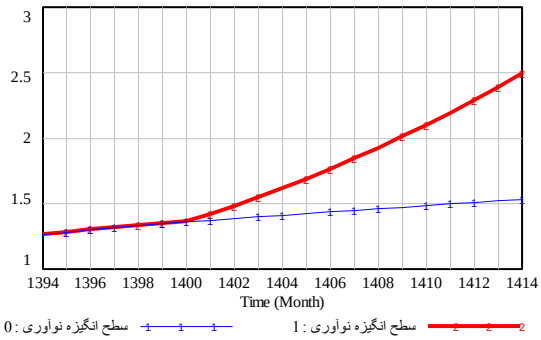
- **سناریو اول:** ادامه شرایط موجود که با شماره صفر معرفی شده است
- **سناریو دوم:** استقرار معماری پیشنهادی زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت که با شماره یک نشان داده شده است.

لازم به ذکر است که در این مدل شبیه‌سازی از ۱۳۹۰-۱۴۱۴ انجام شده و در تمام نمودارهای ادامه، سناریوها با شماره مشخص شده است که عدد صفر نشان‌دهنده نتایج حاصل از شبیه‌سازی تحت سناریو اول است و عدد یک نتایج حاصل از شبیه‌سازی تحت سناریو دوم است.

۵-۱-۱- سطح انگیزه نوآوری

سطح انگیزه نوآوری (تمایل به نوآوری) یکی از متغیرهای کیفی اثرگذار بر زیست‌بوم است که افزایش آن، عامل مهمی برای انتخاب مسیر نوآوری توسط بازیگران محسوب می‌شود. در سطح دانشگاهی، با توجه به مسیرهای مختلفی که پیش‌روی دانشجویان و اساتید به‌عنوان نوآوران بالقوه قرار دارد، هرچه میزان انگیزه نوآوری افزایش پیدا کند، ضریب موفقیت انتخاب نوآوری در رقابت با سایر رقبا افزایش خواهد یافت.

1. Vensim

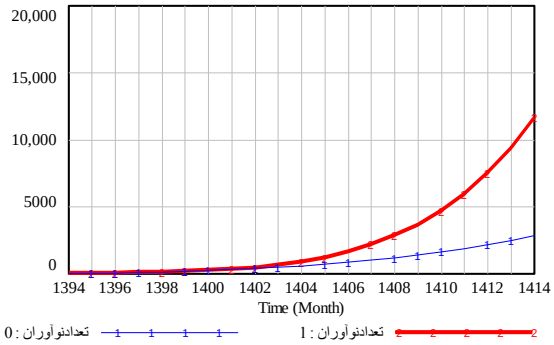


شکل ۱۰. مقایسه سطح انگیزه نوآوری در دو سناریوی موجود و پیشنهادی (متولیان، البدوی، حیدری& بندریان، ۱۴۰۰)

همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، میزان انگیزه نوآوری در سناریوی پیشنهادی نسبت به سناریوی ادامه وضعیت موجود، حدود ۲ برابر شده است که این رشد قابل توجه در انگیزه‌های نوآوری، می‌تواند زمینه را برای افزایش تعداد نوآوران و در نتیجه افزایش نوآوری فراهم آورد.

۵-۱-۲- تعداد نوآوران

وجود نوآور، پیش‌نیاز اصلی برای ایجاد جریان نوآوری و شاخص کلیدی برای توسعه زیست‌بوم نوآوری است. با افزایش تعداد نوآوران، تعداد ایده‌ها و در نتیجه تعداد نوآوری‌های افزایش خواهد یافت.



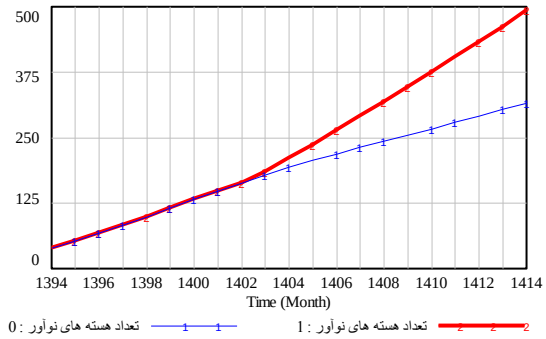
شکل ۱۱. مقایسه رشد تعداد نوآوران در دو سناریوی موجود و پیشنهادی (متولیان، البدوی، حیدری، & بندریان، ۱۴۰۰)

همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، ادامه سناریو پیشنهادی (سناریوی ۱) نسبت به وضعیت موجود (سناریوی صفر) در آینده باعث رشد چشم‌گیری در تعداد نوآوران می‌شود.

همچنین افزایش تعداد نوآوران زمینه را برای توسعه هسته‌های نوآور و در ادامه افزایش شرکت‌های نوپا ایجاد خواهد نمود.

۵-۱-۳- تعداد هسته‌های نوآور

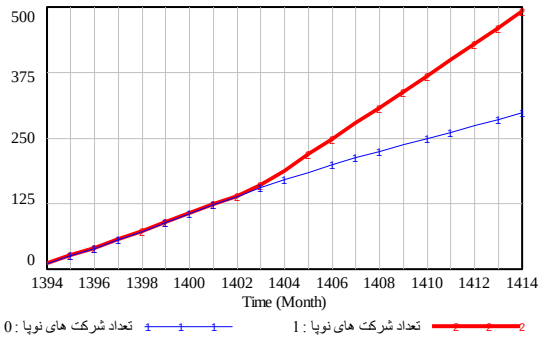
نوآوری یک بازی تیمی است. لذا شکل‌گیری هسته‌های نوآور (تیم‌های نوآور)، گامی مهم در حرکت به‌سوی نوآوری محسوب می‌شود. آن‌طور که شکل نشان می‌دهد، معماری پیشنهادی (سناریوی ۱)، طی دوره شبیه‌سازی تأثیر جدی بر رشد تعداد هسته‌های نوآور خواهد داشت، به‌طوری که در سال پایانی (سال ۱۴۱۴)، تعداد هسته‌های نوآور نسبت به سناریوی وضعیت موجود، حدود ۲ برابر خواهد بود.



شکل ۱۲. مقایسه رشد تعداد هسته‌های نوآوری در دو سناریوی موجود و پیشنهادی (متولیان، البدوی، حیدری& بندریان، ۱۴۰۰)

۵-۱-۴- تعداد شرکت‌های نوپا

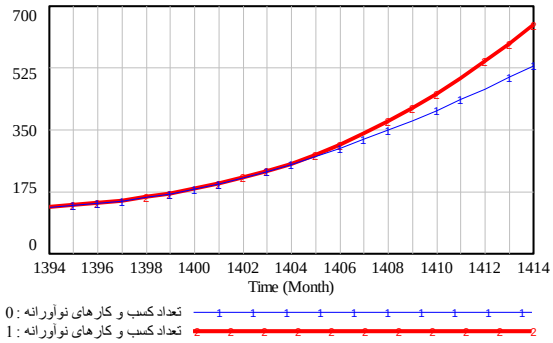
رشد تعداد شرکت‌های نوپا پارامتر مهمی در موفقیت زیست‌بوم نوآوری محسوب می‌شود. شکل ۱۰ نشان می‌دهد انتخاب سناریوی ۱، باعث افزایش حدود ۵۰ درصدی در تعداد شرکت‌های نوپا در دوره شبیه‌سازی می‌شود. با توجه به این تأثیر جدی در تعداد شرکت‌های نوپا، انتظار می‌رود در سال‌های پس از دوره شبیه‌سازی هم ایجاد فاصله میان سناریوی پیشنهادی و سناریوی ادامه وضعیت موجود، بسیار بیشتر شود.



شکل ۱۰. مقایسه رشد تعداد شرکت‌های نوپا در دو سناریوی موجود و پیشنهادی (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان، ۱۴۰۰)

۵-۱-۵ تعداد کسب و کارهای نوآورانه

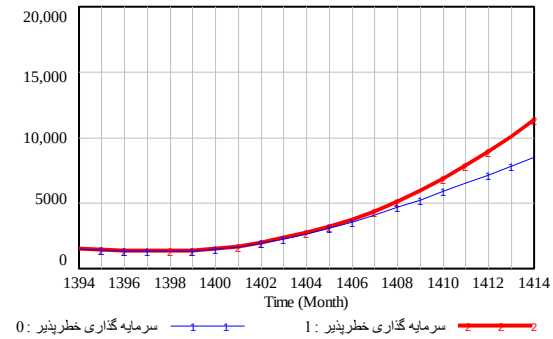
رشد و بزرگ‌شدن[1] شرکت‌های نوپا و تبدیل آنها به کسب و کارهای پایدار نشان‌دهنده شکل‌گیری درست چرخه عملکردی زیست‌بوم است. این شاخص به معنای نرخ شکست کمتر برای شرکت‌های نوپا[2] و در نتیجه پارامتری کلیدی برای سنجش موفقیت زیست‌بوم نوآوری است. مطابق شکل ۱۱، در دوره شبیه‌سازی نرخ رشد این ضریب افزایشی است. با توجه به اینکه موفقیت کسب و کارها را باید در بلند مدت ارزیابی کرد، پیش‌بینی می‌شود سناریوی پیشنهادی امکان تأثیر جدی بر توسعه کسب و کارهای موفق را دارد. به‌طوری که در سال انتهایی دوره شبیه‌سازی تعداد کسب و کارها برای سناریو صفر ۵۳۰ عدد و برای سناریو یک در حدود ۶۵۰ عدد پیش‌بینی شده است.



شکل ۱۱. مقایسه رشد تعداد کسب و کارهای نوآورانه در سناریوهای ادامه وضع موجود و معماری پیشنهادی (متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان، ۱۴۰۰)

۶-۱-۵- سرمایه گذاری خطرپذیر

در شکل ۱۲ نتایج مربوط به سرمایه‌گذاری خطرپذیر تحت دو سناریو مختلف نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود سرمایه‌گذاری خطرپذیر تحت سناریو معماری پیشنهادی نسبت به سناریو ادامه وضع موجود رشد بیشتری در آینده خواهد داشت.



شکل ۱۲. مقایسه رشد سرمایه‌گذاری خطرپذیر در دو سناریوی ادامه وضع موجود و معماری پیشنهادی(متولیان, البدوی, حیدری, & بندریان، ۱۴۰۰)

به‌طور کلی نتایج کسب شده به وضوح سناریو پیشنهادی (سناریو شماره یک) را در آینده موفق و اثرگذار معرفی می کند در ادامه برای تایید بیشتر این امر اعتبارسنجی نتایج مدل مورد بررسی قرار گرفته شده است.

1. Scale-up
2. Startup

۲-۵- اعتبارسنجی

با توجه به اینکه مدل مفهومی اولیه در روش پویایی‌های سیستم از معماری مفهومی زیست‌بوم سلامت با محوریت مورد مطالعاتی در دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران استخراج شده است، به‌منظور اعتبارسنجی مدل از روش مثلث‌سازی استفاده شده است. هدف از مثلث‌سازی بالا بردن اعتبار پژوهش‌است. پس از دستیابی به معماری مفهومی پیشنهادی، این معماری برای اعتبارسنجی در اختیار سه گروه مختلف از خبرگان (خبرگان دانشگاهی از دو گروه اساتید با پیش‌زمینه‌های نوآوری و مدیران دانشگاه و خبرگان کسب و کار از دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران در سه گروه ۵ نفره) قرار گرفت. تفاوت در ویژگی‌های خبرگان به تفاوت در مشاهدات و تحلیل‌هایشان منجر می‌شود. در نتیجه همکاری پژوهشگران به غنای داده‌ها و تحلیل‌ها می‌افزاید.

در ارائه معماری به این دو گروه، طی ۳ جلسه برگزار شده با هر گروه دیدگاه‌های ایشان در مورد معماری پیشنهادی استخراج شد. ویژگی‌های در نظر گرفته شده در معماری مفهومی پیشنهادی، ابتدا با تمرکز بر رویکرد انتخابی معماری سه لایه هسته، پلت‌فرم و توسعه و کاربرد به تأیید خبرگان هر سه گروه رسید. در ادامه بازیگران در هریک از سه لایه و تعاملات تعریف شده میان این بازیگران از زاویه دید هر سه گروه خبرگان مورد تدقیق قرار گرفت و با استخراج پارامترهای مورد نظر ایشان و ارائه نگاشت میان پارامترها و ویژگی‌های طراحی، اعتبار مدل به تأیید سه گروه به‌صورت مستقل و جدا از هم رسید.

قبل از پرداختن به اعتبارسنجی نتایج کسب شده از مدل پویایی‌های سیستم، این نکته قابل توجه است که همواره اعتبارسنجی روش‌های نرم ماهیتی متفاوت با روش‌های سخت دارد در این روش‌ها حتی پیش‌بینی با ۳۰ درصد خطا قابل پذیرش بوده و اعتبار مدل بیشتر مبتنی بر تأیید خبرگان و ادبیات موضوع است. اعتبارسنجی بیشتر مبتنی بر منطقی بودن روندها در نمودارها و تأیید خبرگی است تا بر تأیید نقطه به نطقه آن‌طور که در سایر روش‌های رگرسیونی یا سایر روش‌های ریاضی و سخت دنبال می‌شود. از این رو برای اعتبارسنجی نتایج شبیه‌سازی شده در بالا این نتایج به خبرگان مربوطه عرضه شده و مورد تأیید قرار گرفته شده است.

در این بخش نیز، به‌منظور اعتبارسنجی و تأیید بیشتر، نتایج کسب‌شده از مدل با مقادیر واقعی آن‌ها برای برخی از متغیرها مقایسه شده که دلیل دیگری بر اعتبار نتایج کسب شده باشد. لازم به ذکر است که به‌دلیل در دست نبودن داده های واقعی در خصوص شاخص‌های شبیه‌سازی برخی از داده‌های موجود به‌عنوان نمونه مقایسه انجام شده است.

- تعداد شرکت‌های نوپا (پایان سال ۱۳۹۹): ۱۰۴ است که در نتایج شبیه سازی این مقدار ۱۰۵ در ابتدای سال ۱۴۰۰ پیش بینی شده است که نشان دهنده دقت بیش از حد انتظار از مدل می‌باشد.
- تعداد هسته‌های نوآوری (مجموع دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران): با توجه به اینکه هسته‌های نوآور به‌عنوان شرکت ثبت نمی‌شوند و فقط آمار آنهایی که در مراکز رشد یا پارک علم و فناوری پذیرفته شده‌اند وجود دارد، این آمار به‌صورت حدودی برآورد شده است که تعداد هسته‌های نوآور فعال در حوزه سلامت در این دو دانشگاه بین ۹۰ تا ۱۴۰ هسته نوآور فعال وجود داشته باشند. نتایج کسی شده در مدل نیز بین ۹۹ تا ۱۳۵ نتایج را پیش بینی کرده است.

۳-۵- جمع‌بندی و بحث پایانی

هدف از این مطالعه ارائه معماری برای شکل‌گیری نظام‌مند زیست‌بوم نوآوری‌های میان رشته‌ای حوزه سلامت با محوریت دانشگاه بوده است که به‌منظور حرکت در مسیر رفع ارتباط سست میان دانشگاه ایرانی با صنعت مورد توجه قرار گرفته است (مهدی & شفیعی, ۱۳۹۸). توسعه اکوسیستم نوآوری، نگاهی جدید به توسعه درست این تعامل خواهد بود. با توجه به اینکه حوزه مطالعه، منطقه نوآوری دانشگاه‌های تهران و علوم پزشکی تهران بوده است که در عمل یک منطقه دانشگاهی هستند که به‌دلیل سیاست‌های بالادستی (تفکیک حاکمیت آموزش پزشکی از آموزش عالی کشور)، به‌عنوان دو دانشگاه تعریف شده‌اند، این معماری باید قابلیت‌های عملیاتی شدن را داشته باشد. توجه به پیشران‌هایی که زمینه‌ساز همکاری‌های میان‌رشته‌ای، میان

دانشگاهی (میان دو دانشگاه موضوع مطالعه)، شتابدهنده نوآوری و ایجاد کننده فرصت‌های کارآفرینی، یکی دیگر از دیدگاه‌های حاکم بر این مطالعه بوده است.

پاسخ به پرسش اصلی این پژوهش، زمینه را برای تعریف چگونگی تأثیر پارامترهای معماری زیست‌بوم بر همکاری‌های منتج به نوآوری بازیگران و شرکای آن را فراهم می‌آورد. مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر استقرار این معماری که در این مطالعه شناسایی شده‌اند را می‌توان به‌شرح زیر معرفی نمود:

- لزوم تعریف بازیگران جدید (به‌ویژه بازیگرانی که مسئولیت ارکستراسیون زیست‌بوم را برعهده داشته باشند)
- اهمیت باز تعریف دقیق نقش‌های بازیگران کنونی زیست‌بوم
- اهمیت نگاه پلت‌فرمی به معماری زیست‌بوم
- لزوم باز تعریف محرک‌ها (نهادسازی) برای توسعه زیرساخت فرهنگی نوآوری
- اهمیت تعاملات میان رشته‌ای در شکل‌گیری زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت

شناسایی مهم‌ترین پارامترهای معماری زیست‌بوم نوآوری منطقه نوآوری پیشنهادی، یکی از دستاوردهای مهم این پژوهش محسوب می‌شود. همان‌طور که در فصل چهارم ارائه شد، بر اساس نتایج مطالعات نمونه‌های موفق و تئوری‌های موجود در کنار دریافت و جمع‌بندی دیدگاه‌های خبرگان، در معماری زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه سلامت در منطقه دانشگاه تهران، یک ارکستراتور مرکزی و هفت پلت‌فرم اصلی پیش‌بینی شده است:

۱- انستیتوی نوآوری‌های فناورانه سلامت (ارکستراتور زیست‌بوم)
۲- پلت‌فرم یادگیری یکپارچه با کار
۳- پلت‌فرم ایده‌پردازی
۴- پلت‌فرم کارآفرینی
۵- پلت‌فرم نوآوری
۶- پلت‌فرم تأمین مالی
۷- پلت‌فرم ارائه خدمات مشترک

هرکدام از این اجزا، متشکل از مجموعه‌ای از بازیگران و نهادها هستند که تعامل درست آنها در چارچوب قواعد همکاری تعریف شده در مدل علّی- معلولی پیشنهادی، معماری زیست‌بوم را شکل خواهد داد.

استقرار این زیست‌بوم، زمینه را برای ارتقای انگیزه‌های نوآوری در دانشجویان و اساتید فراهم می‌آورد. ارتقای انگیزه‌های نوآوری زمینه‌ساز افزایش چشم‌گیر تعداد نوآوران خواهد بود که نقطه آغازین مهم در سفر نوآوری و شکل‌گیری زیست‌بوم نوآوری محسوب می‌شود. ورود این نوآوران به قیف نوآوری[1]، همان‌طور که در نتایج شبیه‌سازی نشان داده شده است، تیم‌ها و هسته‌های نوآور بیشتری را نسبت به ادامه روند کنونی خواهد داشت. حرکت این نوآوران در قیف نوآوری، همان‌طور که در ادامه نتایج شبیه‌سازی نشان داده شده است، باعث افزایش تعداد شرکت‌های نوپا و در ادامه افزایش کسب و کارهای رشد یافته خواهد شد. قرار دادن این روندها در کنار عدم افزایش چشم‌گیر میزان سرمایه‌گذاری خطرپذیر، پیام مهمی را در بر دارد که همانا ارتقای اثربخشی سرمایه‌گذاری خطرپذیر است که می‌تواند در دوره‌های بعدی نویدبخش نگاه مثبت جدی به سرمایه‌گذاری حوزه نوآوری شود چرا که مهم‌ترین عامل سرمایه‌گذاری، بازگشت سرمایه در مسیر توسعه کسب و کارها خواهد بود.

1. Innovation Funnel

منابع

1- Mason, C & ,.Brown, R.(2014) . *Entrepreneurial Ecosystems and Growth Oriented Entrepreneurship* .OECD.

2- Adner, R .(2006) .Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem . *Harvard Business Revie* , 107-98, (84) 4.

3- Alexy, O., George, G & ,.Salter, A. J . . (2013) The selective revealing of knowledge and its implications for innovative activity . *Academic Management Reveiw* ,270, (2) 38, 291.

4- Carayannis, E. G & ,.Campbell, D . . (2009) .Mode 3 and quadruple helix: toward a 21st century fractal innovation ecosystem . *International Journal of Technology Management*.234- 201, (3-4) 46.

5- Dahshan, M. E., Tolba, A. H & ,. Badreldin, T . (2012) ..Enabling Entrepreneurship in Egypt: Toward a Sustainable Dynamic .*Innovations: Technology, Governance, Globalization* ,83-106, (2).

6- Etzkowitz, H . .(1998) ..The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages . *Research policy*, 823-833, 27.

7- Garnsey, E., Lorenzoni, G & ,.Ferriani, S (2008) .Speciation through entrepreneurial spin-off: the acorn-ARM story .*Research Policy* ,224- 210, (2) 37.

8- Gawer, A & ,.Cusumano, M . .(2008) . How companies become platform leaders. MIT Sloan.

9- Gawer, A & ,.Cusumano, M . .(2014) . May .(Industry platforms and ecosystem innovation .*Production and Innovation Management*,433- 417, (31)3.

10- Halligan, U . .(2009) .*Skills in Creativity, Design and Innovation* .Forfás.

11- Harmon, B., Ardishvili, A., Cardozo, R ,. &Elder, T .(1997). Mapping the University Technology Transfer Process .*Journal of Business Venturing*, 423- 434- 12.

12- Helms, M. M .(2006) . *Encyclopedia Of Management* (the edition). Gale Cengage.

13- Iyer, B & ,.Davenport, T. H . (2008) . Reverse engineering Google's innovation machine .*Harvard Business Review*.(۴)۸۶ ,

14- Jackson, D. J .(2011) .What is an innovation ecosystem .*National Science Foundation* .http://erc-assoc.org/sites/default/files/download-files/DJackson_What-is-an-Innovation-Ecosystem.pdf

15- Jamshed, S .(2014) .Qualitative research method-interviewing and observation . *Journal of Basic and Clinical Pharmacy* , 88- 87, (4).

16- Kao, J . (2009). Tapping the World's Innovation Hot Spots .*Harvard Business Review*.114- 109, (3) 87.

17- Kvale . (1996). An Introduction to Qualitative Research Interviewing.

18- Li, Y .(2009). The technological roadmap of Cisco's business ecosystem . *Technovation* 379- 386, (5) 29.

19- Metcalfe, S & ,.Ramlogan, R . (2008). Innovation Systems and the Competitive Process in Developing Economies .*The Quarterly Review of Economics and Finance* 433- 446, 48.

20- Oksanen,, K & ,.Hautamäki, A .(2014). Transforming Regions into Innovation Ecosystems—A Model for Renewing Local Industrial Structure .*The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal* (2) 19.

21- Patton, M. Q & ,.Cochran, M . (2002). *A guide to using qualitative research methodology* ,https://evaluation.msf.org/

22- Rabelo, R. J & ,.Bernus, P .(2015). A Holistic Model of Building Innovation Ecosystems .*IFAC*.۱ ,

23- Rampersad, G. C . (2015). Building University Innovation Ecosystems: The Role of Work Integrated Learning as a Core Element in the University-Industry Nexus . *Journal of Research in Business, Economics and Management* 231- 240, (1) 4.

24- Rohrbeck, R., Hölzle, K & ,. Gemünden, H. G .(2009). Opening up for

competitive advantage – how Deutsche Telekom creates an open innovation ecosystem .*R&D Management* (4) 39.

25- Romero, D & ,.Molina, A .(2011). Collaborative networked organisations and customer communities: value co-creation and co-innovation in the networking era . *Production Planning & Control* (6-5) 22, 472- 447.

26- Santos, F. M & ,.Eisenhardt, K. M . . (2005). Organizational boundaries and theories of organization .*Organ Sci* , (5) 16,. 508- 491.

27- Su, Y.-S., Zheng, Z.-X & ,.Chen, J . . (2018).A multi-platform collaboration innovation ecosystem: the case of China . *Management Decision*, 125- 142.

28- Swanson, E. B & ,.Ramiller, N. C . . (1997).The Organizing Vision in Information Systems Innovation . *Organization Science*. 458- 474, (5).

29- Teece, D. J .(2007) .Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance .*Strategic Management Journal*.1350- 1319, (13) 28.

30- Vaishnavi, V & ,.Kuechler, W .*Design Science Research Methods and Patterns, Innovating information and communication technology* (Second Eddition). Boca Raton &London & New York: Taylor & Francis Group, CRC Press.

۳۱- تابش, ی., مروتی, م., & اکبرپور, م. (۱۳۹۴). *شناخت دره سیلیکون*. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری اسلامی ایران.

۳۲- حاجی‌زاده ابراهیمی, ف. و کزازی, ا. (۱۴۰۰). بررسی عوامل مؤثر بر همکاری‌های فناورانه بین شرکت‌های زایشی دانشگاهی و صنایع در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات با نقش میانجی نهادهای واسط. فصلنامه نوآوری و ارزش‌آفرینی, ۱۰(۱), ۱۲۱-۱۳۲.

۳۳- متولیان, ع., البدوی, ا., حیدری, ج. و بندریان, ر. (۱۴۰۰). رساله دکتری معماری زیست‌بوم نوآوری‌های فناورانه حوزه سلامت. تهران: دانشگاه تهران.

۳۴- محمدی, ا., البدوی, ا., صدقیانی, م. و یداللهی, م. (۱۳۹۷). شناسایی بازیگران کلیدی در توسعه اکوسیستم نوآوری صنعت پایین‌دست پتروشیمی ایران. فصلنامه رشد فناوری, ۵۴.

۳۵- مهدی, ر. و شفیعی, م. (۱۳۹۸). ریشه‌یابی سست‌پیوندی دانشگاه ایرانی با صنعت از دیدگاه خبرگان آموزش عالی. فصلنامه نوآوری و ارزش‌آفرینی, ۱۹(۱), ۳۹-۵۴.

۳۶- میثمی, ا. م., حجازی, س. ر., دهکردی, ع. م. و محمدی الیاسی, ق. (۱۳۹۶). ابعاد و مولفه های اکوسیستم کارآفرینی فناورانه در ایران. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری.