

Identification of Key Factors Shaping Windows of Opportunity for Technical Knowledge Transfer in the New Silk Road Context

Amir Ali Rashidi

Faculty of Management, Azad University, Roudehen Branch, Roudehen, Iran. Email: rashidin@ut.ac.ir

Zahra Torkashvand * 

Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

(Corresponding Author). Email: ztorkashvand@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history :

Received 23 July 2025
Received in revised form 26 May 2025
Accepted 11 November 2025
Published online 19 September 2026

Keywords:

Technology transfer, technological window of opportunity, New Silk Road, multi-criteria causal analysis, technology absorptive capacity.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to identify, refine, and prioritize the factors influencing the emergence of windows of opportunity for technical knowledge transfer within the context of the development of the New Silk Road.

Methods: The research adopts a mixed-method approach structured in three phases. In the first phase, semi-structured interviews were conducted with 25 subject-matter experts, from which 60 initial factors were extracted through thematic analysis using NVivo software. In the second phase, the same experts conducted a quantitative assessment using a Likert scale and the TOPSIS method, resulting in the identification of the top 20 factors with the highest preference scores. In the third phase, these selected factors were hierarchically analyzed using a combined fuzzy DEMATEL and ANP approach. First, causal relationships among the factors were examined using DEMATEL, and the influence threshold was determined based on the mean impact value. Subsequently, based on the resulting significant relationships, fuzzy pairwise comparisons were conducted within the ANP framework.

Results: The key causal and driving factors shaping these windows of opportunity were identified as strategic technology development planning, national industrial policies, and the establishment of technology absorption institutions. In contrast, academic innovation, targeted public investment, and regional capacity were found to be more effect-driven and reactive in nature.

Conclusion: By integrating qualitative and quantitative methodologies and employing a causality-driven analytical framework, this research contributes a novel conceptual model for technology transfer in the context of regional cooperation. The findings underscore the necessity of foresight-oriented policymaking, the development of soft infrastructure, and the establishment of intermediary institutions to enhance technology absorption capacity.

Cite this article: Rashidi, A.m., & Torkashvand, Z. (2026). Identification of Key Factors Shaping Windows of Opportunity for Technical Knowledge Transfer in the New Silk Road Context. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Research*, 5(2), 18-37. <https://doi.org/10.22034/eir.2025.533905.1198>

Ethical Considerations: The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Funding: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Publisher: Scientific Association of Entrepreneurship & Innovation in IRAN.



شناسایی عوامل مؤثر بر شکل گیری پنجره های فرصت انتقال دانش فنی در جاده ابریشم نوین

امیرعلی رشیدی

دانشجوی دکتری تخصصی رشته علوم تربیتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، رودهن، ایران. رایانامه: rashidin@ut.ac.ir

زهرا ترکاشوند* 

نویسنده مسئول، استادیار گروه جغرافیای انسانی و برنامه ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: ztorkashvand@ut.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف: هدف این پژوهش، شناسایی، پالایش و اولویت بندی عوامل مؤثر بر شکل گیری پنجره های فرصت انتقال دانش فنی در چارچوب شکل گیری جاده ابریشم نوین است.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

روش: رویکرد پژوهش از نوع آمیخته و در سه مرحله تدوین شده است. در گام نخست، با بهره گیری از مصاحبه های نیمه ساختاریافته با ۲۵ تن از خبرگان حوزه های مربوط، ۶۰ عامل اولیه از طریق تحلیل مضمون و با کمک نرم افزار NVivo استخراج شد. در مرحله دوم، با استفاده از طیف لیکرت و روش تاپسیس، ارزیابی کمی از سوی همان خبرگان انجام شد و ۲۰ عامل برتر با بیشترین امتیاز ترجیح شناسایی شدند. در مرحله سوم، عوامل به صورت سلسله مراتبی و با بهره گیری از روش ترکیبی دیمتل فازی و ANP تحلیل شدند. ابتدا روابط علی و معلولی میان عوامل از طریق دیمتل تحلیل و آستانه تأثیرگذاری بر اساس میانگین تعیین شد. سپس، با استفاده از خروجی روابط معنادار، مقایسات زوجی فازی در ساختار ANP اجرا شد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۶/۲۸

یافته ها: مهم ترین عوامل علی و پیش ران در شکل گیری پنجره های فرصت شامل «برنامه استراتژیک توسعه فناوری»، «سیاست های صنعتی ملی» و «ایجاد نهادهای جذب فناوری» هستند. در مقابل، عوامل «نوآوری دانشگاهی»، «سرمایه گذاری دولتی هدفمند» و «توان منطقه ای» بیشتر نقش معلول و تأثیرپذیر دارند.

کلیدواژه ها:

نتیجه گیری: این پژوهش با ترکیب روش های کیفی و کمی و بهره گیری از رویکرد علیت در تحلیل، گامی نوین در جهت تدوین چارچوب نظری انتقال فناوری در بستر همکاری های منطقه ای برداشته است. نتایج بر ضرورت تمرکز بر سیاست گذاری مبتنی بر آینده نگری، توسعه زیرساخت های نرم و ایجاد نهادهای میانی برای افزایش ظرفیت جذب فناوری تأکید دارد.

انتقال فناوری، پنجره فرصت
فناورانه، جاده ابریشم نوین، تحلیل
علی چندمعیاره، ظرفیت جذب
فناوری.

استناد: رشیدی، امیرعلی، و ترکاشوند، زهرا. (۱۴۰۵). شناسایی عوامل مؤثر بر شکل گیری پنجره های فرصت انتقال دانش فنی در جاده ابریشم نوین، پژوهش های کارآفرینی و نوآوری. ۵(۲)، ۱۸-۳۷.

<https://doi.org/10.22034/eir.2025.533905.1198>

ناشر: انجمن علمی کارآفرینی و نوآوری ایران.

© نویسندگان.



۱. مقدمه

در دوران گذار به اقتصاد دانشی، انتقال دانش فنی یکی از عناصر حیاتی در توسعه ملی، رشد نوآوری و ارتقای بهره‌وری صنعتی کشورها محسوب می‌شود. با این حال، چنین انتقالی تنها زمانی امکان‌پذیر است که «پنجره فرصت» مساعدی در ابعاد سیاسی، نهادی، فناورانه و بین‌المللی گشوده شود. مفهوم «پنجره‌های فرصت» در ادبیات نوآوری به بازه‌هایی اطلاق می‌شود که طی آن، هم‌زمانی شرایط خارجی و ظرفیت‌های داخلی، امکان بهره‌گیری از دانش خارجی را فراهم می‌سازد.

ابتکار «کمر بند و جاده» که در سال ۲۰۱۳ از سوی چین مطرح شد، ظرفیت تبدیل شدن به زمینه‌ای پویا برای شکل‌گیری چنین پنجره‌هایی در سطح فراملی را دارد. این ابتکار که قرار است بیش از ۱۴۰ کشور را در چهار قاره به یکدیگر پیوند دهد، نه فقط در حوزه‌های زیرساختی و تجاری، بلکه در حوزه‌های انتقال فناوری، تبادل علمی و سرمایه انسانی دانش‌بنیان نیز تأثیرگذار است (Yellinek, 2022; Khan, 2025). از سال ۲۰۱۵، چین با اعطای سالانه هزاران بورس تحصیلی، گسترش مؤسسات کنفوسیوس و امضای توافق‌نامه‌های علمی دوجانبه، مدلی ترکیبی از دیپلماسی آموزشی و انتقال دانش فنی را به کار گرفته است؛ مدلی که به دنبال هم‌راستاسازی سیاست خارجی، اقتصاد دانشی و قدرت نرم است (Gamage, 2024; Shawamreh, 2025).

در این میان، ایران به عنوان کشوری با موقعیت ژئوپلیتیکی ممتاز در قلب مسیر جاده ابریشم نوین، از ظرفیت‌های کم‌نظیری برای بهره‌برداری از این پنجره‌ها برخوردار است. برخورداری از سرمایه انسانی، زیرساخت‌های علمی گسترده، مجاورت با مسیرهای شرقی-غربی و منابع انرژی، همگی از عواملی هستند که ایران را به یک گره دانشی و فناورانه بالقوه در ساختار کشورهای حوزه کمر بند و جاده بدل می‌سازند. (Conduit and Akbarzadeh, 2019; Butch, 2021)

تحلیل ساختاری از ادبیات موجود نشان می‌دهد که بسیاری از کشورها با برنامه‌ریزی فعال، از کشورهای حوزه کمر بند و جاده به عنوان فرصتی برای نوسازی فناورانه و جذب دانش فنی خارجی بهره می‌برند؛ در حالی که در مورد ایران، تحلیل سیستماتیک از عوامل مؤثر بر شکل‌گیری این پنجره‌ها و چگونگی سیاست‌گذاری اثربخش در این بستر جهانی صورت نگرفته است (Sheikhneshin, Vakili et al., 2020).

مطالعات پیشین بیشتر به بررسی کلان‌نگر نقش چین در انتقال فناوری پرداخته‌اند، اما به ندرت سازوکارهای عینی شکل‌گیری پنجره‌های فرصت در کشورهای مسیر، مانند ایران، مورد تحلیل میدانی قرار گرفته‌اند. (Wu, Yuan et al., 2022)

یکی از ابعاد و فرصت‌های مهمی که در برخی پژوهش‌های معدود به تازگی انجام شده مطرح شده و به برخی از ابعاد و مسائل مربوط به چگونگی مواجهه با ابتکار کمر بند و جاده در ایران، چگونگی کسب موفقیت در پیوستن به آن و فرصت‌های موجود در این چارچوب پرداخته است، فرصت‌های آموزشی است که بخشی از نیازمندی‌های انتقال فناوری را تشکیل می‌دهد. با در نظر گرفتن این نکته که ابتکار کمر بند و جاده هنوز در ایران جایگاهی جدی از نظر عملی نیافته است، عوامل و موانع همکاری‌های آموزشی میان کشورهای این کمر بند با محوریت ایران بررسی شده‌اند. (Rashidi et al., 2025) فقدان چارچوب‌های بومی شده برای کشورهایی با ساختار نهادی خاص، مانند ایران، و نبود تحلیل‌های ترکیبی علمی در این حوزه، خلأیی جدی در ادبیات را نمایان می‌سازد. پژوهش حاضر با تکیه بر تحلیل میدانی چندمرحله‌ای می‌کوشد این شکاف را پر کند.

پژوهش حاضر با هدف پرکردن این شکاف دانشی، درصدد شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری پنجره‌های فرصت انتقال دانش فنی برای ایران در چارچوب جاده ابریشم نوین است. برای دستیابی به این هدف، از رویکردی ترکیبی بهره گرفته شده است که شامل روش غربالگری دلفی دومرحله‌ای، رتبه‌بندی تاپسیس و تحلیل روابط میان‌معیاری با دیمتل فازی و ANP است.

۲. مبانی نظری

۲.۱. مفهوم و نظریه‌های پنجره فرصت و شرایط شکل‌گیری آن‌ها

پنجره فرصت در ادبیات سیاست‌گذاری و نوآوری به بازه‌های زمانی محدودی اطلاق می‌شود که در آن، شرایط بیرونی و درونی به گونه‌ای هم‌آهنگ می‌شوند که امکان وقوع تغییرات کلان یا پذیرش یک فناوری جدید فراهم می‌شود. این مفهوم ابتدا توسط جان کینگدان^۱ در نظریه جریان‌های سه‌گانه سیاست عمومی معرفی شد و سپس توسط پژوهشگرانی مانند فرانک گیلز^۲ در مطالعات انتقال فناورانه و تحولات نظام‌های نوآوری گسترش یافت.

^۱ John Kingdon

^۲ Frank W. Geels

در نگاه کینگدان، پنجره فرصت زمانی گشوده می‌شود که سه جریان مستقل، یعنی جریان مسائل، جریان سیاست‌ها و جریان سیاست‌گذاران، به‌صورت هم‌زمان با یکدیگر هم‌پوشانی پیدا کنند و امکان تغییر ساختاری یا سیاستی فراهم شود. جریان مسائل به شناسایی بحران‌ها یا ناکارآمدی‌ها، جریان سیاست‌ها به وجود راه‌حل‌های فنی - سیاستی، و جریان سیاست‌گذاران به اراده و توجه سیاسی اشاره دارد. (Geels, 2011)

مفهوم پنجره‌های فرصت فناوریانه، به‌ویژه در زمینه سیاست‌گذاری‌های مبتنی بر دولت، همچون ابتکار کمربند و جاده چین، نیازمند تغییراتی است که در محیط کلان رخ می‌دهند. بر اساس مدل چندسطحی، این تغییرات شامل موارد زیر هستند:

- تحولات فناوریانه سریع، مانند ظهور فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی؛
- تحولات نهادی، مانند اصلاحات سیاسی و اصلاحات آموزشی یا پژوهشی؛
- تحولات اقتصادی جهانی، نظیر بحران‌ها یا رکودهای منطقه‌ای؛
- تحولات ژئوپلیتیکی یا توافق‌نامه‌های بین‌المللی، مانند طرح‌های همکاری در چارچوب جاده ابریشم.

زمانی که این فشارهای محیطی با ظرفیت‌های نهادی داخلی تلاقی پیدا کنند، پنجره فرصت برای انتقال فناوری یا تغییر ساختار شکل می‌گیرد. (Geels et al., 2017)

پنجره‌های فرصت را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

پنجره فناوریانه: زمانی شکل می‌گیرد که فناوری جدیدی در دسترس قرار گرفته و امکان جذب یا بومی‌سازی آن وجود داشته باشد؛ برای مثال، ورود اینترنت اشیا به بخش‌های صنعتی ایران.

پنجره نهادی: به تغییرات در سیاست‌گذاری، مقررات یا اراده حاکمیتی اشاره دارد که مسیر را برای تحول باز می‌کند؛ مانند بازنگری در سیاست جذب نخبگان یا اصلاحات در بودجه پژوهشی.

پنجره بازارمحور: زمانی شکل می‌گیرد که تقاضای جدیدی در بازار داخلی یا خارجی ایجاد شده باشد که مستلزم نوآوری یا ارتقای فناوری است؛ مانند رشد بازار خودروهای برقی یا انرژی‌های تجدیدپذیر.

این سه نوع پنجره معمولاً به‌صورت ترکیبی عمل می‌کنند و شکل‌گیری پنجره فرصت را تسریع می‌کنند. (Geels, 2011) در کشورهای در حال توسعه، شکل‌گیری پنجره‌های فرصت، به‌ویژه در حوزه انتقال فناوری، اهمیت حیاتی دارد؛ چراکه این کشورها معمولاً فاقد ظرفیت‌های بومی کافی برای خلق فناوری هستند و نیازمند استفاده از موقعیت‌های گذرا برای جذب دانش فنی خارجی‌اند.

مطالعات نشان داده‌اند که کشورهایمانند چین، هند و برزیل در دهه‌های گذشته از چنین پنجره‌هایی، اعم از عضویت در WTO یا سرمایه‌گذاری خارجی در زیرساخت‌ها، برای تثبیت نظام نوآوری داخلی و بومی‌سازی فناوری استفاده کرده‌اند. در مقابل، کشورهایی که فاقد راهبرد و نهادهای جذب فناوری بوده‌اند، این فرصت‌ها را از دست داده‌اند. (Gosens, Lu et al., 2013)

۲.۲. مدل‌های مفهومی تحلیل پنجره فرصت: مدل سه‌گانه کینگدان

مدل سه‌گانه کینگدان (۱۹۸۴)، یکی از برجسته‌ترین چارچوب‌های تحلیلی برای بررسی گشودگی پنجره‌های فرصت است که در حوزه سیاست‌گذاری و نوآوری نیز کاربرد یافته است. این مدل بر سه جریان مستقل تأکید دارد:

جدول ۱: مدل مفهومی پنجره فرصت

جریان	شرح
مسائل	افزایش آگاهی عمومی یا تخصصی از یک چالش حیاتی
سیاست‌ها	در دسترس بودن راه‌حل‌های فنی و نهادینه‌شده
سیاست‌گذاران	شرایط سیاسی مساعد و اولویت‌دهی در فضای تصمیم‌گیری

زمانی که این سه جریان به‌شکل هم‌زمان هم‌راستا شوند، پنجره‌ای گشوده می‌شود که در آن، تغییرات ساختاری یا فناوریانه امکان‌پذیر می‌گردد. (Foxon and Pearson, 2008; Geels, 2011)

۳.۲. انتقال دانش فنی: مفاهیم، سطوح و سازوکارها

دانش فنی به دانشی اطلاق می‌شود که برای بهره‌برداری، تعمیر، توسعه یا بومی‌سازی فناوری‌های خاص مورد نیاز است. این دانش عمدتاً ضمنی است؛ یعنی برخلاف دانش عمومی یا دانشگاهی که به‌صورت صریح در کتاب‌ها و مقالات منتشر می‌شود، دانش فنی در عمل، تجربه، مشاهده مستقیم و تعاملات شغلی نهفته است. به همین دلیل، انتقال آن به مهارت‌های عملی و زمینه سازمانی نیاز دارد و تنها از طریق آموزش رسمی یا مطالعه امکان‌پذیر نیست. (Takii, 2004)

انتقال فناوری در سه سطح عمده انجام می‌شود:

بین‌المللی: در این سطح، دانش فنی از طریق پروژه‌های مشترک، سرمایه‌گذاری خارجی یا انتقال مجوزها از کشور توسعه‌یافته به کشور در حال توسعه منتقل می‌شود.

ملی: در این سطح، فناوری از یک سازمان پیشرو در داخل کشور به سایر نهادها یا شرکت‌های محلی منتقل می‌شود.

سازمانی: در این سطح، فرآیندهای داخلی یک سازمان برای جذب، انباشت و بازتولید دانش فنی، مانند آموزش نیروی انسانی یا مدیریت دانش، مورد توجه قرار می‌گیرد.

در هر یک از این سطوح، نهادها و عوامل واسطه، مانند دولت، دانشگاه‌ها و شرکت‌های چندملیتی، نقشی حیاتی دارند (Osabutey, Williams et al., 2014).

مکانیسم‌های انتقال دانش فنی شامل طیفی از روش‌هاست:

- آموزش‌های رسمی و مهارتی برای نیروهای بومی؛
- پروژه‌های مشترک تحقیق و توسعه بین شرکت‌های خارجی و داخلی؛
- سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی که فناوری را به همراه زیرساخت منتقل می‌کند؛
- بورس‌های تحصیلی و اعزام دانشجویان به کشور مبدأ فناوری؛
- مشارکت بین‌المللی دانشگاه‌ها از طریق کنسرسیوم‌ها یا مراکز تحقیقاتی مشترک.

این مکانیسم‌ها در صورتی موفق‌اند که با سیاست‌های تشویقی و نهادهای توانمندساز ترکیب شوند (Foos, Schum et al., 2006; Narteh, 2008). همچنین، تجاری‌سازی به‌عنوان مرحله‌ای حیاتی در انتقال فناوری از دانشگاه‌ها به صنعت، نقش مهمی دارد. یافته‌ها نشان می‌دهند که عواملی مانند حمایت‌های مالی، زیرساخت‌های مناسب و سیاست‌های حمایتی دولت، تأثیر بسزایی در موفقیت تجاری‌سازی دارند. (Sofi, Mirabi et al., 2025)

۴.۲. موانع انتقال فناوری در کشورهای در حال توسعه

انتقال دانش فنی در کشورهای در حال توسعه با موانع متعددی روبه‌روست، از جمله:

- **موانع ساختاری:** نظیر ضعف زیرساخت‌های فناوری، کمبود نیروی انسانی ماهر یا ناپایداری اقتصادی؛
- **موانع نهادی:** مانند بوروکراسی، نبود قوانین روشن در زمینه مالکیت فکری یا ناکارآمدی نهادهای واسطه؛
- **موانع فرهنگی:** تفاوت در زبان و سبک مدیریتی یا نبود اعتماد میان شرکای فناورانه.

این موانع می‌توانند منجر به اصطکاک در فرآیند یادگیری فناورانه شوند و حتی در صورت انتقال رسمی فناوری، مانع از جذب آن شوند. (Gilsing, Bekkers et al., 2011; Gunawansa and Kua, 2011)

کانا (Kanan, Manteghi et al., 2023) به بررسی مؤلفه‌های مدل بلوغ نوآوری باز در شرکت‌های دانش‌بنیان پرداخته و نقش انتقال فناوری را در توسعه نوآوری‌های باز مورد تحلیل قرار داده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که عواملی مانند شدت فناوری، ادغام فناوری و دفاتر انتقال فناوری، از مؤلفه‌های اصلی در بلوغ نوآوری باز هستند.

۵.۲. عوامل موفقیت در جذب و بومی‌سازی فناوری

برای آنکه فناوری وارد شده به کشور در حال توسعه به‌صورت مؤثر جذب و بومی‌سازی شود، چند عامل کلیدی ضروری‌اند:

- ظرفیت جذب فناورانه: میزان توانایی یادگیری، تطبیق و بازتولید فناوری؛
- پشتیبانی دولتی: از طریق سیاست‌های صنعتی، معافیت‌های مالیاتی یا کمک‌های تحقیقاتی؛
- زنجیره تأمین محلی توانمند: که بتواند فناوری را پشتیبانی و ارتقا دهد؛
- ارتباطات مستمر میان دانشگاه، صنعت و دولت؛

و، در نهایت، هم‌راستایی با نیازهای بازار داخلی که فناوری وارد شده را سودآور و پایدار سازد. (Sikombe and Phiri, 2019).

۶.۲. دیپلماسی آموزشی و قدرت نرم به عنوان زمینه انتقال فناوری در جاده ابریشم نوین

«قدرت نرم» مفهومی است که نخستین بار توسط ژوزف نای^۱ مطرح شد و به ظرفیت یک کشور برای تأثیرگذاری بر دیگران از طریق جذابیت‌های فرهنگی، ارزش‌ها و نهادهای آموزشی اشاره دارد؛ نه از طریق اجبار یا پاداش‌های اقتصادی. آموزش بین‌المللی، زبان، علم و تبادلات آکادمیک از مهم‌ترین ابزارهای قدرت نرم‌اند. از دیدگاه راهبردی، همکاری‌های علمی و آموزشی، به‌ویژه در سطح دانشگاهی، قادرند تصورات عمومی درباره یک کشور را تغییر دهند و زمینه‌ای برای نفوذ تدریجی گفتمان و فناوری ایجاد کنند. (Perez-Garcia and Nierga, 2021; Khan, 2025).

اما «دیپلماسی آموزشی» به استفاده هدفمند از آموزش عالی در خدمت سیاست خارجی اشاره دارد؛ ابزاری که از طریق جذب دانشجویان بین‌المللی، اعطای بورسیه، تأسیس مؤسسات آموزشی خارج از کشور و برنامه‌های تبادل، به تثبیت حضور فناورانه، فرهنگی و نرم یک کشور کمک می‌کند. این رویکرد نه تنها موجب ارتقای برند ملی می‌شود، بلکه به شکل‌گیری نخبگان همسو با منافع کشور فرستنده نیز کمک می‌کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کشورهایی نظیر چین از آموزش بین‌المللی به عنوان ابزاری برای تثبیت هژمونی فناوری در کشورهای در حال توسعه بهره می‌گیرند. (Chou and Demiryol, 2024).

در چارچوب ابتکار کمربند و جاده، چین از دیپلماسی آموزشی به عنوان بازوی نرم این راهبرد بهره گرفته است. بیش از ۹۰ هزار دانشجو از کشورهای عضو و کشورهای حوزه کمربند و جاده تاکنون با استفاده از بورسیه در دانشگاه‌های چین تحصیل کرده‌اند و مؤسسات کنفوسیوس در ده‌ها کشور تأسیس شده‌اند. هدف چین از این اقدامات، علاوه بر ارتقای تصویر جهانی، ایجاد شبکه‌ای از نخبگان وفادار و پذیرای انتقال فناوری چینی است. این برنامه‌ها بخشی از «دیپلماسی دانشی چین» هستند که در کنار سرمایه‌گذاری‌های سخت، زیرساخت نرم بومی‌سازی فناوری را نیز مستقر می‌سازند. (Lo and Pan, 2021; Gamage, 2024).

آموزش عالی بین‌المللی را می‌توان زیرساخت نرم انتقال فناوری نامید؛ زیرا از طریق پرورش منابع انسانی توانمند، ارتقای ظرفیت جذب، توسعه زبان مشترک تخصصی و ایجاد کانال‌های تعاملی میان دانشگاه‌ها و صنایع، امکان بهره‌برداری مؤثر از فرصت‌های فناورانه را فراهم می‌آورد. پژوهش‌ها در زمینه کشورهای حوزه کمربند و جاده نشان داده‌اند که کشورهایی که هم‌زمان با سرمایه‌گذاری سخت‌افزاری، روی آموزش و همکاری علمی نیز سرمایه‌گذاری کرده‌اند، در جذب و بومی‌سازی فناوری موفق‌تر ظاهر شده‌اند. این امر نشان می‌دهد که آموزش نه تنها ابزاری فرهنگی، بلکه پیش‌شرطی ساختاری برای انتقال فناوری پایدار است. (Chiebuka, Janet et al.; Kuah, 2018).

۷.۲. تحول آفرینی کشورهای حوزه کمربند و جاده برای حرکت در مسیر توسعه

ابتکار کمربند و جاده که در سال ۲۰۱۳ توسط چین معرفی شد، ابتدا با تمرکز بر توسعه زیرساخت‌ها و اتصال تجاری بین آسیا، اروپا و آفریقا آغاز شد، اما به تدریج به زمینه‌ای چندبعدی برای همکاری‌های علمی، آموزشی و فناورانه تبدیل شد. یکی از ابعاد راهبردی این ابتکار، توسعه زیرساخت‌های نرم، مانند دیپلماسی علمی، تبادل دانشگاهی و سرمایه‌گذاری در مراکز آموزش عالی در کشورهای مشارکت‌کننده است. مطالعات نشان داده‌اند که کشورهای حوزه کمربند و جاده نه فقط به عنوان پروژه‌های فیزیکی، بلکه به عنوان ابزاری برای گسترش قدرت نرم چین و تسهیل دسترسی متقابل به دانش و نوآوری نیز عمل کرده‌اند. (Zhang, Tlili et al., 2022). این امر می‌تواند در تحول و توسعه کشورهای عضو کمربند و جاده تأثیر بسزایی داشته باشد.

۸.۲. نقش کشورهای حوزه کمربند و جاده در ایجاد فرصت

ابتکار کمربند و جاده با ایجاد اتصال فیزیکی، ارتباطات دیجیتال و مشارکت علمی، فرصت‌های متعددی برای کشورهای در حال توسعه در مسیر این ابتکار فراهم کرده است تا از طریق آن به فناوری‌های نوین، دانش فنی و زیرساخت‌های تحقیقاتی دسترسی پیدا کنند. در بسیاری از موارد، انتقال فناوری نه از طریق فروش صرف تجهیزات، بلکه از مسیر آموزش نیروهای محلی، ایجاد مراکز تحقیقاتی مشترک و راه‌اندازی پروژه‌های مهندسی مشترک صورت می‌گیرد. چین در این زمینه تلاش کرده است تا با کشورهای آسیای مرکزی، جنوب آسیا و خاورمیانه به صورت هدفمند همکاری فناورانه برقرار کند و مدل نوینی از توسعه مبتنی بر اشتراک دانش ارائه دهد. (Amineh, Linck et al., 2022; Rezaeinejad, Peyma et al., 2023).

^۱ Joseph Nye

۹.۲. تجارب برخی کشورهای حوزه کمر بند و جاده و وضعیت ایران

در پاکستان، پروژه عظیم CPEC به‌عنوان شاخه‌ای از ابتکار کمر بند و جاده، زمینه ایجاد مراکز آموزش مهندسی، تبادل استاد و بورس‌های تحصیلی میان چین و پاکستان را فراهم کرده است. در سری‌لانکا نیز دانشگاه‌هایی که در برنامه بورس تحصیلی کشورهای حوزه کمر بند و جاده مشارکت داشته‌اند، به هاب‌های محلی برای ترویج زبان، فرهنگ و فناوری‌های چینی تبدیل شده‌اند. در قزاقستان، همکاری در زمینه زیرساخت‌های ارتباطی و راه‌آهن هوشمند، همراه با تأسیس مراکز آموزش دیجیتال، تجربه موفق‌تری از پیوند فناوری و آموزش در چارچوب ابتکار کمر بند و جاده محسوب می‌شود (Masood, 2019; Gamage, 2024; Nadin, Mami et al., 2024).

ایران، با توجه به موقعیت ژئوپلیتیکی خاص خود، عضوی کلیدی در مسیر زمینی ابتکار کمر بند و جاده محسوب می‌شود؛ با این حال، مشارکت ایران در ابعاد علمی و انتقال فناوری این ابتکار همچنان محدود و پراکنده است. در حالی که کشورهایی چون پاکستان و قزاقستان توافق‌نامه‌های مشخص علمی و آموزشی با چین دارند، ایران فاقد نقشه‌راه یکپارچه برای بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت‌های کشورهای حوزه کمر بند و جاده در حوزه انتقال دانش است (Rashidi et al., 2025). با این حال، ظرفیت‌های همکاری در زمینه انرژی، دانشگاه‌های فنی و زیرساخت‌های علمی هنوز فعال نشده‌اند و بدون راهبرد ملی، این فرصت می‌تواند مغفول بماند (Amineh, Linck et al., 2022; Rezaeinejad, Peyma et al., 2023).

۱۰.۲. تحلیل ساختاری - نهادی انتقال فناوری در چارچوب جاده ابریشم نوین: چالش‌ها و الزامات سیاستی

در بستر پروژه‌های جاده ابریشم نوین، آن دسته از عواملی که در سطح کلان سیاست‌گذاری قرار دارند - از جمله برنامه‌های توسعه فناوری، سیاست‌های صنعتی و نهادسازی فناورانه - بیش از سایر متغیرها برجستگی می‌یابند. این غلبه رویکرد بالا به پایین در طراحی سیاست‌ها، بیش از آنکه به معنای پویایی نظام انتقال فناوری باشد، بازتابی از تمرکزگرایی ساختاری و فقدان حکمرانی چندسطحی در زیست‌بوم علم و فناوری کشورهایی چون ایران است (Casadella and Liu, 2019; Cuevas-Vargas and Cortés-Palacios, 2025; Lin and Wu, 2025). در چنین شرایطی، عوامل پیش‌برنده‌ای نظیر ظرفیت‌سازی منطقه‌ای، پیوندهای نهادی و تعهد فرهنگی، با وجود اهمیت نظری، در عمل از پشتوانه اجرایی یا حمایت نهادی کافی برخوردار نیستند و در نتیجه، کمتر به چشم می‌آیند (Rezaeinejad, Peyma et al., 2023; Gamage, 2024). این وضعیت نه تنها بیانگر خلأ نهادهای واسطه مؤثر در فرآیند انتقال فناوری است، بلکه نشانه‌ای از نبود انسجام راهبردی میان بازیگران اصلی، همچون دولت، دانشگاه و صنعت، به شمار می‌رود (Chou and Demiryol, 2024).

از این منظر، شکاف تاریخی میان آموزش عالی و نیازهای فناورانه کشور، و نیز ناهماهنگی میان نهادهای اجرایی و سیاست‌های بالادستی، به عنوان موانعی بنیادین در بهره‌گیری از فرصت‌های بین‌المللی، مانند جاده ابریشم نوین، عمل می‌کنند. بنابراین، در تحلیل انتقال فناوری در کشورهای دارای ساختار متمرکز، لازم است علاوه بر عوامل کلان، به اصلاح نهادهای میان‌سطحی و تقویت پیوندهای منطقه‌ای نیز توجه شود.

پیشنهادهایی مانند تدوین شاخص‌های سنجش تعهد نهادی به فناوری، راه‌اندازی مراکز مهارتی منطقه‌محور با ساختار سه‌جانبه (دانشگاه - صنعت - حکمرانی محلی)، فعال‌سازی دیپلماسی علمی و بازنگری در سیاست‌های تمرکزگرا می‌توانند زمینه‌ساز تحول تدریجی این زیست‌بوم باشند. در غیر این صورت، فرصت‌های انتقال فناوری در قالب پروژه‌های فراملی نه تنها بالفعل نمی‌شوند، بلکه ممکن است به وابستگی فناورانه و بازتولید نابرابری بین‌المللی بینجامند (Li, Van Assche et al., 2022).

۱۱.۲. چارچوب مفهومی انتقال فناوری در بستر جاده ابریشم نوین: تمایزها و اقتضائات در مقایسه با روش‌های

سرمایه‌گذاری خارجی

در ادبیات مربوط به انتقال فناوری، مدل‌های متعددی برای تحلیل سازوکارهای جذب و بومی‌سازی فناوری در کشورهای در حال توسعه ارائه شده است. یکی از مدل‌های رایج، انتقال فناوری از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است که عموماً توسط شرکت‌های خصوصی و در بستر بازار آزاد انجام می‌شود. در این الگو، انگیزه‌های سودآوری، رقابت‌پذیری و صرفه اقتصادی، عوامل اصلی شکل‌گیری روابط فناورانه هستند.

در مقابل، ابتکار «کمر بند و جاده» یا همان جاده ابریشم نوین، مدلی از انتقال فناوری ارائه می‌دهد که به‌جای منطق صرفاً اقتصادی، بر حکمرانی دولتی، اهداف ژئوپلیتیکی و دیپلماسی فناورانه مبتنی است (Chou and Demiryol, 2024; Liu, Yan et al., 2025). در این چارچوب، روابط بین‌دولتی، همکاری دانشگاهی در سطح ملی و منطقه‌ای و تأسیس نهادهای مشترک علمی و زیرساختی، نقش کلیدی ایفا می‌کنند. این تفاوت‌های نهادی و سیاستی موجب می‌شوند که تحلیل «پنجره‌های فرصت فناورانه» در بستر ابتکار کمر بند و جاده، نیازمند چارچوب مفهومی متفاوتی از مدل‌های مبتنی بر سرمایه‌گذاری خارجی باشد.

الگوی جاده ابریشم نوین، برخلاف الگوهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی که عمدتاً مبتنی بر منطق بازار آزاد، منافع اقتصادی و بازیگران خصوصی هستند، دارای ویژگی‌هایی چون حکمرانی دولتی، روابط بین‌دولتی، دیپلماسی آموزشی و حمایت هدفمند نهادی است. این ویژگی‌ها سبب می‌شوند که فرآیند انتقال فناوری در بستر این الگو، بیش از آنکه تابع انگیزه‌های اقتصادی صرف باشد، در چارچوب اهداف ژئوپلیتیکی، قدرت نرم و نهادسازی فناورانه معنا یابد. بنابراین، تحلیل پنجره‌های فرصت در این زمینه مستلزم شناخت دقیق عوامل نهادی، فرهنگی و ساختاری است که در سایر مدل‌های کلاسیک معمولاً مورد غفلت قرار می‌گیرند؛ عواملی مانند ظرفیت جذب فناورانه، تعهد فرهنگی به توسعه علم و فناوری و حضور نهادهای واسط میان دولت، دانشگاه و صنعت.

از سوی دیگر، نوع بازیگران در پروژه‌های ابتکار کمر بند و جاده، از نظر ماهیت دولتی و ویژگی‌های تنظیم‌گری، تفاوت بنیادینی با بازیگران فعال در سرمایه‌گذاری خارجی دارد. به‌عنوان نمونه، شرکت‌های پیمانکار در پروژه‌های چینی معمولاً تحت حمایت مستقیم دولت چین قرار دارند و روابط سیاسی بین‌دولتی نقش مهمی در تخصیص پروژه‌ها و منابع ایفا می‌کنند (Lo and Pan, 2021). این وضعیت سبب می‌شود عوامل غیراقتصادی، همچون تعهد نهادی، فرهنگ سازمانی، نظام آموزشی و ظرفیت جذب سیاسی - اجتماعی، نیز به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی در موفقیت یا شکست انتقال فناوری عمل کنند. در جدول ۲، الگوهای جاده ابریشم نوین و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌طور کامل با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

بر این اساس، پژوهش حاضر با اتخاذ رویکردی ترکیبی تلاش می‌کند تا با بهره‌گیری از روش‌های دیمتل فازی و ANP، به شناسایی و تحلیل دقیق عواملی بپردازد که در زمینه انتقال فناوری از مسیر پروژه‌های مرتبط با الگوی جاده ابریشم نوین به ایران، نقش کلیدی ایفا می‌کنند. چارچوب مفهومی طراحی‌شده در این پژوهش نه تنها بر پایه تحلیل‌های علی و چندمعیاره استوار است، بلکه از دیدگاه نظری نیز مبتنی بر درک تمایزهای ساختاری و سیاستی میان منطق حاکم بر پروژه‌های جاده ابریشم نوین و سایر الگوهای کلاسیک انتقال فناوری، مانند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تنظیم شده است.

جدول ۲: مقایسه شاخص‌های تحلیلی الگوهای جاده ابریشم نوین با الگوی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

شاخص تحلیلی	الگوی جاده ابریشم نوین	الگوی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	منبع علمی
نوع حکمرانی	دولتی - بین‌دولتی - تنظیم‌گری سیاسی	خصوصی - بازار محور	Chou and Demiryol (2024)
نوع بازیگران	شرکت‌های دولتی چین، دانشگاه‌ها، دولت‌ها	شرکت‌های چندملیتی، سرمایه‌گذاران بخش خصوصی	(Liu, Yan et al. 2025)
منطق سیاست‌گذاری	قدرت نرم، دیپلماسی آموزشی، اهداف ژئوپلیتیک	سودآوری، مزیت رقابتی، بهره‌وری سرمایه	(Gamage 2024)
نوع روابط انتقال فناوری	همکاری بین‌دولتی، دیپلماسی علمی، تأسیس نهادهای تحقیقاتی مشترک	سرمایه‌گذاری با انگیزه اقتصادی، انتقال از طریق مالکیت فناوری یا قرارداد لایسانس	Rezaeinejad, Peyma (et al. 2023)
ساختار نهادی	تمرکز بر نهادهای دولتی، مؤسسات تحقیقاتی مشترک، دانشگاه‌های هدفمند	تمرکز بر قراردادهای تجاری و مالکیت خصوصی	Gilsing, Bekkers et al. (2011)
مدل یادگیری فناورانه	یادگیری سازمانی، تربیت نخبگان، تربیت نیرو از طریق بورسیه، اتصال آموزش-صنعت	انتقال صریح دانش، درون سازمان، وابسته به روابط قراردادی	Osabutey, Williams (et al. 2014)
تأثیرپذیری از زمینه نهادی کشور میزبان	بسیار بالا - نیازمند ظرفیت جذب نهادی بالا	کمتر - بیشتر تابع قانون سرمایه‌گذاری خارجی	Cuevas-Vargas and (Cortés-Palacios 2025)
پیوند با پنجره فرصت	مبتنی بر دیپلماسی آموزشی و فشار بین‌المللی هم‌راستاسازی با سیاست‌های کلان	مبتنی بر شرایط بازار، آزادسازی اقتصادی و تقاضای فناوری	(Geels 2011)

مطالعات موجود درباره وضعیت ظرفیت‌های فناورانه در کشورهای عضو ابتکار کمر بند و جاده نشان می‌دهند که توسعه ظرفیت انتقال فناوری در این منطقه با ناهمگونی شدیدی روبه‌روست. بیشتر کشورها با ضعف در شاخص‌های زیرساختی، ناکارآمدی

نهادهای علمی و کمبود منابع انسانی متخصص مواجه‌اند. این تفاوت‌ها به‌طور مستقیم به مسائل ساختاری و تاریخی، از جمله استعمارزدایی ناکامل، ناپایداری نهادی و فقر زیرساخت‌های علمی، نسبت داده شده‌اند. (Casadella and Liu, 2019) علی‌رغم پیشرفت در برخی پروژه‌های انتقال فناوری، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که نهادهای محلی اغلب فاقد ظرفیت کافی برای جذب دانش ضمنی هستند. در مواردی نیز همکاری‌های فناورانه، به‌جای ایجاد یادگیری عمیق، منجر به وابستگی فناورانه شده‌اند. فقدان چارچوب‌های بومی‌سازی فناوری، عدم مشارکت فعال دانشگاه‌ها و پژوهشگران محلی و نارسایی در پیوند میان صنعت و علم، از چالش‌های تکرارشونده در این حوزه‌اند. (Li, Su et al., 2021)

پژوهش‌های فراتحلیلی و مرورهای نظام‌مند نشان داده‌اند که بیشتر مطالعات در این حوزه فاقد داده‌های میدانی و تجربی در سطح کشورهای در حال توسعه هستند. به‌طور مثال، Xu (2021) گزارش می‌دهد که تنها حدود ۲۶ درصد از مطالعات کشورهای حوزه کمربند و جاده ماهیت تجربی داشته‌اند و بیشتر آن‌ها مبتنی بر تحلیل داده‌های ثانویه‌اند؛ درحالی‌که داده‌های میدانی بومی، مانند مصاحبه با مسئولان محلی، نخبگان فناور یا بازیگران صنعتی، به‌شدت نایاب‌اند. این کمبود، شناخت عمیق از سازوکارهای واقعی انتقال فناوری را تضعیف کرده است.

در سطح سیاست‌گذاری نیز، شکاف مهمی در درک چگونگی طراحی و اجرای سیاست‌های ملی جذب فناوری وجود دارد. برخلاف کشورهایی مانند پاکستان یا قزاقستان که دارای چارچوب‌های اجرایی مشخص برای مشارکت در پروژه‌های فناورانه کشورهای حوزه کمربند و جاده هستند، بسیاری از کشورها، به‌ویژه ایران، فاقد نقشه‌راه راهبردی برای استفاده هدفمند از پنجره‌های فرصت فناورانه هستند. (Schulhof, Hartley et al., 2025)

مطالعاتی که به پیوند سیاست خارجی، قدرت نرم و دیپلماسی فناورانه پرداخته‌اند، عمدتاً نظری باقی مانده‌اند و تحلیل دقیقی از سازوکارهای اجرایی آن‌ها در کشورهای جنوب جهانی ارائه نداده‌اند. درحالی‌که کشورهای مسیر ابتکار کمربند و جاده ظرفیت‌های بالقوه‌ای برای بهره‌گیری از دیپلماسی علمی دارند، نهادهای اجرایی و تعاملات دانشگاهی - صنعتی آن‌ها هنوز کم‌توسعه و پراکنده‌اند. (Cong, Hashim et al., 2025).

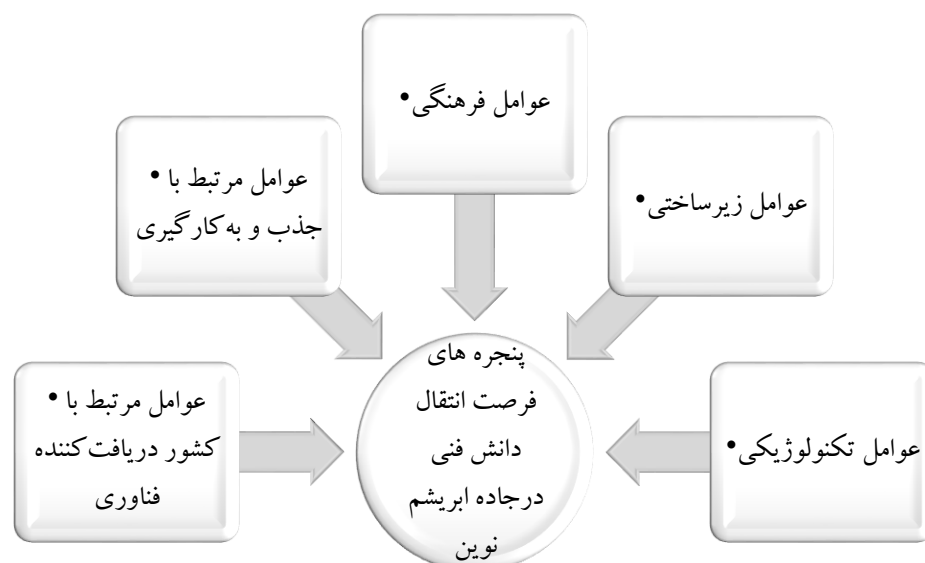
در مجموع، مرور پیشینه نشان می‌دهد که علی‌رغم افزایش توجه به نقش کشورهای حوزه کمربند و جاده در تسهیل انتقال فناوری، هنوز چندین خلأ مشخص در پژوهش‌های موجود وجود دارد:

۱. فقدان مدل‌های مفهومی بومی‌سازی شده برای کشورهای در حال توسعه؛
 ۲. کمبود مطالعات تجربی عمیق با داده‌های میدانی چندمنظوره؛
 ۳. نبود تحلیل پیوسته از نقش سیاست‌گذاری ملی در خلق پنجره‌های فرصت فناورانه؛
 ۴. غیبت چارچوبی برای تحلیل تعاملات میان فرهنگ، دیپلماسی آموزشی و انتقال فناوری در قالب ابتکار کمربند و جاده.
- پژوهش حاضر می‌کوشد با ترکیب مدل‌های نظری انتقال فناوری، ظرفیت جذب، دیپلماسی نرم و تحلیل چندمعیاره آینده‌نگر، این شکاف‌ها را از طریق شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری پنجره‌های فرصت انتقال فناوری در چارچوب جاده ابریشم نوین پر کند.

با توجه به شکاف‌های تحلیلی شناسایی شده در ادبیات، روشن است که انتقال موفق فناوری در کشورهای مسیر ابتکار کمربند و جاده تنها در گرو یک عامل منفرد نیست، بلکه حاصل کنش متقابل مجموعه‌ای از متغیرهای نهادی، فرهنگی، زیرساختی، فناورانه و بین‌المللی است. در پاسخ به این پیچیدگی، برخی از مطالعات اخیر تلاش کرده‌اند تا با رویکردی جامع‌تر، عوامل مؤثر بر فرآیند انتقال فناوری را طبقه‌بندی و اولویت‌بندی کنند. در ادامه، مهم‌ترین این خوشه‌های عاملی بر اساس تحلیل منابع به‌روز بین‌المللی تا سال ۲۰۲۵ ارائه می‌شود تا مبنایی برای طراحی چارچوب نظری پژوهش حاضر فراهم شود.

- **عوامل مرتبط با کشور دریافت‌کننده فناوری:** مطالعات جدید نشان داده‌اند که سیاست‌گذاری کلان، تخصیص بودجه برای تحقیق و توسعه و ثبات نهادی، پایه‌های اصلی فراهم‌سازی شرایط جذب فناوری‌اند. به‌ویژه، کشورهایی که دارای «ظرفیت جذب فناورانه نهادی» بوده‌اند، بهتر توانسته‌اند فناوری‌های وارداتی را بومی‌سازی کنند (Casadella and Liu, 2019). همچنین، نقش «نظام اداری توانمند و آینده‌نگر» در سیاست‌گذاری مستمر نوآرانه تأیید شده است. (Cuevas-Vargas and Cortés-Palacios, 2025).
- **عوامل مرتبط با جذب و به‌کارگیری:** مطالعه سیستماتیک Wang, Shuib et al. (2025) نشان می‌دهد که شبکه‌های تحقیقاتی مؤثر، تبادل دانشگاهی و تربیت فناورانه مدیران، نقش اساسی در جذب دانش ضمنی دارند. همچنین، وجود ارتباط ساخت‌یافته بین دانشگاه، صنعت و سیاست‌گذار به‌عنوان محور انتقال دانش از دانشگاه به بازار معرفی شده است.

- **عوامل فرهنگی:** پژوهش (Gambi and Debackere (2025 نقش مهم «نزدیکی فرهنگی»، «اصلاح نظام ارزشی» و «تعهد اجتماعی به فناوری» را در موفقیت انتقال فناوری برجسته می کند. به ویژه، فرهنگ های مبتنی بر یادگیری مشارکتی و تعامل بین فرهنگی، بستر مناسب تری برای نهادینه سازی فناوری فراهم کرده اند.
 - **عوامل ساختاری:** مطالعات تطبیقی بین کشورهای در حال توسعه نشان می دهند که وجود رهبران محلی کارآفرین و سازمان های طراحی مهندسی خصوصی، در سازگاری فناوری با محیط محلی و کاربردی کردن آن نقش تعیین کننده دارند. در غیر این صورت، فناوری انتقال یافته اغلب در سطح مونتاژ باقی می ماند. (Hameed, Von Staden et al., 2018)
 - **عوامل جهانی:** در سال های اخیر، مفهوم «دیپلماسی فناورانه» و مشارکت در پروژه های مشترک تحقیقاتی بین المللی، به عنوان مجرای مهمی برای انتقال دانش معرفی شده است. مقاله ای از Singh, Salwan et al. (2025) به اهمیت روابط بین دولتی، دسترسی به اسناد فناورانه و آزادی تجاری در اثربخشی انتقال دانش توسط شرکت های چندملیتی پرداخته است.
 - **عوامل زیرساختی:** زیرساخت فیزیکی و دیجیتال، زیرساخت فناوری اطلاعات و وجود دانشگاه های پژوهش محور، در کنار نظام مالی حامی نوآوری، عوامل کلیدی در موفقیت بلندمدت فناوری هستند. همچنین، مطالعات اخیر بر ضرورت توسعه زیرساخت اجتماعی و فرهنگی تأکید داشته اند که برای شکل گیری «ظرفیت جذب ملی» ضروری اند- (Cuevas, Vargas and Cortés-Palacios, 2025).
 - **عوامل فناورانه:** پژوهش Liu, Yan et al. (2025) نشان می دهد که پیچیدگی فناوری، زبان مستندسازی و درجه پشتیبانی شرکت فرستنده فناوری، بر نرخ موفقیت انتقال تأثیر مستقیم دارند. فناوری هایی که با نیازهای داخلی انطباق داده شده و ساده تر مستندسازی شده اند، موفق تر جذب شده اند.
- بر این اساس و با جمع بندی مطالب به دست آمده از مبانی نظری و پیشینه تحقیق، مدل مفهومی پژوهش برای شکل گیری پرسشنامه نیمه ساختاریافته دلفی در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

۳. روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی با رویکرد آمیخته (کیفی-کمی) است. پژوهش در سه مرحله انجام شده است:

۱. مرحله کیفی با استفاده از مصاحبه های نیمه ساخت یافته در قالب روش دلفی
۲. مرحله دوم دلفی - کمی با استفاده از پرسشنامه و تحلیل تاپسیس برای غربال و اولویت بندی عوامل.
۳. مرحله سوم با استفاده از پرسشنامه و تحلیل دیمتلفازی ANP+ برای غربال و اولویت بندی نهایی عوامل انتخاب شده.

جامعه آماری و نمونه

جامعه آماری شامل خبرگان حوزه انتقال فناوری، آموزش عالی، دیپلماسی فناوری و سیاست‌گذاری علمی بوده است. در این تحقیق، نمونه‌ای هدفمند و با کمک روش گلوله‌برفی به تعداد ۲۵ تن انتخاب شده است که دارای یکی از ویژگی‌های زیر بودند:

- سابقه فعالیت یا تصمیم‌گیری در نهادهای علمی یا فناوری مرتبط با همکاری‌های بین‌المللی
- تجربه مشارکت در سیاست‌گذاری یا اجرای پروژه‌های مرتبط با طرح ابتکار کمربند و جاده
- تخصص در حوزه‌های نوآوری، آینده‌پژوهی، یا مطالعات تکنولوژی

جدول ۲: مشخصات خبرگان شرکت کننده در روش دلفی

ویژگی	دسته‌بندی	تعداد افراد	درصد از کل (%)
رشته تخصصی	مدیریت/نوآوری/استراتژی/سیاست‌گذاری	۱۱ نفر	۴۴٪
	علوم منطقه‌ای/روابط بین‌الملل/جغرافیای انسانی	۶ نفر	۲۴٪
	مهندسی (صنایع، فناوری، زیرساخت‌ها)	۵ نفر	۲۰٪
	اقتصاد و توسعه	۳ نفر	۱۲٪
محل اشتغال	دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی	۱۴ نفر	۵۶٪
	سازمان‌ها و نهادهای دولتی/سیاست‌گذار	۶ نفر	۲۴٪
	شرکت‌ها و مراکز فناوری و خصوصی	۵ نفر	۲۰٪
	هیئت علمی دانشگاه / استاد / دانشیار	۱۰ نفر	۴۰٪
مرتبه شغلی	مدیران پروژه / نوآوری / آموزش در صنعت	۸ نفر	۳۲٪
	مشاوران یا تحلیل‌گران ارشد سیاستی	۵ نفر	۲۰٪
	پژوهشگران یا کارشناسان حرفه‌ای	۲ نفر	۸٪
	کمتراز ۱۰ سال	۶ نفر	۲۴٪
سابقه کاری مرتبط	بین ۱۰ تا ۱۴ سال	۱۳ نفر	۵۲٪
	بیشتر از ۱۴ سال	۶ نفر	۲۴٪

ابزار گردآوری داده‌ها

مرحله نخست: مصاحبه نیمه‌ساختاریافته (دلفی، مرحله اول). در این مرحله، ۶۰ عامل اولیه از طریق بررسی ادبیات و تحلیل کیفی مصاحبه‌ها با خبرگان استخراج شد. محورهای مصاحبه شامل موارد زیر بود:

- تجارب عملی انتقال فناوری در ایران یا منطقه؛
- موانع نهادی، فرهنگی یا ساختاری؛
- فرصت‌های طرح ابتکار کمربند و جاده در حوزه آموزش، علم و فناوری.

مرحله دوم و سوم: پرسشنامه طیف لیکرت، غربالگری با تاپسیس و پرسشنامه مقایسات فازی عوامل نهایی. پرسشنامه مرحله دوم حاوی ۶۰ عامل شناسایی‌شده بود و بر اساس طیف لیکرت ۵ درجه‌ای (از «خیلی کم» تا «خیلی زیاد») طراحی شد. نتایج با استفاده از روش تاپسیس تجزیه و تحلیل شد و در نهایت، ۲۰ عامل کلیدی با بالاترین اولویت انتخاب شدند. سپس این عوامل برای انجام مقایسه‌های فازی زوجی، به ۱۰ نفر از مشارکت‌کنندگان مرحله اول ارسال شدند. لازم به ذکر است که این ۱۰ نفر به‌صورت تصادفی از میان مشارکت‌کنندگان مرحله اول انتخاب شدند.

روش تحلیل داده‌ها

مرحله نخست: مصاحبه دلفی نیمه‌ساختاریافته و تحلیل تماتیک با NVivo. در این مرحله، با ۲۵ نفر از خبرگان حوزه‌های انتقال فناوری، سیاست‌گذاری علم و فناوری، دیپلماسی آموزشی و همکاری‌های بین‌المللی، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته انجام شد. محتوای مصاحبه‌ها با استفاده از نرم‌افزار NVivo و به روش تحلیل تماتیک، کدگذاری و تحلیل شد که به استخراج ۶۰ عامل اولیه مؤثر انجامید. استفاده از تحلیل تم در مرحله نخست برای شناسایی شاخص‌های مفهومی از دیدگاه خبرگان در حوزه فناوری و سیاست‌گذاری نوآوری توصیه شده است. این رویکرد توسط Nowell, Norris et al. (2017) برای تحلیل داده‌های کیفی در مطالعات فناوری پیشنهاد شده است.

مرحله دوم: طراحی پرسشنامه بر اساس ۶۰ عامل خروجی دلفی و تحلیل داده‌ها با طیف لیکرت. در ادامه، عوامل استخراج شده از مصاحبه‌ها در قالب پرسشنامه‌ای با طیف لیکرت ۵ درجه‌ای برای همان ۲۵ نفر ارسال شد تا میزان اهمیت هر عامل از نظر آنان سنجیده شود. این مرحله به عنوان دور دوم روش دلفی عمل کرد و به طور خاص، در پژوهش‌های سیاست‌گذاری فناوری برای کاهش ابهام و جمع نظرات کاربرد دارد. (Hsu, 2009)

مرحله سوم: تحلیل پرسشنامه با روش تاپسیس برای غربال عوامل. پس از جمع‌آوری پاسخ‌ها، برای غربال و رتبه‌بندی عوامل شناسایی شده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس استفاده شد. خروجی این تحلیل، ۲۰ عامل برتر با بالاترین اولویت در انتقال فناوری بود. این روش به طور گسترده برای انتخاب و اولویت‌بندی عوامل در مطالعات سیاست‌گذاری فناوری به کار رفته است و برای تبدیل داده‌های حاصل از طیف لیکرت به مقادیر تحلیلی قابل مقایسه مناسب است و معیار سنجش دقیق‌تری را نسبت به روش اولویت‌بندی بر اساس میانگین ساده ارائه می‌دهد. (Erol and Ferrell Jr., 2004)

مرحله چهارم: طراحی پرسشنامه جدید برای تحلیل ساختاری با دیمتل فازی و ANP. به منظور افزایش دقت و کارآمدی تحلیل، در این پژوهش، پس از استخراج ۶۰ عامل اولیه از تحلیل تم، از روش رتبه‌بندی چندمعیاره تاپسیس بر مبنای طیف لیکرت استفاده شد تا از میان آن‌ها، ۲۰ عامل کلیدی‌تر شناسایی و به مرحله تحلیل علی وارد شوند. این انتخاب به دلیل حجم بالای مقایسه‌های زوجی در روش‌های شبکه‌ای و لزوم کاهش بار شناختی مشارکت‌کنندگان صورت گرفت. (Kabak, 2013)

پس از غربالگری، ترکیب روش دیمتل فازی و ANP برای تحلیل نهایی به کار گرفته شد. روش دیمتل فازی با امکان تشخیص روابط علی و معلولی میان عوامل، ساختار شبکه‌ای لازم برای تحلیل ANP را فراهم می‌کند؛ درحالی‌که ANP با در نظر گرفتن وابستگی‌های متقابل، وزن نهایی معیارها را محاسبه می‌کند. (Jharkharia and Shankar, 2007) این ترکیب در ادبیات علمی به عنوان روشی مناسب برای تصمیم‌گیری در سیستم‌های پیچیده، مانند سیاست‌گذاری فناوری، توصیه شده است.

جدول ۳: خلاصه مراحل تحقیق

مرحله	روش	خروجی
۱	مصاحبه نیمه‌ساخت یافته + تحلیل تم (NVIVO)	استخراج ۶۰ عامل اولیه
۲	پرسشنامه دلفی (لیکرت)	سنجش وزن عوامل از دید خبرگان
۳	تحلیل تاپسیس	انتخاب ۲۰ عامل کلیدی
۴	پرسشنامه جدید + دیمتل فازی + ANP	تحلیل علی-معلولی و وزن نهایی عوامل

مراحل روش دیمتل فازی+ANP

روش دیمتل فازی برای شناسایی ساختار روابط تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین عوامل استفاده می‌شود. بر اساس مقاله (Mavi and Standing 2018) گام‌های اجرایی به شرح زیر می‌باشند:

گام ۱: تعیین مقیاس زبانی فازی: از خبرگان خواسته می‌شود میزان اثر یک عامل بر عامل دیگر را با مقیاس زبانی بیان کنند (مثلاً «خیلی زیاد»، «زیاد»، «متوسط»، ...) که به اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شود:

جدول ۴: مقیاس زبانی عدد فازی

مقدار زبانی	عدد فازی مثلثی (l, m, u)
بدون تأثیر	(0, 0, 0.25)
کم	(0, 0.25, 0.5)
متوسط	(0.25, 0.5, 0.75)
زیاد	(0.5, 0.75, 1)
خیلی زیاد	(0.75, 1, 1)

گام ۲: ساخت ماتریس تصمیم فازی: با استفاده از نظرات n خبره، میانگین نظرات برای هر زوج (i, j) محاسبه شده و ماتریس $(\tilde{Z})$ ساخته می‌شود.

گام ۳: ساخت ماتریس تصمیم فازی: با استفاده از نظرات n خبره، میانگین نظرات برای هر زوج (i, j) محاسبه شده و ماتریس $(\tilde{Z})$ ساخته می‌شود.

گام ۳: نرمال‌سازی ماتریس: ماتریس Fuzzy $\tilde{Z}$ نرمال می‌شود به طوری که:

$$i_j u \sum_{j=1}^n \max_{i \leq n \geq 1} = S$$

$$1^{-}(\tilde{X} - I)\tilde{X} = \dots + {}^3\tilde{X} + {}^2\tilde{X} + \tilde{X} = \tilde{T}$$

$$i_j T \sum_i = {}_j T_{ij}, \quad R \sum_j = {}_i D$$

گام ۴: محاسبه ماتریس روابط کلی ($\tilde{T}$)
 که با اعمال جبر فازی مثلی انجام می‌شود.
 گام ۵: محاسبه بردارهای D و R

- D تأثیرگذاری کل: (مجموع سطرها)
- R تأثیرپذیری کل: (مجموع ستون‌ها)
- D+R: اهمیت کلی
- D-R: نوع عامل (مثبت $\rightarrow$ عامل علی / منفی $\rightarrow$ عامل معلولی)

گام ۶: تعریف ساختار شبکه‌ای بر اساس روابط دیمتل: خروجی‌های دیمتل برای مشخص کردن وابستگی‌های درونی بین معیارها و تعیین اینکه کدام معیار بر کدام اثر دارد، به کار رفت. این ساختار به جای ساختار سلسله‌مراتبی، به صورت شبکه‌ای تعریف شد.
 گام ۷: طراحی مقایسات زوجی فازی: بر اساس خروجی نهایی دیمتل و مقدار محاسبه شده D+R این ماتریس طراحی می‌شود.
 گام ۸: تشکیل و نرمال‌سازی ماتریس‌های زوجی: ماتریس‌های حاصل با روش بردار ویژه فازی نرمال‌سازی شدند و بردارهای وزن محلی استخراج گردید.

گام ۹: ساخت سوپرماتریس اولیه و وزنی: وزن‌های به دست آمده در قالب یک سوپرماتریس بلوکی قرار گرفتند. سپس با ضرب در وزن خوشه‌ها، سوپرماتریس وزنی ساخته شد.

گام ۱۰: محاسبه سوپرماتریس حد (Limit Supermatrix)

$${}^k W \lim_{\infty \rightarrow k} = {}^{\infty} W$$

سوپرماتریس وزنی تا زمانی تکرار شد که به حالت پایدار رسید و وزن نهایی (Global Priority) عوامل استخراج شد.

اعتبارسنجی

در راستای تضمین صحت، دقت و قابلیت اعتماد داده‌های گردآوری‌شده در این پژوهش، مجموعه‌ای از روش‌های علمی برای سنجش روایی و پایایی ابزارهای مورد استفاده در سه مرحله‌ی اصلی تحقیق به کار گرفته شده‌اند.
 اعتبارسنجی ابزار دلفی (مرحله اول): در مرحله نخست، مصاحبه‌های نیمه‌ساخت‌یافته با ۲۵ نفر از خبرگان حوزه‌های سیاست‌گذاری فناوری، روابط علمی بین‌الملل، و انتقال تکنولوژی انجام شد. به منظور سنجش روایی محتوایی، سؤالات مصاحبه بر اساس ادبیات نظری و مطالعات مشابه طراحی گردید و سپس توسط سه تن از اساتید حوزه سیاست‌گذاری علم و نوآوری بازبینی و تأیید شد. همچنین برای سنجش پایایی تحلیل کیفی، روش بازگذاری مستقل توسط دو پژوهشگر انجام شد و میزان توافق آن‌ها با استفاده از شاخص Cohen's Kappa برابر با ۰٫۸۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده سطح توافق بسیار مطلوب است. اشباع نظری نیز در مصاحبه بیست و سوم حاصل شد، که نشانگر کفایت حجم نمونه است.

اعتبارسنجی پرسشنامه لیکرت (مرحله دوم): بر پایه‌ی خروجی تحلیل تم مرحله اول، پرسشنامه‌ای شامل ۶۰ عامل استخراج‌شده با طیف لیکرت ۵ درجه‌ای طراحی و برای ارزیابی اهمیت هر عامل در اختیار همان جامعه خبرگان قرار گرفت. روایی صوری و محتوایی پرسشنامه با دریافت بازخورد مستقیم از ۵ نفر از مشارکت‌کنندگان اولیه و بازبینی ساختار پرسش‌نامه توسط دو نفر استاد دانشگاه تأیید شد. برای سنجش پایایی ابزار، از شاخص آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار آن برای کل ابزار ۰٫۹۱، به دست آمد؛ این مقدار نشان‌دهنده پایایی بسیار بالا است.

اعتبارسنجی پرسشنامه دیمتل فازی (مرحله سوم): در مرحله سوم، برای تحلیل روابط علی-معلولی بین ۲۰ عامل نهایی غربال‌شده، از پرسشنامه دیمتل فازی استفاده شد. ساختار این پرسشنامه مبتنی بر مقایسه‌های زوجی بین عوامل با استفاده از مقیاس زبانی فازی ۵ سطحی (از «بی تأثیر» تا «تأثیر خیلی زیاد») طراحی گردید. روایی محتوایی این ابزار نیز با همکاری سه نفر از متخصصان دیمتل و تصمیم‌گیری چندمعیاره تأیید شد. در بررسی همگرایی پاسخ‌ها، بیش از ۸۷٪ از مقایسات زوجی دارای تطابق بالا بودند و انحراف درونی در کمتر از ۱۰٪ از مقایسات گزارش شد که نشان‌دهنده اعتبار مناسب داده‌ها برای ورود به مدل دیمتل فازی و ANP است.

۴. یافته‌ها

یافته‌های مرحله اول: تحلیل تم مصاحبه‌های دلفی

در این مرحله، داده‌های به‌دست‌آمده از ۲۵ مصاحبه نیمه‌ساخت‌یافته با خبرگان حوزه علم و فناوری، با بهره‌گیری از تحلیل تم و نرم‌افزار NVivo کدگذاری شد. در نتیجه این تحلیل، ۶۰ زیرمعیار در قالب ۷ طبقه اصلی شناسایی شدند: (۱) عوامل مرتبط با کشور دریافت‌کننده فناوری، (۲) عوامل مرتبط با جذب و به‌کارگیری، (۳) عوامل فرهنگی، (۴) عوامل ساختاری، (۵) عوامل زیرساختی، (۶) عوامل جهانی، و (۷) عوامل تکنولوژیکی. به‌عنوان نمونه، عوامل «بودجه دولتی تحقیق و توسعه» «تعهد فرهنگی به موفقیت»، «زیرساخت دیجیتال»، «همکاری تحقیق و توسعه بین‌المللی»، «رهبران محلی آگاه» و «پیچیدگی فنی تکنولوژی» در میان مواردی بودند که بیشترین فراوانی را در اظهارات مشارکت‌کنندگان داشتند. این عوامل مبنای طراحی پرسشنامه مرحله دوم قرار گرفتند تا اولویت‌سنجی و غربال‌گری از طریق روش تاپسیس انجام شود. نمونه‌ای از کدگذاری در جدول ۵ نمایش داده شده‌است.

جدول ۵: نمونه کدهای مرحله اول دلفی

نقل قول از مصاحبه (نمونه واقعی)	کد مفهومی استخراج‌شده	طبقه‌بندی اصلی
«ما یک استراتژی بلندمدت برای انتقال فناوری نداریم؛ سیاست‌ها در ایران بیشتر P4 کوتاه‌مدت و وابسته به تغییر دولت‌هاست.»	نبود سیاست توسعه پایدار فناوری	عوامل مرتبط با کشور دریافت‌کننده
«اگر مدیران میانی و نهادهای واسط با دانش انتقال فناوری آشنا نباشن، تکنولوژی P11 وارداتی یا استفاده نمی‌شه یا در حد مونتاژ می‌مونه.»	ضعف توانمندی مدیریتی در جذب فناوری	عوامل مرتبط با جذب و بکارگیری
«نگرش جامعه به علم کاربردی باید تغییر کنه؛ هنوز هم نگاه غالب به تحقیق، فقط مقاله P19 نوشته نه نوآوری فناورانه.»	ضعف فرهنگ کاربردی‌سازی علم	عوامل فرهنگی
«ما هنوز زیرساخت‌های پایه مثل شبکه علمی دیجیتال یا دیتابیس‌های اشتراکی قوی P8 نداریم. این خیلی توی تبادله دانش فنی موثره.»	ضعف زیرساخت دیجیتال علم و فناوری	عوامل زیرساختی

تحلیل نتایج مرحله دوم (TOPSIS)

پرسشنامه‌ای شامل ۶۰ زیرمعیار اولیه با استفاده از طیف لیکرت بین ۲۵ خبره توزیع شد و داده‌های حاصل با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس تحلیل گردید. در این روش، شاخص نزدیکی به گزینه ایده‌آل (Ci) برای هر زیرمعیار محاسبه شد. بالاتر بودن مقدار این شاخص به معنای اولویت بیشتر آن زیرمعیار است. بر اساس محاسبه این شاخص‌ها، ۲۰ زیرمعیار با بالاترین امتیاز برای ورود به مرحله دیمتلفازی انتخاب شدند. نتایج نهایی در جدول ۶ نشان داده شده‌است.

جدول ۶: معیارهای نهایی استخراج شده مرحله دوم دلفی با روش تاپسیس

رتبه نهایی	نمره نزدیکی به گزینه ایده‌آل (CI)	زیرمعیار
۱	۰.۶۴۷۴۰۹	ایجاد نظام سیاست‌گذاری در علوم و فناوری
۲	۰.۶۰۷۲۴۵	سرمایه‌گذاری دولتی هدفمند
۳	۰.۵۸۲۱۸۷	بودجه تحقیق و توسعه (D&R)
۴	۰.۵۷۴۱۴۵	سیاست‌های صنعتی ملی
۵	۰.۵۷۴۱	برنامه استراتژیک توسعه فناوری
۶	۰.۵۶۵۸۷۷	قوانین پایدار توسعه تکنولوژی
۷	۰.۵۶۳۲۹۳	نظام اداری توانمند
۸	۰.۵۵۲۱۶۳	مهارت‌های مدیریتی برای جذب فناوری
۹	۰.۵۵۱۴۱۴	توان منطقه‌ای برای ایجاد مراکز تحقیقاتی
۱۰	۰.۵۴۵۸۰۵	ایجاد نهادهای جذب فناوری
۱۱	۰.۵۴۵۰۰۴	شبکه اطلاع‌رسانی ملی
۱۲	۰.۵۴۲۸۱۳	ارتباط بخش تولید و تحقیق
۱۳	۰.۵۳۸۵۹۲	اعزام کارشناسان به نمایشگاه‌ها

۱۴	۰.۵۳۷۱۴۵	ارتباط با کارخانه‌های دارنده فناوری
۱۵	۰.۵۳۶۵۷۳	نوآوری‌های دانشگاهی
۱۶	۰.۵۳۳۲۶۴	نگرش فرهنگی به فناوری
۱۷	۰.۵۳۲۱۱۹	سیستم آموزشی مهارتی
۱۸	۰.۵۲۱۶۳۷	تعهد فرهنگی به موفقیت انتقال
۱۹	۰.۵۲۰۲۱۸	عزم ملی برای توسعه تکنولوژی
۲۰	۰.۵۱۸۵۰۸	اشاعه تفکر علمی و صنعتی

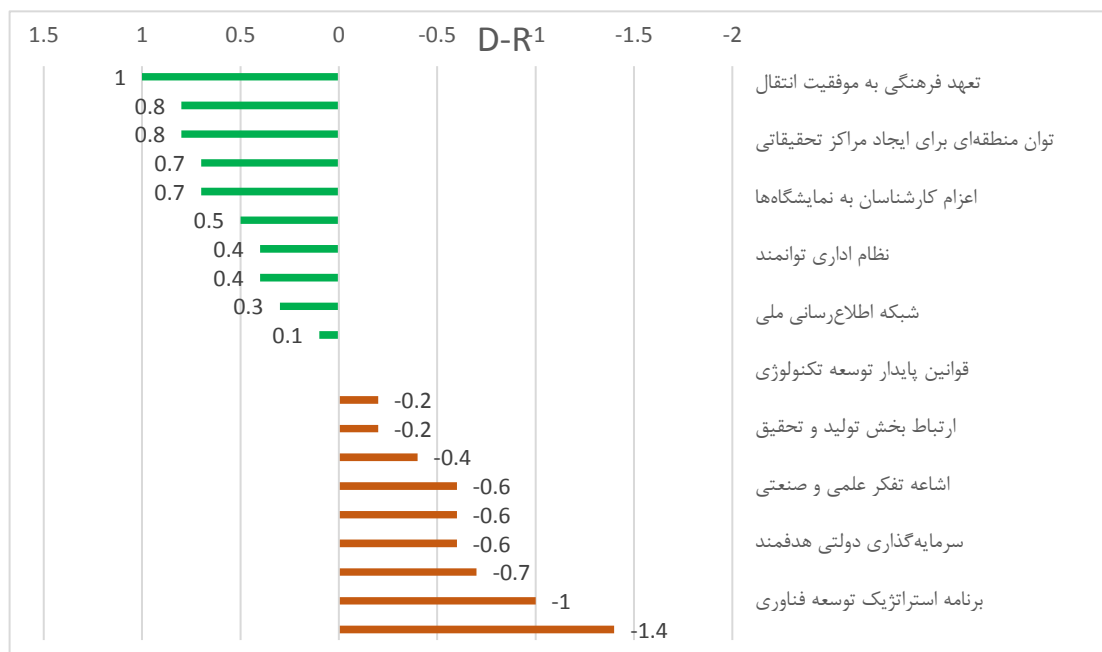
تحلیل روابط و اولویت نهایی عوامل: دیمتل فازی و ANP

دیمتل فازی: تحلیل ساختاری عوامل

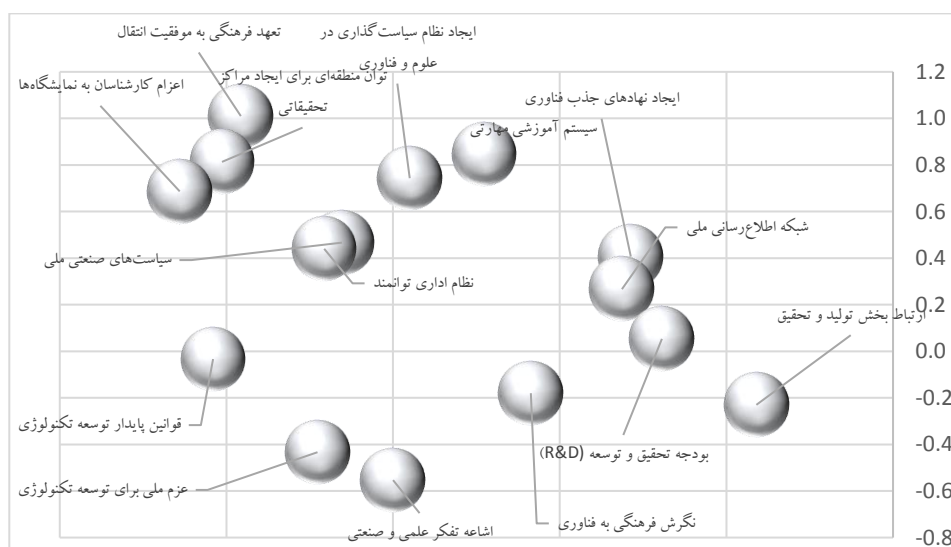
برای تحلیل ساختار روابط بین ۲۰ زیرمعیار منتخب حاصل از تاپسیس، از روش دیمتل فازی استفاده شد. در این مرحله، مقایسات زوجی بین عوامل توسط ۱۰ نفر تصادفی از همان ۲۵ خبره انجام شد و ماتریس تأثیرات مستقیم با اعداد فازی مثلثی تکمیل گردید. پس از فازی‌زدایی با روش مرکز ثقل، ماتریس نهایی تأثیرگذاری (T) محاسبه شد.

جدول ۷: خروجی نهایی روش دیمتل فازی

کد	اثرگذاری (D)	اثرپذیری (R)	میزان تعامل (D+R)	نقش علی/معلولی (D-R)	نوع نقش
تعهد فرهنگی به موفقیت انتقال	۱۲.۷	۱۱.۷	۲۴.۵	۱.۰	علی
سیستم آموزشی مهارتی	۱۲.۳	۱۱.۴	۲۳.۷	۰.۸	علی
توان منطقه‌ای برای ایجاد مراکز تحقیقاتی	۱۲.۷	۱۱.۹	۲۴.۵	۰.۸	علی
ایجاد نظام سیاست‌گذاری در علوم و فناوری	۱۲.۳	۱۱.۶	۲۴.۰	۰.۷	علی
اعزام کارشناسان به نمایشگاه‌ها	۱۲.۷	۱۲.۰	۲۴.۶	۰.۷	علی
سیاست‌های صنعتی ملی	۱۲.۳	۱۱.۸	۲۴.۲	۰.۵	علی
نظام اداری توانمند	۱۲.۳	۱۱.۹	۲۴.۲	۰.۴	علی
ایجاد نهادهای جذب فناوری	۱۱.۸	۱۱.۴	۲۳.۳	۰.۴	علی
شبکه اطلاع‌رسانی ملی	۱۱.۸	۱۱.۵	۲۳.۳	۰.۳	علی
بودجه تحقیق و توسعه (D&R)	۱۱.۶	۱۱.۶	۲۳.۲	۰.۱	علی
قوانین پایدار توسعه تکنولوژی	۱۲.۳	۱۲.۳	۲۴.۵	۰.۰	معلولی
نگرش فرهنگی به فناوری	۱۱.۷	۱۱.۹	۲۳.۶	-۰.۲	معلولی
ارتباط بخش تولید و تحقیق	۱۱.۳	۱۱.۶	۲۲.۹	-۰.۲	معلولی
عزم ملی برای توسعه تکنولوژی	۱۱.۹	۱۲.۳	۲۴.۲	-۰.۴	معلولی
اشاعه تفکر علمی و صنعتی	۱۱.۷	۱۲.۳	۲۴.۰	-۰.۶	معلولی
مهارت‌های مدیریتی برای جذب فناوری	۱۱.۷	۱۲.۲	۲۳.۹	-۰.۶	معلولی
سرمایه‌گذاری دولتی هدفمند	۱۱.۶	۱۲.۲	۲۳.۷	-۰.۶	معلولی
نوآوری‌های دانشگاهی	۱۱.۳	۱۲.۰	۲۳.۳	-۰.۷	معلولی
برنامه استراتژیک توسعه فناوری	۱۱.۱	۱۲.۱	۲۳.۱	-۱.۰	معلولی
ارتباط با کارخانه‌های دارنده فناوری	۱۱.۲	۱۲.۶	۲۳.۸	-۱.۴	معلولی



شکل ۲: نمودار اولویت براساس اثرپذیری/اثر گذاری خالص مؤلفه‌های تحقیق



شکل ۳: نمودار مختصات دکارتی برون‌داد دیمتل برای مؤلفه‌های تحقیق

یافته‌های بصری حاصل از تحلیل دیمتل فازی نشان دادند که عوامل دارای بیشترین نقش علی در شکل‌گیری پنجره‌های فرصت انتقال دانش فنی، شامل «تعهد فرهنگی به موفقیت انتقال»، «سیستم آموزشی مهارتی» و «توان منطقه‌ای برای ایجاد مراکز تحقیقاتی» هستند که شاخص (D-R) بالایی دارند و به‌عنوان محرک‌های ساختاری و فرهنگی عمل می‌کنند. در مقابل، عواملی نظیر «نگرش فرهنگی به فناوری» و «اشاعه تفکر علمی و صنعتی» در موقعیت معلولی قرار گرفته‌اند و بیشتر تحت تأثیر سایر مؤلفه‌ها هستند. نمودار پراکندگی نیز نشان داد که تراکم خوشه‌ای عوامل علی در ناحیه بالای محور، تأکیدی بر نقش محوری سیاست‌گذاری کلان، سرمایه‌گذاری هدفمند و زیرساخت نهادی در ایجاد زمینه مناسب برای انتقال مؤثر فناوری دارد. این الگو، ساختار تأثیر متقابل و اولویت مداخله در سیاست‌های علم و فناوری را به‌خوبی آشکار می‌سازد.

تحلیل ANP فازی

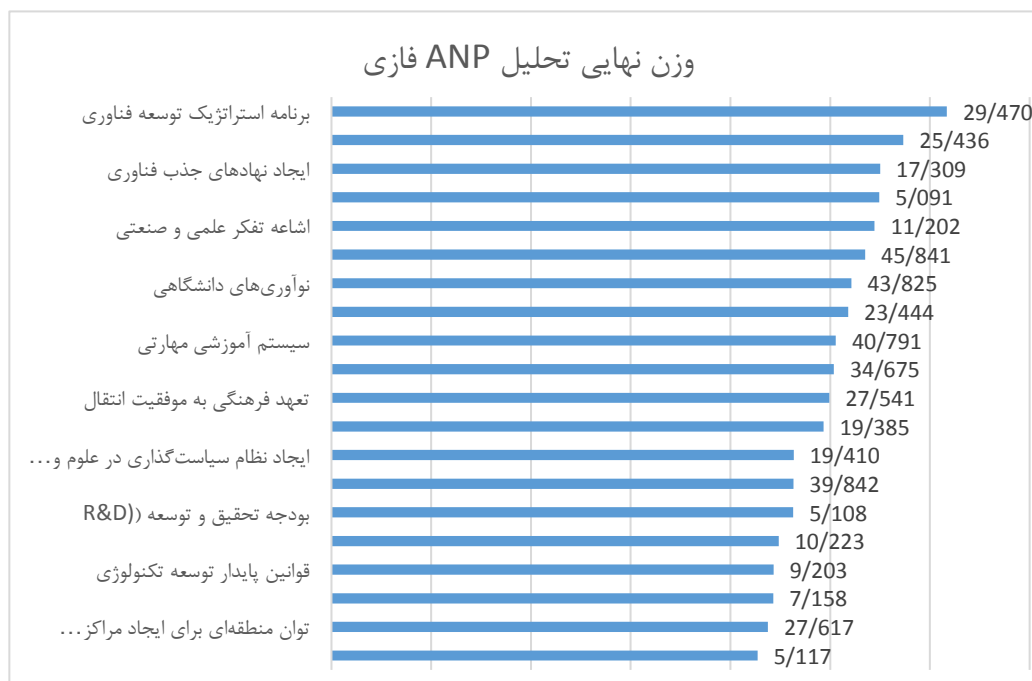
محاسبه سوپر ماتریس اولیه و وزن‌دار: در مرحله نخست، برای تشکیل سوپر ماتریس اولیه، از ماتریس روابط معنادار حاصل از تحلیل دیمتل فازی استفاده شد. در این مرحله، برای هر ستون (معیار مقصد)، تعداد گره‌های تأثیرگذار شمارش شده و وزن مساوی به آن‌ها تخصیص یافت؛ به گونه‌ای که مجموع هر ستون برابر با ۱ باشد. این نرمال‌سازی امکان ساخت یک ماتریس احتمالاتی اولیه را فراهم می‌کند که صرفاً ساختار وابستگی بین معیارها را نمایش می‌دهد، بدون دخالت وزن خوشه‌ها. در ادامه، با هدف در نظر گرفتن اهمیت نسبی معیارها، از مجموع (D+R) به عنوان شاخص شدت تعامل بهره گرفته شد. این مقادیر نرمال‌سازی شدند و به عنوان وزن خوشه‌ها در نظر گرفته شدند. سپس این وزن‌ها در سوپر ماتریس اولیه ضرب گردید تا سوپر ماتریس وزن‌دار حاصل شود؛ که در آن، ساختار شبکه‌ای وابستگی‌ها با شدت اثرگذاری ترکیب شده است. برای تعیین روابط معنادار بین معیارها جهت مدل‌سازی در ANP، از یک آستانه تجربی استفاده شد که برابر با میانگین کل مقادیر ماتریس T بود. هر رابطه‌ای که مقدار آن بیش از این آستانه بود، به عنوان رابطه‌ای مؤثر در نظر گرفته شد و در قالب یک ماتریس ساختاری باینری ثبت شد (Shafiee 2015). جدول ۸ و ۹ نتایج این محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول ۸: سوپر ماتریس بدون وزن

ایجاد نظام سیاست‌گذاری در علوم و فناوری	سرمایه‌گذاری دولتی هدفمند	...	تعهد فرهنگی به موفقیت انتقال	عزم ملی برای توسعه تکنولوژی	اشاعه تفکر علمی و صنعتی
ایجاد نظام سیاست‌گذاری در علوم و فناوری	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
سرمایه‌گذاری دولتی هدفمند	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷
...					
تعهد فرهنگی به موفقیت انتقال	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷
عزم ملی برای توسعه تکنولوژی	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۷
اشاعه تفکر علمی و صنعتی	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۷۱	۰/۰۷۷	۰/۰۰۰

جدول ۹: سوپر ماتریس وزن دار شده

ایجاد نظام سیاست‌گذاری در علوم و فناوری	سرمایه‌گذاری دولتی هدفمند	...	تعهد فرهنگی به موفقیت انتقال	عزم ملی برای توسعه تکنولوژی	اشاعه تفکر علمی و صنعتی
ایجاد نظام سیاست‌گذاری در علوم و فناوری	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
سرمایه‌گذاری دولتی هدفمند	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴
...					
تعهد فرهنگی به موفقیت انتقال	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴
عزم ملی برای توسعه تکنولوژی	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴
اشاعه تفکر علمی و صنعتی	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰



شکل ۴: نمودار وزن نهایی معیارهای خروجی ANP

تحلیل نظری و مقایسه با تئوری‌های موجود

مطابق با پژوهش (Mohammadi, Heidary Dahooie et al. 2023)، وجود استراتژی فناوری شفاف و بلندمدت مهم‌ترین پیش‌نیاز در موفقیت پروژه‌های انتقال فناوری در صنایع زیرساختی عنوان شده است. این یافته با رتبه نخست مدل در خصوص «برنامه استراتژیک توسعه فناوری» همخوانی کامل دارد.

در مطالعه‌ای دیگر، (Kumar, Luthra et al. 2015) تأکید شده که سیاست‌گذاری صنعتی مؤثر و قوانین پایدار، از مهم‌ترین عوامل تسهیل‌کننده برای جذب فناوری محسوب می‌شوند؛ که جایگاه دوم عامل «سیاست‌های صنعتی ملی» را در مدل توضیح می‌دهد. در همین راستا، پژوهش (Razmi and Pilevari 2014) نیز با استفاده از مدل ترکیبی دیمتل + ANP در صنایع ایران، به ضرورت ایجاد نهادهای تخصصی برای جذب و بومی‌سازی فناوری اشاره کرده و آن را در میان سه عامل اول قرار داده است؛ که کاملاً با رتبه سوم مدل تطبیق دارد.

نقش «شبکه اطلاع‌رسانی ملی» نیز از سوی (Tran, Nguyen et al. 2024) مورد توجه قرار گرفته و به‌عنوان زیرساخت نرم برای توزیع دانش و انتقال فناوری در دانشگاه‌ها و صنعت معرفی شده است.

همچنین در تحلیل (Lai and Tsai 2010) درباره انتقال فناوری در محیط‌های نوآور، گسترش تفکر علمی و ذهنیت پژوهشی به‌عنوان عنصر فرهنگی تأثیرگذار بر موفقیت در انتقال دانش فنی مطرح شده که با پنجمین عامل این مدل همراستا است.

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات:

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکردی ترکیبی شامل روش‌های دلفی، دیمتل فاز ۱ و ANP، به شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر انتقال فناوری از مسیر پروژه‌های جاده ابریشم نوین به ایران پرداخته است. نتایج تحلیل‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که شاخص‌هایی مانند «برنامه استراتژیک توسعه فناوری»، «سیاست‌های صنعتی ملی» و «ایجاد نهادهای جذب فناوری» در رتبه‌های نخست اولویت نهایی قرار گرفته‌اند. در نگاه نخست، این نتایج ممکن است با یافته‌های مدل دیمتل که نقش پیش‌برنده را به شاخص‌هایی چون «تعهد فرهنگی به فناوری»، «سیستم آموزشی مهارتی» و «توان منطقه‌ای برای ایجاد مراکز تحقیقاتی» نسبت داده بود، در تضاد به نظر برسند؛ اما این تفاوت، ناشی از ماهیت تحلیلی متفاوت دو مدل است.

مدل دیمتل به دنبال ترسیم زنجیره تأثیرگذاری علی میان عوامل است و تمرکز آن بر عوامل آغازگر تحولات است. در مقابل، مدل ANP بر اساس شدت و گستره وابستگی‌ها، وزن نهایی هر عامل را تعیین می‌کند. از این منظر، ممکن است برخی از عوامل نهادی یا فرهنگی، با وجود آنکه نقطه آغاز تغییر محسوب می‌شوند، به دلیل نبود زیرساخت اجرایی یا حمایت نهادی در بستر ایران، در وزن نهایی جایگاه پایین‌تری بیابند. این ناهمخوانی نه تنها نشان‌دهنده تضاد نیست، بلکه نشانه‌ای از وجود گسست میان سطح نظری اهمیت یک عامل و سطح عملیاتی آن در بافتار سیاست‌گذاری ایران است؛ موضوعی که در کشورهای دارای ساختار تمرکزگرا، مانند ایران، به وضوح قابل مشاهده است.

در واقع، تقدم شاخص‌های کلان و بالادستی در نتایج ANP، بازتابی از مرکزگرایی سیاست‌گذاری علم و فناوری در ایران است؛ وضعیتی که در آن اسناد راهبردی و برنامه‌های ملی وجود دارند اما نهادهای واسط برای اجرای مؤثر آن‌ها از قبیل مراکز منطقه‌ای نوآوری، پارک‌های فناوری فعال، یا شبکه‌های میان‌رشته‌ای غایب یا کم‌توان هستند. این وضعیت، همراه با ضعف حکمرانی چندسطحی، موجب شده است که حتی در حضور فرصت‌های بین‌المللی نظیر جاده ابریشم نوین، نظام علم و فناوری ایران نتواند از ظرفیت‌های موجود بهره‌برداری مؤثر داشته باشد. برای مثال، وزن پایین «نوآوری دانشگاهی» در نتایج ANP، به روشنی بازتابی از نبود سازوکارهای انگیزشی، ناهم‌آهنگی میان دانشگاه و صنعت، و ضعف دیپلماسی علمی مؤثر در تعاملات منطقه‌ای است. برآیند نهایی این تحلیل‌ها نشان می‌دهد که هرچند سیاست‌های کلان برای پیشبرد انتقال فناوری در ایران ضروری‌اند، اما به تنهایی کافی نیستند. برای ایجاد تحول پایدار، باید مداخلاتی در سطوح میانی و منطقه‌ای صورت گیرد. بازطراحی ساختار نهادی، تقویت نهادهای میان‌واسط، و بازنگری در سیاست‌های تمرکزگرا به نفع حکمرانی چندسطحی از جمله الزامات حیاتی برای تقویت زیست‌بوم علم و فناوری کشور در مسیر بهره‌گیری اثربخش از ابتکارات فراملی چون جاده ابریشم نوین است.

- تدوین شاخص‌های عملکردی برای سنجش «تعهد فرهنگی به فناوری» در سطح سازمانی و منطقه‌ای، به‌ویژه در نهادهای دولتی و دانشگاه‌ها.
 - ایجاد مراکز مهارتی منطقه‌محور با ساختار سه‌جانبه (دانشگاه-صنعت-حکمرانی محلی) برای حمایت از پروژه‌های فناورانه مشترک با کشورهای درگیر در طرح جاده ابریشم نوین
 - بازنگری در سیاست‌های بالادستی به منظور تمرکززدایی و واگذاری اختیارات فناورانه به سطوح میانی، همراه با تقویت نهادهای میانجی مانند پارک‌های فناوری و مراکز نوآوری.
 - فعال‌سازی دیپلماسی علمی از طریق ایجاد نهادهای مشترک علمی-تحقیقاتی با دانشگاه‌های هم‌مسیر در چارچوب طرح جاده ابریشم نوین، به‌ویژه در حوزه‌های استراتژیک مانند انرژی، مواد پیشرفته و زیست‌فناوری.
- با این حال، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه بوده است. ترکیب نمونه خبرگان، با غلبه بر اعضای هیئت علمی، ممکن است دیدگاه‌های میدانی و تجربی بازیگران صنعتی و سیاست‌گذاران اجرایی را کمتر بازتاب داده باشد. همچنین به دلیل تمرکز پژوهش بر ایران، تممیم یافته‌ها به سایر کشورهای درگیر در پروژه جاده ابریشم نوین نیازمند احتیاط و تحلیل بومی جداگانه است. در مطالعات آتی، استفاده از نمونه‌های متوازن‌تر و بررسی مقایسه‌ای کشورهای مشابه می‌تواند چشم‌انداز دقیق‌تری برای سیاست‌گذاری فناورانه در سطح منطقه‌ای فراهم سازد.

۵. منابع

- Chou, M.-H., & Demiryol, T. (2024). Knowledge power or diplomacy? University alliances and the Belt and Road Initiative. *Higher Education*, 87(6), 1693–1708.
- Conduit, D., & Akbarzadeh, S. (2019). Great power–middle power dynamics: The case of China and Iran. *Journal of Contemporary China*, 28(117), 468–481.
- Erol, I., & Ferrell, W. G., Jr. (2004). A methodology to support decision making across the supply chain of an industrial distributor. *International Journal of Production Economics*, 89(2), 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.001>
- Foos, T., Schum, G., & Rothenberg, S. (2006). Tacit knowledge transfer and the knowledge disconnect. *Journal of Knowledge Management*, 10(1), 6–18.

- Foxon, T. J., & Pearson, P. (2008). Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: Some features of a sustainable innovation policy regime. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), S148–S161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.10.006>
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.004>
- Gilsing, V., Bekkers, R., Freitas, I. M. B., & van der Steen, M. (2011). Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers. *Technovation*, 31(12), 638–647. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.07.009>
- Gosens, J., Lu, Y., & Coenen, L. (2013). Clean-tech innovation in emerging economies: Transnational dimensions in technological innovation system formation. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(5), 1011–1025. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.08.010>
- Gunawansa, A., & Kua, H.-W. (2011). Some key barriers to technology transfer under the Clean Development Mechanism. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 10(1), 63–80.
- Hameed, T., von Staden, C., & others. (2018). Sustainable economic growth and the adaptability of a national system of innovation: A socio-cognitive explanation for South Korea's mired technology transfer and commercialization process. *Sustainability*, 10(5), 1397. <https://doi.org/10.3390/su10051397>
- Jharkharia, S., & Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega*, 35(3), 274–289. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2005.05.005>
- Lo, T. Y. J., & Pan, S. (2021). The internationalisation of China's higher education: Soft power with 'Chinese characteristics'. *Comparative Education*, 57(2), 227–246.
- Narteh, B. (2008). Knowledge transfer in developed–developing country interfirm collaborations: A conceptual framework. *Journal of Knowledge Management*, 12(1), 78–91. <https://doi.org/10.1108/13673270810859510>
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16, 1609406917733847. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- Osabutey, E. L. C., Williams, K., & Debrah, Y. A. (2014). The potential for technology and knowledge transfers between foreign and local firms: A study of the construction industry in Ghana. *Journal of World Business*, 49(4), 560–571.
- Perez-Garcia, M., & Nierga, O. (2021). From soft power policy to academic diplomacy: The “Belt and Road Initiative” in EU–China internationalisation of the higher education system. *China: An International Journal*, 19(4), 121–144.
- Rashidi, A., Torkashvand, Z., & Cheraghali, M. H. (2025). Identifying and assessing opportunities for educational cooperation between Iran and the member countries of the Belt and Road Initiative. *Management and Educational Perspective*, 7(3), e227087. <https://doi.org/10.22034/jmep.2025.525695.1517>
- Shafiee, M. (2015). A fuzzy analytic network process model to mitigate the risks associated with offshore wind farms. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 2143–2152.
- Sikombe, S., & Phiri, M. A. (2019). Exploring tacit knowledge transfer and innovation capabilities within the buyer–supplier collaboration: A literature review. *Cogent Business & Management*, 6(1), 1683130. <https://doi.org/10.1080/23311975.2019.1683130>

- Takii, K. (2004). A barrier to the diffusion of tacit knowledge. *Review of Development Economics*, 8(1), 81–90.
- Yellinek, R. (2022). Soft power and SPPD in China–Iran relationship. *Journal of Balkan and Near Eastern Studies*, 24(5), 733–754.