

Factors Affecting Technological Catch-up Failure in Iran's Steel Value Chain

Soma Rahmani^{1*}, Mohsen Alizadehsani², Manouchehr Manteghi³,
Hooman Farzami⁴

1. Ph.D. of Science and Technology Policy Making, Mazandaran University, Babolsar, Iran.

2. Faculty Member, Faculty of Business Management, Mazandaran University, Babolsar, Iran.

3. Faculty Member, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

4. Research Director, Center for Technology & Innovation intelligence for Mining Industries, Tehran, Iran.

*. Corresponding Author: Soseh.r@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the current technological status of the steel industry in Iran. It studies the factors affecting the failure of technological catch-up in the steel value chain and provides appropriate policy solutions for the development of this industry. To attain this aim, the paper chose the qualitative methodological strategy. The data were collected through semi-structured interviews with 21 experts in Iran's steel industry and then, a qualitative content analysis method was applied to analyze the interviews. Then, the most important and effective factors were determined by mobilizing a focus group consisting of 5 Iranian steel experts. The findings show that the most important barriers to successful catching up, divided at three levels of national, sectoral, and enterprise analysis. The most important factors, according to the focus group, are weakness in research and development, international constraints, complex and time-consuming bureaucracies in receiving support, the weak constructive interaction between actors and finally, the dominance of some unauthorized institutions in the steel value chain.

Finally, the focus group recommended some policy solutions of which the most important ones include 1. To invest in the development of sustainable technologies with appropriate pricing on energy, 2. To supply, coordinate, and manage the resource to eliminate the monopoly of some suppliers and to improve the supply relationship and promotion of supplier-producer, 3. To establish intermediary institutions and the centers to train skilled workers with technological knowledge and injection into various sectors of industry, and 4. To use of Iranians educated abroad in related fields and specialties.

Keywords: technological catch-up, technological capability, technological learning, steel value chain.

Citation: Rahmani, S., Alizadehsani, M., Manteghi, M., & Farzami, H. (2021). Factors affecting technological catch-up failure in Iran's steel value chain [In Persian]. *Journal of Technology Development Management*, 9(1), 163-196.
<https://doi.org/10.22104/jtdm.2021.4796.2768>

عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در زنجیره ارزش فولاد ایران

سوما رحمانی^{۱*}، محسن علیزاده ثانی^۲، منوچهر منطقی^۳، هومن فرزنامی^۴

۱. دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه مازندران، بابلسر.

۲. عضو هیئت‌علمی، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر.

۳. عضو هیئت‌علمی، دانشگاه مالک اشتر، تهران.

۴. مدیر پژوهش، مرکز هوشمندی و رصدخانه فناوری و نوآوری صنایع معدنی، تهران.

* نویسنده مسئول: Soseh.r@gmail.com

چکیده

در این پژوهش، با تحلیل و بررسی وضعیت فناوریانه موجود صنعت فولاد ایران، به بررسی عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در زنجیره ارزش فولاد ایران پرداخته و راهکارهای سیاستی مناسب به‌منظور توسعه این صنعت ارائه شده است. به این منظور، از روش تحقیق کیفی استفاده شده است. جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با ۲۱ نفر از خبرگان صنعت فولاد ایران و روش تحلیل محتوای کیفی انجام شد. سپس، مهم‌ترین و مؤثرترین عوامل در گروه کانونی برگزارشده با ۵ تن از خبرگان فولاد ایران انتخاب، مورد بحث و بررسی قرار گرفت و راهکارهای سیاستی ارائه گردید. یافته‌ها نشان دادند که مهم‌ترین عوامل ایجادکننده شکاف فناوری شامل ۵ عامل اصلی و ۱۶ زیرعامل در سه سطح تحلیل ملی، بخشی و بنگاهی می‌باشند. مهم‌ترین زیرعامل‌ها با نظر گروه کانونی، ضعف در تحقیق و توسعه، محدودیت‌های بین‌المللی، بوروکراسی‌های پیچیده و زمان‌بر در دریافت حمایت‌ها، ضعف تعامل سازنده میان بازیگران، تسلط برخی نهادها و واحدها بر زنجیره فولاد به‌منظور ارائه پیشنهادها انتخاب شدند. از مهم‌ترین پیشنهادها مطرح‌شده به‌منظور غلبه بر عوامل مؤثر بر شکست فرارسی در این صنعت، می‌توان به سرمایه‌گذاری بر روی فناوری‌های پایدار با قیمت‌گذاری مناسب بر انرژی، تامین و هماهنگ‌سازی و مدیریت منابع به‌منظور حذف انحصارگری برخی نهادهای تامین‌کننده و ارتقای رابطه تامین‌کننده-تولیدکننده، ایجاد نهاد متولی و واسطه و ایجاد مراکز تربیت نیروی ماهر با دانش فناوریانه و تزریق در بخش‌های مختلف صنعت و همچنین بهره‌گیری از ایرانیان تحصیل‌کرده در خارج اشاره کرد.

کلمات کلیدی: فرارسی فناوریانه، قابلیت فناوریانه، یادگیری فناوریانه، زنجیره ارزش فولاد.

مقدمه

رشد سریع کشورهای تازه صنعتی شده بعد از جنگ جهانی دوم و تغییرات موفق در رهبری صنعتی که در دهه‌های اخیر در سطوح مختلف شرکت‌ها و کشورها اتفاق افتاده است، به انجام مطالعات مختلفی برای بررسی چنین رشد اقتصادی منجر شده است. در این مطالعات، برخی چارچوب‌های مهم نظری مانند نظریه چرخه عمر محصول^۱، نظام‌های بخشی نوآوری^۲، الگوهای فرارسی فناورانه^۳ و نظام‌های نوآوری ملی^۴ معرفی شده‌اند (کانگ و سانگ^۵، ۲۰۱۷). در این میان، برخی از محققان نیز تضاد بین نقش دولت و بازار را در توسعه چنین فرارسی‌هایی مورد بررسی قرار داده‌اند (آمسدن^۶، ۱۹۸۹؛ چانگ^۷، ۱۹۹۴). اما در دهه‌های اخیر، بیشتر تأکید بر رویکرد فناوری‌محور و به‌خصوص مطالعات فرارسی فناورانه بوده است (هابدی^۸، ۱۹۹۵؛ وست فال^۹، ۱۹۹۹).

اکثر مطالعات با رویکرد فناوری‌محور به توضیح این موضوع می‌پردازند که «چگونه کشورهای در حال توسعه از طریق اکتساب و پذیرش فناوری‌های کم‌وبیش منسوخ‌شده کشورهای توسعه‌یافته توانسته‌اند به فرارسی دست یابند» (لی و لیم^{۱۰}، ۲۰۰۱). علی‌رغم موفقیت برخی کشورهای در حال توسعه در دهه‌های اخیر در زمینه فرارسی فناورانه، برخی کشورهای در حال توسعه هنوز نتوانسته‌اند به فرارسی دست یابند و شکاف فناورانه خود را با کشورهای دیگر پر کنند. (شان و جولی^{۱۱}، ۲۰۱۱). ایران نیز جزو کشورهایی است که در بسیاری از بخش‌های خود نتوانسته است شکاف فناورانه خود را با کشورهای پیشرو کاهش دهد. مطالعات محدودی در داخل کشور در مورد بررسی عوامل مؤثر بر فرارسی فناورانه در برخی بخش‌ها انجام شده است. برای مثال می‌توان به مطالعه شریف^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۶) با هدف شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار کلیدی بر فرآیند فرارسی در صنعت نرم افزار، مطالعه مجیدپور^{۱۳} (۲۰۱۶) با

1 . Product Life Cycle

2 . Sectoral Innovation System (SIS)

3 . Technological Catch-up Patterns

4 . National Innovation System (NIS)

5 . Kang & Song

6 . Amsden

7 . Chang

8 . Hobday

9 . Westphal

10 . Lee & Lim

11 . Shan & Jolly

12 . Sharif

13 . Majidpour

هدف استخراج عوامل متعدد در دینامیک فرارسی در گروه مپنا و مطالعه احمدوند^۱ و همکاران (۲۰۱۸) با هدف بررسی و تبیین الگوی سیاست‌های دولتی در فرارسی فناوری نانوپوشش‌ها در ایران اشاره کرد. از منظر خلأ نظری علی‌رغم مطالعات انجام‌شده، مطالعاتی که در زمینه فرارسی صورت گرفته است دارای کاستی‌هایی هستند. به عنوان مثال، مطالعات مطرح صورت گرفته عمدتاً در حوزه بنگاه‌هایی است که فرارسی‌های موفق یا نسبتاً موفق داشته و در واقع در مرحله بلوغ‌اند و مطالعات اندکی بر روی موارد ناموفق و دلایل عدم موفقیت آنها انجام شده است (منگیس^۲، ۲۰۲۱). در حالی که موارد بسیار معدودی از موفقیت در فرارسی در کشور وجود دارند یا مواردی در مراحل ابتدایی فرارسی هستند که نیاز به انجام بررسی بیشتر به منظور شناسایی دلایل ناکامی فرارسی در آنها احساس می‌شود.

صنعت فولاد، یکی از صناعی است که در فرارسی فناوریانه با چالش‌هایی مواجهه است. چالش‌های موجود در صنعت فولاد ایران از مسائل نیازمند مطالعه است. طی سال‌های گذشته، میزان تولید فولاد در کشور رشدی چشمگیر داشته است^۳. باین حال از بُعد فناوری، وضعیت نسبت به رقبای منطقه‌ای و جهانی چندان مطلوب نیست (عطاریور^۴ و همکاران، ۲۰۱۸). از دیگر دلایل مطالعه این صنعت، این است که به دلیل وابستگی آن به فناوری‌های مبتنی بر سوخت فسیلی (گاز طبیعی) و وابستگی به این منابع که سبب قفل‌شدگی فناوری در آن شده است، امکان استقبال و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین کم‌کربن که در دنیا در صنعت فولاد در حال ظهور هستند، وجود ندارد.

باتوجه به موارد پیش‌گفته، در پژوهش حاضر سعی شده است عوامل و دلایلی که سبب‌شده یا می‌شود که صنعت فولاد کشور نتواند خود را به مرز فناوری دنیا نزدیک کند، احصاء شده و به‌منظور برون‌رفت از آنها راه‌حل‌های سیاستی مبتنی بر مرور ادبیات و تجارب دیگر مطالعات و همچنین نظرخواهی از خبرگان فولاد کشور ارائه شود. باتوجه به مباحث مطرح‌شده، سؤال این است که «عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در زنجیره فولاد ایران کدام‌اند؟»؛ بنابراین، پس از بررسی عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در مطالعات مختلف، در بخش سوم به روش‌شناسی و در بخش چهارم به ارائه یافته‌ها خواهیم پرداخت و سپس ضمن بحث و نتیجه‌گیری، برخی پیشنهاد‌های سیاستی به‌منظور

1 . Ahmadvand

2 . Mengis

۳. براساس گزارش‌های انجمن جهانی فولاد از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ رتبه ایران به رتبه دهم برترین تولیدکنندگان فولاد جهان رسیده است.

4 . Attarpour

خروج از چالش‌های موجود ارائه خواهد شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در پژوهش حاضر سعی شده است مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناورانه در صنعت فولاد ایران مورد بررسی قرار گیرد. بدین ترتیب که مشخص شود هر یک از بخش‌های زنجیره فولاد چه نوع الگوی فرارسی، چه نوع راهبرد برای توسعه فناوری و چه نوع سازوکار یادگیری را برای دستیابی به فرارسی فناورانه در پیش گرفته‌اند و در چه مرحله‌ای از فرارسی قرار دارند، چه عواملی سبب ناکامی آن‌ها در برخی بخش‌ها شده است و به‌منظور موفقیت در پشت‌سرگذاشتن این مراحل به چه راهکارهای سیاستی نیاز دارند. از نتایج این پژوهش می‌توان برای بسیاری از صنایع در اقتصادهای مبتنی بر منابع طبیعی بهره برد (شکل ۱). در ادامه به‌مرور ادبیات فرارسی فناورانه و عوامل مؤثر بر ناکامی آن که در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است، خواهیم پرداخت.



شکل ۱: عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناورانه مبتنی بر ادبیات پژوهش

عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناورانه و راهکارهایی برای رفع آن

با مرور و بررسی ادبیات مرتبط با عوامل مؤثر بر شکست فرارسی فناورانه، در بخش پیش‌رو سعی شده است عوامل ناکامی فرارسی در سطوح مختلف (کشوری، بخشی، شرکتی و فردی)، به‌تفصیل مورد بررسی قرار گیرد.

سطح تحلیل ملی

از منظر نظام ملی نوآوری، رقابت‌پذیری یک کشور و توانایی آن در فرارسی به مشخصه‌های ملی

موجود در آن کشور یا به‌اصطلاح به «نظام ملی نوآوری» آن کشور بسیار وابسته است. اینتاراکومردا^۱ و همکاران (۲۰۰۲)، با مطالعه نظام نوآوری ملی کشور تایلند، عنوان کردند که علی‌رغم انتقال کشور تایلند از اقتصاد کشاورزی به اقتصاد صنعتی اما نظام ملی نوآوری آن‌ها همچنان ضعیف و پراکنده باقی مانده است. آن‌ها بیان کردند که در کشورهای در حال توسعه، «نقاط قوت نوآوران» منزوی هستند و نهادهای نوآورانه وجود ندارد. نوآوری در این کشورها غیررسمی است به این معنی که محصول تحقیق و توسعه نیست و الگوی فرهنگی غالب، ارزش اندکی برای دانش علمی و نوآوری فناوریانه قائل است. آلتنبورگ^۲ و همکاران (۲۰۰۸)، در مطالعه خود بیان کردند که علی‌رغم اینکه هند و چین برای کاهش شکاف فناوریانه خود تلاش کرده‌اند، اما قابلیت‌های نوآوری آن‌ها هنوز برای به‌چالش کشیدن رهبران فناوری جهان کفایت نمی‌کند. آن‌ها دلایل این آن‌ها دلایل این نوع ناکامی‌ها را عدم تحلیل نظام نوآوری در ارتباط با بازیگران کلیدی خارج از منطقه، ضعف در درک پویایی‌های نظام‌های نوآوری و عدم درک ظهور نظام‌های خلق دانش برشمرده و توصیه به تمرکز بر تحلیل رویکردهای ترکیبی داخل با فرامرزی داشتند.

از منظر نقش دولت و سیاست‌های آن. در کشورهای ناکام در زمینه فرارسی فناوریانه، دولت نمی‌تواند سیاست نوآوری ملی یکپارچه و واضحی را تدوین کند. کشور تایلند، چنین وضعیتی داشته است؛ سیاست تجاری در کشور تایلند راهبردی نبوده و توان ارتقای قابلیت فناوریانه را نداشته است؛ بیشتر سیاست‌های صنعتی به ایجاد زیرساخت‌ها، آموزش عمومی و صادرات توجه داشته و هیچ سیاست خاصی برای تخصیص اعتبارات ویژه، حمایت از تعرفه ویژه، هدف‌قراردادن صنایع یا خوشه‌های خاص و همچنین عملکرد دوجانبه (صادرات و ارتقای فناوریانه از داخل) وجود نداشته است (اینتاراکومردا و همکاران، ۲۰۰۲).

ارنست^۳ (۱۹۹۸) در مطالعه خود در پی بررسی دلایل ناکامی فرارسی فناوریانه، بیان نمود که مدل کره‌ای که سال‌ها سبب موفقیت در فرارسی شده بود، در حال حاضر به دلیل محدودیت‌های خود با شکست مواجه شده است. وی مشکلات اصلی مدل کره‌ای را در ارتباط دولت با گروه‌های بزرگ کسب‌وکار، عواملی همچون وابستگی بالا به اعتبارات، پایه دانش محدود، الگوی نامناسب از تخصصی‌سازی، ساختار نامتعادل صنعت و مدل رشد با بدهی بالا معرفی کرد. از مهم‌ترین دلایل

1 . Intarakumnerda

2 . Altenburg

3 . Ernst

شکست و بحران مالی کره جنوبی، تمرکز صنایع این کشور بر روی محصولات همگن و انبوه و صادرات آن‌ها و انحصار چندتایی^۱ تنها سه شرکت اصلی کره‌ای در آن زمان، بوده است. از دیدگاه ارنست، یکی از جنبه‌های ناخوشایند مدل کره‌ای، نقش ضعیف دولت در بودجه‌گذاری تحقیق و توسعه بوده است.

سطح تحلیل بخشی

رژیم فناورانه، بازار و سیاستی. پارک و لی^۲ (۲۰۰۶) در پژوهش خود این‌گونه مطرح کردند که «شرکت‌هایی که میزان پیش‌بینی مسیر فناوری در آن‌ها پایین است، از احتمال عدم‌دستیابی به فرارسی فناورانه و نوآوری رنج می‌برند، زیرا که قادر به انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه هدفمند و باکیفیت نیستند». از طرفی، لی و لیم (۲۰۰۱) نیز با اشاره به تجربه شرکت‌های بزرگ کره‌ای بیان کردند که «وقتی رژیم فناورانه صنعت انباشت بالا و عدم قابلیت پیش‌بینی مسیر فناورانه است، شرکت‌های بزرگ دچار مشکل در فرارسی با شرکت‌های پیشرو می‌شوند».

لی و لیم (۲۰۰۱) در پژوهش خود، بر مفهوم رژیم بازار تاکید کرده و از رویکردهای رقابتی در بازار نظیر مزیت مبتنی بر هزینه، مزیت مبتنی بر کیفیت و تمایز و مزیت مبتنی بر اول بودن به‌عنوان مصادیقی از رژیم بازار یاد کرده‌اند. آنها معتقد بودند که رژیم فناورانه یک بخش یا صنعت بر رژیم بازار مؤثر است. هانسن و هانسن^۳ (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود، مهم‌ترین عوامل در فرارسی فناورانه و بهره‌گیری از پنجره‌های فرصت را ویژگی تقاضا و بازار هر بخش مطرح کردند که با بخش‌های دیگر متفاوت است.

پویایی‌های فرارسی فناورانه (پنجره‌های فرصت برون‌زا). بخش دیگر در مطالعه فرارسی، پویایی‌های فرارسی در سطح صنعت است. لی و مالربا^۴ (۲۰۱۷)، سه نوع پنجره فرصت را ارائه کرده‌اند. این سه پنجره فرصت عبارت‌اند از: ظهور فناوری جدید یا نوآوری ریشه‌ای^۵، تقاضای کاربران و مصرف‌کنندگان و سیاست‌ها و تغییرات نهادی مناسب که می‌توانند منشأ تغییرات فناورانه در کشورهای دیرآیند^۶ شوند. مهم‌ترین عواملی که هانسن و هانسن (۲۰۲۰) در مطالعه خود در ارتباط با موفقیت یا شکست شرکت‌ها در بهره‌گیری از پنجره‌های فرصت مطرح می‌کنند عبارت از ویژگی‌های

1 . Oligopoly

2 . Park & Lee

3 . Hansen, Hansen

4 . Lee and Malerba

5 . Radical innovation

6 . Latecomer

بخش‌های مختلف شامل ویژگی تقاضا، روش نوآوری و یادگیری و شدت و میزان سرمایه‌بربودن بخش موردنظر می‌باشد.

سطح تحلیل بنگاه

از منظر یادگیری و توانمندی فناوریانه. مطالعات زیادی به بررسی فرآیندهای یادگیری فناوریانه در کشورهای در حال توسعه پرداخته‌اند. باین‌حال، در این مطالعات چندان به مسئله دلایل و علل ناکامی در یادگیری فناوریانه پرداخته نشده و تنها مطالعات اندکی به بررسی آن پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعات کوپر^۱ (۱۹۹۱) و کیم^۲ (۱۹۹۷) و لال^۳ (۱۹۹۲) اشاره کرد. از نظر کوپر (۱۹۹۱) عدم تخصیص منابع درون شرکت‌ها، عدم سازمان‌دهی دقیق و نبود شرایط نهادی مناسب خارجی می‌توانند زمینه‌های ناکامی یادگیری فناوریانه باشند. کیم (۱۹۹۷) عوامل مؤثر بر یادگیری که نبود آن‌ها به ناکامی در یادگیری منجر می‌شود را به دو دسته عوامل داخلی (سطح بنگاه) و عوامل خارجی (سطح فرابنگاه) تقسیم می‌کند. لال (۱۹۹۲) نیز سه دسته عامل شامل مشوق‌ها، بازارها و نهادها را به عنوان عوامل مؤثر بر یادگیری در نظر گرفت که ضعف هر یک از آن‌ها، ناکامی در یادگیری را به دنبال دارد.

از دیدگاه لی (۲۰۰۵)، مهم‌ترین مانع بر سر راه فرارسی و ایجاد جهش در کشورهای در حال توسعه عدم اطمینان از یادگیری کامل نحوه طراحی فناوری است. منگیس (۲۰۲۱)، علاوه بر بررسی عوامل مؤثر بر شکست فرارسی در سطوح کلان (ملی) و میانی (بخشی و صنعتی)، سطح خرد را هم که شامل شرکت‌ها، کارکنان و مدیران آن شرکت‌ها می‌باشد در نظر می‌گیرد. وی مهم‌ترین عوامل فردی مؤثر بر شکست فرارسی را تحصیلات آنها، تجربه صنعتی، دانش فناوریانه آنها، تجربه حضور در خارج از کشور، فرهنگ، مهارت‌های کارآفرینانه و قدرت توصیف می‌کند. وی به نقش مهم افراد (مدیران و مخترعین) در فرآیندهای فرارسی اشاره می‌کند. آلمودی^۴ و همکاران (۲۰۱۲) در سطح شرکت، بر نقش جابجایی محققان و دانشمندان در فرایند فرارسی تاکید داشته‌اند. در مطالعه‌ای دیگر کینی^۵ و همکاران (۲۰۱۳) بر نقش مؤثر بازگشت مهاجران در موفقیت و شکست فرارسی فناوریانه تاکید داشته‌اند. جین^۶ (۲۰۱۹) نیز به بررسی عوامل مؤثر بر انتخاب محققان به منظور درگیر شدن در فناوری‌های ریشه‌ای پرداخته است.

1 . Cooper

2 . Kim

3 . Lall

4 . Almudi

5 . Kenney

6 . Jin

جدول ۱: عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناورانه مبتنی بر مرور ادبیات پژوهش

عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی		راهکارهای برون‌رفت	منبع
سطح ملی	نظام ملی نوآوری پراکنده	فقدان نهادهای نوآوری، رسمی نبودن نوآوری، تحقیق و توسعه ضعیف، تعامل ضعیف میان بازیگران	این‌تارا کومردا و همکاران، ۲۰۰۲
	نقش دولت و سیاست‌های آن	عدم تحلیل نظام نوآوری، نبود تحلیلی در مورد ارتباط با بازیگران کلیدی خارج از منطقه، ضعف در درک پویایی‌های نظام‌های نوآوری و همچنین درک ظهور نظام‌های خلق دانش	آلتنبورگ و همکاران، ۲۰۰۸
	نقش دولت و سیاست‌های آن	لزوم تمرکز سیاست‌ها بر ارتقای شایسته‌سالاری و تشویق افزایش جابجایی کارکنان بین بنگاه‌های دولتی و شرکت‌های خصوصی و دولتی، تمرکز بر روی اصلاح ساختار وزارتخانه‌های اقتصادی و بنگاه‌های اقتصادی	این‌تارا کومردا و همکاران، ۲۰۰۲
سطح ملی	نقش دولت و سیاست‌های آن	مداخله دولت در حمایت از تحقیق و توسعه، ضرورت ایجاد پایه دانش متنوع و خارجی در ارتباط با طراحی محصول، توسعه بازار و تولید مؤلفه‌های اصلی و ارائه خدمات پشتیبانی با دانش بالا، تقویت قابلیت‌های مالی و فناورانه سازمان‌های کوچک و متوسط محلی، تمرکززدایی از حکمرانی شرکت‌های بزرگ کره‌ای و افزایش سهم مالکیت خارجی، آزادی واردات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به داخل برای دسترسی به فناوری و بازارهای خارجی، تعریف مجدد ارتباط بین شکل‌دهی قابلیت محلی و ارتباطات بین‌المللی از طریق ایجاد شبکه‌های بین‌المللی و دسترسی به قابلیت‌های خارجی کم‌هزینه	ارنست، ۱۹۹۸

عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی				منبع	راهکارهای برون‌رفت
سطح بخشی	رژیم فناوریانه و بازار و سیاستی	شرکت‌های دیرآیند با میزان پیش‌بینی مسیر فناوری	دسترسی به پایه دانش خارجی و نقش مهم دولت در حمایت از بازار	لی و پارک، ۲۰۰۶؛ لی و لیم، ۲۰۰۱	
	پنجره‌های فرصت	کشف و بهره‌برداری زودهنگام از پنجره‌های تقاضا و بازار و فناوری		لی و مالربا، ۲۰۱۷؛ هانسن و هانسن، ۲۰۲۰	
سطح بنگاهی	عدم‌تخصیص منابع شرکت‌ها، عدم سازماندهی دقیق و نبود شرایط نهادی			کوپر، ۱۹۹۱	
		مالکیت شرکت، آموزش، سرمایه انسانی، کارآفرینی، مشوق‌ها، راهبرد شرکت و ساختار سازمان، ساختار بازار، سیاست‌های دولتی، تقاضای محلی، ساختار نهادی و فرهنگ		کیم، ۱۹۹۷	
		مشوق‌ها، بازارها و نهادها		لال، ۱۹۹۲	
	یادگیری و توانمندی فناوریانه	عدم‌اطمینان از یادگیری کامل نحوه طراحی فناوری، ریسک انتخاب استانداردها یا فناوری مناسب و ریسک ایجاد بازارهای اولیه	نقش مهم دولت و نهادهای تحقیقاتی دولتی به‌منظور غلبه بر ریسک‌های مذکور	لی، ۲۰۰۵	
		مواضع مربوط به افراد (مدیران، کارکنان شرکت، فرهنگ شرکت، مرتبط‌بودن تخصص افراد به دانش فناوریانه)		منگیس، ۲۰۲۱	
		تسلط شرکت‌های بزرگ بر نظام نوآوری، انجام تحقیق و توسعه در این شرکت‌ها بدون کار تیمی، متمرکز و مبتنی بر ساخت سلسله‌مراتبی	ازبین‌رفتن مزایای قیمت پائین و کوتاه‌شدن چرخه عمر محصول و شدت‌گرفتن رقابت، افزایش تمرکز شرکت‌ها بر تحقیق و توسعه	ارنست، ۱۹۹۸؛ اینتاراکومردا و همکاران، ۲۰۰۲	

نوع و میزان تأثیر این عوامل به‌گزینه‌ش الگوی فرارسی (لی و لیم، ۲۰۰۱) توسط کشورهای مختلف بستگی دارد. لی و لیم (۲۰۰۱) با پذیرش پیش‌فرض تفاوت راهبرد در دستیابی به فرارسی

فناورانه بنگاه‌ها، سه راهبرد دنباله‌روی^۱، پرش^۲ و مسیرآفرینی^۳ را معرفی کرده‌اند. بر اساس الگوهای مختلف فرارسی معرفی شده توسط لی و لیم (۲۰۰۱) و مبتنی بر راهبردهای به کار برده شده برای توسعه توانمندی‌های فناورانه مبتنی بر این الگوها در بنگاه‌ها، هدف و نوع یادگیری نیز متفاوت خواهد بود. زمانی که یک بنگاه براساس الگوی دنباله‌روی از راهبرد تقلید کپی کارانه استفاده می‌کند، به سطح بالای توانمندی نیاز نداشته و تنها از طریق یادگیری با انجام کار و تقلید می‌تواند به فرارسی دست یابد. اما در صورتی که بنگاهی براساس الگوی پرش بخواهد به فرارسی دست یابد، باید از راهبرد تقلید خلاقانه استفاده کرده و سازوکار یادگیری خود را از صرفاً انجام کار به یادگیری از طریق تعامل تغییر دهد.

جدول ۲: الگوهای مختلف فرارسی فناورانه مبتنی بر الگوی لی و لیم (۲۰۰۱)

مرحله	اول	دوم	سوم	چهارم
مراحل فرارسی و توسعه توانمندی فناورانه	تقلید کپی کارانه (OEM)	تقلید کپی کارانه (OEM)	تقلید خلاقانه (ODM)	نوآوری واقعی (OBM)
الگوهای فرارسی	الگوی دنباله‌روی	الگوی دنباله‌روی / پرشی	الگوی پرشی	الگوی مسیرآفرینی
سازوکار یادگیری فناورانه	سبک DUI: یادگیری از طریق انجام کار (تولید بر اساس دفترچه‌های راهنما و دستورالعمل‌ها)	سبک DUI: یادگیری از طریق انجام کار و جستجو (تولید بر اساس طراحی محصول)	ترکیب سبک DUI و STI: یادگیری براساس تعامل و تحقیق و توسعه داخلی، کنسرسیوم تحقیق و توسعه، برون‌سپاری تحقیق و توسعه به خارج از کشور، ارتباط با دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها)	ترکیب سبک DUI و STI: اتحادهای استراتژیک با توسعه مشترک

راهبرد نوآوری واقعی در صنایع نوظهور می‌تواند با هدف دستیابی به الگوی خلق مسیر جدید و

1 . Path-Following

2 . Stage-Skipping

3 . Path Creation

متفاوت از پیشروان توسط بنگاه‌ها به کار برده شود. این نوع راه‌برد، به سطح بالایی از یادگیری فناوریانه نیاز خواهد داشت. جدول ۲، ارتباط بین الگوی فرارسی، راه‌برد توسعه توانمندی فناوریانه و سبک یادگیری فناوریانه متناسب با هریک از الگوهای انتخابی را نشان می‌دهد؛ که می‌تواند در چارچوب پژوهش حاضر به منظور تحلیل وضعیت صنعت فولاد در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

زنجیره فولاد

زنجیره فولاد، از سنگ آهن آغاز شده و تا مقاطع فولادی ادامه می‌یابد. واحدهای تولیدی در زنجیره فولاد را می‌توان در ۶ دسته کلی بر مبنای زنجیره تولید بدین شرح تقسیم‌بندی کرد: استخراج معدن سنگ آهن، کنسانتره‌سازی، گندله‌سازی، تولید آهن اسفنجی، تولید فولاد خام و نورد (رحمانی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). انواع فرآیندهای تولید فولاد (فناوری) عبارت‌اند از: تهیه آهن خام یا چدن مذاب در کوره بلند^۲ و تولید فولاد در میدل‌های^۳ اکسیژنی (نظیر ذوب آهن اصفهان)، احیای مستقیم سنگ آهن^۴ و ذوب آهن اسفنجی و قراضه^۵ در کوره‌های الکتریکی از قبیل قوس الکتریکی^۶ (نظیر فولاد مبارکه و فولاد خوزستان) یا القایی (نظیر مجتمع فولاد جنوب). از روش‌های دیگری نظیر روش کوره باز^۷ نیز استفاده می‌شود که باتوجه به حجم تولید بسیار محدود آن در جهان و طبق آمار انجمن جهانی فولاد^۸ (۲۰۲۱)، حدود ۲/۵ درصد از کل تولید فولاد جهان در سال ۲۰۰۷ بوده است و کاهش پیوسته تولید از این روش، در اینجا مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. این، در حالی است که حدود ۸۵ درصد فولاد دنیا به روش کوره بلند تولید می‌شود که بیشترین ماده اولیه مورد نیاز برای این حجم از تولید در جهان، سنگ آهن است (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۸).

روش‌شناسی

در بخش کیفی پژوهش، از روش تحقیق کیفی با تحلیل اسناد، مدارک، گزارش‌ها و مقالات و کتب مختلف برای استخراج عواملی که سبب ناکامی فرارسی فناوریانه در صنعت فولاد ایران شده‌اند،

- 1 . Rahmani
- 2 . Basic Oxygen Furnace (BOF)
- 3 . Converter
- 4 . Direct Reduction (DR)
- 5 . Scrap
- 6 . Electric Arc Furnaces (EAF)
- 7 . Open Heart
- 8 . Worldsteel Association

استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش حاضر، خبرگان صنعت فولاد است که از میان آن‌ها براساس نمونه‌گیری هدفمند ۲۱ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شده و با آن‌ها مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته صورت گرفت.^۱ مصاحبه تا زمانی ادامه پیدا کرد که فرآیند تجزیه و تحلیل و اکتشاف به اشباع نظری رسید.

جدول ۳: فهرست افراد مصاحبه‌شونده در مرحله اول

کُد	سمت	کُد	سمت
۱	عضو هیات مدیره شرکت مادر تخصصی توسعه معادن و صنایع معدنی خاورمیانه (میدکو)	۱۲	مدیرعامل شرکت پژوهش و نوآوری فرتاک ایرانیان
۲	مدیر برنامه‌ریزی و پژوهش شرکت ملی فولاد ایران	۱۳	عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف
۳	مدیر تحقیق و توسعه شرکت ذوب آهن اصفهان	۱۴	مدیر صنایع شرکت فولاد مبارکه اصفهان
۴	معاون مدیریت پژوهش فناوری و بومی‌سازی شرکت ذوب آهن اصفهان	۱۵	معاونت برنامه‌ریزی و توانمندسازی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو)
۵	سرپرست تحقیقات فرآیند و انرژی شرکت ذوب آهن اصفهان	۱۶	کارشناس دفتر هماهنگی اقتصاد دانش‌بنیان معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری
۶	سرپرست تحقیقات فرآیند و انرژی شرکت ذوب آهن اصفهان	۱۷	هیئت علمی دانشگاه تهران
۷	مدیر شرکت پرشیافلز- ذوب آهن اصفهان	۱۸	عضو هیئت مدیره شرکت پژوهش و نوآوری فرتاک و مسئول امور فناوری شرکت میدکو
۸	مشاور معاونت صنایع معدنی	۱۹	کارشناس فناوری و پژوهش در شرکت فرتاک
۹	مدیر پژوهش مرکز هوشمندی و رصدخانه فناوری و نوآوری صنایع معدنی (ایمیدرو شریف)	۲۰	مدیر منابع انسانی شرکت ذوب آهن اصفهان

۱. مصاحبه‌ها توسط محقق در تابستان ۱۳۹۸ در شهرهای تهران و اصفهان انجام شده است.

کُد	سمت	کُد	سمت
۱۰	کارشناس امور فنی و فناوری- مدیریت برنامه‌ریزی و توسعه فناوری شرکت میدکو	۲۱	مدیر پژوهش و فناوری موسسه پژوهشی و آموزشی مشترک دانشگاه تهران و ایمیدرو (پونیدرو)، و مشاور تجاری‌سازی فناوری در بخش معدن
۱۱	دبیر اجرایی انجمن تولیدکنندگان آهن و فولاد		

باتوجه به این موضوع که راه‌حلیابی و حل تمامی چالش‌های استخراج‌شده کاری بسیار زمان‌بر بوده و در عمل امکان‌پذیر نمی‌باشد، در مرحله دوم پس از استخراج عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در برخی بخش‌های زنجیره فولاد سعی شد از طریق تدوین ابزار اندازه‌گیری (پرسشنامه دنپ^۱ و ارزیابی اهمیت-عملکرد) دسته‌بندی متغیرهای مستخرج از مرحله کیفی با استفاده از راهبرد توصیفی-پیمایشی انجام و میزان اهمیت آنها مشخص شود. در این بخش نیز جامعه آماری خبرگان صنعت فولاد ایران بودند. تعداد ۱۰ نفر از خبرگان صنعت فولاد شامل مدیران ارشد برخی بخش‌ها که دارای فعالیت تخصصی و تجربه کافی در رابطه با موضوع پژوهش بودند به صورت تصادفی انتخاب شدند. در ابتدا به منظور انجام روش دنپ، ماتریس دویه‌دوی نظرسنجی از خبرگان که شامل مقایسه دویه دوی عوامل مستخرج از مصاحبه‌های مرحله قبل بود طراحی شد که توسط افراد خبره پاسخ داده شدند. پژوهشگر به منظور کاهش میزان اشتباهات پاسخ‌دهندگان در تکمیل پرسشنامه، پس از موافقت افراد به صورت حضوری به منظور هدایت و راهنمایی در پاسخ به سوالات احتمالی پاسخ‌دهندگان، اقدام به جمع‌آوری پرسشنامه‌ها کرد. پس از اخذ نظر خبرگان، قابلیت اطمینان مقایسات زوجی بررسی گردید. میزان قابلیت اطمینان داده‌ها از طریق سنجش میزان نرخ ناسازگاری آنها معادل ۰,۱۴، به دست آمد. از آنجا که نرخ ناسازگاری از ۰,۱ کمتر بود پس مقایسه زوجی انجام شده، مورد قبول واقع شد.

براین اساس، مهم‌ترین عواملی که لازم است در زنجیره فولاد به آنها توجه شده و برای برون‌رفت از آنها در اولویت قرار گیرند، مشخص شدند. این عوامل عبارتند از: ضعف تحقیق و توسعه یکپارچه، تسلط برخی نهادها بر زنجیره فولاد، ضعف تعامل میان بازیگران، محدودیتهای بین المللی و بوروکراسی‌های پیچیده در دریافت حمایت‌ها. در مرحله بعد، به منظور پیشنهاد راهکارهای سیاستی مرتبط با چالش‌های

موجود در صنعت فولاد ایران، از روش گروه کانونی استفاده شد. پس از بررسی پاسخ‌های ارائه شده توسط جمعی از خبرگان، عوامل کلیدی در قالب راهکارهای سیاستی استخراج شدند. در گروه کانونی، به صورت هدفمند ۵ نفر از خبرگان صنعت فولاد ایران در نشست گروهی متمرکز انتخاب شده و یک جلسه گروهی در تاریخ ۲۰ آبان ماه ۱۳۹۸ برگزار شد. روش نمونه‌گیری در این بخش، روش نمونه‌گیری هدفمند بوده است. افراد، بر اساس تجربه یا صفتی مشترک در مورد موضوع مورد نظر انتخاب شدند.

جدول ۴: فهرست خبرگان گروه کانونی در مرحله سوم

کد	پست اجرایی
۱	مدیر تحقیق و توسعه شرکت ذوب آهن اصفهان
۲	عضو هیئت مدیره شرکت مهندسی معیار صنعت خاورمیانه
۳	مدیر فناوری شرکت فولاد مبارکه
۴	معاونت برنامه‌ریزی و توانمندسازی ایمیدرو
۵	عضو هیئت علمی دانشگاه

یافته‌ها

پیش از این به مراحل زنجیره فولاد اشاره شد. در جدول ۵، راهبردهای فرارسی فناوریانه (دنباله‌روی، پرش از مراحل و یا خلق مسیر) در هر مرحله از زنجیره فولادسازی مطابق با نظر خبرگان ارائه شده است.

مهم‌ترین کانال‌های انتقال فناوری در صنعت فولاد ایران براساس نتایج به دست آمده از تحلیل محتوای مصاحبه‌ها در این بخش و مبتنی بر الگوی نظری لی و لیم (۲۰۰۱) عبارت‌اند از: مهندسی معکوس، همکاری فنی، موافقت‌نامه‌های حق امتیاز^۱ و انتقال دانش فنی و کلید در دست^۲، واردات فناوری و ماشین‌آلات.

1 . Licence

2 . Turn-key

جدول ۵: راهبردهای مختلف فرارسی فناوریانه در هر مرحله از زنجیره فولاد

حوزه	احداث (طراحی / مهندسی)	بهره‌برداری (کپی / تقلید)	راهبرد فرارسی فناوریانه	سازوکار یادگیری
گندله سازی		✓	دنباله‌روی مسیر	سبک DUI: یادگیری از طریق انجام کار، تقلید کپی کارانه
کنسانتره سازی		✓	دنباله‌روی مسیر	سبک DUI: یادگیری از طریق انجام کار، تقلید کپی کارانه
آهن‌سازی	✓		دنباله‌روی مسیر / پرشی	در ابتدا سبک DUI: یادگیری از طریق انجام کار و جستجو و سپس ترکیب سبک DUI و STI: یادگیری براساس تعامل و تحقیق و توسعه داخلی، تقلید خلاقانه
فولادسازی		✓	دنباله‌روی مسیر	سبک DUI: یادگیری از طریق انجام کار، تقلید کپی کارانه
نورد گرم و سرد		✓	دنباله‌روی مسیر	سبک DUI: یادگیری از طریق انجام کار، تقلید کپی کارانه

در مصاحبه‌ها مشخص شد که صنعت فولاد طی سال‌های اخیر از لحاظ رشدیافتگی در برخی بخش‌ها رشد داشته و در بعضی بخش‌ها نیز رشد چندانی نداشته است. رشد صنعت فولاد در حوزه‌ای که تولید آن بر مبنای استفاده از گاز طبیعی بوده است، بیشتر است. در این بخش، صنعت آهن و فولاد توانسته از فناوری میدرکس^۱ استفاده و به‌مرور با بازمهندسی این فناوری، فناوری پرد^۲ را ارائه کند (سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران [ایمیدرو]^۳، ۱۷۲۰). صنعت فولاد ایران در حوزه آهن‌سازی، توسعه بیشتری را به‌لحاظ فناوریانه تجربه کرده است. ایران، بزرگ‌ترین تولیدکننده آهن اسفنجی دنیا به‌شمار می‌رود و از روش‌های گوناگونی برای تولید این محصول در کشور استفاده می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها: روش میدرکس و روش شرکت هیلسا (اچ‌وای‌ال)^۴، هستند. باتوجه به این موضوع، مهم‌ترین راهبرد مورد استفاده در بخش آهن‌سازی، راهبرد پرش از مراحل و مهم‌ترین کانال

۱ . Midland-Ross Direct Reduction (MIDREX)

۲ . PERED (Persian Reduction)

۳ . Iranian Mines and Mining Industries Development and Renivation Organization (IMIDRO)

۴ . Hojalata Y Lamina, S.A (HYL). نوعی روش احیای مستقیم در تولید آهن اسفنجی است که توسعه این روش در شرکت هیلسا (HYLSA) که مخفف Lamina, S.A. Hojalata Y است، از سال ۱۹۵۰ میلادی شروع شده است.

انتقال فناوری استفاده از مهندسی معکوس بوده است؛ زیرا در آغاز، فناوری میدرکس وارد کشور شده و پس از آن، با استفاده از خرید دانش فنی (حق امتیاز) آن در سال‌های اخیر ضمن توسعه فناوری میدرکس، فناوری جدیدی با نام فناوری پرد (احیای پارسی) به صنعت فولاد معرفی شده است (مصاحبه‌های ۱، ۵، ۶، ۹، ۱۴، ۱۶، ۲۰، ۲۱) مهندسان ایرانی، فناوری احیای آهن به روش پرد را تحت امتیاز شرکت شرکت مهندسی فلزات (ام‌تی‌ای)^۱ در آلمان به ثبت رسانده‌اند. این فناوری سبب کاهش هزینه‌های ساخت و سرمایه‌گذاری در تولید آهن اسفنجی در ایران در مقایسه با روش اِچ‌وای‌ال و میدرکس می‌شود و درعین حال مزیت‌های هر دو روش را دارا است. (ایمیدرو، ۲۰۱۷). درواقع، می‌توان گفت که بخش آهن‌سازی در ابتدا از طریق یادگیری با انجام کار و تقلید، بهبود و سپس تطبیق توانسته است به مرز فناوری جهان دست یابد. اما سایر بخش‌های صنعت فولاد هنوز قادر به دستیابی به رشدی چشمگیر نبوده‌اند چراکه اغلب یادگیری‌ها تنها از طریق انجام کار بوده است. از مهم‌ترین دلایل موفقیت بخش آهن‌سازی نسبت به بخشهای دیگر زنجیره فولاد که از مصاحبه‌ها استخراج شده است، گاز محور بودن فرآیندها در این بخش بوده است.

باید توجه داشت که کمیت تولید در صنعت فولاد ایران مناسب است و ایران در گزارش جهانی فولاد^۲ (۲۰۲۱) رتبه دهم را در بین تولیدکنندگان برتر دنیا در تولید فولاد دارد، اما این صنعت، فناوری نیست. کانال‌های انتقال فناوری عمدتاً شرکت‌های مهندسی مانند شرکت بین‌المللی مهندسی ایران (ایریتک)^۳ و ام‌تی‌ای هستند که توسط دولت ایجاد شده‌اند، اما سیاست دولت مبنی بر خصوصی‌سازی این شرکت‌ها نیز خود یکی از عوامل عدم توسعه چرخه‌های مختلف در صنعت فولاد است زیرا چرخه یادگیری را مختل می‌کند.

۱. Mined and Metals Technology Engineering (MMTE). با هدف انتقال فناوری روز دنیا به ایران و بومی‌سازی آن در فرآوری فلزات و صنایع معدنی داخل کشور و جلوگیری از خام‌فروشی مواد معدنی، افزایش بهره‌وری و صدور خدمات فنی و تجهیزات در این حوزه در سال ۱۳۸۱ تأسیس شده است. این شرکت دارای حق امتیاز میدرکس بوده و در زمینه بومی‌سازی و ساخت پروژه‌های صنعت فولاد نیز نقش مهمی ایفا می‌کند (<https://mmte.ir>).

2. World steel

۳. Iran International Engineering Company (IRITEC). با ۴۵ سال سابقه و توانمندی نیروهای متخصص در اجرا، مدیریت و نظارت بر فرایندهای طراحی و مهندسی، تامین کالا، نصب و راه‌اندازی، مطالعات و ارزیابی فنی و اقتصادی و به‌روزرآوری طرح‌ها و پروژه‌های صنعتی در زمینه‌های صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، متالورژی و معدن و صنایع معدنی است. این شرکت دارای حق امتیاز ساخت واحدهای تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس از شرکت کوله استیل ژاپن است (<https://iritec.co>).

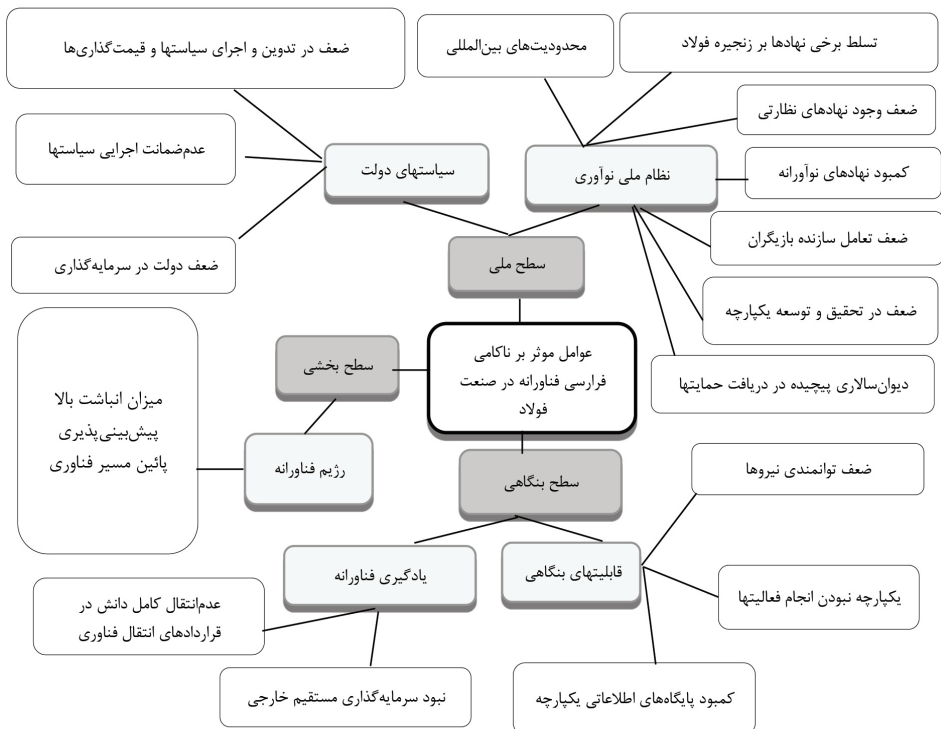
جدول ۶: گزاره‌های کلامی مستخرج از مصاحبه‌ها

سطح تحلیل	مضامین اصلی	مضامین فرعی	گزاره‌های کلامی
سطح بنگاهی	قابلیت‌های بنگاهی	کمبود پایگاه‌های اطلاعاتی مناسب و یکپارچه	اطلاعات محدود در مورد میزان جذابیت فناوری‌ها (بیشتر اطلاعات در مورد فناوری‌هایی است که فرآیندی هستند و اطلاعات در مورد قطعات و تجهیزات خیلی کم است)
			مثلا ما در مورد گندله‌سازی دیسکی داریم که می‌خواهیم بدانیم الان در دنیا چه نوعی از آن دیسک را دارند استفاده می‌کنند. متأسفانه اطلاعاتی از این دست را ما نداریم
			در حال حاضر ما اطلاعات و داده‌های خاصی در مورد صنعت فولاد در ایران نداریم. اگر هم داشته باشیم امکان درست و دقیق بودن آنها بسیار پائین است. گاهی اوقات هم کاری در صنعت انجام نشده است که در مورد آن داده منتشر شود. در مورد برخی داده‌های مهم قابل انتشار مثلا هزینه تحقیق و توسعه و میزان آن در همه کشورها اطلاعات دقیق وجود دارد، در ایران آنقدر این هزینه پائین است که عملا امکان ارائه داده و آمار و ارقام از آن وجود ندارد.
			قراردادهای انتقال فناوری به اندازه کافی درست و دقیق نبوده است که در حد مؤثر امکان انتقال دانش را فراهم آورد (کشورهای دارنده فناوری به جای انتقال دانش فنی، صرفا دانش کار با فناوری را منتقل می‌کنند)
		ضعف توانمندی نیروهای مدیریت فناوری	ما در صنعت در به‌کارگیری دانش و ارتقای مهارت در نیروهای فارغ‌التحصیل به خصوص نیروهای مدیریتی ضعف داریم. در صنایع مختلف، به رشته‌های غیرفنی زیاد توجه نمی‌شود.
			در فولادسازی، توانمندی نصب و احداث واحد ریخته‌گری هست، اما به‌دلیل نبود دانش فرآیندی و مدیریتی کار خاصی در زمینه توسعه آن انجام نشده است. دلیل آن این است که تا کنون آموزش درستی صورت نگرفته است.

عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در بخش‌های مختلف زنجیره فولاد ایران

نتایج حاصل از تحلیل ۲۱ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته در ادامه مورد بررسی و بحث قرار گرفته است. با اقتباس عوامل مؤثر مستخرج از ادبیات، ۵ عامل اصلی و ۱۶ زیرعامل در سه سطح ملی، بخشی و بنگاهی، به‌عنوان عوامل اصلی مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه (ناکامی ارتقای قابلیت‌های فناوریانه مورد نیاز، ناکامی توسعه و جذب فناوری) در صنعت فولاد ایران شناسایی شدند. نقشه مضامین استخراج‌شده از مصاحبه‌ها در شکل ۴ ارائه شده است. در جدول ۶ نمونه‌ای از گزاره‌ها ارائه شده است که نشان‌دهنده چگونگی استخراج مضامین اصلی (عوامل مؤثر بر ناکامی) هستند. لازم‌به‌ذکر است که به‌دلیل محدودیت حجم مقاله، از ذکر تمامی گزاره‌ها اجتناب شده است.

در ادامه (شکل ۲)، بر اساس مرور ادبیات و همچنین مضامین استخراج‌شده از مصاحبه‌های بخش کیفی پژوهش، عوامل مؤثر بر ناکامی صنعت فولاد ایران در سه بخش ارائه شده است.



شکل ۲: عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در زنجیره فولاد مستخرج از مصاحبه‌های انجام شده

راهکارهای پیشنهادی برای برون رفت از چالش‌ها

پس از شناسایی عوامل مؤثرتر و مهم‌تر در ناکامی فرارسی فناوریانه در زنجیره فولاد ایران، با حضور ۵ تن از خبرگان فولاد، گروه کانونی برگزار گردید و راهکارهای پیشنهادی به منظور برون رفت از چالش‌های شناسایی شده، ارائه شدند. موارد مطرح شده، گام نخست و کلیدی برای شروع مطالعات این حوزه و پیش‌نیازی برای پژوهش‌های آتی محسوب می‌شود.

راهکارهای برون رفت از عامل ضعف تحقیق و توسعه یکپارچه. به‌منظور رفع این چالش، بهتر است تحقیق و توسعه دارای ساختار باشد؛ به‌نحوی که یک نهاد تحقیقاتی واسطه وجود داشته باشد و از طریق آن ارتباط صنعت و دانشگاه تسهیل شود. خبره پنجم با مخالفت با نظر خبره سوم در گروه -که بر وجود تحقیق و توسعه مناسب در بخش‌هایی از صنعت فولاد تأکید داشت- به نبود ساختار مناسب و یکپارچه تحقیق و توسعه در صنعت اشاره کرد و مهم‌ترین راهکار را به صورت زیر بیان نمود: ساختار به شکلی باشد که صنایع، پروژه‌های خود را به این نهادها بسپارند و این نهادها با فراخوان‌هایی از گروه‌های مختلف پژوهشی دانشگاه‌ها درخواست کنند که پروپوزال‌های خود را ارسال کنند. این نهادها حتی می‌توانند به‌صورت ناهمگون عمل کنند و ترکیبی از پژوهشگران مختلف دانشگاه‌های مختلف را به‌منظور انجام پروژه انتخاب کنند. به این شکل چنین نهادی نقشی واسطه‌ای خواهد داشت و بین مراکز علمی و دانشگاهی مختلف با هم و با صنعت پل ارتباطی برقرار خواهد کرد، از طرف دیگر خود این نهادها هم می‌توانند از محل درآمد حاصل از انجام پروژه‌های مختلف، بخشی از حمایت‌های مالی پروژه‌ها را برعهده گیرند.

صنعت فولاد از جزیره‌ای بودن تحقیقات و دوباره‌کاری‌ها در انجام پروژه‌ها نیز رنج می‌برد. به این منظور، بر اساس راهکار دولت مبتنی بر قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه، دستگاه‌های اجرایی موظف هستند که به‌منظور افزایش بهره‌وری نظام ملی نوآوری، اجتناب از اجرای پژوهش‌های تکراری و انتشار اطلاعات و ایجاد شفافیت در انجام طرح‌های (پروژه‌های) تحقیقاتی و با هدف شناسایی و به‌کارگیری و تجاری‌سازی دستاوردهای حاصل از پژوهش و توسعه، فهرست طرح‌های پژوهشی و فناوری و پایان‌نامه‌ها و رساله‌های خود را در سامانه ملی اطلاعات تحقیقاتی (سمات)^۱ ثبت کنند.

از دیگر مشکلات صنعت فولاد، موضوع عدم‌نیاز بخش‌های مختلف این صنعت به تحقیق و توسعه در زمینه گذار این صنعت به‌سمت پایداری است. چرا که مادامی که بخش‌های مختلف این صنعت

یارانه انرژی دریافت می‌کنند، به فناوری‌های پایدار در صنعت فولاد ایران توجه نخواهد شد. خبره چهارم پافشاری داشت بر اینکه:

ما در حال حاضر در صنعت فولاد از بهترین فناوری روز دنیا استفاده می‌کنیم و گاز طبیعی که از آن در روش احیای مستقیم در کوره قوس الکتریکی بهره می‌بریم خود کمتر از روش تولید کوره بلند آلودگی ایجاد می‌کند پس چرا باید بخواهیم تحقیق و توسعه داشته باشیم و فناوری‌های پایداری که کشورهای پیشرفته استفاده می‌کنند بیاوریم یا توسعه بدهیم، اگر آن کشورها هم گاز داشتند قطعاً چنین کاری نمی‌کردند. ما درواقع توان توسعه را نداریم نهایتاً مهندسی معکوس میتوانیم استفاده کنیم که تا الان هم کردیم.

خبره پنجم با تأکید بر لزوم توجه به آینده انرژی و همچنین تعهد ایران در قبال کاهش میزان انتشار دی‌اکسید کربن تا سال ۲۰۳۰ در موافقت‌نامه پاریس، به لزوم تحقیق و توسعه مناسب بر روی دانش و فناوری روز دنیا تأکید داشت. و اینگونه بیان کرد که:

به این دلیل، بهترین سیاست دولت در حمایت از صنعت فولاد در چنین شرایطی، الزام این صنعت به کاهش میزان دی‌اکسید کربن با استفاده از ابزارهای سیاستی همچون ایجاد تعرفه و مالیات بر روی میزان کربن و همچنین برداشتن یارانه‌های انرژی و قیمتگذاری واقعی انرژی است.

راهکارهای برون‌رفت از عامل تسلط برخی نهادها بر زنجیره فولاد. به منظور رفع تسلط برخی نهادهای کوچک و متوسط و یا حتی برخی نهادهای دولتی و تامین‌کنندگان در صنعت فولاد، تدوین سیاست‌هایی که به نفع کل زنجیره فولاد باشد، مؤثر خواهد بود و می‌تواند به رفع محدودیت‌های دسترسی به منابع کمک قابل توجهی کند. تامین و هماهنگ‌سازی منابع شامل تامین ورودی‌ها، زیرساخت‌ها و خدمات مکمل از طریق حذف انحصارگری برخی واحدها در رفع ضعف در اختصاص منابع مؤثر است. این حمایت می‌تواند توسط دولت، صنعت و یا حتی بخش خصوصی برآورده شود. روسیه به این منظور از سیاست تنظیم قیمت و تعرفه محصولات و خدمات برای تامین‌کنندگان مواد اولیه صنعت توسط خود دولت استفاده می‌کند. این، درحالی است که چنین سیاستی در صنعت فولاد ایران وجود ندارد و تامین‌کنندگان مواد اولیه نیز خصوصی شده‌اند که مشکلات بسیاری برای تامین مواد اولیه تولیدکنندگان ایجاد کرده است. خبره پنجم به این موضوع اشاره داشت:

اگر معدن و شرکت‌های معدنی، دولتی شوند در این صورت دولت کاملاً بر این بخش نظارت خواهد کرد و می‌تواند این بخش را مجبور کند که مواد اولیه خود را به شرکت‌های تولیدی بفروشد به جای

اینکه خود تولیدکننده باشند.

تجربه کشورهای موفق در کسب فرارسی فناوریانه نشان می‌دهد که این کشورها به‌منظور جلوگیری از تسلط برخی نهادها در صنعت فولاد که سبب جلوگیری از توسعه کل صنعت می‌شود، از راهکار ایجاد کمیته‌های ارزیابی و نظارت بر صنعت فولاد و همچنین ایجاد نهادهای مشترک با مصرف‌کنندگان اصلی استفاده می‌کنند. هند نیز با تدوین گزارش سیاست ملی فولاد^۱ (۲۰۱۷)، با تمرکز بر توسعه شرکت‌های دانش‌محور کوچک و متوسط، از ارتباط این شرکت‌ها با شرکت‌های بزرگ اصلی بهره برده است و مانع از به‌قدرت‌رسیدن یک یا چند نهاد در صنعت فولاد شده است. درواقع هدف اصلی از خصوصی‌سازی، از بین بردن بازار انحصاری در صنایع مختلف از جمله فولاد است. اما اگر این خصوصی‌سازی در چارچوب‌های سیاستی درستی اجرا نشود، با نتایج معکوسی همچون نتایجی که درحال حاضر در صنعت فولاد شاهد آن هستیم، روبه‌رو خواهیم شد. خبره شماره دوم در این مورد اینگونه مطرح کرد: اولین نقد به خصوصی‌سازی، جایگزینی سازمان‌های نیمه‌دولتی با دولتی در مالکیت شرکت‌هاست که هرچند با متن اصل ۴۴ قانون اساسی مغایرت ندارد ولی با روح و انتظاری که از خصوصی‌سازی می‌رفت همخوانی ندارد. بعد از خصوصی‌سازی و چندپاره‌شدن صنعت فولاد و نبود انسجام و وحدت رویه این صنعت هم‌اکنون به‌حدی رسیده که بسیاری از واحدها و بازیگران به رقابت ناسالم روی آورده‌اند.

راهکارهای برون‌رفت از عامل ضعف تعامل میان بازیگران. در این رابطه در صنعت فولاد بهتر این است که نهادی متولی و تاثیرگذار به‌عنوان حلقه واسط بین شرکت‌های مختلف تولیدی به یکپارچه‌سازی و تعریف پروژه‌های مشترک برای شرکت‌های تولیدکننده اقدام کنند. ازطرفی با ایجاد مراکز مهم تحقیق و توسعه در خارج از صنعت، می‌توان با پرورش و تربیت افراد زبده و ماهر در زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای و توزیع این افراد در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های مختلف تولیدی، هم به فرآیند یکپارچه‌شدن تحقیقات و افزایش همکاری بین شرکت‌ها کمک کرد و هم بتوان میزان همکاری‌های بین‌المللی را به‌صورت یکپارچه‌تر و شبکه‌ای‌تر افزایش داد (خبره پنجم). از دیگر راهکارهایی که در گروه کانونی مورد بحث و بررسی قرار گرفت عبارت‌اند از: ایجاد سازمان‌های واسطه‌ای از جنس کسب و کار و سرمایه‌گذاری؛ ایجاد سازمان‌های مشاوره‌ای با هدف رصد صنعت فولاد دنیا (افرادی که در صنعت فولاد ذینفع نباشند)؛ ایجاد نهادهای هوشمندی فناوریانه توسط

دانشگاه و سیاستگذار یا نهاد دولتی؛ تدوین سیاستگذاری‌های مشارکتی با دخالت تمامی بازیگران و براساس نیاز واحدها به‌منظور حفظ تعاملات.

در زنجیره فولاد از مهم‌ترین عواملی که در مصاحبه‌ها به آن اشاره شد، عدم وجود ضمانت اجرایی سیاست‌ها بود که دلیل آن را سیاستگذاری بخش دولتی (ایمیدرو) بدون درگیر کردن شرکت‌های فعال (دیگر بازیگران) در صنعت فولاد می‌دانستند. سیاست‌هایی که تعیین می‌شوند، اولویت‌ها و نیازهای بخش‌های مختلف زنجیره را در نظر نمی‌گیرند. در حالی که مهم‌ترین اقدام این است که، چارچوب سیاست‌ها با همکاری بازیگران فعال شکل گرفته و سپس هریک از شرکت‌ها به تناسب و فراخور شرایط خود راه‌برد مناسب را برای به اجرا درآوردن سیاست‌های وضع شده، تدوین کنند. از طرف دیگر، تدوین سیاست‌ها برای تمامی بخش‌ها در زنجیره جامع نبوده و برخی سیاست‌ها تنها برای تعداد محدودی از بخش‌ها تدوین شده است و قابلیت به‌روزرسانی ندارند. برای مثال، مبتنی بر بند (س) ماده ۳۱ قانون رفع موانع تولید، معادل هزینه‌های تحقیقاتی و پژوهشی اشخاص حقوقی خصوصی و تعاونی در واحدهای تولیدی و صنعتی دارای پروانه بهره‌برداری از وزارتخانه‌های ذی‌ربط که در قالب قرارداد منعقد با دانشگاه‌ها یا مراکز پژوهشی و آموزش عالی دارای مجوز قطعی از وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی که در چارچوب نقشه جامع علمی کشور انجام می‌شود، مشروط بر اینکه گزارش پیشرفت سالانه آن به تصویب شورای پژوهشی دانشگاه‌ها و یا مراکز تحقیقاتی مربوطه برسد و ناخالص درآمد ابزاری حاصل از فعالیت‌های تولیدی و معدنی آن‌ها کمتر از پنج میلیارد (۵.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰) ریال نباشد، حداکثر به‌میزان ده درصد (۱۰٪) مالیات ابزاری سال انجام هزینه مذکور بخشوده می‌شود. این واحدهای تولیدی می‌توانند از محل معافیت مالیاتی به‌منظور هزینه‌های تحقیق و توسعه خود استفاده کنند. چنین قانونی تنها برای یک یا نهایتاً دو شرکت پربازده در صنعت فولاد قابل تحقق است، زیرا در حال حاضر بسیاری از شرکت‌های کوچک زیان‌ده هستند. همان‌طور که در قانون مذکور به آن پرداخته شده است، از دیگر شرایط برای اینکه تا سقف ۱۰ درصد مالیات پرداختی مشمول این موضوع شود این است که واحد تولیدی موردنظر نباید دولتی باشد، بلکه باید با دانشگاه‌ها قرارداد داشته باشند، پروژه‌ها در چارچوب توسعه فناوری کشور باشد و فروش سالانه باید بالای ۴۰۰ میلیارد تومان باشد؛ در نتیجه در چنین شرایطی تمام بخش‌های زنجیره فولاد نمی‌توانند از این حمایت بهره ببرند.

تغییر نقش دولت از حاکمیت به مالکیت، به ایجاد مشکلاتی در کسب حمایت‌های مالی

توسط شرکت‌های فولادی منجر شده است. از طرفی، در حالی که بسیاری از واحدهای صنعت فولاد بزرگ مقیاس نیستند، دولت صرفاً به دنبال حمایت از واحدهای بزرگ مقیاس است؛ بنابراین، به لحاظ مالی و سرمایه‌گذاری دچار مشکل می‌شوند.

خبره چهارم ضمن تأیید مشکلات موجود و تأیید راهکارهای ارائه شده خبره اول و دوم در مورد افزایش مشارکت بخش‌ها تصریح می‌کند که:

در این زمینه بهترین راه حل این است که نهاد دولتی مانند ایمیدرو، نمایندگانی از بخش‌های مختلف زنجیره فولاد حضور داشته باشند که طی جلسات دوره‌ای بتوانند موجبات تغییرات و تصمیم‌گیری‌های بهتر، سیاست‌گذاری‌های باثبات‌تر را فراهم کنند. در چنین شرایطی، بخش‌ها مستقیم نیازهای خود را منتقل خواهند کرد. در نتیجه اگر سیاستی هم وضع شود، خود بخش‌ها ضمانت اجرای آن را برعهده می‌گیرند.

راهکارهای برون‌رفت از عامل محدودیت‌های بین‌المللی. خبرگان با اشاره به این موضوع که بخش زیادی از محدودیت‌های ملی با ارائه راهکارهای ما به دلیل فشارهای موجود بر کشور حل نخواهد شد، بیان کردند که در چنین شرایطی، بررسی برخی عوامل و راه‌حل‌ها شاید بتواند راه‌گشا باشد. یکی از اقدامات، ایجاد مراکز تحقیقاتی در خارج از کشور و اعزام و مستقر کردن نیروها در کشورهای مقصد به منظور تسهیل همکاری‌های فناورانه است. زیرا این افراد ادعا داشتند که به دلیل شرایط سیاسی و اقتصادی ایران شاید برخی کشورها حاضر به پذیرش ریسک به منظور حضور در کشور نباشند؛ بنابراین، راهکار جایگزین می‌تواند اقدامی معکوس باشد (خبره دوم و خبره سوم). هرچند که خبره شماره ۱ نسبت به این موضوع مخالفت می‌کرد، ادعای وی چنین بود که:

چطور ممکن است در شرایط تحریم، ما بتوانیم چنین اقدامی انجام دهیم؟ وقتی که در همین زمان محققان صنعت فولاد دیگر کشورها حتی حاضر نیستند در گزارش‌ها و مقالات منتشر شده، در کنار اسامی خبرگان و محققان صنعت فولاد ایران، اسامی خود را درج کنند؟ تا زمانی که تحریم و فشار بین‌المللی برداشته نشود، نمی‌توان امیدوار بود اقدام موثری انجام شود.

باین‌حال، خبره شماره ۳ با تأکید بر راه‌حل پیشنهادی خود، راه‌حل این موضوع را بهره‌گیری از نیروهای متخصص و کارآفرین تحصیل کرده ایرانی مقیم خارج از کشور عنوان کرد و در قانون پنج‌ساله ششم توسعه نیز بر توجه به آن تأکید شده است.

برای این گروه از افراد، بازگشت به ایران گزینه در اولوی نیست. در حالی که ایرانی‌های بسیاری در

کشورهای مختلف هستند که بر روی صنعت فولاد ایران مطالعه می‌کنند. صنعت فولاد ایران می‌تواند با قراردادن پایگاه‌های تحقیقاتی خود در خارج از کشور از حضور چنین افراد متخصصی بهره‌مند شود. چین به‌منظور افزایش همکاری‌های فناوریانه خود در راستای ارتقای فرارسی فناوریانه در صنعت تلویزیون‌های رنگی خود از این راه‌برد بهره برده است (زی^۱، ۲۰۰۴). منجیس (۲۰۲۰) و آلمودی و همکاران (۲۰۱۳) نیز این عامل را از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کمک به فرارسی فناوریانه قلمداد کرده‌اند. طبق قانون برنامه ششم توسعه، جهت‌گیری و سیاست‌های لازم برای تجهیز منابع مالی برای سرمایه‌گذاری مانند تامین منابع مالی خارجی از خطوط اعتباری بانک‌های خارجی در قالب تامین مالی خارجی خودگردان با اولویت تامین مالی اسلامی، باید در راستای ارتقای همکاری‌های فناوریانه در صنایع مورد استفاده قرار گیرد.

از دیگر اقدامات در این زمینه می‌توان به پیاده‌سازی سیاست حمایت از محصولات فولادی ساخت داخل اشاره کرد. قراردادهای مهم ملی جایی است که کشورها می‌توانند با برقراری سیاست‌های حمایت از تولید داخل^۲ بازار مناسبی را برای تولیدکنندگان داخلی فراهم نمایند. این سیاست‌های هدفمند معمولاً با هدف اهرم کردن بازار داخلی برای توسعه توانمندی فناوریانه و نوآوری به‌کار می‌رود و الزاماتی مانند سرمایه‌گذاری در توسعه تحقیقات، صادرات و همچنین بکارگیری نیروی انسانی متخصص را به دنبال خواهد داشت که می‌تواند یادگیری فناوریانه در صنعت فولاد را ارتقا دهد.

در اغلب کشورها (ترکیه، هند، روسیه) مهم‌ترین تجربه دولت در حمایت از توسعه صنعت فولاد و رفع موانع بین‌المللی، ارائه برخی مشوق‌های صادراتی از جمله تعرفه ترجیحی صادراتی، حمایت قانونی از فعالیت‌های صادراتی شرکت‌ها، کمک به تولیدکنندگان در جذب دارایی‌های خارجی به‌ویژه کشورهایی که مصرف‌کنندگان اصلی فولاد هستند، اعطای اعتبارات و وام‌های صادراتی، تشویق و تسهیل مشارکت تولیدکنندگان در پروژه‌های بین‌المللی با مقیاس بزرگ به‌عنوان تأمین‌کننده دارای امتیاز و غیره است.

در این رابطه، خبره چهارم در ادامه با تأکید بر افزایش همکاری‌های بین‌المللی و با اشاره به توسعه فناوری‌های مبتنی بر هیدروژن در کشورهای دیگر، به این موضوع اشاره داشت که صنعت فولاد ایران می‌تواند با ایجاد تغییرات در هیدروژن، سهم هیدروژن را آنقدر بالا ببرد که بتواند با جهان در فناوری‌های پایدار رقابت کند. سپس پیشنهاد داد که:

1 . Xie

2 . Local Content Requiement Policies (LCR)

همکاری، بهتر است دوطرفه باشد؛ فناوری از کشورهای توسعه یافته و منبع از ایران (کشور منتخب می‌تواند فناوری را وارد ایران کند و قرارداد ببندد که با تیم‌های ایرانی کار کند و سهم هیدروژن موردنیاز در تولید با این فناوری را بالا ببرد). از این طریق، کشور مذکور می‌تواند در ایران تولید کند و سپس از سود خود برای سرمایه‌گذاری در ایران استفاده کند.

راهکارهای برون‌رفت از عامل بروکراسی‌های پیچیده در دریافت حمایت‌ها. در صنعت فولاد، همان‌طور که در مصاحبه‌ها به آن اشاره شده است، در بسیاری مواقع یکی از عمده‌ترین مشکلات در تامین مالی و تخصیص اعتبارات نیست بلکه در طولانی‌بودن فرآیند دریافت حمایت‌ها و زمان‌بر بودن آن‌ها نهفته است.

در برنامه پنج‌ساله ششم توسعه، به لزوم حمایت حقوقی و مالی و نهادی برای توسعه دانش و پیشرفت فناوریانه برای ایده‌سازی در صنایع اشاره شده است؛ بنابراین، بخش‌های دولتی و خصوصی باید با مبنای قرارداد هدف این برنامه، به تسهیل ارائه خدمات و حمایت‌های خود از صنایع همت گمارند. همچنین در این برنامه سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی توسط سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران (ایدرو)، امیدرو و نهاد غیردولتی برای تسهیل دریافت حمایت‌ها توسط بخش‌های مختلف صنعت فولاد باید در اولویت قرار گیرد. از دیگر راهکارهای دولت در تسهیل دریافت حمایت‌ها که در قانون رفع موانع تولید به آن اشاره شده است، این است که صندوق توسعه ملی و بانک‌های عامل موظفند به طرح‌های دارای توجیه فنی و اقتصادی این ماده با اولویت و در بازه زمانی کوتاه تسهیلات ارزی و ریالی پرداخت کنند. خبره سوم در این رابطه، مهم‌ترین راهکار را در این دانست که:

یکی از کارهایی که موسسات اعتباری می‌توانند بکنند این است که نگاه دینفع‌گرایی در آنها از بین بره یعنی با توجه به اولویت و میزان تولید و تحقیقات موردنیاز هر بخش با اصلاح بوروکراسی‌های اداری به بخش‌ها حمایت لازم اعطا شود.

باتوجه به مصاحبه‌های انجام شده و همچنین استخراج عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه و سپس اولویت‌بندی مهم‌ترین عوامل، براساس تشکیل گروه کانونی و همچنین بررسی ادبیات و تجارب دیگر کشورها، پیشنهادهای سیاستی ارائه شدند. جدول شماره ۶، خلاصه‌ای از پیشنهادهای سیاستی برای ارتقای فرارسی فناوریانه در صنعت فولاد ایران را ارائه می‌دهد. لازم به ذکر است که به‌غیر از بخش آهن‌سازی، دیگر بخش‌های صنعت از راه‌برد دنباله‌روی مسیر و تقلید به‌منظور توسعه صنعت بهره برده‌اند. همچنین چالش‌های موجود که مانع از حرکت از مرحله دنباله‌روی مسیر به پرس از مراحل در

بسیاری از بخش‌های فولاد شده‌اند، برشمرده شده است.

جدول ۷: خلاصه راهکارهای سیاستی ارتقای فرارسی فناوریانه در صنعت فولاد ایران

منبع	راهکارهای پیشنهادی	مانع فرارسی فناورانه در صنعت فولاد
نتایج مستخرج از گروه کانونی	ایجاد ساختار تحقیق و توسعه مناسب	ضعف در تحقیق و توسعه
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر) گروه کانونی	ایجاد تهادهای تحقیق و توسعه دولتی واسطه‌ای	
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	همکاری‌های فناوریانه با مشتریان، شرکت‌های کوچک و متوسط و شرکت‌های بین‌المللی	
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	مشارکت بیشتر ذینفعان در حکمرانی و فعالیت‌ها	
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	تدوین چشم‌انداز و نقشه راه برای ارتقای تحقیق و توسعه در صنعت فولاد	
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر) گروه کانونی	توسعه و متنوع‌سازی محصولات	
گروه کانونی	قیمتگذاری مناسب انرژی به جای یارانه انرژی	محدودیت‌های بین‌المللی
گروه کانونی مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	افزایش همکاری‌های فناوریانه و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در پروژه‌های فناوری پایدار صنعت فولاد	
گروه کانونی مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	پایاده‌سازی سیاست حمایت از محصولات فولادی ساخت داخل	
گروه کانونی	اصلاح دیوان‌سالاری	دیوان‌سالاری‌های پیچیده و زمان‌بر در دریافت حمایت‌ها

منبع	راهکارهای پیشنهادی	مانع فرارسی فناوریانه در صنعت فولاد
گروه کانونی مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	ایجاد نهادهای واسطه	ضعف تعامل سازنده میان بازیگران
گروه کانونی	تیم‌های کاری ناهمگون	
گروه کانونی مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	افزایش اعتماد از طریق درگیر کردن بیشتر بازیگران در تصمیم‌گیری‌ها	
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر) گروه کانونی	سیاست‌گذاری مناسب دولت	تسلط برخی نهادها و واحدها بر زنجیره فولاد
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر)	راهکار ایجاد کمیته‌های ارزیابی و نظارت بر صنعت فولاد	
مرور ادبیات (تجارب کشورهای دیگر) گروه کانونی	اصلاح سیاست‌های خصوصی‌سازی و پُررنگ‌تر کردن نقش دولت در مداخلات در کنار بخش خصوصی و ایجاد رقابت بین بخش‌های خصوصی	

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر، به دنبال بررسی عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در زنجیره فولاد ایران بوده است. مبتنی بر ادبیات و همچنین مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، مهم‌ترین عوامل در ۵ دسته اصلی شامل: نظام ملی نوآوری، سیاست‌های دولت، یادگیری و قابلیت‌های فناوریانه و رژیم فناوریانه قرار داده شدند که با ادبیات پژوهش در ارتباط با عوامل ناکامی فرارسی در برخی کشورها همخوانی دارد. یافته‌های این پژوهش در ارتباط با ناکارآمدی نظام نوآوری و تحقیق و توسعه، مشابه با کار ارنست (۱۹۹۸) است که از مهم‌ترین ضعف‌های مدل کره‌ای در مورد فعالیت‌های تحقیق و توسعه که منجر به ناکارآمدی نظام نوآوری این کشور شده بود را تسلط شرکت‌های بزرگ بر نظام نوآوری کره بیان کرده است.

در ارتباط با ضعف یادگیری فناوریانه که از دستاوردهای پژوهش حاضر نیز بوده است، لاندوال^۱ (۲۰۱۶) نیز در بررسی‌های خود بر روی کشورهای در حال توسعه، دلایل شکست فرارسی در سطح

این کشورها را سرمایه‌گذاری محدود در دانش و زیرساخت‌های ضعیف که قادر به حمایت از یادگیری نبودند، دانسته است. همپنین در مطالعه اینترکومردا و همکاران (۲۰۰۲) بر روی شرکت‌های تایلندی، مهم‌ترین مشکل این شرکتها، نداشتن قابلیت فناورانه و یادگیری‌گند آنها بوده است. این نتایج، در حال حاضر دقیقاً در زنجیره فولاد ایران نیز، همانطور که در بخش یافته‌ها با جزئیات اشاره شد، دیده می‌شود. در ایران نیز، تنها شرکت فولاد مبارکه است که می‌تواند از سیاست‌های مرتبط دولت بهره‌گیر و جایگاه شرکت‌های تولیدی کوچک که می‌توانند در همکاری با شرکت‌های بزرگ نقش مهمی ایفا کنند، نادیده گرفته شده است. شرکت‌های فولادی ایران همچون دیگر شرکت‌ها، به نتایج کوتاه‌مدت تمایل بیشتری دارند و تجاری‌گرا هستند بنابراین، به جای فعالیت‌های تحقیق و توسعه ترجیح می‌دهند که انتقال فناوری را در قالب ماشین‌آلات، انتقال از طریق کلیددردست^۱ و سرمایه‌گذاری مشترک^۲ با شرکای خارجی انجام دهند. اغلب شرکت‌ها بر بازگشت سریع سرمایه تأکید دارند و به موضوع بلندمدت توسعه قابلیت‌های فناورانه توجهی ندارند.

در ارتباط با چالش بوروکراسی‌های اداری در بخش‌های مختلف زنجیره فولاد، می‌توان به شباهت نتایج مطالعات کوپر (۱۹۹۱) و اینتاراکومردا و همکاران (۲۰۰۲) اشاره کرد که عدم تخصیص مناسب منابع درون شرکت‌ها از جمله منابع مالی را از عوامل شکست و ناکامی فرارسی عنوان می‌کنند و مهم‌ترین راهکار را، اصلاح بوروکراسی‌ها و افزایش همکاری میان بازیگران با از بین بردن منافع ذینفعان خاص، عنوان می‌کنند.

بر اساس مطالعه ادبیات، از مهم‌ترین عوامل وابستگی به مسیر در کشورهای در حال توسعه و ناتوانی در فرارسی فناورانه، قیمت پائین انرژی است که به عدم‌نیاز آنها برای انجام تحقیقات گسترده به‌منظور کسب و جذب فناوری‌های روز دنیا منجر شده است (کاراکایا و همکاران^۳، ۲۰۱۸؛ کوشنیر و همکاران^۴، ۲۰۲۰؛ وسلینگ و همکاران^۵، ۲۰۱۷). موضوعی که در زنجیره فولاد ایران به دلیل وابستگی بالا به گاز طبیعی دیده می‌شود. برای مثال، یارانه‌های آب و انرژی که صنعت فولاد می‌گیرد تا محصول خود را به قیمت رقابتی به بازار جهانی صادر کند، سبب وابستگی بالای صنعت به منابع طبیعی شده است، طوری که اگر یارانه انرژی از این صنایع دریغ شود، به‌هیچ‌وجه نمی‌توانند به فعالیت خود ادامه دهند. در این رابطه، ضعف راهبردهای وزارت صمت در فرارسی و عدم برنامه‌ریزی برای رقابت‌پذیر کردن صنعت فولاد در حذف

1 . Turn-Key

2 . Joint Venture (JV)

3 . Karakaya et al.

4 . Kushnir et al.

5 . Wesseling

یارانه‌ها از جمله عواملی است که به این وابستگی به مسیر در صنعت دامن می‌زند. وزارت صمت به‌عنوان بدنه سیاستگذاری صنعت فولاد با ارائه دلایل کافی در ارتباط با کاهش یا حذف یارانه‌های انرژی که به زیانده‌شدن بخش‌هایی از زنجیره فولاد از جمله فولادسازان با کوره بلند، شرکت‌های نورد و فولادسازان کوره القایی منجر می‌شود، پرداختن به این موضوع را از نیازهای حال و آینده صنعت نمی‌داند.

در مطالعه حاضر، پس از استخراج عوامل مؤثر بر ناکامی فرارسی فناوریانه در زنجیره فولاد، براساس اولویت خبرگان در گروه کانونی، پیشنهادهایی برای کمک به ارتقای فرارسی فناوریانه در بخش‌هایی از زنجیره فولاد ایران ارائه شد. از مهم‌ترین نوآوری‌های پژوهش حاضر، بررسی دلایل ناکامی فرارسی فناوریانه در صنعت موردنظر بوده است زیرا بسیاری از مطالعات فرارسی فناوریانه بر روی موارد موفق متمرکز بوده‌اند. پژوهش حاضر نشان داد که اگرچه صنعت فولاد ایران توانسته است در بخش آهن‌سازی به برخی موفقیت‌های فناوریانه دست یابد، اما پیشرفت‌های فناوریانه در کل زنجیره فولاد هنوز اعمال نشده است و این در حالی است که در بخش آهن‌سازی نیز توسعه فناوری رخ نداده است بلکه یادگیری مبتنی بر مهندسی معکوس و با استفاده از راهبرد فرارسی فناوریانه دنبالگر/ پرشی اتفاق افتاده است. بنابراین، به منظور حرکت بخش‌های مختلف زنجیره فولاد از الگوی دنبالگر به الگوی پرشی و همچنین تغییر در الگوی دنبالگر/ پرشی بخش آهن‌سازی به الگوی خلق مسیر، نیاز است برخی چالش‌های اصلی این صنعت حل شوند.

بر این اساس، مهم‌ترین اقدامات پیشنهادی عبارت‌اند از: ایجاد ساختار تحقیق و توسعه یکپارچه، تمرکز بر توسعه و تنوع‌بخشی محصولات، توسعه فناوری از طریق همکاری با کشورهای دیگر، ایجاد مراکز تحقیقات دولتی، ایجاد نهادهای واسطه، قیمت‌گذاری مناسب انرژی، اصلاح بوروکراسی، ایجاد تیم‌های ناهمگون از بخش‌های مختلف، درگیر کردن بازیگران مختلف در فرآیندهای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری و همچنین سیاست‌گذاری مناسب توسط دولت.

در این پژوهش دو دسته محدودیت به پیچیده‌شدن فرآیند جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات منجر شد: مورد اول، کمبود مطالعات پژوهشی در ارتباط با موضوع و مورد دوم، تعارض ناشی از جهت‌گیری فرهنگی و مقاومت‌های صاحب‌ه‌شوندگان در پاسخ به برخی سوالات و دسترسی محدود به داده‌های موردنیاز در پژوهش.

با توجه به اینکه عوامل مختلفی که بر ناکامی فرارسی فولاد از پژوهش حاضر استخراج گردیده است، پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی، این عوامل با تعمیق بیشتری مورد بررسی قرار گرفته و به‌منظور برون‌رفت از آنها، پیشنهادات سیاستی مناسب با نظر خبرگان استخراج گردد.

منابع

- Ahmadvand, E., Salami, S. R., Tabatabaein, S. H., & Bamdad Soofi, J. (2018). Windows of opportunity for catch up in nanofibers technology in Iran from a sectoral systems of innovation perspective [In Persian]. *Innovation Management Journal*, 7(3), 1-28. http://www.nowavari.ir/article_87695.html
- Almudi, I., Fatas-Villafranca, F., & Izquierdo, L. R. (2012). Innovation, catch-up, and leadership in science-based industries. *Industrial and Corporate Change*, 21(2), 345-375. <https://doi.org/10.1093/icc/dtr041>
- Altenburg, T., Schmitz, H., & Stamm, A. (2008). Breakthrough? Chinas and India's transition from production to innovation. *World development*, 36(2), 325-344. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.06.011>
- Amsden, A. (1989). *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0195076036.001.0001>
- Attarpour, M., Kazazi, A., Elyasi, M., & Bamdad Soofi, J. (2018). A model for promoting technological learning for innovation ambidexterity development: A case study of Iran Steel Industry [In persian]. *Journal of Improvement Management*, 12(3), 45-69. http://www.behboodmodiriat.ir/article_81012.html
- Chang, H. J. (1994). *The political economy of industrial policy*. St. Martin Press. <https://doi.org/10.1057/9780230379329>
- Cooper, C. (1991). *Are innovation studies on industrialized economies relevant to technology policy in developing countries?* [UNU/INTECH Working Paper No. 3]. The United Nations University. https://archive.unu.edu/hq/library/Collection/PDF_files/INTECH/INTECHwp03.pdf
- Ernst, D. (1998). Catching-up crisis and industrial upgrading: Evolutionary aspects of technological learning in Korea's electronics industry. *Asia Pacific Journal of Management*, 15(2), 247-283. <https://doi.org/10.1023/A:1015493615652>
- Hansen, T., & Hansen, U. E. (2020). How many firms benefit from a window of opportunity? Knowledge spillovers, industry characteristics, and catching up in the Chinese biomass power plant industry. *Industrial and Corporate Change*, 29(5), 1211-1232. <https://doi.org/10.1093/icc/dtaa008>
- Hobday, M. (1995). *Innovation in East Asia: The challenge to Japan*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.2307/2943369>

- Iranian Mines and Mining Industries Development and Renivation Organization [IMIDRO]. (2017). *PERED, An Iranian technology in the Steel industry*. http://chilanonline.com/wp-content/uploads/pered_chilan.pdf
- Intarakumnerd, P., Chairatana, P. A., & Tangchitpiboon, T. (2002). National innovation system in less successful developing countries: The case of thailand. *Research policy*, 31(8-9), 1445-1457. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00074-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00074-4)
- Jin, B. (2019). Country-level technological disparities, market feedback, and scientists' choice of technologies. *Research Policy*, 48(1), 385-400. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.09.007>
- Kang, H., & Song, J. (2017). Innovation and recurring shifts in industrial leadership: Three phases of change and persistence in the camera industry. *Research Policy*, 46(2), 376-387. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.09.004>
- Karakaya, E., Nuur, C., & Assbring, L. (2018). Potential transitions in the iron and steel industry in Sweden: Towards a hydrogen-based future? *Journal of Cleaner Production*, 195, 651-663. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.142>
- Kenney, M., Breznitz, D. & Murphree, M. (2013). Coming back home after the sun rises: Returnee entrepreneurs and growth of high-tech industries. *Research Policy*, 42(2), 391-407. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.08.001>
- Kushnir, D., Hansen, T., Vogl, V., & Ahman, M. (2020). Adopting hydrogen direct reduction for the Swedish steel industry: A technological innovation system (TIS) study. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118-185. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118185>
- Kim, L. (1997). The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. *California Management Review*, 39(3), 86-100. <https://doi.org/10.2307/41165900>
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World development*, 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Lee, K. (2005). Making a technological catch-up: Barriers and opportunities. *Asian Journal of Technology Innovation*, 13(2), 97-131. <https://doi.org/10.1080/19761597.2005.9668610>
- Lee, K. & Lim. C. (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: Findings from the Korean industries. *Research policy*, 30(3), 459-483. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00088-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00088-3)

- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.09.006>
- Lundvall, B. A. (2016). *The learning economy and the economics of hope*. Anthem Press London. https://doi.org/10.26530/oopen_626406
- Majidpour, M. (2016). Technological catch-up in complex product systems. *Journal of Engineering and Technology Management*, 41, 92-105.
<https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.07.003>
- Mengis, H. (2021). The role of individuals, incumbents, and failure in catch-up processes: A systematic literature review. *Technology Analysis & Strategic Management*, 33(1), 84-108. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1790515>
- Ministry of industry and trade. (2010). *Turkish Industrial Strategy Document 2011-2014*. Republic of Turkey.
https://www.ab.gov.tr/files/haberler/2011/turkish_industrial_strategy.pdf
- Park, K. H., & Lee, K. (2006). Linking the technological regime to the technological catch-up: Analyzing Korea and Taiwan using the US patent data. *Industrial and Corporate Change*, 15(4), 715-753. <https://doi.org/10.1093/icc/dtl016>
- Rahmani, S., Alizadeh S., Mohsen, V., Khatir, M., & Majidpour, M. (2019). Analysis of Iran steel industry technology gap with selected countries [In Persian]. *Journal of Executive management*, 11(22), 87-114.
<https://dx.doi.org/10.22080/jem.2020.17125.2986>
- Shan, J., & Jolly, D. (2011). Patterns of technological learning and catch-up strategies in latecomer firms: Case study in China's telecom-equipment industry. *Journal of Technology Management in China*. 6(2), 153-170.
<https://doi.org/10.1108/17468771111142964>
- Sharif, F., Shafia, M. A., & Bonyadi Naeini, A. (2016). Investigating the factors affecting the success of technological catch-up process in Iran's software industry with emphasis on the role of technological capability. *6th International Conference on New Research in Management, Economics and Accounting*.
<https://scholar.conference.ac/index.php/download/file/task-sendlink/index.php?action=download&view=file&id=9647>.
- The Ministry of Steel. (2017). *National Steel policy report*. India.

<https://steel.gov.in/sites/default/files/draft-national-steel-policy-2017.pdf>

Wesseling, J. H., Lechtenbohmer, S., Ahman, M., Nilsson, L. J., Worrell, E., & Coenen, L. (2017). The transition of energy intensive processing industries towards deep decarbonization: Characteristics and implications for future research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 1303-1313.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.156>

Westphal, L. E. (1999). Reflections on Korea's acquisition of technological capability. In L. Kim (Ed.), *Learning and innovation in economic development* (pp. 38-92). Edward Elgar. <https://works.swarthmore.edu/fac-economics/322/>

Wordsteel Association. (2021). 2021 world steel in figures.

<https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:976723ed-74b3-47b4-92f6-81b6a452b86e/World%2520Steel%2520in%2520Figures%25202021.pdf>

Xie, W. (2004). Technological learning in China's colour TV (CTV) industry. *Technovation*, 24(6), 499-512. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00076-7](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00076-7)