

Drawing a roadmap to facilitate and accelerate the occurrence of technological catch-up in the Iranian petrochemical industry

Abolghasem Farsi^۱, Manouchehr Manteghi^۲, Hasan Farsijani^۳, Changiz Valmohammadi^۴

1- PhD candidate of Technology Management, Faculty of Management, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran.

2- Professor, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

3- Associate Professor, Faculty of Management, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

4- Associate Professor, Faculty of Management and Accounting, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran.

Abstract:

Today, the degree of economic efficiency is affected by the levels of technological capabilities, determines the position, level of competitiveness and differentiation of the economies of countries or two competing industrial sectors, Its effects are palpable in the extent of their integration into global value chains and market share. In this research, first the accumulation of technological capabilities of firms in advanced and latecomers has been studied and then studies have focused on explaining and analyzing the technological gap of Iran's petrochemical industry and providing a policy framework to fill this gap. A review of the research background shows that there is no comprehensive and integrated framework for identifying technological capabilities and firms in the catch-up process have used various models in accordance with their technological ecosystem. The knowledge-enhancing contribution of this research is the identification of technological capabilities and effective components in the catch-up stages of the petrochemical industry, which in this regard by examining, comparing and combining the findings resulting from the research background, and using case study method and theme analysis, an attempt has been made to identify the technological capabilities required in the steps of technological catch-up. Determining the extent of technological gap in the industry, typology of capabilities, comparing the catch-up process of latecomers chemical firms with leading ones, identifying the dimensions of required technological capabilities and policy factors and requirements affecting catch-up, and providing a policy framework to fill the technology gap are some of the achievements of this study. Policy-making to be used in petrochemical industry development plans.

Keywords: Technological gap, Technological capabilities, Innovation, Technological catch-up, petrochemical industry

DOI: 10.22034/jmi.2022.312675.2689

۱. darush.farsi@gmail.com

۲. ☎ Corresponding author: manteghi@guest.ut.ac.ir

۳. h-farsi@sbu.ac.ir

۴. valmohammadi@yahoo.com



ترسیم رهنگاستی برای تسهیل و تسریع وقوع همپایی فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران

دوره ۱۶ شماره ۲ (پیاپی ۵۶) نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۲) صفحات ۳۴-۱
تابستان ۱۴۰۱

- ابوالقاسم فارسی^۱ دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد تهران جنوب دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
- منوچهر منطقی^۲ استاد دانشکده مدیریت و فناوری های نرم، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.
- حسن فارسیجانی^۳ دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
- چنگیز والمحمدی^۴ دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

امروزه میزان بازده اقتصادی متأثر از سطوح قابلیت‌های فناورانه، تعیین‌کننده جایگاه، سطح رقابت‌پذیری و تمایز اقتصاد کشورها و یا دو بخش صنعتی رقیب، از یکدیگر است که آثار آن در میزان تنیدگی آن‌ها در زنجیره‌های ارزش جهانی و سهم بازار قابل‌لمس است. در این پژوهش ابتدا نحوه انباشت توانمندی‌های فناورانه بنگاه‌ها در جوامع پیشرو و متأخر، موردبررسی قرار گرفته و سپس مطالعات حول تبیین و تحلیل شکاف فناورانه صنعت پتروشیمی ایران و ارائه یک رهنگاست جهت پر کردن این شکاف برای وقوع همپایی فناورانه متمرکز شده است. بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد، چارچوب یکتا و مشخصی برای شناسایی قابلیت‌های فناورانه وجود نداشته و بنگاه‌ها در فرآیند همپایی، متناسب با زیست‌بوم فناورانه خود از مدل‌های گوناگونی بهره برده‌اند. سهم دانش‌افزایی این پژوهش شناسایی قابلیت‌های فناورانه و مؤلفه‌های مؤثر در مراحل همپایی صنعت پتروشیمی است که در این راستا با بررسی، مقایسه و ترکیب یافته‌ها، منتج از پیشینه پژوهش و با استفاده از روش پژوهش موردی و تحلیل تم، تلاش شده است تا توانمندی‌های فناورانه موردنیاز در گام‌های همپایی فناورانه صنعت شناسایی گردد. تعیین میزان شکاف فناورانه صنعت، گونه شناسی توانمندی‌ها، مقایسه فرآیند همپایی شرکت‌های شیمیایی متأخر با پیشرو، شناسایی ابعاد توانمندی‌های فناورانه موردنیاز و عوامل و الزامات سیاستی مؤثر بر همپایی، و ارائه چارچوب سیاستی پر کردن شکاف فناورانه، از دستاوردهای این پژوهش است که می‌تواند جهت سیاست‌گذاری در برنامه‌های توسعه صنعت پتروشیمی استفاده گردد.

واژگان کلیدی: شکاف فناورانه، قابلیت‌های فناورانه، نوآوری، همپایی فناورانه، صنعت پتروشیمی

۱. darush.farsi@gmail.com

۲. مسئول مکاتبات: manteghi@guest.ut.ac.ir

۳. h-farsi@sbu.ac.ir

۴. valmohammadi@yahoo.com

۱- مقدمه

در قرن گذشته قدرت رقابتي كشورها عمدتاً بر اساس دسترسى، استخراج و استفاده مؤثر از مواد خام، نيروى كار، سيستم حمل و نقل و منابع سرمايه‌اى استوار بود. اين نهاده‌ها هرچند در عصر كنونى نيز از اهميت برخوردارند، ولى امروزه نوآورى‌هاى فناورانه و نقش آن‌ها در ارائه محصولات نوآورانه بازار محور، نقش اساسى در كسب مزيت رقابتي بنگاه‌هاى اقتصادى كشورها بر عهده‌دارند (Tidd & Bessant, 2009). تمرکز بر مزيت‌هاى نسبى و غافل شدن از رشد سريع فناورى، باعث مى‌شود كه بسيارى از بنگاه‌ها، پيشتازى خود را از دست دهند (Lee & Malerba, 2017)، كه در اين راستا در ادبيات توسعه اقتصادى همواره اين موضوع نظر محققين و نظريه‌پردازان را به خود جلب نموده است، كه چرا برخى كشورها مسير توسعه را سريع‌تر پيموده‌اند درحالى كه بسيارى از كشورها در اين فرآيند عقب‌مانده‌اند؟ در راستاى پاسخ به اين سؤال، نتايج مطالعات بسيارى از محققين بر ارتقاء توانمندى‌هاى فناورانه و نقش اساسى آن بر رقابت‌پذيرى و رشد پايدار بخش صنعت تأكيد مى‌نمايد (Guo et al., 2019)، كه در همين راستا نتايج پژوهش لى و ليم (2011) افزايش پايدار در سهم بازار را درگرو ارتقاء قابليت‌هاى فناورانه شناسايى نموده و رقابت‌پذيرى بدون اين مؤلفه را بسيار مشكل و اتكا بر مزيت‌هاى نسبى رقابت‌پذيرى پايدار نخواهند ماند (Lee & Lim, 2001).

بسيارى از نظريه‌پردازهاى توسعه اقتصادى معتقدند همپايى از سطح بنگاه‌ها شروع شده و تجربه‌هاى موفق تعدادى از بنگاه‌ها به سرعت به ساير بنگاه‌ها سرايت نموده و با يادگيرى، بهره‌ورى كل عوامل صنعت افزايش و منجر به ايجاد پنجره‌هاى فرصت جديد شده و آنگاه فرآيند همپايى آغاز مى‌شود (Lall, S., 1992, 1987)، (سوزنچى كاشانى و صفدرى رنجبر، 2019). در اين راستا توسعه محصولات و سيستم‌هاى پيچيده اى همچون صنعت پتروشيمي كه شكل دهنده ستون فقرات اقتصاد بوده و فناورى‌هاى گسترده‌اى را مشمول مى‌شوند؛ مى‌تواند باعث بسيج همگانى منابع و ظرفيت‌هاى ملى و تحريك نوآورى در سطح وسيعى از زيست‌بوم شده و فرآيند همپايى آغاز گردد.

بررسى شاخص‌هاى اقتصادى و فناورانه صنعت پتروشيمي ايران نشان مى‌دهد، اين صنعت عليرغم برخوردارى از مزيت‌هاى نسبى ويژه، نسبت به رقبا در وضعيت مناسبى نبوده و روند توسعه فعلى رقابت‌پذيرى پايدار را تضمين نخواهد كرد. مطالعه راهبردهاى توسعه دوره‌هاى گذشته اين صنعت نشان مى‌دهد، توسعه‌اى اين صنعت عمدتاً مبتنى بر بهره‌بردارى از منابع بوده كه با سرمايه‌گذارى سنگين و فناورى خارجى عمدتاً تكرارى شكل گرفته است و پيامد اين الگو توسعه ايجاد شكاف فناورانه و فاصله گرفتن از بازيجران اصلى بوده است. از منظر اسناد بالادستى توسعه كشور، در افق 1404 صنعت پتروشيمي بايد اولين توليدكننده محصولات با ارزش در منطقه باشد و به جايگاه اول فناورى منطقه دست يابد، اين درحالى است كه بررسى روند شاخص‌هاى صنعت، دستيابى به اين هدف را تائيد نمى‌نمايند و لازم است مسير توسعه صنعت اصلاح گردد كه در اين راستا سؤالاتى به شرح ذيل مطرح

می‌گردد: «عوامل فناورانه مؤثر بر همپایی و ترسیم ره نگاشتی برای تسهیل و تسریع وقوع همپایی فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران چگونه است؟». «وضعیت شاخص‌های تبیین‌کننده شکاف فناورانه چگونه است؟». بر این اساس در این پژوهش برای درک و تبیین بهتر و بررسی عمیق موضوع موردتحقیق همچنین به لحاظ اهمیت دیدگاه‌های خبرگان جامعه پژوهش درشناسایی راهبردها و ارائه چارچوب سیاستی مناسب از روش پژوهش کیفی بهره گرفته می‌شود. لذا ابتدا با مطالعه نتایج پیشین ادبیات پژوهش، بررسی مدل‌ها و نظریات همپایی و همچنین تجربیات ملی و بین‌المللی، عوامل مؤثر بر همپایی شناسایی و بررسی می‌شوند سپس با استفاده از راهبرد مطالعه موردی، با بررسی زیست‌بوم صنعت پتروشیمی ایران چالش‌ها، نقاط قوت و ضعف صنعت شناسایی شده و به‌منظور تبیین و تعیین میزان شکاف فناورانه بین صنعت پتروشیمی ایران با پیشروان بین‌المللی، با استفاده از رویکرد شاخص‌ها که مشتمل بر جمع‌آوری مجموعه‌ای از شاخص‌ها که جنبه‌های مختلف نوآوری و سطح فناوری را شرح می‌دهند، میزان شکاف فناورانه صنعت مشخص می‌شود. پس‌از آن با نتایج به‌دست‌آمده پرسش‌هایی در راستای سؤالات اصلی پژوهش طراحی و از طریق مصاحبه، نظر خبرگان این صنعت حول سؤالات پژوهش دریافت و سپس با روش تحلیل تم، مؤلفه‌ها و عوامل مؤثر بر همپایی شناسایی شد و درپایان ره نگاشت وقوع همپایی فناورانه صنعت ارائه می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- مروری بر مفهوم همپایی

از نیمه دوم قرن بیستم در ادبیات توسعه اقتصادی مفهومی تحت عنوان همپایی فناورانه با تئوری‌های خاص خود شکل گرفت که با توجه به تمرکز آن به روش‌های کاهش شکاف فناورانه، نظر بسیاری از سیاست‌گذاران عرصه توسعه اقتصادی را درکشورهای متأخر به خود جلب نمود. هدف مدل‌های همپایی فناورانه ایجاد رشد و دسترسی سریع به فناوری‌های توسعه‌یافته و ایجاد رشد اقتصادی درکشورهای متأخر است. در ادبیات همپایی انواع مختلفی از همپایی نظیر همپایی فناورانه، همپایی بازار و یا همپایی اقتصادی مطرح است. همپایی اقتصادی به فرایندی اطلاق می‌شود که در آن کشورهای دیر توسعه‌یافته شکاف درآمدی خود را با کشورهای پیشرو کاهش می‌دهند ولی در همپایی فناورانه، کشورها با ارتقاء قابلیت‌های فناورانه و کاهش شکاف فناورانه به همپایی می‌رسند (Odagiri, H., Goto, A., Sunai, A., Nelson, R., ۲۰۱۰). به اعتقاد نقی‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) همپایی فناورانه یک الگوی از پیش تعیین‌شده نیست؛ به عبارتی همپایی با توجه به ویژگی‌های هر منطقه یا بنگاه می‌تواند متفاوت باشد، هر کشوری دارای عناصر فرهنگی و اجتماعی خاص خود است که تحت شرایط خاصی می‌تواند آن را به پیشرفت برساند و تحت شرایط دیگری، همین عوامل می‌تواند مانع رشد آن‌ها گردد (Geertz, 1963). از سویی مطالعات همپایی کشورها نشان می‌دهد، همپایی یک کشور

نمی‌تواند مستقل از شرایط بین‌المللی به وقوع بپیوندد و برخی شرایط بین‌المللی که مناسب برخی کشورها است، برای برخی کشورها ممکن است مناسب نباشد (Abramovitz, 1986).

تعاریف مختلفی از همپایی توسط محققین بیان شده است. سرکیسیان (۲۰۰۵) همپایی فناورانه را فرایندی می‌داند که طبق آن کشورها یا سازمان‌هایی که از مرز فناورانه عقب می‌باشند، کوشش می‌کنند شکاف فناورانه خود را کمتر کنند. شکاف فناوری نشان‌دهنده تفاوت پیشرفت فناوری در بین دو صنعت رقیب در کشورهای مختلف است که به دلیل عدم انتشار مساوی و یکنواخت فناوری در جهان ایجاد می‌شود. برخی نظریه‌پردازان معتقدند همپایی فناورانه با بهبود قابلیت‌های فناورانه، سریع‌تر می‌تواند باعث کاهش شکاف فناورانه گردد و به اعتقاد لی و لیم همپایی فناورانه ممکن است همپایی بازار را نیز در پی داشته باشد. ایشان معتقدند کشورهای که قصد همپایی دارند، باید با اتخاذ سیاست‌های علمی و فناوری، صنعتی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و حکمرانی مناسب و طراحی یک مدل مناسب، بر نارسایی‌های ساختار اقتصادی غلبه نموده و با کاهش شکاف، عقب‌ماندگی فناوری خود را جبران نمایند. هرچند کشورهای در حال توسعه از لحاظ فناوری از کشورهای توسعه‌یافته عقب‌تر می‌باشند، اما آن‌ها می‌توانند از مزیت‌های جدیدالورود بودن، برای توسعه فناوری خود استفاده نموده و با یادگیری از تجارب دیگران بدون ایجاد مجدد فناوری، در زمان کوتاه‌تر و هزینه مناسب‌تر به فناوری‌های موردنیاز دست یابند (Lim, C., Lee, k, ۲۰۰۱). بررسی پیشینه توسعه اقتصادی در نقاط مختلف جهان، نشان می‌دهد پس از همپایی کشورهای اروپایی، همپایی کشورهای شرق آسیا نمونه‌های موفق در این زمینه بوده است، که پس از موفقیت‌ها، در خصوص علت موفقیت این کشورها دو مکتب فکری شکل گرفت. نظریه‌پردازان دیدگاه اول، معتقدند که انباشت سرمایه‌های فیزیکی و انسانی نقش اساسی در رشد اقتصادی این کشورها بر عهده داشته و ارزیابی ضعیفی از نقش عامل یادگیری در این فرآیند دارند. طرف داران دیدگاه مکتب دوم، بر رویکرد ایجاد زیرساخت‌ها، جذب و یادگیری بی‌امان فناورانه تأکید داشته و نوآوری، کارآفرینی و ریسک‌پذیری را در فرآیند همپایی دخیل می‌داند و استدلال می‌کنند در مکتب قبلی این فعالیت‌ها نادیده گرفته شده که می‌تواند منجر به نتایج ناموفق گردد (Nelson, ۱۹۹۹). در همین راستا هابدی (۱۹۹۵) علت موفقیت فرآیند همپایی این کشورها را در همکاری فناورانه، ارتقاء قابلیت‌ها و ضرورت نوآوری می‌داند. مطالعات پتی و همکاران (۲۰۲۱) که بر روی روش‌های همپایی شرکت‌های ویتنامی انجام شد نیز نشان می‌دهد، این شرکت‌ها همگی از یک مدل نوآوری تدریجی مبتنی بر نوآوری‌های «ترم» مدل کسب‌وکار پیروی می‌کنند که در این فرآیند عمدتاً بنگاه‌ها ارتباط تنگاتنگی با مشتری برقرار نموده و با انطباق فناوری با نیازهای بازار محلی، محصولات با نوآوری جزئی را عرضه می‌نمایند. به عبارتی در این شرکت‌ها نوآوری‌های محصولی، عمدتاً مبتنی بر انطباق‌های اصلاحی محصولات و فن‌آوری‌های موجود برای توسعه محصول جدید مبتنی بر بازار است و می‌توان بیان نمود مدل‌های کسب‌وکار این شرکت‌ها ترکیبی، مدولار و تطبیقی است (Petti, et al., 2021).

سیاست‌ها و حکمرانی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته که عمدتاً با تکانه‌های سیاسی و تغییرات زیاد حوزه حکمرانی مواجه هستند، از دیگر عوامل پراهمیت در فرآیند همپایی است و سیاست‌های دولت نقش پررنگی در فرآیند همپایی فناوریانه صنعت بازی می‌کند (Hobday, 1994). در همین راستا لی و مالربا (۲۰۱۷) معتقدند، دولت‌ها از طریق ایجاد زمینه برای گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه، اصلاح قوانین و مقررات و تسهیلگری، معافیت‌های مالیاتی و مشوق‌های صادراتی، یک فضای رقابتی نامتقارن برای شرکت‌های داخلی در مقابل بازیگران بین‌المللی ایجاد می‌نمایند، که باعث گشوده شدن پنجره‌های «سیاست‌ها و نهادها» به روی شرکت‌های داخلی می‌شود (Lee, K., Malerbal, 2017)، که این عوامل نقش مهمی در فرآیند همپایی بنگاه‌های متأخر بر عهده دارند. نقش مفهوم پنجره‌های فرصت در همپایی اولین بار در مقاله‌ای تحت عنوان "همپایی در فناوری: موانع ورود و پنجره‌های فرصت" معرفی شد (Perez & Soete, 1988) سپس لی و مالربا (۲۰۱۷) با بهره‌گیری از دیدگاه نظام‌های نوآوری بخشی و همچنین مفهوم پنجره‌های فرصت به مطالعه نحوه شکل‌گیری چرخه‌های همپایی در شش صنعت، شامل تلفن همراه (Giachetti, C., Marchi, G., 2017)، دوربین عکاسی (Kang, H., Song, J., 2017) هواپیماهای جت منطقه‌ای (Vertesy, D., 2017)، فولاد (Lee, K., Ki, J. H., 2017)، حافظه‌های نیمه‌رسانا (Shin, J. S., 2017) و نوشیدنی (Morrison, 2017) پرداخته‌اند. ایشان معتقدند که بنگاه‌ها و کشورهای متأخر می‌توانند از طریق بهره‌برداری از پنجره‌های فرصت فناوری، نهاد/سیاست و تقاضا اقدام به همپایی فناوریانه در یک بخش صنعتی نموده و از پیشگامان آن صنعت پیشی بگیرند. در همین راستا به اعتقاد صفدری رنجبر و همکاران (۱۳۹۷) در ایران گشوده شدن پنجره فرصت بازار داخلی، پنجره فرصت سیاست‌ها و نهادها و پنجره‌های فرصت بازارهای خارجی نقش اساسی در موفقیت همپایی فناوریانه صنعت توربین‌های گازی داشته است. لذا علاوه بر قابلیت‌های فناوریانه، سیاست‌ها و حکمرانی در فرآیند همپایی بنگاه‌های متأخر از مؤلفه‌های بااهمیت است که باید مدنظر قرار گیرد. خلاصه برخی از مطالعات انجام‌شده در حوزه قابلیت‌های فناوریانه و گونه شناسی این توانمندی‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

بررسی پیشینه مطالعات حوزه همپایی نشان می‌دهد، پژوهش‌های متعددی حول عوامل مؤثر بر توسعه نظام‌های فناوریانه انجام‌شده است (کیا مهر، ۲۰۱۷) ولی در بیشتر این مطالعات به کارکردهای اصلی نظام مدیریت فناوری نظیر خلق، اکتساب و بهره‌برداری از فناوری یا انتقال فناوری، پرداخته شده است و نقش ایجاد و توسعه توانمندی‌های فناوریانه در فرآیند همپایی نادیده گرفته شده است (آراستی و همکاران، ۱۴۰۰)، که بررسی پیشینه پژوهش در صنعت پتروشیمی نیز مؤید همین رویکرد است. به عبارتی در مطالعات پیشین همپایی، عمدتاً به انتقال یک‌سویه فناوری‌های سخت تمرکز شده و از مقوله فناوری‌های نرم و پیچیدگی‌های این فرآیند و چگونگی توانمندسازی گیرنده فناوری تا حد زیادی غفلت شده است (Perez & Soete, 1988)، چنین تفکری باعث شده قابلیت‌های فناوریانه کشور گیرنده فناوری ارتقاء نیابد و شکاف فناوریانه در گذر زمان بین کشورهای متأخر و پیشرو بیشتر گردد.

جدول ۱: خلاصه تعدادی از پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه توانمندی‌های فناوریانه

محقق/نظریه پرداز	سال	هدف پژوهش	گونه شناسی
باقری و همکاران	۱۴۰۰	همپایی صنعت فولاد کره جنوبی	نقش موثر رهبری تحول آمیز، توسعه فناوری، توسعه فرآیندهای نوآوری و مدیریت جهانی در فرآیند همپایی
پنی و همکاران	۲۰۲۱	روش های همپایی شرکت های ویتنامی	مدل نوآوری تدریجی مبتنی بر نوآوری های نرم و یا مدل ترکیبی، مدولار و تطبیقی مبتنی بر بازار
ملکی کریم‌آباد و همکاران	۱۳۹۸	بررسی مدل همپایی صنعت دریایی ایران	ارزیابی مؤلفه یادگیری به شیوه مهندسی معکوس و استفاده از دانش ضمنی متخصصین به عنوان عوامل مهم در فرایند همپایی فناوریانه
کیامهر	۲۰۱۷	الگوهای ساخت و انباشت قابلیت های فناوریانه در محصولات CoPS (توربو کمپرسور)	سرمایه گذاری و توسعه فعالیت های تحقیق وتوسعه متضمن دست‌یابی به دانش پیچیده توام با نوآوری های اساسی و استراتژیک است
لی ویون	۲۰۱۵	بررسی همپایی فناوریانه صنعت هواپیماهای نظامی	شناسایی فرآیندهای انتقال فناوری، تولید مشترک، یادگیری تعاملی، بازطراحی و بومی سازی فناوریبه عنوان عوامل کاهش دهنده شکاف فناوری
مجیدپور	۲۰۱۷	بررسی فرآیند همپایی مینا در توربین های گازی	بهبود قابلیت‌های تکنیکی و زیر ساختی، استفاده از بازار داخلی به عنوان پیشران، سیاست های حمایتی دولتی، تعامل فناوریانه و انتقال فناوری، اهرم کردن منابع برای انتقال فناوری، شبکه سازی، توجه به سرمایه های اجتماعی از عوامل موفقیت همپایی فناوریانه مینا است
خیابو و همکاران	۲۰۱۰	تبیین مدل پیشگامی صنایع فناوری اطلاعات و ارتباطات چین	ترکیب مؤلفه‌های بازار و فناوری از عوامل اصلی موفقیت در همپایی است. در فرایند همپایی تمرکز بر محور بازار نوآوری های محصولی، بهبود مداوم کیفیت، بهبود قابلیت‌های تکنیکی و زیر ساختی، تعامل و همکاری مشترک در تحقیق و توسعه، شناخت روندهای اجتماعی، جذب سرمایه های خارجی باید مد نظر باشد.
خیلین لیو	۲۰۰۵	بررسی مدل های همپایی شرکت های چینی	برون سپاری جهانی، تولید محصولات بازار محور، نوآوری تدریجی، نوآوری فرآیندی و محصولی، تحقیق و توسعه و ارتقاء قابلیت های فناوریانه
لعل	۲۰۰۳	بررسی عوامل موفقیت همپایی کشورهای شرق آسیا	جلب همکاری‌های مشترک در فعالیتهای تحقیق و توسعه، انگیزه‌های نوآوری، به حداکثر رساندن یادگیری، دستیابی به فناوری، حرکت سریع به سمت توسعه صنعتی، افزایش مهارت‌ها
لی و لیم	۲۰۰۱	بررسی مدل های همپایی تازه واردها	همپایی نتیجه افزایش هم‌زمان قابلیت‌های فناوریانه و سهم بازار است
نلسون و پاک	۱۹۹۹	بررسی مکاتب فکری همپایی فناوریانه	شناسایی دو دیدگاه «انباشت سرمایه‌های فیزیکی و انسانی» و «ارتقاء قابلیت های فناوریانه» در فرآیند همپایی
وونگ	۱۹۹۹	روش تسریع همپایی	ارائه راهبردهای پنج گانه تسریع همپایی فناوریانه با تاکید بر ارتقاء قابلیت های فناوریانه و یادگیری فناوریانه
بل و پابیت	۱۹۹۵	مطالعه اثر انباشت قابلیت های فناوریانه پویا در کارایی و پویایی بنگاه های متاخر	در فرآیندهای سرمایه گذاری و تولید، باید قابلیت های فناوریانه به صورت آگاهانه جهت موفقیت انباشت گردند
لی و لیم	۱۹۹۵	تبیین مدل همپایی کشورهای شرق آسیا	مدل استاندارد نوآوری برای شرکت‌های پیرومناسب ارزیابی نمی شودو مدل چرخه عمر معکوس فناوری را توصیه می شود. در فرآیند همپایی بر توسعه فناوری، همکاری فناوریانه، و تمرکز بر نوآوری‌های تدریجی تاکید شده است.
لعل	۱۹۹۲	بررسی ماهیت و عوامل توسعه فناوریانه در سطح بخش و تبیین عوامل رشد توانمندی های ملی	متفاوت بودن مسیر توسعه فناوریانه بنگاه های متاخر، رویه های گزینشی بنگاه ها تعیین کننده موفقیت یا شکست است

برخلاف این نوع تفکر، بخشی از نظریه‌پردازان همچون لی و لیم (۲۰۰۱)؛ لعل (۱۹۹۲)؛ مجیدپور (۲۰۱۶)؛ هابدی (۱۹۹۵) و نلسون و پاک (۱۹۹۹) در رویکردی توانمند محور بر یادگیری، ارتقاء ظرفیت جذب، انباشت قابلیت‌های فناوریانه بنگاه‌های متأخر تأکید دارند، که این مطالعه نیز بر مبنای

^۱ Lee, k., Lim, C.

^۲ Lall

^۳ Hobday

^۴ Nelson, R., Pack, H

تفکر نوع دوم و نقش توانمندی‌های فناورانه زیست‌بوم صنعت پتروشیمی انجام‌شده که وجه تمایز آن با بسیاری از مطالعات پیشین است. تعاریف مختلفی از قابلیت‌های فناورانه در ادبیات این مفهوم توسط اقتصاددانان و دانشمندان مطرح‌شده است. قابلیت‌های فناورانه توانمندی استفاده کارآمد از دانش فناورانه در اقدامات مختلف برای مشابه‌سازی، استفاده، وفق دادن و تغییر فناوری موجود است که این قابلیت باعث ارتقاء توانمندی شرکت در خلق فناوری و توسعه محصولات و طراحی فرآیندهای نو در راستای پاسخگویی به تغییرات محیط می‌شود (Kim, 1997). در تعریفی دیگر ونگ و همکاران (۲۰۰۶) قابلیت‌های فناورانه را مجموعه‌ای از دانش شامل دانش چگونگی اعم از تجربی و نظری، روش‌ها، رویه‌ها، تجارب و ابزار و تجهیزات فیزیکی تعریف می‌نمایند (Wong.al et, 2006). صفدری رنجبر و همکاران (۱۳۹۵) ابعاد این مفهوم را، دانش و فناوری وسیع و عمیق پیرامون زیرسیستم‌ها و ارتباط آن‌ها با یکدیگر، قابلیت‌های تحقیق و توسعه درون‌زا، قابلیت‌های اکتساب فناوری از منابع خارجی، قابلیت تطبیق و بهره‌برداری از فناوری‌ها، قابلیت‌های طراحی و مهندسی و ظرفیت جذب و قابلیت‌های یادگیری فناورانه برمی‌شمارند. به عبارتی توانمندی‌های فناورانه، مجموعه‌ای از قابلیت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری بالفعل و مجموعه‌ای از فعالیت‌هایی است که در یک سازمان قابلیت تکرارپذیری داشته و سبب توسعه فناوری می‌گردند. مطالعات متعددی در حوزه همپایی با رویکرد توانمند محور صورت گرفته است و مدل‌های مختلفی بر اساس شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست‌بوم فناوری کشور متأخر ارائه‌شده است، که نتایج این پژوهش‌ها مؤید آن است که این مدل‌ها تقریباً غیرممکن بوده و باید بر اساس زیست‌بوم فناوری صنعت متأخر مدل مناسب طراحی گردد. در این راستا میائو و همکاران (۲۰۱۸) اعتقاد دارند که یک مدل جامع و یکپارچه که توانمندی‌های خاص مراحل مختلف همپایی را تبیین نماید وجود ندارد (Miao al et, 2018). بررسی‌ها نشان می‌دهد انتقال و بهره‌برداری از فناوری‌های وارداتی در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته عمدتاً ناموفق بوده است که نامتناسب بودن فناوری وارداتی مطابق با استعدادها و قابلیت‌های کشور، جذب ناقص فناوری وارداتی، نرسیدن به سطح بالای عملکرد و کارایی، ناتوانی واردکننده فناوری در بروز نمودن و همچنین ناتوانی در تنوع‌بخشی و نوآوری برخی از دلایل این عدم موفقیت‌ها است (لعل، ۱۳۸۵). به عبارتی قابلیت‌های فناورانه یک عامل تعیین‌کننده در موفقیت همپایی فناورانه در کشورهای متأخر است. در همین راستا لی و یون (Lee&Yoon, 2015) ابعاد اکتساب توانمندی‌های فناورانه صنعت هواپیماهای نظامی در کشورهای چین، برزیل و کره جنوبی را بررسی نمودند، که بر اساس نتایج این مطالعه مشخص شد علل موفقیت چین در این فرآیند، ارتقاء قابلیت‌های فناورانه از طریق خرید و انتقال فناوری، تولید مشترک و یادگیری تعاملی، بازطراحی و کسب فناوری از مهم‌ترین عوامل موفقیت این کشور در طراحی محصول جدید بومی بوده است ولی دربرزیل و کره جنوبی به موضوع بازطراحی و بومی‌سازی کمتر توجه شده است و بیشتر به توسعه مشترک با صاحب اصلی فناوری پرداخته‌شده است.

۲-۲- سنجش توانمندی‌های فناوریانه

کشورهایی که قصد همپایی فناوریانه دارند، نیازمند سنجش سطوح قابلیت‌های فناوریانه و تعیین اولویت‌های فناوریانه موردنیاز هستند. سنجش سطوح قابلیت‌های فناوریانه فرآیندی است که به یک سازمان کمک می‌کند تا قابلیت‌ها و توانمندی‌های فناوریانه خود را برای دستیابی به اهداف برنامه‌ریزی‌شده موردبررسی و ارزیابی قرار داده و نقاط ضعف و قوت آن را در مقایسه با رقبای پیشرو و سطح مطلوب شناسایی نماید. اصولاً اقتصاددانان دو رویکرد برای تبیین و سنجش توانمندی‌های فناوریانه مدنظر قرار می‌دهند. برخی از پژوهشگران بر جنبه‌های فرآیندی قابلیت‌های فناوریانه تمرکز داشته و آن را مجموعه‌ای از فرآیندهای سازمانی در راستای تغییرات فناوریانه برمی‌شمارند (Kim, 1997) و محققین دیگر توانمندی‌های فناوریانه را از دیدگاهی خروجی محور شامل دانش و فناوری تولیدشده از طریق فعالیت‌های تحقیقاتی، رازهای تجاری و مالکیت‌های فکری مانند ثبت اختراعات و پتنت‌ها می‌دانند (Lee, et al, 2001). هدف سازمان‌ها در این راهبرد، کاهش قیمت، ارتقاء کیفیت، افزایش انعطاف‌پذیری و یا ترکیبی از آن‌هاست. همچنین از ویژگی‌های این راهبرد توسعه عمودی قابلیت‌های فرایندی است، به‌طوری‌که شرکت را قادر می‌سازد وارد زنجیره‌های جهانی شود. در این رویکرد سازمان‌ها برای ماندن در مرز تولید و فناوری نیازمند سرمایه‌گذاری مداوم بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآوری فرآیندی و محصولی هستند، بعلاوه سازمان‌ها با شبکه‌سازی و جذب تأمین‌کنندگان بر کسب مزیت رقابتی پیشرو و ایجاد اقتصاد یادگیرنده متمرکز می‌شوند. جهت سنجش توانمندی‌های فناوریانه مدل‌های مختلفی وجود دارد که آذر و همکاران (۱۳۸۹) این مدل‌ها را بر اساس ابعاد حوزه کاربرد و بعد کاربرد به‌صورت جدول (۲) تبیین می‌نمایند.

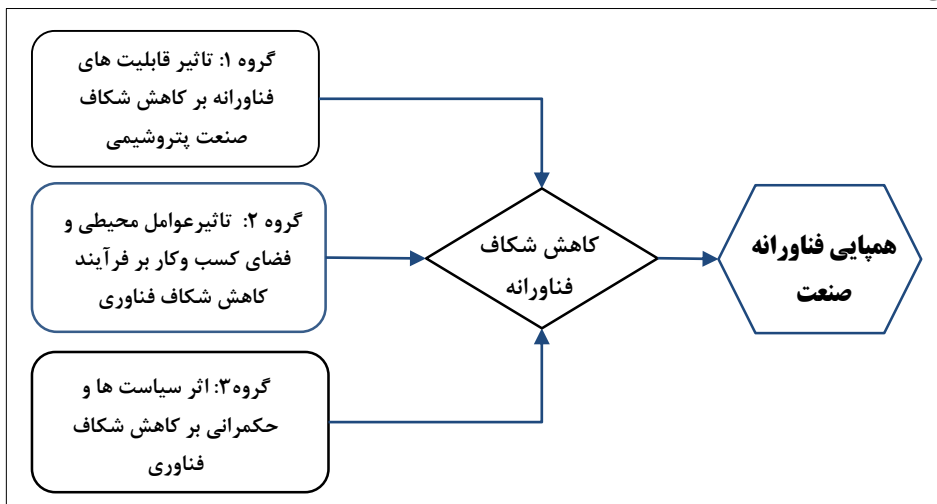
جدول ۲: طبقه‌بندی دیدگاه‌ها و مدل‌های ارزیابی توانمندی‌های فناوریانه (آذر و همکاران، ۱۳۸۹)

حوزه کاربرد	حوزه کارکرد	مدل‌های تعیین شکاف تکنولوژی	مدل‌های تعیین علل بروز شکاف	مدل‌های ارائه راهکار جهت جبران عقب افتادگی
ارزیابی توانمندی‌های فناوریانه در سطح بنگاه و ارتباط با فناوری محصول	مدل مدیریت نیازهای تکنولوژی			مدل فال، مدل مدیریت نیازهای فناوری، مدل ارزیابی نیاز، مدل لین، مدل گارسیا-آرولا، مدل سیستم های اطلاعات مدیریت علم و تکنولوژیک
ارزیابی توانمندی‌های فناوریانه در سطح بنگاه و ارتباط با فناوری فرآیند	مدل پورتر، مدل پاندا و راماناتان	مدل لیندسی و مدل فورد		
ارزیابی توانمندی فناوریانه در سطح فرابنگاهی	مدل اطلس تکنولوژی			

از اهداف اساسی سنجش فناوریانه، تعیین و سنجش میزان شکاف فناوریانه موجود و اندازه‌گیری این شکاف با سطح بین مطلوب و شناسایی علل و عوامل مؤثر بر ایجاد آن است. شکاف فناوری به تفاوت سطح فناوری به‌کاررفته با بالاترین سطح فناوری قابل‌دسترس اطلاق می‌شود و نشان‌دهنده تفاوت پیشرفت فناوریانه دو کشور، بین دو صنعت رقیب در کشورهای مختلف یا بین دو شرکت در یک صنعت است. چنین شکافی بر این موضوع دلالت دارد که فناوری در سطح جهان یکنواخت نبوده و تغییرات فناوریانه به‌سرعت و به‌صورت مساوی در جهان منتشر نمی‌شود (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۸).

رویکرد شکاف فناوری نخستین بار توسط پوسنر (Posner, 1961) با تأکید بر نقش فناوری در فرآیند رشد اقتصادی کشورها ارائه شد و سپس توسط محققینی همچون گومولکا (Gomulka, 1971)، کورنوال (Cornwall, 1976) مطرح شد. مفهوم شکاف فناوری از منظر قابلیت‌های فناورانه، دو نوع شکاف در توانایی‌های تولیدی شرکت‌ها و شکاف در توانایی ایجاد نوآوری را دربرمی‌گیرد. شکاف فناوری به دلایلی همچون رقابت بازار، نوع سیاست‌های تنظیمی دولت، ساختارهای نهادی و نوآوری، ماهیت نوآوری، انتشار دانش فنی ایجاد می‌شود و بحث در خصوص شکاف فناوری باید با انتشار دانش فنی آغاز گردد (Arestis, Sawyer, 1994). با توجه به مبحث فوق و بر اساس این رویکرد مشخص می‌شود که در سیستم اقتصاد بین‌المللی تفاوت‌های قابل‌توجهی در سطوح و روندهای فناوری وجود دارد، که این تفاوت‌ها تنها با تغییرات اساسی در ساختارهای فناورانه، اقتصادی و اجتماعی قابل‌حل هستند (Fagerberg, 1987).

توسعه چارچوب سیاستی جهت پاسخ به چالش‌های پژوهش، نیازمند یک مدل مفهومی است که بر اساس آن راهکارهای سیاستی ارائه گردد. لذا بر اساس مطالعات و نتایج پیشینه پژوهش و تجارب شرکت‌های شیمیایی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه مدل مفهومی پژوهش مطابق شکل (۱) طراحی شد.



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

بررسی‌های نشان می‌دهد، شکاف فناورانه می‌تواند تابع عوامل درونی زیست‌بوم فناورانه صنعت از قبیل کیفیت و کمیت قابلیت‌های فناورانه صنعت از جمله شاخص‌هایی که جنبه‌های مختلف نوآوری و سطح فناوری صنعت را تبیین می‌نمایند، و عوامل سطح ملی (Lee & Lim, 2001; Xiulin, LIU, 2005; Fan, P, et al., 2006; Petti, et al., 2021) ، سیاست‌ها و کیفیت حکمرانی (باقری و همکاران، ۱۴۰۰؛ خلیلی و همکاران، ۱۳۹۸؛ مجید پور، ۲۰۱۷؛ لعل، ۲۰۰۳) و همچنین فضای کسب و کار و عوامل محیطی

همچون رشد اقتصاد جهانی و پنجره‌های فرصت (Lee, K., Malerbal, F., 2017)، و همچنین محدودیت‌هایی همچون تحریم‌های اقتصادی (مجیدپور، ۲۰۱۷) باشد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

از آنجایی که پژوهشگر در پی شناسایی عوامل سیاستی مرتبط با همپایی صنعت پتروشیمی ایران است، «روش مطالعه موردی» برای انجام پژوهش انتخاب شده است. این روش پژوهشگر را قادر می‌سازد که به تحلیل و کاوش، در رابطه با موضوعات مهمی بپردازد که روش‌های دیگر پژوهش به آسانی قادر به تشخیص آن نیستند و به‌طور کلی نظریه‌های برخاسته از روش مطالعه موردی دارای نقاط قوتی همچون نو بودن، قابل آزمون بودن و اعتبار تجربی هستند که ناشی از بررسی شواهد واقعی و متعدد در واحد تحلیل پژوهش است (Eisenhardt, 1989). به عبارت دیگر استراتژی مورد کاوی یک موقعیت واقعی است که به صورت تفصیلی و با دقت کافی با بررسی و تحقیق توسط پژوهشگر تهیه شده و دربرگیرنده حقایق پیرامونی یک پدیده واقعی است که در یک سازمان واقعی رخ داده است. یین^۱ (۱۹۸۹) مطالعه موردی را یک کاوش تجربی می‌داند که از منابع و شواهد چندگانه برای بررسی یک پدیده موجود در زمینه واقعی‌اش در شرایطی که مرز بین پدیده و زمینه آن به وضوح روشن نیست، استفاده می‌شود. این استراتژی تحقیق، زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که پرسش‌های پژوهش در قالب «چگونگی و چرایی» بوده و عمدتاً روابط علی در پژوهش مدنظر باشند، بعلاوه پژوهشگر بر رویدادهای پدیده مورد مطالعه کنترلی نداشته و متعلق به زمان معاصر باشد. وی سه استراتژی «مورد کاوی اکتشافی»، «مورد کاوی تبیینی یا تفسیری» و «مورد کاوی تشریحی یا توضیحی» را برای این روش پژوهش در نظر می‌گیرد (Tellis, 1997). از آنجایی که در این پژوهش در پی شناسایی عوامل موثر بر همپایی و تبیین شاخص‌های صنعت مدنظر است، از استراتژی موردی تبیینی یا تفسیری استفاده شده است. جهت تبیین مهم‌ترین شاخص‌های نشان‌دهنده شکاف فناورانه بین صنعت پتروشیمی ایران با رقبای پیشرو در کلاس جهانی، از رویکرد گردآوری و محاسبه شاخص‌های واقعی صنعت منتج از اطلاعات و آمار شرکت ملی پتروشیمی ایران، اسناد و مدارک شرکت‌های پتروشیمی و اسناد بالادستی برنامه‌های توسعه صنعت، مقالات و پژوهش‌های بین‌المللی منتشر شده در پایگاه‌های داده معتبر و مطالعات میدانی و نظرخواهی از خبرگان استفاده شده است و از آنجایی که در نظر است عوامل مؤثر بر کاهش شکاف فناورانه و همپایی استخراج گردد، ابتدا ادبیات پژوهش و تجربیات شرکت‌های پتروشیمیایی کشورهای پیشرو رقیب به‌طور عمیق مورد بررسی قرار گرفته و پس از آن با شناسایی مؤلفه‌های اصلی زیست‌بوم صنعت پتروشیمی ایران وضعیت کنش آن‌ها در این زیست‌بوم بررسی شد. بر اساس نتایج بخش اول و سؤالات اصلی تحقیق، پرسش‌هایی مشخص و جهت‌دار پیرامون موضوع پژوهش برای مصاحبه با خبرگان جامعه پژوهش طراحی

¹Yin k. Robert

شد. روش مصاحبه نیمه ساختاریافته انتخاب و فرآیند مصاحبه با خبرگان صنعت پتروشیمی، شرکت‌های سرمایه‌گذاری و اساتید دانشگاهی انجام شد. در این‌گونه پژوهش‌ها، معیار دقیقی برای تعیین حجم نمونه وجود ندارد، لذا سعی شد مصاحبه با صاحب‌نظران و خبرگان کلیدی صورت پذیرد. پس از تنظیم پروتکل مصاحبه و هماهنگی‌های صورت گرفته، مصاحبه تخصصی با ۲۶ نفر از واجدین شرایط انجام پذیرفت و اشباع نظری حاصل شد. سپس داده‌های جمع‌آوری شده دسته‌بندی، پالایش و کدگذاری شده و سیر تکاملی کفایت داده تا ظهور یک تئوری یا مدل مفهومی اغنا کننده ادامه یافت. برای تجزیه و تحلیل مصاحبه‌ها، از «روش تحلیل تم» استفاده شد. تحلیل تم روشی انعطاف‌پذیر برای شناسایی، تحلیل و بیان الگوهای موجود درون داده‌ها است. روش تحلیل تم، مجموعه داده‌های گردآوری شده را، سازمان‌دهی و در قالب جزئیات ارزشمند توصیف می‌کند به‌طوری‌که هر تم دربردارنده مضامین مهمی درباره داده‌های مرتبط با پرسش‌های پژوهش است و بیانگر سطحی از پاسخ یا معنا در درون مجموعه داده‌ها است. برای دستیابی به تم‌ها، از دو روش استقرایی و قیاسی می‌توان استفاده نمود که در روش استقرایی تم‌های شناسایی شده، ارتباط محکمی با خود داده‌ها دارند. در این روش داده‌ها کدگذاری شده و سپس کدهای مشابه در یک تم قرار می‌گیرند. به عبارتی تم‌ها از قبل تعریف نشده‌اند و الگوها در طول تحلیل آشکار می‌شوند. اما در روش قیاسی محقق قبل از کدگذاری تم‌هایی را تعریف و سپس کدها را به تم‌ها نسبت می‌دهد. لذا می‌توان گفت تحلیل تم استقرایی داده محور و تحلیل تم قیاسی پژوهشگر محور است (Braun & Clarke, 2006). در این پژوهش از روش تحلیل تم استقرایی شش مرحله‌ای کلارک براون به شرح جدول (۳) استفاده شده است.

جدول ۳: تحلیل داده‌های پژوهش بر اساس روش تحلیل تم استقرایی شش مرحله‌ای کلارک براون

گام ۱	آشنایی با داده‌های جمع‌آوری شده	جمع‌آوری و مرتب‌سازی و آشنایی با جزئیات داده‌ها، استخراج الگوها، معانی و ایده‌های اولیه
گام ۲	کدبندی اولیه	کدگذاری اولیه داده‌ها بر اساس مضامین استخراج شده از مصاحبه‌ها که به‌طورمستقیم یا تلویحی توسط پژوهشگر از متن مصاحبه برداشت شده است.
گام ۳	جستجو و شناسایی تم‌ها	شناسایی کدهای بالقوه - تصمیم‌گیری در خصوص نحوه دسته‌بندی کدهای اولیه بر اساس صحت ارتباط معنایی با یکدیگر
گام ۴	بازبینی تم‌ها	مرور و ادغام تم‌های فرعی در تم‌های بزرگتر و استخراج و کدگذاری تم‌های اصلی - کدگذاری محوری پالایش و یکپارچه‌سازی تم‌های کدگذاری شده حول پدیده اصلی پژوهش
گام ۵	نام‌گذاری تم‌ها	نام‌گذاری تم‌های اصلی و فرعی بر مبنای محتویات تم‌ها. نام‌گذاری و کدگذاری تم‌ها به‌صورت انتخابی
گام ۶	گزارش نویسی	دسته‌بندی تم‌ها بر اساس سوالات پژوهش و تهیه گزارش تحلیلی

نمونه‌ای از کدگذاری و تحلیل اولیه یک مصاحبه با خبرگان کلیدی درگام ۵ در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴: نمونه‌ای از کدگذاری اولیه، بخشی از یک مصاحبه

شناسه	تم اصلی (نکته کلیدی)	کدگذاری اولیه	زیر مفهوم
r2	انتقال فناوری، افزایش ظرفیت جذب و توسعه فعالیت‌های تحقیق و توسعه	بومی‌سازی و نوآوری	انتقال، جذب و بومی‌سازی فناوری، تحقیق و توسعه، مهندسی معکوس، نوآوری

در این پژوهش برای اعتباربخشی به نتایج پژوهش علاوه بر تجربیات چندین ساله پژوهش‌گر و درگیری طولانی مدت وی با فضای صنعت پتروشیمی و مشاهدات مداوم او در محیط پژوهش، از نظرات و راهنمایی‌های اساتید و خبرگان در مراحل مختلف پژوهش استفاده شد. برای تعیین روایی ابزار اندازه‌گیری، از روایی محتوا استفاده شده که بدین منظور در هر مرحله از پژوهش، نظر خبرگان اخذ شد و نتایج به دست آمده بررسی و به تائید ایشان رسید. در این پژوهش به اعتبار درونی داده‌ها نیز توجه شده است، که به منظور افزایش اعتبار آن‌ها، فرآیند مصاحبه تا حصول اشباع نظری ادامه یافت، به طوری که داده‌های جدید با داده‌های قبلی جمع‌آوری شده، تفاوتی نداشته و نتایج یکسانی به دست آمد. اعتبار بیرونی از طریق تکرارپذیری نظری، نمونه مصاحبه‌شونده ایجاد می‌شود که بدین منظور کارشناسان خبره در زمینه‌های مختلف برای اطمینان از این امر انتخاب شدند تا با حذف و یا اصلاح پراکندگی‌های نامربوط به نتیجه قابل قبولی دست‌یابیم. این مهم از طریق جمعی از خبرگان کلیدی صنعت پتروشیمی و نظرخواهی از ایشان در خصوص نتایج به دست آمده انجام پذیرفت و برای رسیدن به پایایی از کمیته‌ی راهنما برای ارزیابی استفاده شد. نتایج پژوهش توسط اعضای کمیته ارزیابی که پس از اجماع کلی ایشان پایایی و تکرارپذیری نتایج مورد تائید قرار گرفت. همچنین به منظور اعتباربخشی به مدل پژوهش، نتایج برای گروهی از خبرگان تخصصی ارسال شد، که پس از بررسی و انجام اصلاحاتی، نتایج با اجماع کلی مورد تائید اعضای کمیته تخصصی قرار گرفت.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش مطالعات و نظریه‌های محققین مختلفی در حوزه همپایی با تمرکز بر قابلیت‌های فناورانه بررسی و تحلیل شد و همچنین تجارب و راهبردهای شرکت‌های شیمیایی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه در جهت کاهش شکاف فناورانه نیز مورد بررسی قرار گرفته و عوامل مؤثر بر همپایی شرکت‌های شیمیایی مستقر در ۱۲ کشور شامل آلمان، آمریکا، ژاپن، چین، سنگاپور، تایوان، هنگ کنگ، عربستان، مالزی و اندونزی بررسی و با صنعت پتروشیمی ایران مقایسه شد. نتایج نشانگر آن است راهبردهای همپایی در کشورهای توسعه‌یافته جهت حفظ و ارتقاء جایگاه رقابتی در بین رقبای

راهبردهای شرکت‌های شیمیایی مستقر در کشورهای توسعه‌یافته متفاوت است. شرکت‌های گروه اول در گذر زمان از راهبردهای مختلفی وابسته به شرایط زیست‌بوم خود در فرآیند همپایی استفاده نکرده‌اند، ولی در شرایط رقابتی فعلی جهت حفظ جایگاه رقابتی، عمدتاً بر تحقیقات رادیکال و خلق دانش و فناوری‌های نوین متمرکز بوده و به‌طور مستمر قابلیت‌های فناورانه خود را ارتقاء می‌بخشند، که نتایج آن از ابعاد مختلف در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵: مقایسه فرآیند همپایی شرکت‌های شیمیایی در کشورهای در حال توسعه با توسعه‌یافته- (نتایج پژوهش)

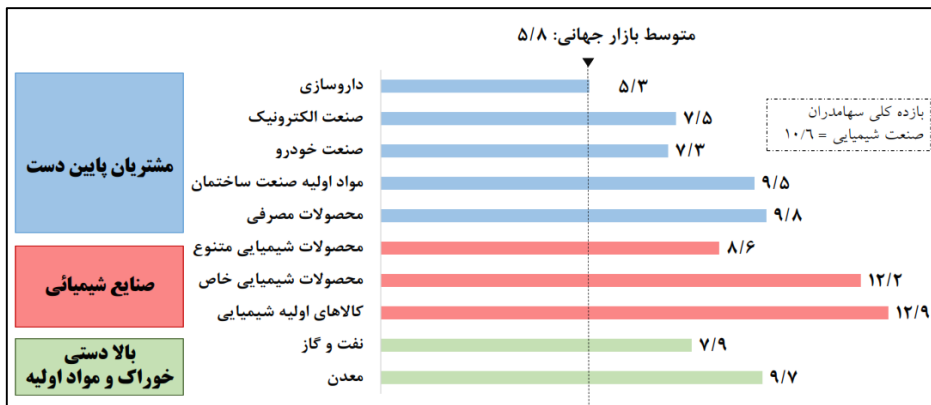
ردیف	مراحل	کشورهای در حال توسعه با درآمد پایین و متوسط	کشورهای توسعه یافته با درآمد بالا
۱	نوع همپایی	همپایی بازار	همپایی فناورانه - همپایی بازار
۲	منبع همپایی	سرمایه گذاری با استفاده از فناوری های وارداتی، مزیت نسبی ناشی از نیروی کار ارزان، پیروی از مسیر، نوآوری جزئی، منابع طبیعی، پنجره های فرصت (فناوری، حکمرانی، اقتصادی)	قابلیت های فناورانه، تکنولوژی، تحقیقات رادیکال و انباشت دانش، خلق مسیر، متنوع سازی و تمرکز بر زنجیره های ارزش، پیشرو در بازار، پنجره های فرصت فناوری و اقتصادی
۳	نوع صنعت و فناوری	فناوری های بالغ با چرخه های عمر طولانی، انرژی بر، کارگر بر، سرمایه بر، سازنده تجهیزات با فناوری پایین و متوسط	فناوری های پیشرفته، فناوری با چرخه عمر کوتاهتر، سامانه ساز و یکپارچه ساز سیستم؛ فناوری مبتنی بر Industry ۴.۰
۴	نوع محصولات	منبع محور، تولید، محصولات پایه و میانی با ارزش افزوده کم	تکنولوژی محور، مواد مهندسی با ارزش افزوده بالا
۵	استراتژی های تجاری	توسعه صادرات محصولات با حجم بالا و ارزش کم، رقابت بر مبنای مزیت نسبی، بهره گیری از راهبرد فشار عرضه	تولید محصولات نوآورانه بازار محور، ارائه راه حل های نوآورانه، نزدیک شدن به مشتری نهایی، راهبرد کشش تقاضا، مشارکت در زنجیره های ارزش جهانی، شبکه سازی
۶	ابزار های سیاستی	سیاست صنعتی، تسهیل گری، کنترل تعرفه های واردات و صادرات، مشوق های صادراتی، سرمایه گذاری مستقیم خارجی، تولید مشترک، بهبود مداوم محصولات، اکتساب فناوری های بالغ، سرمایه گذاری بر صنایع مادر، مداخله دولت	سیاست فناوری، تحقیقات مشترک، توسعه پارک های تخصصی، گسترش صنایع پایین دست شیمیایی، توسعه فعالیت های تحقیقاتی و مهارت های مهندسی، نهادینه سازی مهندسی سیستم در محصولات پیچیده، تنظیم گری، حاکم سازی بهره وری
۷	چالش ها و ریسک ها	ریسک پایین ناشی از اکتساب فناوری های موجود، کاهش رشد درآمد با نزولی شدن چرخه عمر محصول، فتل فناوری، کاهش رقابت پذیری در گذر زمان و کاهش سهم بازار، حساسیت بالا نسبت به تغییرات محیطی، ریسک های سیاسی	شکست در فعالیت های تحقیقاتی، فناوری های برهم زننده، هزینه های بالای خلق دانش و فناوری های نوین، پارادایم های فناوری

به جهت تبیین و تعیین میزان شکاف فناورانه بین صنعت پتروشیمی ایران با پیشروان جهانی و تعیین سلسه مراتب ارتقاء توانمندی‌های فناورانه این صنعت برای کاهش شکاف و وقوع همپایی فناورانه همان‌طوری که در مدل مفهومی نیز بیان شد، کیفیت و چگونگی توانمندی‌های فناورانه صنعت نقش اساسی بر شکاف فناورانه دارند لذا در این بخش با ارزیابی و تحلیل شاخص‌های صنعت پتروشیمی وضعیت و سطح تراز صنعت را نسبت به رقبا و اهداف برنامه‌ریزی شده مشخص می‌نمایم.

۴-۱- بررسی شاخص‌های صنعت پتروشیمی

صنعت شیمیایی به لحاظ بازدهی مناسب همواره مورد توجه بوده است. بررسی عملکرد کل بازدهی سهامداران صنعت شیمیایی در بین صنایع مختلف جهان نشان می‌دهد بازده این صنعت نسبت سایر صنایع بالاتر بوده و میانگین این شاخص در گروه پتروشیمی، تقریباً دو برابر متوسط شاخص مجموع صنایع است. بر اساس تحلیل‌های موسسه مکنزی در سال ۲۰۱۷ میانگین بازده کلی سهامداران صنعت جهان حدود ۵/۸ درصد بوده است، در حالی که در همین سال این شاخص برای صنعت شیمیایی حدود ۱۰/۶ درصد برآورد شده است. گروه کالاهای اولیه یا کامودیتی‌ها در صنعت شیمیایی با بازده کل ۱۲/۹ درصد بالاترین بازدهی را نشان می‌دهد و پس از آن، محصولات شیمیایی خاص جایگاه دوم را به خود

اختصاص می‌دهند. این صنعت در ایران نیز از ارکان اساسی اقتصاد کشور به شمار می‌رود به‌طوری‌که در پایان سال ۱۳۹۹ ظرفیت نصب‌شده در این صنعت به ۹۰ میلیون تن رسیده، که با صادرات بخشی از کالاهای تولیدی، بخش قابل‌توجهی از درآمدی ارزی کشور به این صنعت اختصاص داشته که نسبت به سایر صنایع بازار خوبی برای این محصولات وجود دارد.



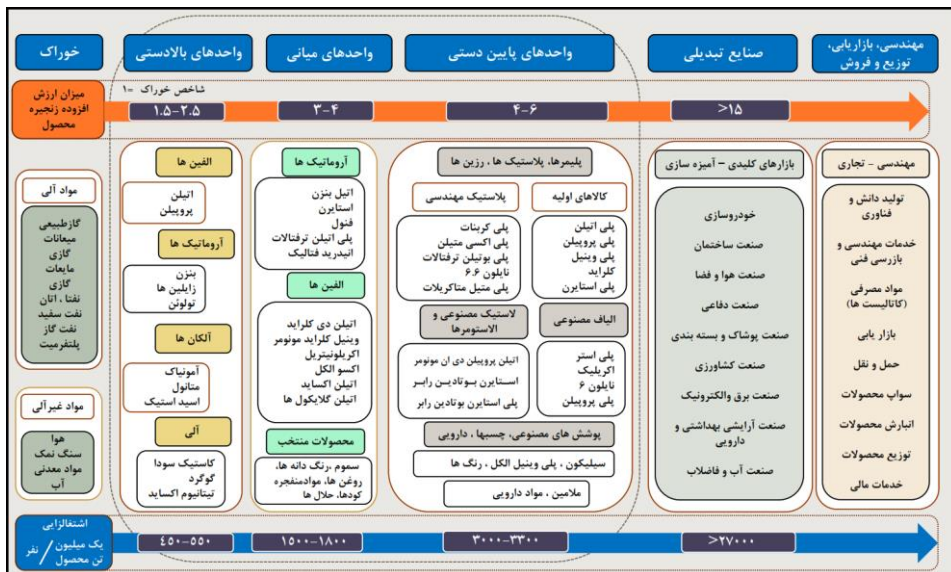
نمودار ۱: میزان بازده کلی سهامداران (Total return to shareholders) در صنایع مختلف – منبع (مکنزی، ۲۰۱۸)

ولی شاخص‌های متداول پویایی بازار یا تولید همیشه نشان‌دهنده درجه بلوغ فن‌آوری یک صنعت یا بخش نیست. از آنجایی‌که فناوری یک عامل تعیین‌کننده در درجه بلوغ صنعت است، تمامی قابلیت‌های فناوریانه باید در بعد فناوری زیست‌بوم صنعت لحاظ گردد. مزیت رقابتی صنعت با میزان بلوغ فناوریانه محصولات و فرآیندهای مرتبط است که آن‌هم به‌نوبه خود، با دانش فنی تولید محصولات جدید، فرایندها و فنون تولید از جمله ماشین‌آلات و تجهیزات، فناوری‌های نرم از جمله چگونگی سازمان، توانایی مهندسی، طراحی فرآیند تولید و نصب و راه‌اندازی مرتبط است. پیامد عدم دستیابی به بلوغ فناوری در بخش موردنظر شکاف فناوری است، همان‌طوری‌که ذکر شد شکاف فناوری از چالش‌های اساسی در مسیر توسعه پایدار صنعت پتروشیمی ایران است. تبیین و تعیین میزان شکاف فناوریانه بین صنعت پتروشیمی ایران با پیشروان جهانی از موضوعات اساسی است که در این پژوهش به آن پرداخته‌شده است. معمولاً دو روش اساسی شامل رویکرد شاخص‌ها و رویکرد مدل‌سازی برای اندازه‌گیری قابلیت‌های فناوریانه یک بخش صنعت/کشور استفاده می‌شود. رویکرد شاخص‌ها شامل جمع‌آوری مجموعه‌ای از آمار است که جنبه‌های مختلف نوآوری و سطح فناوری را شرح می‌دهد، مانند ارزش‌افزوده صنعت، شدت مصرف انرژی، تعداد اختراعات، هزینه‌های تحقیق و توسعه، قابلیت‌های مهندسی و ساخت. ولی رویکرد مدل‌سازی تا حد زیادی بر اساس چارچوب مدل رشد سولوو رشد درونی است. در این پژوهش ما با استفاده از رویکرد شاخص‌ها برای تحلیل شکاف فناوریانه صنعت استفاده نموده‌ایم. در این راستا با استفاده از رویکرد شاخص‌ها مجموعه‌ای از شاخص‌های صنعت پتروشیمی، شامل بازده دارایی‌های صنعت، بازده مصرف انرژی، سهم بازار، نسبت ارزش محصولات به میانگین جهانی، ارزش ستانده تولید به خوراک، سهم محصولات پایه و میانی در سبد محصولات پتروشیمی، سهم دانش فنی بومی، سهم بومی‌سازی و

قابلیت‌های مهندسی پایه و تفضیلی و ساختمان و نصب در طرح‌های در حال احداث، میانگین رشد اختراعات و سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه که جنبه‌های مختلف نوآوری را شرح می‌دهند، بررسی و تحلیل شد.

۴-۱-۱- شاخص زنجیره ارزش و بازده صنعت

زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی را می‌توان به شش بخش اصلی شامل، بخش تأمین خوراک و مواد اولیه، بخش بالادستی صنعت پتروشیمی، واحدهای میانی یا تولیدکننده مواد شیمیایی واسطه‌ای، گروه پایین‌دستی صنعت شیمیایی یا تولید مواد شیمیایی ویژه پلیمری و پلاستیکی، بخش صنایع تبدیلی که در حقیقت محصولات واحدهای پیشین را به کالاهای نهایی تبدیل می‌کنند و در نهایت بخش خدمات شامل امور مهندسی و تولید فناوری، بازاریابی و توزیع و فروش تقسیم کرد که این تقسیم‌بندی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲: زنجیره ارزش و گروه‌بندی صنعت پتروشیمی، منبع نتایج پژوهش

بررسی‌ها نشان می‌دهد میانگین ارزش‌افزوده در گروه‌های مختلف صنعت پتروشیمی نسبت با نهاده‌های اولیه (خوراک) به ترتیب در گروه پایه ۱,۸ برابر در گروه میانی ۲,۹ برابر، در گروه نهایی ۴,۱ برابر و در محصولات پایین‌دستی تکمیلی حدوداً ۱۵ برابر است که توسعه زنجیره ارزش بخش پایین‌دست زمینه را برای فعالیت شرکت‌های کوچک و متوسط فراهم نموده و ظرفیت اشتغال‌زایی به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد.

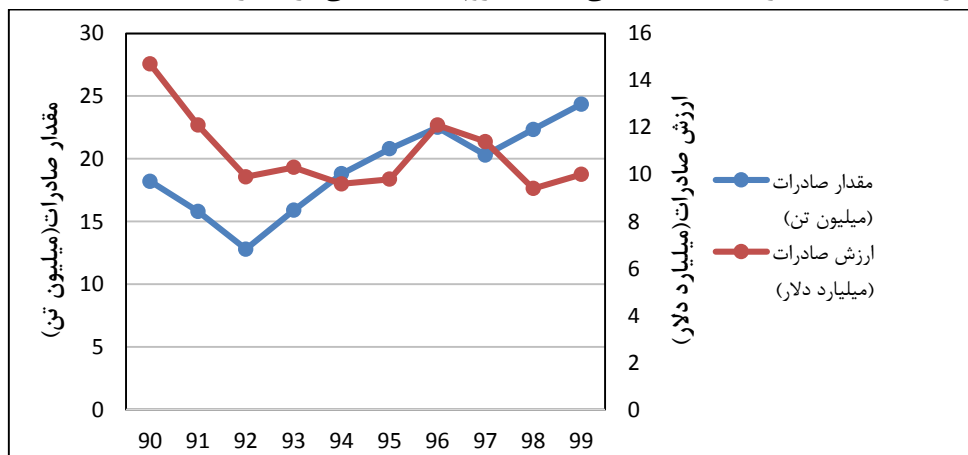
عملکرد صادرات صنعت پتروشیمی کشور بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ نشان می‌دهد میانگین ارزش صادراتی محصولات پتروشیمی کشور با راه‌اندازی واحدهای جدید صنعت پتروشیمی از ۸۰۸ دلار به ازای هر تن به ۴۱۱ دلار بر تن در سال ۱۳۹۹ کاهش یافته است که در مقایسه با میانگین جهانی که

بالغیر ۲۰۰۰ دلار به ازای هر تن است فاصله زیادی داشته و تنها حدود ۳۰ درصد از اهداف موردنظر پوشش داده شده است (جدول ۶).

جدول ۶: صادرات محصولات پتروشیمی ایران - نتایج پژوهش

میانگین قیمت	۹۹	۹۸	۹۷	۹۶	۹۵	۹۴	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	
	۲۴	۲۲	۲۰	۲۳	۲۱	۱۹	۱۶	۱۳	۱۶	۱۸	مقدار صادرات (میلیون تن)
	۱۰	۹,۴	۱۱	۱۲	۹,۸	۹,۶	۱۰	۹,۹	۱۲	۱۵	ارزش صادرات (میلیارد دلار)
	۵۹۱	۴۱۱	۴۲۱	۵۶۲	۵۳۸	۴۷۱	۵۱۱	۶۴۸	۷۷۳	۷۶۶	تن/دلار

از سویی بررسی ها نشانگر آن است که با بهره برداری از طرح های جدید و اضافه شدن محصول این واحدها به سبد محصولات صادراتی، میانگین ارزش سبد صادراتی در حال کاهش است. این رفتار نتیجه افزایش عرضه و کاهش قیمت محصولات در بازارهای بین المللی از یک سو و اضافه شدن محصولات کم ارزش در سبد صادراتی صنعت از سوی دیگر است. بر اساس گزارش Cefic کل مصرف خوراک (نهاده) صنعت شیمیایی اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۵ برابر با ۷۸,۷ میلیون تن و مجموع فروش (ستانده) محصولات این اتحادیه بالغ بر ۴۹۴ میلیارد یورو بوده است. به عبارتی به ازای یک تن خوراک ۶۲۷۷ دلار ارزش افزوده ایجاد شده است، این در حالی است که مجموع مصرفی صنعت پتروشیمی ایران در سال ۱۳۹۹ حدوداً ۳۴,۵ میلیون تن برآورد می شود که با این خوراک مجموعاً ۶۱,۲ میلیون تن محصول تولید شده است. عملکرد فروش صنعت در این سال برای ۹,۸ میلیون تن فروش داخلی، ۱۱,۲ میلیون تن فروش بین شرکتی و ۲۴,۴ میلیون تن صادراتی، مجموعاً ۲۴ میلیارد دلار برآورد می شود (NPC, 1399) که در مقایسه، با عملکرد صنعت شیمیایی اتحادیه اروپا شکاف معنی داری دارد.



نمودار ۲: مقایسه میزان وزنی و ارزشی صادرات محصولات پتروشیمی - منبع نتایج پژوهش

۴-۱-۲- شاخص توسعه فناوری و مهندسی

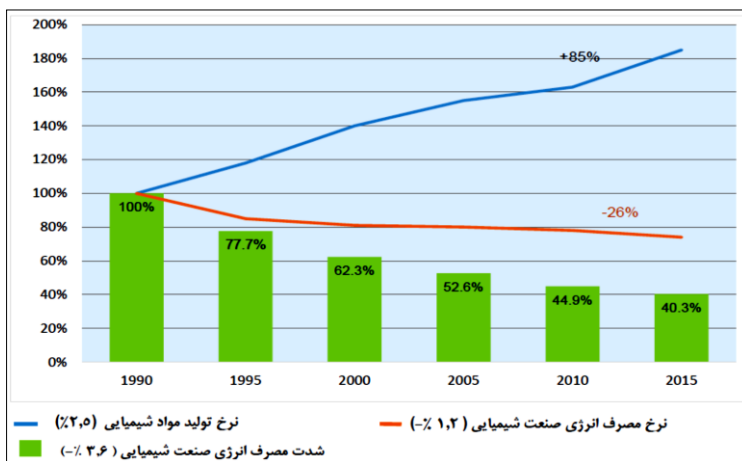
از دیدگاهی دیگر جهت بررسی وضعیت فناوری در طرح‌های در حال احداث، ۳۵ طرح در حال اجرا پتروشیمی به لحاظ توسعه فناوری و طراحی مهندسی پایه، مهندسی تفصیلی و ساختمان و نصب موردبررسی قرار گرفت. بررسی‌ها نشان می‌دهد دانش فنی این طرح‌ها برگرفته از ۳۹ شرکت خارجی و چهار شرکت داخلی است. در بخش توسعه فناوری تنها ۹ درصد از طرح‌ها از دانش و فناوری بومی استفاده نموده‌اند و ۷۳ درصد طراحی پایه این طرح‌ها به شرکت‌های خارجی وابسته است. در بخش مهندسی تفصیلی، شرکت‌های داخلی مشارکت بالایی داشته و عمده نصب و راه‌اندازی واحدها نیز در تعهد شرکت‌های داخلی است که در کنار دانش ضمنی متخصصین بهره‌برداری صنعت، می‌تواند نشانگر وضعیت مناسب توانایی یکپارچه‌سازی در این صنعت باشد. ولی در شاخص‌های دیگر فاصله زیادی بین شرکت‌های داخلی و منابع خارجی وجود دارد (جدول ۷).

جدول ۷: توسعه فناوری و مهندسی در طرح‌های جدید پتروشیمی ایران - منبع نتایج پژوهش

نوع فعالیت	تعداد طرح‌های جدید (مورد بررسی)	نسبت بومی سازی
توسعه فناوری (لیسانس)	۳۵	٪۹
مهندسی پایه		٪۲۷
مهندسی تفصیلی		٪۷۳
ساختمان و نصب		٪۹۳

۴-۱-۳- شاخص شدت مصرف انرژی

انرژی از اصلی‌ترین نهاده‌های گران‌قیمت در فرآیند تولید بالأخص در صنعت انرژی بر پتروشیمی است. شاخص شدت مصرف انرژی به‌عنوان نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی مهم‌ترین شاخصی است که بهره‌وری انرژی را در یک اقتصاد نشان می‌دهد. شدت مصرف انرژی به میزان انرژی مصرف‌شده به ازای واحد محصول یا ستاده اطلاق می‌شود (سلیمی فر و همکاران، ۱۳۸۹). مصرف انرژی تابع عوامل گوناگونی از جمله قیمت انرژی، نیروی کار، فرهنگ، ساختار صنعت و فناوری است. نتایج مطالعات عبدلی و همکاران (۱۳۸۸) در خصوص اثر پیشرفت فناوری بر صرفه‌جویی مصرف انرژی، نشان می‌دهد بهبود فناوری نرخ رشد مصرف انرژی را در بخش صنعت و کشاورزی کاهش و باعث افزایش بهره‌وری خواهد شد. همچنین بررسی روند تغییرات شدت انرژی در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان می‌دهد طی سال‌های اخیر شدت انرژی به دلیل افزایش کارایی مصرف‌کننده‌های انرژی ناشی از ارتقاء فناوری کاهش یافته است. به‌طوری‌که کل مصرف انرژی در بخش صنعت پتروشیمی اتحادیه اروپا در سال ۱۹۹۰ بالغ بر ۶۹،۶ میلیون تن معادل نفت خام بوده است که با رشد فناوری با نرخ متوسط ۱،۲ درصد در سال ۲۰۱۶ به ۵۱،۴ میلیون تن معادل نفت کاهش یافته است (نمودار ۳).



نمودار ۳: مصرف سوخت و برق در صنعت شیمیایی اتحادیه اروپا (به جز بخش دارویی)
(Eurostat and Cefic analysis, 2018)

همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد، شدت مصرف انرژی در صنعت شیمیایی این اتحادیه بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ با نرخ ۳٫۶ درصد کاهش یافته است که بخش عمده‌ای از این کاهش، مرتبط با افزایش کارایی فنی در نتیجه رشد فناوری است. در جدول (۸) میانگین شدت مصرف انرژی در تعدادی از پتروشیمی‌های کشور نشان داده شده است.

جدول ۸: بازدهی انرژی برای تولید در صنعت پتروشیمی ایران - منبع نتایج پژوهش

ردیف	نام شرکت	واحد تولید	شدت مصرف انرژی (SEC)		بازدهی تولید
			Gj/Ton	Mwh/Kg	
۱	پتروشیمی شیراز	کل مجتمع	۱۶.۹۳	۰.۰۰۴۷	۲۱۲.۶
۲	پتروشیمی کرمانشاه	آمونیاک + CDR	۳۴.۰۳۹	۰.۰۰۹۵	۱۰۵.۸
۳		اوره	۵.۶	۰.۰۰۱۶	۶۴۲.۹
۴	پتروشیمی پردیس	آمونیاک	۳۲.۸	۰.۰۰۹۱	۱۰۹.۸
۵		اوره	۴.۳	۰.۰۰۱۲	۸۳۷.۲
۶	پتروشیمی تبریز	کل مجتمع	۱۱.۵۲	۰.۰۰۳۲	۳۱۲.۵
۷	پتروشیمی ایلام	پلی اتیلن	۱۱.۲	۰.۰۰۳۱	۳۲۱.۴
۸		الفین	۳۲.۱۲	۰.۰۰۸۹	۱۱۲.۱
۹	پتروشیمی آریا ساسول	کل مجتمع	۱۳.۴	۰.۰۰۳۷	۲۶۸.۷
۱۰	پتروشیمی مارون	پلی پروپیلن	۵.۴۲	۰.۰۰۱۵	۶۶۴.۲
۱۱		اتیلن اکساید/اتیلن گلیکول	۱۱.۲۲	۰.۰۰۳۱	۳۲۰.۹
۱۲		پلی اتیلن	۵.۱۵	۰.۰۰۱۴	۶۹۹.۰
۱۳		الفین	۱۶.۳۱	۰.۰۰۴۵	۲۲۰.۷
۱۴	پتروشیمی زاگرس	کل مجتمع	۳۰.۱	۰.۰۰۸۴	۱۱۹.۶
۱۵	پتروشیمی مرجان	کل مجتمع	۳۹.۵۸	۰.۰۰۸۲	۱۲۱.۷
۱۶	پتروشیمی پوشهر(فاز ۱)	متانول	۳۵.۱	۰.۰۰۹۷	۱۰۳.۶
۱۷		شیرین سازی	۴۲.۴۸	۰.۰۱۱۸	۸۴.۷
۱۸	پتروشیمی امیرکبیر	پلی اتیلن	۷.۵۱	۰.۰۰۲۱	۴۷۹.۴
۱۹		الفین	۱۹.۲۲	۰.۰۰۵۳	۱۸۷.۳
۲۰	پتروشیمی نوری	آروماتیک	۳۸.۲	۰.۰۱۰۶	۹۴.۲
میانگین					۳۰۰.۹

اگر این شرکت‌ها را نماینده صنعت پتروشیمی ایران بدانیم، همان‌طوری که مشاهده می‌شود میانگین بازدهی تولید صنعت به ازای یک مگاوات ساعت حدود ۳۰۰ کیلوگرم است، این در حالی است که بازدهی انرژی برای تولید محصول در شرکت های رقیبی همچون باسف در سال ۲۰۱۸ برابر ۵۹۸ کیلوگرم بر مگاوات ساعت است (BASF, 2019) که نشان از سطح پایین فناوری در صنعت پتروشیمی ایران، عدم توسعه زنجیره محصول و به‌کارگیری فناوری‌های بالغ در این صنعت دارد.

۴-۱-۴- بازدهی دارایی‌ها

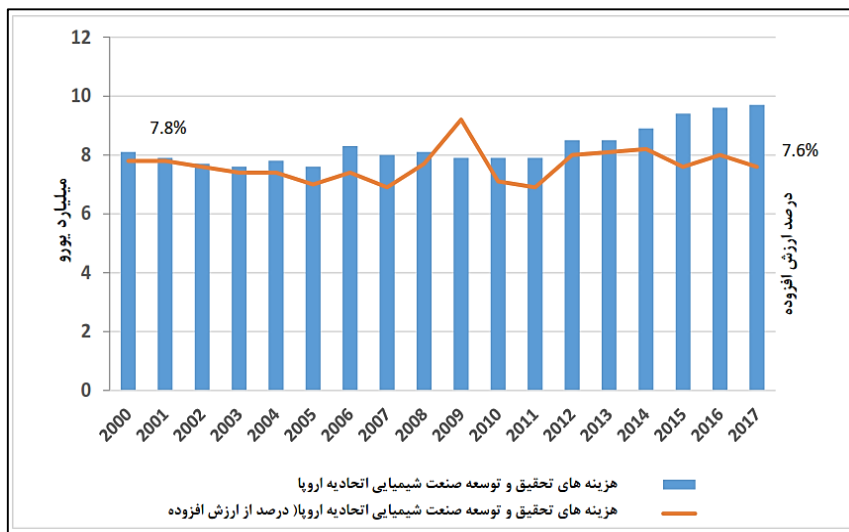
بر اساس گزارش موسسه مستقل مطالعات پتروشیمیایی (۲۰۱۹) میزان فروش شرکت باسف بالغ بر ۶۶,۵۹۴ میلیارد دلار بوده است و در همین سال مجموع دارایی اعلام‌شده این شرکت بالغ بر ۹۷,۶۱۹ میلیارد است. در مقایسه بر اساس گزارش شرکت ملی پتروشیمی ایران در پایان سال ۱۳۹۹ مجموع سرمایه‌گذاری انجام‌شده در صنعت پتروشیمی حدود ۷۹ میلیارد دلار برآورد می‌شود و مجموع فروش صادراتی و داخلی این صنعت در این سال حدود ۱۷ میلیارد دلار بوده است. یافته‌ها نشان می‌دهد بازدهی سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی ایران نسبت به شرکت باسف فاصله زیادی داشته که نشان از عدم توسعه زنجیره ارزش و تولید محصولات باارزش افزوده پایین دارد (جدول ۹).

جدول ۹: بازده دارایی/سرمایه‌گذاری نسبت به فروش منبع: داده‌ها (NPC, 1399; ICIS, 2018)

صنعت / شرکت	سال	مجموع دارایی (دلار)	فروش (دلار)	بازدهی دارایی
باسف (BASF)	2019	97,619,000,000	66,594,000,000	68%
صنعت پتروشیمی ایران	1399	79,000,000,000	17,000,000,000	22%

۴-۱-۵- هزینه‌های تحقیق و توسعه

تحقیق و توسعه یکی از عوامل کلیدی در تضمین آینده بازار و رقابت‌پذیری صنعت پتروشیمی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد، امروزه اکثر شرکت‌های تولیدکننده مواد شیمیایی حدود ۳ تا ۲ درصد از فروش سالانه خود را به برنامه‌های تحقیق و توسعه اختصاص می‌دهند. در صنعت پتروشیمی اتحادیه اروپا مخارج فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ با نرخ رشد ۱,۱ درصد و به‌طور متوسط سالانه ۸,۱ میلیارد یورو بوده است که در نتیجه آن ارزش‌افزوده این صنعت در دوره موردبررسی به‌طور متوسط ۱,۲ درصد رشد داشته است.

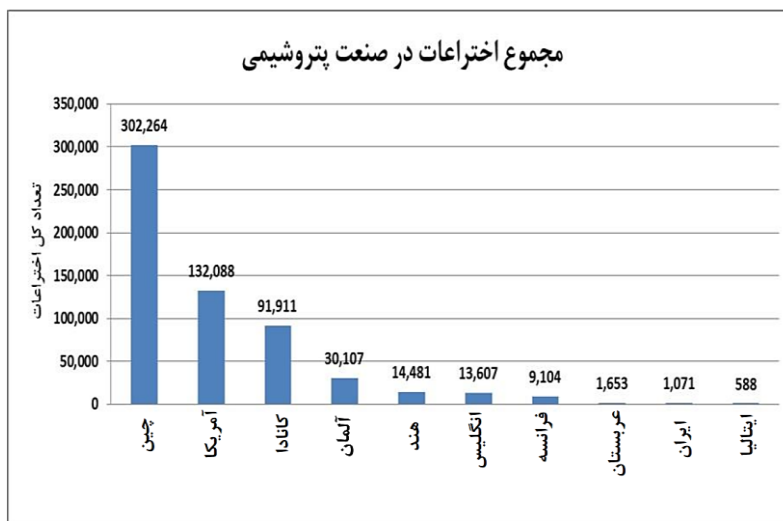


نمودار ۴: مخارج تحقيق و توسعه در صنعت شيميايي اتحاديه اروپا (Cefic Chemdata International, 2018)

در صنعت پتروشيمي ايران آمار قابل استنادي براي هزينه‌هاي فعاليت‌هاي تحقيقاتي به دست نيامد، لذا وضعيت هزينه‌هاي تحقيق و توسعه کشور نسبت به توليد ناخالص داخلي موردسجش قرار گرفت. در مقياس بين‌المللي ميانه‌گين اين هزينه حدود ۲,۵٪ است، که بررسي‌ها نشان مي‌دهد اين شاخص در ايران کمتر از ۰,۵٪ است و فاصله زيادي با ميانه‌گين جهاني دارد.

۴-۱-۶- شاخص ثبت اختراع

در صنعت پتروشيمي چرخه‌هاي عمر محصول طولاني است و تغييرات نوآوري با نرخ پاييني اتفاق مي‌افتد و عمده نوآوري‌ها به صورت تدريجي و بيشتر به صورت بهبودهاي نوآورانه صورت مي‌گيرد که اين موضوع ممکن است موجب سوگيري اشتباه نسبت به ارتقاي فناوري و بهبود فرايندها و محصولات گردد. چراکه در محصولات CoPS مانند صنعت پتروشيمي، که ترکيبي از فناوري‌هاي مختلف هستند، تغييرات فناوري در زيرسيستم‌هاي اين محصولات مي‌تواند منشأ تأثير در بهبود فرايندها، محصولات و کارايي سيستم‌ها و ارتقاء مزيت رقابتي باشد. بررسي‌ها نشان مي‌دهد ميزان اختراعات در صنعت پتروشيمي ايران که از شاخص‌هاي اصلي براي سنجش تغييرات فناوري است، نسبت به کشورهای توسعه‌يافته و حتی در حال توسعه بسيار پايين و حتی ناچيز است (نمودار ۵).



نمودار ۵: مجموع اختراعات صنعت پتروشیمی ۱۰ اقتصاد جهان-یافته های پژوهش داده‌ها (WIPO, 2021)

مجموع اختراعات صنعت پتروشیمی ۱۰ اقتصاد را نشان می‌دهد، همان‌طوری که مشاهده می‌شود سهم ایران از اختراعات جهانی این صنعت در حد بسیار پایینی است. بر اساس گزارش سازمان جهانی مالکیت فکری بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۰ در ۱۰ اقتصاد مذکور میانگین نرخ رشد نوآوری‌ها ۱۸ درصد بوده است که یافته‌ها نشان می‌دهد در صنعت پتروشیمی ایران، رشد این شاخص در دوره موردبررسی در حد ناچیزی است.

۴-۱-۷- شاخص سهم بازار

بر اساس اهداف تعیین شده در اسناد بالادستی در افق ۱۴۰۰ سهم صنعت پتروشیمی ایران باید ۶٫۳٪ از بازار بین‌المللی را به خود اختصاص دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد بر اساس میزان ارزش کالاهای صادراتی در افق موردنظر، تنها ۲٫۲٪ از بازار ۵۴۰ میلیارد دلاری این صنعت به ایران اختصاص یافته که با توجه به مزیت‌های نسبی کشور در حوزه پتروشیمی کمتر از ۳۰٪ اهداف تبیین شده پوشش داده شده است. به‌منظور بررسی علت این شکاف، سهم گروه محصولات پایه و میانی و نهایی در سبد محصولات پتروشیمی کشور موردبررسی قرار گرفت، یافته‌ها نشان می‌دهد بیش از ۶۵٪ محصولات این سبد به محصولات پایه و میانی اختصاص یافته که ارزش افزوده پایینی دارند. در کشورهای منطقه یورو سهم این محصولات از سبد محصولات پتروشیمی کمتر از ۲۷٪ است که اگر همین میزان به‌عنوان شاخص مطلوبیت فرض گردد، در این شاخص نیز شکاف زیادی با کشورهای توسعه‌یافته صنعتی وجود داشته که با بهره‌برداری از طرح‌های جدید در حال احداث که عمدتاً به در گروه متانول و کود شیمیایی اوره است، این نسبت بازهم بیشتر شده و میانگین ارزش محصولات صادراتی کاهشی خواهد بود. بررسی شاخص‌های صنعت پتروشیمی ایران که نتایج آن در جدول (۱۰) آمده است نشان می‌دهد، وضعیت

فعلی این شاخص‌ها با وضعیت مطلوب که عمدتاً بر اساس میانگین شاخص‌های جهانی و یا اهداف تعیین شده در اسناد بالادستی است، فاصله معنی داری داشته، که باید با سیاست گذاری صحیح این شکاف کاهش یابد.

جدول ۱۰: شکاف توانمندی‌های فناوریانه صنعت پتروشیمی ایران با سطح مطلوب- منبع نتایج پژوهش

ردیف	شاخص	پتروشیمی ایران	سطح مطلوب		نسبت شکاف توانمندی های فناوریانه
			مقدار	سطح مبنا	
۱	بازدهی دارایی	۲۲٪	۸۰٪	شرکت BASF	۷۲.۵٪
۲	بازدهی مصرف انرژی (Kg/MWh)	۳۰۰	۵۹۸	شرکت BASF	۴۹.۸٪
۳	سهم بازار	۲.۲٪	۶.۳٪	اهداف بالادستی صنعت	۴.۱٪
۴	سهم هزینه های تحقیق و توسعه کشور به GDP	۰.۵٪	۲.۵٪	میانگین جهانی	۲.۰٪
۵	نسب ارزش محصولات صادراتی به میانگین جهانی	۶۳۴	۲۰۰۰	میانگین جهانی	۶۸.۳٪
۶	ارزش ستانده (تولید) به ازای یک تن خوراک USD/Ton	۱۱۰۱	۶۲۷۷	اتحادیه اروپا	۸۲.۵٪
۷	سهم محصولات پایه و میانی به کل سبد محصولات	۶۵.۰٪	<۲۷٪	اتحادیه اروپا	۳۸.۰٪
۸	سهم دانش فنی بومی (لیسانس) در طرح های در حال احداث	۹.۳٪	>۸۰٪	کشورهای توسعه یافته	۷۰.۷٪
۹	سهم بومی سازی مهندسی پایه در طرح های در حال احداث	۲۷.۳٪	>۹۰٪	کشورهای توسعه یافته	۶۲.۷٪
۱۰	سهم بومی سازی مهندسی تفصیلی در طرح های در حال احداث	۷۳.۱٪	>۹۰٪	کشورهای توسعه یافته	۱۶.۹٪
۱۱	سهم بخش ساختمان و نصب در طرح های در حال احداث	۹۲.۷٪	>۹۰٪	کشورهای توسعه یافته	-۲.۷٪
۱۲	میانگین نرخ رشد اختراعات در صنعت پتروشیمی	۰.۲٪	>۱۸٪	ده اقتصاد جهان وایبو ۲۰۲۱	۱۷.۸٪

۴-۲- شناسایی عوامل مؤثر بر همپایی

در این پژوهش با مطالعه پیشینه موضوع، عوامل مختلف مؤثر بر شکاف فناوری شناسایی و سپس با بررسی تجارب شرکت‌های شیمیایی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه راهبردهای این شرکت‌ها برای کاهش شکاف فناوریانه شناسایی و تحلیل شد. همان طوری که توضیح داده شد، به منظور تبیین و تعیین میزان شکاف فناوریانه بین صنعت پتروشیمی ایران با پیشروان جهانی از رویکرد شاخص‌ها برای اندازه گیری قابلیت‌های فناوریانه صنعت استفاده شد. به لحاظ گستردگی ابعاد صنعت در این رویکرد، ۱۳ شاخص اصلی صنعت که جنبه‌های مختلف نوآوری و سطح فناوری را تبیین می‌کنند، مانند ارزش افزوده صنعت، شدت مصرف انرژی، تعداد اختراعات، هزینه‌های تحقیق و توسعه، قابلیت‌های مهندسی و ساخت، بازده دارایی‌ها بررسی و تحلیل و میزان شکاف صنعت تبیین شد. بر اساس این یافته‌ها و با توجه سؤالات پژوهش، پرسش‌هایی برای مصاحبه با خبرگان صنعت طراحی و مصاحبه با جامعه پژوهش صورت گرفت. همان طوری که قبلاً توضیح داده شد با استفاده از روش تحلیل تم، داده‌ها تحلیل و عوامل و سازه‌های اصلی و فرعی مؤثر بر فرآیند کاهش شکاف شناسایی شدند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد شکاف فناوریانه در صنعت پتروشیمی ایران از منظر قابلیت‌های فناوریانه تحت تأثیر ۵ عامل اساسی شامل چگونگی تعاملات فناوریانه و یادگیری، وضعیت قابلیت‌های تکنیکی و زیرساختی، تولیدی و تحقیقاتی، زنجیره ارزش جهانی، عوامل محیطی و مؤلفه‌های بازار و مؤلفه‌های نهادی، سیاست‌ها، حکمرانی، تحریم‌های اقتصادی و ۳۸ زیر سازه (تم فرعی) سیاستی متناظر با آن‌ها است که در جدول (۱۱) نشان داده شده است.

جدول ۱: عوامل مؤثر بر کاهش شکاف فناوریانه صنعت پتروشیمی ایران، منبع نتایج پژوهش

گروه	سازه اصلی	کد	تم فرعی (زیر سازه)
قابلیت های فناوریانه	تعلیمات فناوریانه و یادگیری	r1	ضرورت توسعه همکاری فناوریانه بین المللی با شرکت های پیشرو (تحقیقات مشترک)
		r2	اهمیت انتقال، جذب و بومی سازی فناوری، تحقیق و توسعه، بازطراحی، نوآوری
		r3	ضرورت توسعه فناوری های پشتیبان
		r4	اهمیت مهندسی سیستم و توانایی یکپارچه سازی سامانه ها
		r5	اهمیت کیفیت حقوقی قراردادهای انتقال فناوری
		r6	ضرورت توسعه دانش و توانایی های مدیران انتقال فناوری
		r7	اهمیت عمق بخشیدن به تعاملات فناوریانه و یادگیری تعاملی
	قابلیت های تکنیکی، زیر ساختی، تولیدی و تحقیقاتی	t1	ضرورت توسعه امکانات تولیدی زیر ساخت های تکنیکی، حمل و نقل و انرژی
		t2	اهمیت توسعه مراکز تحقیقاتی، طراحی، مراکز رشد و شتاب دهنده ها
		t3	ضرورت توسعه مراکز آموزشی، دانش و مهارت های مهندسی
		t4	اهمیت اکتساب یا ایجاد مراکز نوآوری و تحقیقاتی پتروشیمیایی در مناطق توسعه یافته
		t5	اهمیت اکتساب شرکت های پتروشیمیایی پیشرفته بین المللی (تولید مشترک)
		t6	ضرورت توسعه امکانات آزمون و تست زیر سیستم ها، تجهیزات و مواد مصرفی مرتبط
		t7	ضرورت توسعه پارک های تخصصی شیمیایی و خوشه های صنعتی
		t8	ضرورت توسعه زنجیره ارزش محصولات
	ارزش زنجیره های	j1	اهمیت توسعه ارتباطات و دیپلماسی اقتصادی
		j2	ضرورت تخصص گرایی و تقسیم کار در فناوری های کلیدی
		j3	ضرورت مکمل سازی، توسعه محصولات هم خانواده و استاندارد سازی
		j4	ضرورت افزایش بهره وری کل عوامل تولید
عوامل محیطی و بازار	استراتژی های تجاری و عوامل محیطی	m1	ضرورت توسعه صادرات و بهره مندی از بازار داخلی
		m2	اهمیت استراتژی های تجاری
		m3	ضرورت بهره مندی از پنجره های فرصت فناوری، اقتصادی و سیاسی
		m4	اهمیت توجه به روندهای بازار
		m5	ضرورت توسعه سیستم های مالی و پولی
		m6	اهمیت مزیت های نسبی و رقابت پذیری
		m7	اهمیت انتخاب شرکای بین المللی بلندمدت
سیاست ها و حکمرانی	نهادسازی	O1	اهمیت نظارت و تنظیم سیاست های پولی و مالی
		O2	اهمیت نظارت بر توسعه یکپارچه و هماهنگ صنعت پتروشیمی
		O3	اهمیت بهسازی ساختارهای اقتصادی و حمایت از مالکیت فکری
		O4	ضرورت استفاده حداکثری از توان صنعت داخلی
		O5	ضرورت بهسازی ساختار و اهداف تشکل های صنفی
	سیاست های و حکمرانی	g1	ضرورت متناسب سازی، شفافیت و ثبات قوانین و مقررات اقتصادی و قضایی
		g2	ضرورت تعدیل تعرفه های شیمیایی و موانع غیر تعرفه ای و تسهیل گری
		g3	اهمیت سیاست های پولی و مالی
		g4	ضرورت متناسب سازی سیاست خارجی و تعاملات بین المللی و کاهش ریسک های اقتصادی
		g5	اهمیت قوانین و مقررات زیست محیطی
		g6	اهمیت تنظیم گری یکپارچه (رگولاتوری)
		g7	ضرورت بروز رسانی ابزارهای حکمرانی

عامل (۱): تعاملات فناوریانه و یادگیری

یافته های پژوهش نشان می دهد، انتقال و بهره برداری موفق از فناوری های وارداتی در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه یافته ارتباط معنی داری با استعدادها و قابلیت های فناوریانه کشور میزبان دارد. پایین بودن سطح قابلیت های فناوریانه باعث جذب ناقص فناوری وارداتی، نرسیدن به سطح بالای عملکرد و کارایی، ناتوانی در بروز نمودن فناوری و همچنین ناتوانی در تنوع بخشی و نوآوری خواهد شد. به عبارتی توسعه تعاملات فناوریانه در صور مختلفی همچون، تحقیقات مشترک، اکتساب و یا ایجاد مراکز

تحقیقاتی در مراکز پیشرفته جهان، آموزش و افزایش ظرفیت جذب و اعزام کارشناس جهت آموزش و یادگیری تعاملی از عوامل تعیین کننده در کاهش شکاف فناوریانه در صنعت پتروشیمی ایران است و کمیت و کیفیت این اقدامات، تعیین کننده طول زمان کاهش شکاف و رسیدن به همپایی فناوریانه است.

عامل (۲): قابلیت های تکنیکی، زیرساختی، تولیدی و تحقیقاتی

یافته ها نشان می دهد توسعه امکانات تولیدی، تحقیقاتی، زیرساختی و پشتیبانی و ارتقاء قابلیت های طراحی و مهندسی، زیرساخت های تولیدی و پشتیبانی نقش ویژه ای بر همپایی فناوریانه دارند این مفهوم شامل ابعاد مختلفی از جمله دانش و فناوری وسیع و عمیق پیرامون زیرسیستم ها و ارتباط آن ها با یکدیگر، قابلیت و زیرساخت های تحقیق و توسعه، قابلیت های اکتساب فناوری، قابلیت تطبیق و بهره برداری از فناوری ها، قابلیت های طراحی و مهندسی، ظرفیت جذب و قابلیت های یادگیری فناوریانه دارد، که در این راستا باید ظرفیت های زیست بوم صنعت پتروشیمی کشور در وجوه مختلف آموزشی و تحقیقاتی، زیرساختی، تولیدی، پشتیبانی و لجستیک ارتقاء یابد.

عامل (۳): زنجیره ارزش جهانی

استراتژی رشد بر مبنای زنجیره ارزش از مهم ترین مفاهیم راهبردی همپایی فناوریانه است که موجب درهم تنیدگی اقتصادها و افزایش تخصص گرایی فعالیت ها می شود. این راهبرد نقش اساسی در تسهیل فرآیند تجارت، یادگیری فناوریانه، استانداردسازی و ثروت آفرینی داشته و می تواند رفاه جامعه را در پی داشته باشد. بررسی ها نشان می دهد معمولاً شرکت های شیمیایی بر اساس ماهیت محصولات و خدمات، قابلیت های فناوریانه، محیط اقتصادی و موقعیت ژئوپلیتیک یک موقعیت از زنجیره ارزش جهانی را برگزیده و در آن ادغام می شوند. نتایج این پژوهش تأکید دارد، توجه به مفاهیم زنجیره ارزش از جمله «تقسیم کار و تخصصی سازی فناوری های کلیدی»، «تجمیع فناوری های کلیدی و تولید بر پایه مزیت ناشی از اقتصاد مقیاس^۱»، «توسعه پلتفرم های مشترک^۲» و «توسعه زنجیره های مکمل و هم خانواده^۳» در قالب پارک های صنعتی و شیمیایی و خوشه های صنعتی باعث ایجاد مزیت اقتصادی خواهد شد. به منظور انتفاع بیشتر صنعت پتروشیمی ایران از زنجیره ارزش جهانی، اقداماتی مانند ایجاد تنوع در محصولات صادراتی، توسعه شبکه زیرساخت انبارش و حمل و نقل توسعه زیرساخت های تجارت فرامرزی و همچنین گسترش همکاری های منطقه ای و بین المللی از مواردی است که باید به آن ها پرداخته شود.

عامل (۴): عوامل محیطی و مؤلفه های بازار

یافته های پژوهش نشان می دهد عوامل محیط کسب و کار، پنجره های فرصت تقاضا، فناوری و سیاسی، میزان عرضه و تقاضا، وضعیت اجتماعی، عوامل زیست محیطی، عوامل ژئوپلیتیک، عرضه و

^۱Economy of Scale

^۲Common platforms

^۳Economy of Scope

تقاضای بر فرآیند همپایی مؤثرند. در دوره این پژوهش، اقتصاد ایران از جمله صنعت پتروشیمی ایران از جنبه‌های مختلف تجاری و فناوری تحت شدیدترین تحریم‌های اقتصادی ایالات متحده آمریکا قرار دارد و از جوانب مختلف از جمله توسعه تعاملات فناورانه، دستیابی به فناوری‌های مورد نیاز، تأمین منابع مالی، تأمین مواد و تجهیزات مورد نیاز در مضیقه بوده و همچنین دستیابی آسان به بازارهای بین‌المللی و در مبادلات پولی و اسناد بانکی به آسانی میسر نیست، که این مسائل باعث افزایش هزینه‌های تجاری و دستیابی به فناوری‌های کلیدی شده و زمان رسیدن به همپایی را طولانی‌تر می‌نماید، که در این راستا استفاده حداکثری از پنجره‌های فرصت فناوری، اقتصادی و سیاسی مورد تأکید است.

عامل (۵): مؤلفه‌های نهادی، سیاست‌ها، حکمرانی

نقش مهم نهادها، سیاست‌ها و حکمرانی در فرآیند همپایی فناورانه از دیگر یافته‌های پژوهش است. اهمیت بالای استراتژی‌های انتخاب‌شده و سیستم حکمرانی بر فرآیند همپایی است. به عبارتی نوع نگرش و تفکر، چگونگی سیاست‌گذاری و کیفیت حکمرانی، تعیین‌کننده چگونگی عملکرد مؤلفه‌های زیست‌بوم فناوری صنعت بوده و مسیر توسعه صنعت را مشخص می‌نماید. امروزه پیشرفت فناوری باعث افزایش پیچیدگی‌های روزافزون در حوزه حکمرانی شده موجب ناسازگاری، عدم تعادل و شکاف مابین سیاست‌ها و نیازمندی‌های ذینفعان فناوری و همچنین فضای اقتصادی و اجتماعی می‌شود. پیچیدگی‌های مذکور نتیجه عقب افتادن قابلیت‌ها و ابزارهای حکمرانی از فناوری است که در صورت بروز نشدن باعث شکست در عرصه‌های توسعه صنعتی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و نهایتاً شکست سیاسی خواهد بود، لذا در فضای حاکم بر زیست‌بوم فناوری کنونی، جهت برقراری تعادل مابین ابزارهای حکمرانی و نیازمندی‌های ذینفعان توسعه فناوری، نیازمند ظرفیت‌های نوین حکمرانی و فراتر از ظرفیت‌های گذشته هستیم. از دیگر موارد مهم در کاهش شکاف فناورانه، مدیریت یکپارچه، هماهنگی و تنظیم روابط بین حلقه‌های مختلف زنجیره و تنظیم مداوم تعاملات این مؤلفه‌ها با بازارهای جهانی بر اساس تقاضا و رشد فناوری است. این عامل می‌تواند باعث جلوگیری از هدر رفت منابع، افزایش قدرت چانه‌زنی، توسعه پلتفرم‌های مشترک، یادگیری تعاملی و انباشت دانش و فناوری شده و نوآوری را تحریک نماید. ایجاد نهادهایی مالی پولی توسعه‌یافته و کاهش هزینه‌های تأمین مالی، ایجاد تشکلهای صنفی مستقل کارفرمایی به‌منظور حفاظت از منافع بخش صنعت در مقابل سیستم حکمرانی، توسعه و تنظیم روابط تجاری ملی و بین‌المللی، تنظیم و استقرار روابط برد-برد بین بخش حاکمیت و سرمایه‌گذار از الزامات توسعه این بخش صنعت است.

۴-۳- ابعاد توانمندی‌های فناورانه مورد نیاز

بر اساس پیشینه موضوع و گونه‌شناسی توانمندی‌های فناورانه و همچنین ویژگی‌های صنعت پتروشیمی، می‌توان ابعاد قابلیت‌های فناورانه را به چهار دسته زیر تقسیم‌بندی نمود. در بعد «انواع قابلیت‌های فناورانه»، پژوهشگران مصادیق متفاوتی را بیان نموده‌اند که در جدول (۱) به آن‌ها اشاره شد.

با بررسی دقیق‌تر پژوهشگران حوزه وسیعی از توانمندی‌های فناوریانه محصول محور، فرآیند محور، قابلیت‌های سرمایه‌گذاری، شبکه‌سازی و بازاریابی و بازار سازی را معرفی می‌نمایند و برخی دیگر توانمندی‌هایی همچون شناسایی، پیش‌بینی، ارزیابی و انتخاب فناوری را نیز ذیل انواع توانمندی‌های فناوریانه دسته‌بندی می‌نمایند (Gonsen, 1998). با توجه به تنوع فناوری‌های بکار رفته در صنعت پتروشیمی، در این حوزه با سطح وسیعی از پیچیدگی‌ها روبرو هستیم لذا، می‌توان گفت تمامی موارد ذکر شده و به عبارتی طیف وسیعی از انواع توانمندی‌های نرم و سخت در این حوزه جهت غلبه بر پیچیدگی‌های صنعت و پرکردن شکاف مورد نیاز است.



شکل ۳: ابعاد توانمندی‌های فناوریانه در محصولات و سیستم‌های پیچیده-منبع نتایج پژوهش

«سطح» به‌عنوان بعد دیگری از قابلیت‌های فناوریانه بر اساس پیشینه موضوعی به سطح پیچیدگی، تازگی و عمق و میزان منحصربه‌فرد بودن توانمندی‌های فناوریانه اشاره دارد. به عبارتی میزان تسلط به فناوری در این بعد مدنظر قرار می‌گیرد. پژوهشگران توانمندی‌های فناوریانه را در سه سطح پایه، متوسط و پیشرفته دسته‌بندی می‌نمایند (Bell & Pavitt, 1995). با توجه به موضوع پژوهش، دو مقوله شدت فناوری و پیچیدگی فناوری از موضوعات اساسی در این بعد است. در فناوری‌های مربوط به اجزاء مجموعه‌های بکار رفته در این صنعت، عمدتاً با فناوری‌های پایین روبرو هستیم ولی در بخش مجموعه‌سازی به فناوری‌های بالاتری نیازمندیم و از آنجایی که این صنعت مجموعه‌ای از سامانه‌ها و مجموعه‌های مختلف بوده که در تعامل با یکدیگر کار می‌کنند، دستیابی به دانش و فناوری سامانه‌ها نیازمند فناوری پیشرفته است. بعد «مؤلفه‌ها» به‌عنوان بعد سوم در این دسته‌بندی، قابلیت‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و مغز افزاری یا به عبارتی سرمایه‌های فیزیکی، سرمایه‌های دانشی و سرمایه‌های انسانی را به‌عنوان مؤلفه قابلیت‌های فناوریانه معرفی می‌نماید (Zeleny, 1986; Bell, 2009). توانمندی «یکپارچه‌سازی» از دیگر قابلیت‌های مهم در توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده است. از آنجایی که در محصولات CoPS تعداد زیادی سامانه در تعامل با یکدیگر هدفی را دنبال می‌نمایند، یکپارچه‌سازی زیرسیستم‌ها، ایجاد تعامل هوشمندانه بین آن‌ها و معماری یک سیستم یکپارچه فرآیندی

از توانمندی‌های فناوریانه دیگری است که در فرآیند کاهش شکاف و همپایی فناوریانه این صنعت موردنیز است. به‌هرحال در فرآیند کاهش شکاف فناوری در این صنعت نیاز به قابلیت‌های ذکرشده است، که ترکیب منحصربه‌فرد این قابلیت‌ها، یک نظام یکپارچه را شکل داده و می‌تواند موفقیت صنعت را در دستیابی به مزیت رقابتی تضمین نماید (Leonard-Barton, 1995).

۴-۴- ترسیم ره‌نگاشت برای تسهیل و تسریع وقوع همپایی فناوریانه

این مطالعه جهت تدقیق مدل همپایی فناوریانه و تعیین مراحل فرآیند کاهش شکاف و همپایی فناوریانه، همپوشانی‌های بین سه مدل همپایی فناوریانه و بازار لی و لیم (۲۰۰۱) و مدل همپایی خیلین لئو (۲۰۰۵) در همپایی شرکت‌های چینی و مدل سه مرحله‌ای هابدی (۱۹۹۴) را مدنظر قرار داده و با ادغام این مطالعات و با توجه به یافته‌های پژوهش، چارچوب همپایی فناوریانه صنعت پتروشیمی ایران ارائه شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، عوامل «شرایط تکنولوژی» و «منابع مزیت‌های رقابتی» و «استراتژی‌ها و سیاست‌ها» لی و لیم (۲۰۰۱)، با توجه به شرایط حاکم بر زیست‌بوم فناوری صنعت مورد تأیید قرار می‌گیرد. از دیگر سو با توجه به متفاوت بودن استراتژی‌های تجاری گروه‌های مختلف صنعت پتروشیمی و نقش مؤثر آن‌ها بر همپایی صنعت، نقش عوامل اصلی مؤثر در استراتژی تجاری مطالعه خیلین لئو (۲۰۰۵) در شرکت‌های چینی، شامل نقش سیستم حکمرانی، دانش بازار، پنجره‌های فرصت و تعاملات فناوریانه با یافته‌های پژوهش در همپایی صنعت پتروشیمی ایران، تطابق دارد. هابدی (۱۹۹۴) سه مرحله تولید تجهیزات اصلی، تولید بر اساس طراحی خود و تولید بر اساس برند خود را در راستای کاهش شکاف و همپایی فناوریانه بنگاه‌های مستقر در کشورهای متأخر تبیین می‌نماید، که این مراحل نیز دریافته‌های این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به محدودیت‌های حاکم بر فضای اقتصاد ایران در زمان انجام این مطالعه و مشکلات ناشی از دسترسی به منابع اصلی فناوری، منابع مالی خارجی و بازارهای بین‌المللی، تحریم‌های اقتصادی به‌عنوان عامل محدودکننده در این مدل مدنظر قرار گرفته است. پس از تحلیل یافته، با توجه بحث فوق و چارچوب سیاستی پر کردن شکاف و همپایی فناوریانه صنعت پتروشیمی، مطابق شکل (۴) ارائه شده است.

^۱Xielin Liu

^۲Hobday

^۳Lee&Lim

^۴Own Equipment Manufacturing(OEM)

^۵Own Design Manufacturing(ODM)

^۶Own Brand Manufacturing(OBM)

گام هاي همپايی فناورانه	فاز اول	فاز دوم	فاز سوم
مؤلفه ها	تقليد فناوری نوآوری تدريجي	تقليد خلاقيته نوآوری هوشمنديانه	تحقيقات اراکيل
	طراحي و توليد قطعات - جديرات - فرآوري مواد	بازطراحي فناوری هاي کليدی	خلق فناوری معيار
	با فناوری باين	تکرار پذير و تقابلي بدتر	توليد معيول بر اساس طراحي خود
	انتقال و تسلط بر فناوری - توسعه زيرساخت ها	پيچيده و شبکيز فناوری از وضعيت قطعه - بازطراحي - پيچيدگي سازي	طراحي و معيول سيستم هاي نوآيندي
توانمندى هاي فناورانه	توسعه امکانات زيرساختي - توليدي و پشتباني	تقسيم کار و تخصصي سازي فناوری - شبکه سازي - زنجيره علمي	چينيدي سيستم و کاپي رچه سازي سلفه ها
	آپرويش و اواريش توليد جذب	توسعه قابليت هاي تحقيقي - تحقيقات مشترک - آزمون محمول	آراه راه حل هاي نوآراه
	ارتقاء توان طراحي و چينيدي	توليد مشترک - انضمام نو زنجيره ارزش چينيدي	توسعه فناوری هاي برناميزدي - (پارا)
	انتخاب فناوری	توسعه زنجيره هاي مکمل و هم جلاولده	زبان مشترک بر پيچيدگي
	ارتقاء بهره وري کل جلاولده توليد	توسعه اراکي هاي سيميدي - جوبه هاي صنعت	شکله سازي در کل زنجيره ارزش طراحي - توليد - جديتک - جرات - خدمات
	استاندارد سازي	پلاگري علمي - بهره مندي از دانش فني و مهارت هاي علمي	ترکيب فناوری هاي نوين (اتحاد صنعتي جهارم) با فناوری هاي معيار
	توسعه فناوری هاي اجسيميدي	اکتساب مراکز تحقيقي - جوبدي پيچيدگي بين علمي	توسعه قابليت هاي تحقيقي (ارکيل) اکتساب فناوری پيچيده
	اصلاح توانين و تمرکز بر تسهيل گري حکومتي	رکوتوري و نظارت بر انتقال فناوری	پيش تري (وطنيدي پيچيدگي)
	توسعه سيستم هاي ملي و بيني	توسعه ديناميدي اقتصادي	توسعه مهارت هاي بين علمي
	کاشي ريتک و پيچيدگي کسب و کار	حمایت از امکانات کوي	توسعه سازي کليدي صنعت
الزامات سياسي		سياسات گاري براي تواني خودکاري پايدار	سياسات بر انتقال فناوری هاي کليدي

نام هاي کاشي شکاف و همپايی فناورانه صنعت پتروشيمي ايران

شکل ۴: ره نگاشت کاهش شکاف فناورانه براي وقوع همپايی فناورانه در صنعت پتروشيمي ايران - منبع : نتايج پژوهش

۵- بحث و نتيجه گيري

نتايج پژوهش نشان دهنده وجود شکاف فناوری عميق مابين صنعت پتروشيمي ايران با صنايع شيميائي پيشرو است، که اين مسئله پيامد الگوهاي پيشين توسعه صنعت است که در صورت تداوم اين رويه هاي، با توجه به رشد فناوری اين شکاف بيشتر هم خواهد شد. الگوهاي پيشين توسعه صنعت پتروشيمي ايران، عمدتاً بر همپايی بازار از طريق سرمايه گذاري هاي سنگين بر روي فناوری هاي بالغ استوار بوده است، که با توجه به شرايط سياسي اقتصادي کشور و محدوديت هاي ناشي از تحريم هاي اقتصادي، تأمين منابع مالي و اکتساب فناوری هاي موردنياز براي اين برنامه ها مهيا نبوده و فلذا اهداف توسعه در بازه هاي موردنظر محقق نخواهد شد که بر اساس نتايج پژوهش، وضعيت نامطلوب شاخص هاي

کلیدی صنعت پتروشیمی ایران مؤید این مطلب بوده و یافته‌ها نشان می‌دهد این شاخص‌ها فاصله معنی‌داری با میانگین شاخص‌های جهانی و اهداف تعیین‌شده در اسناد بالادستی داشته که باید با اتخاذ سیاست‌های مناسب این فاصله برطرف گردد.

بر اساس یافته‌های پژوهش، شکاف فناورانه ایجادشده تحت تأثیر ۵ عامل اساسی شامل چگونگی تعاملات فناورانه و یادگیری؛ وضعیت قابلیت‌های تکنیکی و زیرساختی، تولیدی و تحقیقاتی؛ زنجیره ارزش جهانی؛ عوامل محیطی و مؤلفه‌های بازار و مؤلفه‌های نهادی، سیاست‌ها، حکمرانی، تحریم‌های اقتصادی و ۳۸ زیر سازه متناظر با آن‌ها است، که با به‌کارگیری چارچوب سیاستی ارائه‌شده می‌توان امیدوار بود شکاف فناورانه این صنعت با رقبای پیشرو بین‌المللی پرشده و صنعت در وضعیت رقابتی مناسب قرار گیرد. در این مسیر نقش ابعاد چهارگانه قابلیت‌های فناورانه که پیش‌تر بدان پرداخته شد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و ترکیب مناسب این قابلیت‌ها باعث شکل‌گیری یک نظام یکپارچه‌شده و موفقیت در فرآیند خواهد شد.

یافته‌های پژوهش نشانگر آن است، با توجه به اینکه صنعت پتروشیمی از مصادیق محصولات و سیستم‌های پیچیده است و با عنایت به پیچیدگی‌های صنعت، به حجم وسیعی از دانش و فناوری‌های مختلف نیاز بوده، لذا راهبرد خلق مسیر جدید لی و لیم (۲۰۱۷) تقریباً غیرممکن بوده و این مدل برای همپایی این صنعت مناسب ارزیابی نمی‌شود و راهبرد پیروی از مسیر با جهش از برخی مراحل برای این صنعت مناسب‌تر است، که این یافته با نظرات مجید پور (۲۰۱۷) در خصوص همپایی فناورانه در صنعت نیروگاهی نیز تطابق دارد. از سویی ارتقاء قابلیت‌های فناورانه از طریق تحقیقات و تولید مشترک، تجمیع نیازمندی‌های کلیدی و بازرطراحی و بومی‌سازی فناوری در ابعاد مختلف سامانه‌ها، از دیگر یافته‌های پژوهش است که این یافته نیز مؤید نظرات لی و یون (۲۰۱۵) در خصوص توسعه فناوری‌های صنعت هواپیماهای نظامی است. از دیگر یافته‌های پژوهش، اهمیت بالای استراتژی‌های انتخاب‌شده و سیستم حکمرانی بر فرآیند کاهش شکاف و همپایی فناورانه است. در کشورهای در حال توسعه‌ای همچون ایران با توجه به تغییرات مکرر در سیاست‌ها و همچنین رویکردهای متفاوت دولت‌ها که ارتباط مستقیم با فرآیندهای توسعه دارد، این مؤلفه نقش ویژه‌ای در فرآیند همپایی دارد. به عبارتی نوع نگرش و تفکر، چگونگی سیاست‌گذاری و کیفیت حکمرانی، تعیین‌کننده چگونگی عملکرد مؤلفه‌های زیست‌بوم فناوری صنعت بوده و مسیر توسعه صنعت را مشخص می‌نماید که این یافته مؤید نظرات هابدی (۱۹۹۴) و لی و مالربا (۲۰۱۷) در خصوص نقش این مؤلفه است. امروزه پیشرفت فناوری باعث افزایش پیچیدگی‌های روزافزون در حوزه حکمرانی شده و موجبات ناسازگاری، عدم تعادل و شکاف مابین سیاست‌ها و نیازمندی‌های ذینفعان فناوری و همچنین فضای اقتصادی و اجتماعی را باعث شده است. پیچیدگی‌های مذکور نتیجه عقب افتادن قابلیت‌ها و ابزارهای حکمرانی از فناوری است که در صورت بروز نشدن باعث شکست در عرصه‌های توسعه صنعتی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و نهایتاً شکست سیاسی خواهد بود، لذا در فضای حاکم بر زیست‌بوم فناوری کنونی صنعت، جهت برقراری تعادل مابین ابزارهای حکمرانی

و نیازمندی‌های ذینفعان توسعه فناوری، به ظرفیت‌های نوین حکمرانی فراتر از ظرفیت‌های گذشته نیازمندیم. یافته‌ها نشان می‌دهد، در دهه‌های گذشته خلأ حکمرانی متناسب با شرایط زیست‌بوم صنعت پتروشیمی، موجبات بر هم خوردن تعادل و از دور خارج شدن ذینفعان توسعه فناوریانه شده، به‌طوری‌که بسیاری از قوانین و مقررات وضع شده به‌نوعی تبدیل به مؤلفه‌های ضد توسعه شده‌اند و تکرار این رویه‌های منسوخ، پیامدی جز افزایش شکاف فناوریانه و اقتصادی را در پی نخواهد داشت. به عبارتی سیاست‌گذار با عدم توجه به تغییرات محیطی و ساده‌انگاری آن همچنان بر ابزارهای قدیمی و فرسوده تمرکز داشته و به‌کارگیری رویه‌های معیوب و قاعده‌های فرساینده، دستیابی به مؤلفه مزیت رقابتی را از این صنعت سلب نموده است. یکی از دلایل چسبندگی به این ابزارهای منسوخ و تحکیم رویه‌های پیشین، منافع آشکار و پنهان برخی ذینفعان از فضای مذکور و نادیده گرفتن منافع ملی است و برون‌رفت از آن نیازمند نگاه جدید و به‌کارگیری ابزارهای نوین حکمرانی و عزم ملی در مسیر همپایی فناوریانه است (فرتوک زاده، ۱۴۰۰).

• توصیه‌های سیاستی

با توجه به موارد فوق، با مهیا ساختن بسترهای مناسب، کاهش شکاف و وقوع همپایی فناوریانه موفق در صنعت پتروشیمی در سه‌گام مطابق فازبندی ره نگاشت پژوهش امکان‌پذیر خواهد بود. در گام اول با تقلید و نوآوری تدریجی و با ایجاد زیرساخت‌های مناسب تولیدی، تکنیکی و پشتیبانی، برخی قطعات و تجهیزات با فناوری پایین و متوسط طراحی و بومی‌سازی می‌شود. یافته‌های تحقیق نشانگر آن است که زنجیره تأمین صنعت متشکل از شرکت‌های ایرانی، در این حوزه از توانمندی‌های خوبی برخوردارند، ولی زیست‌بوم صنعت نتوانسته از مزیت ناشی از «مکمل سازی و توسعه زنجیره‌های مکمل و هم‌خانواده» در قالب پارک‌های صنعتی برخوردار گردد. مکمل سازی نقش بسزایی در اقتصادی سازی و رقابت‌پذیری کل زنجیره بر عهده دارد. به عبارتی با پیاده‌سازی این راهبرد، کسب‌وکارهای کوچک پراکنده، به فعالیت‌های اساسی زنجیره ارزش متصل شده و سرمایه‌گذاری در تکمیل زنجیره‌های هم‌خانواده را توجیه‌پذیر می‌نماید. با «تقسیم کار و تخصصی سازی فعالیت‌های فناوریانه»، در این شبکه‌ها زمینه برای ایجاد «پنجره مشترک فناوری»، جهت دستیابی به فناوری‌های کلیدی تکرارپذیر و مقیاس‌پذیر فراهم می‌شود، و با تعبیه پنجره مشترک فناوری در نقاط کلیدی و بازطراحی فناوری، می‌توان به عمق فناوری موردنظر دست‌یافت و پس‌از آن شرایط برای رقابت مبتنی بر پلتفرم و سایر توانمندی‌های بازیگران شکل خواهد گرفت. با پر شدن شکاف فناوریانه پیش‌گفته بین صنعت پتروشیمی ایران با وضعیت مطلوب، زمینه رقابت در سطح بین‌الملل در دسترس قرار می‌گیرد. در این فرایند بکار بستن الزامات سیاستی و بروز رسانی ابزارهای حکمرانی متناسب با رشد فناوری از مؤلفه‌های اساسی موفقیت است، که نقش سیستم حکمرانی و ابزارهای آن در این فرآیند کلیدی خواهد بود. متناسب‌سازی، شفافیت و ثبات قوانین و مقررات اقتصادی و فناوریانه، نوین‌سازی راهبردها و ابزارهای تأمین مالی و سیستم بانکی، بروز رسانی سیاست‌های سرمایه‌گذاری و تعاملات فناوریانه خارجی، تنظیم شرایط کلی

آموزش و پژوهش، توسعه زیرساخت‌ها تکنیکی و سیستم‌های پشتیبان و لجستیک از موضوعاتی است که در فرآیند همپایی مورد تأکید است و باعث تسهیل و تسریع فرآیند همپایی می‌گردد.

• محدودیت‌های پژوهش و پیشنهادهای پژوهشی

پس از خصوصی‌سازی صنعت پتروشیمی، این صنعت بین مالکین جدید تقسیم شد و یکپارچه‌گی آن از بین رفت. در فرآیند پژوهش به علت عدم تمرکز، دسترسی به اطلاعات و آمار صنعت و خبرگان، با محدودیت‌هایی روبرو بودیم. همچنین این پژوهش به صورت موردی در صنعت پتروشیمی ایران انجام شده است، فلذا نتایج حاصله در این صنعت کاربرد دارد و تعمیم نتایج آن به سایر بخش‌های صنعت نیازمند بررسی بیشتر است. از سویی با توجه به تغییرات فناوری و ورود هوش مصنوعی، بزرگ داده‌ها و اینترنت اشیا در پارادایم انقلاب صنعتی چهارم به صنعت، می‌توان اثرات قابل توجهی در کارکردها و بهره‌وری صنعت را انتظار داشت، لذا توصیه می‌گردد در پژوهش‌های آتی نقش این پارادایم در همپایی صنعت مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج این پژوهش عمدتاً تمرکز بر ارتقاء قابلیت‌های فناورانه در ابعاد ذکر شده دارد که می‌تواند همپایی فناورانه را در پی داشته باشد که مفاهیم زنجیره‌های ارزش در این فرآیند نقش مهمی بر عهده دارند، لذا پیشنهاد می‌شود این موضوع به عنوان یک پژوهش آتی در این صنعت مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- آذر، عادل، جوکار، سجاد، زنگویی نژاد، ابوذر. "تدوین استراتژی تحقیق و توسعه با استفاده از گسترش عملکرد کیفی تکنولوژی: رویکرد کشش بازار"، مدیریت صنعتی (دانش مدیریت)، بهار و تابستان ۱۳۸۹، دوره ۲، شماره ۴ ختایی، محمود، سیفی پور، رویا، "نقش منابع مالی بلندمدت در رشد اقتصادی ایران"، پژوهش‌های اقتصادی/ایران، بهار و تابستان ۱۳۹۷
- خلیلی، ایمان، شیرازی، بابک، سلطان‌زاده، جواد. "مطالعه تاریخی صنعت فولاد در ایران؛ کاربرد چارچوب همپایی فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده"، فصلنامه بهبود مدیریت، دوره ۱۳، شماره ۱ (۱۳۹۸): ۹۰-۶۲.
- دولانی، عباس، حریری، نجلا، حسن‌زاده اسفنجانی، حافظ محمد، ولی نژادی، علی. "مروری بر پژوهش کیفی و نرم‌افزارهای تحلیل داده‌های کیفی"، نشریه مدیریت سلامت، دوره ۱۵، شماره ۴۷ (۱۳۹۱): ۹۰-۷۷.
- رحمانی، سوما، علیزاده ثانی، محسن، ولی پور خطیر، محمد، مجید پور، مهدی. "تحلیل شکاف فناوری صنعت فولاد ایران با کشورهای منتخب از منظر بهره‌وری"، دو فصلنامه‌ی پژوهشنامه مدیریت/جری، دوره ۱۱، شماره ۲۲، پاییز و زمستان (۱۳۹۸).
- سلیمی فر، مصطفی، حق نژاد، امین، رحیمی دستجردی، محسن (۱۳۸۹). بررسی تأثیر عوامل تولید بر شدت مصرف انرژی در ایران: یک تجزیه و تحلیل مبتنی بر تابع تولید کاب-داگلاس. مجله دانش و توسعه، سال هفدهم، شماره ۳۴، ویژه اسفند ۱۳۸۹
- لعل، سانجا (۱۳۸۵). سیاست فناوری و تشویق بازار. مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف، دفتر سیاست صنعتی شرکت ملی پتروشیمی ایران. گزارش عملکرد سال صنعت پتروشیمی کشور، ۱۳۹۶.
- شرکت ملی پتروشیمی ایران. گزارش عملکرد سال صنعت پتروشیمی کشور، ۱۳۹۹.
- صفدری رنجبر، مصطفی؛ رحمان سرشت، حسین؛ منطقی، منوچهر؛ قاضی نوری، سید سروش. "الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه تولید محصولات و سامانه‌های پیچیده در کشورهای درحال توسعه: مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت"، مدیریت توسعه فناوری، دوره ۴، شماره ۴ (۱۳۹۵): ۳۸-۹.
- عبدلی، قهرمان، وهرامی، ویدا. بررسی اثر پیشرفت تکنولوژی بر صرفه‌جویی مصرف انرژی در بخش صنعت و کشاورزی با استفاده از تابع کاب داگلاس. مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۶، شماره ۲۳ (۱۳۸۸).
- فرتوک‌زاده، حمیدرضا. "ایجاد پنجره مشترک دانش فنی، بیت الغزل صنعتی سازی جمهوری اسلامی ایران". ارائه شده در کمیسیون صنعت و معدن اتاق تهران، (۱۴۰۰).
- نقی زاده، رضا. "چارچوب سیاستی فرارسی فناورانه در واحدهای صنعتی مناطق کمتر برخوردار در ایران". مدیریت توسعه فناوری، تابستان ۱۴۰۰ - شماره ۲ (ویژه‌نامه فرارسی فناورانه).
- یین، رابرت؛ تحقیق موردی، ترجمه: پارسائیان، علی و اعرابی، سید محمد، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، ۱۳۷۶، چاپ دوم، ص ۲۰.
- Abramovitz, M.. 'Catching up, Forging Ahead, and Falling Behind'. *Journal of Economic History*, ۴۶(۲), ۴۰۶-۳۸۵. (۱۹۸۶).
- Arestis, P, Sawyer, M. (۱۹۹۴). Technology Gap. USA : Published by Edward Elgar.
- Bakke, K. (2017). Technology readiness levels use and understanding . Master's thesis. University College South-East Norway.
- BASF Report. Economic, environmental and social performance, 2019.
- Bell M.R., Pavitt K. (1995). The Development of Technological Capabilities ,in I.U. Haque, Trade, Technology and International Competitiveness, EDI Development Studies, The World Bank, Washington D.C.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). "Using thematic analysis in psychology", *Qualitative Research in Psychology*, Vol. 3, No. 2, Pp. 77-101.

- Cefic.Facts and figures, Industrial brochure trade,2018.
- Cornwall, J. (1976). Diffusion, Convergence and Kaldor's Law . *Econ. J.* 85 307-314.
- Dollinger, M.J. (1985). 'Environmental contacts and financial performance of the small firm', *Journal of Small Business Management*, 23(1), 24-31".
- Eisenhardt, K., M. 'Building theories from case study research'. *Academy of Management Review*.14(4), (۱۹۸۹): 532-550.
- Fagerberg, J., & Srholec, M. 'Catching up: what are the critical factors for success', *Presented at UNIDO*, November (2005).
- Fagerberg, J.& Godinho, M. M. Innovation and catching-up .The Oxford Handbook of Innovation. *Oxford University Press, New York*, 2004: 514-544
- Fan,P. ,Watanabe,C.'Promoting industrial development through technology policy: Lessons from Japan and China', *Technology in Society* , Volume 28, Issue 3, August 2006, Pages 303-320
- Geertz, C..Peddlers and Princes: Social Change and Economic Modernization in Two Indonesian Towns . Chicago: *University of Chicago Press*, (1963).
- Giachetti, C., Marchi, G., 'Successive changes in leadership in the worldwide mobile phone industry'. *Research. Policy* , 46, 352–364, (2017).
- Gomulka, S. (1971). Inventive Activity,Diffusion and Stages of Economic Growth. Skrifter fra Aarhus universitets økonomiske institut nr. 24, Aarhus
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. The building blocks of economic complexity. 'Proceedings of the national academy of sciences', 106(26), 10570-10575, (2009).
- Hobday, M. 'Export-led technology development in the four dragons: the case of electronics'. 'Development Chang', 25(2), 331-361, (1994).
- Independent Chemical Information Service,The ICIS Top 100– Chemical Companies of the Year 2018
- Lall,Sanjaya .'Reinventing industrial strategy.The role of government policy in building industrial competitiveness' .*Annals of Economics and Finance*, February, 2004
- Lall,Sanjaya.'Technological Capabilities and Industrialization'. *World Development*,20(2),165-86. (1992).
- Lall, Sanjaya. Learning to industrialize: the acquisition of technological capability by India . *Springer*, (1987).
- Lee, K. (2005). 'Making a technological catchup: Barriers and opportunities'. *Asian Journal of Technology Innovation*, 13(2), 97-131.
- 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*, 2017, vol. 46, issue 2, 338-351
- Lee,Keun, Lim,Chaisung,(2001). 'Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries', *Research Policy* (30) 2001 459–483
- Lee,K.,Ki,J,H.(2017). 'Rise of latecomers and catch-up cycles in the world steel industry'. *Research Policy*. Vol.46, No. 2.
- Lee, J. J., & Yoon, H. 'A comparative study of technological learning and organizational capability development in complex products systems: Distinctive paths of three latecomers in military aircraft industry'. *Research Policy*, 44(7), 1296–1313, (2015).
- Leonard-Barton, D. (1995).Wellsprings of knowledge: Building and sustaining the sources of innovation .*Harvard Business School*.
- Kang, H. and Song, J. (2017). 'Innovation and recurring shifts in industrial Leadership: Three phases of change and persistence in the camera industry'. *Research Policy* . Vol.46, No. 2.
- Kim, L. Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning. Boston: *Harvard Business School Press*, (1997).
- Market research future . Petrochemical Market Research Report- Forecast to 2023 , 2019.
- Morrison, Andrea & Rabellotti, Roberta, 2017. 'Gradual catch up and enduring leadership in the global wine industry', *Research Policy, Elsevier*, vol. 46(2), pages 417-430.
- Nelson, R., Pack, H. 'The Asian miracle and modern growth theory'.*The Economic Journal*, 109 (457) ۴۱۶-۴۳۶. (۱۹۹۹).
- Odagiri, H., Goto, A., Sunai, A., Nelson, R. (Eds). (2010). Intellectual Property Rights, Development and Catch-up- an International Comparative Study. *Oxford University Press*.

- Perez, C. and Soete, L. 'Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity'. *Technical change and economic theory*, pp. 458-479, ' 1988.
- Posner, M.V. International Trade and Technical Change , Oxf Econ. Pap. 13: 323-341, (1961).
- Sauser, B.J., Ramirez-Marquez, J.E., Henry, D., and DiMarzio, D "A system maturity index for the systems engineering life cycle". *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 3(6): ۶۷۳... (۲۰۰۸).
- Shin, J.S. 'Dynamic catch-up strategy, capability expansion and changing windows of opportunity in the memory industry'. *Research Policy*. Vol.46, No. 2. (2017).
- ating technological, market and organizational change. 4th ed. Chichester, England ; Hoboken, NJ: Wiley, (2009).
- Tellis Winston (1997). Application of a case study methodology", The Qualitative Report , Vol.3, N. 3.
- Xielin, LIU, (2006). 'Path-following or Leapfrogging in Catching-up the Case of Chinese Telecommunication Equipment Industry'. *Paper presented at CIRCLE seminar series 5th December 2006*.
- Vertesy, D., (2017). 'Preconditions, windows od opportunities and innovation strategies: successive leadership changes in the regional jet industry'. *Research Policy*. Vol.46, No. 2.
- Wong Poh- Kam .National innovation systems for rapid technological catch up: An analytical framework and a comparative analysis of Korea 'Taiwan and Singapore'. *Presented at the DRUID Summer Conference on National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policy, Rebild, Denmark, June (1999)* .