



An Ecological Analysis of Knowledge Development in the Economy: Iranian Lessons from Global Data

Yaghoub Entezari ♦

- **Article Type:** Research Paper
- **Vol. 35 | No. 1 | Serial 97 | Mar. 2025**
- **Received:** 2025.11.11
- **Revised:** 2026.02.21
- **Accepted:** 2026.04.22
- **Published Online:** 2026.05.26
- **Pages:** 31-54
- **P-ISSN:** 1027-2690
- **E-ISSN:** 2783-4514

Abstract

Knowledge development, as a major driver of development at the individual, organizational, and economic levels, has been examined from various psychological, epistemological, managerial, economic, and sociological perspectives. In economics and management, endogenous growth theory, evolutionary economics, knowledge economy theory, knowledge-based economic theory, and knowledge-based development theory collectively emphasize that economic development and competitiveness depend directly on knowledge development. According to this perspective, economies seeking to improve their level of development and competitiveness must be capable of developing the knowledge they require in a dynamic, efficient, and effective manner.

The motivation for this study arises from both a scientific and a policy-related problem concerning knowledge development in Iran. Existing studies have largely neglected ecological factors that may influence knowledge development, creating a significant research gap. Moreover, the application of scientific findings in policymaking for knowledge development in developing countries, including Iran, has not been sufficiently effective. A review of Iran's economic development trajectory compared with developed economies indicates that over the past four decades Iran has not succeeded in becoming an efficiency-based economy and has remained primarily dependent on material resources. This raises a critical question: why has Iran's economy failed to maintain and improve its competitiveness and achieve sustainable economic development? While knowledge development appears to be the

Keywords

Knowledge Development, Knowledge Ecosystem, Ecological Factors, Economic Development, Universities, Iran.

♦ Associate Professor of Higher Education Economics, Institute for Higher Education Research and Planning, Tehran, Iran, (Corresponding Author)
y.entezari@irpae.ac.ir
ORCID: 0000-0002-7018-0620

Cite This Paper: Entezari, Y. (2025). An Ecological Analysis of Knowledge Development in the Economy: Iranian Lessons from Global Data. *Rahyaft*, 35 (1), 31-54. (Persian).

DOI: 10.22034/RAHYAFT.2026.12150.1627



© The Author(s)
Publisher: National Research Institute for Science Policy (N.R.I.S.P)

obvious solution, the Iranian economy itself faces substantial weaknesses in this area. Recent global competitiveness, innovation, and knowledge indices indicate that, compared with at least 75 developed and developing economies, Iran lacks the necessary dynamism, efficiency, and effectiveness required for knowledge development.

Accordingly, this study aims to theoretically and empirically examine the effects of ecological factors—particularly the performance and conditions of knowledge ecosystems—on macro-level knowledge development. The analysis draws upon the theoretical foundations of knowledge ecology, knowledge ecosystems, and the national knowledge ecosystem approach.

To empirically investigate the effects of ecological factors on knowledge development, the study employs descriptive and normative approaches, a quantitative documentary method, global secondary data derived from national knowledge ecosystems, and structural equation modeling (SEM). The model consists of one latent dependent variable with four observable indicators, three latent mediating variables with nine observable indicators, and five latent independent variables with fourteen observable indicators. Data were extracted from the QS World University Rankings, the Human Freedom Index, the Economic Freedom Index, and the Global Innovation Index 2025 reports.

The findings reveal a strong influence of ecological factors—including personal freedom, economic freedom, political environment, regulatory environment, and soft infrastructure—on knowledge development in the economy. These factors contribute to knowledge development by shaping the behavior and performance of cognitive agents (such as firms) and metacognitive agents (such as universities), as well as their interactions within the ecosystem. Statistical analyses further indicate that although ecological factors improve the national performance and international interactions of universities, the national performance of universities does not significantly contribute to knowledge development in the economy, while international interactions of universities may even weaken it.

Three major conclusions emerge from these findings. First, the knowledge developed

within universities differs fundamentally from the knowledge developed in the economy. University knowledge is primarily subjective and explicit, whereas economic knowledge is more objective and tacit. Universities can therefore contribute more effectively to economic knowledge development when they transform subjective and explicit knowledge into objective and tacit knowledge. Second, ecological factors influence knowledge development through interactions among cognitive and metacognitive agents. Universities contribute to knowledge development mainly through interaction with other agents, and because the role of other actors is not fully represented in the model, the actual contribution of universities may not be fully captured. Third, because universities primarily generate global public explicit knowledge, such knowledge may leave the national ecosystem through international interactions before being transformed into objective economic knowledge within the domestic economy. Consequently, universities need both to develop objective knowledge and to transform subjective and explicit knowledge into objective and tacit forms.

The study therefore recommends gradual improvement of ecological factors—including personal freedom, economic freedom, political and regulatory environments, and soft infrastructure—through a transition toward knowledge-based and wise governance. It also suggests that universities should expand beyond their traditional missions and actively engage in the creation, absorption, diffusion, and transformation of objective knowledge in order to contribute more effectively to knowledge development in the economy.



تحلیل بوم‌شناختی توسعه دانش در اقتصاد: درس‌های ایرانی از داده‌های جهانی

♦ یعقوب انتظاری

۳۱

www.rahyaft.nrisp.ac.ir

چکیده

توسعه دانش، به‌مثابه عامل اصلی توسعه در سطوح فرد، سازمان و اقتصاد، از دیدگاه‌های مختلف روان‌شناختی، معرفت‌شناختی، مدیریت، اقتصاد و جامعه‌شناسی مطالعه شده است. اما در تمام این مطالعات از عوامل بوم‌شناختی انسانی که ممکن است بر توسعه دانش مؤثر باشند، غفلت شده است و خلأ دانایی در این رابطه به‌شدت احساس می‌شود. ازاین‌رو، هدف مقاله حاضر تحلیل نظری و تجربی تأثیر عوامل بوم‌شناختی، مانند عملکرد بوم‌سازگان دانش و شرایط زیست‌بوم دانش بر توسعه دانش در اقتصاد کلان است. برای این منظور از مبانی نظری بوم‌شناسی دانش، رویکرد بوم‌سازگان ملی دانش، روش اسنادی کمی، داده‌های ثانویه جهانی از بوم‌سازگان ملی دانش و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شده است. یافته‌های پژوهش حکایت از تأثیر قوی برخی عوامل بوم‌شناختی (آزادی شخصی، آزادی اقتصادی، محیط سیاسی، محیط تنظیم‌گری و زیرساخت‌های نرم) بر توسعه دانش در اقتصاد دارند. این عوامل از طریق کمک به رفتار و عملکرد عاملان شناختی (مانند بنگاه‌های تجاری)، عاملان فراشناختی (مانند دانشگاه‌ها) و تعاملات آن‌ها با یکدیگر و زیست‌بومشان به توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کنند. این در حالی است که تحلیل‌های آماری نشان می‌دهند به‌رغم کمک عوامل بوم‌شناختی به عملکرد ملی و تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها، عملکرد دانشگاه‌ها کمکی به توسعه دانش در اقتصاد نمی‌کنند و تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها تأثیر منفی بر توسعه دانش در اقتصاد دارند. این مسئله عمدتاً ناشی از ماهیت متفاوت دانشی است که در دانشگاه و اقتصاد توسعه می‌یابند. دانشی که در دانشگاه توسعه پیدا می‌کند، ذهنی و آشکار است. در مقابل، دانشی که در اقتصاد توسعه می‌یابد، عینی و پنهان است. در این وضعیت، دانشگاه‌ها زمانی می‌توانند به توسعه دانش در اقتصاد کمک کنند که اولاً، دانش عینی توسعه دهند؛ ثانیاً، دانش ذهنی و آشکار خود را به‌طور اثربخش به دانش عینی و ضمنی تبدیل کنند.

• نوع مقاله: پژوهشی

• دوره ۳۵ | شماره ۱ | پیاپی ۹۷ | فروردین ۱۴۰۴

• تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۰

• تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۰۲

• تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۲

• تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۳/۰۵

• صفحات: ۵۴-۳۱

• شاپای چاپی: ۱۰۲۷-۲۶۹۰

• شاپای الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۵۱۴

کلیدواژه‌ها

توسعه دانش، بوم‌شناسی انسانی، بوم‌شناسی دانش، بوم‌سازگان دانش، بوم‌سازگان ملی دانش، زیست‌بوم دانش.

♦ دانشیار گروه اقتصاد آموزش عالی مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی

آموزش عالی، تهران، ایران (پدیداور رابط)

y.entezari@irphe.ac.ir

ORCID: 0000-0002-7018-0620

استناد به این مقاله: انتظاری، ی. (۱۴۰۴). تحلیل بوم‌شناختی توسعه دانش در اقتصاد: درس‌های ایرانی از داده‌های جهانی. *راه‌یافت*، ۳۵ (۱)، صص. ۵۴-۳۱.

DOI: 10.22034/RAHYAFT.2026.12150.1627

ناشر: مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور
نویسندگان: © حق مؤلف



مقدمه

حتی نتوانسته است به یک اقتصاد کارا (مبتنی بر کارایی) تبدیل شود و همچنان به عنوان اقتصادی مبتنی بر منابع مادی باقی مانده است. حال این پرسش مطرح است: چرا اقتصاد ایران در طول چهل سال گذشته نتوانسته است رقابت پذیری خود در عرصه جهانی را حفظ کند، ارتقا دهد و به توسعه اقتصادی برسد؟ این مسئله ای حیاتی برای اقتصاد ایران در قرن بیست و یکم است. در ظاهر، راه حل روشن است: توسعه دانش. بررسی نمایه های جهانی رقابت پذیری (GCI, 2023)، نوآوری (GII, 2025) و دانش (GKI, 2024) در سال های اخیر، نشان می دهند که متأسفانه اقتصاد ایران در مقایسه با دیگر اقتصادهای جهان (حداقل ۷۵ اقتصاد جهان) توانایی، پویایی، کارایی و اثربخشی لازم برای توسعه دانش را ندارد (جدول ۱).

نظریه رشد درونزا (Salter and Martin, 2001)، نظریه اقتصاد تکاملی (Mazzoleni and Nelson, 2007)، نظریه اقتصاد دانش (Koster, 2023)، نظریه اقتصاد دانش بنیان (Ikazaki and Ikeshita, 2021; Jones et al, 2013) و نظریه توسعه دانش بنیان (Knight, 1995; Carrillo, 2014) در تعامل با یکدیگر نشان داده اند که توسعه و رقابت پذیری اقتصادی به طور مستقیم بر «توسعه دانش» متکی است. طبق این اصل، اقتصادهایی که می خواهند سطح توسعه و رقابت پذیری خود را ارتقا دهند، باید بتوانند دانش مورد نیاز خود را به طور پویا، کارا و اثربخش توسعه دهند.

بررسی وضعیت توسعه اقتصاد ایران در مقایسه با دیگر اقتصادهای جهان نشان می دهد که اقتصاد ایران در چهل سال گذشته

جدول ۱. وضعیت توسعه دانش در اقتصاد ایران در مقایسه با برخی کشورهای جهان در سال ۲۰۲۵

عملکرد بوم سازگان دانش		بوم سازگان دانش ایران		بوم سازگان دانش آلمان		بوم سازگان دانش انگلستان		بوم سازگان دانش ترکیه	
نمره	رتبه	نمره	رتبه	نمره	رتبه	نمره	رتبه	نمره	رتبه
۲۹/۶۶	۴۶	۵۲/۶۲	۸	۵۷/۸۱	۴	۳۲/۷۷	۳۵		
۳۵/۲۲	۹۲	۷۶/۴۲	۲۰	۲۳/۳۵	۳۷	۹۸/۳۵	۳۶		
۰۱/۳۱	۳۱	۲۸/۵۴	۱۰	۰۱/۶۰	۵	۴۰/۲۷	۳۵		
۸۸/۴۰	۲۴	۷۴/۴۴	۱۵	۱۲/۵۷	۴	۵۸/۳۳	۴۴		
۴۹/۱۰	۱۰۳	۹۱/۴۹	۱۴	۷۴/۵۰	۱۲	۱۲/۱۸	۷۱		

منابع: گزارش نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۵

کند. در این زمینه، وو (Wu, 2016) به طور تجربی نشان داده است که شناخت فردی، غوطه وری و جوهره دانش نقش مهمی در توسعه دانش فردی دارند.

توسعه دانش در سازمان، عمدتاً در رشته های مدیریت و اقتصاد مطالعه می شود. در این حوزه نیز مطالعات غنی وجود دارد. به طور نمونه، بهات (Bhatt, 2000) در مطالعات خود فرایند توسعه دانش در سازمان را فرایندی بی نظم و ساختار نیافته متشکل از چهار مرحله خلق دانش، جذب دانش، توزیع دانش و بررسی و بازنگری دانش دانسته است. از نظر هر توگ و هویزنگا (Hertog and Huizenga, 2000) توسعه دانش فرایند اساسی هر سازمانی است و وظیفه راهبردی شرکت ها و مؤسسات، افزایش اثربخشی آن است. بروکسورت (Bruxvoort, 2025) توسعه دانش در سطح سازمان را «طراحی و اجرایی برنامه هایی برای کسب، پالایش، ذخیره سازی، توزیع و استفاده از بهترین و به روزترین دانش در یک سازمان برای بهبود آن» تعریف کرده است. از نظر وی فرایند توسعه دانش بر مراحل مختلف دانش، مانند کسب دانش، ذخیره سازی، توزیع و استفاده از آن تمرکز دارد.

نخستین گام و شرط لازم برای بهبود در وضعیت اقتصادهای مبتنی بر منابع مادی مانند اقتصاد ایران، توسعه دانش سیاست گذاران در ارتباط با مفهوم «توسعه دانش» و «چگونگی توسعه دانش در نظام های اقتصادی» است. مفهوم توسعه دانش از دیدگاه ها، جنبه ها و سطح مختلف مطالعه شده است. توسعه دانش در سطح فردی عمدتاً در رشته های روان شناسی، علوم تربیتی و معرفت شناسی مطالعه می شود. بررسی ادبیات توسعه دانش فردی نشان داد که توسعه دانش فردی مسئله ای چندبعدی است که عمدتاً با رفتار شناختی فردی، سازگاری شناختی، غوطه وری در موقعیت، استفاده از فناوری، جوهره دانش و چسبندگی دانش مرتبط است. به طور نمونه، نظریه یادگیری موقعیتی لاوی و وینگر (Lave and Wenger, 1991) که امروزه به نظریه توسعه دانش فردی مشهور است، مدعی است که گیرنده دانش، عناصر دانش به دست آمده در فرایندهای اجتماعی را مرتب سازی، مرتبط سازی و بازسازی می کند تا دانش فردی خود را توسعه دهد. طبق آن، گیرنده دانش ساختار دانش را تا پایان توسعه، بارها و بارها سازمان دهی مجدد می کند تا توسعه دانش را تکمیل

به‌تازگی، روی (Roy, 2025) در سطح بوم‌سازگان نوآوری بخشی^۱، توسعه دانش را مجموعه فرایندهای تولید دانش، پالایش دانش، ترکیب دانش و تقویت دانش تعریف کرده است.

اما توسعه دانش در سطح کلان، عمدتاً در چهارچوب مفاهیمی همچون جامعه دانش، جامعه یادگیری (OECD, 2000) و اقتصاد یادگیری (Lundvel and Johnson, 1994) مطالعه می‌شود. طبق تعریف، جامعه دانش به جامعه‌ای اطلاق می‌شود که دانش مورد نیاز برای بهبود شرایط زندگی بشر را تولید می‌کند، به اشتراک می‌گذارد و برای استفاده در دسترس همه اعضای جامعه قرار می‌دهد (Phillips et al, 2017). جامعه یادگیری نیز تقریباً همین تعریف را دارد. طبق تعریف سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD, 2000)، جامعه یادگیری جامعه‌ای است که افراد را قادر می‌سازد در تمام طول زندگی خود، از گهواره تا گور، به یادگیری بپردازند و از دانش خود استفاده کنند و آن را به اشتراک بگذارند. اما اقتصاد یادگیری تعریف وسیع‌تری دارد. طبق مطالعات لاندول و جانسون (Lundvel and Johnson, 1994)، اقتصاد یادگیری یک نظام اقتصادی است که علاوه بر مردم، سازمان‌ها، مؤسسات و بنگاه‌ها نیز یادگیرنده هستند و هم به‌طور درون‌زا و هم از دیگر اقتصادها یاد می‌گیرند. آن‌ها از روش‌های متنوع یادگیری (مانند یادگیری به‌وسیله علم، فناوری، نوآوری و کارآفرینی دانش‌بنیان) برای توسعه دانایی استفاده می‌کنند. در کل، در مطالعات توسعه دانش از عوامل بوم‌شناختی که ممکن است بر توسعه دانش مؤثر باشند، غفلت شده است. حداقل دو خلأ مطالعاتی در این ادبیات قابل مشاهده است: (۱) تأثیر بوم‌سازگان دانش بر توسعه دانش؛ (۲) تأثیر عوامل و شرایط زیست‌بوم دانش بر توسعه دانش. هدف مقاله حاضر کمک به پر شدن این خلأها و توسعه دانش سیاست‌گذاری توسعه است. برای این منظور از نظریه جدیدی به نام «بوم‌شناسی دانش»^۲ و رویکرد جدیدی به نام «بوم‌سازگان دانش»^۳ استفاده می‌شود. در این راستا به پرسش‌های زیر پاسخ داده می‌شود:

۱. عملکرد دانشگاه‌ها، در جایگاه بوم‌سازگان‌های دانش، چه تأثیری بر توسعه دانش در اقتصاد دارد؟
۲. عوامل و شرایط «زیست‌بوم دانش»^۴ چه تأثیری بر توسعه دانش در اقتصاد دارند؟

برای پاسخ به این پرسش‌ها از رویکرد توصیفی، روش اسنادی، داده‌های ثانویه جهانی و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شده است. در این راستا، در بخش دوم مقاله، ابتدا نظریه بوم‌شناسی دانش، به‌عنوان نظریه‌ای مناسب برای تبیین چگونگی توسعه دانش

در اقتصاد، برجسته می‌شود؛ آنگاه بوم‌سازگان توسعه دانش، به‌مثابه چهارچوب مفهومی جدید برای تبیین توسعه دانش معرفی می‌شود. در بخش سوم نیز نوع داده‌ها، روش جمع‌آوری داده‌ها و روش تحلیل داده‌ها به‌طور کامل تشریح می‌شوند. در بخش چهارم نیز عوامل بوم‌شناختی احتمالاً مؤثر بر عملکرد بوم‌سازگان دانش به‌طور تجربی تحلیل و فرضیه‌های تحقیق آزمایش شده‌اند. در آخر، در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهاد‌های مقتضی ارائه می‌شود.

مبانی نظری پژوهش: بوم‌شناسی توسعه دانش

بوم‌شناسی، به مفهوم عام، یک رشته از علوم طبیعی زیستی است که تعاملات (رابطه متقابل) موجودات زنده با یکدیگر و زیست‌بومشان را مطالعه می‌کند (Alkistis, 2024). در این علم، مانند هر علم دیگری، دیدگاه‌ها و نظریه‌های متنوع شکل گرفته است. یکی از دیدگاه‌های برجسته در آن، دیدگاه بوم‌شناسی فرگشتی^۵ (Hendry, 2016; Smith, 2017; Fox et al, 2020) است که نقش کنش و واکنش (تعاملات) موجودات زنده نسبت به محیطشان در فرگشت آن‌ها را برجسته می‌کند. طبق بوم‌شناسی فرگشتی، انگیزه اولیه هر موجود زنده از تعامل با دیگر موجودات زنده (رقابت و همکاری) و با زیست‌بوم خود (کنش و واکنش)، زیست‌پذیری (گرایش ذاتی به بقا) بوده است؛ و تعامل موفق موجودات زنده با زیست‌بوم خود (تغذیه، گریز از شکارچیان و تولیدمثل)، بقا و فرگشت آن‌ها (به‌خصوص فرگشت اندام‌ها و سازوکارهای شناختی آن‌ها که عمدتاً برای حل مسائل زندگی فرگشت یافته‌اند) را به ارمغان آورده است.

از طرف دیگر، بوم‌شناسی عمومی را برحسب گونه‌های مختلف موجودات زنده می‌توان به شاخه‌های تخصصی‌تر تجزیه کرد. یکی از شاخه‌های مهم این علم، بوم‌شناسی انسانی^۶ (Marten, 2010; Devi T. V., 2019) است که تعاملات انسان‌ها با یکدیگر و زیست‌بومشان (محیط‌های اجتماعی، فیزیکی و طبیعی)، چگونگی فرگشت اندام‌ها و مکانیسم‌های شناختی انسان (Bradie, 1986)، مسائل انسانی، توسعه و تکامل دانش و توسعه انسانی را مطالعه می‌کند. در بوم‌شناسی انسانی نیز دیدگاه‌های متنوعی شکل گرفته است. یکی از آن‌ها بوم‌شناسی انسانی فرگشتی است (Smith, 2017; Foley, 1987; Ellison, 2017) که در چند دهه اخیر توسعه یافته است.

بوم‌شناسی انسانی نیز شاخه‌های متنوعی دارد؛ بوم‌شناسی توسعه انسانی و بوم‌شناسی دانش دو شاخه مرتبط و برجسته از بوم‌شناسی انسانی هستند. بوم‌شناسی توسعه انسانی رابطه بین توسعه انسانی و زیست‌بوم را در پنج سطح میکرو، مزو، اگزو، ماکرو و کرونو مطالعه می‌کند (Bronfenbrenner, 1979; Crawford, 2002).

5. Evolutionary Ecology
6. Human Ecology

1. Space Shuttle
2. Knowledge Ecology
3. Knowledge Ecosystem
4. Knowledge Biome

در امتداد آن، بوم‌شناسی دانش رابطه میان انسان و بدنه دانش (Wojciechowski, 2010) را در شش سطح فرد یادگیرنده، جمعیت یادگیرندگان، اجتماع یادگیرندگان، بوم‌سازگان دانش، زیست‌بوم دانش و زیست‌کره دانش مطالعه می‌کند (شکل ۱).

در بوم‌شناسی دانش ۱ نیز دیدگاه‌های متنوعی وجود دارد؛ به نظر می‌رسد دیدگاه فرگشتی یکی از برجسته‌ترین آن‌هاست. در بوم‌شناسی فرگشتی دانش، مفهوم دانش بسیار وسیع دیده می‌شود. دانش در واقع اساس زندگی و تکامل است. طبق بوم‌شناسی فرگشتی دانش، تعامل انسان با زیست‌بوم خود (به‌عنوان یک اصل بوم‌شناختی) مبتنی بر مسئله، در راستای حل مسئله و همراه با خلق دانش (Popper, 1985, 1994) بوده است. از این‌رو، دانش توانایی زندگی و حل مسئله تعریف شده است (Popper, 1994). طبق این تعریف، هر مسئله انسانی دانش خاص خود را دارد. براساس واحدهای بوم‌شناسی انسانی، مسائل انسانی را می‌توان در شش سطح برشمرد: فردی، جمعیتی، اجتماعی، بوم‌سازگانی، زیست‌بوم و زیست‌کره (شکل ۱). بر این اساس، در بوم‌شناسی دانش، دانش انسانی را می‌توان به شش سطح فردی، جمعیتی، اجتماعی، بوم‌سازگانی، زیست‌بومی و زیست‌کره‌ای طبقه‌بندی کرد (شکل ۱). بسته به موقعیت زیستی (معیشتی یا رفاهی) که هر واحد بوم‌شناختی در آن قرار دارد، مسئله آن‌ها را می‌توان به دو سطح زیست‌پذیری یا توسعه تقسیم کرد. بر این اساس، می‌توانیم دانش انسانی را به دو سطح دانش زیست‌پذیری و دانش توسعه تقسیم کنیم.

طبق نظریه بوم‌شناسی دانش، انسان‌ها برای تأمین نیازها و خواسته‌های خود، در تعامل با یکدیگر و زیست‌بومشان توانایی حل مسئله را که دانش نامیده می‌شود، خلق، جذب، ذخیره، استفاده و منتقل می‌کنند. گسترش و بهبود توانایی حل مسئله در طول زمان را که مستلزم گسترش و بهبود فرایندهای یادشده است می‌توان «توسعه دانش» نامید. معرفت‌شناسان فرگشتی (Campbell, 1960; Popper, 1962, 1985) توسعه دانش را از منظر بوم‌شناختی تعریف کردند و نشان دادند که واحدهای دانش، به‌ویژه نظریه‌های علمی، توسط انتخاب طبیعی رشد، توسعه و تکامل می‌یابند؛ یک نظریه علمی کم‌وبیش با تغییرات در بدنه دانش پیرامون آن تأیید می‌شود. از نظر آن‌ها، سلسله‌مراتبی از «فرایندهای تغییر کور و حفظ‌گزینی» به‌هم‌پیوسته در طبیعت وجود دارد که نه‌تنها توسعه فرگشتی مبانی زیست‌شناختی دانش انسانی، بلکه توسعه فرگشتی علوم جدید را نیز توضیح می‌دهد. آن‌ها نشان دادند که نظریه‌ها و مفاهیم از شرایط محیطی «شکل می‌گیرند» (Bradie, 2011). پوپر حتی فراتر رفت و نشان داد که موجودات زیست‌شناختی «نظریه‌های» تجسم‌یافته و نظریه‌های علمی «اندام‌های» غیر تجسم‌یافته هستند (Bradie, 2011).

1. Knowledge Ecology

(2011).

توسعه دانش نیز بوم‌شناسی خاص خود را دارد (Cummings, 2011; Powell & Pels, 2011) که چگونگی توسعه دانش در سطوح مختلف بوم‌شناختی دانش را مطالعه می‌کند. براساس مؤلفه‌های توسعه دانش، بوم‌شناسی توسعه دانش را می‌توان به شاخه‌های متنوع «بوم‌شناسی یادگیری» (Barnett and Norman, 2019; Finke, 2004; Hill, Wilson & Watson, 2004)، «بوم‌شناسی علم» (Hayashi, 1993; Fox, 2024) و «بوم‌شناسی نوآوری» (Root, 2023) تقسیم کرد.

تمرکز بوم‌شناسی توسعه دانش عمدتاً بر بوم‌سازگان توسعه دانش است. طبق تعریف، بوم‌سازگان توسعه دانش (KDE) کلیت به‌هم‌پیوسته‌ای از عاملان و ذی‌نفعان فراشناختی است که برای خلق، جذب، اشتراک‌گذاری و استفاده از دانش جدید با یکدیگر و زیست‌بومشان تعامل می‌کنند (Voda, Bortos and Şoitu, 2023). عاملان و ذی‌نفعان فراشناختی برای تشکیل و حمایت از فرایندها و سازوکاری توسعه دانش ابزارها و پلتفرم‌های خاصی را توسعه می‌دهند (Voda, Bortos and Şoitu, 2023). ویژگی اصلی بوم‌سازگان توسعه دانش، تولید دانش جدید و راه‌حل‌های ارزشمند و نامحدود برای بازیگران شرکت‌کننده است که نوآوری را هدایت می‌کنند، تصمیم‌گیری را بهبود می‌بخشند و از یادگیری و رشد پشتیبانی می‌کنند (Voda, Bortos and Şoitu, 2023). به‌طور عینی، این بوم‌سازگان از دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیق و توسعه، شرکت‌های دانش‌بنیان، دولت، رسانه‌های مدرن و سازمان‌های مردم‌نهاد تشکیل شده است.

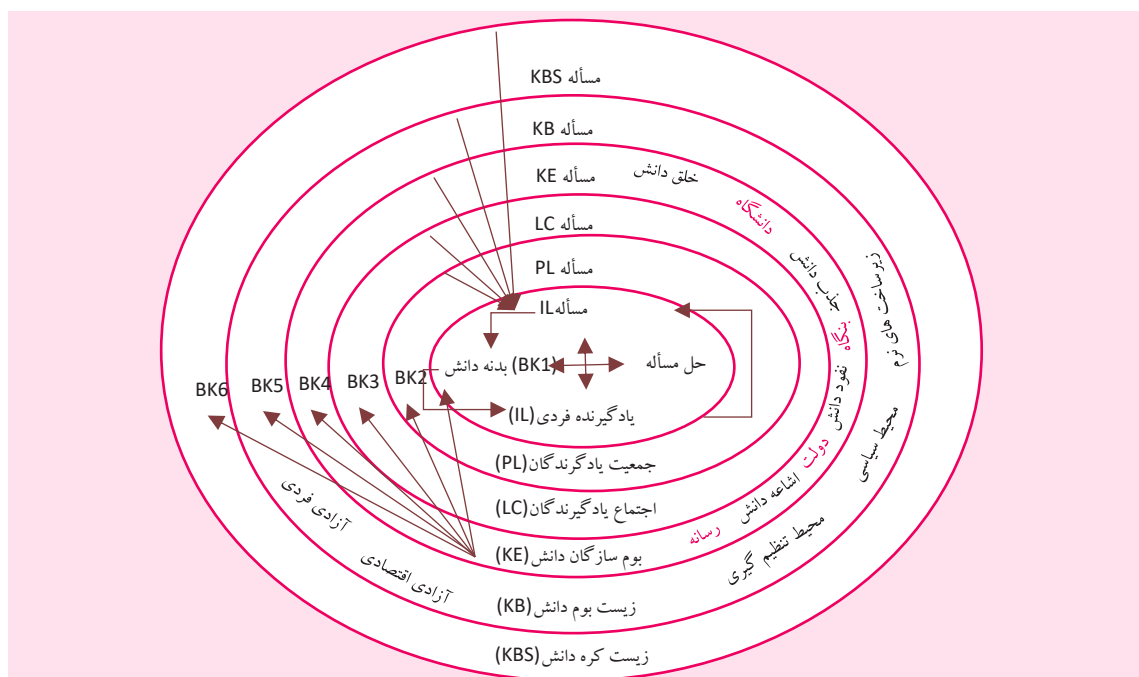
هسته اصلی فعالیت‌های توسعه دانش را دانشمندان در گروه‌های علمی در دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها تشکیل می‌دهند و اداره می‌کنند. علاوه بر دانشمندان، دانشجویان نیز نقشی اساسی در فعالیت‌های توسعه دانش ایفا می‌کنند. دانشمندان برای تفکر، نظریه‌پردازی و آزمایش فرضیه‌ها به فضای کاری فیزیکی مناسب، همکاران منتقد، دانشجویان علاقه‌مند، تجهیزات آزمایشگاهی پیشرفته، منابع انسانی پشتیبان و منابع مالی کافی نیاز دارند. این امکانات در کنار هم، یک دانشکده یا مؤسسه علمی را تشکیل می‌دهند؛ دانشکده‌ها و مؤسسات علمی به همراه کارکنان و فضای پشتیبانی، یک دانشگاه را تشکیل می‌دهند که از منظر بوم‌شناسی دانش، میکروسیستم نامیده می‌شود (شکل ۱). در سطح خرد، دانشمندان دانش علمی را براساس شناسایی مسئله، نظریه‌پردازی و توسعه فرضیه‌ها و پیش‌بینی‌های قابل آزمایش درباره جهان هستی، ایجاد و سازمان‌دهی می‌کنند (Heilbron, 1999; Wilson, 2003). در این سطح، فرایند ایجاد دانش علمی درباره یک مسئله از سوی جامعه‌ای از دانشمندان، فرایندی تصادفی است؛ یعنی از قبل مشخص نیست که آیا تلاش‌های فکری دانشمندان

از دانشمندان و دانشجویان (مانند خانواده‌ها، انجمن‌های علمی و نهادهای عمومی مرتبط) بوم‌سازگان آموزش عالی را تشکیل می‌دهند که از منظر بوم‌شناسی دانش، مزوسیستم توسعه دانش نامیده می‌شود (شکل ۱)؛ میزان استقلال و آزادی دانشگاه‌ها در این تعاملات از جمله عوامل بوم‌شناختی در این سطح هستند. دانشگاه‌ها در یک منطقه جغرافیایی در تعامل با یکدیگر و دیگر ذی‌نفعان دانش علمی (مانند دیگر نهادهای علمی، سازمان‌های غیردولتی، سازمان‌های دولتی، کارفرمایان، کسب‌وکارها، رسانه‌های سنتی و مدرن) بوم‌سازگان نوآوری را تشکیل می‌دهند که از منظر بوم‌شناسی دانش، اگزوسیستم توسعه نامیده می‌شود. بوم‌سازگان توسعه دانش بسیار شبیه به مزوسیستم توسعه است، زیرا از میکروسیستم‌هایی تشکیل شده است که با یکدیگر تعامل دارند. با این حال، در اگزوسیستم، حداقل یکی از میکروسیستم‌ها نمی‌تواند دانشمندان و دانشجویان را در مرکز این سیستم قرار دهد.

به نتیجه خواهد رسید یا خیر؛ زیرا آن‌ها اساساً در جست‌وجوی ناشناخته‌ها هستند و مشخص نیست که به آن دست خواهند یافت یا خیر. با این حال، عواملی وجود دارند که احتمال کشف یا خلق دانش را افزایش می‌دهند. فراوانی نظریه‌های علمی (تعداد دانشمندان فعال)، کیفیت هر نظریه و امکانات آزمایشگاهی برای هر نظریه از جمله عواملی هستند که احتمال خلق دانش را افزایش می‌دهند.

کیفیت نظریه‌هایی که دانشمندان ارائه می‌دهند به عوامل زیستی (مانند هوش و استعداد دانشمندان در ارتباط با مسئله)، عوامل روان‌شناختی (مانند دانش، تجربه تحقیقاتی و تخیل دانشمندان در ارتباط با مسئله) و عوامل بوم‌شناختی (مانند آزادی علمی، استقلال و درآمدی که دانشمندان از فعالیت‌های علمی به دست می‌آورند؛ میزان دسترسی دانشمندان به اطلاعات دقیق، فناوری اطلاعات؛ و کمیت و کیفیت تعاملات دانشمندان برای پیش‌تازی در اکتشافات علمی و انتشار نتایج تحقیقات) بستگی دارد.

دانشگاه‌ها در یک منطقه جغرافیایی (یا فعال در یک قرارداد اجتماعی) در تعامل با یکدیگر و دیگر میکروسیستم‌های متشکل



شکل ۱. سطوح یا واحدهای تحلیل در بوم‌شناسی دانش، با تمرکز بر بوم‌سازگان دانش و زیست‌بوم دانش (یافته‌های نویسنده)

با هدف یادشده در سطوحی که اشاره شد، مستلزم تغییر متقابل مؤثر در هریک از سازوکارهای بوم‌سازگان توسعه دانش به شرح زیر است

۱. خلق دانش جدید در درون بوم‌سازگان توسعه دانش؛
۲. جذب دانش از دیگر بوم‌سازگان‌های توسعه دانش؛
۳. نفوذ دانش به بوم‌سازگان و زیست‌بوم انسانی؛ و

چهار چوب مفهومی

در اینجا، با الهام از نظریه بوم‌شناسی دانش، توسعه دانش را تغییر در بدنه دانش به منظور حل مسائل و مشکلات رقابت‌پذیری و توسعه انسانی پایدار در تمام سطوح بوم‌شناختی (یا واحدهای بوم‌شناختی) تعریف می‌کنیم. براساس این تعریف، هر تغییر کوچک در بدنه دانش

۴. اشاعه دانش در بومسازگان توسعه دانش، زیست‌بوم دانش و زیست‌کره دانش.

طبق نظریه بوم‌شناسی دانش، تغییر متقابل مؤثر در این سازوکارها در چهارچوب بومسازگان خاصی به نام بومسازگان توسعه دانش و زیست‌بوم آن رخ می‌دهد. بنابراین، تغییر متقابل مؤثر در سازوکارهای یادشده می‌تواند تحت تأثیر عوامل متنوع بوم‌شناختی، مانند رفتار و عملکرد ذی‌نفعان و عاملان شناختی، تعاملات ذی‌نفعان و عاملان شناختی با یکدیگر، کنش و واکنش ذی‌نفعان و عاملان شناختی به زیست‌بوم خود، موجودی منابع، امکانات و فرصت‌های مناسب برای خلق، جذب، نفوذ و اشاعه دانش در زیست‌بوم و شرایط زیست‌بوم باشد. در ادامه چگونگی تأثیرگذاری این عوامل در سازوکارهای یادشده و نتایج آن‌ها به‌طور نظری تبیین می‌شود.

نقش عوامل بوم‌شناختی در سازوکار خلق دانش (تولید دانش): منظور از خلق دانش، تولید دانش مؤثر برای توسعه انسانی پایدار است. عاملان فراشناختی، مانند دانشمندان، دانشجویان، دانشگاه‌ها، مؤسسات پژوهشی و مراکز تحقیق و توسعه (وابسته به بنگاه‌های صنعتی) در تعامل با یکدیگر و در کنش و واکنش با زیست‌بوم خود، سازوکار خلق دانش (یادگیری به‌وسیله انجام، یادگیری به‌وسیله استفاده و پژوهش) را توسعه می‌دهند. نتایج این سازوکار پیش از هر چیز تحت تأثیر عملکرد عاملان فراشناختی، کیفیت تعامل آن‌ها با یکدیگر و کیفیت کنش و واکنش آن‌ها با زیست‌بومشان است (Blute, 2023; Fukuda, 2020; Singh et al, 2024).

تولیدات علمی یکی از ابعاد مهم خلق دانش است که عمدتاً در دانشگاه‌ها انجام می‌شود. برخی محققان (Boschma et al, 2014; Chinazzi et al, 2019; Guevara et al, 2016) نشان دادند که ظرفیت‌های علمی موجود در بومسازگان توسعه دانش نقش تعیین‌کننده‌ای در پیشرفت علمی کشورها ایفا می‌کنند. مطالعات بوم‌شناسی علم (Byerly & Roger, 1995) نشان می‌دهند که توسعه علمی در یک کشور، پیش از هر چیز، تابعی از عملکرد دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی است. عملکرد دانشگاه‌ها نیز تحت تأثیر شرایط زیست‌بومی است که در آن شکل می‌گیرند و فعالیت می‌کنند (Entezari, 2025; Entezari and Largani, 2024). به نظر می‌رسد در یک زیست‌بوم باز، با اقتصاد آزاد، با حکمرانی خوب و زیرساخت‌های نرم پیشرفته، دانشگاه‌ها عملکرد بهتری در تولید دانش دارند؛ با سایر عاملان فراشناختی بهتر و بیشتری تعامل می‌کنند و تعامل بهتری با عاملان غیرشناختی زیست‌بوم خود دارند. همچنین به نظر می‌رسد، زیست‌بوم باز با اقتصاد آزاد، با حکمرانی خوب و زیرساخت‌های نرم پیشرفته، بهتر و بیشتر به تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها در تولید دانش کمک می‌کند؛ چون تعاملات بهتری با عاملان فراشناختی بین‌المللی دارند.

برخی محققان تأثیر برخی اجزای بومسازگان دانش و زیست‌بوم را بر پیشرفت علمی بررسی کرده‌اند. مثلاً، لیوینگستون (Livingstone, 2010) نقش فضای جغرافیایی، کوزلوفسکی و همکاران (Kozlowski et al., 1999) نقش رویدادهای تاریخی، کومار و همکاران (Kumar et al, 2016) نقش رشد اقتصادی، موئد (Moed, 2005) نقش سیاست‌های دولتی بر پیشرفت علمی را مطالعه کرده‌اند. تعداد قابل توجهی از محققان (از جمله May, 1997; King, 2004; Cimini, 2004; Lee et al., 2011; Stephan, 2012; et al., 2014) نقش شرایط اقتصادی بر پیشرفت علمی را بررسی کرده‌اند. ست (Seth, 2009) نیز نقش استعمار (به‌عنوان عامل مرتبط با زیست‌کره) را بر توسعه علمی بررسی کرد. به‌تازگی میاو و همکاران (Miao et al, 2022) نشان داده‌اند که زیرساخت‌های علمی در سطح ملی و سازمان‌دهی جهانی علوم و شبکه‌های ارتباطی رشته‌ها در پیشرفت علمی کشورها مؤثرند.

نقش عوامل بوم‌شناختی در سازوکار جذب دانش: منظور از جذب دانش در اقتصاد، انتقال مؤثر دانش از سایر بومسازگان توسعه دانش برای توسعه انسانی پایدار در یک اقتصاد است. انواع دانش (آشکار و ضمنی) با سازوکارهای مختلف در اقتصاد جذب می‌شوند. دانش آشکار موجود در دیگر بومسازگان‌ها در سطح جهان، عمدتاً از طریق همکاری‌های بین‌المللی بومسازگان‌ها در فعالیت‌های علمی، آموزش عالی و تحقیق و توسعه جذب می‌شود. اما دانش ضمنی (به‌ویژه دانش نهاده‌شده در مصنوعات) از طریق سرمایه‌گذاری‌های خارجی و انتقال سرمایه انسانی، سرمایه فکری و سرمایه فیزیکی در چهارچوب بومسازگان‌های کسب‌وکارهای دانش‌بنیان در اقتصاد جذب می‌شود. شرکت‌های تجاری نقشی اساسی در این بومسازگان‌ها ایفا می‌کنند. به نظر می‌رسد این رفتارها و فعالیت‌ها در یک زیست‌بوم باز و آزاد، با حکمرانی خوب، آزادی علمی، استقلال دانشگاه‌ها، آزادی اقتصادی، و زیرساخت‌های نرم پیشرفته، نتایج بهتری به بار می‌آورند. همچنین به نظر می‌رسد در یک زیست‌بوم باز تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها بهتر به جذب دانش کمک می‌کند.

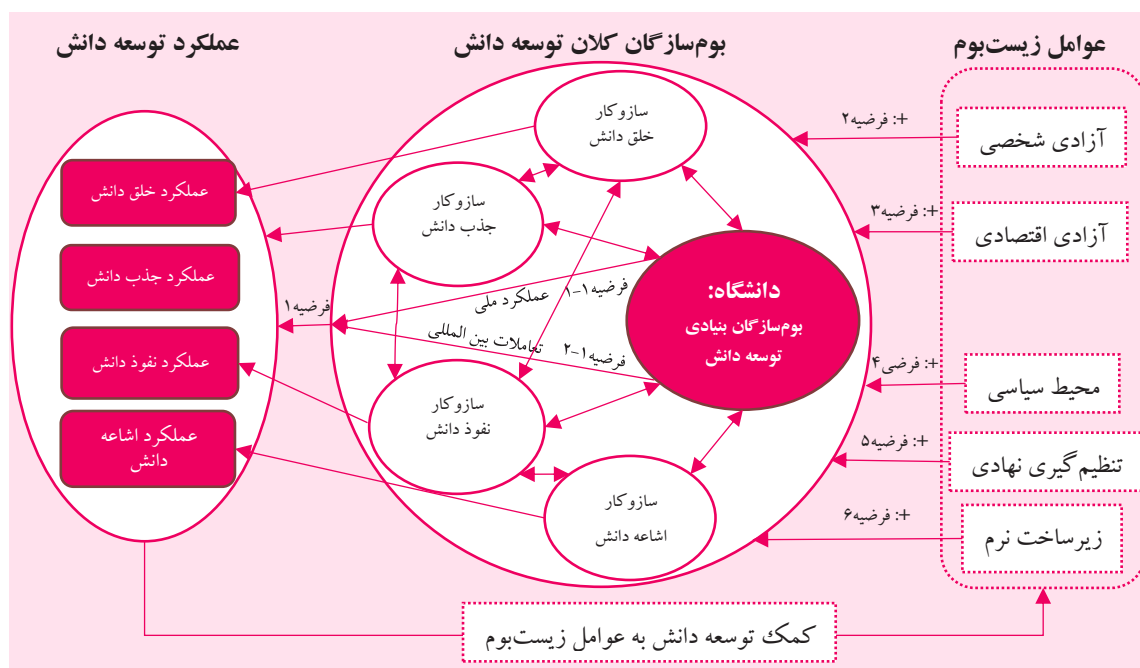
نقش عوامل بوم‌شناختی در سازوکار نفوذ (تأثیر) دانش: منظور از نفوذ دانش در اقتصاد، کمک پیوسته دانش جدید به توسعه انسانی پایدار از طریق استفاده از دانش جدید در فعالیت‌های اقتصادی است. دانش جدید (اعم از صریح و ضمنی) عمدتاً از طریق نوآوری، کارآفرینی نوآورانه و استفاده از سرمایه انسانی جدید در فرایندهای تولید و ساخت در بومسازگان‌های نوآوری، کارآفرینی و کسب‌وکارهای دانش‌بنیان در اقتصاد نفوذ می‌کند و بر توسعه انسانی پایدار تأثیر می‌گذارد. این بومسازگان‌ها زمانی رونق می‌گیرند و عملکرد خود را بهبود می‌بخشند که زیست‌بوم مطلوبی داشته باشند. آزادی اقتصادی، رقابت اقتصادی، محیط پویای کسب‌وکار، حکمرانی خوب و زیرساخت‌های نرم پیشرفته

دارد، از طریق صدور سرمایه انسانی، سرمایه فکری و سرمایه فیزیکی در بوم‌سازگان‌های تجاری مبتنی بر دانش انجام می‌شود. از این‌رو، دانشگاه‌ها با اقدام به نوآوری و کارآفرینی نوآورانه بهتر می‌توانند به اشاعه دانش ضمنی کمک کنند. از طرف دیگر، آزادی اقتصادی، حکمرانی خوب، محیط مطلوب کسب‌وکار و زیرساخت‌های نرم بیشتر از دیگر شرایط زیست‌بوم بر اشاعه دانش ضمنی تأثیر می‌گذارند؛ چون در این شرایط تعاملات عاملان اقتصادی بیشتر می‌شود. اما به نظر می‌رسد در زیست‌بوم باز تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها موجب تضعیف اشاعه دانش ضمنی در اقتصاد می‌شود، چون دانشگاه‌ها عمدتاً دانش آشکار را ترویج می‌کنند.

با توجه به مباحث بالا، به نظر می‌رسد عوامل بوم‌شناختی که بر یکدیگر مؤثرند، هم از طریق کمک به عملکرد ملی دانشگاه‌ها و هم به‌طور مستقیم بر توسعه دانش تأثیر می‌گذارند. اما به نظر می‌رسد میزان تأثیر تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش در یک اقتصاد مبهم است. در هر صورت، می‌توانیم شش فرضیه بوم‌شناختی درباره توسعه دانش در اقتصاد را به‌صورت شکل ۲ ترسیم کنیم.

از جمله ویژگی‌های یک زیست‌بوم خوب هستند؛ چون در این شرایط تعاملات رقابتی عاملان شناختی بیشتر می‌شود. به نظر می‌رسد در زیست‌بوم باز تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها نفوذ دانش جدید در اقتصاد ملی را تضعیف می‌کند؛ چون موجب جریان آزاد دانش فناورانه بر مبنای بازدهی نوآوری و فناوری در بین کشورها می‌شوند. در واقع، در زیست‌بوم باز، دانش فناورانه دانشگاه‌ها در اقتصادهایی نفوذ می‌کنند که سود بیشتری به نوآوری و کارآفرینی نوآورانه پرداخت می‌کنند.

نقش عوامل بوم‌شناختی در سازوکار اشاعه دانش در اقتصاد: منظور از اشاعه دانش، رسانش آن به تک‌تک اعضای جامعه و اعضای اقتصاد است. سازوکارهای اشاعه دانش صریح و ضمنی متفاوت‌اند. اشاعه دانش صریح عمدتاً از طریق رسانه‌های سنتی و مدرن، آموزش، کتاب‌ها و مجلات علمی انجام می‌شود. از این‌رو، دانشگاه‌ها می‌توانند نقش مهمی در اشاعه این نوع دانش داشته باشند. جامعه باز و نظام سیاسی دموکراتیک که اهمیت بسیاری به جریان آزاد اطلاعات و دانش می‌دهند، بیشتر و بهتر از دیگر شرایط زیست‌بوم بر اشاعه دانش صریح کمک می‌کنند. اما دانش ضمنی که عمدتاً در مصنوعات و انسان‌ها نهاده می‌شود و قدرت بیشتری برای حل مسائل و مشکلات



شکل ۲. چهارچوب تحلیلی و فرضیه‌های بوم‌شناختی توسعه دانش در اقتصاد (یافته‌های نویسنده)

«خلق دانش» در اقتصاد، «نفوذ دانش» در اقتصاد (یادگیری، خلاقیت و نوآوری) و «اشاعه دانش» در اقتصادها سنجیده می‌شود. بنابراین، توسعه دانش سازهای پنهان است که با متغیرهای جذب دانش، خلق دانش، نفوذ دانش و اشاعه دانش اندازه‌گیری می‌شود. داده‌های ثانویه و پالایش‌شده این متغیرها که خود با چندین شاخص اندازه‌گیری

روش پژوهش

همان‌طور که اشاره شد، یکی از اهداف مقاله حاضر تحلیل آماری تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر توسعه دانش بوده است. در بخش نظری مقاله، «توسعه دانش» که متغیر وابسته است، به‌عنوان تغییر مؤثر در بدنه دانش تعریف شد که با متغیرهای «جذب دانش» از سایر اقتصادها،

می‌شوند، از گزارش «شاخص نوآوری جهانی»^۱ در سال ۲۰۲۴ جدول ۲ نشان داده شده‌اند. واحد مشاهده این متغیرها کشور و تعداد استخراج شده است. عواملی که این متغیرها را شکل می‌دهند در

جدول ۲. متغیرهای تعیین‌کننده — توسعه دانش (متغیر وابسته پنهان)

نام سازه	علامت سازه	متغیرهای سازنده	منابع داده‌ها
جذب دانش Knowledge absorption	KA	- پرداخت‌های مالکیت معنوی، درصد کل تجارت - واردات فناوری پیشرفته، درصد کل تجارت - واردات خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات، درصد کل تجارت - جریان خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، درصد تولید ناخالص داخلی - استعدادهای تحقیقاتی، درصد در کسب‌وکارها	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
خلق دانش Knowledge creation	KC	- اختراعات براساس مبدأ/میلیارد برابری قدرت خرید/تولید ناخالص داخلی - اختراعات PCT براساس مبدأ/میلیارد برابری قدرت خرید/تولید ناخالص داخلی - مدل‌های کاربردی براساس مبدأ/میلیارد برابری قدرت خرید/تولید ناخالص داخلی - مقالات علمی و فنی/میلیارد برابری قدرت خرید/تولید ناخالص داخلی - اسناد قابل استناد H-index	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
نفوذ دانش Knowledge impact	KI	- رشد بهره‌وری نیروی کار، درصد - ارزش‌گذاری یونیکورن، درصد تولید ناخالص داخلی - هزینه‌های نرم‌افزار، درصد تولید ناخالص داخلی - تولید با فناوری پیشرفته، درصد	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
اشاعه دانش Knowledge diffusion	KD	- درآمد حاصل از مالکیت معنوی، درصد کل تجارت - پیچیدگی تولید و صادرات - صادرات فناوری پیشرفته، درصد کل تجارت - صادرات خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات، درصد کل تجارت - کیفیت ISO 9001/میلیارد دلار PPP تولید ناخالص داخلی	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴

منبع: یافته‌های نویسنده

است. براساس این شاخص‌ها، عملکرد دانشگاه‌ها را به دو بخش ملی و تعاملات بین‌المللی می‌توان تقسیم کرد. عملکرد ملی دانشگاه را نیز دو بخش عملکرد استاندارد و عملکرد مأموریت‌های جدید می‌توان تقسیم کرد. شاخص‌های تعیین‌کننده این دو بخش عملکرد در جدول ۳ نشان داده شده است. واحد مشاهده در این متغیرها دانشگاه است و تعداد مشاهدات ۱۵۰۰ دانشگاه در کشورهای جهان است.

همچنان‌که در بخش چهارچوب مفهومی بحث شد، جذب دانش، خلق دانش، نفوذ دانش و اشاعه دانش در اقتصادها سازوکارهایی هستند که عملکردشان تحت تأثیر عملکرد دانشگاه‌ها در پژوهش، آموزش عالی، انتشارات، خدمات اجتماعی و نوآوری است. عملکرد دانشگاه‌ها در عرصه جهانی سالانه در مؤسسه «QS» اندازه‌گیری، رتبه‌بندی و گزارش می‌شود. در گزارش سال ۲۰۲۴ رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهانی، عملکرد دانشگاه با استفاده از نه شاخص اندازه‌گیری شده

جدول ۳. متغیرهای میانی - عملکرد دانشگاه‌ها

نام متغیر پنهان	علامت متغیر پنهان	متغیر آشکار	علامت متغیر آشکار	منابع داده‌ها
عملکرد جدید	PERFO	اشتغال‌پذیری	EOT	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»
		پایداری	SUS	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»

نام متغیر پنهان	علامت متغیر پنهان	متغیر آشکار	علامت متغیر آشکار	منابع داده‌ها
عملکرد استاندارد	PERF1	شهرت علمی دانشگاه	ACR	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»
		شهرت کارفرمایی	EMR	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»
		اسنادها به ازای هر هیئت علمی	CPF	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»
		نسبت استاد به دانشجو	FTS	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»
تعاملات بین‌المللی	PERF2	دانشجوی بین‌المللی	IST	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»
		هیئت علمی بین‌المللی	IFA	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»
		شبکه بین‌المللی تحقیقات	IRN	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان «QS»

منبع: یافته‌های نویسنده

طبق فرضیه‌های مطرح‌شده در بخش چهارچوب مفهومی، عوامل بوم‌شناختی (مشخصه‌های زیست‌بوم) هم به واسطه تأثیرگذاری بر عملکرد دانشگاه‌ها و هم به‌طور مستقیم توسعه دانش در اقتصاد را تحت تأثیر قرار می‌دهند. آزادی شخصی، آزادی اقتصادی، محیط سیاسی، محیط تنظیم‌گری و زیرساخت‌های نرم از جمله این عوامل اند. علائم و شاخص‌های اندازه‌گیری این متغیرهای پنهان و منابع داده‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. واحد مشاهده این متغیرها اقتصاد و تعداد مشاهدات نیز ۱۳۳ اقتصاد جهان است

جدول ۴. متغیرهای مستقل - عوامل بوم‌شناختی

نام متغیر پنهان	علامت متغیر پنهان	متغیر آشکار	علامت متغیر آشکار	منابع داده‌ها
آزادی شخصی	PF	آزادی مذهب	FACE	نمایه آزادی انسان
		آزادی بیان و جریان اطلاعات	FOR	نمایه آزادی انسان
آزادی اقتصادی	EF	آزادی کسب‌وکار	BUF	نمایه آزادی اقتصادی
		آزادی بازار کار	LAF	نمایه آزادی اقتصادی
		آزادی تجارت	RTF	نمایه آزادی اقتصادی
محیط سیاسی	PE	ثبات سیاسی و عدم خشونت	POS	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
		اثربخشی دولت	GEF	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
محیط تنظیم‌گری	RE	کیفیت تنظیم‌گری	RQ	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
		حاکمیت قانون	RL	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
		حقوق مالکیت	PR	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
		اثربخشی قضایی	JEF	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
زیرساخت‌های نرم	SIF	دسترسی به فناوری اطلاعات	ICT-A	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
		استفاده از فناوری اطلاعات	ICT-U	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴
		خدمات برخط دولت	GOS	نمایه جهانی نوآوری ۲۰۲۴

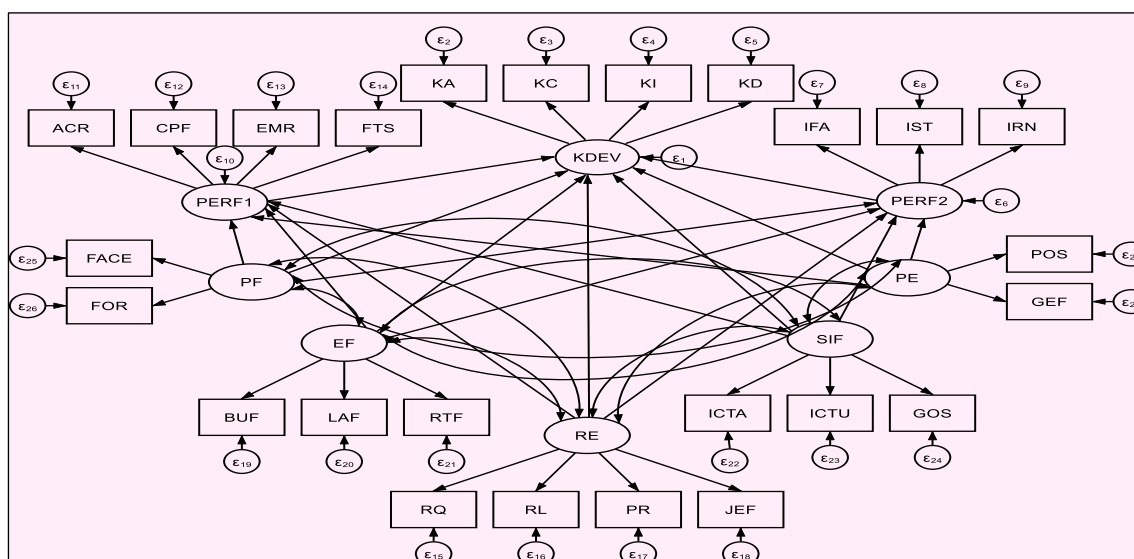
منبع: یافته‌های نویسنده

مدل‌های مرسوم در مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) در واقع از دو بخش تشکیل شده‌اند: (۱) مدل اندازه‌گیری که چگونگی توضیح و تبیین متغیرهای پنهان با متغیرهای آشکار مربوط را بررسی می‌کند؛ و (۲) مدل ساختاری که رابطه متغیرهای پنهان با یکدیگر را

با توجه به چهارچوب مفهومی، مدل عمومی (شکل ۴)، ماهیت متغیرهای پژوهش و ساختار داده‌ها، برای تخمین مدل، تحلیل یافته‌ها و آزمون فرضیه‌ها از روش آماری مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) استفاده شده است.

پارامترهای ثابت، آزاد و مقید مناسب) مشخص شد. نتیجه این مرحله در دو ستون اول جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به این جدول و مبانی نظری پژوهش، مدل عمومی پژوهش را به صورت شکل ۳ می توان نشان داد.

نشان می دهد. با پیروی از این روش، در پژوهش حاضر مدل سازی در پنج مرحله صورت گرفته است. در گام اول، مدل براساس نظریه تدوین شده است. در تدوین مدل، تعداد متغیرهای پنهان مدل، تعداد متغیرهای آشکار، روابط بین متغیرهای پنهان و آشکار مربوط، الگوی روابط بین متغیرهای پنهان و محدودیت های مدل (مشخص کردن



شکل ۳. مدل عمومی معادلات ساختاری تأثیر عوامل بوم شناختی بر عملکرد دانشگاه ها و توسعه دانش (یافته های نویسنده)

با توجه به شکل ۳ فرضیه های پژوهش را به صورت جدول ۵ می توان بازتعریف کرد. در این جدول متغیرهای واسطه و وابسته در ستون ها و متغیرهای مستقل در سطرها قرار داده شده است.

جدول ۵. فرضیه های فرعی و اصلی تأثیر عوامل بوم شناختی بر توسعه دانش

مستقل وابسته	اثر بر عملکرد ملی (PERF1) دانشگاه	اثر بر عملکرد بین المللی (PERF2) دانشگاه	اثر مستقیم بر توسعه دانش (KD) مستقیم بر	کل تأثیر بر توسعه دانش (SD)
۱-۱- عملکرد استاندارد دانشگاه	---	---	فرضیه ۱-۱	فرضیه ۱
۲-۱- عملکرد مأموریت های جدید	---	---	فرضیه ۲-۱	فرضیه ۱
۳-۱- تعاملات بین المللی دانشگاه	---	---	فرضیه ۳-۱	فرضیه ۱
۲- آزادی شخصی (PF)	فرضیه ۱-۲	فرضیه ۲-۲	فرضیه ۳-۲	فرضیه ۲
۳- آزادی اقتصادی (EF)	فرضیه ۱-۳	فرضیه ۲-۳	فرضیه ۳-۳	فرضیه ۳
۴- محیط سیاسی (RE)	فرضیه ۱-۴	فرضیه ۲-۴	فرضیه ۳-۴	فرضیه ۴
۵- محیط تنظیم گیری (RE)	فرضیه ۱-۵	فرضیه ۲-۵	فرضیه ۳-۵	فرضیه ۵
۶- زیرساخت های نرم (BE)	فرضیه ۱-۶	فرضیه ۲-۶	فرضیه ۳-۶	فرضیه ۶

گام سوم برازش مدل است. این اقدام شامل روش هایی است که برای برآورد پارامترهای مدل استفاده می شوند. برآورد پارامترها آن قدر تکرار می شود تا مدل مورد نظر در یک مجموعه نهایی از پارامترهای برآورد شده همگرا شود. در گام چهارم مدل آزمون شده است. در این مرحله چندین ارزیابی صورت می گیرد. اولین ارزیابی، ارزیابی برازش

گام بعدی تشخیص مدل است. تشخیص مدل یعنی آیا برای هریک از پارامترهای آزاد، می توان یک مقدار منحصربه فرد از روی داده ها به دست آورد. تخمین های اولیه نشان می دهد که از داده های مطرح شده در بالا تخمین های منحصربه فردی برای پارامترها حاصل می شود.

در نرم‌افزار «STATA.MP17» که برای تخمین و تحلیل مدل استفاده شده است، تعداد متنوعی از آمارها برای ارزیابی برازش مدل گزارش می‌شود. آمارهای مختلف، جنبه‌های متفاوتی از برازش مدل را انعکاس می‌دهند. مثلاً آماره مجذور خی (χ^2) برازش مدل را در مقابل مدل اشباع‌شده و آزمون پایه در مقابل مدل اشباع‌شده را گزارش می‌دهد. این آماره معمولاً در پایین جدول خروجی مدل‌سازی معادلات ساختاری گزارش می‌شود. دیگر آماره‌های مفید برای ارزیابی مدل در جدول ۳ نشان داده شده است.

مدل است. منظور از برازش مدل این است که تا چه حد یک مدل با داده‌های نمونه سازگاری و توافق دارد. بدین منظور از شاخص‌های خوبی برازش استفاده می‌شود. در صورتی که برازش مدل قابل قبول باشد، تخمین پارامترها بررسی می‌شود، یعنی نتایج بخش اندازه‌گیری و ساختاری مدل ارزیابی می‌شود. نسبت تخمین هر پارامتر به خطای استاندارد آن به وسیله آماره Z نشان داده می‌شود. برای اینکه پارامتر مورد نظر قابل قبول یا به عبارتی معنادار باشد، باید قدر مطلق مقدار Z آن بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۹۶ باشد. در این صورت، نقش و دقت متغیرهای آشکار در اندازه‌گیری متغیرهای پنهان نیز ارزیابی می‌شود.

جدول ۶. آماره‌های ارزیابی مدل در مدل‌سازی معادلات ساختاری

نام آماره	حد مجاز
مجذور خی (χ^2)	در فاصله اطمینان ۹۵ درصد برازش مدل زمانی معنادار است که احتمال آن $0/05$ باشد $(p(\chi^2) > 0/05)$
ریشه میانگین مربعات باقی‌مانده استاندارد (SRMR)	مقادیر نزدیک به صفر برای برازش خوب
ضریب تعیین (CD)	مقادیر نزدیک ۱ برای برازش خوب
χ^2/df	کمتر از ۵
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA)	مقادیر کمتر از $0/05$: برازش خوب مقادیر بین $0/05$ و $0/08$: برازش قابل قبول مقادیر بین $0/08$ و $0/1$: برازش متوسط مقادیر بزرگ‌تر از $0/1$: برازش ضعیف
نیکویی برازش (GFI)	بالتر از $0/9$
نیکویی برازش تعدیل‌یافته (AGFI)	بالتر از $0/9$
شاخص برازش تطبیقی (CFI)	بالتر از $0/9$
شاخص برازش هنجار شده (NFI)	بالتر از $0/9$

منبع: برگرفته از راهنمایی نرم‌افزار «STATA» بخش «SEM»

ممکن است یک‌متغیره یا چندمتغیره باشند. با توجه به اینکه در این مقاله از داده‌های ثانویه پالایش شده استفاده شده است، داده‌های پرت در آن جایگاهی ندارند.

یافته‌های پژوهش

با توجه به چهارچوب مفهومی ارائه‌شده در بخش دوم و روش تحقیق اتخاذشده در بخش سوم، تحلیل‌های آماری لازم برای پاسخ به پرسش‌ها و آزمون فرضیه‌ها انجام شد که در این بخش گزارش می‌شوند. تحلیل‌های آماری را با مدل‌های آماری متنوع با درجه‌های پیچیدگی مختلف (تعداد مؤلفه‌ها و تعداد رابطه بین مؤلفه‌ها) می‌توان انجام داد. مدل پایه با کمترین درجه پیچیدگی، مدل تأثیر عملکرد دانشگاه بر توسعه دانش در اقتصاد کلان است. تجزیه عملکرد یک دانشگاه به دو سطح ملی و بین‌المللی، مدل تحلیل آماری را کمی

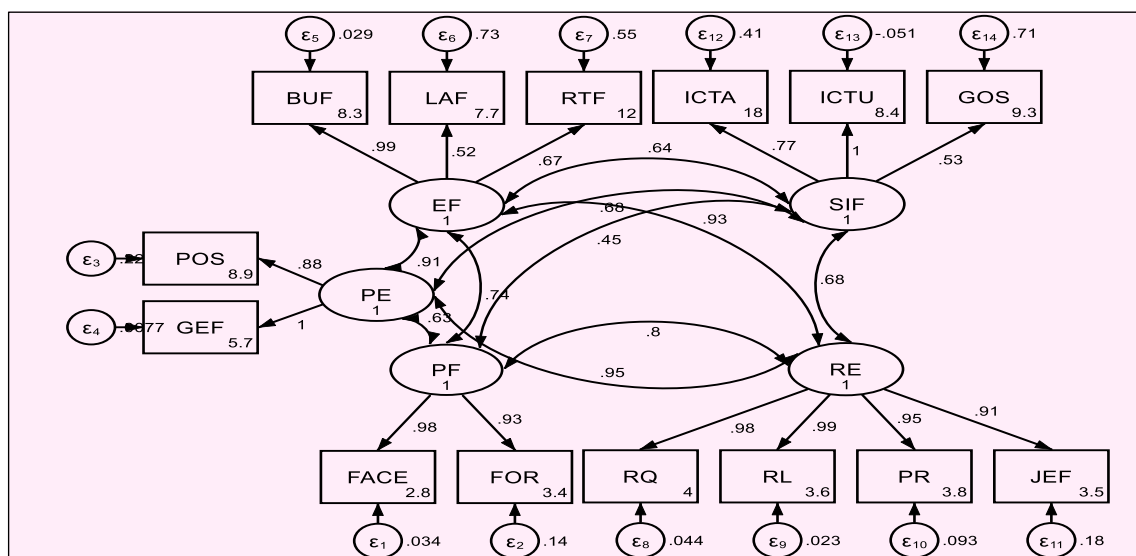
بررسی پیش‌شرط‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری: تعداد مشاهدات کافی، نرمال بودن متغیرها، کار با داده‌های ناپیدا و مدیریت داده‌های پرت چهار پیش‌شرط استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری هستند. از ترکیب اشتراکی داده‌های موجود برای دانشگاه‌ها در رتبه‌بندی «QS» که حدود ۱۵۰۰ مشاهده است با داده‌های موجود برای کشورها که ۱۳۳ مشاهده وجود دارد، ۷۰۰ مشاهده حاصل می‌شود که برای تخمین مدل‌های مورد مطالعه در این تحقیق کافی است. این تعداد مشاهدات، محقق را از آزمون شرط هنجار بودن متغیرها بی‌نیاز می‌کند. البته بررسی‌ها نشان می‌دهد که متغیرها توزیع هنجار دارند. حجم نمونه که ۷۰۰ دانشگاه بود، با حذف مشاهدات با داده‌های ناپیدا برای تعدادی از مشاهدات، حجم نمونه مؤثر به ۵۸۵ دانشگاه کاهش یافت. داده‌های پرت شامل موارد (ارقام) بسیار بالا یا غیرطبیعی هستند که می‌توانند نتایج آزمون‌ها را مخدوش کنند که

همزمان آن‌ها به مدل بدون توجه به رابطه متقابل آن‌ها تخمین مدل و تحلیل خروجی آن را با مشکل مواجه می‌کند. بنابراین، برای اجتناب از پیچیدگی غیرضروری و تحلیل راحت خروجی مدل‌ها، هریک از عوامل بوم‌شناختی به‌طور انفرادی وارد مدل پایه توسعه دانش می‌شوند.

پیچیده‌تر می‌کند. اما افزودن پنج عامل بوم‌شناختی متعامل به‌طور همزمان به مدل، آن را بسیار پیچیده و تحلیل آماری را به‌شدت دشوار می‌کند (شکل ۳). علاوه‌بر آن، تحلیل برازش میان عوامل متنوع بوم‌شناختی (متغیرهای پنهان مستقل) نشان می‌دهد که رابطه خطی بسیار قوی بین آن‌ها وجود دارد (جدول ۷ و شکل ۴). ورود

جدول ۷. آزمون ضرایب برازش میان متغیرهای پنهان مستقل

آزادی شخصی	آزادی اقتصادی	محیط سیاسی	محیط تنظیم‌گری	زیرساخت‌های نرم
آزادی شخصی	۱	۰/۷۲۵۸ (۰/۰۰۰)	۰/۷۹۹۳ (۰/۰۰۰)	۰/۴۵۴۶ (۰/۰۰۰)
آزادی اقتصادی	-	۱	۰/۹۲۷۶ (۰/۰۰۰)	۰/۶۳۶۲ (۰/۰۰۰)
محیط سیاسی	-	-	۱	۰/۶۷۵۴ (۰/۰۰۰)
محیط تنظیم‌گری	-	-	-	۱



شکل ۴. تعاملات خطی بین متغیرهای پنهان مستقل

ارزیابی خوبی برازش مدل‌ها: در روش مدل‌سازی معادلات ساختاری برای ارزیابی خوبی برازش مدل‌ها شاخص‌های متنوع توسعه یافته است. دو شاخص «خی دو» و «ریشه میانگین مربعات خطای برآورد» دو مورد از پرکاربردترین این شاخص‌ها هستند. این دو شاخص برای مدل‌های برازش شده محاسبه و در جدول ۸ گزارش شده است. همچنان‌که از این جدول روشن است، تمام مدل‌ها از نظر هر دو شاخص دارای برازش خیلی خوبی هستند. این نشان می‌دهد که سازگاری بالای میان الگوی نظری ارائه‌شده در شکل ۲ و داده‌های جهانی (شواهد تجربی) وجود دارد.

با توجه به بحث بالا و چهارچوب مفهومی مقاله، با ساختش مدل معادلات ساختاری و برازش آن‌ها فرضیه‌های پژوهش بررسی می‌شوند. در ارتباط با هر مدل برازش‌شده، چهار کارکرد روش مدل معادلات ساختاری، یعنی خوبی برازش، کیفیت اندازه‌گیری متغیرهای پنهان مستقل، کیفیت اندازه‌گیری متغیرهای پنهان وابسته و معناداری ضریب تأثیر متغیر پنهان مستقل بر متغیر پنهان وابسته ارزیابی و نتایج در هفت جدول و شکل گزارش شده است. شایان ذکر است که برای کنترل حجم مقاله در این بخش جداول مربوط به اندازه‌گیری متغیرهای پنهان در پیوست مقاله گزارش شده است.

جدول ۸. ارزیابی خوبی برازش مدل‌ها با استفاده از دو آماره

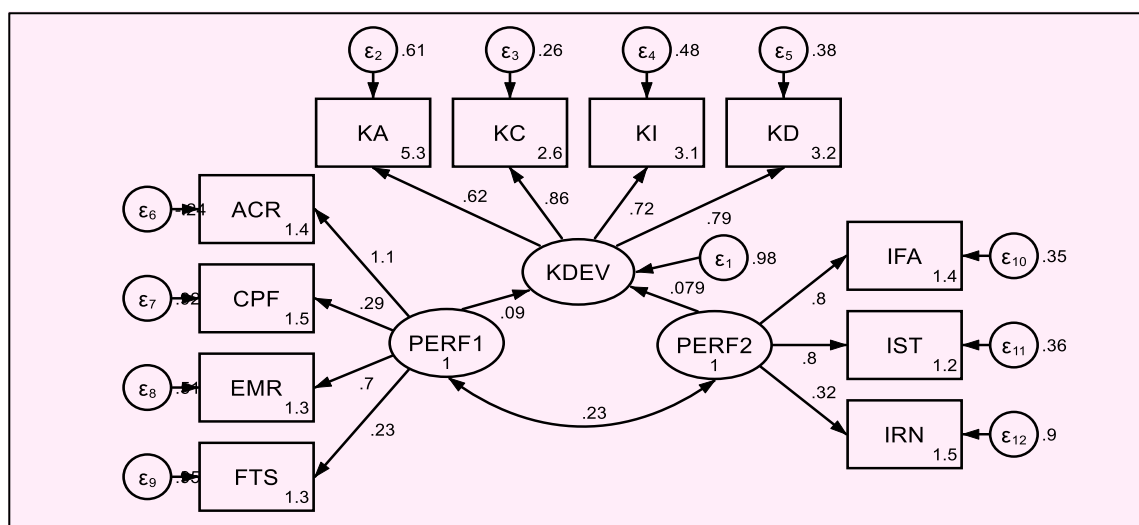
مدل	ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA ^۱)		مدل در مقابل مدل اشباع‌شده	
	RMSEA	احتمال RMSEA	خی ۲	احتمال خطا خی ۲
۱- عملکرد دانشگاه	۰/۱۶۳	۰/۰۰۰	۶۵۵/۳۳	۰/۰۰۰
۲- آزادی شخصی	۰/۱۵۸	۰/۰۰۰	۹۱۵/۰	۰/۰۰۰
۳- آزادی اقتصادی	۰/۱۷۰	۰/۰۰۰	۱۲۶۰	۰/۰۰۰
۴- محیط سیاسی	۰/۱۶۰	۰/۰۰۰	۹۴۶/۲۹	۰/۰۰۰
۵- محیط تنظیم‌گیری	۰/۱۸۰	۰/۰۰۰	۱۱۴۷/۳۰	۰/۰۰۰
۶- زیرساخت‌های نرم	۰/۱۶۵	۰/۰۰۰	۱۱۷۳	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های نویسنده

ارزیابی معناداری ضرایب: در ادامه، معناداری ضرایب ساختاری بین متغیرهای پنهان و ضرایب اندازه‌گیری متغیرهای پنهان ارزیابی و فرضیه‌های مطرح‌شده در جدول ۵ آزمایش می‌شوند.

جدول ۹. مدل ۱: یافته‌های مربوط به تأثیر عملکرد دانشگاه‌ها بر توسعه دانش

۱. سطح عملکرد متغیرهای مستقل	فرضیه ۱-۲		فرضیه ۱: تأثیر مثبت عملکرد دانشگاه بر توسعه دانش
	عملکرد ملی	تعاملات بین‌المللی	
ضریب تأثیر	۰/۰۸۶۵	۰/۰۷۹	تأثیر مثبت عملکرد ملی دانشگاه بر توسعه دانش قابل تأیید است، اما تأثیر عملکرد بین‌المللی قابل تأیید نیست. بنابراین، تأثیر عملکرد عمومی مبهم است.
Z	۲/۲۲	۱/۵۰	
احتمال خطا: p(z)	۰/۰۲۶	۰/۱۳۳	
نتیجه آزمون	رد فرضیه صفر	عدم رد فرضیه صفر	



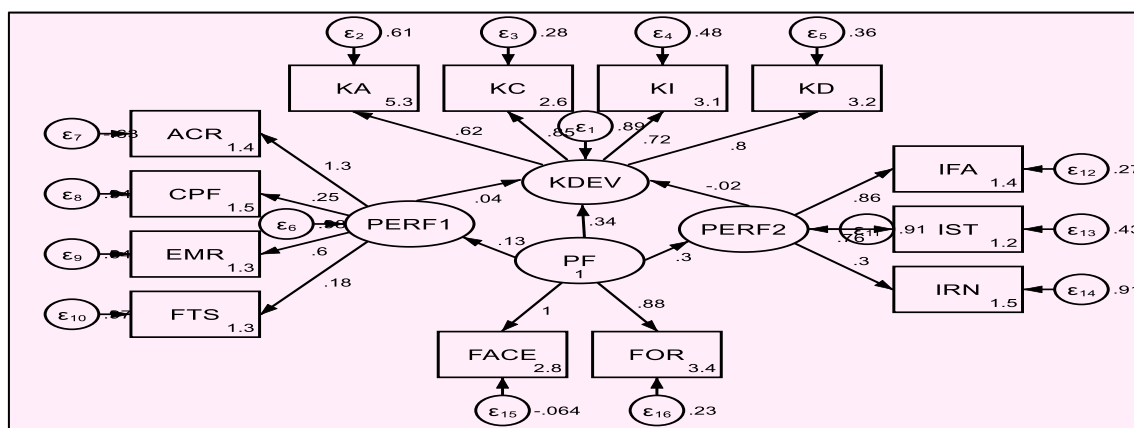
شکل ۵. ضرایب تأثیر عملکرد ملی و بین‌المللی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش (خروجی نرم‌افزار)

قابل تأیید نیست. بنابراین، در تأثیر عملکرد دانشگاه‌ها بر توسعه دانش ابهام وجود دارد. شایان ذکر است که با ورود متغیر عملکرد اجتماعی دانشگاه به مدل، تخمین ضرایب مدل همگرا نمی‌شوند و خروجی ندارد. از این رو، این متغیر پنهان از مدل حذف شده است. در ضمن ضریب برازش عملکرد ملی و بین‌المللی دانشگاه‌ها (۰/۳۲) با کمترین احتمال خطا معنادار است.

تبیین یافته‌های مدل ۱: با توجه به اینکه داده‌های استفاده‌شده پالایش‌شده‌اند، ضرایب شاخص‌های استفاده‌شده برای اندازه‌گیری توسعه دانش و عملکرد دانشگاه‌ها با حداقل احتمال خطا معنادار هستند و این متغیرهای پنهان را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند. بدون توجه به عوامل بوم‌شناختی و با توجه به رابطه متقابل عملکرد ملی و بین‌المللی دانشگاه‌ها تأثیر عملکرد ملی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش مثبت است؛ اما تأثیر تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش

جدول ۱۰. مدل ۲: یافته‌های مربوط به تأثیر آزادی شخصی بر توسعه دانش

۲. آزادی شخصی (PF)	فرضیه ۱-۲	فرضیه ۲-۲	فرضیه ۳-۲	فرضیه ۲: آزادی شخصی به توسعه دانش کمک می‌کند.
متغیرهای میانی و وابسته	عملکرد ملی دانشگاه	عملکرد بین‌المللی دانشگاه	آزادی شخصی	
ضریب تأثیر	۰/۱۳۳	۰/۳۰۱	۰/۳۳۶۳	خروجی مدل ۲ نشان می‌دهد که آزادی شخصی صرفاً به‌طور مستقیم بر توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کند. ارقام داخل پرانتزها عدم تأثیر عملکرد دانشگاه‌ها بر توسعه دانش را نشان می‌دهند.
Z	۴/۱۹	۵/۷۹	۸/۱۳	
p(z): احتمال خطا	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	
نتیجه آزمون	عدم رد فرضیه صفر	عدم رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	



شکل ۶. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم آزادی شخصی بر توسعه دانش (خروجی نرم‌افزار)

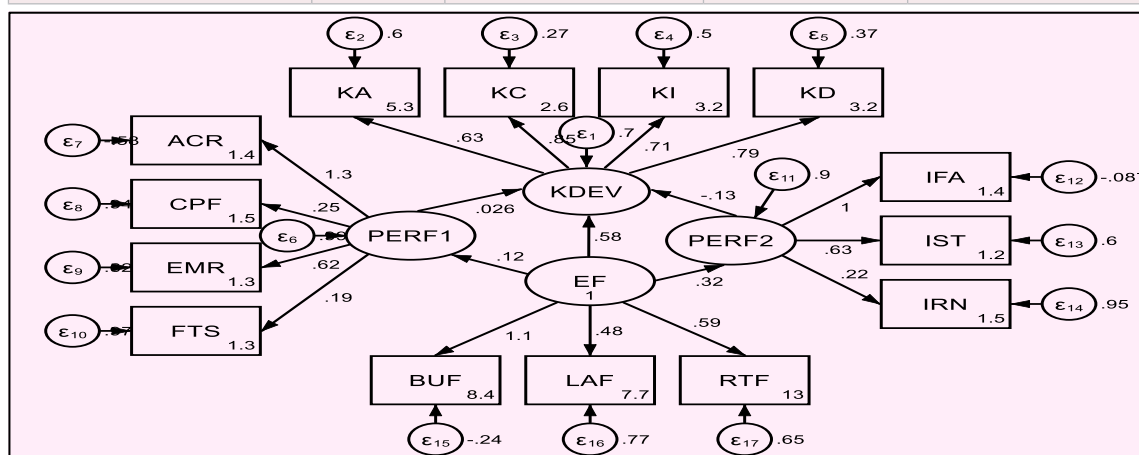
متغیر پنهان را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند. بدون توجه به دیگر عوامل بوم‌شناختی، بهبود آزادی اقتصادی در یک کشور هم از طریق عملکرد ملی و هم به‌طور مستقیم به توسعه دانش کمک می‌کند. اما کمک آن از طریق عملکرد بین‌المللی دانشگاه‌ها قابل تأیید نیست. با توجه به اینکه این عامل رابطه مثبت قوی با دیگر عوامل بوم‌شناختی دارد (جدول ۷)، تأثیراتش بر توسعه دانش گسترش می‌یابد.

تبیین یافته‌ها از مدل ۲: ضرایب شاخص‌های استفاده‌شده برای اندازه‌گیری آزادی شخصی با کمترین احتمال خطا معنادارند و این متغیر پنهان را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند. بدون توجه به دیگر عوامل بوم‌شناختی، بهبود آزادی شخصی در یک کشور هم از طریق عملکرد ملی و هم به‌طور مستقیم به توسعه دانش کمک می‌کند. اما کمک آن از طریق عملکرد بین‌المللی دانشگاه‌ها قابل تأیید نیست. این یافته تا حدودی تأییدکننده فرضیه پوپر (جامعه باز موجب توسعه دانش می‌شود) است.

تبیین یافته‌های مدل ۳: ضرایب شاخص‌های استفاده‌شده برای اندازه‌گیری آزادی اقتصادی با کمترین احتمال خطا معنادارند و این

جدول ۱۱. مدل ۳: یافته‌های مربوط به تأثیر آزادی اقتصادی بر توسعه دانش

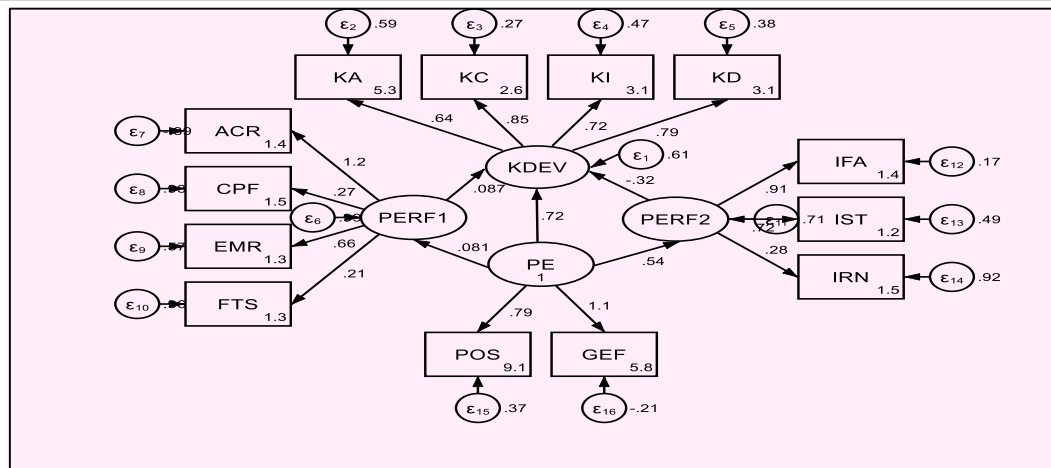
۳. آزادی اقتصادی (EF)	فرضیه ۱-۳	فرضیه ۲-۳	فرضیه ۳-۳	فرضیه ۳: آزادی اقتصادی بر توسعه دانش تأثیر مثبت دارد
متغیرهای میانی و وابسته	عملکرد ملی دانشگاه	تعاملات بین‌المللی دانشگاه	توسعه دانش	
ضریب تأثیر	۰/۱۲۱ (۰/۰۲۶۳)	۰/۳۲۴ (-۰/۱۳۴۵)	۰/۵۷۵۷	خروجی مدل ۳ نشان می‌دهد که آزادی اقتصادی صرفاً به‌طور مستقیم بر توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کند. ارقام داخل پرانتزها نشان‌دهنده تأثیر مثبت عملکرد دانشگاه‌ها بر توسعه دانش را نشان می‌دهند.
Z	۴/۳۸ (۰/۰۹۲)	۷/۲۴ (-۳/۲۰)	۱۵/۸۸	
احتمال خطا: p(z)	۰/۰۰۰ (۰/۳۵۸)	۰/۰۰۰ (۰/۰۰۱)	۰/۰۰۰	
نتیجه آزمون	عدم رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	



شکل ۷. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم آزادی اقتصادی بر توسعه دانش (خروجی نرم‌افزار)

جدول ۱۲- مدل ۴: یافته‌های مربوط به تأثیر محیط سیاسی بر توسعه دانش

۳. محیط سیاسی (PE)	فرضیه ۱-۵	فرضیه ۲-۵	فرضیه ۳-۵	فرضیه ۵: محیط سیاسی مطلوب بر توسعه دانش تأثیر مثبت دارد
متغیرهای میانی و وابسته	عملکرد ملی دانشگاه	تعاملات بین‌المللی دانشگاه	توسعه دانش	
ضریب تأثیر	۰/۰۸۱۷ (۰/۰۰۸۶)	۰/۵۳۶ (-۰/۳۲۲)	۰/۷۱۸۲	مدل ۴ نشان می‌دهد که محیط سیاسی مطلوب هم به‌طور مستقیم و هم از طریق عملکرد ملی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش اثر مثبت دارد. ارقام داخل پرانتزها تأثیر عملکرد دانشگاه‌ها بر توسعه دانش را نشان می‌دهند.
Z	۲/۷۷ (۲/۸۲)	۱۷/۴۲ (-۶/۴۲)	۱۷/۱۹	
احتمال خطا: p(z)	۰/۰۰۶ (۰/۰۰۵)	۰/۰۰۰ (۰/۰۰۰)	۰/۰۰۰	
نتیجه آزمون	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	



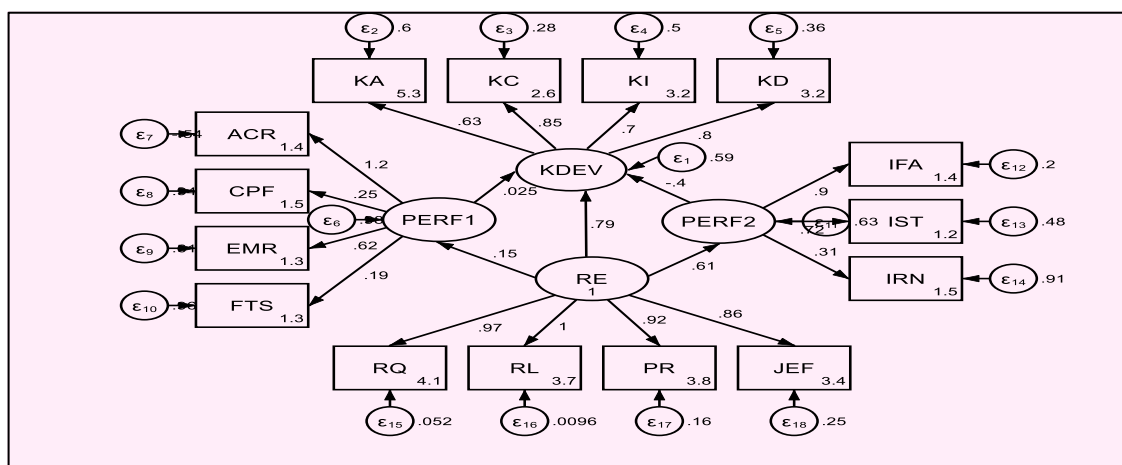
شکل ۹. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم محیط سیاسی بر توسعه دانش (خروجی نرم‌افزار)

تأثیر منفی دارد. با این حال، محیط سیاسی مطلوب از طریق دانشگاه به توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کند. علاوه بر این، محیط سیاسی مطلوب به‌طور مستقیم و قوی به توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کند. با توجه به اینکه این عامل رابطه مثبت قوی با دیگر عوامل بوم‌شناختی دارد (جدول ۷)، تأثیراتش بر توسعه دانش گسترش می‌یابد.

تبیین یافته‌های مدل ۴: ضرایب شاخص‌های استفاده‌شده برای اندازه‌گیری محیط سیاسی با کمترین احتمال خطا معنادارند و این متغیر پنهان را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند. بدون توجه به دیگر عوامل بوم‌شناختی، بهبود محیط سیاسی در یک کشور، هرچند ضعیف به عملکرد ملی دانشگاه کمک می‌کند. اما بر عملکرد بین‌المللی دانشگاه‌ها

جدول ۱۳. مدل ۵: یافته‌های مربوط به تأثیر محیط تنظیم‌گری بر توسعه دانش

فرضیه ۴: محیط تنظیم‌گری بر توسعه دانش در اقتصاد تأثیر مثبت دارد.	فرضیه ۳-۴	فرضیه ۲-۴	فرضیه ۱-۴	محیط تنظیم‌گری (RE)
محیط تنظیم‌گری یک عامل بوم‌شناختی مثبت برای توسعه دانش است. اما اثر آن با به‌واسطه عملکرد بین‌المللی دانشگاه‌ها تضعیف می‌شود. ارقام داخل کمانک اثر عملکرد بر توسعه دانش را نشان می‌دهد.	۰/۷۹۰۵	۰/۶۰۶ (-۰/۳۹۸)	۰/۱۴۶۳ (-۰/۰۲۴۶)	ضریب تأثیر
	۱۸/۰۹	۱۸/۶۵ (-۷/۳۳)	۴/۶۱ (-۰/۸۲)	Z
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰ (-۰/۰۰۰)	۰/۰۰۰ (-۰/۴۱۲)	p(z) احتمال خطا
	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	نتیجه آزمون



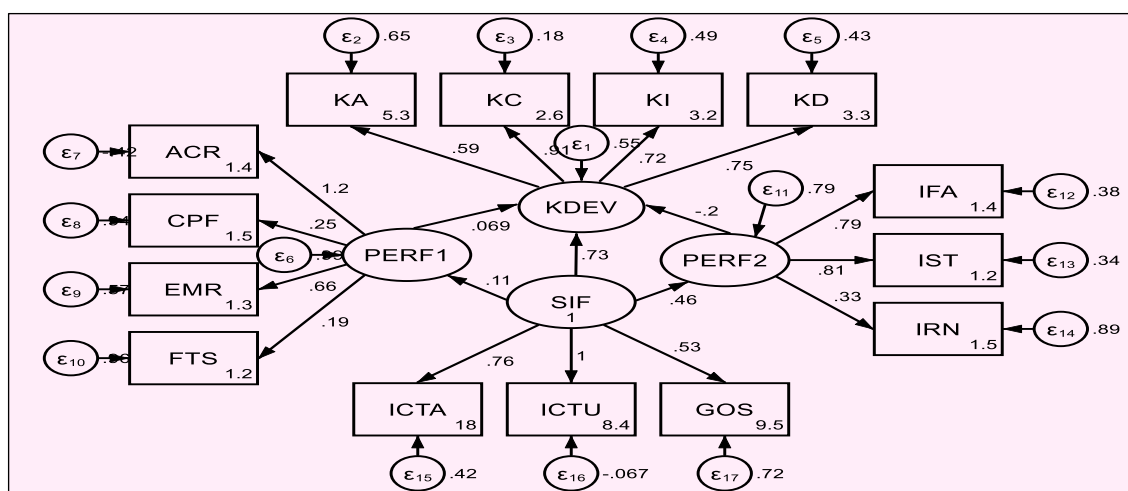
شکل ۱۰. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم محیط تنظیم‌گری بر توسعه دانش (خروجی نرم‌افزار)

تبیین یافته‌های مدل ۶: ضرایب شاخص‌های استفاده‌شده برای اندازه‌گیری زیرساخت‌های نرم با کمترین احتمال خطا معنادارند و این متغیر پنهان را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند. بدون توجه به دیگر عوامل بوم‌شناختی، بهبود زیرساخت‌های نرم در یک اقتصاد، به عملکرد دانشگاه‌ها کمک می‌کند. اما این اثر نه‌تنها به توسعه دانش منجر نمی‌شود، بلکه تأثیر منفی عملکرد بین‌المللی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش، تأثیر مثبت زیرساخت‌های نرم را تضعیف می‌کند. البته بهبود زیرساخت‌های نرم به‌طور مستقیم و قوی به توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کند. با توجه به اینکه این عامل رابطه مثبت قوی با دیگر عوامل بوم‌شناختی دارد (جدول ۷)، تأثیراتش بر توسعه دانش گسترش می‌یابد.

تبیین یافته‌های مدل ۵: ضرایب شاخص‌های استفاده‌شده برای اندازه‌گیری محیط تنظیم‌گری با کمترین احتمال خطا معنادارند و این متغیر پنهان را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند. بدون توجه به دیگر عوامل بوم‌شناختی، بهبود محیط تنظیم‌گری در یک کشور، به عملکرد دانشگاه‌ها کمک می‌کند. اما تأثیر منفی عملکرد بین‌المللی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش، تأثیر مثبت محیط تنظیم‌گری را تضعیف می‌کند. با این حال، محیط تنظیم‌گری به‌دلیل عدم کمک عملکرد ملی دانشگاه‌ها به توسعه دانش، از این طریق به توسعه دانش در اقتصاد کمک نمی‌کند. البته، محیط تنظیم‌گری مطلوب به‌طور مستقیم و قوی به توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کند. با توجه به اینکه این عامل رابطه مثبت قوی با دیگر عوامل بوم‌شناختی دارد (جدول ۷)، تأثیراتش بر توسعه دانش گسترش می‌یابد.

جدول ۱۴. مدل ۶: یافته‌های مربوط به تأثیر زیرساخت‌های نرم بر توسعه دانش

۵- زیرساخت‌های نرم (BE)	فرضیه ۱-۶	فرضیه ۲-۶	فرضیه ۳-۶	فرضیه ۶: زیرساخت‌های نرم به توسعه دانش کمک می‌کند.
متغیرهای میانی و وابسته	عملکرد ملی دانشگاه	تعاملات بین‌المللی دانشگاه	توسعه دانش	
ضریب تأثیر	۰/۰۸۱۳ (۰/۰۱۸۱)	۰/۴۵۲۶ (-۰/۱۸۴۶)	۰/۷۲۷۰	زیرساخت‌های نرم یک عامل بوم‌شناختی مثبت برای توسعه دانش است. اما اثر آن به واسطه عملکرد بین‌المللی دانشگاه‌ها تضعیف می‌شود.
Z	۲/۱۹ (۰/۹۱)	۱۱/۳۴ (-۳/۸۸)	۲۰/۵۸	ارقام داخل کمانک اثر عملکرد بر توسعه دانش را نشان می‌دهد.
احتمال خطا: p(z)	۰/۰۰۰ (۰/۳۶۴)	۰/۰۰۰ (۰/۰۰۰)	۰/۰۰۰	
نتیجه آزمون	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	رد فرضیه صفر	



شکل ۱۱. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم زیرساخت‌های نرم بر توسعه دانش (خروجی نرم‌افزار)

دانشگاه‌ها تأثیری معناداری بر توسعه دانش ندارد. این یافته نیز برخلاف انتظار نظری در حوزه بوم‌شناسی دانش است؛ بنابراین، این پرسش مطرح می‌شود: چرا تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها تأثیری بر توسعه دانش در اقتصاد ندارد؟ برای پاسخ به این پرسش عملکرد دانشگاه‌ها را به دو بخش عملکرد مأموریت‌های استاندارد و عملکرد مأموریت‌های جدیدی مانند اشتغال‌پذیری و پایداری تقسیم کرده، مجدداً تأثیر سه نوع عملکرد دانشگاه بر توسعه دانش را به‌طور هم‌زمان تحلیل کردیم و نتیجه‌ای که به دست آمد حاکی از آن بود که ضرایب هیچ‌یک از متغیرهای عملکرد معنادار نبود. از این مسئله دو چیز را می‌توان استنباط کرد:

(الف) ماهیت دانشی که در اقتصاد توسعه می‌یابد، متفاوت با دانشی است که دانشگاه‌ها توسعه می‌دهند. به نظر می‌رسد دانشی که دانشگاه توسعه می‌دهد، دانش ذهنی و آشکار است؛ در مقابل، دانشی که در اقتصاد توسعه می‌یابد عینی و ضمنی (نهادینه‌شده) است. در واقع، دانشگاه به اندازه دانش عینی (دانش نهادینه) که توسعه می‌دهد به توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کند.

(ب) دانشگاه‌ها در تعامل با دیگر عاملان شناختی و فراشناختی

بحث: از چشم‌انداز بوم‌شناسی دانش، توسعه دانش نتیجه بوم‌سازگان‌های شناختی پویا، پیچیده، خودسازنده، خودسازمان‌ده و سازگار است که در یک زیست‌بوم انسانی بسیار پویا و پیچیده شکل می‌گیرند. برای امکان تحلیل تجربی، در این مقاله از بسیاری از پیچیدگی‌های نظری (تعاملات، روابط و تأثیرات) چشم‌پوشی شده است. مثلاً، در دنیای واقعی بین سازوکارهای توسعه دانش و بین عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر توسعه دانش تعاملات بسیار قوی وجود دارد؛ درحالی‌که در تحلیل‌های آماری این مقاله از آن‌ها چشم‌پوشی شده است. با توجه به این ساده‌سازی، جمع‌بندی یافته‌های بالا، از چند نکته مهم حکایت دارند:

۱. تحلیل‌های آماری اولیه نشان می‌دهند که در کل عملکرد دانشگاه‌ها در ارتباط با توسعه دانش (خلق دانش، کسب دانش، استفاده دانش و ترویج دانش) تأثیری معناداری بر توسعه دانش در اقتصاد ندارد. این برخلاف انتظار نظری در حوزه بوم‌شناسی دانش است؛ بنابراین، عملکرد دانشگاه‌ها را به دو متغیر «عملکرد ملی» و «تعاملات بین‌المللی» تقسیم کرده، تأثیر این دو متغیر بر توسعه دانش را تحلیل کردیم. این تحلیل‌ها نشان می‌دهند که عملکرد ملی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش مؤثر است؛ اما تعاملات بین‌المللی

یک بومسازگان فراشناختی مرکب از عاملان شناختی و فراشناختی است که در تعامل با یکدیگر و زیست‌بومشان، دانش مورد نیاز خود و دیگران را خلق، جذب و استفاده می‌کنند و اشاعه می‌دهند. این بومسازگان انسانی که بومسازگان توسعه دانش نامیده می‌شود، در چهار سطح میکرو، مزو، اگرو و ماکرو قابل تعریف و تحلیل است. دانشگاه یک بومسازگان توسعه دانش در سطح میکرو، و اقتصاد کلان یک بومسازگان توسعه دانش در سطح ماکرو هستند. به نظر می‌رسد در بومسازگان ملی توسعه دانش، دانشگاه‌ها (به‌عنوان عاملان فراشناختی) در تعامل با دیگر عاملان شناختی و فراشناختی و زیست‌بومشان دانش لازم برای رقابت‌پذیری و توسعه انسانی پایدار را در اقتصاد توسعه می‌دهند.

تحلیل‌های آماری برای آزمون فرضیه‌های مرتبط با این نظریه، حکایت از تأثیر قوی برخی عوامل بومشناختی (آزادی شخصی، آزادی اقتصادی، محیط سیاسی، محیط تنظیم‌گری و زیرساخت‌های نرم) بر توسعه دانش در اقتصاد دارند. این عوامل از طریق کمک به رفتار و عملکرد عاملان شناختی (مانند بنگاه‌های تجاری) و فراشناختی (مانند دانشگاه‌ها) و تعاملات آن‌ها با یکدیگر و زیست‌بومشان به توسعه دانش در اقتصاد کمک می‌کنند. این در حالی است که تحلیل‌های آماری نشان می‌دهند به‌رغم اینکه عوامل بومشناختی به عملکرد ملی و تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها کمک می‌کنند، عملکرد ملی دانشگاه کمکی به توسعه دانش در اقتصاد نمی‌کند و تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها توسعه دانش در اقتصاد را تضعیف می‌کند. این مسئله می‌تواند ناشی از سه واقعیتی باشد که در مدل‌های برآزش شده مورد توجه قرار نگرفته است. اولی مربوط به ماهیت متفاوت دانشی است که در دانشگاه و اقتصاد توسعه پیدا می‌کنند. دانشی که در دانشگاه توسعه پیدا می‌کند، ذهنی و آشکار است. در مقابل، دانشی که در اقتصاد توسعه می‌یابد، عینی و پنهان است. در این وضعیت، دانشگاه‌ها زمانی می‌توانند به توسعه دانش در اقتصاد کمک کنند که دانش ذهنی و آشکار خود را به دانش عینی و ضمنی تبدیل کنند.

واقعیت دوم مربوط به تأثیرگذاری عوامل بومشناختی بر توسعه دانش از طریق تعاملات عاملان شناختی و فراشناختی است. دانشگاه‌ها در تعامل با دیگر عاملان شناختی و فراشناختی می‌توانند به توسعه دانش در اقتصاد کمک کنند. با توجه به اینکه عملکرد دیگر عاملان در مدل وارد نشده است، تأثیر واقعی عملکرد دانشگاه‌ها بر توسعه دانش نیز آشکار نمی‌شود. واقعیت سوم نیز مربوط به عمومی و جهانی بودن دانش آشکار است؛ با توجه به اینکه دانشگاه‌ها عمدتاً دانش آشکار عمومی جهانی را توسعه می‌دهند، در یک زیست‌بوم آزاد، با محیط سیاسی و تنظیم‌گری مطلوب، دانش آشکار قبل از تبدیل شدن به دانش عینی در اقتصاد ملی، از طریق تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها از حوزه آن خارج و در اقتصادهای دیگر بارور می‌شوند. بنابراین، شرط

می‌تواند به توسعه دانش در اقتصاد کمک کنند. با توجه به اینکه عملکرد دیگر عاملان در مدل وارد نشده است، تأثیر واقعی عملکرد دانشگاه‌ها بر توسعه دانش نیز آشکار نمی‌شود. ۲. برخی عوامل بومشناختی (مانند آزادی شخصی، آزادی اقتصادی، محیط سیاسی، محیط تنظیم‌گری و زیرساخت‌های نرم) به‌طور مستقیم بر عملکرد ملی دانشگاه‌ها، تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها و توسعه دانش در اقتصاد تأثیر می‌گذارند. این یافته‌ها مطابق با انتظارات نظری است؛ اما به پیچیدگی‌های نظری (تعاملات عوامل بومشناختی) بی‌توجه است. تحلیل‌های آماری از روابط خطی قوی میان عوامل بومشناختی حکایت دارد. این روابط می‌تواند تأثیر عوامل بومشناختی بر توسعه دانش را تعدیل کند.

۳. تأثیر مثبت آزادی شخصی، آزادی اقتصادی، محیط تنظیم‌گری و زیرساخت‌های نرم بر عملکرد ملی و تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها به توسعه دانش در اقتصاد منجر نمی‌شود؛ فقط تأثیر مثبت محیط سیاسی بر عملکرد ملی دانشگاه‌ها به توسعه دانش منجر می‌شود. این یافته‌ها به غیر از مورد آخر مغایر با انتظارات نظری است. علت آن هم کمک ضعیف عملکرد ملی دانشگاه‌ها به توسعه دانش در اقتصاد است. حال این پرسش مطرح می‌شود که چرا کمک عملکرد ملی دانشگاه‌ها به توسعه دانش ضعیف است؟ پاسخ این پرسش در بحث‌های نکته اول نهفته است.

۴. تأثیر مثبت آزادی اقتصادی، محیط سیاسی، محیط تنظیم‌گری و زیرساخت‌های نرم بر توسعه دانش با تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها تضعیف می‌شود. به عبارت دیگر، تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها لزوماً در خدمت توسعه دانش در اقتصاد و در نتیجه در خدمت توسعه انسانی پایدار در سطح ملی نیست. علت این امر تأثیر منفی تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها بر توسعه دانش در اقتصاد است. حال این پرسش مطرح می‌شود که چرا با ورود عوامل بومشناختی به مدل، تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها تأثیر منفی بر توسعه دانش در اقتصاد بر جای گذارند؟ پاسخ این پرسش نیز تا حدودی در بحث‌های نکته اول نهفته است. اما در اینجا می‌توان استنباط جدیدی را بر آن افزود: با توجه به اینکه دانشگاه‌ها عمدتاً دانش آشکار عمومی جهانی را توسعه می‌دهند، در یک زیست‌بوم آزاد، با محیط سیاسی و تنظیم‌گری مطلوب، دانش آشکار پیش از تبدیل شدن به دانش عینی در اقتصاد ملی، از طریق تعاملات بین‌المللی دانشگاه‌ها از حوزه آن خارج و در اقتصادهای دیگر بارور می‌شوند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همچنان‌که در مقدمه اشاره شد، این مقاله دو هدف «بسط نظری بومشناسی توسعه دانش» و «آزمون تجربی برخی فرضیه‌های آن» را پی گرفته است. طبق نظریه بومشناسی دانش، توسعه دانش محصول

دانش دارد؛ ازسوی دیگر، بررسی وضعیت آن‌ها در ایران نشان می‌دهند که این عوامل بوم‌شناختی وضعیت مطلوبی در اقتصاد ایران ندارد؛ بنابراین، لازم است وضعیت هریک از آن‌ها در طول زمان به تدریج بهبود یابند. بهبود آن‌ها مستلزم اصلاح پارادایم و کسب حکمرانی و تبدیل آن به یک حکمرانی خوب مبتنی بر دانش (حکمرانی خردمندانه) است. اگر این را به عنوان یک راهبرد بپذیریم می‌توانیم سیاست‌ها و اقدامات جدول ۱۵ را به سیاست‌گذاران ایران پیشنهاد دهیم.

لازم برای کمک شایسته دانشگاه‌ها به توسعه دانش در اقتصاد، تلاش آن‌ها برای توسعه دانش عینی از یک‌سو، و تبدیل دانش ذهنی و آشکار به دانش عینی ازسوی دیگر است.

توصیه‌های سیاست‌گذاری

۱. طبق نتایج حاصل از مقاله حاضر، عوامل بوم‌شناختی مانند آزادی شخصی، آزادی اقتصادی، محیط سیاسی مطلوب، محیط تنظیم‌گری مطلوب و زیرساخت‌های نرم نقشی اساسی در توسعه

جدول ۱۵. سیاست‌های پیشنهادی برای بهبود شرایط زیست‌بوم

سیاست‌های کلی	سیاست‌ها	اقدامات
آزادسازی اجتماعی	آزادسازی مذهبی	-
	آزادسازی بیان و جریان اطلاعات	-
	آزادسازی کسب‌وکار	-
آزادسازی اقتصادی	آزادسازی بازار کار	-
	آزادسازی تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری خارجی	-
اصلاح محیط سیاسی	بهبود ثبات سیاسی و کاهش خشونت	- اصلاح نظام سیاسی در راستای موقتی‌سازی قدرت فردی - حذف عقاید فردی از تصمیم‌گیری‌های کلان و پیروی از نظام تصمیم‌گیری مبتنی بر دانش در راستای توسعه انسانی پایدار - آموزش قوانین جهانی حقوق بشر و لزوم رعایت آن به کارگزاران در سطوح و قوای مختلف
	بهبود کارایی و اثربخشی دولت	- بهبود کیفیت خدمات عمومی - بهبود کیفیت خدمات مدنی - استقلال خدمات مدنی از فشارهای سیاسی - پیروی از سیاست‌گذاری مبتنی بر دانش
اصلاح محیط تنظیم‌گری	بهبود کیفیت تنظیم‌گری	افزایش توانایی دولت در تدوین و اجرای سیاست‌های عمومی در راستای توسعه انسانی پایدار
	بهبود حاکمیت قانون	آموزش قوانین و اهمیت پایبندی به آن‌ها به کارگزاران
	بهبود حقوق مالکیت	-
	بهبود اثربخشی قضایی	-
بهبود زیرساخت‌های نرم	افزایش دسترسی به فناوری اطلاعات	- بهبود زیرساخت‌های اینترنت - افزایش سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی - افزایش سرعت اینترنت - افزایش دسترسی به اینترنت آزاد
	افزایش استفاده از فناوری اطلاعات	- تشویق استفاده از هوش مصنوعی در فعالیتهای روزمره و مبتنی بر مهارت - تشویق کسب‌وکارهای مبتنی بر اینترنت و هوش مصنوعی
	بهبود خدمات برخط دولت	-
		-

برای این منظور باید در کنار تولید، توزیع و ترویج دانش ذهنی، به فعالیت‌های خلق، جذب، نفوذ و اشاعه دانش عینی بپردازند. اگر این را به‌عنوان راهبرد کمک دانشگاه به توسعه دانش در اقتصاد در نظر بگیریم، سیاست‌ها و اقدامات جدول ۶۱ برای دانشگاه‌ها و سیاست‌گذاران ایران پیشنهاد می‌شود.

۲. طبق نتایج حاصل از این مقاله، دانشگاه‌ها با مأموریت‌های مرسوم خود نقش شایسته‌ای در بوم‌سازگان توسعه دانش ندارند و نمی‌توانند به‌طور شایسته به توسعه دانش در اقتصاد کمک کنند. برای اینکه دانشگاه‌ها بتوانند در بوم‌سازگان توسعه دانش مثمر ثمر باشند و به توسعه دانش در اقتصاد کمک کنند، باید تلاش کنند دانش عینی را توسعه دهند و دانش ذهنی خود را به دانش عینی تبدیل کنند.

جدول ۱۶. سیاست‌های پیشنهادی برای بهبود کمک دانشگاه به توسعه دانش در اقتصاد

سیاست‌های کلی	سیاست‌ها
بهبود جذب دانش عینی در دانشگاه	- بهبود سالانه خرید مالکیت معنوی از دانشگاه‌های جهان - بهبود سالانه خرید فناوری پیشرفته از کشورهای پیشرفته - بهبود سالانه خرید خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات - بهبود سالانه همکاری‌های علمی و فنی با دانشگاه‌های برتر جهان - بهبود سالانه جذب استعداد‌های تحقیقاتی از دیگر کشورها
بهبود خلق دانش عینی	- بهبود سالانه کمیت و کیفیت اختراعات - بهبود سالانه کمیت و کیفیت اختراعات PCT براساس مبدأ - بهبود سالانه کمیت و کیفیت مدل‌های کاربردی براساس مبدأ - بهبود سالانه کمیت و کیفیت مقالات علمی و فنی - بهبود سالانه کمیت اسناد قابل استناد H-index
بهبود نفوذ دانش عینی از طریق نوآوری و کارآفرینی نوآوران	- افزایش سالانه بهره‌وری دانشمندان و پژوهشگران - بهبود سالانه ارزش‌گذاری یونیکورن - افزایش سالانه بهره‌وری تولید نرم‌افزار - افزایش سالانه تولید با فناوری پیشرفته
اشاعه دانش عینی	- افزایش سالانه تولید و فروش مالکیت معنوی - افزایش سالانه تولید و صادرات کالاها و خدمات پیچیده - افزایش سالانه تولید و صادرات فناوری پیشرفته - افزایش سالانه صادرات خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات - افزایش تعداد کالاها و خدمات با کیفیت ISO 9001

References

- Alkistis, E. G. (2024). Ecology- the Stanford Encyclopedia of philosophy (Spring Ed.). Retrieved from: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2024/entries/ecology/>
- Bhatt G. D. (2000). Organizing knowledge in the knowledge development cycle. *Journal of Knowledge Management*, 4(1), 15-26.
- Blute, M. (2002). The evolutionary ecology of science. *Journal Of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission*, 7.
- Boschma, R., Heimeriks, G. & Balland, P. A. (2014). Scientific knowledge dynamics and relatedness in biotech cities. *Research Policy*, 43, 107-114. DOI: 10.1016/j.respol.2013.07.009
- Bowen, M. (1985). The ecology of knowledge: Linking the natural and social sciences. *Geoform*, 16(2), 213-225. DOI: 10.1016/0016-7185(85)90030-2.
- Bradie, M. (1986). Assessing evolutionary epistemology. *Biology and Philosophy*, 1(4), 401-459. DOI: 10.1007/BF00140962
- Bradie, M. (2011). Evolutionary epistemology, In S. Bernecker, & D. Pritchard (Eds.), *The Routledge companion to epistemology* (848-858). Abingdon: Routledge. DOI: 10.4324/9780203839065
- Bronfenbrenner, A. U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge: Harvard University Press. DOI: 10.2307/j.ctv26071r6

- Bruxvoort, D. (2025). Knowledge management and information science. In B. V. Elsevier (Ed.), *Reference module in Social Sciences, Encyclopedia of Libraries, Librarianship, and Information Science*. London: Elsevier.
DOI: 10.1016/B978-0-323-95689-5.00178-4
- Budtz, D. (2023). Rethinking evaluation of complex ecosystems of science for policy. Blog post | 04 Dec 2023.
- Byerly, J. R., & Roger, P. A. (1995). The changing ecology of united states science. *Science*, 269(5230), 1531-1532.
- Campbell, D. T. (1960). Blind variation and selective retentions in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological Review*, 67(6), 380-400.
DOI: 10.1037/h0040373
- Carrillo, F. J. (2015). Knowledge-based development as a new economic culture. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1(2), 1-17.
DOI: 10.1186/s40852-015-0017-5
- Chinazzi, M., Gonçalves, B., Zhang, Q., & Vespignani, A. (2019). Mapping the physics research space: A machine learning approach. *EPJ Data Science*, 8(1), 33-47. DOI: 10.1140/epjds/s13688-019-0210-z
- Cimini, G., Gabrielli, A., & Labini, F. S. (2014). The scientific competitiveness of nations. *PLoS ONE*, 9(12), e113470. DOI: 10.1371/journal.pone.0113470
- Crawford, M. (2020). Ecological systems theory: Exploring the development of the theoretical framework as conceived by Bronfenbrenner. *Journal of Public Health Issues and Practices*, 4(2), 170.
doi: <https://doi.org/10.33790/jphip1100170>
- Cummings, S., Powell, M., & Pels, J. (2011). Development knowledge ecology: Metaphors and meanings. *Knowledge Management for Development Journal*, 7(1), 125-135. DOI: 10.1080/19474199.2011.593878
- Devi T. V. Geetha (2019). *Understanding human ecology: Knowledge, ethics and politics*. New Delhi: Routledge India. DOI: 10.4324/9780429029783
- Ellison Peter, T. (2017). *Reproductive ecology and human evolution*. Abingdon: Taylor & Francis.
DOI: 10.4324/9781315128467
- Entezari, Y. (2014). Analysis of the impact of economic freedom components on university performance components. *Science and Technology Policy*, 17(2), 89-106. (Persian)
DOI: 10.22034/jstp.2024.11743.1800
- Entezari, Y., & Largani, H. M. (2024). Ecological analysis of interactions and international performance of universities. *Journal of Management and planning in Educational Systems*, 17(1), 289-314. (Persian)
DOI: 10.48308/mpes.2024.235339.1453
- Finke, P. (2014). The ecology of science and its consequences for the ecology of language. *Language Sciences*, 41(Part A), 71-82.
DOI: 10.1016/j.langsci.2013.08.008
- Foley, R. (1988). *Another unique species. Patterns in human evolutionary ecology*. London: Longman.
- Fox, C. W, Roff, D. A., & Fairbairn, D. J. (2020). *Evolutionary ecology: Concepts and case studies get access arrow*. Oxford: Oxford University Press.
DOI: 10.1093/oso/9780195131543.001.0001.
- Fox, J. (2024). *The ecology of ecologists: Harnessing diverse approaches for a stronger science*. Chicago: University Chicago Press.
- Fukuda, K. (2020). Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. *International Journal of Production Economics*, 220(2020), 107460. DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.07.033
- GCI (2024): Global competitiveness index, 2024, IMD.
- GII (2025): Global innovation index, 2024, WIPO.
- GKI (2024): Global knowledge index, 2024, United Nations Development Programme
- Guevara, M. R., Hartmann, D., Aristarán, M., Mendoza, M. & Hidalgo, C. A. (2016). The research space: Using career paths to predict the evolution of the research output of individuals, institutions, and nations. *Scientometrics*, 109, 16951709-
DOI: 10.1007/s11192-016-2125-9
- Hayashi, T. (1993). Ecology of technology: A perspective. *AI & Society*, 7, 109-116. DOI: 10.1007/BF01908608
- Heilbron, J. L. (2003). *The Oxford companion to the history of modern science*. New York: Oxford University Press.
- Hendry, A. P. (2016). *Eco-evolutionary dynamics*, Princeton and Oxford. Retrieved from:
<https://www.jstor.org/stable/j.ctt1q1xr0c>
- Hill, S. B., Wilson, S., & Watson, K. (2004). Learning ecology. A new approach to learning and transforming ecological consciousness. In: O'Sullivan, E.V., Taylor, M.M. (Eds.), *Learning toward an ecological consciousness: Selected transformative practices*. New York: Palgrave Macmillan.
DOI: 10.1007/978-1-349-73178-74.
- Ikazaki, D., & Ikeshita, K. (2021). *Globalization, population, and regional growth in the knowledge-based economy*. Singapore: Springer Nature Singapore. DOI: 10.1007/978-981-16-0885-8
- King, D. A. (2004). The scientific impact of nations. *Nature*, 430, 311-316. DOI: 10.1038/430311a

- Koster, F. (2023). Organizations in the knowledge economy. An investigation of knowledge-intensive work practices across 28 European countries. *Journal of Advances in Management Research*, 20(1), 140-159. DOI: 10.1108/JAMR-05-2021-0176
- Kozlowski, J., Radosevic, S. & Ircha, D. (1999). History matters: The inherited disciplinary structure of the post-communist science in countries of central and eastern Europe and its restructuring. *Scientometrics*, 45, 137-166. DOI: 10.1007/BF02458473
- Kumar, R. R., Stauvermann, P. J. & Patel, A. (2016). Exploring the link between research and economic growth: An empirical study of China and USA. *Quality and Quantity*, 50, 1073-1091. DOI: 10.1007/s11135-015-0191-3
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated development: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lee, L. C., Lin, P. H., Chuang, Y. W. & Lee, Y. Y. (2011). Research output and economic productivity: a Granger causality test. *Scientometrics*, 89, 465-478. DOI: 10.1007/s11192-011-0476-9
- Leydesdorff, L., Perevodchikov, E., & Uvarov, A. (2014). Measuring triple-helix synergy in the Russian innovation systems at regional, provincial, and national levels. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(6), 1229-1238. DOI: 10.1002/asi.23258
- Livingstone, D. N. (2010). *Putting science in its place: Geographies of scientific knowledge*. Chicago: University Chicago Press.
- Lundvall, B. A., & Johnson, B. (1994). The learning economy. *Journal of Industry Studies*, 1(2), 23-42. DOI: 10.1080/13662719400000002
- Marten ByGerald, G. (2010). *Human ecology: Basic concepts for sustainable development*. Abingdon: Routledge. DOI: 10.4324/9781849776028.
- May, R. M. (1997). The scientific wealth of nations. *Science*, 275, 793-796.
- Mazzoleni, R., & Nelson, R. R. (2007). Public research institutions and economic catch-up. *Research Policy*, 36(2007), 1512-1528. DOI: 10.1016/j.respol.2007.06.007.
- Miao, L., Murray, D., Jung, W. S., Larivière, V., Sugimoto, C. R., Ahn, Y. Y. (2022). The latent structure of global scientific development. *Nature Human Behaviour*, 6(9), 1206-1217. DOI: 10.48550/arXiv.2104.10812
- Öberg, C., & Lundberg, H. (2022). Mechanisms of knowledge development in a knowledge ecosystem. *Journal of Knowledge Management*, 26(11), 293-307. DOI: 10.1108/JKM-11-2021-0814
- OECD. (2000). *Knowledge management in the learning society*. Paris: OECD Publishing.
- Phillips, F., Yu, Ch. Y. Hameed, T., El Akhdary, M. A. (2017). The knowledge society's origins and current trajectory. *International Journal of Innovation Studies*, 1(3), 175-191. DOI: 10.1016/j.ijis.2017.08.001
- Popper, K. (1985). Evolutionary epistemology. In G. Tarozzi, & A. Van der Merwe (Eds.), *Open questions in quantum physics* (pp. 395- 413). New York City: Springer Nature Link. DOI: 10.1007/978-94-009-5245-4_27
- Popper, K. (1994). *All life is problem solving*. (P. Camiller, English Trans.). Abingdon: Routledge. DOI: 10.4324/9780203431900
- Root, H. L. (2023). The ecology of innovation: The evolution of a research paradigm. In: Z. J. Acs, E. Lafuente, & L. Szerb (Eds.), *The entrepreneurial ecosystem. Palgrave Studies in Entrepreneurship and Society*. London: Palgrave Macmillan. DOI: 10.1007/978-3-031-25931-9_12
- Roy, R. (2025). Governance of knowledge development in a public-private partnership: NASA's efforts to design the Space Shuttle. *Research Policy*, 54(2), 105151. DOI: 10.1016/j.respol.2024.105151
- Salter Ammon, J., & Martin Ben, R. (2001). The economic benefits of publicly funded basic research: A critical review. *Research Policy*, 30(3), 509-532. DOI: 10.1016/S0048-7333(00)00091-3
- Seth, S. (2009). Putting knowledge in its place: Science, colonialism, and the postcolonial. *Postcolonial Studies*, 12, 373-388. DOI: 10.1080/13688790903350633
- Singh K., Nirmala, Ch., Trikha, R., Bhardwaj, M., & Kaur, S. (2024). *Science, technology and innovation ecosystem: An Indian and global perspective*. Chennai: Springer Nature. DOI: 10.1007/978-981-97-2815-2
- Smith Eric, A. (2017). *Evolutionary ecology and human behavior*. New York: Taylor & Francis. DOI: 10.4324/9780203792704.
- Stephan, P. (2012). *How Economics Shapes Science*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Voda, A. I., Bortos, S., & Şoitu D. T. (2023). Knowledge ecosystem: A sustainable theoretical approach. *European Journal of Sustainable Development*, 12(2), 47-66. DOI: 10.14207/ejsd.2023.v12n2p47
- Wagner, C. S., & Leydesdorff, L. (2005). Network structure, self-organization, and the growth of international

- collaboration in science. *Research Policy*, 34, 1608-1618. DOI: 10.1016/j.respol.2005.08.002
- Wagner, C.S., & Jonkers, K. (2017). Open countries have strong science. *Nature*, 550, 32-33. DOI: 10.1038/550032a
- Wilson, E. O. (1999). *Consilience: The Unity of Knowledge*. New York: Vintage.
- Wojciechowski, J. A. (2010). *Ecology of knowledge*. Lithuania: The Council for Research in Values and Philosophy.



ی‌عقوب انتظاری

دانش‌آموخته مقطع دکتری اقتصاد آموزش عالی از دانشگاه شهید بهشتی و هم‌اکنون دانشیار گروه اقتصاد آموزش عالی مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی است. اقتصاد آموزش عالی، اقتصاد دانش‌بنیان، اقتصاد نوآوری، توسعه انسانی پایدار، اکوسیستم دانش و نوآوری از جمله علایق پژوهشی وی است.

