

تحلیل تاریخی به کارگیری پارادایم نوآوری باز در صنعت فولاد ایران: تحلیلی مبتنی بر مفهوم یادگیری فناورانه



پژوهشنامه صنعت و معدن | شماره ۱۳۶ | دوره ۲۴ | فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۵ | ۷۱-۹۰

<https://doi.org/10.22034/bs.2026.2087466.3225>

دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۰۵ | بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۲۷ | پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها

یادگیری فناورانه / نوآوری باز / شرکت‌های زایشی / زیست‌بوم نوآوری / صنعت فولاد

چکیده

بر اساس مفهوم خط سیر فناوری در کشورهای در حال توسعه، فرآیند نوآوری در این کشورها با بهبود توانمندی نوآوری بنگاه‌هایی آغاز می‌شود که با شرکت‌های خارجی بزرگ و چندملیتی تعامل دارند و دانش و فناوری را از شرکت‌های پیشرو جذب می‌کنند. پویایی این فرآیند می‌تواند کشورهای نوظهور را، از طریق رویکردهای نوآوری باز، خود به منبع فناوری و نوآوری بدل کند. با این حال، فرآیندها و سازوکارهایی که بنگاه‌های کانونی در نوآوری باز به کار می‌گیرند و به ارتقای توانمندی فناورانه می‌انجامد، هنوز به طور کامل شناسایی و مستند نشده است. هدف این پژوهش، شناسایی و تحلیل تاریخی الگوهای نوآوری باز در صنعت فولاد ایران از منظر یادگیری فناورانه است. برای این منظور، از روش مطالعه موردی و رویکرد تحلیل محتوای کیفی بهره گرفته شد و داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۱۹ خبره از چهار گروه ذی نفع (سیاست‌گذاران، تولیدکنندگان فولاد، شرکت‌های مهندسی و مؤسسات تحقیقاتی دانشگاهی) تا دستیابی به اشباع نظری گردآوری گردید. یافته‌ها سه الگوی اصلی را آشکار ساخت: «سازمان یاددهنده



به‌عنوان تلفیق جریان ورودی و خروجی دانش»، «ایجاد شرکت‌های مهندسی به‌عنوان شرکت‌های زایشی»، و «ایجاد و ارتقای زیست‌بوم نوآوری برای توسعه فناوری‌های مرز دانش». تحلیل تاریخی نشان داد که این الگوها هر یک نقطه آغاز مشخصی دارند اما فاقد نقطه پایان‌اند و به‌صورت لایه‌هایی هم‌پوشان و مکمل تا امروز فعال مانده‌اند؛ ضمن آنکه با گذر زمان، بازیگران کلیدی و سازوکارهای غالب یادگیری در هر دوره دگرگون شده و صنعت را از نوآوری تدریجی به‌سوی نوآوری بنیادین سوق داده‌اند. این یافته‌ها برای سیاست‌گذاران و مدیران بنگاه‌های قانونی در طراحی سازوکارهای حمایتی و یادگیری متناسب با هر مرحله از بلوغ صنعت دلالت‌های کاربردی دارد.

JEL: O00, O30, O32, O36 طبقه‌بندی



Historical Analysis of the Open Innovation Paradigm in Iran's Steel Industry: An Analysis Based on the Concept of Technological Learning

Mohammadreza Attarpour, Faculty member of Institute for Trade Studies & Research, Tehran, Iran. 

Vol 24, No. 136, Apr–May 2026

Journal of Industrial & Mining Research

 <https://doi.org/10.22034/bs.2026.2087466.3225>

| Received: 25 Apr. 2026 | Revised: 17 June. 2026 | Accepted: 22 June. 2026 |

Abstract

Based on the concept of the technological trajectory in developing countries, the innovation process in these economies begins as latecomer firms interact with mature foreign companies and acquire knowledge and technology from the developed world. The dynamism of this process can, through open innovation approaches, turn latecomers themselves into sources of technology and innovation. However, the processes and mechanisms that focal firms employ in open innovation to raise their technological capability have not yet been fully identified and documented. This study aims to identify and historically analyze the open innovation patterns of Iran's steel industry from the perspective of technological learning. To this end, a case study method and a qualitative content analysis approach were adopted, and data were collected through semi-structured interviews with 19 experts from four stakeholder groups (policymakers, steel producers, engineering firms, and academic research institutes) until theoretical saturation was reached. The findings reveal three main patterns: “the instructive organization as an integration of inbound and outbound knowledge flows”, “the creation of engineering companies as spin-off firms”, and “the creation and development of an innovation ecosystem for knowledge-frontier technologies”. The historical analysis shows that each pattern has a definite starting point but no end point, persisting as overlapping layers that remain active to the present; moreover, over time the key actors and dominant learning mechanisms in each period shift, moving the industry from incremental innovation toward radical innovation. These findings offer practical implications for policymakers and focal-firm managers in designing support and learning mechanisms appropriate for each stage of the industry's maturity.

attarpour.mailbox@gmail.com

JEL Classification: O00, O30, O32, O36

Keywords: Technological learning / Open Innovation / Spin-Off Firms / Innovation Ecosystem / Steel Industry.

Data Availability: The data used or generated in this research are presented in the text of the article.

Conflicts of Interest: The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.



افزایش عدم اطمینان و پیچیدگی فناوریانه و محیطی، شرکت‌ها را برآن داشته تا بر تحول فعالیت‌های نوآوری باز تمرکز کنند؛ از ورود به معاملات دوجانبه گرفته تا همکاری با ذی نفعان متعدد (لو و چسبرو، ۲۰۲۲). چالش‌های پیاده‌سازی فرآیندهای نوآوری باز در شرکت‌ها در مطالعات گوناگون تحت عنوان «پارادوکس باز بودن» مورد تأکید قرار گرفته است (فوگه و همکاران، ۲۰۱۹)، اما اهمیت و ضرورت این پارادایم در سطح بنگاه‌ها، بخش‌ها و کشورها چنان گسترش یافته که انکارناپذیر است (آبرادوویچ و همکاران، ۲۰۲۱). مطالعات تجربی نیز نشان داده‌اند که هرچه یک شرکت بازتر باشد، عملکرد نوآورانه‌ی بهتری خواهد داشت (گرکو و همکاران، ۲۰۱۷؛ ۲۰۱۸). نوآوری باز حتی پیش از آن‌که در سال ۲۰۰۳ توسط چسبرو مطرح شود، در شرکت‌ها برای کسب منابع دانشی از بیرون (مانند دانشگاه‌ها و تأمین‌کنندگان) به منظور بهبود عملکرد نوآورانه به کار گرفته می‌شد (ونهاوربکه و همکاران، ۲۰۱۴). این فرآیند در کشورهای تازه‌وارد امری آشناست. این صنایع فرآیند فرارسی خود را با جذب دانش از بیرون از طریق سازوکارهای یادگیری فناوریانه (IL) آغاز می‌کنند (فیگاردو و پینا، ۲۰۲۱؛ عطارپور و همکاران، ۲۰۲۳؛ (a) ۲۰۲۰). مطالعات متعددی در زمینه نوآوری، به‌ویژه در اقتصادهای پیشرفته، از واژه «یادگیری» برای اشاره به کسب دانش از منابع بیرون از شرکت استفاده کرده‌اند. در مقابل، اقتصادهای در حال توسعه دیدگاه گسترده‌تری نسبت به این مفهوم دارند. آن‌ها یادگیری را فرآیندی پرهزینه و برنامه‌ریزی شده تعریف می‌کنند که طی آن شرکت‌ها مهارت‌ها و دانش جدید را کسب و توسعه می‌دهند، فعالیت‌های نوآورانه را افزایش می‌دهند و به خروجی‌هایی دست می‌یابند (فیگاردو و پینا، ۲۰۱۸، ۲۰۲۱؛ لین و همکاران، ۲۰۱۳؛ قاضی‌نوری و همکاران، ۲۰۲۱؛ عطارپور و همکاران، ۲۰۲۳ (b)). با وجود این رابطه متقابل، نگاه به فعالیت‌های نوآوری باز از دریچه یادگیری فناوریانه کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. از میان رویکردهای نظری گوناگون، دیدگاه مبتنی بر دانش در نوآوری باز رایج‌ترین نظریه به کار رفته در شرکت‌های تولیدی است (آبرادوویچ و همکاران، ۲۰۲۱). این دیدگاه بر اهمیت یادگیری فناوریانه در کشورهای تازه‌وارد به عنوان نقطه آغاز فرآیند نوآوری تأکید دارد که برای بهبود توانمندی فناوریانه بخش نیازمند توجه بیشتری است. راهبردهای یادگیری فناوریانه، شامل شبکه‌های همکاری، اجتماعات، زیست‌بوم‌ها، بسترها و کنسرسیوم‌ها، می‌توانند به عنوان نوآوری باز بازتعریف شوند (وی و همکاران، ۲۰۲۰؛ اولک و وست، ۲۰۱۹). این موضوع اهمیت فعالیت‌های مدیریت‌شده بنگاه‌های کانونی را در فرآیند نوآوری باز برجسته می‌سازد (مارکس، ۲۰۲۲). علاوه بر این شکاف ادبیاتی، مسئله دیگر تبیین جزئیات فرآیندها و فعالیت‌های نوآوری باز، به‌ویژه در بنگاه‌های کانونی است. مطالعات نشان داده‌اند که شرکت‌ها فرآیندهای نوآوری باز را در دستور کار خود قرار می‌دهند (لو و چسبرو، ۲۰۲۲؛ برانزویکرو چسبرو، ۲۰۱۸). اگرچه مطالعات گسترده‌ای برای تبیین فرآیند نوآوری باز و نقش بازیگران مختلف انجام شده است



(برای نمونه گاسمان و انکل، ۲۰۰۴؛ زینگا و همکاران، ۲۰۱۸؛ بیژانو، ۲۰۱۵؛ بیکان و همکاران، ۲۰۱۷)، نبود تعریفی روشن از فرآیند و اقدامات در شرکت‌های گوناگون، مانعی برای درک چگونگی اجرای این فرآیند در بنگاه‌ها ایجاد کرده است (هاسه، ۲۰۱۹؛ مارکس، ۲۰۲۲). این موضوع ضرورت مستندسازی فرآیند نوآوری باز را برای شناسایی فرآیند مؤثر آن آشکار می‌سازد (رابرتس و همکاران، ۲۰۱۶؛ لیکموند و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، مطالعاتی که فرآیندهای لازم برای حرکت به سوی نوآوری باز را نشان دهند، نیازمند توسعه و کفایت بیشتری هستند (زینگا و همکاران، ۲۰۱۸؛ دملو و همکاران، ۲۰۲۱). این مسئله در شرکت‌های تولیدی ایران، به ویژه در صنعت فولاد که به دلیل تحریم‌های اقتصادی و صنعتی ارتباط چندانی با زنجیره تأمین جهانی ندارد، به موضوعی حیاتی و راهبردی تبدیل شده است (عطاری و همکاران، ۲۰۲۳ (a)). افزون بر ادبیات موضوع، اگرچه روند مطالعات در این زمینه در ایران در حال گسترش است، این حوزه هنوز در میان دانشگاهیان و صنعتگران نسبتاً جدید تلقی می‌شود و نیازمند پژوهش‌های بیشتری است (حکاکی و همکاران، ۲۰۲۱؛ حسین زاده و همکاران، ۲۰۲۴). بر این اساس، این پژوهش در پی تمرکز بر دو شکاف ادبیاتی است. نخست، این پژوهش تأکید می‌کند که فرآیندهای یادگیری فناورانه باید به عنوان نقطه آغاز نوآوری باز در نظر گرفته شوند. این سازوکارها باید در طول فرآیندهای نوآوری باز ادامه یابند و چرخه یادگیری و توسعه نوآوری را شکل دهند. دوم، این پژوهش می‌کوشد بر فرآیند نوآوری باز و نقش بنگاه‌های کانونی در شروع و تداوم آن تمرکز کند.

بخش بعد به مرور ادبیات این حوزه می‌پردازد. در بخش سوم، روش به دست آوردن یافته‌های پژوهش تشریح می‌شود و در پایان، یافته‌ها، بحث و نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

۲. مرور ادبیات پژوهش: نوآوری باز به مثابه سازوکار یادگیری فناورانه

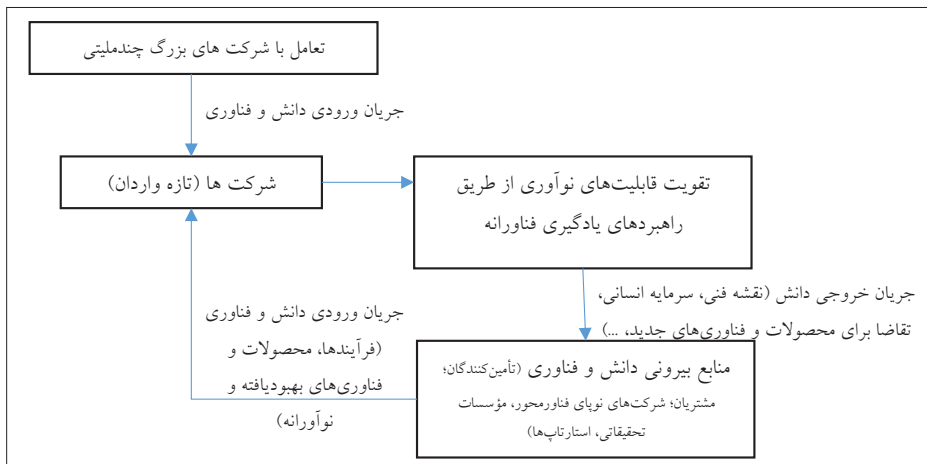
در این پژوهش، فرآیند نوآوری باز در صنعت فولاد ایران با تکیه بر رویکردهای یادگیری فناورانه بررسی شده و ادبیات مرتبط را می‌توان در دو بخش اصلی خلاصه کرد. نخست، بر پایه دوگانگی مطرح شده از سوی مارتین (مارتین، ۲۰۱۶)، شرکت‌های فعال در حوزه‌های مبتنی بر منابع طبیعی و با فناوری غیرپیشرفته (غیرهای تک) از فقدان راهبرد یادگیری فناورانه مناسب رنج می‌برند؛ راهبردی که باید هم‌زمان بر دو مؤلفه «یادگیری از طریق انجام و استفاده (DUI)» و «یادگیری از طریق علم، فناوری و نوآوری (STI)» تمرکز کند، در طول زمان تحول یابد و با پاسخ به پنجره‌های فرصت و اثرگذاری بر توسعه فناوری، در نهایت به رهبری صنعتی بینجامد (ورتسی، ۲۰۱۷؛ فیگیدو و پیانا، ۲۰۲۱). دوم، ادبیات تأکید دارد که فرآیندهای نوآوری باز خود می‌توانند همچون راهبردهای یادگیری فناورانه به کار روند. نوآوری باز نخست در صنایع پیشرفته (های تک) شکل گرفت، اما به تازگی به صنایع با فناوری سطح پایین نیز تعمیم یافته است؛ این صنایع، به ویژه در حوزه تولید، با بازاریابی

مدل کسب و کار خود سرمایه‌گذاری در این فرآیند را آغاز کرده‌اند (آبرادوویچ و همکاران، ۲۰۲۱). به عنوان نمونه اخیراً نیز تحول دیجیتال و رسوخ آن به عنوان یک پارادایم اصلی وارد این حوزه ها شده است (کریمی‌نیا و همکاران، ۱۴۰۳). پس از معرفی این پارادایم از سوی چسبرو، مفهوم نوآوری باز از بهره‌گیری صرف از ایده‌های درون یا بیرون شرکت (چسبرو، ۲۰۰۳) فراتر رفت و به فرآیندی مبتنی بر جریان‌های مدیریت شده دانش در میان مرزهای سازمانی، با اتکا به سازوکارهای مالی و غیرمالی متناسب با مدل کسب و کار، بدل شد (چسبرو و بوگرز، ۲۰۱۴). براین اساس، شرکت هم می‌تواند و هم باید از دانش درون و بیرون سازمان برای توسعه خود بهره‌گیرد (چسبرو، ۲۰۰۶). این رویکرد مزایای پرشماری دارد، از جمله دسترسی به دانش بیرونی، تقسیم ریسک با شرکا، درک بهتر نیاز مشتریان و بهبود عملکرد نوآورانه (کامارانو و همکاران، ۲۰۱۷). مطالعات متعددی کوشیده‌اند ضمن تبیین این مفهوم و تمایز آن از مفاهیم مشابه، زمینه ارائه چارچوبی نظری برای آن را فراهم آورند (ونهاوریکه و رویاکر، ۲۰۱۴؛ هویزینگ، ۲۰۱۱؛ تروت و هارتمان، ۲۰۰۹؛ وند و واند و دمان، ۲۰۱۱)، و بسیاری بر پایه دیدگاه چسبرو، نوآوری باز را به سه دسته ورودی، خروجی و ترکیبی تقسیم کرده‌اند (وینارچیک و پیروپولوس، ۲۰۱۳). در ادبیات حوزه نوآوری باز دو دسته اصلی از مطالعات قابل شناسایی است. دسته نخست مؤلفه‌ها و متغیرهای تبیین‌کننده پذیرش نوآوری باز را کاویده و تأکید کرده‌اند که سازوکارها و پیامدهای این الگوها به شدت به بافت و شرایط حساس اند و باز یا بسته بودن نوآوری امری اقتضایی و انتخابی است (تید، ۲۰۱۴). دسته دوم با رویکردی فرآیندی بر شناسایی، کسب و مدیریت دانش درون یا بیرون مرزهای سازمانی (از طریق سازوکار یکپارچه‌سازی مناسب) تمرکز کرده و به ارائه گونه‌شناسی‌ها، حالت‌ها، مضامین و سازوکارهای نوآوری باز و دستورالعمل‌های عملی اجرای آن پرداخته‌اند؛ با این حال، این پژوهشگران هنوز نتوانسته‌اند چارچوبی جامع و دربرگیرنده همه مؤلفه‌های الگوی نوآوری باز ارائه کنند (مشایخ و همکاران، ۲۰۱۶؛ زینگا و همکاران، ۲۰۱۸؛ دملو و همکاران، ۲۰۲۱).

پژوهش حاضر، افزون بر رویکرد اقتضایی، در پی مستندسازی فرآیندهای توسعه نوآوری باز است. آبرادوویچ و همکاران (۲۰۲۱) نتیجه گرفتند که از میان چهار رویکرد نظری این حوزه، «دیدگاه مبتنی بر دانش» رایج‌ترین نظریه به کاررفته در نوآوری باز شرکت‌های تولیدی است؛ رویکردی که در آن، به‌ویژه برای کشورهای نوظهور، قابلیت‌های نوآوری از طریق سازوکارهای یادگیری پویا در بنگاه‌ها ایجاد و به‌روز می‌شوند. این فرآیند مستلزم اقدامات راهبردی برای انطباق با شرایط متغیر و رفع محدودیت‌هایی چون وابستگی به مسیر گذشته، رکود سازمانی، محدودیت‌های نهادی و دام واردات فناوری است (کیم و لی، ۲۰۰۲). یادگیری فناورانه به مثابه فرآیند انباشت قابلیت‌های فناورانه تعریف می‌شود که می‌تواند به نوآوری بینجامد (قاضی‌نوری و همکاران، ۲۰۲۱). ماهیت پویای این فرآیند (ورتسی، ۲۰۱۷) و اهداف گوناگون آن - از بهبود مزیت رقابتی از طریق کسب فناوری، بومی‌سازی، توسعه، بهبود و بازآفرینی قابلیت‌های فناورانه

گرفته تا انباشت قابلیت‌ها و نوآوری (شیه و لی هوا، ۲۰۰۸) - نشان دهنده دیدگاهی جامع نسبت به این مفهوم است. از همین رو، کشورهای عقب مانده به دلیل ضعف‌هایی چون فاصله از منابع فناوری، تحقیق و توسعه ناکارآمد و دوری از بازارهای اصلی، به چارچوبی جامع به نام «راهبرد یادگیری» نیاز دارند تا به توسعه فناوری و فرارسی دست یابند (فیگیردو و پیانا، ۲۰۲۱). در این کشورها، یادگیری فناورانه عمدتاً از طریق دسترسی به کانال‌های دانش خارجی و سرریز دانش تحقق می‌یابد؛ مهم‌ترین این کانال‌ها عبارت‌اند از اخذ مجوز و قراردادهای بلندمدت با شرکت‌های چندملیتی، تحقیق و توسعه داخلی، بهره‌گیری از ظرفیت مؤسسات تحقیقاتی، توسعه مشترک (مانند کنسرسیوم‌های تحقیق و توسعه)، تحقیق و توسعه فرامرزی، و ادغام و اکتساب، که عمدتاً در حوزه نوآوری باز تعریف می‌شوند (اولک و وست، ۲۰۱۹).

از تعریف چسبرو (چسبرو، ۲۰۰۳)، برمی‌آید که همکاری با استارت‌آپ‌ها، مؤسسات تحقیقاتی، مشتریان، تأمین‌کنندگان و سایر شرکا می‌تواند ظرفیت‌های نوآورانه بنگاه‌ها را بهبود بخشد؛ یکپارچه‌سازی این دانش بیرونی همراه با ارتقای قابلیت‌های درونی، به اهداف یادگیری فناورانه، یعنی ارتقای نوآوری در معنای گسترده آن (شامل DUI و STI)، می‌انجامد (د ملو و همکاران، ۲۰۲۱). نوآوری باز بر دو جریان اصلی ورودی و خروجی دانش استوار است (فون هپیل، ۲۰۰۵) و افزون بر آن، فرآیند هم‌افزا به سرمایه‌گذاری مشترک با شرکت‌های مکمل در این دو جریان اشاره دارد (حکاکی و همکاران، ۱۴۰۰). این مسئله در یادگیری فناورانه نیز دیده می‌شود، چراکه این فرآیند اغلب با دانش خارجی آغاز می‌گردد. برای نمونه، الگوی یادگیری فناورانه در کشورهای نوظهور، برگرفته از مطالعات کیم (کیم، ۱۹۹۷) در صنایع الکترونیک کره جنوبی، از سه مرحله اکتساب، جذب و بهبود تشکیل شده است؛ کشورهای در حال توسعه ابتدا فناوری‌های بالغ خارجی را کسب می‌کنند و سپس با تحقیق و توسعه، زمینه جذب و ارتقای آن را فراهم می‌آورند. با توجه به منطق نوآوری باز، می‌توان از فرآیندهای این پارادایم برای افزایش توان جذب و ارتقای فناوری بهره گرفت که همان گام‌های مدل یادگیری فناورانه‌اند. مطابق با مسیر فناوری در کشورهای در حال توسعه (کیم، ۱۹۹۹)، چرخه توسعه فناوری در این کشورها با جذب فناوری از منبعی بیرونی (شرکت‌های بزرگ کشورهای پیشرفته) آغاز می‌شود و نخستین گام نوآوری در کشورهای نوظهور به شمار می‌آید. پس از یادگیری از این تجربه، بنگاه‌ها می‌توانند با سازوکارهای نوآوری باز خود به منبعی برای توسعه فناوری بدل شوند؛ نخست با ایجاد جریان دانش خروجی از راه‌هایی چون تأسیس شرکت‌های زایشی، توسعه قابلیت تأمین‌کنندگان و شفاف‌سازی نیازهای تحقیق و توسعه، و سپس با ایفای نقش بازاری برای تجاری‌سازی دانش تولیدشده. بر این اساس، پژوهش حاضر در پی ارائه الگویی برای نوآوری باز در شرکت‌های تازه‌وارد (نوظهور) است. نمودار (۱) مدل مفهومی این پژوهش را نشان می‌دهد.



نمودار ۱. چرخه یادگیری فناورانه مبتنی بر نوآوری باز در تازه واردان (منبع: جمع بندی نگارنده)

۳. روش شناسی پژوهش

تحلیل مطالعه موردی، یک روش تحقیق کیفی است که در مطالعات علوم اجتماعی برای درک «چرا» و «چگونگی» نگرش ها و رفتارها به کار می رود. این روش بینشی عمیق نسبت به ماهیت مسئله مورد بررسی ارائه می دهد. مطالعات متعددی در زمینه نوآوری باز (مانند ویرا و همکاران، ۲۰۲۳؛ لیپولیس و همکاران، ۲۰۲۳؛ رمنلند و یکهامن و همکاران، ۲۰۲۳) و یادگیری فناورانه (عطارپور و همکاران، ۲۰۲۳؛ سلطانی زاده و همکاران، ۲۰۲۴) این راهبرد را برای پژوهش خود انتخاب کرده اند. یکی از روش های رایج در تحلیل موردی، مصاحبه است. مصاحبه های عمیق به طور گسترده در پژوهش های اجتماعی برای جمع آوری اطلاعات دقیق مورد استفاده قرار می گیرند و در تحقیقات کیفی محبوبیت دارند (لی و همکاران، ۲۰۲۳). روش تحلیلی که در این پژوهش به کار گرفته شده، تحلیل محتوای روایی است؛ بدین معنا که تلاش شده محتوای مصاحبه ها تحلیل شود. در تحلیل روایی، پژوهشگر معمولاً با مجموعه ای از اصول اولیه کار را آغاز می کند و با قواعد و اصول خاصی سعی در استخراج معنا از متن دارد. برای جمع آوری داده های اولیه، از مصاحبه های نیمه ساختاریافته با ۱۹ خبره (جدول ۱) استفاده شد، شامل: سیاست گذار (۲ خبره)، شرکت های تولیدکننده فولاد (۱۱ خبره)، شرکت های مهندسی فنی (۴ خبره) و مؤسسات تحقیقاتی دانشگاهی (۲ خبره). این مصاحبه شونده ها با استفاده از روش گلوله برفی انتخاب شدند و همگی بیشتر از ده سال سابقه در حوزه های تخصصی صنعت فولاد داشتند و تعداد نمونه ها تا جایی ادامه یافت که پژوهشگر به اشباع نظری رسید. در این مقاله، اشباع نظری از سه راه مختلف حاصل شد. نخست، تعداد مصاحبه های انجام شده با

۱۹ مصاحبه‌شونده با قاعده تقریبی تعداد نمونه مورد نیاز برای یک مطالعه موردی مطابقت دارد و کفایت نمونه‌گیری را برآورده می‌کند. دوم، در این مطالعه با انجام مصاحبه با تمامی ذی‌نفعان فعال در فرآیند نوآوری باز، مثلث‌سازی^۱ محقق شد. سوم، از مصاحبه شانزدهم به بعد، داده جدیدی به دست نیامد. براساس تحلیل مصاحبه‌ها، الگوهای فرآیند توسعه نوآوری باز مبتنی بر رویکرد یادگیری فناورانه و نقش بازیگران اصلی در آن شناسایی شده است.

جدول ۱. جزئیات مصاحبه‌های انجام‌شده

دسته بندی مصاحبه شوندگان	تجربه	مصاحبه شوندگان	
سیاستگذار	۵	رئیس بخش فولاد شرکت ملی فولاد ایران	۱
	۱۷	مدیر اداره قراردادهای ایمنیدرو	۲
صنعت تولید فولاد	۳۰	بنیان‌گذار و مدیرعامل اسبق	شرکت ۱
	۲۵	مدیر مهندسی صنایع	
	۲۱	مدیر تحقیق و توسعه	
	۲۴	مدیر واحد برنامه‌ریزی و بومی‌سازی	
	۱۵	مدیر فناوری	
	۱۶	مدیر مهندسی معکوس	
	۳	مدیر توسعه محصول	شرکت ۲
	۳۵	مدیرعامل سابق	
	۱۱	مدیر اجرایی فناوری	
	۹	مدیر پژوهش، فناوری و بومی‌سازی	شرکت ۳
	۱۱	مدیر تحقیق و توسعه	
شرکت های مهندسی	۵	مدیرعامل	۱
	۱۱	معاون مدیرعامل	۲
	۴	مدیر تحقیق و توسعه	۳
	۲	مدیر فناوری	۴
خبیره دانشگاهی	۵	استادیار پژوهشگاه یونیدرو	۱
	۱۴	دانشیار پژوهشگاه فولاد	۲

1. triangulation

۴. یافته‌های پژوهش

تحلیل تاریخی به‌کارگیری نوآوری باز در صنعت فولاد ایران نشان می‌دهد که سه الگوی شناسایی شده نه مرحله‌ای متوالی و جایگزین یکدیگر، بلکه لایه‌هایی هم‌پوشان‌اند که هر یک در بازه‌ای معین به الگوی غالب بدل شده، اما هیچ‌یک با ظهور الگوی بعدی پایان نیافته و تا امروز نیز در صنعت کاربرد دارد. به بیان دیگر، هر الگو نقطه آغاز مشخصی دارد ولی فاقد نقطه پایان است؛ از همین رو این الگوها به صورت انباشتی در تکامل یکدیگر تأثیر داشته‌اند و امروز به موازات هم فعال‌اند. از نظر تاریخی، الگوی اول (ایجاد شرکت‌های مهندسی زایشی) زودتر از همه و از حدود سال ۱۳۷۰ پدیدار شد، الگوی دوم (سازمان یاددهنده) با تشدید تحریم‌ها از حدود سال ۱۳۸۵ برجسته گشت و تا حوالی ۱۳۹۵ به اوج رسید، و الگوی سوم (زیست‌بوم نوآوری) جدیدترین آن‌هاست که از سال ۱۳۹۵ شکل گرفت و از سال ۱۴۰۱ شتاب یافت.

۴-۱. الگوی اول: ایجاد شرکت‌های مهندسی به‌عنوان شرکت‌های زایشی

این الگو از حدود سال ۱۳۷۰ با سیاست واگذاری و جداسازی سرمایه انسانی و تأسیس شرکت‌های مهندسی آغاز شد، در حدود سال ۱۳۸۰ به بلوغ رسید و از آن پس وارد فاز نوآوری گردید که اوج آن ثبت جهانی فناوری بومی بود؛ این الگو نیز همچنان فعال است. ریشه این مسیر در ایجاد توانایی فنی و طراحی کارخانه‌ها و فرآیندهای تولید فولاد، به‌ویژه در فناوری احیای مستقیم، از حدود سال ۱۳۶۰ قرار دارد. جنگ ایران و عراق (۱۳۵۹) اگرچه همکاری با کارشناسان خارجی را کاهش داد و تولید و برنامه‌های توسعه ذوب‌آهن اصفهان را تقریباً متوقف ساخت، اما زمینه‌ای برای پرورش کارشناسان ایرانی آموزش‌دیده در روسیه فراهم کرد که با کار در کنار خارجی‌ها توانایی شناسایی، یکپارچه‌سازی و بهره‌گیری از دانش محیطی را افزایش داده بودند. در همین دوره، یک شرکت مهندسی در کنار ذوب‌آهن تأسیس شد که نخست وظیفه انتقال دانش فنی و تسهیل یادگیری را بر عهده داشت، اما با کاهش حضور خارجی‌ها نقشی محوری در توسعه فنی و تولید ایفا کرد. همچنین تیمی ده‌نفره از فارغ‌التحصیلان برتر متالورژی به آلمان اعزام شدند تا با فناوری‌های جدید ذوب‌آهن آشنا شوند؛ این افراد بعدها مدیران انتقال فناوری فولاد کشور شدند. همین رویکرد بعدها در ایجاد شرکت ایریتک (فولاد مبارکه) و MMTE (خوزستان) تکرار شد. تقاضای دولت به‌عنوان پنجره فرصت، همراه با توان داخلی، نه‌تنها به نوآوری داخلی و ثبت فناوری جهانی (به‌ویژه در احیای مستقیم) انجامید، بلکه صادرات این فناوری را نیز میسر ساخت. اگرچه فولاد مبارکه پیشگام شناخته می‌شود، فولاد خوزستان نیز نقش عمده‌ای در توسعه توان فنی کشور داشت؛ ساخت این کارخانه پیش از انقلاب آغاز شد، اما بخش ذوب آن در سال‌های جنگ راه‌اندازی و زنجیره آهن‌سازی در اواخر دهه ۱۳۶۰ تکمیل گردید. حرکت کارشناسان از «یادگیری از طریق انجام کار» به «یادگیری با بهبود» و سپس «یادگیری با تطبیق»، همراه با نیازهای بازسازی پس از جنگ و تغییرات ساختاری متولیان، صنعت فولاد را به صنعتی راهبردی برای توسعه ملی بدل کرد. پس از واردات فناوری



میدرکس، ایران به تدریج بر آن مسلط شد، هرچند در ریخته‌گری و نورد پیشرفت چندانی نداشت. فناوری میدرکس به دلیل مشکلات سیاسی جنگ، از طریق شرکت ژاپنی کوبه استیل از آمریکا اخذ شد و از آن زمان، به دلیل فراوانی گاز و نامناسب بودن زغال سنگ داخلی، بیشتر سرمایه‌گذاری‌ها به سمت احیای مستقیم رفت. شرکت خارجی اطلاعات کامل فناوری را در اختیار ایران قرار نداد؛ اما در فولاد مبارکه، تعمیر یک کوره قوس الکتریکی فرصتی فراهم کرد تا شرکت ایریتک با آزمون و خطا دانش فنی ساخت میدرکس را کسب کند و بعدها مجوز آن را از شرکت اصلی بخرد. ایریتک با مشارکت ۴۰ درصد فولاد مبارکه و بر اساس قراردادی با شرکت ایتالیایی پی‌انتی تأسیس و توسعه یافت و فولاد خوزستان نیز همین مسیر را با MMTE پیمود و دانش فنی احیای مستقیم را کسب کرد. با افزایش تقاضا و گسترش دانش احیای مستقیم در جهان، پنجره‌های فرصت یادگیری فناورانه گشوده شد و در نتیجه فناوری PERED (احیاگری ایرانی) که نسخه اصلاح‌شده میدرکس است، با نوآوری قابل توجه به سطح فناوری جدیدی ارتقا یافت و در سطح جهانی به ثبت رسید. افزون بر این، ذوب‌آهن در سال ۱۳۷۰ سیاستی را اجرا کرد که طی آن به جمعی از سرمایه‌انسانی خود اجازه جداشدن و تأسیس شرکت‌های خصوصی مانند فولاد تکنیک و تاراتک داده شد. مهندسان این شرکت‌ها نخست کار طراحی را برای ذوب‌آهن نزد مهندسان روسی که مجری طراحی و اجرای احیای آهن بودند فراگرفتند و پس از جداشدن، ضمن ادامه طراحی، به تدریج به عنوان مشاور وارد میدان شدند و با به‌روزرسانی و توانمندسازی نیروها در پروژه‌های مهندسی، تجهیزات و ساخت حضور یافتند. فولاد تکنیک در سال‌های نخست تنها کار طراحی-مهندسی انجام می‌داد؛ در قراردادهای اولیه شرط شده بود که اگر طراحی اولیه توسط خارجی‌ها انجام شود، طراحی تفصیلی باید در ایران و در همین شرکت صورت گیرد. این بند در قراردادهای شرکت ایتالیایی (پی‌انتی دانیلی) و پوسکو گنجانده شد و به افزایش توان شرکت انجامید. بررسی‌ها نشان داد ۷۰ درصد از دریافتی شرکت‌های خارجی مربوط به تجهیزات و ۳۰ درصد مربوط به مدیریت دانش فنی و مهندسی است؛ از این رو نیاز به فعالیت‌های عملیاتی بیشتر احساس شد و شرکت از سال ۱۳۷۵ علاوه بر مهندسی و مشاوره، وارد پروژه‌های EPC گردید. این روند در سایر شرکت‌های فنی-مهندسی داخلی نیز دیده می‌شود و حاکی از بهبود مستمر توان فنی داخلی در این حوزه است.

۴-۲. الگوی دوم: سازمان‌یاددهنده به عنوان پلتفرم تلفیق جریان ورودی و خروجی دانش و فناوری

این الگو از حدود سال ۱۳۸۵ و هم‌زمان با گسترش تحریم‌های بین‌المللی آغاز شد، در اوایل دهه ۱۳۹۰ به تدریج تقویت و بازتعریف گردید و تا حوالی سال ۱۳۹۵ به اوج خود رسید؛ با این حال سازوکارهای آن همچنان در تأمین قطعات و تجهیزات صنعت فولاد به کار می‌رود. بر اساس مصاحبه با مدیران ارشد و تحقیق و توسعه یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان فولاد کشور، این شرکت پیش‌تر دانش فنی تولید را از یک شرکت ایتالیایی خریداری کرده بود، اما این مستندات تا سال ۱۳۹۴ بدون استفاده در مرکز اسناد باقی



ماند. با تشدید تحریم‌ها و قطع دسترسی به قطعات یدکی، شرکت ناگزیر به اجرای الگوی نوآوری باز شد. عواملی چون تأکید وزارت صنعت، معدن و تجارت بر حداکثر استفاده از توان داخلی، افزایش اشتغال، توسعه شهرک‌های صنعتی و جلوگیری از خروج ارز، این الگو را پیش راندند. شرکت طی فراخوانی از تمام تأمین‌کنندگان توانمند دعوت به همکاری کرد. برای نخستین بار، تأمین‌کنندگان به انبارهای شرکت دسترسی یافتند، نمونه اولیه و جزوه‌های فنی (شامل ساخت و کنترل کیفیت) را دریافت کردند و از طریق مهندسی معکوس و اصلاحات جزئی، قطعات را تولید و به شرکت می‌فروختند. با این حال، این فرآیند به دلیل سرعت پایین و کیفیت نامطلوب قطعات با شکست مواجه شد. ارزیابی‌ها چهار نقص اساسی را آشکار ساخت: (۱) توان مهندسی و طراحی تأمین‌کنندگان بسیار پایین‌تر از استانداردهای فولاد، (۲) نقص‌های کیفی گسترده در محصولات داخلی، (۳) زمان طولانی تأمین، و (۴) کیفیت پایین مواد اولیه به دلیل مشکلات دسترسی. در نتیجه، تأمین‌کنندگان داخلی نتوانستند نیازهای کیفی خطوط تولید را برآورده سازند و شرکت دوباره به تأمین از خارج روی آورد. برای اصلاح فرآیند، تفکیک مهندسی و طراحی (انجام‌شده در داخل شرکت) از ساخت و تولید (انجام‌شده توسط تأمین‌کنندگان) در دستور کار قرار گرفت. محدودیت اصلی، نبود شرکتی در کشور با توان مهندسی و طراحی در سطح مطلوب بود. با تکیه بر سرمایه انسانی داخلی - که از طریق یادگیری مستقیم از شرکای خارجی، آموزش‌های ضمن خدمت، بازدید از خطوط تولید شرکت‌های چندملیتی و تجربه گسترده صنعت فولاد شکل گرفته بود - واحدهای تخصصی متشکل از بخش‌های عملیاتی، مهندسی و طراحی ایجاد شدند. این نخستین ساختار یکپارچه برای توسعه تولید قطعات یدکی بود و کار خود را با تهیه دفترچه‌های فنی (راهنماهای ساخت) آغاز کرد؛ دفترچه‌هایی حاوی تمام اطلاعات لازم برای ساخت هر قطعه یا تجهیزات، شامل نقشه‌ها، تحلیل‌ها، مواد اولیه، فرآیندهای ساخت، ایستگاه‌های بازرسی، استانداردها، کاتالوگ‌ها و دستورالعمل‌های مونتاژ. همچنین برای رفع کمبود تجهیزات آزمایشگاهی به‌روز در میان تأمین‌کنندگان، آزمایشگاه مرکزی شرکت تجهیزات مناسب را تهیه و در اختیار آن‌ها قرار داد و واحد کنترل کیفیت، بازرسی قطعات و رفع اختلافات را برعهده گرفت. در سال‌های میانی دهه ۱۳۹۰ و با تشدید بیشتر تحریم‌ها، این ساختار بومی‌سازی بارها اصلاح و بازتعریف شد و به الگوی غالب تأمین در آن دوره بدل گردید.

۴-۳. الگوی سوم: ایجاد و حمایت از زیست‌بوم نوآوری برای توسعه فناوری‌های پیشرو و مرز دانش

این الگو جدیدترین لایه نوآوری باز در صنعت فولاد است؛ زمینه‌نهادی آن به سال ۱۳۹۴ بازمی‌گردد، اما به‌عنوان الگویی فعال از سال ۱۳۹۵ و با گسترش رویکردهای حمایتی دولت در توسعه زیست‌بوم نوآوری شکل گرفت و از سال ۱۴۰۱، با تصویب قانون جهش تولید دانش‌بنیان - به‌ویژه اعتبار مالیاتی تحقیق و



توسعه و مشوق‌های سرمایه‌گذاری - شتاب چشمگیری یافت. در سال ۱۳۹۴ شرکت‌های مادر تخصصی موظف شدند برای مستندسازی، انباشت و انتشار دانش فنی حاصل از پروژه‌های تکراری (به‌ویژه در صنایع مبتنی بر منابع) مراکز تحقیق و توسعه تأسیس کنند. شرکت‌های فولادی واحدهای تحقیق و توسعه خود را به سمت ایجاد هسته‌های فناورانه در همکاری با دانشگاه‌ها سوق دادند و پژوهشکده‌هایی در دو دانشگاه برجسته کشور در استان‌های تهران و اصفهان ایجاد شد. با این حال، تحلیل مصاحبه‌ها نشان می‌دهد این اقدامات تأثیر چندانی بر توسعه صنعتی و فناورانه بخش نداشت.

در سال‌های اخیر و با افزایش توجه به زیست‌بوم نوآوری، نهادهایی مانند صندوق‌های حمایت از توسعه نوآوری و شتاب‌دهنده‌ها وارد میدان شده‌اند. به‌طور خاص، یکی از شرکت‌های بزرگ فولادی با همکاری یک دانشگاه، برنامه‌ای برای حمایت از استارت‌آپ‌ها در قالب چهار مدل طراحی کرده است: انتقال فناوری و مالکیت فکری، سرمایه‌گذاری، پیش‌خرید محصول، و حمایت مالی در تولید. استارت‌آپ‌های هدف بر حل هفت چالش کلیدی صنعت فولاد متمرکز شده‌اند: افزایش بهره‌وری با هوش مصنوعی، کاربرد فناوری‌های نوین در اندازه‌گیری، ارزان‌سازی فناوری، لجستیک هوشمند (شامل هوش مصنوعی)، شفاف‌سازی مناقصات از طریق بلاک‌چین، و استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی؛ این هفت مسئله کانون اصلی پلتفرم‌های نوآوری باز در صنعت فولاد را تشکیل می‌دهند. علاوه بر اقدامات بخش خصوصی، دولت نیز از طریق نهادهای تأمین مالی و واسطه برنامه‌های سیاستی را اجرا کرده است؛ نمونه بارز آن حمایت صندوق نوآوری و شکوفایی از برگزاری رویدادهای شبکه‌سازی با محوریت یازده شرکت بزرگ فولادی کشور است که در آن‌ها نیازهای شرکت‌ها تبیین و راهکارهای استارت‌آپی و فناورانه ارائه می‌شود. همچنین معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری پلتفرمی اشتراکی ایجاد کرده که سازوکار آن بر کارگزاران بخش خصوصی استوار است.

جدول (۲) این سه الگو را به‌اختصار مقایسه می‌کند، اما ارزش افزوده اصلی آن فراتر از یک مقایسه ساده است. از آنجا که با گذر از یک دوره به دوره بعد، هم ترکیب بازیگران کلیدی و هم سازوکارهای غالب یادگیری فناورانه دگرگون می‌شود، این جدول دقیقاً برای ثبت و نمایش این تغییر زمانی تنظیم شده است. در الگوی اول دو بازیگر شرکت کانونی و تأمین‌کنندگان فعال‌اند، در الگوی دوم شرکت کانونی و شرکت‌های مهندسی زایشی، و در الگوی سوم افزون بر شرکت کانونی، شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها و نهادهای واسطه دولتی به بازیگران اصلی بدل می‌شوند. این بینش برای سه گروه راه‌گشاست: سیاست‌گذاران، تا ابزارهای حمایتی متناسب با هر مرحله از بلوغ صنعت را طراحی کنند؛ مدیران بنگاه‌های کانونی، تا بدانند در هر مرحله کدام سازوکار یادگیری و کدام نقش شراکتی را باید فعال سازند؛ و نهادهای واسطه، تا جایگاه خود را در زنجیره توسعه فناوری باز شناسند.



جدول (۲) این سه الگو را به طور خلاصه مقایسه می‌کند. الگوهای نوآوری باز و سازوکارهای یادگیری فناورانه در هر الگو متفاوت بوده است. همچنین نقش‌های اصلی که بازیگران کلیدی و ذی‌نفعان در هر الگو ایفا می‌کنند، متفاوت است. در الگوی اول، دو بازیگر کلیدی فعال بوده‌اند: شرکت‌های کانونی و تأمین‌کنندگان تجهیزات و محصولات. در الگوی دوم، بازیگران کلیدی شرکت‌های کانونی و شرکت‌های مهندسی بودند. در نهایت، در الگوی سوم، شرکت‌های کانونی، شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها و همچنین نهادهای واسطه دولتی، بازیگران اصلی بوده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

بر اساس خلاصه موارد مطالعه‌شده، سه الگوی فرآیندی برای توسعه نوآوری باز مبتنی بر سازوکارها و فعالیت‌های یادگیری فناورانه شناسایی شد. در دو الگوی نخست، شرکت‌های بزرگ صنعتی نقش «شرکت‌های آموزشی» را ایفا می‌کنند. این شرکت‌ها افزون بر تأمین منابع خود، چه ملموس (مانند آزمایشگاه‌های تخصصی و نقشه‌های تفصیلی) و چه ناملموس (مانند دانش و تجربه کارشناسان)، به عنوان بازار فروش برای تأمین‌کنندگان و شرکت‌های مهندسی نیز عمل می‌کنند. در این دو الگو، فرآیندهای ورودی و خروجی دانش در قالب چرخه‌های تکراری عمل می‌کنند که هم به افزایش توانمندی فناورانه در بنگاه صنعتی و هم به ارتقای نوآوری در تأمین‌کنندگان و شرکت‌های مهندسی می‌انجامد. این دو الگو می‌توان الگوهای نوآوری تدریجی و تأمین نیازهای جاری شرکت‌ها در نظر گرفت. در الگوی سوم، توجه بیشتری به نوآوری‌های بنیادین (رادیکال) شده است. در این الگو، فرآیندهایی برای شناسایی پنجره‌های فرصت جدید در توسعه فناوری و محصولات نوآورانه تنظیم شده‌اند. این فرآیند بیشتر بر فرآیند ورود دانش برای شرکت‌های صنعتی متمرکز است و نقش نهادهای واسطه در آن بسیار برجسته و حیاتی می‌باشد. این نهادها بیشتر در حوزه‌های تأمین مالی، کارگزاری و تنظیم‌گری (نظارت و قاعدت‌گذاری) فعال هستند و زمینه را برای انتقال فناوری از شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها به سطح صنعت فراهم می‌کنند. همان‌طور که نتایج تحلیل شبکه عصبی مصنوعی عطارپور و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند، می‌توان گفت که سازوکارهای یادگیری از طریق انجام کار (توانایی در عملیات، نگهداری و تعمیرات)، یادگیری از طریق تعامل (استفاده از منابع دانش خارج از سازمان) و یادگیری از طریق کپی‌برداری، اقتباس و تطبیق (مهندسی معکوس و بهبود جزئی) مهم‌ترین سازوکارهای یادگیری در تحقق خروجی نوآوری هستند. این سازوکارها از طریق انباشت قابلیت نوآوری، به خروجی و عملکرد نوآورانه منجر می‌شوند. مطابق با یافته‌های پژوهش در مصاحبه‌ها، این انباشت قابلیت‌ها در شرکت‌های تولیدکننده فولاد باعث شده است که قابلیت‌ها از سطح نگهداری و تعمیرات به سطح ساخت تجهیزات و قطعات یدکی با استفاده از فرآیندهای نوآوری باز (مانند تعامل با تأمین‌کنندگان ایرانی) ارتقا یابد. همچنین در شرکت‌های فنی و مهندسی که اغلب به صورت زایشی از شرکت‌های تولیدی ایجاد شده‌اند، این ارتقا از طریق تسلط بر فناوری میدکس و بهبود جزئی آن تأیید فناوری PERED و همچنین ارتقا تا سطح توانایی طراحی، ساخت و راه‌اندازی کارخانه‌های فولاد محقق شده است.



بر خلاف مطالعه مارکس (۲۰۲۲)، یافته‌های این پژوهش نمی‌تواند مرز روشنی بین ساختارهای سازمانی ثابت نوآوری باز و ساختارهای پروژه محور تأیید کند. دلیل این امر به ماهیت پیچیده و تکاملی نوآوری مربوط می‌شود. نتایج سه الگوی پیشنهادی استخراج شده از این مطالعه نشان می‌دهد که ساختارهای موقت و پروژه محور نوآوری باز در درون ساختارهای سازمانی ثابت اجرا می‌شوند. همچنین، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اگرچه به نظر لو و چسبرو (۲۰۲۲) تفاوت‌های جزئی در فعالیت‌های نوآوری باز تأثیرگذار است، اما نقش شرکت‌های کلیدی در این فرآیند، به ویژه در کشورهای تازه وارد، باید فراتر از همکاری و سرمایه‌گذاری مشترک باشد. به عبارت دیگر، در مقایسه با مطالعات گوناگونی مانند مارکس (۲۰۲۲)، جانگ و همکاران (۲۰۱۷)، آندریس و فائمز (۲۰۱۳) و کاوالو و همکاران (۲۰۲۱)، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که شرکت‌های بزرگ صنعتی در فرآیند نوآوری باز در صنعت فولاد ایران، با بهره‌گیری از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های فناورانه ایجاد شده در درون خود، زمینه لازم را برای توسعه قابلیت‌های تأمین‌کنندگان از طریق سازوکارهای یادگیری فناورانه فراهم می‌کنند. آن‌ها امکاناتی نظیر نقشه‌های فنی و زیرساخت‌های آزمون و خطا را در اختیار می‌گذارند، محصولات نهایی تأمین‌کنندگان را خریداری می‌کنند، به آن‌ها در نوآوری (به ویژه بهبودهای تدریجی) کمک می‌کنند و در بیشتر موارد حتی از حقوق مالکیت فکری خود چشم‌پوشی می‌نمایند. همانند مطالعه لو و چسبرو (۲۰۲۲)، یافته‌های این مقاله تأکید می‌کند که شرکت‌های بزرگ صنعتی باید برای بهره‌مندی بهتر از مزایای نوآوری باز، سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی خود را در اولویت قرار دهند. با این حال، بر خلاف مطالعاتی مانند استفان و بنگتسون (۲۰۱۶) و برم و همکاران (۲۰۱۷) که حقوق مالکیت فکری را یکی از چالش‌های فرآیند نوآوری باز برشمردند، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که شرکت‌های بزرگ فعال در صنعت فولاد ایران که عمدتاً به صورت دولتی ایجاد شده و از طریق سازوکارهای یادگیری فناورانه توسعه یافته‌اند، توجه کمتری به این مسئله دارند. همچنین، مطابق با الگوی اول پیشنهادی در این مطالعه، افزون بر نوآوری، بهبود کیفیت محصول و افزایش بهره‌وری (آدرتش و بلیتسکی، ۲۰۲۰)، در برخی شرکت‌ها می‌توان از این فرآیند به عنوان راهی برای حفظ جایگاه در بازار، جلوگیری از کاهش ظرفیت تولید، تأمین نیازها و هم‌زمان ارتقای قابلیت‌های فناورانه شرکت‌های بومی استفاده کرد. این امر می‌تواند مسئله‌ای سیاستی در توسعه نسل جدید سیاست‌های حمایت از نوآوری باشد. در نهایت، یافته‌های این پژوهش یافته‌های تحقیق آدرتش و بلیتسکی (۲۰۲۳) را تأیید می‌کند که نشان می‌دهد سرریزهای دانشی نقشی ویژه در اثربخشی فرآیند نوآوری باز ایفا می‌کنند. همان‌طور که در الگوهای پیشنهادی این مطالعه نشان داده شد، این سرریزهای دانشی می‌توانند از طریق نوآوری تدریجی (الگوی دوم) و نوآوری بنیادین از طریق ایجاد شرکت‌های زایشی و ایده‌های نوآورانه مرزی (الگوهای اول و سوم) ایجاد شوند.

پیشنهادهای سیاستی



یافته‌های تاریخی این پژوهش نشان می‌دهد که نوآوری باز در صنعت فولاد ایران فرآیندی لایه‌ای و انباشتی است که در هر مرحله بازیگران و سازوکارهای یادگیری متفاوتی را می‌طلبد. براین اساس، پیشنهادهای سیاستی زیرارائه می‌شود:

نخست، سیاست‌های حمایتی باید متناسب با مرحله بلوغ هر الگو طراحی شوند؛ به جای یک بسته حمایتی یکسان، لازم است ابزارهای متمایزی برای الگوی تأمین و بومی‌سازی (سازمان یاددهنده)، الگوی شرکت‌های مهندسی زایشی، و الگوی زیست‌بوم نوآوری تدارک دیده شود؛ چراکه هر سه الگو هم‌زمان و به موازات یکدیگر در صنعت فعال‌اند. دوم، نقش بنگاه‌های کانونی به عنوان «سازمان یاددهنده» باید به رسمیت شناخته و تقویت شود. این بنگاه‌ها با در اختیار گذاشتن نقشه‌های فنی، زیرساخت‌های آزمون و خطا، آزمایشگاه‌های مرجع و تضمین خرید، عملاً نقش نهاد توسعه‌دهنده تأمین‌کنندگان را ایفا می‌کنند؛ سیاست‌گذار می‌تواند این نقش را از طریق مشوق‌های هدفمند (مانند تخفیف‌های مالیاتی برای هزینه‌های انتقال دانش به تأمین‌کنندگان) نهادینه کند. سوم، تشکیل و تقویت شرکت‌های مهندسی زایشی باید به عنوان مسیری اثبات‌شده برای انتقال و انباشت دانش فنی تسهیل شود. درج بند الزام به طراحی تفصیلی در داخل کشور در قراردادهای بین‌المللی، که در تجربه تاریخی صنعت کارآمد بوده، می‌تواند به صورت یک الزام سیاستی در پروژه‌های بزرگ تعمیم یابد.

چهارم، تداوم و تعمیق مشوق‌های قانون جهش تولید دانش بنیان، به ویژه اعتبار مالیاتی تحقیق و توسعه و مشوق‌های سرمایه‌گذاری، برای شتاب‌دهی به الگوی زیست‌بوم نوآوری ضروری است. تمرکز این حمایت‌ها بر چالش‌های اولویت‌دار صنعت (مانند بهره‌وری مبتنی بر هوش مصنوعی، فناوری‌های اندازه‌گیری، و شفاف‌سازی مناقصات) اثربخشی منابع را افزایش می‌دهد.

پنجم، نقش نهادهای واسطه (صندوق‌های نوآوری، شتاب‌دهنده‌ها و کارگزاران تخصصی) در پیوند میان شرکت‌های دانش بنیان و استارت‌آپ‌ها با بنگاه‌های بزرگ باید تقویت شود؛ چراکه یافته‌ها نشان داد در الگوی سوم، اثربخشی فرآیند نوآوری باز به شدت به فعال بودن این نهادها وابسته است.

ششم، با توجه به اهمیت سرریزهای دانشی در اثربخشی نوآوری باز، توصیه می‌شود سیاست‌گذار سازوکارهای مستندسازی و انتشار دانش فنی حاصل از پروژه‌های تکراری را -که هم‌اکنون عمدتاً پراکنده و غیرنظام‌مند است- در سطح بخش نهادینه کند تا تجربه یک بنگاه به سرمایه مشترک صنعت بدل شود.

دسترسی به داده

- داده‌های استفاده شده یا تولید شده در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است

تعارض منافع نویسندگان

- نویسندگان این مقاله اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.



- Araújo, B.C., & Salemo, M.S. (2015). Technological standards and export learning: the case of Brazilian industrial firms, 2006-2008. *NON-BRAZIL PRODUCTION*, 119.
- Attarpour, M., Kazazi, A., Elyasi, M., & BamdadSoofi, J. (2020). Moving Toward Innovation: Analyzing Iran's Steel Industry Experience in Technological Learning Using the Windows of Opportunity. *Journal of Management Improvement*, 13(4), 99-145. {In Persian}
- Attarpour, M., Kazazi, A., Elyasi, M., & BamdadSoofi, J. (2018). A Model for Promoting Technological Learning for Innovation Ambidexterity Development: A Case Study of Iran Steel Industr. *Journal of Management Improvement*, 12(3), 45-136. {In Persian}
- Attarpour, MR., Elyasi, M., & Mohammadi, A. (2023). Patterns of technological capability development in Iran's steel industry: An analysis based on windows of opportunity for technological learning. *Resources Policy*, 85, 104040.
- Attarpour, Mohammad Reza and Nasri, Abolfazl, (2023), The most effective technological learning mechanisms for innovation: evidence from Iran's steel industry, *International Journal of Technological Learning*, Innovation and Development, 15, issue 1, p. 90-113.
- Bell, M., & Figueiredo, P. N. (2012). Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement*, 33(1), 14-40.
- Chandrasekaran, A., Linderman, K., & Schroeder, R. (2012). Antecedents to ambidexterity competency in high technology organizations. *Journal of Operations Management*, 30(1), 134-151.
- Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business Press.
- de Melo, J. C. F., Salerno, M. S., Freitas, J. S., Bagno, R. B., & Brasil, V. C. (2021). Reprint of: From open innovation projects to open innovation project management capabilities: A process-based approach. *International Journal of Project Management*, 39(2), 170-182.
- Figueiredo, P. N. (2017). Micro-level technological capability accumulation in developing economies: Insights from the Brazilian sugarcane ethanol industry. *Journal of cleaner production*, 167, 416-431.
- Figueiredo, P. N. (2010). Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. *Technological forecasting and social change*, 77(7), 1090-1108.
- Figueiredo, P. N. (2002). Learning processes features and technological capability accumulation: explaining inter-firm differences. *Technovation*, 22(11), 685-698
- Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2021). Technological learning strategies and technology upgrading intensity in the mining industry: evidence from Brazil. *The Journal of Technology Transfer*, 46(3), 629-659.
- Figueiredo, P. N., & Cohen, M. (2019). Explaining early entry into path-creation technological catch-up in the forestry and pulp industry: Evidence from Brazil. *Research Policy*, 48(7), 1694-1713.
- Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2018). Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensive service SMEs in Brazil's mining industry. *Resources Policy*, 58, 21-33.
- Geels, F. W. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research policy*, 39(4), 495-510.
- Ghazinoori, S., & Nozari, M. (2021). Factors affecting technological learning through collaborations in developing countries: case study from the oil and gas sector. *International Journal of Technological Learning*, Innovation and Development, 13(3), 191-211.



- Ghazinoory, S., Mohajeri, A., Kiamehr, M., & Danaeefard, H. (2021). Technological learning in large firms: mechanism and processes. *Interactive Learning Environments*, 1-22.
- Hakaki, A., & Biabani, Z., & Kheiroddin, z. (2021). A Decade of Open Innovation in Iran (Systematic Review of Articles 2011-2021). *Industrial Technology Development*, 57-68. {In Persian}
- Hobday, M. (1997). The technological competence of European semiconductor producers. *International Journal of Technology Management*, 14(2-4), 401-414.
- Hosseinzadeh, A., Honarmand, H., & Mehdi Pour Picha, S. (2024). The impact of digitalization capabilities on open innovation in small manufacturing businesses. *Barrasi-ha-ye Bazargani*, 22 (125), 111-129 {In Persian}
- Huang, Y. L., & Intarakumnerd, P. (2019). Alternative technological learning paths of Taiwanese firms. *Asian Journal of Technology Innovation*, 27(3), 301-314.
- Kale, D. Little, S. (2007) From Imitation to Innovation: The Evolution of R&D Capabilities and Learning Processes in the Indian Pharmaceutical Industry, *Technology Analysis & Strategic Management*, 19:5, 589-609.
- Karaminiya, P., Rajabzadeh Ghatrri, A., & Dehghan Nayeri, M. (2024). Designing a digital transformation model in the business ecosystem of steel industries. *Barrasi-ha-ye Bazargani*, 22 (128), 1-26. {In Persian}
- Katz, J. M. (Ed.). (1987). Technology generation in Latin American manufacturing industries. Springer.
- Khalili, I., Shirazi, B., & Soltanzadeh, J. (2018). Historical Review of the Iran's steel industry; Application of the technological Catch-Up in Complex Product Systems. *Journal of Management Improvement*, 13(1), 62-90. {In Persian}
- Kim, L. (1999). Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience. *Industrial and corporate change*, 8(1), 111-136.
- Kim, L. (1997). The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. *California Management Review*, 39(3), 86-100.
- Kim, Y. Lee, B. (2002). "Patterns of technological learning among the strategic groups in the Korean Electronic Parts Industry. *Research Policy* 31, 543-567.
- Lee, K., & Lim, C. (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research policy*, 30(3), 459-483.
- Lee, K., & Malerba, F. (2017). Catch-up cycles and changes in industrial leadership: Windows of opportunity and responses of firms and countries in the evolution of sectoral systems. *Research Policy*, 46(2), 338-351.
- Li, B., Xu, Z., Wu, H., Hong, N., & Skare, M. (2023). Open innovation: a research framework and case study of Huawei. *Technological and Economic Development of Economy*, 29(1), 278-306.
- Lin, H. E., McDonough III, E. F., Lin, S. J., & Lin, C. Y. Y. (2013). Managing the exploitation/exploration paradox: The role of a learning capability and innovation ambidexterity. *Journal of Product Innovation Management*, 30(2), 262-278.
- Lippolis, S., Ruggieri, A., & Leopizzi, R. (2023). Open Innovation for sustainable transition: The case of Enel "Open Power". *Business Strategy and the Environment*.
- Liu, J. J., Qian, J. Y., & Chen, J. (2006). Technological learning and firm-level technological capability building: analytical framework and evidence from Chinese manufacturing firms. *International Journal of Technology Management*, 36(1-3), 190-208.
- Malerba, F. (1992). Learning by firms and incremental technical change. *The economic journal*, 102(413), 845-859.

- Martin, B. R. (2016). Twenty challenges for innovation studies. *Science and Public Policy*, 43(3), 432-450.
- Mathews, J. A. (2003). Competitive dynamics and economic learning: an extended resource-based view. *Industrial and Corporate Change*, 12(1), 115-145.
- Nelson, R. R., & Rosenberg, N. (1993). Technical innovation and national systems. *National innovation systems: A comparative analysis*, 1, 3-21.
- Obradović, T., Vlačić, B., & Dabić, M. (2021). Open innovation in the manufacturing industry: A review and research agenda. *Technovation*, 102, 102221.
- Olk, P., & West, J. (2020). The relationship of industry structure to open innovation: cooperative value creation in pharmaceutical consortia. *R&D Management*, 50(1), 116-135.
- Remneland Wikhamn, B., Styhre, A., & Wikhamn, W. (2023). HRM work and open innovation: evidence from a case study. *The International Journal of Human Resource Management*, 34(10), 1940-1972.
- Soltanzadeh, J., Rahmani, S., & Majidpour, M. (2024). Technological catch-up in the Iranian steel industry: Integrating regime-based and complex product systems approaches. *Resources Policy*, 89, 104601.
- Vértesy, D. (2013). Changing leadership in the regional jet industry. In *Conference on Changes in the Industry Leadership and Catch-up Cycles*, Seoul, Korea.
- Vieira, M., Rua, O. L., & Arias-Oliva, M. (2023). Impact of Open Innovation in Smart Cities: The Case Study of Köln (Germany). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 100068.
- Von Hippel, E. (2005). Open source software projects as user innovation networks. *Perspectives on free and open source software*, 267-278.
- Wei, J., Sun, C., Wang, Q., & Pan, Q. (2020). The critical role of the institution-led market in the technological catch-up of emerging market enterprises: evidence from Chinese enterprises. *R&D Management*, 50(4), 478-493.
- Wong, P. K. (1999, June). National innovation systems for rapid technological catch-up: An analytical framework and a comparative analysis of Korea, Taiwan and Singapore. In *DRUID Summer Conference held in Rebuild*.
- Xie, W., & Li-Hua, R. (2009). What will make China an innovation-oriented country?. *Journal of Knowledge-based Innovation in China*. Xie, W., & Li-Hua, R. (2009). What will make China an innovation-oriented country?. *Journal of Knowledge-based Innovation in China*.
- Zynga, A., Diener, K., Ihl, C., Lüttgens, D., Piller, F., & Scherb, B. (2018). Making Open Innovation Stick: A Study of Open Innovation Implementation in 756 Global Organizations: A large study of international companies shows that distinct routines and organizational structures differentiate organizations that succeed with open innovation. *Research-Technology Management*, 61(4), 16-25.

