

الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه تولید محصولات و سامانه‌های پیچیده در کشورهای در حال توسعه: مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت

مصطفی صفدری رنجبر^{۱*}

حسین رحمان سرشت^۲

منوچهر منطقی^۳

سید سروش قاضی نوری^۴

چکیده

طی دهه‌های اخیر اقتصادهای نوظهور و کشورهای تازه صنعتی‌شده تلاش‌های زیادی در زمینه دستیابی به دانش و قابلیت‌های فناورانه موردنیاز برای ساخت و توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده به نمایش گذاشته‌اند. یکی از این موارد کشور ایران است که در سال‌های گذشته برای دستیابی به دانش، مهارت و فناوری‌های ساخت توربین‌های گازی تلاش‌های زیادی کرده و به نتایج مطلوب و قابل‌ملاحظه‌ای دست یافته‌است. این پژوهش قصد دارد با استفاده از رویکرد کیفی و استراتژی پژوهش مطالعه موردی اکتشافی، الگویی نظری برای ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی به‌عنوان محصولات و سامانه‌های پیچیده در یک بنگاه متأخر ایرانی (شرکت توربوکمپرسور نفت) بدست دهد. نتایج و یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی در این شرکت شامل سه مرحله است: (۱) خرید، مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های وارداتی؛ (۲) ساخت مشترک توربین‌های گازی به‌صورت تحت لیسانس؛ و (۳) ساخت توربین‌های گازی به‌طور مستقل در شرایط تحریم. به‌علاوه، تکامل و پویایی استراتژی‌های کسب فناوری و سازوکارهای یادگیری فناوری در هر مرحله از الگوی موردنظر نمایش داده شده‌اند.

کلمات کلیدی:

قابلیت‌های فناورانه، محصولات و سامانه‌های پیچیده، کشورهای در حال توسعه، شرکت توربوکمپرسور نفت

۱. دانشجوی دکتری مدیریت فناوری دانشگاه علامه طباطبائی

* نویسنده عهده دار مکاتبات: safdariranjbar921@atu.ac.ir

۲. عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبائی

۳. عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۴. عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبائی

۱- مقدمه

در پیشینه مدیریت نوآوری و فناوری میان محصولات و سامانه‌های پیچیده^۱ و کالاهای مصرفی^۲ که دارای سیستم تولید انبوه^۳ هستند، تفاوت‌ها و تمایزهای فراوانی وجود دارد (میلر و همکاران^۴، ۱۹۹۵؛ هابدی^۵، ۱۹۹۸؛ هابدی و همکاران^۶، ۲۰۰۰؛ ددهایر و همکاران^۷، ۲۰۱۴؛ کیامهر و همکاران^۸، ۲۰۱۵؛ مجیدپور^۹، ۲۰۱۶ الف). هابدی (۱۹۹۸)، محصولات و سامانه‌های پیچیده را به عنوان محصولات، زیرسیستم‌ها، سیستم‌ها یا زیرساخت‌های پر هزینه، کلان مقیاس، دارای فناوری پیشرفته و مهندسی تعریف می‌کند که توسط معدودی واحد تولیدی تأمین و توسط معدودی مشتری و در قالب قراردادهای رسمی خریداری می‌شوند. محصولات و سامانه‌های پیچیده نقشی کلیدی در گسترش فناوری‌های جدید و توسعه فناوری‌ها، صنعتی و اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بازی می‌کنند (آچا و همکاران^{۱۰}، ۲۰۰۴؛ دیویس^{۱۱} و هابدی، ۲۰۰۵). طی دهه‌های اخیر و در سطح بین‌المللی، می‌توان تلاش‌های زیادی از سوی اقتصادهای نوظهور و کشورهای در حال توسعه نظیر چین (زنگ و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۳)، کره جنوبی (چانگ و هوانگ^{۱۳}، ۲۰۰۷؛ پارک^{۱۴}، ۲۰۱۲)، برزیل (تکسیرا و همکاران^{۱۵}، ۲۰۰۶؛ لی و یون^{۱۶}، ۲۰۱۵) و ایران (کیامهر، ۲۰۱۶؛ مجیدپور، ۲۰۱۶ الف؛ صفدری رنجبر و همکاران، ۲۰۱۷ الف) برای دستیابی به دانش و قابلیت‌های فناوری‌ها^{۱۷} در زمینه محصولات و سامانه‌های پیچیده مشاهده کرد.

علی‌رغم وجود چالش‌ها و موانع متعدد پیش‌روی کشورهای در حال توسعه و بنگاه‌های متأخر^{۱۸} در زمینه ساخت و توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده (هابدی و همکاران، ۲۰۰۰)، ایران توانسته است در سال‌های اخیر به دانش و فناوری‌های ساخت و ارتقای توربین‌های گازی با استانداردهای جهانی

-
- 1 . Complex Product Systems (CoPS)
 - 2 . Consuming Goods
 - 3 . Mass-production
 - 4 . Miller et al.
 - 5 . Hobday
 - 6 . Dedehayir et al.
 - 7 . Acha et al.
 - 8 . Davies
 - 9 . Zhang et al.
 - 10 . Choung and Hwang
 - 11 . Park
 - 12 . Teixeira et al.
 - 13 . Lee and Yoon
 - 14 . Technological Capabilities
 - 15 . Latecomer

دست پیدا کند (مجیدپور، ۲۰۱۳؛ ۲۰۱۶ الف؛ ۲۰۱۶ ب؛ کیامهر و همکاران، ۲۰۱۵). توربین گاز از تجهیزات بسیار پیچیده مصنوع بشر است که برای تولید توان و نیروی رانش در صنایع متعددی مانند صنعت برق، صنایع هوایی و صنایع نفت و گاز، کاربردهایی متنوعی دارد (مجیدپور، ۲۰۱۲). این در حالی است که، معدودی شرکت در کشورهای صنعتی و توسعه یافته وجود دارند که در طول ۵۰ سال اخیر به توسعه دانش و فناوری‌های صنعت توربین گاز اقدام کرده‌اند (واتسون^۱، ۲۰۰۴).

وجود منابع عظیم گاز، تعداد زیاد و روزافزون نیروگاه‌های حرارتی گازی و سیکل ترکیبی و ایستگاه‌های تقویت فشار در ایران، بازار و تقاضای چشمگیری برای توربین‌های گازی نیروگاهی و صنعتی به وجود آورده است (مجیدپور، ۲۰۱۲). یکی از بنگاه‌های فعال در زمینه ساخت و توسعه توربین‌های گازی در ایران، شرکت توربوکمپرسور نفت^۲ (OTC) است. شرکت OTC توانسته است طی ۱۵ سال گذشته و طی چند مرحله مشتمل بر تعامل و همکاری با شرکای خارجی و سپس همکاری با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و تلاش‌های درون‌زا به دانش و فناوری‌های ساخت توربین‌های گازی صنعتی دست یابد و توربینی با نشان تجاری ایرانی (IGT25) ثبت نماید. علی‌رغم اینکه نمی‌توان ادعا کرد که این بنگاه متأخر ایرانی در صنعت توربین گاز موفق به همپایی فناورانه^۳ به‌طور کامل شده است، اما ادعای اینکه این شرکت به دانش و فناوری‌های ساخت و ارتقای توربین‌های گازی دست یافته است (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵؛ ۲۰۱۷ ب) ادعای گزافی نیست.

حال پرسش اصلی این است که: الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی در شرکت OTC چگونه است؟ برای پاسخ دادن به این پرسش باید به این پرسش‌های فرعی پاسخ دهیم: (۱) این بنگاه چه مرحله‌ای را به‌منظور پرکردن شکاف‌های دانشی و فناورانه ساخت توربین‌های گازی طی کرده است و ترتیب و توالی زمانی این مراحل به چه شکل است؟ (۲) استراتژی‌های کسب فناوری^۴ در هر یک از مراحل چه بوده است؟ (۳) سازوکارهای یادگیری فناورانه^۵ در هر یک از مراحل مذکور کدام است؟ لذا هدف پژوهش حاضر این است که: با استفاده از رویکرد کیفی و با بهره‌برداری از استراتژی پژوهش مطالعه موردی به شناسایی الگوی ساخت و انباشت دانش و قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی (به‌عنوان محصولات و سامانه‌های پیچیده) در یک بنگاه متأخر ایرانی یعنی

1 . Watson

2 . Oil Turbo Compressor Company

3 . Technological Catch-up

4 . Technology Acquisition

5 . Technological Learning

شرکت OTC بپردازد و تکامل و پویایی استراتژی‌های کسب فناوری و سازوکارهای یادگیری فناورانه در طول زمان را به تصویر بکشد.

در این مقاله پس از مقدمه در بخش دوم به مبانی نظری و پیشینه پژوهش مشتمل بر مفهوم محصولات و سامانه‌های پیچیده و الگوهای ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه و محصولات و سامانه‌های پیچیده می‌پردازد. بخش سوم به تشریح روش‌شناسی پژوهش مشتمل بر استراتژی پژوهش، روش گردآوری داده‌ها و روش تحلیل داده‌ها اختصاص دارد. بخش چهارم به یافته‌های پژوهش یعنی مراحل ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی در شرکت OTC اختصاص یافته‌است. بخش پنجم نیز دربرگیرنده بحث و بررسی پیرامون یافته‌ها و ارائه برخی دلالت‌های سیاستی و مدیریتی و تعدادی پیشنهاد نظری برای پژوهش‌های آتی است.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش به مبانی نظری و پیشینه پژوهشی محصولات و سامانه‌های پیچیده و الگوهای ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات مصرفی با سیستم تولید انبوه و محصولات و سامانه‌های پیچیده پرداخته شده‌است. از آنجایی که در این مقاله قصد داریم در انتها الگوی شناسایی‌شده را با الگوهای پیشین مقایسه کنیم، پرداختن به هر دو دسته محصولات مصرفی و محصولات و سامانه‌های پیچیده اجتناب‌ناپذیر است.

۲-۱- محصولات و سامانه‌های پیچیده

محصولات و سامانه‌های پیچیده به‌عنوان کالاهای سرمایه‌ای پیچیده^۱، گران‌قیمت و دارای فناوری پیشرفته هستند که در قالب پروژه‌ها و دسته‌های کوچک تولید می‌شوند، دارای مؤلفه‌های سفارشی شده زیاد و مرتبط می‌باشند و برای پاسخگویی به نیاز مشتریان خاص تولید می‌شوند (میلر و همکاران، ۱۹۹۵؛ دیویس و هابدی، ۲۰۰۵). برخی از ویژگی‌های محصولات و سامانه‌های پیچیده عبارت است از (رن و یثو، ۲۰۰۶): این محصولات عمدتاً به‌صورت کسب‌وکار^۲ (B2B) هستند؛ دارای ارزش بالای اقتصادی برای تولیدکننده و مشتری هستند؛ دارای ساختار پیچیده‌ای هستند و از زیرسیستم‌ها و

1 . Complex Capital Goods

2 . Business to Business

مؤلفه‌های متعدد و متنوع و مرتبط تشکیل شده‌اند؛ دارای کارکردهای مهم و حیاتی و چندگانه‌ای هستند؛ عمدتاً در قالب پروژه یا به صورت دسته‌های کوچک تولید می‌شوند؛ درجه بالایی از نوآوری و ابداعات فناورانه را شامل می‌شوند؛ معمولاً برای مشتریان خاصی، ویژه‌سازی^۱ می‌شوند؛ نیازمند سطح بالایی از هماهنگی و همکاری در طول مراحل طراحی، تولید و بهره‌برداری هستند؛ به دانش و مهارت‌های وسیع و عمیقی نیاز دارند؛ معمولاً دربرگیرنده نرم‌افزارهای پیچیده هستند؛ دارای دوره عمر طولانی می‌باشند و نیازمند سطح بالایی از یکپارچه‌سازی سیستم هستند. به عنوان مثال‌هایی از محصولات و سامانه‌های پیچیده می‌توان به شبیه‌ساز پرواز (میلر و همکاران، ۱۹۹۵)، سیستم ارتباطات از راه دور (پارک، ۲۰۱۲)، نرم‌افزارهای پیچیده (هابدی و برادی^۲، ۲۰۰۰)، سیستم کنترل موتور هواپیما (پرنسیپ^۳، ۲۰۰۰)، توربین گازی (مجیدپور، الف^۴ ۲۰۱۶)، سیستم‌های تولید انرژی حرارتی و برقی (کیامهر و همکاران، ۲۰۱۳؛ ۲۰۱۵؛ کیامهر، ۲۰۱۶)، هواپیماهای نظامی (لی و یون، ۲۰۱۵)، هواپیماهای تجاری (نقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴؛ ۲۰۱۶) و سامانه‌های پیچیده دفاعی (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵) اشاره کرد. فهرستی از انواع محصولات و سامانه‌های پیچیده در هابدی (۱۹۹۸)، هابدی و راش^۴ (۱۹۹۹) و دیویس و هابدی (۲۰۰۵) معرفی شده است.

۲-۲- الگوهای ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه توسعه صنعتی عبارت است از فرآیند کسب قابلیت‌های فناورانه و تبدیل آن‌ها به نوآوری‌هایی در محصول و فرآیند در یک فرآیند مستمر تغییرات فناورانه (پک و وستفال^۵، ۱۹۸۶). قابلیت فناورانه اشاره دارد به توانایی بهره‌برداری مؤثر از دانش فناورانه که تعیین‌کننده رقابت‌پذیری صنعتی کشورها است (لال^۶، ۱۹۹۰؛ کیم^۷، ۱۹۹۹). بل و پویت^۸ (۱۹۹۳؛ ۱۹۹۵) قابلیت‌های فناورانه را به عنوان کلیه منابع، مهارت‌ها، دانش، تجربه و ساختارهایی تعریف می‌کنند که برای خلق و مدیریت تغییرات فنی لازم هستند. کیم (۱۹۹۷) معتقد است که قابلیت فناورانه به سطح قابلیت‌های سازمانی در نقطه‌ای

-
- 1 . Customization
 - 2 . Brady
 - 3 . Prencipe
 - 4 . Rush
 - 5 . Pach and Westphal
 - 6 . Lall
 - 7 . Kim
 - 8 . Bell and Pavitt

از زمان اشاره می‌کند، درحالی‌که یادگیری فناورانه نشان‌دهنده پویایی‌های فرآیند کسب قابلیت‌های فناورانه است. تاکنون برای ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، الگوهای متعددی ارائه شده‌است. به‌عنوان مثال، کیم^۱ (۱۹۸۰) مطرح می‌کند که الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در شرکت‌های کره‌ای فعال در صنعت الکترونیک شامل دو مرحله است: اول، واردات فناوری‌های بالغ و تمرکز بر ایجاد یک فرآیند تولیدی برای محصولات موجود و استاندارد؛ دوم، افزایش کارایی فرآیندها از طریق مهندسی و بهبود فرآیندها. هابدی (۱۹۹۵) از طریق مطالعه صنایع الکترونیک در چهار کشور آسیای شرقی (کره جنوبی، هنگ کنگ، تایوان و سنگاپور) مطرح می‌کند که مسیر ساخت و ایجاد قابلیت‌های فناورانه در بنگاه‌های مورد مطالعه عبارت است از: شروع با کارهای ساده‌ای نظیر مونتاژ؛ بهبود فرآیندها؛ یادگیری فناورانه در زمینه محصول از طریق مهندسی معکوس^۲؛ اقدام به تحقیق و توسعه در زمینه محصول و فرآیندها. به‌علاوه، کیم (۱۹۹۷؛ ۱۹۹۹) با مطالعه تجارب صنایع کره‌ای، فرآیند سه مرحله‌ای را برای توسعه قابلیت‌های فناورانه معرفی کرده‌است: کسب فناوری از طریق واردات فناوری از کشورهای صاحب فناوری (تقلید از نوع کپی‌کاری)؛ درونی‌سازی و جذب فناوری^۳ (تقلید از نوع خلاقانه)؛ بهبود فناوری^۴ نه‌تنها از طریق ترازایی با کشورها و شرکت‌های پیشرو، بلکه از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه (نوآوری‌های تدریجی). لی و لیم^۵ (۲۰۰۱) با مطرح کردن مفهوم رژیم‌های فناورانه و بازار^۶، بر شناسایی مسیرهای مختلف همپایی فناورانه در صنایع کره‌ای تمرکز کردند. آن‌ها شش صنعت تلفن‌های همراه CDMA، D-RAM، خودرو، وسایل الکترونیک مصرفی، کامپیوترهای شخصی و ماشین‌آلات را مورد مطالعه قرار دادند و سه روش همپایی فناورانه یعنی دنباله‌روی^۷، پرش از مراحل^۸ و خلق مسیر جدید^۹ را شناسایی کردند. لی (۲۰۰۵) با مطالعه همپایی فناورانه در برخی صنایع کره‌ای (خودرو و تراشه‌های حافظه^{۱۰}) و تایوانی (الکترونیک و کامپیوتر) به ارائه الگوهای همپایی فناورانه در این کشورها

- 1 . Kim
- 2 . Revese Engineering
- 3 . Technology Assimilation
- 4 . Technology Improvement
- 5 . Lee and Lim
- 6 . Technology and Market Regimes
- 7 . Path-following
- 8 . Stage-skipping
- 9 . Path-creating
- 10 . Memory Chips

پرداختند: تقلید کپی کارانه (تولید قطعات اصلی)^۱؛ تقلید خلاقانه (تایوان: تولید با طراحی داخلی^۲ / کره جنوبی: تولید با برند اختصاصی^۳) و نوآوری (تولید با برند اختصاصی).

دیترنیت^۴ (۲۰۰۷) قابلیت‌های فناورانه را به پنج سطح تقسیم می‌کند و معتقد است که مسیر همپایی فناورانه از طریق دستیابی به این سطوح از قابلیت‌ها می‌گذرد: سطوح دانش پایه^۵ (قابلیت‌های عملیاتی، قابلیت‌های نوآوری اولیه، قابلیت‌های نوآوری متوسط) و سطوح دانش پیچیده^۶ (قابلیت نوآوری پیشرفته و قابلیت‌های استراتژیک). او معتقد است که دانش و قابلیت‌های پایه از طریق همکاری و مشارکت با کشورهای توسعه‌یافته و تقلید از آن‌ها قابل دستیابی هستند، در حالی که کسب دانش و قابلیت‌های پیچیده نیازمند تحقیق و توسعه داخلی است. بل و فیگوریدو^۷ (۲۰۱۲) برای قابلیت‌های فناورانه/نوآوری سطوحی را معرفی کرده‌اند و معتقدند که یادگیری و همپایی فناورانه از این مسیر عبور می‌کند: قابلیت‌های پایه^۸ (فعالیت‌هایی در سطح تطبیق‌های جزئی در محصولات، فرآیندهای تولید و سیستم‌های مدیریتی توسط مهندسين و تکنسین‌ها)؛ قابلیت‌های تدریجی^۹ (فعالیت‌هایی در سطح بهبود در محصولات، بازطراحی محصولات، بازمهندسی فرآیندها و سیستم‌ها)؛ قابلیت‌های پیشرفته^{۱۰} (فعالیت‌هایی در سطح تحقیقات کاربردی، طراحی و توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده در مقیاس جهانی) و قابلیت‌های نوآورانه در سطح جهانی^{۱۱} (فعالیت‌هایی در سطح نوآوری‌های اصیل و بدیع از طریق تحقیقات بنیادین).

همانطور که مشاهده می‌شود عمده الگوهای شناسایی شده در زمینه ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه کار خود را با فعالیت‌های ساده‌ای نظیر مونتاژ و بهبود فرآیندها آغاز کرده و سپس به یادگیری فناورانه در زمینه مهندسی و ساخت محصول می‌پردازند و در ادامه اقدام به تحقیق و توسعه در زمینه محصول و فرآیندها کرده و از این مجرا به معرفی محصولات

1 . OEM: Original Equipment Manufacturing

2 . ODM: Owned Design Manufacturing

3 . OBM: Owned Brand Manufacturing

4 . Dutrenit

5 . Simple Knowledge Base

6 . Complex Knowledge Base

7 . Figueiredo

8 . Basic

9 . Incremental

10 . Advanced

11 . World Leading

جدیدی اقدام می‌نمایند.

۲-۳- الگوهای ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده

پژوهشگران و صاحب‌نظرانی متعدد معتقدند که الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده با محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه متفاوت است. برای مثال کیامهر (۱۳۹۲) مطرح می‌کند که در تجربیات شرکت‌های کره‌ای، مهندسی و بهبود فرآیند تولید انبوه یکی از گام‌های مهم شرکت‌های تولیدکننده کالاهای مصرفی الکترونیکی برای آموختن نوآوری، کسب قابلیت برای ایجاد تغییر در محصول و دستیابی به مزیت بازار صادراتی بوده است. اما چنین فرصت‌های بهبود فرآیندی به واسطه حجم تولید اندک در صنایع دارای کالاهای سرمایه‌ای پیچیده وجود ندارد. همچنین، مجیدپور (۲۰۱۶الف) به مطالعه همپایی فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده در شرکت مپنا پرداخته است و به این نتیجه دست یافته است که به دلیل رژیم‌های فناورانه و بازار خاص، مدل غالب برای همپایی فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده، دنباله‌روی^۱ است. همچنین، همپایی فناورانه از طریق پرش از مراحل^۲ فقط در حوزه‌های خاص فناوری ممکن است و همپایی فناورانه از طریق خلق مسیر جدید^۳ در محصولات و سامانه‌های پیچیده تقریباً غیرممکن است.

چادنوسکی و ناگاو^۴ (۱۹۸۳) به مطالعه الگوی انباشت قابلیت‌های فناورانه در بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای پیچیده پرداختند. آن‌ها مطرح می‌کنند که این قابلیت‌ها از بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های وارداتی شروع می‌شوند، که به شرکت‌ها دانش و قابلیت موردنیاز برای تولید کالاهای سرمایه‌ای را می‌دهد. سپس، شرکت‌ها قادر خواهند بود کارهای بهبود در تجهیزات و تا حدی کار طراحی محصول را انجام دهند. تیوبال^۵ (۱۹۸۴) از طریق مطالعه شرکت‌های برزیلی تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای پیشرفته، به بررسی قابلیت‌های بهره‌برداری و تولید، سرمایه‌گذاری و مدیریت پروژه و تحقیق و توسعه پرداخته است. او تمایز چشمگیری میان یادگیری قابلیت‌های تولید و قابلیت‌های طراحی در این دسته از محصولات قائل است و معتقد است که شرکت‌های موفق در این زمینه، ابتدا از قابلیت‌های تولید شروع کرده‌اند و به تدریج به سمت قابلیت‌های طراحی در حوزه‌های محدود حرکت

1 . Path Following

2 . Stage Skipping

3 . Path Creating

4 . Chudnovsky and Nagao

5 . Teubal

کرده‌اند. هوانگ^۱ (۲۰۰۰) به مطالعه تجربه کره جنوبی در ساخت هواپیما پرداخته‌است. او معتقد است که شرکت‌های کره‌ای کار خود را از مونتاژ هواپیما و ساخت برخی قطعات ساده شروع کرده‌اند و به تدریج وارد طراحی و ساخت برخی زیرسیستم‌ها و تجهیزات موردنیاز برای تولید شده‌اند و در نهایت سعی کردند وارد طراحی هواپیما، تست و توسعه فرآیند تولید شوند. او مطرح می‌کند که شرکت‌های کره‌ای در طراحی هواپیما موفق ظاهر نشدند و مدل‌های طراحی شده محدود به هواپیماهای کوچک بوده و نتوانسته‌اند به حجم فروش مناسبی دست یابند.

کیامهر و همکارانش (۲۰۱۵) از طریق مطالعه سیستم‌های تولید الکتروسیسته حرارتی^۲ در شرکت مپنا به‌عنوان یکی از بنگاه‌های بزرگ و فعال در این حوزه، به مطالعه استراتژی‌های بنگاه‌های متأخر در زمینه محصولات و سیستم‌های پیچیده پرداخته‌اند. آن‌ها به شناسایی چهار مرحله گذار این شرکت به سمت رهبری بازار پرداختند: مرحله اول: غلبه بر موانع ورود به بازار (۱۹۹۳-۱۹۹۸)؛ مرحله دوم: دستیابی به قابلیت‌های ساخت و تولید (۱۹۹۳-۲۰۰۳)؛ مرحله سوم: خلق قابلیت‌های طراحی و مهندسی برای گسترش بازار و صادرات (۲۰۰۳-۲۰۱۰)؛ مرحله چهار (فرضیه): گذار احتمالی به رهبری بازار. لی و یون (۲۰۱۵) به مطالعه تطبیقی در زمینه یادگیری فناوریانه و ساخت قابلیت‌های سازمانی در زمینه توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده در صنعت هواپیماهای نظامی در سه کشور در حال توسعه یعنی چین، برزیل و کره جنوبی پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این سه کشور از روش‌های مختلفی برای کسب قابلیت‌های فناوریانه استفاده کرده‌اند و همچنین بیان می‌کنند که نقش بنگاه‌ها و شرکای خارجی و سیاست‌های دولت در اتخاذ روش‌های کسب قابلیت‌های فناوریانه تأثیرگذار است. از دیدگاه‌ها آن‌ها این کشورها از الگوهایی که در ادامه معرفی می‌شوند برای کسب قابلیت‌های فناوریانه بهره‌برداری کرده‌اند: چین (خرید فناوری) ← تولید مشترک^۳ ← مهندسی معکوس)؛ برزیل (ساخت) ← تولید مشترک ← توسعه مشترک^۴؛ کره جنوبی (خرید فناوری) ← تولید مشترک ← توسعه مشترک).

کیامهر (۲۰۱۶) به مطالعه انباشت قابلیت‌های فناوریانه در تأمین‌کنندگان کالاهای سرمایه‌ای پیچیده در زمینه سیستم‌های تولید الکتروسیسته برقابی^۵ پرداخته‌است. یافته‌های او نشان‌دهنده آن

1 . Hwang

2 . Thermal electricity generation systems

3 . Co-production

4 . Co-development

5 . Hydro electricity generation systems

است که به جای شروع از مراحل اولیه چرخه عمر محصول، قابلیت‌های فناورانه در این مورد طی یک حرکت غیرخطی درون مراحل طراحی و نصب کالاهای سرمایه‌ای پیچیده در این پروژه‌ها کسب شده‌است. به عبارتی، این فرآیند از مرحله میانی یعنی مهندسی و شناسایی محصولات پیچیده در قالب پروژه‌ها شروع شد و سپس به مرحله پایان یعنی عملیاتی سازی محصولات پیچیده رفته و در نهایت به مرحله اول یعنی طراحی محصولات پیچیده بازگشته است. کیامهر (۱۳۹۲) معتقد است که اجزای قابلیت‌های فناورانه لازم برای ساخت و توسعه کالاهای سرمایه‌ای پیچیده عبارت هستند از قابلیت‌های مرتبط با تعاملات و شبکه، قابلیت‌های مبتنی بر تجهیزات، قابلیت‌های مهندسی پروژه، قابلیت‌های اجرای پروژه و قابلیت‌های پیش پروژه‌ای. همچنین این قابلیت‌ها براساس سطح پیچیدگی به سطوح سه گانه ساده و روتین (مبتنی بر تجربه صرف)، کپی برداری و کسب (مبتنی بر جستجو) و نوآورانه و مخاطره‌ای (مبتنی بر پژوهش) تقسیم می‌شوند. طهماسبی و همکارانش (۱۳۹۵) نیز به مطالعه مراحل شکل‌گیری و توسعه قابلیت‌های فناورانه در یک سازمان صنعتی در صنایع دریایی پرداخته‌اند که به تولید شناورهای تندرو به‌عنوان محصولات و سامانه‌های پیچیده مشغول است. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که این مراحل عبارت‌اند از: سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت‌های پایه؛ ارتقای قابلیت‌ها به‌واسطه مهندسی معکوس با همکاری محدود؛ و مهندسی معکوس محصولات پیچیده‌تر و گسترش قابلیت‌های طراحی و نوآوری.

با مرور الگوهای شناسایی شده در این بخش می‌توان نتیجه گرفت که عمده این الگوها کار خود را با بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری محصولات و سامانه‌های پیچیده آغاز کرده، سپس به مونتاژ و ساخت قطعات و زیرسیستم‌ها می‌پردازند و در ادامه به سمت ساخت این محصولات و برخی بهبودهای جزئی و به‌روزرسانی‌ها حرکت می‌کنند. روشن است که دستیابی به قابلیت‌های تحقیق و توسعه و طراحی و معرفی محصولات جدید کاملاً دشوار است، و این نقطه تمایز این محصولات و سامانه‌ها از محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه است.

۳- روش‌شناسی

این پژوهش به لحاظ رویکرد، پژوهشی کیفی^۱ است. این پژوهش کیفی است، به این دلیل که (سارانتاکوس^۲، ۱۹۹۸؛ دانایی‌فرد، ۱۳۹۲): بر رویکرد استقرایی استوار است و قصد دارد ماهیت حقیقت

1 . Qualitative

2 . Sarantakos

را از طریق کنکاش در جهان واقعی ظاهر سازد؛ پژوهشگر موقعیتی درونی دارد و از جانب آزمودنی، فردی خارجی محسوب نمی‌شود؛ طرح پژوهش ساختار نیافته‌است و در حین پژوهش ظهور پیدا می‌کند؛ شیوه نمونه‌گیری و انتخاب آزمودنی‌ها غیر تصادفی و هدفمند است؛ داده‌ها به صورت واحدهای متنی نمایش داده می‌شوند و در تحلیل داده‌ها از روش‌های کیفی بهره‌برداری شده‌است. پژوهش حاضر به لحاظ استراتژی پژوهش، از نوع مطالعه موردی است. روش مطالعه موردی، با قابلیت عمیق شدن در یک مورد این اجازه را به پژوهشگران می‌دهد که به پویایی‌های موجود در مسئله مورد پژوهش پی ببرند (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۱). به‌طور کلی، نظریه‌های برخاسته از روش مطالعه موردی دارای نقاط قوتی چون نو بودن، قابل آزمون بودن و اعتبار تجربی است که ناشی از بررسی شواهد واقعی و متعدد در واحد تحلیل پژوهش است (آیزنهارت^۱، ۱۹۸۹؛ آیزنهارت و گرابنر^۲، ۲۰۰۷).

دلیل استفاده از روش مطالعه موردی در این پژوهش آن است که، این روش، پژوهشگر را قادر می‌سازد تا بتواند جریانی از وقایع و اتفاق‌ها پیرامون یک موضوع خاص که با توالی و ترتیب زمانی خاصی رخ داده‌اند را شناسایی نماید. روش تحلیل ترتیب و توالی زمانی^۳، روش متداول در مطالعه موردی است که رویدادها را بر حسب ترتیب تاریخی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد. مرتب‌سازی و تنظیم رویدادها بر حسب زمان به پژوهشگر این امکان را می‌دهد تا در طول زمان رویدادهای علی را مشخص کند. همانطور که پیش‌تر اشاره شد، این پژوهش قصد دارد الگوی شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی در شرکت OTC طی سال‌های گذشته را به تصویر بکشد. لذا تناسب قابل قبولی میان استراتژی پژوهش انتخاب شده و هدف پژوهش وجود دارد. به‌علاوه، فرآیندی که در این پژوهش مورد الگوبرداری قرار گرفته‌است، فرآیند اجرای مطالعه موردی ارائه شده توسط یین^۴ (۲۰۱۴) می‌باشد که مشتمل بر این موارد است: طرح پژوهش مطالعه موردی، جمع‌آوری داده‌ها و شواهد و تحلیل داده‌ها.

۳-۱- گردآوری داده‌ها

داده‌ها و شواهد در پژوهش‌های مطالعه موردی از منابع متعددی قابل دستیابی است که شش مورد

-
- 1 . Eisenhardt
 - 2 . Graebner
 - 3 . Chronological Sequence Analysis
 - 4 . Yin

از آن‌ها عبارت‌اند از (ین، ۲۰۱۴): اسناد، آرشیوها، مصاحبه‌ها، مشاهده مستقیم، مشاهده مشارکتی و مصنوعات فیزیکی. در این پژوهش به‌طور کلی ۱۱ مصاحبه عمیق در شرکت ملی گاز، شرکت توربوکمپرسور نفت و یکی از شرکت‌های زیرمجموعه آن به نام توریوتک به‌عنوان دفتر طراحی این شرکت انجام شد. محل فعالیت، جایگاه سازمانی، تاریخ و زمان مصاحبه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌است. در این پژوهش مطالعه موردی از پروتکل‌های مطالعه موردی بهره‌برداری شد؛ بدین معنا که، سؤالات مناسبی جهت پرسش از مصاحبه‌شوندگان تهیه شد و مبنای کار جلسات مصاحبه قرار گرفت. به عبارتی در جلسات مصاحبه پس از مطرح کردن برخی پرسش‌های عمومی و کلان در مورد تجربه شرکت OTC و طرح IGT25، متناسب با جایگاه و تخصص مصاحبه‌شوندگان پرسش‌های مناسب و درخور از هر یک از آن‌ها پرسیده می‌شد.

علاوه‌براین، یکی از نویسندگان مقاله از طریق حضور در دو کنفرانس داخلی (چهارمین همایش ملی توربین گاز در دانشگاه علم و صنعت در مهرماه ۱۳۹۴ و پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت تکنولوژی در آذر ۱۳۹۴ - پانل یادگیری فناورانه در صنعت نفت) اطلاعات مفیدی پیرامون تجربه شرکت OTC و طرح IGT25، نقش سازمان‌های حاکمیتی و دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها بر فرآیند شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در شرکت OTC کسب کرد. به‌علاوه، اسناد متعددی شامل اسناد برنامه‌های راهبردی و بلندمدت، گزارش‌های پیشرفت طرح و پروژه‌ها، متن قراردادهای، نقشه‌های راه فناوری و محصول شرکت، کاتالوگ‌ها و وبسایت‌های شرکت‌های ملی گاز ایران، شرکت OTC و توریوتک مورد مطالعه قرار گرفته‌است. لازم به ذکر است که در این پژوهش به‌منظور بالابردن روایی و پایایی از روش‌هایی که در ادامه خواهد آمد، بهره‌برداری شده‌است (دولی^۱، ۲۰۰۲): به‌منظور روایی درونی^۲ از مأخذ اطلاعاتی چندگانه استفاده شده‌است و نیز از افراد کلیدی برای مرور گزارش مطالعه موردی استفاده شده‌است؛ به‌منظور روایی بیرونی^۳ از نظریه‌های پیشین به‌عنوان چارچوب نظری اولیه پژوهش بهره‌برداری شده‌است و به‌منظور پایایی^۴ از پروتکل‌های مطالعه موردی استفاده شده‌است و پایگاه داده مطالعه موردی ایجاد شده‌است.

-
- 1 . Dooley
 - 2 . Internal Validity
 - 3 . External Validity
 - 4 . Reliability

جدول ۱. اطلاعات مرتبط با مصاحبه‌های انجام شده

ردیف	جایگاه مصاحبه شونده	محل فعالیت	تاریخ	زمان مصاحبه
۱	مدیر پژوهش و فناوری	شرکت ملی گاز ایران	۱۳۹۶/۴/۱۹	۵۸ دقیقه
۲	مجری طرح‌های ایستگاه‌های تقویت فشار	شرکت ملی گاز ایران	۱۳۹۶/۴/۲۱	۵۶ دقیقه
۳	مدیر عامل	شرکت توربوتک	۱۳۹۴/۱۰/۱۳	۱ ساعت و ۱۷ دقیقه
۴	مدیر طرح توربین IGT25	شرکت توربوتک	۱۳۹۴/۱۰/۲۷	۱ ساعت و ۲۰ دقیقه
۵	مدیر تحقیق و توسعه	شرکت توربوتک	۱۳۹۴/۱۰/۲۷	۵۶ دقیقه
۶	مدیر طراحی و مهندسی	شرکت توربوتک	۱۳۹۴/۱۰/۱۳	۵۴ دقیقه
۷	مدیر خدمات پس از فروش	شرکت توربوتک	۱۳۹۴/۱۰/۲۷	۱ ساعت و ۱۲ دقیقه
۸	عضو هیأت مدیره	شرکت OTC	۱۳۹۴/۱۱/۲۰	۵۰ دقیقه
۹	ناظر طرح توربین IGT25	شرکت OTC	۱۳۹۴/۱۱/۱۷	۱ ساعت و ۶ دقیقه
۱۰	کارشناس مهندسی	شرکت OTC	۱۳۹۴/۱۱/۱۳	۴۳ دقیقه
۱۱	کارشناس مدیریت فناوری	شرکت توربوتک	۱۳۹۴/۱۰/۱۳	۴۸ دقیقه

۳-۲- روش تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها در پژوهش مطالعه موردی شامل فعالیت‌هایی نظیر بررسی دقیق، طبقه‌بندی و ترکیب داده‌های کمی و کیفی به‌منظور نشان دادن گزاره‌ها و فرضیه‌های اولیه پژوهش موردی و استخراج نتایج و یافته‌های موردنظر از داده‌ها و شواهد گردآوری شده است (مایلز و هابرمین^۱، ۱۹۹۴). به‌طور کلی چهار استراتژی برای تحلیل داده‌ها در پژوهش مطالعه موردی وجود دارد (ین، ۲۰۱۴): تکیه بر یافته‌های نظری پیشین^۲، استخراج نظریه مبتنی بر داده‌ها^۳، تحلیل داده‌ها مبتنی بر توصیف مورد مطالعه^۴ و آزمودن تبیین‌های رقیب^۵ به‌دست‌آمده از سه استراتژی پیشین. در این پژوهش استراتژی

- 1 . Miles and Huberman
- 2 . Reley on theoretical propositions
- 3 . Work your data from the “ground up”
- 4 . Develop case description
- 5 . Examine rival explanations

منتخب به منظور تحلیل داده‌های گردآوری شده استراتژی اول یعنی تکیه بر نظریه‌های پیشین است. از طرفی، لازم به ذکر است که این پژوهش دارای رویکردی استقرایی^۱ بوده و به گونه‌ای اکتشافی^۲ انجام گرفته است. بنابراین، انتظار می‌رود که علی‌رغم وجود برخی شباهت‌ها میان یافته‌های پژوهش حاضر و پژوهش‌های پیشین، به دلیل خاص بودن تجربه مورد مطالعه در این پژوهش، الگویی که حاصل می‌شود که با نظریه‌های پیشین تا حدی متفاوت باشد. پس از کنکاش دقیق در میان الگوهای ارائه شده برای یادگیری قابلیت‌های فناورانه ساخت محصولات و سامانه‌های پیچیده به ویژه در کشورهای در حال توسعه، الگوی ارائه شده توسط لی و یون (۲۰۱۵) برای یادگیری قابلیت‌های فناورانه هواپیماهای نظامی در کشورهای کره جنوبی، چین و برزیل به عنوان چارچوب نظری قابل اتکایی برای انجام این پژوهش انتخاب گردید. ویژگی اصلی این الگو آن است که معرف یادگیری قابلیت‌های فناورانه محصولات و سامانه‌های پیچیده (هواپیماهای نظامی) در سه کشور توسعه یافته با شرایط متفاوت است و دربرگیرنده حالات مختلف فرآیند یادگیری قابلیت‌های فناورانه می‌باشد. ارائه دهندگان این الگو معتقدند که نقش بنگاه‌ها و شرکای خارجی (فعالانه یا منفعلانه) و سیاست‌های دولت در سطوح مختلف بر اتخاذ روش‌های کسب قابلیت‌های فناورانه و الگوی یادگیری قابلیت‌های فناورانه تأثیرگذار است. این الگو در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱. الگوی یادگیری قابلیت‌های فناورانه ساخت هواپیماهای نظامی

در سه کشور در حال توسعه (لی و یون، ۲۰۱۵)

1 . Inductive
2 . Exploratory

به‌منظور تحلیل داده‌ها، ابتدا مصاحبه‌های انجام‌شده با دقت پیاده‌سازی شدند و همچنین اسناد و مدارک مختلف با هدف استخراج داده‌های مفید مورد مطالعه عمیق قرار گرفتند. در ادامه جدولی طراحی گردید که محورهای افقی آن را مراحل الگوی انباشت براساس ترتیب زمانی، قابلیت‌های فناورانه کسب‌شده، استراتژی‌های کسب فناوری اتخاذ شده و سازوکارهای یادگیری فناورانه آورده شده‌است و محورهای عمودی این جدول را مراحل ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه تشکیل داده‌اند (جدول ۲). سپس داده‌های به‌دست‌آمده از مصاحبه‌ها و مطالعه اسناد و مدارک با ترتیب و توالی زمانی در جدول مذکور جای‌گذاری شدند تا براساس آن الگوی موردنظر این پژوهش استخراج شود. همچنین، این پژوهش از تکنیک تحلیل ترتیب و توالی زمانی^۱ برای مطالعه داده‌های به‌دست‌آمده از مصاحبه‌ها، مشاهدات و اسناد مورد مطالعه استفاده می‌کند. این روش تحلیل کمک می‌کند که پژوهشگر بتواند جریانی از وقایع و اتفاق‌ها پیرامون یک موضوع خاص که با توالی و ترتیب زمانی خاصی رخ داده‌اند را شناسایی نماید.

۴- یافته‌ها

الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی در شرکت OTC شامل سه مرحله است: مرحله اول که بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ می‌باشد و در اینجا از آن به‌عنوان «دوران مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های وارداتی» یاد می‌شود؛ مرحله دوم که بین سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ است و از آن به‌عنوان «دوران ساخت مشترک توربین‌های گازی تحت لیسانس» یاد می‌شود؛ مرحله سوم بین سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ است که از آن به‌عنوان «دوران دستیابی به دانش و فناوری ساخت توربین‌هایی گازی به صورت مستقل و تحت شرایط تحریم» یاد می‌شود. در ادامه هر یک از مراحل تشریح می‌شود و قابلیت‌های فناورانه کسب‌شده، استراتژی‌های کسب فناوری و سازوکارهای یادگیری فناوری معرفی می‌شوند.

۴-۱-۲- مرحله اول (۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵): دوران خرید، مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های گازی وارداتی کشور ایران به دلیل برخورداری از تعداد بالایی نیروگاه تولید برق که با سوخت گاز کار می‌کنند و همچنین ذخایر بالای گاز و به‌منظور برطرف کردن نیازهای داخلی خود همواره یکی از مشتریان و متقاضیان توربین‌های گازی بوده‌است (مجیدپور، ۲۰۱۲). تا سال ۱۳۸۰ کشور ایران دارای وابستگی

کامل به کشورها و شرکت‌های خارجی پیشرو در زمینه توربین گاز بود و کلیه نیازها و تقاضای داخلی از طریق قراردادهای خرید تأمین می‌شد. مدیر تحقیق و توسعه شرکت توربوتک بیان می‌کند: «در آن زمان یک مشکل بزرگ در زمینه توربین‌های گاز در کشور وجود داشت و آن این بود که حدود ۴۰ نوع توربین مختلف از حدود ۲۰ سازنده متفاوت در کشور داشتیم. مشکل بزرگ این بود که این توربین‌ها در مقاطع زمانی مختلف خریداری شده بود، ولی در قبال خدمات پس از فروش آن‌ها کسی پاسخگو نبود. در این زمان، قرار بر این شد که یک مناقصه بین‌المللی با هدف تأمین نیازهای داخلی از طریق خرید انبوه توربین‌های گازی از شرکت‌های خارجی برگزار شود. همچنین، تصمیم گرفته شد که یک همکار داخلی برای شرکت خارجی برنده مناقصه انتخاب شود و این از طریق بخشی از دانش فنی بهره‌برداری از توربین‌های گاز کسب گردد. این امر موجب پیدایش شرکت OTC شد. بنابراین قرار شد که شرکت OTC همکار داخلی شرکت برنده مناقصه ۵۰ دستگاه شود.»

هم شرکت‌های غربی و هم شرقی در مناقصه شرکت کردند. شرکت‌های شرقی از نظر معیارهای فنی رد شدند و در نهایت دو رقیب باقی ماندند: نوو پیگنونه^۱ ایتالیا و زیمنس (آلستوم پاور^۲ سوئد). آلستوم سوئد در این مناقصه برنده شد. در آن زمان زیمنس توربین در این کلاس نداشت، ولی هنگامی که دید آلستوم در این مناقصه برنده شده‌است، اقدام به خرید آلستوم سوئد کرد. به عبارتی، در نهایت در آن مناقصه توربین SGT600 شرکت زیمنس برنده مناقصه شد (ارزش این قرارداد حدود ۳۳۰ میلیون دلار بود). ناظر طرح توربین IGT25 در شرکت OTC بیان می‌کند: «اولین برخورد شرکت OTC با شرکت زیمنس در رابطه با موضوع توربین گاز به سال ۱۳۸۰ بر می‌گردد که در آن زمان این شرکت در حال شکل گرفتن بود. از آنجایی که در این قرارداد ۵۰ دستگاه به صورت نیاز تجمیع شده بود، شرکت ملی گاز خواستار این بود که هر شرکتی که این ۵۰ دستگاه را تأمین می‌کند باید انتقال دانش و فناوری هم انجام دهد». اما نکته حائز اهمیت آن است که در طول این پنج سال، قابلیت فناوریانه خاصی در شرکت توربوکمپرسورنفت شکل نگرفت و این قابلیت را می‌توان به قابلیت مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های گازی خریداری شده از شرکت زیمنس محدود کرد. بنابراین، استراتژی کسب فناوری خاصی از سمت شرکت OTC اتخاذ نشد و دانش مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌ها از طریق دریافت مشاوره‌ها، آموزش‌ها و دستورالعمل‌هایی که بخشی از قرارداد فروش است، به این شرکت

1 . Nuovo Pignone

2 . Alstom Power

منتقل شد. همچنین، سازوکار یادگیری فناوری در این مرحله عبارت بود از: یادگیری از طریق انجام^۱ و یادگیری از طریق بهره‌برداری و به‌کارگیری^۲ این محصولات و سامانه‌های پیچیده.

۴-۲-۲- مرحله دوم (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰): دوران ساخت مشترک توربین‌های گازی به صورت تحت لیسانس در سال ۱۳۸۵ (۲۰۰۵ میلادی) شرکت ملی گاز ایران مناقصه‌ای به‌منظور تأمین ۱۰۰ دستگاه توربین گازی صنعتی و به شرط درونی‌سازی دانش و فناوری‌های ساخت توربین‌های گازی برگزار کرد. نتیجه مناقصه این شد که شرکت OTC به‌عنوان تأمین‌کننده داخلی و زیمنس به‌عنوان شریک خارجی ملزم به تأمین ۱۰۰ دستگاه توربین گازی صنعتی برای شرکت ملی گاز ایران شدند. طبق این قرارداد شرکت OTC اقدام به ساخت ۶۰ درصد زیرسیستم‌ها و قطعات توربین SGT600 در داخل کشور کرد و مابقی (۴۰ درصد) زیرسیستم‌ها و قطعات دارای فناوری‌های پیچیده و کلیدی نظیر نرم‌افزار و سخت‌افزار سیستم کنترل، روتور و پره‌های توربین توسط شرکت زیمنس تأمین می‌شد. به‌عبارتی، زیمنس به شرکت OTC اجازه داده بود که ۶۰٪ اجزا و قطعات را بر مبنای اسناد و مدارک و نقشه‌های آن‌ها بسازد و ۴۰٪ اجزا و قطعات را به شرکت OTC می‌فروخت و دانش و فناوری ساخت آن را از شرکت OTC دریغ می‌کرد. شرکت زیمنس در رابطه با ساخت قطعات در ایران و نهایتاً مونتاژ همه زیرسیستم‌ها و قطعات نقش نظارت و مشاوره را نیز بر عهده داشت. یکی از کارهایی مهمی که در این دوران انجام گرفت، ایجاد انطباق میان ماشین‌آلات موجود در کشور و اسناد و مدارک و نقشه‌های زیمنس بود. لذا دستورالعمل‌های جدیدی تنظیم گردید که بتوان قطعات را با ماشین‌آلات موجود در کشور ساخت. در این دوران شرکت OTC قصد داشت با کمک شرکت زیمنس فناوری‌های ساخت توربین گازی SGT600 را درونی‌سازی نماید. به‌عبارتی، قابلیت‌های فناورانه‌ای نظیر ساخت برخی از زیرسیستم‌ها و قطعات و مونتاژ کلیه قطعات داخلی و خارجی جهت دست‌یافتن به توربین گاز در شرکت OTC شکل گرفت. از طرفی، در این دوران استراتژی کسب فناوری شرکت OTC کسب دانش و فناوری‌های ساخت توربین به‌صورت ساخت مشترک^۳ و تحت لیسانس زیمنس بود. سازوکارهای یادگیری فناوری در این مرحله عبارتند از: یادگیری از طریق تعامل و همکاری^۴ رسمی با شرکای

-
- 1 . Learning by doing
 - 2 . Learning by using
 - 3 . Co-manufacturing
 - 4 . Learning by interaction

خارجی و یادگیری از طریق انجام.

۴-۲-۳- مرحله سوم (۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵): دوران دستیابی به دانش و فناوری ساخت توربین‌های گازی به صورت مستقل و تحت شرایط تحریم

با شروع تحریم‌ها در سال ۱۳۹۱ و شدت گرفتن آن، زیمنس مانند بسیاری از شرکت‌های خارجی، رابطه خود با شرکت OTC قطع و ایران را ترک کرد. به هنگام رفتن زیمنس، حدود ۵۲٪ از دانش و فناوری‌های ساخت توربین درونی‌سازی شده بود و از کل تقاضای ۱۰۰ دستگاهی توربین گاز فقط ۱۳ دستگاه به شرکت ملی گاز تحویل داده شده بود. در این شرایط شرکت OTC با حجم بالایی از تقاضای داخلی برای توربین‌های گازی مواجه بود. بنابراین، شرکت OTC تصمیم گرفت که به دانش و قابلیت‌های فناورانه ساخت این توربین گازی دست پیدا کند و یک برند ملی با نام IGT25 را در ایران به ثبت برساند. لذا پروژه سرمایه‌گذاری مشترک IGT25 در سال ۱۳۹۱ میان شرکت OTC به‌عنوان مجری و شرکت ملی گاز ایران به‌عنوان مشتری و کارفرما منعقد شد و پژوهشگاه توربین گاز از دانشگاه علم و صنعت ایران وظیفه مشاوره و نظارت بر این پروژه را برعهده گرفت. لازم به ذکر است که این پروژه بزرگ‌ترین پروژه پژوهشی است که تا آن زمان وزارت نفت منعقد کرده‌است.

در قالب این پروژه شرکت OTC توانست با همکاری شرکت‌های زیرمجموعه خود مانند شرکت توربوتک (دفتر طراحی و مهندسی) و اوتک (کارخانه ساخت) به دانش، فناوری‌ها و مهارت‌های لازم برای ساخت و ارتقای این توربین دست پیدا کند و به سمت ارتقای این توربین تا توان ۳۰ مگاوات و بومی‌سازی آن براساس شرایط اقلیمی کشور پیش رود. البته قابل ذکر است که به‌منظور ثبت برند بومی IGT25 لازم بود که شرکت OTC ابتدا به شناسایی ثبت اختراعات زنده زیمنس بر روی این توربین بپردازد و سپس با اعمال برخی بهبودها و تغییرات در توربین SGT600 و ثبت این بهبودها به‌عنوان اختراع از هرگونه ادعای احتمالی زیمنس پس از بازگشت به ایران جلوگیری نماید. لذا این شرکت در مجموع ۶۰ اختراع در اجزا و قطعات مختلف طرح توربین ملی IGT25 تعریف کرده‌است که تاکنون حدود نیمی از آن‌ها به‌عنوان اختراع به ثبت رسیده‌اند. ثبت اختراعات برنامه‌ریزی شده برای این توربین عبارت است از: روتور (۵ پتنت)، پره (۱۳ پتنت)، محفظه (۷ پتنت)، افلام وندوری (۱۰ پتنت)، ساخت‌افزار کنترل (۱ پتنت)، نرم‌افزار کنترل (۷ پتنت)، یکپارچه‌سازی طراحی و تست (۱۱ پتنت) و تجهیزات جانبی و کمکی (۵ پتنت). مدیر عامل شرکت OTC بیان می‌کند: «این توربین مشتمل بر

۷۶ زیرسیستم و حدود ۴۲۰۰۰ قطعه است و در آن از دانش و فناوری‌های سطح بالایی بهره گرفته شده‌است». او ادامه می‌دهد که: «شرکت OTC توانسته است با صرف یک میلیون و ۱۶۰ هزار نفر ساعت کار و تولید ۲۸۰۰۰ نقشه و مدرک به درونی‌سازی دانش و فناوری‌های ساخت این توربین اقدام نماید. او مدعی است از بهمن ۱۳۹۳ تا خرداد ۱۳۹۵ حدود ۱۶ دستگاه از این توربین تولید شده که ۱۲ دستگاه تحویل مشتری شده‌است».

البته یکی از مدیران ارشد شرکت توربوتک معتقد است: «درونی‌سازی دانش ساخت توربین گاز به معنای این نیست که همه اجزا و قطعات توربین گاز باید در داخل ساخته و تأمین شود. بلکه هدف اصلی آن است که شرکت به این دانش دست پیدا کند که هر یک از اجزا و قطعات باید چگونه تأمین شوند و در نهایت در کنار هم قرار گیرند تا هدف عملکردی مورد نظر محقق شود». یکی از مدیران ارشد شرکت OTC نیز معتقد است که: «برای دستیابی به فناوری‌های یک محصول لازم نیست که شما بر تمام فناوری‌های محصولی و فرآیندی موجود در زنجیره تأمین محصول تسلط پیدا کنید، زیرا خیلی از دانش‌ها و قابلیت‌های فناورانه نزد بازیگران زنجیره تأمین است و هنر شما باید مدیریت این زنجیره تأمین باشد». لذا تعدادی از اجزا و قطعات نظیر برخی قسمت‌های داغ توربین، آلیاژهای تک کریستال به کار رفته در پره‌ها و سنسور از خارج کشور تأمین می‌شد (به نقل از یکی از خبرگان صنعت و دانشگاه). نکته حائز اهمیت دیگر این است که زیمنس پس از بازگشت به ایران و ممیزی شرکت OTC به این واقعیت اعتراف کرده‌است که سطح قابلیت‌های فناورانه و سازمانی این شرکت به‌ویژه در حوزه طراحی و مهندسی به‌طور محسوسی ارتقاء یافته‌است. یکی از مدیران ارشد شرکت توربوتک در این زمینه می‌گوید: «با توجه به ارتقای قابلیت‌های فناورانه و سازمانی و همچنین بازار تضمین شده شرکت OTC پیشنهاد جدید ما به زیمنس سرمایه‌گذاری مشترک^۱ و توسعه مشترک^۲ در زمینه محصول جدیدتری مانند توربین ۱۵ مگاواتی SGT400 است».

نکته حائز اهمیت این است که، با شروع تحریم‌ها و قطع رابطه با شرکت زیمنس، شرکت OTC چند استراتژی را در دستور کار خود قرار داد. استراتژی اول این بود که، به‌منظور دستیابی به دانش طراحی توربین‌های گازی اقدام به تملک^۳ یک شرکت دانش‌بنیان متشکل از تعدادی از دانش‌آموختگان دانشگاه‌های برتر کشور نمود. این شرکت که در آن زمان پتروگاز خاورمیانه نام داشت، بعدها هسته

1 . Joint Venture

2 . Co-development

3 . Acquisition

مرکزی شرکت توربو تک به عنوان دفتر طراحی شرکت OTC را تشکیل داد. پترو گاز خاورمیانه شرکتی دانش بنیان متشکل از ۴۰ نفر از دانش آموختگان دانشگاه های مطرح کشور با تخصص های مختلف بود که حدود ۱۰ سال تجربه در زمینه توربین گاز داشتند. ضرورت تملک این شرکت و رفتن به سمت تأسیس دفتر طراحی این است که برای دستیابی به قابلیت های ساخت و ارتقای توربین های گازی نیاز به یک دفتر طراحی احساس می شد که مسلط به دانش باز طراحی و یکپارچه سازی سیستم در زمینه توربین گاز باشد. سایر گزینه ها برای دستیابی به دانش طراحی عبارت بودند از: ایجاد یک دفتر طراحی داخلی از صفر، تملک یک دفتر طراحی خارجی یا خرید دانش طراحی از خارج.

استراتژی دوم تصمیم به دستیابی به فناوری های ساخت و توسعه توربین گاز از طریق روش طراحی و مهندسی معکوس^۱ است که متخصصین و مدیران شرکت توربو تک از آن به عنوان روش پایین به بالا^۲ یاد می کنند. روش پایین به بالا شامل این مراحل است: مراحل شناخت و انتخاب محصول ← مهندسی بر پایه محصول انتخاب شده ← به کارگیری الگوریتم طراحی ← بازبینی و باز طراحی مؤلفه های موتور ← بازبینی و باز طراحی کل موتور ← پیش بینی عملکرد، عمر و بهره برداری ← مونتاژ ← تست ← نصب و راه اندازی. استدلال آن ها این است که روش پایین به بالا نقطه مقابل روش بالا به پایین^۳ است که عمدتاً توسط بازیگران اصلی و پیشرو مانند جنرال الکتریک، زیمنس و رولز رویس اتخاذ می شوند و به معنای طراحی یک توربین جدید از صفر است. روش بالا به پایین مشتمل بر این مراحل است: تعریف محصول و تعیین محدوده عملکردی ← طراحی مفهومی ← طراحی اولیه ← طراحی جزئی ← ساخت اولین نمونه ← مونتاژ اولین نمونه ← تست اولین نمونه ← ساخت نمونه پایلوت ← تست و مونتاژ ← نصب و راه اندازی ← خدمات پس از فروش. به نقل از یکی از مدیران ارشد OTC: «پرداختن به طراحی یک توربین از پایه بسیار زمان بر و هزینه بر است به گونه ای که طراحی و ساخت یک توربین از پایه حدود ۲۰ سال زمان و ۱ میلیارد دلار هزینه نیاز دارد».

روش پایین به بالا کار را با یک نمونه محصول آغاز کرده و به تدریج و طی چند مرحله اقدام به دستیابی به دانش و فناوری ساخت اجزا مختلف توربین کرده و در این میان دانش یکپارچه سازی سیستم را نیز کسب می کند. شرکت OTC از طریق مطالعه و الگوبرداری^۴ با شرکت هایی چون

-
- 1 . Revers Design and Engineering
 - 2 . Bottom-up
 - 3 . Top-down
 - 4 . Benchmarking

آنسالدو^۱، هیتاچی^۲ و زوریا^۳ از روش پایین به بالا برای دستیابی به قابلیت‌های فناورانه ساخت و ارتقای توربین‌های گازی دست یافت. یکی از مدیران ارشد شرکت OTC در راستای توضیح این نکته که برای دست یافتن به فناوری‌های ساخت یک توربین گاز صرفاً مهندسی معکوس کفایت نمی‌کند، می‌گوید: «به‌هیچ‌وجه یک توربین را نمی‌توان به روش کپی‌سازی و مهندسی معکوس و دستیابی به قابلیت ساخت تک تک اجزا و قطعات ساخت. ویژگی محصولات و سامانه‌های پیچیده آن است که صرف ساختن کلیه اجزا و سوار کردن آن‌ها بر روی یکدیگر، این محصول کار نخواهد کرد یا عملکرد پایینی خواهد داشت». از طرفی، سازوکارهای یادگیری فناوری در این مرحله عبارت‌اند از: یادگیری از طریق همکاری غیررسمی با متخصصان خارجی، یادگیری از طریق تعامل و همکاری با بازیگران داخلی، یادگیری از طریق انجام و یادگیری از طریق تحقیق و توسعه^۴ محدود.

جدول ۲. الگوی انباشت و ساخت قابلیت‌های فناورانه، استراتژی‌های کسب فناوری

و سازوکارهای یادگیری در شرکت OTC

مرحله سوم: دوران دستیابی به دانش و فناوری ساخت توربین‌های گازی به‌صورت مستقل و تحت شرایط تحریم (۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵)	مرحله دوم: دوران ساخت مشترک توربین‌های گازی به‌صورت تحت لیسانس (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰)	مرحله اول: دوران خرید، مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های خارجی (۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵)	مراحل
<p>- قابلیت ساخت توربین گازی IGT25 به‌صورت مستقل</p> <p>- قابلیت انجام برخی بهبودها، به‌روزرسانی‌ها و ارتقای مؤلفه‌ها و پارامترهای عملکردی توربین گازی IGT25</p> <p>- قابلیت ثبت پتنت بر روی برخی اجزای و قطعات کلیدی</p> <p>- قابلیت ارائه خدمات پس از فروش و ارائه مشاوره‌های مهندسی</p> <p>- قابلیت‌های یکپارچه‌سازی سیستم و مدیریت پروژه‌های کلان</p>	<p>- قابلیت ساخت برخی قطعات، زیرسیستم‌ها و مؤلفه‌های توربین SGT600 و قابلیت مونتاژ و یکپارچه‌سازی آن‌ها با زیرسیستم‌ها و مؤلفه‌های دریافتی از شرکت ژیمنس</p>	<p>- قابلیت مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های خریداری‌شده از شرکت ژیمنس</p>	<p>قابلیت‌های فناورانه</p>

1 . Ansaldo

2 . Hitachi

3 . Zorya

4 . Learning by research

مرحله اول: دوران خرید، مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های خارجی (۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵)	مرحله دوم: دوران ساخت مشترک توربین‌های گازی به صورت تحت لیسانس (۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰)	مرحله سوم: دوران دستیابی به دانش و فناوری ساخت توربین‌های گازی به صورت مستقل و تحت شرایط تحریم (۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵)	مراحل
<ul style="list-style-type: none"> - کسب دانش و فناوری ساخت و تولید توربین‌های گازی از طریق ساخت مشترک و تحت لیسانس شرکت زیمنس 	<ul style="list-style-type: none"> - کسب دانش طراحی از طریق تملک شرکت دانش بنیان پتروگاز خاورمیانه - اتخاذ رویکرد پایین به بالا با الگوبرداری از شرکت‌های آنسالدو و هیتاچی - بهره‌گیری از مشاوره‌های متخصصان و خبرگان بین‌المللی به صورت غیررسمی - بهره‌گیری از دانش دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی داخلی 	<ul style="list-style-type: none"> - کسب دانش و فناوری بهره‌برداری از طریق دریافت مشاوره‌ها، آموزش‌ها و دستورالعمل‌ها 	استراتژی کسب فناوری
<ul style="list-style-type: none"> - یادگیری از طریق همکاری رسمی با شرکای خارجی - یادگیری از طریق همکاری با بازیگران داخلی - یادگیری از طریق انجام - یادگیری از طریق تحقیق و توسعه محدود 	<ul style="list-style-type: none"> - یادگیری از طریق همکاری رسمی با شرکای خارجی - یادگیری از طریق انجام 	<ul style="list-style-type: none"> - یادگیری از طریق به‌کارگیری و بهره‌برداری و یادگیری از طریق انجام 	سازوکارهای یادگیری فناوری

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، شرکت OTC برای رسیدن به وضعیت کنونی سه مرحله را پشت سر گذاشته‌است. در این جدول علاوه بر قابلیت‌های فناوریانه کسب‌شده در هر مرحله، به تکامل و پویایی استراتژی‌های کسب فناوری و سازوکارهای یادگیری فناوریانه در هر مرحله نیز اشاره شده‌است.

۵- نتیجه‌گیری

این پژوهش به منظور صورت‌بندی الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناوریانه ساخت و ارتقای توربین‌های گازی در یکی از شرکت‌های متأخر ایرانی با نام OTC طی ۱۵ سال گذشته انجام گرفته‌است. نقطه تمایز اصلی پژوهش حاضر با کارهای پیشین در کشور ایران این است که آن پژوهش‌ها عمدتاً در دو شرکت مینا (مجیدپور، ۲۰۱۳؛ ۲۰۱۶؛ الف؛ ۲۰۱۶؛ ب؛ کیامهر و همکاران، ۲۰۱۵) و فراب (کیامهر و همکاران، ۲۰۱۳؛ کیامهر، ۲۰۱۶؛ ۱۳۹۲) انجام گرفته‌اند و در آن زمان این

دو شرکت به غیر از دانش و فناوری‌های شرکت‌های آمریکایی چون جنرال الکتریک، امکان همکاری و انتقال فناوری از سایر کشورهای صاحب فناوری را داشته‌اند. این در حالی است که، این پژوهش به مطالعه تجربه شرکت OTC می‌پردازد و دورانی را مورد تمرکز قرار داده است که به واسطه تحریم‌های شدید و گسترده بین‌المللی، این شرکت امکان همکاری‌های رسمی در زمینه انتقال دانش و فناوری با شرکت‌های خارجی را نداشته و بر مبنای تلاش‌های داخلی به قابلیت‌های مورد نیاز برای ساخت و ارتقای توربین‌های گازی دست پیدا کرده است. شرایط سیاسی و به‌ویژه تحریم‌ها منجر به این شده است که این الگو دارای ویژگی‌های خاصی باشد. برای مثال، پس از یک دوره تعامل و همکاری با شرکای خارجی و اتخاذ استراتژی ساخت مشترک، وارد دوران ساخت توربین‌های گازی به صورت مستقل و بدون هیچ گونه شانس و فرصت تعامل و همکاری رسمی با شرکای خارجی شده است. به علاوه، می‌توان گفت که این الگو در شرایطی که بنگاه‌های متأخر به دلایل مختلفی قادر به تعامل و همکاری با شرکای خارجی نباشند یا شرکای خارجی موضع منفعل اتخاذ نمایند، در مقایسه با الگوهای دیگر دارای برتری است.

از مقایسه یافته‌های پژوهش با برخی الگوهای ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه در سایر کشورهای در حال توسعه می‌توان به این نتایج دست یافت: اول، در اغلب این الگوها (کیم، ۱۹۸۰؛ هابدی، ۱۹۹۵) تأکید زیادی بر دستیابی کشورهای در حال توسعه به فناوری‌های فرآیند ساخت محصول شده است، در حالی که در رابطه با محصولات و سامانه‌های پیچیده مانند توربین‌ها، تمرکز ویژه‌ای بر فناوری‌های ساخت زیرسیستم‌ها و اجزای کلیدی و همچنین قابلیت یکپارچه‌سازی سیستم می‌شود و فناوری‌های فرآیند ساخت عمدتاً نزد بازیگران زنجیره تأمین است. دوم، بیشتر الگوهای مورد اشاره (هابدی، ۱۹۹۵؛ لی، ۲۰۰۵؛ دیترنیت، ۲۰۰۷؛ بل و فیگوریدو، ۲۰۱۲) به قابلیت‌های تحقیق و توسعه و نوآوری در محصول و فرآیند ختم می‌شوند، در حالی که رسیدن به قابلیت‌های تحقیق و توسعه و نوآوری در محصول در محصولات و سامانه‌های پیچیده دشوار است و تعداد معدودی از شرکت‌های پیشگام در این حوزه‌ها قادرند محصولات کاملاً جدید مبتنی بر تحقیق و توسعه درون‌زا به بازار معرفی نمایند. سوم، در حالی که عمده این الگوها کار خود را با مراحل اولیه مونتاز (هابدی، ۱۹۹۵)، تولید قطعات اصلی (لی، ۲۰۰۵) شروع می‌کنند، الگوی به دست آمده در پژوهش حاضر کار خود را با خرید و بهره‌برداری از توربین‌های گازی شروع می‌کند و در مرحله بعد به ساخت و مونتاز زیرسیستم‌ها و قطعات رسیده و در ادامه به ارتقاء و بهبود برخی مؤلفه‌ها و پارامترهای عملکردی می‌رسد.

در نهایت، الگوی ارائه شده توسط دیترنیت (۲۰۰۷) تا حدودی مؤید الگوی به دست آمده پژوهش حاضر است، از این نظر که دانش پایه مشتمل بر قابلیت‌های عملیاتی و بهبودها و نوآوری‌های سطح پایین و متوسط از طریق تقلید و مشارکت و همکاری با کشورهای توسعه یافته امکان پذیر است، اما دست یافتن به دانش پیچیده که دربرگیرنده نوآوری‌های اساسی و استراتژیک است، تنها در سایه سرمایه‌گذاری‌ها و فعالیت‌های چشمگیر در زمینه تحقیق و توسعه محقق می‌شود.

از طرفی، از مقایسه یافته‌های این پژوهش با الگوهای به دست آمده از مطالعات پیشین در زمینه محصولات و سامانه‌های پیچیده به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، نتایج جالب توجهی حاصل که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: اول، الگوی ارائه شده توسط چادنوسکی و ناگو (۱۹۸۳) (بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌های وارداتی) ← بهبود در مؤلف‌ها و تجهیزات ← بهبود در طراحی سیستم) شباهت زیادی با الگوی به دست آمده در این پژوهش دارد، با این تفاوت که قابلیت‌های نگهداری و تعمیرات در الگوی پژوهش حاضر در مرحله اول شکل نگرفته است و در مراحل بعدی کسب شده است. دوم، همانطور که قبلاً اشاره شد تیوبال (۱۹۸۴) میان قابلیت‌های ساخت و تولید و قابلیت‌های طراحی در محصولات پیچیده تمایز قائل است و معتقد است که در کشورهای در حال توسعه میان این قابلیت‌ها ترتیب و توالی زمانی وجود دارد. این یافته‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد و شرکت مورد مطالعه ابتدا به قابلیت‌های ساخت و تولید دست یافته است و در ادامه قصد دارد به سمت کسب تدریجی قابلیت‌های طراحی پیش برود. سوم، یافته‌های پژوهش حاضر از چند نظر با یافته‌های لی و یون (۲۰۱۵) تطابق دارد. الگوی شناسایی شده در این پژوهش شباهت زیادی به الگوی ساخت قابلیت‌های فناورانه هواپیماهای نظامی در چین (خرید) ← تولید مشترک ← مهندسی معکوس) دارد. آن‌ها معتقدند که نقش شرکای خارجی تأثیر زیادی در انتخاب استراتژی کسب فناوری در کشورهای متأخر دارد، به گونه‌ای که حضور فعال آن‌ها منجر به انتخاب استراتژی‌هایی نظیر تولید مشترک یا توسعه مشترک می‌شود، در حالی که عدم حضور فعال آن‌ها منجر به اتخاذ استراتژی‌هایی مانند مهندسی معکوس می‌شود. پر واضح است که یافته‌های پژوهش حاضر مؤید این یافته‌ها است. چهارم، الگوی شناسایی شده در این پژوهش با الگوی ارائه شده از سوی کیامهر (۲۰۱۶) (مهندسی و شناسایی محصول ← عملیاتی‌سازی محصول ← طراحی محصول) از نظر ترتیب و توالی زمانی مراحل متفاوت است و الگوی حاضر کار خود را با بهره‌برداری و عملیاتی‌سازی آغاز می‌کند و سپس درصدد ساخت و مونتاژ و همچنین مهندسی محصول است. در نهایت، الگوی ارائه شده در این پژوهش مؤید

نظرات مجیدپور (۲۰۱۶الف) است که معتقد است، در محصولات و سامانه‌های پیچیده روش غالب همپایی فناوری همان دنباله‌روی است و پرش از مراحل در رابطه با برخی فناوری‌های خاص صورت می‌پذیرد و خلق مسیر جدید تا حد زیادی غیرممکن است.

به‌عنوان دلالت‌های سیاستی و مدیریتی به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌توان به این موارد اشاره کرد: اول، وجود بازار و تقاضای چشمگیر برای یک محصول به‌ویژه محصولات و سامانه‌های پیچیده در داخل کشور می‌تواند سرمایه‌گذاری در زمینه‌های تحقیق و توسعه و زیرساخت‌های ساخت و تولید توجیه‌پذیر نماید. دوم، دولت می‌تواند از طریق سیاست‌گذاری‌های هوشمندانه نظیر تجمیع تقاضای داخلی و سفارش‌دهی آن به شرکت‌های داخلی یا شرکت‌های خارجی همکار شرکت‌های داخلی و همچنین سرمایه‌گذاری در زمینه‌های تحقیق و توسعه، مسیر ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه را صاف و هموار نماید. سوم، در شرایطی که به دلایل مختلف از جمله تحریم، دستیابی به دانش فنی شرکت‌های خارجی دشوار و غیرممکن است، بهره‌گیری از دانش موجود نزد شرکت‌های دانش‌بنیان و مراکز تحقیقاتی داخلی می‌تواند کاستی‌ها را تا حد قابل قبولی برطرف سازد. چهارم، اتخاذ استراتژی کسب فناوری پایین به بالا به‌عنوان تلفیقی از مهندسی معکوس و طراحی معکوس در مقابل استراتژی بالا به پایین، می‌تواند گزینه مناسبی برای کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به دانش و فناوری‌های ساخت محصولات و سامانه‌های پیچیده باشد. پنجم، به‌منظور ثبت نام و نشان تجاری (برند) جدید در حوزه محصولات و سامانه‌های پیچیده، شناسایی فناوری‌های کلیدی که دارای پتنت جاری و زنده هستند و ثبت پتنت در آن فناوری‌ها با اعمال برخی تغییرات و بهبودهای جزئی، می‌تواند شرکت‌های داخلی را از گزند ادعاهای احتمالی شرکت‌های خارجی برهاند.

این پژوهش مانند بسیاری از پژوهش‌ها دارای محدودیت‌هایی است، که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: اول، پژوهش حاضر الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی در شرکت OTC تا حوالی سال ۱۳۹۵ را شناسایی کرده است، در حالی پژوهش‌های آتی می‌توانند به مطالعه در زمینه مراحل بعدی این فرآیند به‌ویژه در شرایط پساتحریم و بازگشت شرکت‌های خارجی از جمله زیمنس بپردازند. دوم، این پژوهش همچون تعدادی پژوهش مشابه (مجیدپور، ۲۰۱۶الف؛ ۲۰۱۶ب؛ کیامهر و همکاران، ۲۰۱۳؛ ۲۰۱۵؛ کیامهر، ۲۰۱۶؛ صفدری رنجبر و همکاران، ۱۳۹۵؛ ۲۰۱۷الف؛ ۲۰۱۷ب) بر حوزه انرژی تمرکز کرده است، در حالی که پژوهش‌های آتی می‌توانند به مطالعه سایر حوزه‌ها مانند سیستم‌ها و تجهیزات ارتباطات از راه دور، سیستم‌های بانکداری الکترونیک،

محصولات و سامانه‌های پیچیده هوایی نظامی و غیرنظامی بپردازند. سوم، این پژوهش به مطالعه یک مورد خاص در شرایط تحریم در ایران پرداخته‌است، درحالی‌که پژوهش‌های آتی می‌توانند به مطالعه تطبیقی میان این مورد و مواردی از سایر کشورهای درحال توسعه بپردازند که شرایطی متفاوت را تجربه کرده‌اند و از این طریق تأثیر تحریم را بر الگوی شکل‌گیری قابلیت‌های فناورانه و استراتژی‌های کسب فناوری شناسایی کنند.

منابع :

- دانایی فرد، حسن (۱۳۹۲). *استراتژی‌های نظریه پردازری*. انتشارات سمت، چاپ دوم.
- دانایی فرد، حسن؛ الوانی، سیدمهدی؛ آذر، عادل (۱۳۹۱). *روش‌شناسی پژوهش کیفی در مدیریت: رویکردی جامع*. انتشارات صفار.
- صفدری رنجبر، مصطفی؛ رحمان سرشت، حسین؛ منوچهر؛ قاضی نوری، سروش (۱۳۹۵). پیشران‌های کسب و ایجاد قابلیت‌های فناورانه ساخت محصولات و سامانه‌های پیچیده در بنگاه‌های متأخر: مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت (OTC). *فصلنامه مدیریت نوآوری*، دوره ۵، شماره ۲.
- صفدری رنجبر، مصطفی؛ قیدر خلجانی، جعفر؛ طهماسبی، سیامک؛ توکلی، غلامرضا. (۱۳۹۵). قابلیت‌های کلیدی برای نوآوری و توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی. *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*. دوره ۴، شماره ۱.
- طهماسبی، سیامک؛ فرتوک زاده، حمیدرضا؛ بوشهری، علیرضا؛ طبائیان، سید کمال؛ قیدر خلجانی، جعفر (۱۳۹۵). مراحل شکل‌گیری و توسعه قابلیت‌های فناورانه: مطالعه یک سازمان صنعتی صنایع دریایی. *فصلنامه سیاست علم و فناوری*. سال هشتم، شماره ۴، صص ۱۹-۳۳.
- کیامهر، مهدی (۱۳۹۲). توانمندی‌های فناورانه عرضه کالاهای سرمایه‌ای پیچیده در کشورهای درحال توسعه: مطالعه موردی یک شرکت در صنعت برقایی ایران. *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، سال ششم، شماره ۱.
- نقی زاده، محمد؛ منوچهر؛ نقی‌زاده، رضا (۱۳۹۴). همگرایی توانمندی‌های علمی و فناورانه بازیگران مختلف در توسعه سیستم‌های تولیدی پیچیده هوایی. *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*، دوره سوم، شماره ۲، صص ۲۷-۵۴.
- Acha, V., Davies, A., Hobday, M., Salter, A. (2004). Exploring the capital goods economy: complex product systems in the UK. *Industrial and Corporate Change*. Vol. 13, No. 3, pp. 505-529.

- Bell, M. and Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities, in *Trade, Technology, and International Competitiveness*, Washington, D.C., The World Bank, pp. 69-101.
- Bell, M. and Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: Contrast between developed and developing countries, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 2, pp. 157-210.
- Bell, M., Figueredo, P. N. (2012). Building innovative capabilities in latecomer firms: some key issues. In: Amann, E., Cantwell, J. (Eds), *Inovative Firms in Emerging Market countries*. Oxford University Press.
- Choung, J. Y., Hwang, H. R. (2007). Developing the complex system in Korea: the case study of TDX and CDMA telecom system. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 1, No. 2.
- Chudnovsky, D., Nagao, M. (1983). *Capital Goods Production in Third World*, London.
- Davies, A., Hobday, M. (2005). *The business of projects (Managing innovation in complex product systems)*. Cambridge University Press, New York.
- Dedehayir, O., Nokelainen, T., Makinen, S. K. (2014). Disruptive innovations in complex product systems industries: A case study. *Journal of Engieneering and Technology Management*. Vol. 33, pp. 174-192.
- Dooley, L. (2002). Case Study Research and Theory Building. *Advances in Developing Human Resources*, Vol. 4, No. 3, pp. 335-354.
- Dutrénit, G. (2007). The Transition from Building-up Innovative Technological Capabilities to Leadership by Latecomer Firms. *Asian Journal of Technology Innovation*, vol. 15, pp. 125-149.
- Eisenhardt, K., M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*. Vol. 14, No. 4, pp. 532-550.
- Eisenhardt, K. M., Graebner, M. E. (2007). Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges. *Academy of Management Journal*, Vol. 50, No. 1, pp. 25-32.
- Hobday, M. (1995). East Asian Latecomer Firms: Learning the Technology of Electronics," *World development*, Vol. 23, pp. 1171-1193.
- Hobday, M. (1998). Product complexity, innovation and industrial organization. *Re-*

- search Policy*, Vol. 26, pp. 689–710.
- Hobday, M., Rush, H. (1999). Technology management in complex product systems (CoPS) – ten questions answered. *International Journal of Technology Management*. Vol. 17, No. 6, pp. 618–638.
 - Hobday, M., Rush, H., Tidd, J. (2000). Innovation in complex products and system. *Research Policy*, Vol. 29, pp. 793–804.
 - Hobday, M. and Brady, T. (2000). A fast method for analysing and improving complex software processes. *R&D Management*. Vol. 30, No. 1.
 - Hwang, C. Y. (2000). The aircraft industry in a latecomer economy: the case of south korea. SPRU, Brighton, University of Sussex, PhD Thesis: 317
 - Kiamehr, M., Hobday, M., Kermanshah, A. (2013). Latecomer systems integration capability in complex capital goods: the case of Iran’s electricity generation systems. *Industrial and Corporate Change*, pp. 1–28.
 - Kiamehr, M. (2016). Paths of technological capability building in complex capital goods: The case of hydroelectricity generation systems in Iran. *Technological Forecasting and Social Change*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.005>.
 - Kiamehr, M., Hobday, M., Hamed, M. (2015). Latecomer firm strategies in complex product systems (CoPS): The case of Iran’s thermal electricity generation systems. *Research Policy*. Vol. 44, No. 6, Pp. 1240–1251.
 - Kim, L. (1980). “Stages of Development of industrial Technology in a LDC: A model,” *Research Policy*, vol. 9, pp. 254-277.
 - Kim, L. (1997). *Imitation to Innovation: the Dynamics of Korea’s Technological Learning*, Boston: Harvard Business School Press, 1997.
 - Kim, L. (1999). “Building Technological Capability for Industrialization: Analytical Frameworks and korea’s Experience,” *Industrial and Corporate Change*, vol. Vol.8 No.1, pp. 111-132, 1999.
 - Lall, S. (1990). Building Industrial Competitiveness in Developing Countries. Development Center, Organization for Economic Cooperation and Devekopment: Paris.
 - Lee, K., Lim, C. (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: the findings from Korean industries. *Reserch Policy*, Vol. 39, No. 2, pp. 459-483.
 - Lee, K. (2005). Making a Technological Catch-up: Barriers and opportunities, *Asian Journal of Technology Innovation*, Vol. 13, No. 2, pp. 97-131.

- Lee, J., J & Yoon, H. (2015). 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*. Vol. 44, No. 7, pp. 1296–1313.
- Majidpour, M. (2012). Heavy duty gas turbines in Iran, India and China: Do national energy policies drive the industries? *Energy Policy*, Vol. 41, pp. 723-732.
- Majidpour, M. (2013). Promoting Industrial Competitiveness in Complex Product Systems: Iran Industrial Policy Case Study. *Economic Development: Industrial and Financial Policy*.
- Majidpour, M. (2016a). Technological catch-up in complex product system. *Journal of Engineering and Technology Management*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.07.003>.
- Majidpour, M. (2016b). International technology transfer and the dynamics of complementarity: A new approach. *Technological Forecasting and Social Change*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.004>.
- Miles, M. B., Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. SAGE Publication.
- Miller, R., Hobday, M., Lerouxdemers, Th., Olleros, X. (1995). Innovation in Complex Systems Industries: the Case of Flight Simulation. *Industrial and Corporate Change*. Vol. 4, No. 2. pp. 363-400.
- Naghizadeh, M., Manteghi, M., Ranga, M., Naghizadeh, R. (2016). Managing interaction in complex product systems: The experience of IR-150 aircraft design program. *Technological Forecasting and Social Change*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.002>.
- Pack, H., Westphal, L. E. (1986). Industrial Strategy and Technological Change. *Journal of Development Economics*. Vol. 4, pp. 205-237.
- Park, T. Y. (2012). How a latecomer succeeded in a complex product system industry: three case studies in the Korean telecommunication systems. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 22, No. 2, pp. 363–396.
- Prencipe, A. (2000). Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system. *Research Policy*, Vol. 29, pp. 895–911.
- Ren, Y. T. and Yeo, K. T. (2006). Research Challenges on Complex Product Systems

- (CoPS) Innovation. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, Vol. 23, No. 6, pp. 519-529.
- Safdari Ranjbar, M., Rahmanseresht, H., Manteghi, M., Ghazinoori, S. (2017a). Dynamism of Iran's Government Policies meantime Formation and Evolution of Gas Turbine Industry as a Complex Product System. *14th ASIALICS Conference, Tehran, Iran*.
 - Safdari Ranjbar, M., Rahmanseresht, H., Manteghi, M., Ghazinoori, S. (2017b). Key Drivers Affecting Technological Catch-up in Complex Product Systems: Iran's Gas Turbine Industry. *26th International Association for Management of Technology Conference (IAMOT2017), Vienna, Austria*.
 - Sarantakos, S. (1998). *Social research*. Second edition. South Melbourne: Macnilon
 - Teixeira, F., Guerra, O., Ghirardi, A. (2006) Barriers to the Implementation of Learning Networks in Complex Production Systems: A Case Study on Offshore Oil Rigs, *Latin American Business Review*, 7:2, pp. 71-92.
 - Teubal, M. (1984). The role of technological learning in the exports of manufactured goods: the case of selected capital goods in Brazil. *World Development*. Vol. 12, No. 8, pp. 849-865
 - Watson, J. (2004). Inflows selection environments, flexibility and the success of the gas turbine. *Research Policy*. Vol. 33, pp. 1065-1080.
 - Yin, R., K. (2014). *Case Study Research: design and Methods*. 5th Edition. Sage Publication.
 - Zhang, L., Lam, W., Hu, H. (2013). Complex product and system, catch-up, and sectoral system of innovation: a case study of leading medical device companies in China. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 6, No. 3.