Journal of
Improvement Management
Vol. 16 No. 2, Summer 2022 (Serial 56)

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

Abolghasem Farsi[1], Manouchehr Manteghi[2]☎, Hasan Farsijani[3], Changiz Valmohammadi[4]

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 ره‌نگاشتی برای تسهیل و تسریع وقوع همپایی فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران

دوره ۱۶ شماره ۲ (پیاپی ۵۶)
تابستان ۱۴۰۱

نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۲) صفحات ۳۴-۱

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 قرارگرفته و سپس مطالعات حول تبیین و تحلیل شکاف فناورانه صنعت پتروشیمی ایران و ارائه یک ره نگاشت جهت پر کردن این شکاف برای وقوع همپایی فناورانه متمرکزشده 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 رقابتی کشورها عمدتاً بر اساس دسترسی، استخراج و استفاده مؤثر از مواد خام، نیروی کار، سیستم حمل‌ونقل و منابع سرمایه‌ای استوار بود. این نهاده‌ها هرچند در عصر کنونی نیز از اهمیت برخوردارند، ولی امروزه نوآوری‌های فناورانه و نقش آن‌ها در ارائه محصولات نوآورانه بازار محور، نقش اساسی در کسب مزیت رقابتی بنگاه‌های اقتصادی کشورها بر عهده‌دارند (Tidd &Bessant, ۲۰۰۹). تمرکز بر مزیت‌های نسبی و غافل شدن از رشد سریع فناوری، باعث می‌شود که بسیاری از بنگاه‌ها، پیشتازی خود را از دست دهند (Lee & Malerba, 2017)، که در این راستا در ادبیات توسعه اقتصادی همواره این موضوع نظر محققین و نظریه‌پردازان را به خود جلب نموده است، که چرا برخی کشورها مسیر توسعه را سریع‌تر پیموده‌اند درحالی‌که بسیاری از کشورها در این فرآیند عقب‌مانده‌اند؟ در راستای پاسخ به این سؤال، نتایج مطالعات بسیاری از محققین بر ارتقاء توانمندی‌های فناورانه و نقش اساسی آن بر رقابت‌پذیری و رشد پایدار بخش صنعت تأکید می‌نماید (Guo et al., 2019)، که در همین راستا نتایج پژوهش لی و لیم (۲۰۰۱) افزایش پایدار در سهم بازار را درگرو ارتقاء قابلیت‌های فناورانه شناسایی نموده و رقابت‌پذیری بدون این مؤلفه را بسیار مشکل و اتکا بر مزیت‌های نسبی رقابت‌پذیری پایدار نخواهند ماند (Lee & Lim, 2001).

بسیاری از نظریه‌پردازهای توسعه اقتصادی معتقدند همپایی از سطح بنگاه‌ها شروع‌شده و تجربه‌های موفق تعدادی از بنگاه‌ها به‌سرعت به سایر بنگاه‌ها سرایت نموده و با یادگیری، بهره‌وری کل عوامل صنعت افزایش و منجر به ایجاد پنجره‌های فرصت جدید شده و آنگاه فرآیند همپایی آغاز می‌شود (Lall,S.,1992, 1987)، (سوزنچی کاشانی وصفدری رنجبر، ۲۰۱۹). در این راستا توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده ای همچون صنعت پتروشیمی که شکل دهنده ستون فقرات اقتصاد بوده و فناوری‌های گسترده‌ای را مشمول می شوند؛ می‌تواند باعث بسیج همگانی منابع و ظرفیت‌های ملی و تحریک نوآوری در سطح وسیعی از زیست‌بوم شده و فرآیند همپایی آغاز گردد.

بررسی شاخص‌های اقتصادی و فناورانه صنعت پتروشیمی ایران نشان می‌دهد، این صنعت علیرغم برخورداری از مزیت‌های نسبی ویژه، نسبت به رقبا در وضعیت مناسبی نبوده و روند توسعه فعلی رقابت‌پذیری پایدار را تضمین نخواهد کرد. مطالعه راهبردهای توسعه دوره‌های گذشته این صنعت نشان می‌دهد، توسعه‌ی این صنعت عمدتاً مبتنی بر بهره‌برداری از منابع بوده که با سرمایه‌گذاری سنگین و فناوری خارجی عمدتاً تکراری شکل‌گرفته است و پیامد این الگو توسعه ایجاد شکاف فناورانه و فاصله گرفتن از بازیگران اصلی بوده است. از منظر اسناد بالادستی توسعه کشور، در افق۱۴۰۴ صنعت پتروشیمی باید اولین تولیدکننده محصولات با ارزش در منطقه باشد و به جایگاه اول فناوری منطقه دست یابد، این درحالی است که بررسی روند شاخص‌های صنعت، دستیابی به این هدف را تائید نمی‌نمایند و لازم است مسیرتوسعه صنعت اصلاح گردد که دراین راستا سوالاتی به شرح ذیل 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 شناسایی‌شده 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.پس‌ازآن 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 بیان‌شده 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 درحال‌توسعه ازلحاظ 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 موفقی در این زمینه بوده است، که پس این 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 گرفته‌شده که می‌تواند منجر به نتایج ناموفق گردد (Nelson, ۱۹۹۹ R., Pack, H.,). 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 «نرم» مدل کسب‌وکار پیروی می کندکه 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، مدو لار و تطبیقی است (Petti, et al., 2021).

سیاست‌ها و حکمرانی به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه 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 فناورانه 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, F., 2017)،که این عوامل نقش مهمی در فرآیند همپایی بنگاه‌های متأخر بر عهده‌دارند. 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, A.,Rabellotti, R., 2017) پرداخته‌اند. ایشان معتقدند که بنگاه‌ها و کشورهای متأخر می‌توانند از طریق بهره‌برداری از پنجره‌های فرصت فناوری، نهاد/سیاست و تقاضا اقدام به همپایی فناورانه 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 فناورانه صنعت توربین‌های گازی داشته است. لذا علاوه بر قابلیت‌های فناورانه، 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 فناورانه و گونه شناسی این توانمندی‌ها در جدول (۱) ارائه‌شده است.

بررسی پیشینه مطالعات حوزه همپایی نشان می‌دهد، پژوهش‌های متعددی حول عوامل مؤثر بر توسعه نظام‌های فناورانه 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، پرداخته‌شده است و نقش ایجاد و توسعه توانمندی‌های فناورانه در فرآیند همپایی نادیده گرفته‌شده 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 فناورانه کشور گیرنده فناوری ارتقاء نیابد و شکاف فناورانه درگذر زمان بین کشورهای متأخر و پیشرو بیشتر گردد.

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

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
پتی 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 فناورانه
کیامهر	۲۰۱۷	الگوهای ساخت و انباشت قابلیت های فناورانه 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 فناورانه 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 مپنا در توربین های گازی	بهبود قابلیت‌های تکنیکی و زیر ساختی، استفاده از بازار داخلی به عنوان پیشران،سیاست های حمایتی دولتی، تعامل فناورانه و انتقال فناوری، اهرم کردن منابع برای انتقال فناوری، شبکه سازی، توجه به سرمایه های اجتماعی از عوامل موفقیت همپایی فناورانه مپنا 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 بازارو نوآوری های محصولی، بهبود مداوم کیفیت، بهبود قابلیت‌های تکنیکی و زیرساختی، 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 فناورانه
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 فناورانه و سهم بازار است
نلسون و پاک	۱۹۹۹	بررسی مکاتب فکری همپایی فناورانه	شناسایی دو دیدگاه«انباشت سرمایه‌های فیزیکی و انسانی» و "ارتقاء قابلیت های فناورانه» در فرآیند همپایی
وونگ	۱۹۹۹	روش تسریع همپایی	ارائه راهبردهای پنج گانه تسریع همپایی فناورانه با تاکید بر ارتقاء قابلیت های فناورانه و یادگیری فناورانه
بل و پاویت	۱۹۹۵	مطالعه اثر انباشت قابلیت های فناورانه پویا در کارایی و پویایی بنگاه های متاخر	در فرآیندهای سرمایه گذاری و تولید، باید قابلیت های فناورانه 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 فناورانه، وتمرکز بر نوآوری‌های تدریجی تاکید شده است.
لعل	۱۹۹۲	بررسی ماهیت و عوامل توسعه فناورانه در سطح بخش و تبیین عوامل رشد توانمندی های ملی	متفاوت بودن مسیر توسعه فناورانه 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[۱](۲۰۰۱)؛ لعل[۲](۱۹۹۲)؛ مجیدپور(۲۰۱۶)؛ هابدی[۳](۱۹۹۵) و نلسون و پاک[۴](۱۹۹۹) در رویکردی توانمند محور بر یادگیری، ارتقاء ظرفیت جذب، انباشت قابلیت‌های فناورانه بنگاه‌های متأخر تأکیددارند،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 درخلق 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 کپی این مدل‌ها تقریباً غیرممکن بوده و باید بر اساس زیست‌بوم فناوری صنعت متأخر مدل مناسب طراحی گردد. در این راستا میائو و همکاران(۲۰۱۸) اعتقاددارند 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 درحال‌توسعه و کمتر توسعه‌یافته عمدتاً ناموفق بوده است که نامتناسب بودن فناوری وارداتی مطابق بااستعدادها 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 فناورانه

کشورهایی که قصد همپایی فناورانه دارند، نیازمند سنجش سطوح قابلیت‌های فناورانه و تعیین اولویت‌های فناورانه موردنیاز هستند.سنجش سطوح قابلیت‌های فناورانه فرآیندی است که به یک سازمان کمک می‌کند تا قابلیت‌ها و توانمندی‌های فناورانه 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 فناورانه مدنظر قرار می‌دهند. برخی از پژوهشگران بر جنبه‌های فرآیندی قابلیت‌های فناورانه تمرکز داشته و آن را مجموعه‌ای از فرآیندهای سازمانی در راستای تغییرات فناورانه برمی‌شمارند(Kim,1997) و محققین دیگر توانمندی‌های فناورانه را از دیدگاهی خروجی محور شامل دانش و فناوری تولیدشده از طریق فعالیت‌های تحقیقاتی، رازهای تجاری و مالکیت‌های فکری مانند ثبت اختراعات و پتنت ها می‌دانند(Lee, al et,2001، Dollinger,1985). 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 فناورانه 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.

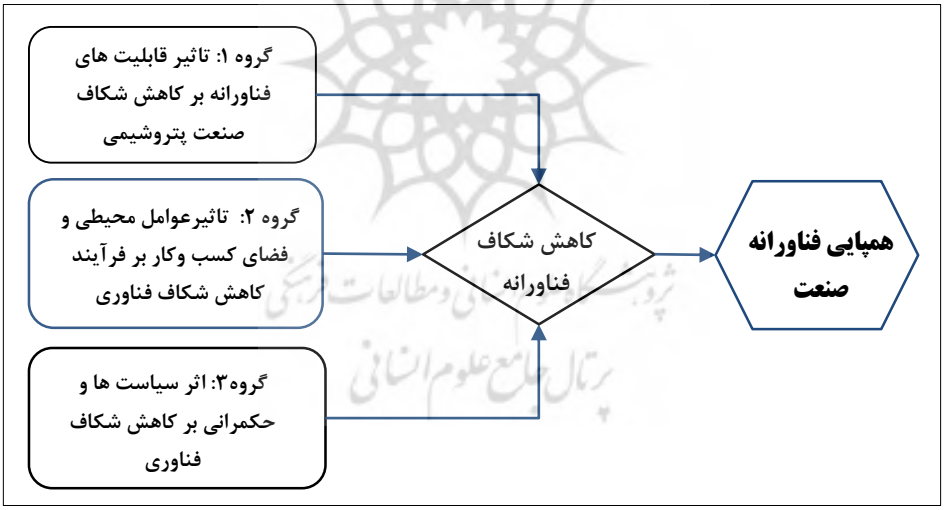
جدول ۲: طبقه‌بندی دیدگاه‌ها و مدل‌های ارزیابی توانمندی‌های فناورانه (آذر و همکاران، ۱۳۸۹)

حوزه کاربرد / حوزه کارکرد	مدل های تعیین شکاف تکنولوژی	مدل های تعیین علل بروز شکاف	مدل های ارائه راهکار جهت جبران عقب افتادگی
ارزیابی توانمندی های فناورانه 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 توانمندی های فناورانه در سطح بنگاه و ارتباط با فناوری فرآیند	مدل پورتر، مدل پاندا و راماناتان	مدل لیندسی و مدل فورد	
ارزیابی توانمندی فناورانه در سطح فرابنگاهی	مدل اطلس تکنولوژی		

از اهداف اساسی سنجش فناورانه، تعیین و سنجش میزان شکاف فناورانه 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 فناورانه دو کشور، بین دو صنعت رقیب درکشورهای 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 فناورانه به‌سرعت و به‌صورت مساوی در جهان منتشر نمی‌شود (رحمانی وهمکاران، 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 دربرمی گیرد. 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 درحال‌توسعه مدل مفهومی پژوهش مطابق شکل (۱) طراحی شد.



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

بررسی‌های نشان می‌دهد، شکاف فناورانه می‌تواندتابع عوامل درونی زیست‌بوم فناورانه صنعت از قبیل کیفیت و کمیت قابلیت‌های فناورانه صنعت ازجمله شاخص‌هایی که جنبه‌های مختلف نوآوری و سطح فناوری صنعت را تبیین می‌نمایند، و عوامل سطح ملی (Lee & Lim, 2001; Xielin, 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 کسب‌وکار 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

ازآنجایی‌که پژوهشگر در پی شناسایی عوامل سیاستی مرتبط با همپایی صنعت پتروشیمی ایران است، «روش مطالعه موردی» برای انجام پژوهش انتخاب‌شده است. این روش پژوهشگر را قادر می‌سازد که به تحلیل و کاوش، در رابطه با موضوعات مهمی بپردازند که روش‌های دیگر پژوهش به‌آسانی قادر به تشخیص آن نیستند و به‌طورکلی 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). به‌عبارت‌دیگر استراتژی مورد کاوی یک موقعیت واقعی است که به‌صورت تفصیلی و با دقت کافی با بررسی و تحقیق توسط پژوهشگر تهیه‌شده و دربرگیرنده حقایق پیرامونی یک پدیده واقعی است که در یک سازمان واقعی رخداده است. یین[1](۱۹۸۹) مطالعه موردی را یک کاوش تجربی می‌داند که از منابع و شواهد چندگانه برای بررسی یک پدیده موجود درزمینه واقعی‌اش در شرایطی که مرز بین پدیده و زمینه آن به‌وضوح روشن نیست، استفاده می‌شود. این استراتژی تحقیق، زمانی مورداستفاده قرار می‌گیرد که پرسش‌های پژوهش در قالب «چگونگی و چرایی» بوده و عمدتاً روابط علی در پژوهش مدنظر باشند، بعلاوه پژوهشگر بر رویدادهای پدیده موردمطالعه 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). ازآنجایی‌که در این پژوهش در پی شناسایی عوامل موثر بر همپایی و تعیین شاخص‌های صنعت مدنظر است، از استراتژی موردی تبیینی یا تفسیری استفاده‌شده 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 منتشرشده در پایگاه‌های داده معتبر و مطالعات میدانی و نظرخواهی از خبرگان استفاده‌شده است و ازآنجایی‌که 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 موردبررسی قرارگرفته و پس‌ازآن 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 باخبرگان جامعه پژوهش طراحی

[1] Yin 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 جمع‌آوری‌شده دسته‌بندی، پالایش و کدگذاری شده و سیر تکاملی کفایت داده تا ظهور یک تئوری یا مدل مفهومی اغنا کننده ادامه یافت. برای تجزیه‌وتحلیل 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 گردآوری‌شده را، سازمان‌دهی و در قالب جزییات 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 درروش استقرایی تم‌های شناسایی‌شده، 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 تعریف‌نشده‌اند و الگوها در طول تحلیل آشکار می‌شوند. اما درروش 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 محوراست(Braun & Clarke, 2006). در این پژوهش از روش تحلیل تم استقرایی شش مرحله‌ای کلارک براون به شرح جدول (۳) استفاده‌شده است.

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

گام ۱	آشنایی با داده‌های جمع آوری شده	جمع آوری و مرتب سازی وآشنایی با جزییات داده ها، استخراج الگوها، معانی و ایده های اولیه
گام ۲	کدبندی اولیه	کد گذاری اولیه داده ها بر اساس مضامین استخراج شده از مصاحبه ها که به طورمستقیم یا تلویحی توسط پژوهشگر از متن مصاحبه برداشت شده است.
گام ۳	جستجو و شناسایی تم‌ها	شناسایی کدهای بالقوه - تصمیم گیری در خصوص نحوه دسته بندی کدهای اولیه بر اساس صحت ارتباط معنایی با یکدیگر
گام ۴	بازبینی تم‌ها	مرور و ادغام تم های فرعی در تم های بزرگترو استخراج و کد گذاری تم های اصلی - کد گذاری محوری پالایش و یکپارچه سازی تم های کدگذاری شده حول پدیده اصلی پژوهش
گام ۵	نام‌گذاری تم‌ها	نام‌گذاری تم های 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 داده‌شده 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 طولانی‌مدت وی با فضای صنعت پتروشیمی و مشاهدات مداوم او در محیط پژوهش، ازنظرت و راهنمایی‌های اساتید و خبرگان در مراحل مختلف پژوهش استفاده شد. برای تعیین روایی ابزار اندازه‌گیری، از روایی محتوا استفاده‌شده که بدین منظور در هر مرحله از پژوهش، نظر خبرگان اخذ شد و نتایج به‌دست‌آمده بررسی و به تائید ایشان رسید. در این پژوهش به اعتبار درونی داده‌ها نیز توجه شده است، که به‌منظور افزایش اعتبار آن‌ها، فرآیند مصاحبه تا حصول اشباع نظری ادامه یافت، به‌طوری‌که داده‌های جدید با داده‌های قبلی جمع‌آوری‌شده، 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 ازایشان در خصوص نتایج به‌دست‌آمده 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 به‌منظور 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 درحال‌توسعه در جهت کاهش شکاف فناورانه نیز موردبررسی قرارگرفته و عوامل مؤثر بر همپایی شرکت‌های شیمیایی مستقر در ۱۲ کشور شامل آلمان، آمریکا، ژاپن، چین، سنگاپور، تایوان، هنگ‌کنگ، 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 رقبا با

راهبردهای شرکت‌های شیمیایی مستقر در کشورهای توسعه‌یافته متفاوت است. شرکت‌های گروه اول درگذر زمان از راهبردهای مختلفی وابسته به شرایط زیست‌بوم خود در فرآیند همپایی استفاده نموده‌اند، 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 داده‌شده است.

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

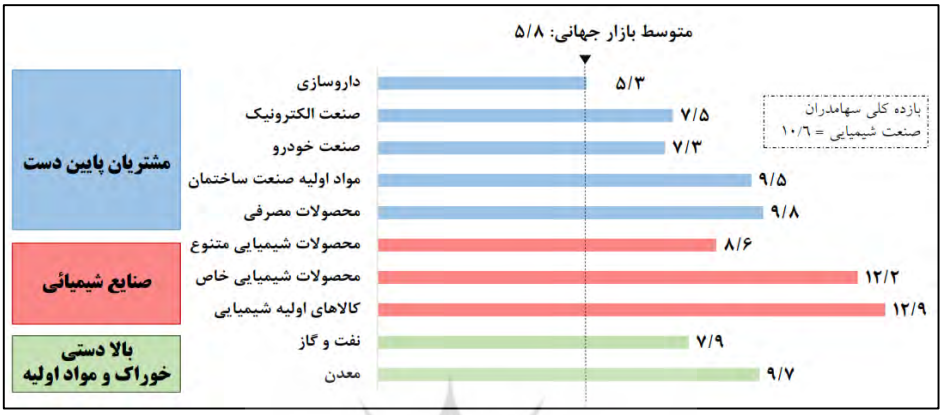
ردیف	مراحل	کشورهای در حال توسعه با درآمد پایین و متوسط	کشورهای توسعه یافته با درآمد بالا
۱	نوع همپایی	همپایی بازار	همپایی فناورانه – همپایی بازار
۲	منبع همپایی	سرمایه گذاری با استفاده از فناوری های وارداتی، مزیت نسبی ناشی از نیروی کار ارزان، پیروی از مسیر، نوآوری جزیی، منابع طبیعی، پنجره های فرصت(فناوری،حکمرانی،اقتصادی)	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 وفناوری	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 عمرکوتاهتر، سامانه ساز و یکپارچه سازسیستم؛ 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، حداکثر سازی بهره وری
۷	چالش ها و ریسک ها	ریسک پایین ناشی از اکتساب فناوری های موجود، کاهش رشد درآمد با نزولی شدن چرخه عمرمحصول،قفل 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، پارادیم های فناوری

به جهت تبیین و تعیین میزان شکاف فناورانه بین صنعت پتروشیمی ایران با پیشروان جهانی و تعیین سلسه‌مراتب 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 برنامه‌ریزی‌شده مشخص می‌نمایم.

۴-۱- بررسی شاخص‌های صنعت پتروشیمی

صنعت شیمیایی به لحاظ بازدهی مناسب همواره موردتوجه 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، درحالی‌که در همین سال این شاخص برای صنعت شیمیایی حدود ۱۰/۶ درصد برآورد شده است. گروه کالاهای اولیه یا کامودیتی ها در صنعت شیمیایی با بازده کل ۱۲/۹ درصد بالاترین بازدهی را نشان می‌دهد و پس‌ازآن ، 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.



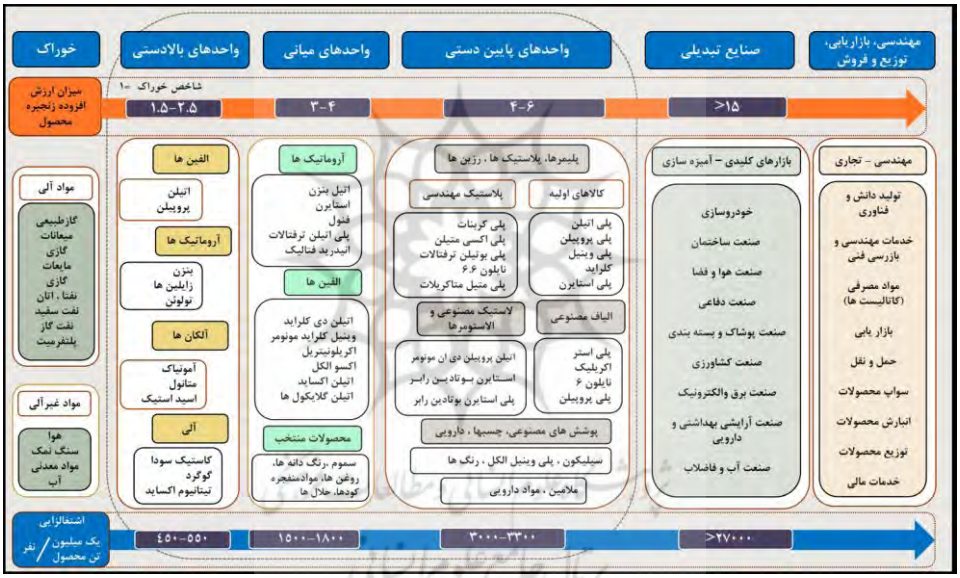
نمودار ۱: میزان بازده کلی سهامداران (Total return to shareholders) در صنایع مختلف – منبع (مکنزی، ۲۰۱۸)

ولی شاخص‌های متداول پویایی بازار یا تولید همیشه نشان‌دهنده درجه بلوغ فن‌آوری یک صنعت یا بخش نیست. ازآنجایی‌که فناوری یک عامل تعیین‌کننده در درجه بلوغ صنعت است، تمامی قابلیت‌های فناورانه باید در بعد فناوری زیست‌بوم صنعت لحاظ گردد. مزیت رقابتی صنعت با میزان بلوغ فناورانه محصولات و فرآیندهای مرتبط است که آن‌هم به‌نوبه خود، بادانش فنی تولید محصولات جدید، فرایندها و فنون تولید ازجمله ماشین‌آلات و تجهیزات، فناوری‌های نرم ازجمله 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، همان‌طوری که ذکر شد شکاف فناوری از چالش‌های اساسی در مسیر توسعه پایدار صنعت پتروشیمی ایران است. تبیین و تعیین میزان شکاف فناورانه 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 فناورانه 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 رویکردشاخص ها برای تحلیل شکاف فناورانه 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 درنهایت بخش خدمات شامل امور مهندسی و تولید فناوری، بازاریابی و توزیع و فروش تقسیم کرد که این تقسیم‌بندی در شکل(۲) نشان داده‌شده است.



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

بررسی‌ها نشان می‌دهد میانگین ارزش‌افزوده درگروه‌های 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 ۱۵برابراست که توسعه زنجیره ارزش بخش پایین‌دست زمینه را برای فعالیت شرکت‌های کوچک و متوسط فراهم نموده و ظرفیت اشتغال‌زایی به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد.

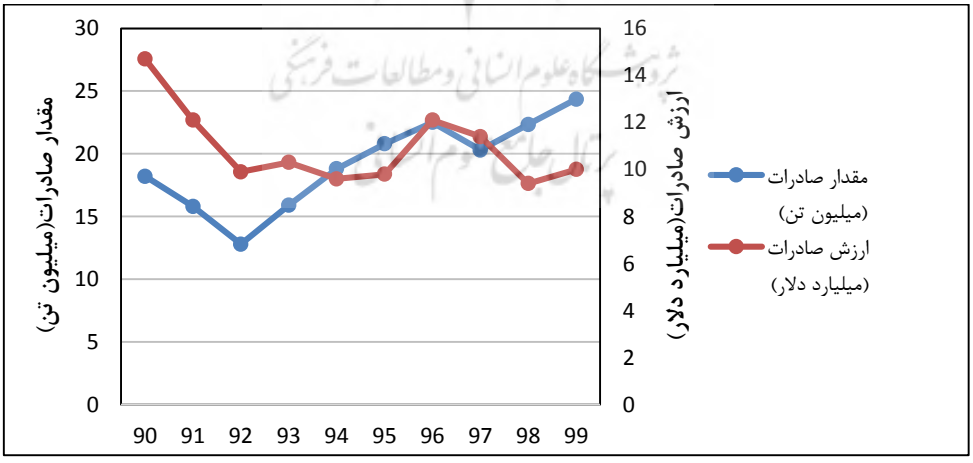
عملکرد صادرات صنعت پتروشیمی کشور بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ نشان می‌دهد میانگین ارزش صادراتی محصولات پتروشیمی کشور با راه‌اندازی واحدهای جدید صنعت پتروشیمی از ۸۰۸ دلار به ازای هر تن به ۴۱۱ دلار بر تن در سال ۱۳۹۹ کاهش‌یافته است که در مقایسه با میانگین جهانی که

بالغبر ۲۰۰۰ دلار به ازای هر تن است فاصله زیادی داشته و تنها حدود ۳۰ درصد از اهداف موردنظر پوشش داده‌شده است (جدول۶).

جدول ۶: صادرات محصولات پتروشیمی ایران – نتایج پژوهش

	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	میانگین قیمت
مقدار صادرات(میلیون تن)	۱۸	۱۶	۱۳	۱۶	۱۹	۲۱	۲۳	۲۰	۲۲	۲۴	
ارزش صادرات(میلیارد دلار)	۱۵	۱۲	۹,۹	۱۰	۹,۶	۹,۸	۱۲	۱۱	۹,۴	۱۰	
تن/دلار	۸۰۸	۷۶۶	۷۷۳	۶۴۸	۵۱۱	۴۷۱	۵۳۸	۵۶۲	۴۲۱	۴۱۱	۵۹۱

از سویی بررسی‌ها نشانگر آن است که با بهره‌برداری از طرح‌های 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 دربازارهای بین‌المللی از یک‌سو و اضافه شدن محصولات کم‌ارزش 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 بالغبر ۴۹۴ میلیارد یورو بوده است. به عبارتی به ازای یک‌تن خوراک ۶۲۷۷ دلار ارزش‌افزوده ایجادشده است، این در حالی است که مجموع خوراک مصرفی صنعت پتروشیمی ایران در سال ۱۳۹۹حدوداً ۳۴,۵ میلیون تن برآورد می‌شود که با این خوراک مجموعاً ۶۱,۲ میلیون تن محصول تولیدشده است.عملکرد فروش صنعت در این سال برای ۹,۸ میلیون تن فروش داخلی، ۱۱,۲میلیون تن فروش بین شرکتی و ۲۴,۴ میلیون تن صادراتی، مجموعاً ۲۴ میلیارد دلار برآورد می‌شود (NPC, 1399) که در مقایسه، با عملکرد صنعت شیمیایی اتحادیه اروپا شکاف معنی‌داری دارد.



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

۴-۱-۲- شاخص توسعه فناوری و مهندسی

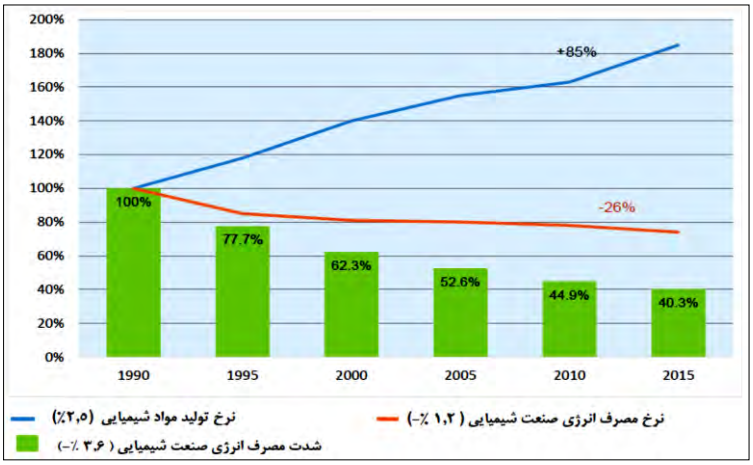
از دیدگاهی دیگر جهت بررسی وضعیت فناوری در طرح‌های در حال احداث، ۳۵ طرح در حال اجرا پتروشیمی به لحاظ توسعه فناوری و طراحی مهندسی پایه، مهندسی تفصیلی و ساختمان و نصب موردبررسی قرار گرفت. بررسی‌ها نشان می‌دهد دانش فنی این طرح‌ها برگرفته از ۳۹ شرکت خارجی و چهار شرکت داخلی است. در بخش توسعه فناوری تنها ۹ 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(جدول۷).

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 ازجمله 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 کاهش‌یافته است. به‌طوری‌که کل مصرف انرژی در بخش صنعت پتروشیمی اتحادیه اروپا در سال ۱۹۹۰ بالغبر 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 کاهش‌یافته است (نمودار۳).



نمودار ۳: مصرف سوخت و برق در صنعت شیمیایی اتحادیه اروپا (به‌جز 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 کاهش‌یافته است که بخش عمده‌ای از این کاهش، مرتبط با افزایش کارایی فنی درنتیجه رشد فناوری است. در جدول (۸) میانگین شدت مصرف انرژی در تعدادی از پتروشیمی‌های کشور نشان داده‌شده است.

جدول۸: 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	Kg/Mwh
			میانگین	واحد		
۱	پتروشیمی شیراز	کل مجتمع	۱۶.۹	۱۶.۹۳	۰.۰۰۴۷	۲۱۲.۶
۲	پتروشیمی کرمانشاه	آمونیاک+CDR	۲۵.۴۵	۳۴.۰۳۹	۰.۰۰۹۵	۱۰۵.۸
۳		اوره		۵.۶	۰.۰۰۱۶	۶۴۲.۹
۴	پتروشیمی پردیس	آمونیاک	۱۹.۱	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	۱۵.۶۹	۵.۴۲	۰.۰۰۱۵	۶۶۴.۲
۱۱		اتیلن اکساید/اتیلن گلایکول		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		۲۹.۵۸	۰.۰۰۸۲	۱۲۱.۷
۱۶	پتروشیمی بوشهر(فاز ۱)	متانول		۳۵.۱	۰.۰۰۹۷	۱۰۲.۶
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 حدود۳۰۰ کیلوگرم است، این در حالی است که بازدهی انرژی برای تولید محصول درشرکت 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[۱] (۲۰۱۹) میزان فروش شرکت باسف بالغبر ۶۶,۵۹۴ میلیارد دلار بوده است و در همین سال مجموع دارایی اعلام‌شده این شرکت بالغبر۹۷,۶۱۹ 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 (جدول۹).

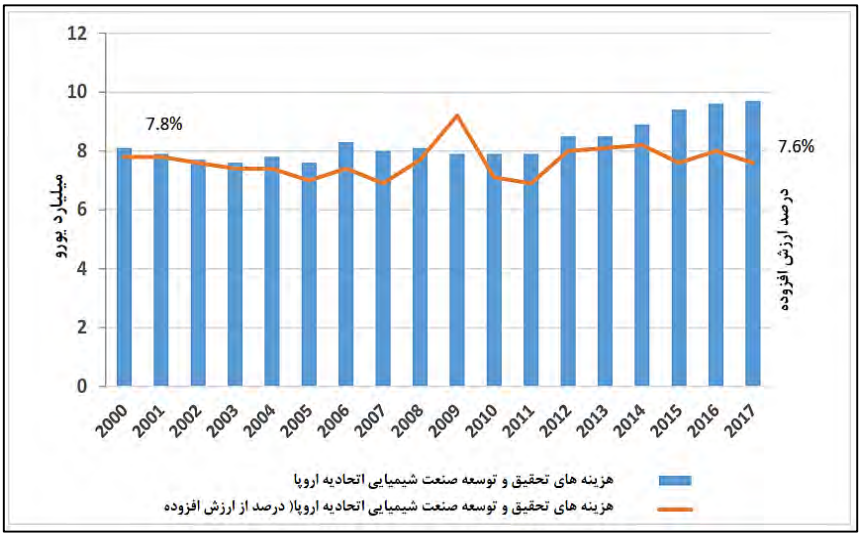
جدول ۹: بازده دارایی/سرمایه‌گذاری نسبت به فروش منبع: داده‌ها (NPC,1399؛ ICIS,2018)

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 ۲تا ۳ 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 سالانه۸,۱ میلیارد یورو بوده است که درنتیجه آن ارزش‌افزوده این صنعت در دوره موردبررسی به‌طور متوسط ۱,۲ درصد رشد داشته است.

[۱] Independent Chemical Information Service (ICIS)

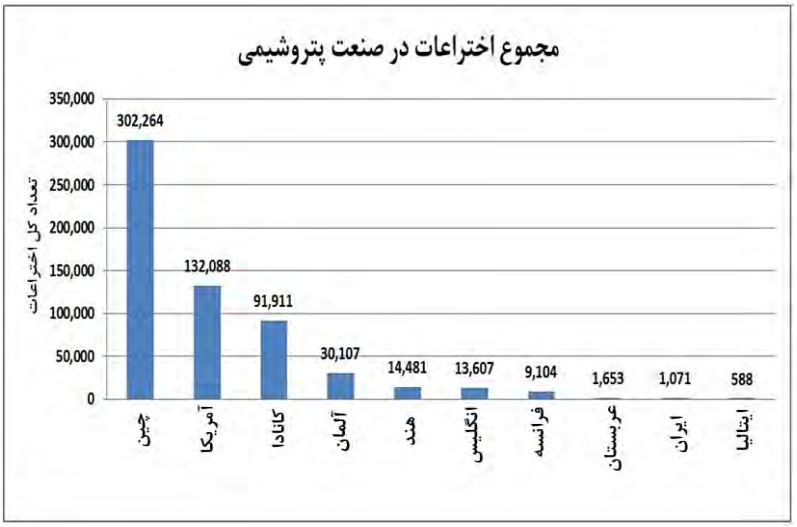


نمودار ۴: مخارج تحقیق و توسعه در صنعت شیمیایی اتحادیه اروپا (Cefic Chemdata International,2018)

در صنعت پتروشیمی ایران آمار قابل استنادی برای هزینه‌های فعالیت‌های تحقیقاتی به دست نیامد، لذا وضعیت هزینه‌های تحقیق و توسعه کشور نسبت به تولید ناخالص داخلی موردسنجش قرار گرفت. در مقیاس بین‌المللی میانگین این هزینه حدود ۲,۵٪ است،که بررسی‌ها نشان می‌دهد این شاخص در ایران کمتر از ۰,۵٪ است و فاصله زیادی با میانگین جهانی دارد.

۴-۱-۶- شاخص ثبت اختراع

در صنعت پتروشیمی چرخه‌های عمر محصول طولانی است و تغییرات نوآوری با نرخ پایینی اتفاق می‌افتد و عمده نوآوری‌ها به‌صورت تدریجی و بیشتر به‌صورت بهبودهای نوآورانه صورت می‌گیرد که این موضوع ممکن است موجب سوگیری اشتباه نسبت به ارتقای فناوری و بهبود فرآیندها و محصولات گردد. چراکه در محصولات CoPS مانند صنعت پتروشیمی، که ترکیبی از فناوری‌های مختلف هستند، تغییرات فناوری در زیرسیستم‌های این محصولات می‌تواند منشأ تأثیر در بهبود فرآیندها، محصولات و کارایی سیستم‌ها و ارتقاء مزیت رقابتی باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان اختراعات در صنعت پتروشیمی ایران که از شاخص‌های اصلی برای سنجش تغییرات فناوری است، نسبت به کشورهای توسعه‌یافته و حتی درحال‌توسعه بسیار پایین و حتی ناچیز 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 مذبور 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 تعیین‌شده 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 اختصاص‌یافته که با توجه به مزیت‌های نسبی کشور در حوزه پتروشیمی کمتر از ۳۰٪ اهداف تبیین شده پوشش داده‌شده 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 اختصاص‌یافته که ارزش‌افزوده 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 وکود 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 تعیین‌شده در اسناد بالادستی است، فاصله معنی‌داری داشته،که باید باسیاست گذاری صحیح این شکاف کاهش یابد.

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

ردیف	شاخص	پتروشیمی ایران	سطح مطلوب		نسبت شکاف توانمندی های فناورانه
			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 تفضیلی 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 وایپو ۲۰۲۱	۱۷.۸٪

۴-۲- شناسایی عوامل مؤثر بر همپایی

در این پژوهش بامطالعه پیشینه موضوع، عوامل مختلف مؤثر بر شکاف فناوری شناسایی و سپس با بررسی تجارب شرکت‌های شیمیایی در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه راهبردهای این شرکت‌ها برای کاهش شکاف فناورانه شناسایی و تحلیل شد. همان‌طوری که توضیح داده شد، به‌منظور تبیین و تعیین میزان شکاف فناورانه بین صنعت پتروشیمی ایران با پیشروان جهانی از رویکرد شاخص‌ها برای اندازه‌گیری قابلیت‌های فناورانه 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 ارزش‌افزوده 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. همان‌طوری 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 فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران از منظر قابلیت‌های فناورانه تحت تأثیر۵ 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(تم فرعی) سیاستی متناظر با آن‌ها است که در جدول (۱۱) نشان داده‌شده است.

جدول۱۱: عوامل مؤثر برکاهش شکاف فناورانه صنعت پتروشیمی ایران، منبع نتایج پژوهش

گروه	سازه اصلی	کد	تم فرعی(زیر سازه)
قابلیت های فناورانه	تعاملات فناورانه و یادگیری	r1	ضرورت توسعه همکاری فناورانه بین‌المللی 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 وتوانایی 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 فناورانه ویادگیری تعاملی
	قابلیت های تکنیکی، زیر ساختی، تولیدی و تحقیقاتی	t1	ضرورت توسعه امکانات تولیدی زیر ساخت های تکنیکی ، حمل ونقل و انرژی
		t2	اهمیت توسعه مراکز تحقیقاتی، طراحی، مراکز رشد و شتاب دهنده ها
		t3	ضرورت توسعه مراکزآموزشی، 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
	زنجیره های ارزش	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 وبازار	استراتژی های تجاری و عوامل محیطی	m1	ضرورت توسعه صادرات وبهره 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 ساختارو 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 وکاهش 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 فناورانه و یادگیری

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، انتقال و بهره‌برداری موفق از فناوری‌های وارداتی در کشورهای درحال‌توسعه و کمتر توسعه‌یافته ارتباط معنی‌داری بااستعدادها و قابلیت‌های فناورانه کشور میزبان دارد. پایین بودن سطح قابلیت‌های فناورانه باعث جذب ناقص فناوری وارداتی، نرسیدن به سطح بالای عملکرد و کارایی، ناتوانی در بروز نمودن فناوری و همچنین ناتوانی در تنوع‌بخشی و نوآوری خواهد شد. به عبارتی توسعه تعاملات فناورانه 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 تعیین‌کننده در کاهش شکاف فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران است و کمیت و کیفیت این اقدامات، تعیین‌کننده طول زمان کاهش شکاف و رسیدن به همپایی فناورانه است.

عامل(۲) :قابلیت‌های تکنیکی، زیرساختی، تولیدی و تحقیقاتی

یافته‌ها نشان می‌دهد توسعه امکانات تولیدی، تحقیقاتی، زیرساختی و پشتیبانی و ارتقاء قابلیت‌های طراحی و مهندسی، زیرساخت‌های تولیدی و پشتیبانی نقش ویژه‌ای بر همپایی فناورانه دارند این مفهوم شامل ابعاد مختلفی ازجمله دانش و فناوری وسیع و عمیق پیرامون زیرسیستم‌ها و ارتباط آن‌ها با یکدیگر، قابلیت و زیرساخت‌های تحقیق و توسعه، قابلیت‌های اکتساب فناوری، قابلیت تطبیق و بهره‌برداری از فناوری‌ها، قابلیت‌های طراحی و مهندسی، ظرفیت جذب و قابلیت‌های یادگیری فناورانه دارد، که در این راستا باید ظرفیت‌های زیست‌بوم صنعت پتروشیمی کشور در وجوه مختلف آموزشی و تحقیقاتی،زیرساختی، تولیدی، پشتیانی و لجستیک ارتقاء یابد.

عامل(۳): زنجیره ارزش جهانی

استراتژی رشد بر مبنای زنجیره ارزش از مهم‌ترین مفاهیم راهبردی همپایی فناورانه است که موجب درهم‌تنیدگی اقتصادها و افزایش تخصص گرایی فعالیت‌ها می‌شود. این راهبرد نقش اساسی در تسهیل فرآیند تجارت، یادگیری فناورانه، استانداردسازی و ثروت آفرینی داشته و می‌تواند رفاه جامعه را در پی داشته باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد معمولاً شرکت‌های شیمیایی‌بر اساس ماهیت محصولات و خدمات، قابلیت‌های فناورانه، محیط اقتصادی و موقعیت ژئوپلیتیک یک موقعیت از زنجیره ارزش جهانی را برگزیده و در آن ادغام می‌شوند. نتایج این پژوهش تأکید دارد، توجه به مفاهیم زنجیره ارزش ازجمله «تقسیم‌کار و تخصصی سازی فناوری‌های کلیدی» ،«تجمیع فناوری‌های کلیدی و تولید بر پایه مزیت ناشی از اقتصاد مقیاس[۱]»، «توسعه پلتفرم‌های مشترک[۲]» و«توسعه زنجیره‌های مکمل و هم‌خانواده[۳]» در قالب پارک‌های صنعتی و شیمیایی و خوشه‌های صنعتی باعث ایجاد مزیت اقتصادی خواهد شد. به‌منظور انتفاع بیشتر صنعت پتروشیمی ایران از زنجیره ارزش جهانی، اقداماتی مانند ایجاد تنوع در محصولات صادراتی، توسعه شبکه زیرساخت انبارش و حمل‌ونقل توسعه زیرساخت‌های تجارت فرامرزی و همچنین گسترش همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی از مواردی است که باید به آن‌ها پرداخته شود.

عامل(۴): عوامل محیطی و مؤلفه‌های بازار

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد عوامل محیط کسب‌وکار، پنجره‌های فرصت تقاضا، فناوری و سیاسی، میزان عرضه و تقاضا، وضعیت اجتماعی، عوامل زیست‌محیطی، عوامل ژئوپلیتیک، عرضه و

[۱] Economy of Scale

[۲] Common platforms

[۳] Economy of Scope

تقاضای بر فرآیند همپایی مؤثرند. در دوره این پژوهش، اقتصاد ایران ازجمله صنعت پتروشیمی ایران از جنبه‌های مختلف تجاری و فناوری تحت شدیدترین تحریم‌های اقتصادی ایالات‌متحده آمریکا قرار دارد و از جوانب مختلف ازجمله توسعه تعاملات فناورانه، دستیابی به فناوری‌های موردنیاز، تأمین منابع مالی، تأمین مواد و تجهیزات موردنیاز در مضیقه بوده و همچنین دستیابی آسان به بازارهای بین‌المللی و در مبادلات پولی و اسناد بانکی به‌آسانی 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 مذبور 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 موردنیاز

بر اساس پیشینه موضوع و گونه شناسی 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 فناورانه 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 فناورانه 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 ذکرشده و به عبارتی طیف وسیعی از انواع توانمندی‌های نرم و سخت در این حوزه جهت غلبه بر پیچیدگی‌های صنعت وپرکردن شکاف موردنیاز است.

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

«سطح» به‌عنوان بعد دیگری از قابلیت‌های فناورانه بر اساس پیشینه موضوعی به سطح پیچیدگی، تازگی و عمق و میزان منحصربه‌فرد بودن توانمندی‌های فناورانه اشاره دارد. به عبارتی میزان تسلط به فناوری در این بعد مدنظر قرار می‌گیرد. پژوهشگران توانمندی‌های فناورانه 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 ازآنجایی‌که 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 فناورانه معرفی می‌نماید(Zeleny,1986؛ Bell,2009). توانمندی«یکپارچه‌سازی» از دیگر قابلیت‌های مهم در توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده است. ازآنجایی‌که 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

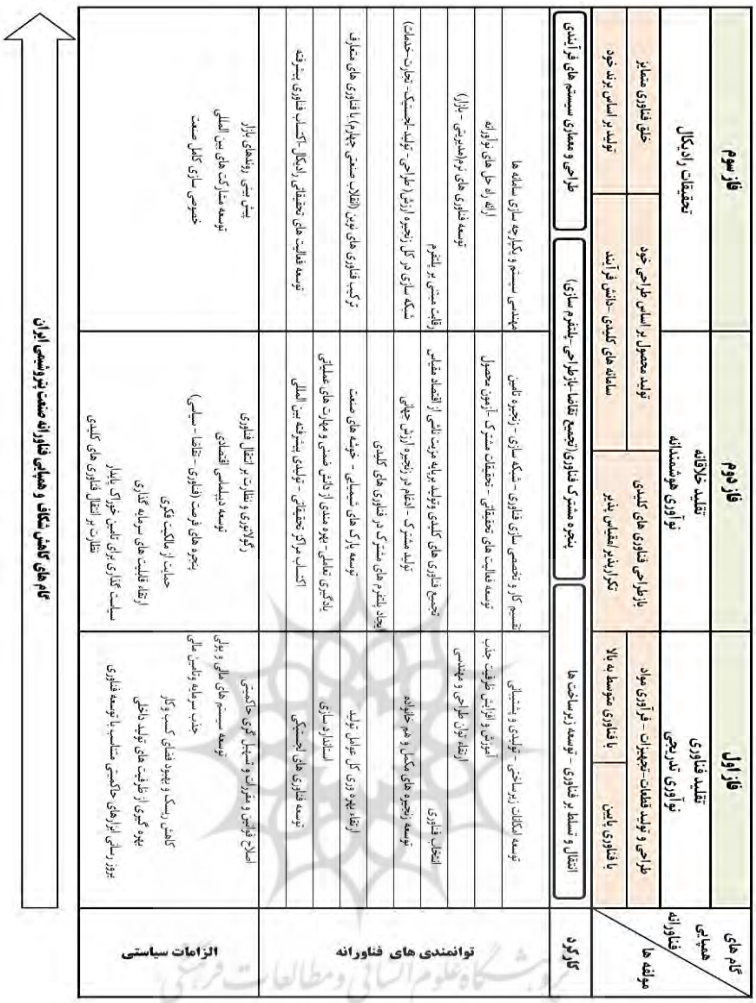
از توانمندی‌های فناورانه دیگری است که در فرآیند کاهش شکاف و همپایی فناورانه این صنعت موردنیاز است. به‌هرحال در فرآیند کاهش شکاف فناوری در این صنعت نیاز به قابلیت‌های ذکرشده است، که ترکیب منحصربه‌فرد این قابلیت‌ها، یک نظام یکپارچه را شکل داده و می‌تواند موفقیت صنعت را در دستیابی به مزیت رقابتی تضمین نماید(Leonard-Barton,1995).

۴-۴- ترسیم ره نگاشت برای تسهیل و تسریع وقوع همپایی فناورانه

این مطالعه جهت تدقیق مدل همپایی فناورانه و تعیین مراحل فرآیند کاهش شکاف و همپایی فناورانه، همپوشانی‌های بین سه مدل همپایی فناورانه و بازار لی و لیم (۲۰۰۱) و مدل همپایی خیلین لئو(۲۰۰۵) در همپایی شرکت‌های چینی و مدل سه مرحله‌ای هابدی[۲](۱۹۹۴) را مدنظر قرار داده و با ادغام این مطالعات و با توجه به یافته‌های پژوهش، چارچوب همپایی فناورانه صنعت پتروشیمی ایران ارائه‌شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، عوامل «شرایط تکنولوژی» و «منابع مزیت‌های رقابتی» و«استراتژی‌ها و سیاست‌ها» لی و لیم[۳](۲۰۰۱) ، با توجه به شرایط حاکم بر زیست‌بوم فناوری صنعت مورد تائید 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 فناورانه با یافته‌های پژوهش در همپایی صنعت پتروشیمی ایران، تطابق دارد. هابدی(۱۹۹۴) سه مرحله تولید تجهیزات اصلی[۴] تولید بر اساس طراحی خود[۵] تولید بر اساس برند خود[۶] را در راستای کاهش شکاف و همپایی فناورانه بنگاه‌های مستقر درکشورهای متأخر تبیین می‌نماید، که این مراحل نیز دریافته های این پژوهش موردتوجه قرارگرفته 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 قرارگرفته است. پس از تحلیل یافته، و با توجه بحث فوق و چارچوب سیاستی پر کردن شکاف و همپایی فناورانه صنعت پتروشیمی، مطابق شکل(۴) ارائه‌شده است.

---

[۱] Xielin Liu
[۲] Hobday
[۳] Lee&Lim
[۴] Own Equipment Manufacturing(OEM)
[۵] Own Design Manufacturing(ODM)
[۶] Own Brand Manufacturing(OBM)



شکل ۴: ره نگاشت کاهش شکاف فناورانه برای وقوع همپایی فناورانه در صنعت پتروشیمی ایران – منبع : نتایج پژوهش

۵- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان‌دهنده وجود شکاف فناوری عمیق مابین صنعت پتروشیمی ایران با صنایع شیمیایی پیشرو است،که این مسئله پیامد الگوهای پیشین توسعه صنعت است که در صورت تداوم این رویه‌های، با توجه به رشد فناوری این شکاف بیشتر هم خواهد شد. الگوهای پیشین توسعه صنعت پتروشیمی ایران، عمدتاً بر همپایی بازار از طریق سرمایه‌گذاری‌های سنگین بر روی فناوری‌های بالغ استوار بوده است،که با توجه به شرایط سیاسی اقتصادی کشور و محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی، تأمین منابع مالی و اکتساب فناوری‌های موردنیاز برای این برنامه‌ها مهیا نبوده و فلذا اهداف توسعه دربازه‌های موردنظر محقق نخواهدشد که بر اساس نتایج پژوهش، وضعیت نامطلوب شاخص‌های

کلیدی صنعت پتروشیمی ایران مؤید این مطلب بوده و یافته‌ها نشان می‌دهداین 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 تأثیر۵ 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 مناسب‌تراست،که این یافته با نظرات مجید پور(۲۰۱۷) در خصوص همپایی فناورانه در صنعت نیروگاهی نیز تطابق دارد. از سویی ارتقاء قابلیت‌های فناورانه ازطریق تحقیقات و تولید مشترک، تجمیع نیازمندی‌های کلیدی و بازطراحی 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 درحال‌توسعه‌ای 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 مذبور 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 فناورانه شده، به‌طوری‌که بسیاری از قوانین و مقررات وضع‌شده به‌نوعی تبدیل به مؤلفه‌های ضد توسعه شده‌اند و تکرار این رویه‌های منسوخ، پیامدی جز افزایش شکاف فناورانه 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 مذبور و نادیده گرفتن منافع ملی است و برون‌رفت از آن نیازمند نگاه جدید و به‌کارگیری ابزارهای نوین حکمرانی و عزم ملی در مسیر همپایی فناورانه است(فرتوک زاده، ۱۴۰۰).

- **توصیه های سیاستی**

با توجه به موارد فوق، با مهیا ساختن بسترهای مناسب، کاهش شکاف و وقوع همپایی فناورانه 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 ازتوانمندی‌های 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 «تقسیم‌کار و تخصصی سازی فعالیت‌های فناورانه»، 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 پس‌ازآن شرایط برای رقابت مبتنی بر پلتفرم و سایر توانمندی‌های بازیگران شکل خواهد گرفت. با پر شدن شکاف فناورانه 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 فناورانه، نوین‌سازی راهبردها و ابزارهای تأمین مالی و سیستم بانکی، بروز رسانی سیاست‌های سرمایه‌گذاری و تعاملات فناورانه 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 می گردد.

- **محدودیت‌های پژوهش و پیشنهادهای پژوهشی**

پس از خصوصی‌سازی صنعت پتروشیمی، این صنعت بین مالکین جدید تقسیم شد و یکپارچه گی 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 به‌صورت موردی در صنعت پتروشیمی ایران انجام‌شده 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 اشیاء در پارادایم انقلاب صنعتی چهارم به صنعت، می‌توان اثرات قابل‌توجهی 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 ذکرشده دارد که می‌تواند همپایی فناورانه را در پی داشته باشد که مفاهیم زنجیره‌های ارزش در این فرآیند نقش مهمی بر عهده‌دارند، لذا پیشنهاد می‌شود این موضوع به‌عنوان یک پژوهش آتی در این صنعت موردتوجه قرار گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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 اجرایی*. دوره ۱۱،شماره ۲۲،پاییز و زمستان(۱۳۹۸) .

سلیمی فر, مصطفی، حق نژاد, امین، رحیمی دستجردی, محسن (۱۳۸۹). بررسی تأثیر عوامل تولید برشدت مصرف انرژی در ایران: یک تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر تابع تولید کاب- داگلاس. *مجله دانش و توسعه*، سال هفدهم، شماره ۳۴، ویژه اسفند ۱۳۸۹

لعل, سانجایا(۱۳۸۵). سیاست فناوری وتشویق 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 درحال‌توسعه: مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت"، *مدیریت توسعه فناوری*، دوره ۴، شماره ۴(۱۳۹۵): ۳۸-۹.

عبدلی, قهرمان، ورهرامی, 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". ارائه‌شده 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* , ٤٦(٢), (١٩٨٦),٤٠٦-٣٨٥.

Arestis, P, Sawyer, M .(١٩٩٤).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 okonomiske 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 Chan*g', 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) ٤١٦-٤٣٦. (١٩٩٩).
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): ٦٧٣. . (٢٠٠٨).

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) .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی