Volume 8, Number 4, Winter 2017

Journal of

Science & Technology Policy

The Stages of Formation and Development of Technological Capabilities; Case study: An marine Industry Organization

Siamak Tahmasebi[1]*, Hamidreza Fartookzadeh[2], Alireza Bushehri[3], Kamal Tabaian[3], Jafar Gheidar Khelejani[3]

1- PhD Student, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

This article examines that how formatting and developing technological capabilities in the industrial organizations. The research strategy is "case study" thus we selected an industrial organizations in the field of maritime. After reviewed literature, conducted deep interviews with officials, managers, consultants and experts were associated with that organization. The literature in this area is tow defect: 1) the most models proposed for the development of technological capabilities focus on mass production, but the nature of our case study is complex products. 2) The basic assumption of these models is cooperation with developed countries, but the sanctions on dual-use products is the obstacle for this cooperation. In this paper, we studied steps in the formation and development of technological capabilities to be identified. Three steps were identified: "investment and the creation of basic infrastructure", "upgrade capability through reverse engineering with limited cooperation" and "reverse engineering for complex products with developing of design and innovation". Finally phases identified in this area compared with conventional models and the differences between them were investigated.

Keywords: Technological Capabilities, Complex Product Systems, Industrial Organization, Marine Industries

* Corresponding author: Tahmasebysiamak@gmail.com

فصلنامه علمی-پژوهشی
سیاست علم و فناوری

سال هشتم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۵

مراحل شکل‌گیری و توسعه قابلیت‌های فناورانه؛ مطالعه یک سازمان صنعتی صنایع دریایی

سیامک طهماسبی[۱]*، حمیدرضا فرتوک‌زاده[۲]، علیرضا بوشهری[۳]، سید کمال طبائیان[۳]، جعفر قیدر خلجانی[۳]

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی دانشگاه مالک‌اشتر
۲- دانشیار دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر
۳- استادیار دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر

چکیده

این مقاله به بررسی نحوه شکل‌گیری قابلیت‌های فناورانه در یکی از سازمان‌های صنعتی حوزه صنایع دریایی ایران می‌پردازد. استراتژی پژوهش، مطالعه موردی یک سازمان بوده که به عنوان مورد مطالعه، انتخاب و در کنار مطالعه منابع علمی، اقدام به انجام مصاحبه عمیق با مسئولین، مدیران، مشاوران و کارشناسان ارشد مرتبط با آن سازمان گردید. نقطه شروع مطالعه استفاده از یافته‌های علمی پژوهش‌های قبلی بوده است ولی پیشینه موجود دارای دو خلاء مهم در این زمینه می‌باشد: اول اینکه الگوهای ارائه‌شده برای توسعه قابلیت‌های فناورانه بیشتر متمرکز بر تولید انبوه است (در صورتی که ماهیت اغلب محصولات سازمان مورد مطالعه از جنس محصولات پیچیده است) و پیش‌فرض اساسی دیگر برای الگوهای یادشده هم همکاری با کشورهای توسعه‌یافته می‌باشد که به دلیل وجود تحریم‌های مستمر علیه صنایع دارای کاربرد دوگانه، این همکاری میسر نمی‌باشد. در این مقاله سعی شده مراحل طی‌شده در سازمان مورد مطالعه جهت شکل‌گیری و توسعه قابلیت‌های فناورانه شناسایی و معرفی گردد. این مراحل در قالب سه گام شناسایی شد که عبارتند از: سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت‌های پایه، ارتقاء قابلیت‌ها به واسطه مهندسی معکوس با همکاری محدود و همچنین مهندسی معکوس محصولات پیچیده‌تر و گسترش طراحی و نوآوری. در نهایت مراحل شناسایی‌شده با مدل‌های متداول در این حوزه مقایسه شده است.

کلیدواژه‌ها: قابلیت‌های فناورانه، محصولات و سامانه‌های پیچیده، سازمان‌های صنعتی، صنایع دریایی

۱- مقدمه

امروزه توسعه کشورها در گرو توسعه صنعتی بوده و توسعه صنعت نیز وابسته به فناوری است. توسعه فناوری نیازمند یک سری تمهیدات و قابلیت‌هایی است که از آن به عنوان "قابلیت‌های فناورانه"[۱] یاد می‌شود. مهم و پایه‌ای بودن قابلیت‌های فناورانه برای هر نوع فعالیت نوآورانه - به ویژه در صنایع فناوری‌محور - مورد تأکید بوده و به همین دلیل در کانون توجه دولت‌ها قرار گرفته است [۱]. بل و پاویت[۲] بیان می‌کنند که عامل موفقیت بنگاه‌ها در کشورهای پیشرفته ناشی از انباشت تدریجی قابلیت‌های فناورانه است [۲]. بنابراین موفقیت یا عدم موفقیت بنگاه‌ها و صنایع به قابلیت‌های فناورانه آنها مربوط می‌شود [۱]. قابلیت‌های فناورانه عبارت است از دانش و مهارت مورد نیاز برای شناسایی، ارزیابی، بکارگیری و توسعه فناوری‌های مرتبط با صنعت [۳]. از طرف دیگر مفهوم محصولات پیچیده[۳] به عنوان یک مقوله کلیدی

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Tahmasebysiamak@gmail.com

1- Technological Capabilities
2- Bell and Pavitt
3- Complex Product Systems (CoPS)

توسط هابدی[1] در اواخر دهه ۱۹۸۰ معرفی شد [٤و٥]. این محصولات را می‌توان به عنوان سیستم‌ها، شبکه‌ها، زیر ساخت‌ها، کالاها و خدمات با ارزش و سرمایه‌ای که برای مشتریان خاص و در تعداد بسیار محدود طراحی و تولید می‌شوند تعریف کرد [٦]. طی یکی دو دهه اخیر اهمیت محصولات پیچیده به خوبی مشخص شده و این مقوله در مراکز تحقیقات دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است [٧]. این محصولات زیرساخت‌های اقتصادی جوامع امروزی را تشکیل می‌دهند؛ سیستم‌ها، تجهیزات و خدمات مورد نیاز برای تولید کالاهای صنعتی را پدید می‌آورند و نقش چشمگیری در انتشار فناوری‌های نوین در جوامع دارند. دستیابی به تولید و عرضه این نوع محصولات، نیازمند سطح بالایی از قابلیت‌ها و توانمندی‌های مختلف است. یکی از مهم‌ترین و شاید اصلی‌ترین قابلیت‌های ضروری برای این امر، قابلیت‌های فناورانه است.

۱-۱ بیان مسئله

سازمان مورد مطالعه، فعالیت‌های خود را در قالب مجموعه‌ای وابسته به یک سازمان دیگر از اوایل پیروزی انقلاب اسلامی شروع کرد که به واسطه توسعه روزافزون آن، در سال ۱۳۸۷ به سازمانی مستقل تبدیل شد. این سازمان در حوزه شناورهای تندرو فعالیت داشته و بخشی از محصولات تولیدی آن در بخش دفاع استفاده می‌شود (به خاطر این موضوع از ذکر عنوان سازمان مورد مطالعه معذوریم).

با توجه به سواحل گسترده ایران و نوع تهدیدات دریایی دشمن و همچنین نوع دکترین دفاعی ایران مبنی بر لزوم کسب آمادگی برای نبردهای نامتقارن، شناورهای تندرو برای نیروهای دفاعی ایران اهمیتی راهبردی دارد. یکی از اهداف اصلی در دکترین دفاعی ایران، حمله سریع به کشتی‌های دشمن و منهدم کردن آن می‌باشد. سال ۲۰۰۲ و در بحبوحه تهدیدهای آمریکا علیه ایران، ارتش آن کشور پرهزینه‌ترین رزمایش شبیه‌سازی شده تاریخ خود را اجرا کرد. در این رزمایش یک تیم آبی به عنوان ارتش آمریکا و یک تیم قرمز به عنوان نیروی دریایی ایران به نبرد با یکدیگر پرداختند. نتیجه رزمایش نشان داد تنها در سه روز اول، تیم آبی ١٦ فروند از شناورهای اصلی خود را از دست خواهد داد و ۲۲ هزار نفر نیز کشته خواهند شد. چند سال بعد، ژنرال پائول ون ریپر در یک مصاحبه تلویزیونی این موضوع را اعلام کرد. چنین موفقیت‌هایی مرهون عوامل مختلفی شامل وجود شناورهای تندرو به عنوان یکی از مهم‌ترین این عوامل و البته نیروهای کارآزموده، و مؤمن نیروی دریایی سپاه و ارتش می‌باشد. در حال حاضر یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های نیروهای دفاعی ایران مبنی بر صیانت از خلیج فارس بر پایه قایق‌های تندرو شکل گرفته یعنی شناورهایی که توسط متخصصین داخلی طراحی و تولید شده است.

دغدغه اصلی این پژوهش، ترسیم فرآیند و مکانیسم دستیابی به این قابلیت‌ها در ابعاد فناورانه است. اینکه با چه منطق و سیری این قابلیت‌های فناورانه به دست آمد و سازمان مورد بررسی به چه شکلی این قابلیت‌ها را توسعه داد؟

مسئله اصلی پژوهش حاضر این است که مدل‌های مختلف ارائه‌شده برای توسعه یا انباشت قابلیت‌های فناورانه در حوزه صنعت مورد مطالعه قابل پیاده‌سازی نیست که این امر ناشی از دو موضوع ذیل می‌باشد:

الف) تحریم: جمهوری اسلامی ایران پس از پیروزی انقلاب اسلامی همواره با تحریم‌های ظالمانه مواجه بوده است. یکی از تحریم‌های مهمی که از همان ابتدا به کشور تحمیل شد تحریم در صنایع، محصولات، تجهیزات و فناوری‌های دفاعی-نظامی بوده است. این نوع تحریم‌ها فارغ از گرایش دولت‌ها و مناسبات بین‌المللی، به احتمال قریب به یقین همچنان ادامه خواهد داشت. بنابراین صنایع و سازمان‌های مختلف دفاعی همواره با یک سری موانع جدی در خصوص کسب دانش و فناوری از بیرون کشور مواجه خواهند بود. باید توجه داشت که در آثار پژوهشگران مختلف، ارتباط گسترده و عمیق با کشورهای توسعه‌یافته، جزء پیش‌فرض‌های اساسی ایجاد و گسترش قابلیت‌های فناورانه در کشورهای درحال‌توسعه تلقی می‌شود [۲و۸و۹و۱۰].

ب) تفاوت محصولات سازمان مورد مطالعه با محصولات تولید انبوه: مدل‌ها و الگوهای موجود ارائه‌شده برای توسعه و انباشت قابلیت‌های فناورانه اغلب مربوط به محصولات تولید انبوه است. در حالی که محصولات مدنظر این مقاله محصولاتی پیچیده است که یکی از ویژگی‌های مهم آن تولید در حجم محدود یا بسیار محدود است [۱۱]. این تفاوت،

1- Hobday

مورد تأکید مجیدپور [۱۲] نیز بوده که در مقاله‌ای ضمن بررسی محصولات تولیدی شرکت مپنا به تفصیل این تفاوت را تبیین کرده است. در این خصوص لینسو کیم[1] چنین ذکر می‌کند: صنعت کشتی‌سازی یک صنعت بسیار پیچیده است که پیچیدگی آن از دو حیث تشدید می‌شود: اول اینکه، تنوع محصولات در صنعت کشتی‌سازی بسیار بالا بوده و دوم، به دلیل تولید محدود از هر محصول، امکان استفاده از منحنی تجربه وجود ندارد [۱۳].

۱-۲ سؤال و هدف پژوهش

با توجه به مسئله فوق‌الذکر، هدف اصلی این مقاله عبارت است از تبیین الگوی شکل‌گیری و توسعه قابلیت‌های فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده در سازمان مورد بررسی. با توجه به این امر سؤال اصلی تحقیق را این‌گونه مطرح می‌کنیم: الگوی شکل‌گیری و توسعه قابلیت‌های فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده در سازمان مورد بررسی چگونه بوده است؟ جهت پاسخ به این سؤال اصلی، سؤالات فرعی ذیل را نیز باید در نظر داشت: نقاط عطف اصلی برای توسعه قابلیت‌های فناورانه چه مواردی بوده است؟ در هر نقطه عطف، چه اقدامات و برنامه‌هایی انجام گرفته است؟ در یک نگاه کلان، با چه شکلی می‌توان مجموعه نقاط عطف را به الگو تبدیل نمود؟

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱ قابلیت‌های فناورانه

در پژوهش‌های متقدم در زمینه مدیریت فناوری در کشورهای درحال‌توسعه، تأکید اصلی روی اکتساب و انتقال فناوری بوده است. ولی در ادامه و به موازات آنکه پژوهش‌های جدید، ویژگی‌های "دانش فناورانه"[2] مانند ضمنی و انباشتی بودن را تبیین کردند این باور پدید آمد که حتی بهره‌برداری از فناوری‌های وارداتی هم نیاز به نوعی فعالیت‌های فناورانه بومی دارد. این نگرش جدید سبب توجه بیشتر به موضوع قابلیت‌های فناورانه در کشورهای درحال‌توسعه شد [۱٤].

قابلیت فناورانه برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۸۰ این‌گونه تعریف شد: توانایی استفاده اثربخش از دانش فناورانه. البته لازم به ذکر است که ماهیت آن با دانش موجود یکسان نبوده و به استفاده از دانش و خبرگی و همچنین مهارت استفاده از دانش در تولید و عملیات، سرمایه‌گذاری و نوآوری می‌باشد [۱۵]. قابلیت‌های فناورانه عبارت است از دانش و مهارت مورد نیاز برای شناسایی، ارزیابی، بکارگیری و توسعه فناوری‌های مرتبط با صنعت [۳]. هرچند این مفهوم توسط نویسندگان متعددی مطرح شده ولی می‌توان گفت که یکی از مهم‌ترین و پیشگام‌ترین افراد در این حوزه لینسو کیم است. وی قابلیت‌های فناورانه را توانمندی استفاده کارآمد از دانش فناورانه در اقدامات مختلف برای مشابه‌سازی، استفاده، وفق دادن و تغییر فناوری موجود تعریف می‌کند [١٦]. این قابلیت باعث توانمند شدن شرکت برای ایجاد فناوری‌ها و توسعه محصولات جدید و همچنین طراحی فرآیندهای جدید در راستای پاسخگویی به تغییرات محیط می‌شود [١٦]. طبق نظر وانگ و همکارانش[3] قابلیت‌های فناورانه عبارت است از مجموعه‌ای از دانش‌ها، روش‌ها، رویه‌ها، تجارب، ابزارها و تجهیزات فیزیکی [۱۷]. مارسل[4] معتقد است قابلیت فناورانه مجموعه‌ای از تجهیزات، مهارت‌ها، دانش و استعدادهای ویژه بنگاه‌هاست که به آنها در جهت دایر کردن، تغییر و ساختن فرآیندهای تولید و محصولات کمک می‌کند [۱۸]. به عبارت دیگر قابلیت‌های فناورانه بیانگر ظرفیت سازمانی برای استفاده از فناوری است [۱۹] و لذا به عنوان پیشران اصلی ارتقاء عملکرد شرکت‌ها در کانون توجه مدیران قرار می‌گیرد [۱۹]. سانگ[5] تأکید می‌کند که در عرصه‌هایی که تغییرات بالایی از فناوری را دارند قابلیت‌های فناورانه به شرکت کمک می‌کنند تا پاسخگویی بالا رفته و سود خوبی کسب نمایند [۲۰]. تعاریف مهم ارائه‌شده برای قابلیت‌های فناورانه در قالب جدول ۱ ارائه شده‌اند.

لل[6] (۱۹۹۲) با استفاده از یک ماتریس مربع سه بُعدی، تبیین بهتری از مفهوم قابلیت‌های فناورانه ارائه می‌کند. در بُعد عمودی آن اجزاء کارکردی (شامل سرمایه‌گذاری، تولید و ارتباطات) بیان شده و در بُعد افقی به تعریف سطوح پیچیدگی (شامل سه سطح مقدماتی، میانی و پیشرفته)

1- Linsu Kim
2- Technological knowledge
3- Wang, Zhang and Xue
4- Marcelle
5- Song
6- Sanjaya Lall

جدول ۱) تعاریف مهم ارائه‌شده برای قابلیت‌های فناورانه

ردیف	تعریف قابلیت‌های فناورانه	منبع
۱	قابلیت‌های فناورانه عبارت است از توانمندی استفاده کارآمد از دانش فناورانه در اقدامات مختلف برای مشابه‌سازی، استفاده، وفق دادن و تغییر فناوری موجود که باعث توانمند شدن شرکت برای ایجاد فناوری‌ها و توسعه محصولات جدید و همچنین طراحی فرآیندهای جدید در راستای پاسخگویی به تغییرات محیط می‌گردد	[۱۶]
۲	قابلیت‌های فناورانه به توانایی شرکت‌ها در استفاده کارآمد از دانش فناوری برمی‌گردد که منجر به رقابتی شدن صنعت می‌گردد	[۹]
۳	قابلیت‌های فناورانه عبارت است از دانش و مهارت مورد نیاز برای شناسایی، ارزیابی، بکارگیری و توسعه فناوری‌های مرتبط با صنعت	[۲۱]
٤	هر شرکتی منابع فناورانه خاصی مانند حق اختراع، مهندسان ماهر، دانش، طراحی محصول و ... دارد. قابلیت‌های فناورانه به توانایی شرکت در راستای استفاده از این منابع برای ترکیب اجزاء، روش‌ها، فرآیندها و فناوری‌ها و فهم مفاهیم اصلی محصولات برمی‌گردد	[۲۲]
۵	قابلیت‌های فناورانه عبارت است از قابلیت نوآوری و همچنین شناسایی ملزومات فناورانه آینده	[۲۳]
٦	قابلیت‌های فناورانه عبارت است از کلیه توانایی‌هایی که برای انجام فعالیت‌های مرتبط با تولید لازم است: گستره برنامه‌ریزی، خرید تجهیزات، راه‌اندازی کارخانه و بهره‌برداری، تطبیق ورودی‌ها، بهبود فرآیندهای تولید، تغییر مشخصه‌های تولید، مهندسی ارتباط محصول فرآیند (مثل طراحی برای تولید)، اصلاح تدریجی فرآیندها و محصولات، طراحی محصول جدید، تحقیق و توسعه کاربردی و تحقیقات پایه	[۲٤]
۷	قابلیت‌های فناورانه مشتمل است بر مجموعه‌ای از دانش (شامل دانش چگونگی اعم از تجربی و نظری)، روش‌ها، رویه‌ها، تجارب، ابزار و تجهیزات فیزیکی	[۱۷]
۸	قابلیت‌های فناورانه عبارت است از توانمندی توسعه قابلیت‌های مختلف به کمک استفاده از دانش آکادمیک در تولید به‌گونه‌ای که منجر به ایجاد ارزش افزوده در محصولات شده تا بتوانند در مواجهه با تغییرات بازار و نیاز مشتریان پاسخگو باشند	[۲۵]
۹	قابلیت‌های فناورانه شامل دو بُعد است که عبارتند از اول، توانمندی جستجو و انتخاب مناسب‌ترین فناوری برای جذب و درونی‌سازی آن و دوم، شامل ایجاد دانش جدید از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	[۲٦]
۱۰	قابلیت‌های فناورانه توانمندی‌ای است که امکان جذب فناوری‌های جدید از کشورهای پیشرفته را برای کشورهای درحال‌توسعه فراهم می‌کند	[۲۷]
۱۱	قابلیت‌های فناورانه مشتمل بر سه بُعد است: توانایی انجام وظایف فنی مرتبط، توانایی طراحی و تولید محصول جدید و نهایتاً توانایی توسعه فرآیندها	[۲۸]
۱۲	قابلیت‌های فناورانه یک توانمندی دانشی سطح بالا است که منابع مختلف علمی و فنی را بسیج کرده تا ضمن بهره‌ور شدن فرآیندها، بنگاه را برای توسعه و طراحی محصولات جدید مهیا می‌نماید که این توانمندی به واسطه استقرار راهبرد رقابتی، منجر به تحقق نتایج مطلوب می‌شود	[۳]

می‌پردازد [۸]. بل و پاویت (۱۹۹۵) با الهام از کارهای لل، اقدام به غنابخشی مدل ماتریسی لل نموده و ستونی را اضافه می‌کنند که به نوعی نقش قابلیت‌های آستانه را ایفاء می‌کند. این قابلیت‌ها را قابلیت‌های تولیدی پایه نام‌گذاری کرده و نشانگر آن دسته از قابلیت‌هایی است که برای استفاده از فناوری‌های تولیدی موجود استفاده می‌شود [۲].

عمده نویسندگان و محققان این حوزه، مبنا را آثار لل، بل و پاویت قرار داده و تحلیل‌های خود را بر اساس آن انجام می‌دهند. حتی نشریه Industrial Corporate Change یک شماره خود (آوریل ۲۰۱۰) را بـه طور کامل به بررسی نظرات لل و سایر نویسندگان این حوزه اختصاص داد [۲۹].

دغدغه اصلی بل و پاویت و همفکران آنها در خصوص ارتقاء "حداقل‌های مربوط به دانش پایه‌ای"[1] جهت ادامه حیات در بازار می‌باشد. این حداقل‌ها لازمه ایجاد "نوآوری پایه‌ای و متوسط در قابلیت‌های فناورانه"[2] است. فیگرادو[3] (۲۰۰۳) برای تشریح قابلیت‌های فناورانه ماتریسی دو بُعدی ارائه کرده که در یک بُعد به کارکردها و فعالیت‌های فناورانه چهارگانه و در بُعد دیگر به سطوح هفت‌گانه قابلیت‌های فناورانه پرداخته است. وی کارکردهای فناورانه و فعالیت‌های مرتبط با آن را شامل چهار مورد ذیل می‌داند: سرمایه‌گذاری، سازماندهی

1- Minimum essential knowledge
2- Basic and intermediate innovative TC
3- Figueiredo

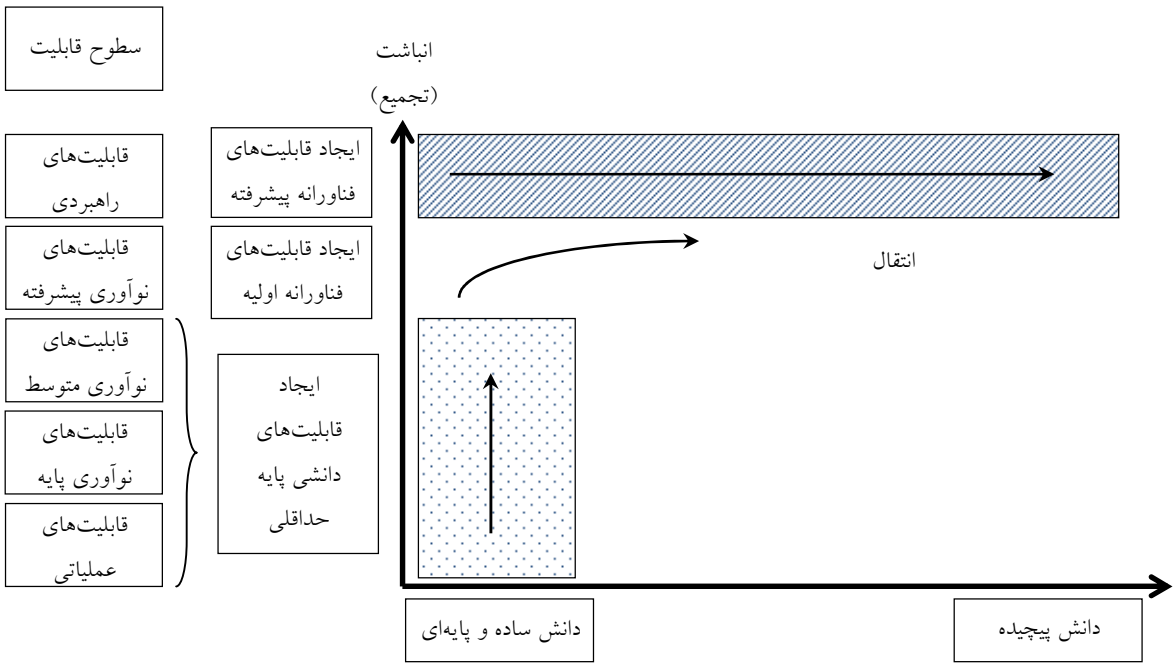
محصول و فرآیند، مراکز تولید و تجهیزات. همچنین سطوح آن را در دو طبقه اصلی و هفت سطح تفصیلی به شرح ذیل دسته‌بندی کرده است: پایه، تجدیدشده، پایه‌ای سطح بالا، پائین‌تر از متوسط، متوسط، بالاتر از متوسط و پیشرفته. دو مورد اول به عنوان قابلیت‌های روتین و پنج سطح بالایی به عنوان قابلیت‌های نوآوری است که در کنار هم قابلیت‌های فناورانه را تشکیل می‌دهند [۳۰].

دیترنیت[1] تلاش کرده با تأکید بر ادبیات قابلیت‌های پویا که توسط تیس، پیسانو و شون[2] [۳۱] مطرح شده نحوه شکل‌گیری و ارتقاء قابلیت‌های فناورانه را تشریح کند. وی قابلیت‌ها را در پنج سطح طبقه‌بندی می‌کند که عبارتند از: قابلیت‌های عملیاتی، قابلیت‌های نوآوری اولیه، قابلیت‌های نوآوری متوسط، قابلیت‌های نوآوری پیشرفته و قابلیت‌های راهبردی [۱۵]. سه سطح ابتدایی مربوط به "حداقل‌های دانش محوری پایه‌ای"[3] است. در این سطوح، بنگاه بر اساس قابلیت‌های عملیاتی و همچنین نوآوری پایه‌ای و متوسط در قابلیت‌های فناورانه فعالیت می‌کند. حرکت بنگاه بر اساس مدل به صورت عمودی و در جهت انباشت قابلیت‌ها است البته قابلیت‌هایی که در این سطوح، محدود به دانش پایه‌ای و ساده می‌باشد (شکل ۱).

۲-۲ الگوهای مهم ایجاد و رشد قابلیت‌های فناورانه

طبق پیشینه موجود در این عرصه، فرآیند کلی اکتساب و رشد قابلیت‌های فناورانه شامل یک مسیر عمومی است که از تقلید شروع و به نوآوری ختم می‌شود [۳۲]: تقلید عبارت است از یادگیری چگونگی استفاده از دانش موجود، شرکت‌های مربوط به کشورهای درحال‌توسعه در اغلب موارد یادگیری خود را از طریق همکاری با صنایع پیشرو موجود در کشورهای توسعه‌یافته انجام می‌دهند. مرحله نهایی که نوآوری است بیانگر یادگیری چگونگی تغییر در دانش موجود است. کتاب مشهور "از تقلید تا نوآوری" تبیین‌گر این موضوع است [۱۶]. البته موضوع به این سادگی نبوده و دارای پیچیدگی‌های مختلفی است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

لینسو کیم که بیشتر برروی بررسی تجارب صنایع مختلف کره جنوبی متمرکز شده سه مرحله کلی را برای ایجاد و توسعه قابلیت‌های فناورانه بیان می‌کند که عبارتند از: اکتساب، درونی‌سازی و همچنین بهبود و ارتقاء [۳۳]. در مرحله اول، کشورهای درحال‌توسعه اقدام به اکتساب و واردات فناوری از کشورهای صاحب فناوری می‌کنند. معمولاً در این مرحله صنایع کشورهای درحال‌توسعه فاقد قابلیت لازم برای



شکل ۱) فرآیند انتقال و تحول در قابلیت‌های فناورانه تا رسیدن به کشورهای پیشرو [۱۵]

1- Dutrénit
2- Teece, Pisano and Shuen
3- Minimum essential knowledge base

کارآفرینی، تولید و عملیات است ولی به واسطه وارد کردن فناوری خارجی به صورت یک بسته کامل، کم‌کم مونتاژ، تولید، یادگیری دانش فنی و همچنین تربیت کارکنان فنی شروع می‌شود. تولید در این مرحله معمولاً بر اساس استانداردهایی از قبل مشخص‌شده و فاقد تنوع و نوآوری است. در محله دوم اقدام به درونی‌سازی فناوری می‌کنند یعنی کسب تجربه اتفاق می‌افتد و صنایع کشورهای درحال‌توسعه اقدامات مرتبط با طراحی و تولید محصولات مشابه را از شرکت‌های پیشرو یاد می‌گیرند. در مرحله سوم به واسطه تقلید خلاقانه، قابلیت‌ها ارتقاء یافته و رقابت داخلی و بین‌المللی بیشتر می‌شود که نهایتاً تولید محصولات مشابه با عملکرد جدید و بالاتر رواج می‌یابد. سرمایه‌گذاری قابل توجه در تحقیق و توسعه از ضروریات این مرحله است [۹].

از نگاه سیمولی و پورسیل[1]، فرآیند کلی ایجاد و رشد قابلیت‌های فناورانه در کشورهای درحال‌توسعه از آموختن چگونگی انجام کار تا آموختن چگونگی بهبود آن ادامه دارد. آنها چهار مرحله ذیل را برای این امر بیان می‌کنند [۳٤]: عاریه گرفتن فناوری از کشورهای پیشرو، تقلید فناوری‌های پیشرفته، کسب مهارت در فناوری‌های پیشرفته و ایجاد انطباق با فناوری‌های کشورهای پیشرو.

تامپسون و همکاران[2] (۲۰۰۵) یک فرآیند سه مرحله‌ای را برای توسعه قابلیت‌ها معرفی می‌کنند. ابتدا سازمان باید توانایی انجام کار را (ولو به صورت ناقص و غیراثربخش) ایجاد نماید. این مرحله معمولاً شامل بکارگیری نیروهای ماهر و متخصص بوده که با توانمندسازی و رشد آنها ادامه پیدا می‌کند. سپس به واسطه ایجاد نظام همکاری و همیاری بین کارکنان یک توانایی سازمانی ایجاد می‌شود. در گام بعدی، شکوفایی و تکمیل توانایی سازمان در دستورکار قرار می‌گیرد. به موازات رشد تجربیات و یادگیری کارکنان در انجام امور، توانایی‌های سازمانی شکوفاتر شده و توانایی‌هایی که قبلاً ضعیف بودند تقویت و تکمیل می‌شوند. در نهایت هم قابلیت ایجادشده به قابلیتی متمایز بدل و مبنای کسب مزیت رقابتی می‌گردد. در این مرحله سازمان دانش چگونگی را به حد کمال رسانیده و در عرصه عملکردی قدرتمند می‌شود [۳۵].

۲-۳ محصولات با سیستم‌های پیچیده

پیدایش مفهوم محصولات با سیستم‌های پیچیده ابتدا از مقوله سیستم‌های نظامی، پیچیدگی‌های سیستم، مکتب سیستم‌های فنی بزرگ، مدیریت پروژه و مطالعات سازمان صنعتی آغاز شد. لیکن این مفهوم در هیچ‌یک از این روندهای مطالعاتی مذکور هسته مرکزی نبود و عمدتاً به عنوان مطالعه موردی، موضوع پژوهش، مدل‌سازی و غیره مورد توجه قرار می‌گرفت. نخستین تعریف این مفهوم را هابدی در سال ۱۹۹٦ به این شرح ارائه کرده است: محصولات با سیستم‌های پیچیده شامل محصولات، سیستم‌ها، شبکه‌ها و زیرساخت‌های با هزینه بالا، نیاز به مهندسی سطح بالا، فناوری سطح بالا و سفارشی‌شده هستند. به عنوان مثال این محصولات و سیستم‌ها، هابدی [۵] به هواپیماها، سیستم‌های ارتباطی پیشرفته، قطارهای سریع‌السیر، فناوری هسته‌ای، تأسیسات حفاری در اقیانوس‌ها، توربین‌ها و کشتی‌ها (انواع شناورهای دریایی) اشاره می‌کند. این محصولات دارای ارزش‌های سیاسی و اقتصادی مهمی برای تولیدکنندگان و استفاده‌کنندگان هستند.

بر خلاف اغلب محصولات متعارف و مصرفی که سیستم تولیدی آنها از الگوی تولید انبوه تبعیت می‌کند در حوزه محصولات پیچیده ساختار صنعت عمدتاً متشکل از تعداد بسیار کمی از بنگاه‌های بسیار بزرگ تأمین‌کننده، سازنده و مشتری است. این تعداد کم بنگاه‌ها همگی در فرآیندهای طراحی، تحقیق و توسعه، یکپارچه‌سازی سیستم‌ها، بهبودهای آتی محصول و نگهداری محصول مشارکت دارند. این محصولات عموماً در پیچیدگی و طی زمانی که فناوری به تدریج پیشرفت می‌کند و تأمین‌کنندگان به محیط اقتصادی و تقاضاهای نوآوری خریداران متعدد پاسخ می‌دهند رشد و توسعه پیدا می‌کنند. به همین دلیل این محصولات به شدت نیازمند توانمندی‌های مهندسی سطح بالا هستند تا بتوانند به نیازهای خاص هر مشتری جواب دهند. یکی از وجوه تمایز محصولات پیچیده این است که سازوکار و مدیریت نوآوری در این‌گونه محصولات با محصولات ساده تولید انبوه متفاوت است [۳٦] و مطالعات نوآوری هم میان کالاهای تولید انبوه با کالاهای دارای فناوری پیچیده و سطح بالا، کالاهای سرمایه‌ای که در حجم کم تولید می‌شوند و محصولاتی که ارزش بالایی

1- Cimoli and Porcile
2- Thompson, Strickland and Gambel

دارند تمایز قائل شده‌اند [۱۱]. یکی از مهم‌ترین دلایل تفاوت محصولات پیچیده با کالاهای تولید انبوه در پیچیدگی فناوری محصول و فرآیند، ماهیت و اندازه تقاضا (در مقیاس کم و بر اساس سفارش مشتری) و تمرکز بالاتر در بازار عرضه می‌باشد که این امر منجر به هزینه‌بر بودن فرآیند طراحی و تولید محصولات پیچیده می‌شود. به طور خلاصه ویژگی‌های زیر را می‌توان برای محصولات پیچیده در نظر گرفت [٤]: سرمایه‌ای بودن، ارزش زیاد اقتصادی و سیاسی، دارا بودن ساختارهای پیچیده، چندبُعدی بودن عملکرد، فناوری سطح بالا، داشتن یک یا چند مشتری خاص، تولید در یک شبکه همکاری، نیازمندی به دانش و مهارت زیاد، نیاز شدید به نرم‌افزار و نهایتاً چرخه عمر طولانی.

نقطه ابتدایی پیدایش و استفاده از این محصولات در یک نگاه تاریخی به کشورهای صنعتی برمی‌گردد. کشورهای درحال‌توسعه در گذر زمان و به دنبال پُرکردن شکاف صنعتی خود با کشورهای پیشرفته، تبدیل به مقصد صادرات این محصولات شدند.

پارک[1] (۲۰۱۲) با مطالعه سه مورد در زمینه سیستم‌های ارتباطاتی[2] در کره جنوبی به این موضوع پرداخت که چگونه کشورهای متأخر[3] (درحال‌توسعه) می‌توانند در صنایع محصولات و سیستم‌های پیچیده به موفقیت دست پیدا کنند. او معتقد است که همپایی (جهش فناوری)[4] با کشورهای پیشرو (توسعه‌یافته) در محصولات و سیستم‌های پیچیده کار ساده‌ای نیست زیرا تفاوت‌های بنیادی میان این دسته از محصولات و کالاهای تولید انبوه که کشورهای متأخر در آنها متخصص هستند وجود دارد. به طور کلی او چهار پیشنهاد کلیدی برای زمینه‌سازی موفقیت کشورهای متأخر در زمینه محصولات و سیستم‌های پیچیده ارائه می‌کند [۷]:

♦ توجه ویژه به مقوله‌های نهادی و سیاسی که نقشی کلیدی را در زمینه توسعه محصولات و سیستم‌های پیچیده بازی می‌کنند.

♦ اکتساب و بکارگیری قابلیت‌های اساسی به منظور گذار به مشارکت و همکاری خودجوش و فراگیر، شبکه‌سازی جهانی، استانداردسازی فعالیت‌ها و سیاست‌ها و تمرکز بر تحقیق و توسعه درون‌زا

♦ همکاری با شرکت‌ها و گروه‌های کاری جهانی

♦ توجه به نقش کلیدی بنگاه‌های بزرگ داخلی در راستای تبدیل شدن به شرکت پیشرو در سطح جهانی در زمینه محصولات و سیستم‌های پیچیده

هابدی هم مسیرهای مشابهی در رشد صنعت الکترونیک چهار کشور آسیای جنوب شرقی می‌یابد. یافته‌های او نشان می‌دهد که بنگاه‌های متأخر از کارهای ساده‌ای مانند مونتاژ (توانمندی تولید) آغاز کرده‌اند سپس به بهبود فرآیند و بعدتر یادگیری فناوری محصول از طریق مهندسی معکوس پرداخته و در نهایت توانسته‌اند اقدام به تحقیق و توسعه در محصول و فرآیند (توانمندی نوآوری در محصول و فرآیند) نمایند [۵].

۳- روش‌شناسی پژوهش

۳-۱ رویکرد و استراتژی پژوهش: کیفی/ مطالعه موردی

پژوهش حاضر یک پژوهش کیفی است و بنابراین موقعیت پژوهشگر در آن موقعیتی درونی است. طرح پژوهش یک طرح ساختارنیافته، خودجوش و خاص این پژوهش و انتخاب آزمودنی‌ها به صورت هدفمند است. داده‌های این پژوهش عمدتاً کیفی و برای تحلیل داده‌ها و اعتبارسنجی نتایج هم از روش‌های کیفی استفاده می‌شود و به جای تبیین رابطه بین متغیرها در اینجا عموماً با توصیف روابط سروکار داریم. روش‌شناسی کیفی می‌تواند از طریق کاوش عمیق‌تر و بررسی جنبه‌های ملموس، موضوعات بحث‌برانگیز پیچیده را به بینش‌های معناداری تجهیز کند. استراتژی مورد نظر برای انجام این پژوهش، استراتژی "مطالعه موردی"[5] است. در پژوهش حاضر پرسش‌هایی با کلمات استفهام "چگونه" مطرح می‌باشند و پدیده مورد توجه آن متعلق به زمان معاصر و در بستر زندگی واقعی قرار دارد. هدف کلی در مطالعه موردی، مشاهده تفصیلی ابعاد مورد مطالعه و تفسیر مشاهده‌ها و تأکید بر درک و تفسیر پدیده‌ها است [۳۷].

در این پژوهش تلاش بر آن است که با مطالعه چند محصول تولیدشده، الگوی شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در این محصولات و سامانه‌های پیچیده و پیشرفته شناسایی

1- Park
2- Telecommunication System
3- Latecomer
4- Catch-up
5- Case Study

گردد و این الگو به مبنایی برای کسب و ایجاد قابلیت‌های فناورانه در زمینه سایر محصولات و سامانه‌های پیچیده به کار گرفته شود.

۳-۲ روش گردآوری داده

برای اجرای استراتژی‌های پژوهش کیفی از شیوه‌های مختلفی استفاده می‌شود که این پژوهش از میان آن شیوه‌ها و ابزارها، دو روش مصاحبه عمیق و مطالعه اسناد و مدارک را به منظور گردآوری داده‌ها و اطلاعات بکار گرفته است.

در مصاحبه عمیق، پژوهشگر برای کشف مقصود مورد پژوهش در پی چند موضوع اصلی برمی‌آید ضمن آنکه به چارچوب و ساختار عقاید پاسخ‌دهنده احترام می‌گذارد. در این پژوهش در ابتدای کار به هفت نفر از خبرگان و مسئولان ارشد صنایع دریایی در حوزه شناورها مراجعه و به طور میانگین با هریک از این افراد در دو جلسه مفصل، مصاحبه گردید. به موازات مصاحبه‌های مذکور، از چهار نفر از اساتید دانشگاهی که نقش مشاور صنعتی سازمان مربوطه را داشتند نیز مصاحبه گرفته شد. با این مقدمه، یافته‌ها از یک سو در بردارنده تجارب مسئولین و خبرگان صنعت و از سوی دیگر شامل دانش و تخصص اساتید مشاور صنعتی می‌باشد. مشخصات کلی مصاحبه‌شوندگان به شرح جدول ۲ می‌باشد.

جدول ۲) مشخصات کلی مصاحبه‌شوندگان

شماره	تحصیلات	سابقه (سال)	تعداد مصاحبه	نقش و جایگاه مصاحبه‌شونده
۱	دکتری	۲۰	۱	مسئول و خبره صنعت
۲	دانشجوی دکتری	۳۱	۱	
۳	کارشناسی‌ارشد	۲۶	۲	
٤	دانشجوی دکتری	٦	۱	
٥	کارشناسی‌ارشد	٥	۳	
٦	کارشناسی	۲۸	۲	
۷	کارشناسی‌ارشد	۹	۳	
۸	دکتری	۳٥	۱	مشاور علمی صنایع دفاعی (هیأت‌علمی دانشگاه)
۹	دکتری	۲۰	۱	
۱۰	دکتری	۳۰	۱	
۱۱	دکتری	۱۰	۱	

یکی دیگر از ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها که در این تحقیق از آن استفاده شده مطالعه اسناد و مدارک موجود است. هرچند به واسطه محرمانگی بخش زیادی از اسناد و مدارک، امکان دسترسی به آنها وجود نداشت لکن منابع فاقد طبقه‌بندی اطلاعات که توسط مصاحبه‌شوندگان معرفی می‌شد منجر به شناخت عمیق‌تر سازمان گردید.

قابل ذکر است که روش انتخاب خبرگان صنعت و صاحب‌نظران دانشگاهی از طریق نمونه‌گیری غیرتصادفی و قضاوتی و شامل انتخاب افرادی بود که دانش، تجربه و خبرگی آنها در این حوزه محرز شده است.

۳-۳ روش تحلیل داده

تجزیه و تحلیل داده‌ها در یک پژوهش موردی شامل اقداماتی نظیر بررسی، طبقه‌بندی، تهیه جداول یا ترکیبات مختلفی از مدارک است که بر اساس آنها بتوان به موضوع و سؤال اصلی پژوهش پرداخت. در این تحقیق تجزیه و تحلیل دوره‌های زمانی بیشتر از سایر موارد مورد تأکید بوده است. در این تحقیق، یک بازه زمانی ۳۰ ساله مورد مطالعه قرار گرفت.

٤- تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

از آنجا که فعالیت‌ها و محصولات تولیدشده سازمان مورد مطالعه متعدد بود بر اساس مصاحبه‌های انجام‌شده سه نمونه محصول که گویای رشد فناورانه سازمان مذکور می‌باشد برای بررسی عمیق‌تر انتخاب شدند. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد زمان لازم برای ارائه یک محصول پیچیده بسیار طولانی است و بنابراین سه نمونه انتخاب‌شده که در گذر زمان طراحی و تولید شده‌اند می‌تواند سیر تحولات و نحوه ارتقاء قابلیت‌های فناورانه را ترسیم کند. در جدول ۳ مشخصات این محصولات ارائه شده است.

سه محصول مشخص‌شده که زمان دستیابی به آنها به ترتیب بوده است می‌توانند نشانگر رشد و توسعه فناوری و قابلیت‌های فناورانه باشند (شکل ۲) و بنابراین ادامه تحلیل‌ها را بر اساس سه محصول یادشده ارائه می‌کنیم. همان‌گونه که مشاهده می‌شود سطح فناوری و سطح پیچیدگی به انضمام توان سازمان در تولید این محصولات، رفته‌رفته ارتقاء می‌یابد که این امر ناشی از ارتقاء و انباشت قابلیت‌های فناورانه در سازمان مورد مطالعه است. به عبارت دیگر توانمندی استفاده کارآمد از دانش فناورانه در اقدامات مختلف برای مشابه‌سازی، استفاده و تغییر فناوری موجود بهبود و توسعه می‌یابد. موضوعی که مؤلفه‌های آن به عنوان شاخص‌های

جدول ۳) مشخصات سه محصول منتخب برای تشریح فرآیند توسعه قابلیت‌های فناورانه

محصول نماینده	سطح پیچیدگی و فناوری	توضیحات
محصول یک	۱ (ساده)	این شناورها که در اواسط جنگ تحمیلی به تولید رسیدند حامل مین‌های دریایی و مجهز به پرتابگرهای راکت ۱۲تایی ۱۰۷ میلیمتری با حداکثر بُرد ۵/۸ کیلومتر و تیربارهای ۷/۱۲ میلیمتری بودند و راکت‌انداز آرپی‌جی و موشک‌های دوش‌پرتاب سطح به هوا نیز در آنها مشاهده می‌شد
محصول دو	۲ (متوسط)	این شناورها متعلق به نسل جدیدتری بوده که بر اساس ایده حمله سریع به کشتی‌های دشمن طراحی و به موشک‌های ضدکشتی میان‌بُرد و سامانه راداری مربوطه مجهز شده‌اند. موشک ضدکشتی و کروز نصر ۱ با بُرد ۳۵ کیلومتر جزء تسلیحات این شناور است. بدنه این شناور بر اساس استانداردهای جهانی طراحی شده و از پیشرفته‌ترین تجهیزات بومی مخابراتی، ناوبری و الکترونیکی برخوردار است. این شناور تندرو به عنوان یکی از پرتعدادترین نمونه‌های بعد از سال‌های دفاع مقدس دارای طولی حداقل برابر ۳/۷۵ متر و بُردی معادل ۳۲۰ مایل دریایی بوده که توان حمل سه سرنشین را دارد
محصول سه	۳ (بالاتر از متوسط)	ایده اصلی طراحی این شناور از یک قایق تندروی مسابقه‌ای اخذ و به روش مهندسی معکوس ساخته شده است. شناور مذکور رکورددار سرعت در قایق‌های کلاس وزنی خود و در واقع سریع‌ترین آنها است. بدنه آن از نوع سه بدنه و از جنس فایبرگلاس است. پس از طراحی در سال ۲۰۱۰ این شناور در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ به تولید انبوه رسید. سرعت کنونی آن بین ۵۵ الی ۷۲ گره دریایی تخمین زده شده است (به نقل از سایت Naval Technology.html و مقاله‌ای با عنوان Iran's fast attack craft fleet: behind the hyperbole). این شناور در زمینه‌های مختلفی چون حفظ تعادل در سرعت بالا، رفتار مناسب عملیاتی در شرایط گوناگون و قدرت موتور بالا از ویژگی‌های قابل توجهی برخوردار بوده که توان دریایی ایران را افزایش می‌دهد

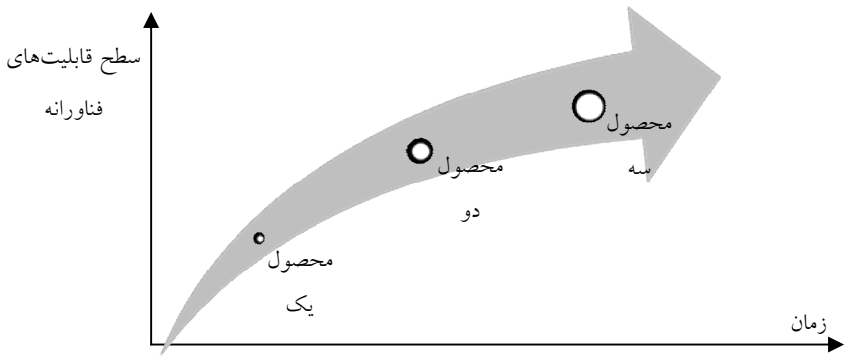
قابلیت فناورانه توسط کیم مطرح شده است. این قابلیت‌ها باعث توانمند شدن شرکت برای ایجاد فناوری‌ها و توسعه محصولات جدید و همچنین طراحی فرآیندهای جدید در راستای پاسخگویی به کار می‌آیند [۱۶].

٤-۱ قابلیت‌های به دست آمده در محصول اول

در پروژه ساخت و تولید محصول اول، نمونه‌ای از قبل آماده مبنای عمل قرار گرفت و با یک سری تغییرات جزئی وارد خط تولید شد و سپس محصولات به دست آمده در عملیات مورد استفاده قرار گرفت. رخدادهای مهم مرتبط با این پروژه که منجر به ارتقاء قابلیت‌های فناورانه شد را می‌توان به دو بخش ذیل تقسیم نمود:

– سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت‌های پایه برای تولید: در این مرحله، سرمایه‌گذاری اولیه و مورد نیاز در سطح پایه انجام و به عبارت دیگر زیرساخت‌های پایه‌ای برای تولید مانند احداث کارخانه و تأمین نیروی انسانی (ماهر، نیمه‌ماهر و توانمند) ایجاد شد. بر اساس نظریه کیم در این مرحله قابلیت‌های فناورانه اولیه شامل سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت به دست آمد [۹و۱۶]. اهداف این مرحله هم عبارت بود از تولید محصولات و ایجاد ظرفیت جذب پایه‌ای.

– تولید محصولات با فناوری متوسط: شناور تولیدی در این مرحله محصولی با فناوری متوسط محسوب می‌شود. البته شاید نتوان آن را به عنوان یک محصول پیچیده لحاظ نمود اما



شکل ۲) نقش محصولات مهم در توسعه قابلیت‌های فناورانه در صنایع دریایی

تجارب کسب‌شده از آن مقدمه‌ای برای ورود به عرصه محصولات پیچیده گردید. مطابق با نظریه فیگاردو در این مرحله قابلیت‌های پایه آموخته و در سازمان نهادینه شد [۳۰]. همچنین به واسطه استفاده از منحنی تجربه و افزایش مهارت‌های کارکنان، نوآوری‌های جزئی هم در محصول اِعمال شد که فیگاردو در طبقه‌بندی سطوح قابلیت‌های فناورانه آنها را قابلیت‌های تجدیدشده نامیده است. مجموع این قابلیت‌ها را می‌توان قابلیت‌های سطح اولیه (روتین‌های ساده) نامید. این قابلیت‌ها از نگاه وینتر[1] قابلیت‌های عملیاتی سطح اول نامیده می‌شود [۳۸]. اگر از زاویه دیگری نگاه کنیم می‌توان گفت در این مرحله "دانش چگونگی"[2] برای محصولاتی با فناوری متوسط به دست آمد.

٤-۲ قابلیت‌های به دست آمده در محصول دوم

– ارتقاء قابلیت‌ها به واسطه مهندسی معکوس: در این مرحله متناسب با نیاز کشور، شناوری با فناوری بالا (با داشتن ویژگی‌های مربوط به محصولات پیچیده) شناسایی و اقدام به تأمین آن گردید. سپس از طریق مهندسی معکوس، دانش چگونگی آن آموخته شد. البته به این مرحله اکتفا نشد و در خصوص کسب "دانش چرایی"[3] نیز گام‌های اولیه برداشته شد.

– کسب قابلیت طراحی محصولات مشابه: به واسطه یادگیری فناورانه از طریق مهندسی معکوس، امکان طراحی و ساخت مدل بومی نمونه‌های خارجی فراهم گردید. حال سازمان مورد مطالعه می‌توانست بدون نیاز به مشاور خارجی اقدام به طراحی و ساخت نمونه‌های داخلی نماید. لازم به ذکر است که قابلیت طراحی و تولید محصولات مشابه در محصولات پیچیده، قابلیت مهمی محسوب می‌شود.

– نوآوری جزئی و ارتقاء داخلی: در این مرحله در عین حفظ مشخصات و فاکتورهای کلیدی محصول، اقدام به نوآوری جزئی در محصول گردید. پیش‌نیاز این قابلیت، برخورداری از دانش فنی و به عبارت دیگر دانش چرایی است.

٤-۳ قابلیت‌های به دست آمده در محصول سوم

– ارتقاء قابلیت‌ها به واسطه مهندسی معکوس: در این مرحله متناسب با نیاز کشور، شناور پیچیده‌ای با فناوری بالاتر از محصولات قبلی شناسایی و اقدام به تأمین آن گردید. ویژگی بارز آن هم سرعت بالای آن است که باعث کسب مقام نخست در مسابقات سرعت شده بود. این شناور اساساً غیرنظامی و برای مسابقه سرعت طراحی شده بود. ولی ویژگی سرعت قابل توجه آن، منجر به تلاش برای مهندسی معکوس و کسب دانش فنی آن گردید. در این مرحله دانش فنی بالاتری در طراحی بدنه به دست آمد که مبنای طراحی و ساخت مدل‌های پیشرفته قرار گرفت.

– قابلیت مهندسی سیستم و طراحی بر پایه پلت‌فرم موجود: هرچند پلت‌فرم محصول نهایی تولیدشده از مختصات فنی شناور موجود تبعیت می‌کرد ولی طراحی و مهندسی سیستم‌های مختلف آن به صورت کامل توسط نیروهای متخصص داخلی انجام گرفت. برخلاف شناورهای قبلی که پایه اصلی طراحی آن تقلید به انضمام بهبود نسبی بوده ولی در شناور جدید (به غیر از پلت‌فرم بدنه) ماژول‌های مختلف آن توسط متخصصان داخلی انجام شد.

مسیرهای طی‌شده را می‌توان در قالب شکل ۳ نشان داد که شواهد مرتبط با این شکل در جدول ٤ آورده شده است.

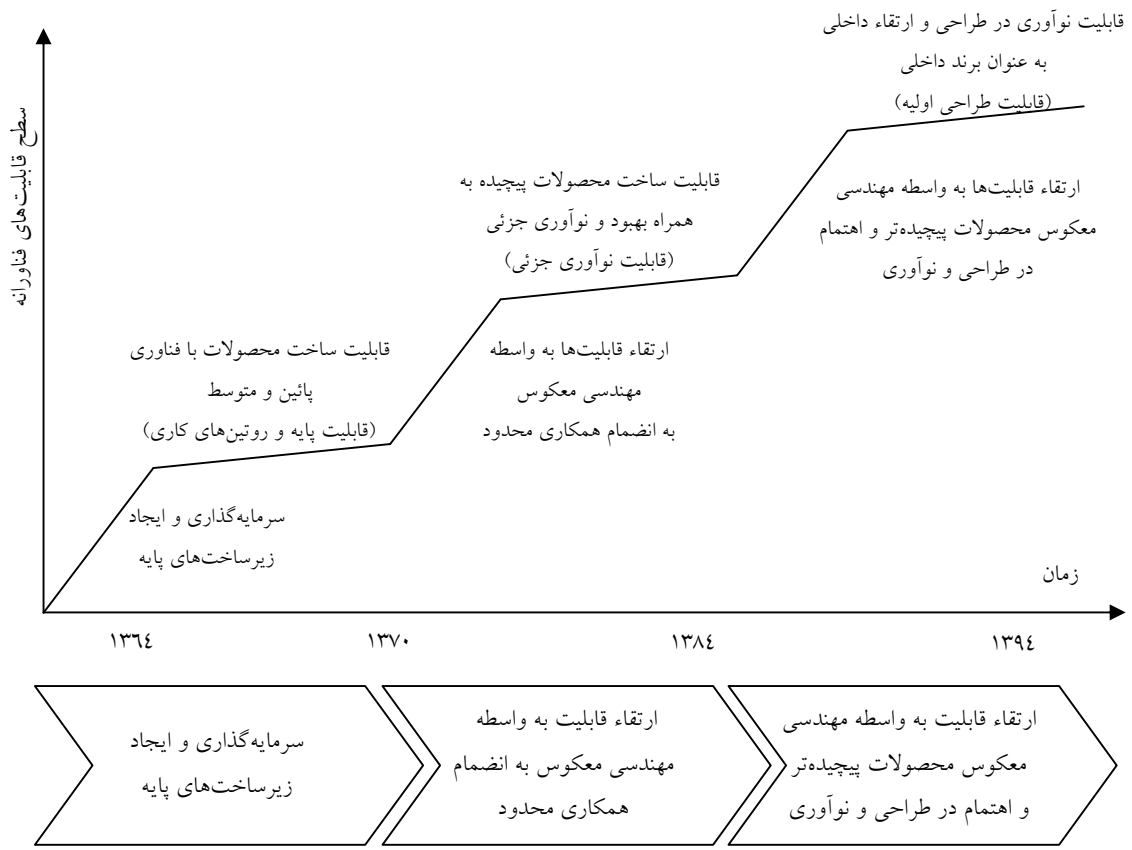
۵- بحث و بررسی

۵-۱ طبقه‌بندی قابلیت‌های فناورانه از نگاه فیگرادو

یکی از طبقه‌بندی‌های معروف برای قابلیت‌های فناورانه توسط فیگرادو ارائه شده است. وی سطوح قابلیت‌های فناورانه را در دو طبقه اصلی و هفت سطح تفصیلی ارائه کرده است [۳۰]. چنانچه بخواهیم مراحل کسب قابلیت‌های فناورانه در صنعت مورد مطالعه را بر اساس آن توضیح دهیم می‌توان شکل ٤ را ارائه نمود.

همان‌گونه که از شکل فوق معلوم است در تولید محصول اول، قابلیت‌های روتین (شامل سطح یک و دو) کسب شد. در پروژه دوم ضمن تثبیت قابلیت سطح دو با توجه به کسب دانش چگونگی و قابلیت طراحی و تولید محصولات پیچیده مشابه، سطوح سه و چهار از سلسله‌مراتب قابلیت‌ها نیز به دست آمد. در پروژه سوم، علاوه بر تثبیت سطوح قبلی، به واسطه نوآوری ماژولار قابلیت طراحی و مهندسی سیستم به شکل جدی‌تری تقویت شد. لذا می‌توان گفت از سلسله‌مراتب قابلیت‌ها، تا سطح ششم (پیشرفته) کسب گردید.

1- Winter
2- Know how
3- Know why



شکل ۳) مراحل توسعه قابلیت‌های فناورانه در صنایع دریایی

۵-۲ فرآیند کسب قابلیت‌های فناورانه از نگاه کیم

کیم با رویکرد قابلیت‌های فناورانه در صدد تبیین فرآیند توسعه فناوری در کشورهای درحال‌توسعه است. از نگاه وی توسعه صنعتی در واقع فرآیند اکتساب قابلیت‌های فناورنه و ترجمه آنها به نوآوری در محصول و فرآیند می‌باشد. این عمل در یک فرآیند مستمر و به واسطه تغییر در فناوری رخ می‌دهد. کیم قابلیت‌های فناورانه را توانایی شرکت‌ها در استفاده کارآمد از دانش فناوری می‌داند که منجر به رقابتی شدن صنعت می‌شود. پیش‌فرض اصلی کیم (مشابه مدل‌های متداول دیگر) برای توسعه قابلیت‌های فناورانه همکاری شرکت‌ها و سازمان‌های کشورهای درحال‌توسعه با کشورها و شرکت‌های پیشرو می‌باشد [۹]. پیش‌فرض‌های این مدل البته با ایران و به خصوص سازمان‌های تولیدکننده محصولات پیچیده دارای کاربردهای دوگانه (تجاری و دفاعی) سازگار نیست. به دلیل وجود تحریم‌های مستمری که از ابتدای پیروزی انقلاب اسلامی اِعمال شده‌اند عملاً امکان همکاری گسترده در عرصه صنایع دفاعی مقدور نمی‌باشد. ولی مدل ارائه‌شده در این مقاله برای سازمان مورد مطالعه، نشان می‌دهد که برای برون‌رفت از چنین چالشی می‌توان از قابلیت‌های مهندسی معکوس و یادگیری فناورانه بهره جست. قابلیت مهندسی معکوس نیازمند توانمندی در مونتاژ و مونتاژ مجدد محصول است که به واسطه وجود ظرفیت جذب مناسب و همچنین بهره‌مندی از نیروهای دانشی ماهر، می‌توان قابلیت‌های فناورانه را توسعه داد.

۵-۳ فرآیند ارتقاء قابلیت‌های فناورانه تا رسیدن به کشورهای پیشرو

دیترنیت [۱۵] قابلیت‌ها را در پنج سطح طبقه‌بندی می‌کند: قابلیت‌های عملیاتی، قابلیت‌های نوآوری اولیه، قابلیت‌های نوآوری متوسط، قابلیت‌های نوآوری پیشرفته (قابلیت‌های راهبردی اولیه) و قابلیت‌های راهبردی. وی کسب سه سطح اولیه قابلیت‌های فناورانه را به واسطه همکاری و مشارکت با کشورهای توسعه‌یافته و تقلید از آنها دانسته و برای برای رسیدن به دو سطح بالایی، تمرکز بر تحقیق و توسعه درونی را ملاک می‌داند. البته وی تأکید دارد که برای رسیدن به سطوح بالاتر باید سطوح اولیه به صورت کامل طی شوند.

جدول ٤) شواهد مرتبط با ارتقاء قابلیت‌های فناورانه در سه محصول منتخب

محصول نمونه	شواهد عینی از قابلیت عملیاتی (متأثر از رشد فناوری)	شواهد عینی از رشد قابلیت‌های فناورانه
محصول یک	– سرعت ۳۰ گره دریایی – ایجاد امکان ساخت و تولید – امکان استفاده در فورس عملیاتی یک	– تقلید و یادگیری ساخت و تولید محصولاتی با فناوری پائین (یادگیری فناورانه) – غلبه روش دستی بر اساس نظام استادکاری (نقش محوری مهارت‌های انسانی)
محصول دو	– سرعت بیش از ٤٠ گره دریایی – ایجاد راحتی نسبی برای سرنشین – امکان حمل سلاح نیمه‌سنگین (توپ ۲۳ و راکت ۱۰۷) – امکان استفاده در فورس عملیاتی دو	– مهندسی معکوس و یادگیری ساخت و تولید محصولاتی با فناوری متوسط به بالا (یادگیری فناورانه) – ایجاد نوآوری جزئی در طراحی – ارتقاء عملکرد و سرعت – طراحی با سیستم‌های رایانه‌ای (با تأکید بر CAD) – ایجاد امکان نسبی تست – طراحی حدود نیمی از قسمت‌های سیستم رانش و ناوبری
محصول سه	– سرعت بیش از ٦٠ گره دریایی – امکان حمل سلاح نیمه‌سنگین پیشرفته‌تر (اژدر) – امکان استفاده در فورس عملیاتی سه – امکان ساخت شناور چندبدنه – امکان اختفاء بیشتر	– طراحی داخلی بخشی از بدنه – استفاده از فناوری مواد اولیه پیشرفته‌تر – افزایش استانداردسازی در مراحل مختلف ساخت (فاصله گرفتن از آزمون و خطا) – طراحی با سیستم‌های رایانه‌ای (با تأکید بر CAD/CAM) – استفاده از شبیه‌سازی فناوری و افزایش زیرساخت‌ها و امکانات تست – طراحی مبتکرانه اغلب قسمت‌های سیستم رانش و ناوبری

آنچه در سازمان مورد مطالعه نیز رخ داده از جهات زیادی مشابه مدل مذکور است. به واسطه پروژه اول و سایر محصولات مشابه، قابلیت‌های عملیاتی کسب، و با شروع پروژه شناور دوم، قابلیت‌های نوآوری پایه و قابلیت‌های نوآوری متوسط به دست آمد و در همین پروژه، قابلیت‌های اولیه مورد نیاز برای نوآوری پیشرفته هم ایجاد شد.

برای سطح عالی قابلیت‌های فناورانه یعنی قابلیت‌های راهبردی نیازمند تلاش بیشتر می‌باشیم. جایگاهی که بتوان در آن اقدام به نوآوری بنیادی و طراحی محصولی بدیع و کاملاً جدید نمود مربوط به مراحل بالاتر است که سازمان به آن سو خیز برداشته و هنوز در ابتدای راه می‌باشد.

جایگاهی که در آن به واسطه کسب قابلیت‌های راهبردی، شرکت اقدام به پایدارسازی جایگاه رهبری فناورانه می‌نماید. در این مرحله که دارای پیچیدگی‌های خاص خود می‌باشد نیاز به یادگیری بیشتری بوده و باید یادگیری از منابع برون‌سازمانی توسعه یابد؛ ذخیره دانشی شرکت عمق و گستره بیشتری پیدا نموده و حوزه‌های جدیدی از دانش توسعه پیدا کند. همچنین سازمان باید سطح یادگیری شخصی را به یادگیری سازمانی ارتقاء دهد [۱۵].

تفاوت اصلی میان مدل دیترنیت و مدل مربوط به سازمان مورد مطالعه، همان ارتباط با کشورهای پیشرو است که خلاء مربوط به آن با تقویت توان و دانش مهندسی معکوس پُر شده است.

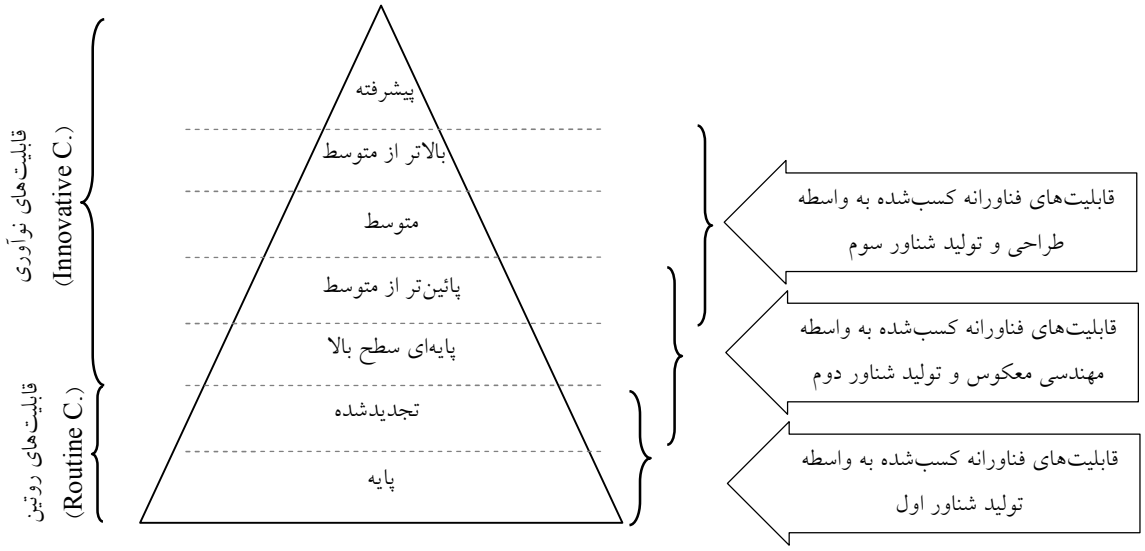
٥-٤ انباشت قابلیت‌های فناورانه

تحقیق دیگری در خصوص نحوه ارتقاء قابلیت‌های فناورانه توسط فوجیتا[1] در صنایع خودروسازی ویتنام انجام شده است [۳۲]. هرچند ماهیت محصولات آن تحقیق از نوع تولید انبوه می‌باشد ولی دسته‌بندی جالبی ارائه شده که در صنایع دریایی ایران نیز قابل تطبیق است (جدول ٥).

٥-٥ مراحل کسب قابلیت‌های فناورانه در محصولات پیچیده

کیامهر در مطالعه‌ای به بررسی الگوی انباشت قابلیت‌های فناورانه در بنگاه‌های عرضه‌کننده کالاهای سرمایه‌ای پیچیده در کشورهای درحال‌توسعه پرداخته است. او از طریق مطالعه موردی اکتشافی در یک بنگاه ایرانی عرضه‌کننده نیروگاه‌های برقابی به نام فراب، چارچوبی برای قابلیت‌های فناورانه در کالاهای سرمایه‌ای پیچیده ارائه کرده است. وی با الهام از

1- Fujita



شکل ٤) سطوح قابلیت‌های فناورانه بر اساس نظریه فیگرادو [۳۰]

مدل ماتریسی ارائه‌شده توسط بل و پاویت، چارچوبی را برای تبیین نحوه انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات پیچیده ارائه نموده است. این چارچوب شامل قابلیت‌های فناورانه در زمینه تعاملات و شبکه، قابلیت‌های مبتنی بر تجهیزات و نهایتاً قابلیت‌های مهندسی و اجرای پروژه و پیش‌پروژه می‌شود. همه این قابلیت‌ها در سه سطح با پیچیدگی‌های مختلف قابل بررسی هستند (جدول ٦): سطح ساده و روتین (مبتنی بر تجربه صرف)، سطح کپی‌برداری و اکتساب (مبتنی بر جستجو) و سطح نوآورانه و مخاطره‌ای (مبتنی بر پژوهش) [١٤].

وی بیان می‌کند که در شرکت مورد مطالعه (شرکت فراب) دو سطح ابتدایی پیچیدگی طی شده و سطح سوم هم به عنوان مسیر آتی به آن شرکت توصیه شده است. این پژوهش بیشترین قرابت را با مورد مطالعه این تحقیق دارد. از آنجایی که هر دو تحقیق در خصوص محصولات پیچیده در ایران می‌باشد لذا تشابه زیادی با هم دارند. ولی با توجه به شرایط تحریم که در صنایع دارای کاربرد دوگانه وجود دارد از بین اجزاء ذکرشده ذیل کارکردهای قابلیت‌های فناورانه، از مورد تعاملات و شبکه در سطح بین‌المللی نمی‌توان استفاده نمود. البته استفاده از شبکه و تعاملات در سطح ملی نیز دارای مشکلات و موانعی است ولی به هرحال برای توسعه فناوری در صنایع دفاعی و کسب قابلیت‌های فناورانه، باید به سمت آن حرکت کرد. در این رابطه، سازمان‌های صنایع دفاعی با مشخص کردن سه سطح از محرمانگی و حساسیت که در

جدول ۵) نحوه تجمیع قابلیت‌های فناورانه در سازمان مورد مطالعه [۳۲]

سطوح قابلیت‌های فناورانه			بررسی سازمان مورد مطالعه
قابلیت استفاده از دانش (قابلیت‌های تولید)	عملیات	تولید محصولات موجود بر اساس توان داخلی برای بازار داخلی	اکتساب به واسطه اجرای پروژه اول
	رعایت استانداردها	تولید محصولات موجود در سطح استانداردهای بین‌المللی به واسطه طراحی خط تولید	به واسطه اجرای پروژه شناور دوم، این سطح از قابلیت‌ها به صورت کامل کسب شد. البته در این پروژه بخش‌هایی از سطح انطباقی نیز کسب گردید
قابلیت تغییر در دانش (قابلیت‌های نوآوری)	انطباقی	ایجاد بهبود در محصولات موجود	درجات اولیه این سطح از قابلیت‌ها به واسطه اجرای پروژه شناور دوم محقق شد. در پروژه شناور سوم این سطح به صورت کامل کسب گردید
	نوآورانه	برنامه‌ریزی و طراحی محصولات جدید با ویژگی‌های بدیع (بدون وجود مشابه بیرونی)	به واسطه اجرای پروژه شناور سوم توفیقاتی در این سطح از قابلیت‌ها به دست آمده است ولی هنوز تا رسیدن به بلوغ کامل فاصله داریم

قالب سه رنگ قرمز، زرد و سبز نشان داده می‌شود گام‌های اولیه برای حرکت را برداشته ولی طی این مسیر نیازمند اهتمام بیشتر مسئولین و مدیران ارشد می‌باشد.

جدول ٦) انواع قابلیت‌های فناورانه در محصولات پیچیده [١٤]

	سطح پیچیدگی		
کارکرد یا اجزاء قابلیت‌های فناورانه	ساده و روتین (مبتنی بر تجربه صرف)	کپی‌برداری و اکتساب (مبتنی بر جستجو)	نوآورانه و مخاطره‌ای (مبتنی بر پژوهش)
تعاملات و شبکه			
مبتنی بر تجهیزات			
مهندسی پروژه			
اجرای پروژه			
پیش‌پروژه‌ای			

٦- نتیجه‌گیری

علی‌رغم اینکه اغلب مدل‌های ارائه‌شده در عرصه توسعه قابلیت‌های فناورانه برای شرکت‌های موجود در کشورهای درحال‌توسعه و همچنین شرکت‌های تازه‌وارد بر همکاری بین‌المللی با کشورهای پیشرو تأکید می‌کنند ولی با توجه به تحریم‌های ظالمانه علیه کشورمان به خصوص در حوزه صنایع پیچیده دارای کاربرد دوگانه، امکان همکاری گسترده بین‌المللی در این عرصه مقدور نبوده یا به شدت محدود است. با توجه به این شرایط، همان‌گونه که در مباحث قبلی نیز تشریح شد برای کسب سطوح مختلف قابلیت‌های فناورانه لاجرم بایستی از مهندسی معکوس استفاده نمود. تجربه طی‌شده توسط سازمان مورد مطالعه نشانگر آنست که علی‌رغم وجود دشواری‌های متعدد در تأمین کالاهای پیچیده و مهندسی معکوس آنها، ولی تلاش و مجاهدت در این مسیر، موفقیت‌های قابل توجهی را ایجاد کرده است.

البته این به آن معنی نیست که مهندسی معکوس تنها فن کسب قابلیت‌ها است بلکه همان‌گونه که تحلیل‌های فوق هم نشان می‌دهد ابتدا باید زیرساخت‌های پایه‌ای ایجاد و سرمایه‌گذاری لازم انجام گیرد تا ظرفیت لازم برای اقدامات تکمیلی فراهم گردد. در مرحله بعد، مهندسی معکوس محصولاتی با سطح فناوری متوسط به انضمام استفاده از مشاوران متخصص جهش ثانویه را ایجاد می‌کند. در نهایت گسترش واحدهای تحقیق و توسعه و اهتمام برای طراحی و نوآوری توأم با مهندسی معکوس محصولات پیچیده‌تر، مسیر ارتقاء را هموارتر می‌نماید. دقت در مراحل ذکرشده نشانگر این است که مسیر رشد یک مسیر تدریجی و منطقی بوده و قابلیت‌ها به صورتی تدریجی انباشت و توسعه می‌یابند.

ناگفته نماند که طبق مشاهدات صورت‌گرفته در سازمان مورد مطالعه، برخورداری از نیت راهبردی انگیزه‌بخش و فرهنگ مشارکتی همراه با توجه به آموزه‌های دینی به عنوان تسهیل‌کننده‌های مسیر فوق عمل کرده و زمینه اثربخشی بیشتر اقدامات صورت‌گرفته را فراهم نموده است.

منابع References

[1] Rush, H., Bessant, J., Hobday, M., Hanrahan, E., & Medeiros, M. Z. (2014). The evolution and use of a policy and research tool: assessing the technological capabilities of firms. Technology Analysis & Strategic Management, 26(3), 353-365.

[2] Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. Trade, technology and international competitiveness, 22, 69-101.

[3] Latip, N. A. M. (2012). The impact of technological capability on power, trust and inter-firm relationship performance (Doctoral dissertation, University of Southern Queensland).

[4] Miller, R., Hobday, M., Leroux-Demers, T., & Olleros, X. (1995). Innovation in complex systems industries: the case of flight simulation. Industrial and corporate change, 4(2), 363-400.

[5] Hobday, M. (1996). Complex Systems vs Mass Production Industries: a new research agenda. Working Paper prepared for CENTRIM/SPRU/OU Project on Complex Product Systems, EPSRC, Technology Management Initiative GR/K/31756.

[6] Hobday, M. (1998). Product complexity, innovation and industrial organisation. Research policy, 26(6), 689-710.

[7] Park, T. Y. (2013). How a latecomer succeeded in a complex product system industry: three case studies in the Korean telecommunication systems. Industrial and corporate change, 22(2), 363-396.

[8] Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. World development, 20(2), 165-186.

[9] Kim, L. (1999). Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience. Industrial and corporate change, 8(1), 111-136.

[10] Bell, M., & Figueiredo, P. N. (2012). Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement, 33(1), 14-40.

[11] Kiamehr, M., Hobday, M., & Hamedi, M. (2015). Latecomer firm strategies in complex product systems (CoPS): The case of Iran's thermal electricity generation systems. Research Policy, 44(6), 1240-1251.

[12] Majidpour, M. (2016). Technological catch-up in complex product systems. Journal of Engineering and Technology Management, 41, 92-105.

[13] Kim, L. (2004). The multifaceted evolution of Korean technological capabilities and its implications for contemporary policy. Oxford Development Studies, 32(3), 341-363.

[١٤] کیامهر، مهدی. (١٣٩٢). توانمندی‌های فناورانه عرضه کالاهای سرمایه‌ای پیچیده در کشورهای درحال‌توسعه: مطالعه موردی یک شرکت در صنعت برقابی ایران. فصلنامه علمی-پژوهشی سیاست علم و فناوری، سال ششم، شماره ١، ٦٧-٨٠.

[15] Dutrénit, G. (2007). The transition from building□up innovative technological capabilities to leadership by latecomer firms. Asian Journal of Technology Innovation, 15(2), 125-149.

[16] Kim, L. (1997). Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning. Harvard Business Press.

[17] Wang, Y., Lo, H. P., Zhang, Q., & Xue, Y. (2006). How technological capability influences business performance: an integrated framework based on the contingency approach. Journal of Technology Management in China, 1(1), 27-52.

[18] Marcelle, G. M. (2004). Technological learning: A strategic imperative for firms in the developing world. Edward Elgar Publishing.

[19] Wilden, R., & Gudergan, S. P. (2015). The impact of dynamic capabilities on operational marketing and technological capabilities: investigating the role of environmental turbulence. Journal of the Academy of Marketing Science, 43(2), 181-199.

[20] Song, M., Droge, C., Hanvanich, S., & Calantone, R. (2005). Marketing and technology resource complementarity: An analysis of their interaction effect in two environmental contexts. Strategic management journal, 26(3), 259-276.

[21] Acha, V. (2000, January). The role of technological capabilities in determining performance: the case of the upstream petroleum industry. In The DRUID Conference on Industrial Dynamics, Hillerφd.

[22] Afuah, A. (2002). Mapping technological capabilities into product markets and competitive advantage: the case of cholesterol drugs. Strategic Management Journal, 23(2), 171-179.

[23] Reed, F. M., & Walsh, K. (2002). Enhancing technological capability through supplier development: a study of the UK aerospace industry. IEEE Transactions on Engineering Management, 49(3), 231-242.

[24] Hobday, M. (2002). Technology needs assessment (TNA) for developing countries. UNIDO and the World Summit on Sustainable Development, United Nations Industrial Development Organization, Vienna.

[25] Wook Kim, S. (2006). The effect of supply chain integration on the alignment between corporate competitive capability and supply chain operational capability. International Journal of Operations & Production Management, 26(10), 1084-1107.

[26] Criscuolo, P., & Narula, R. (2008). A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity: aggregating Cohen and Levinthal. The European Journal of Development Research, 20(1), 56-73.

[27] Cantwell, J., & Zhang, Y. (2009). The co-evolution of international business connections and domestic technological capabilities: lessons from the Japanese catch-up experience. Transnational Corporations, 18(2), 37.

[28] Ortega, M. J. R. (2010). Competitive strategies and firm performance: Technological capabilities' moderating roles. Journal of Business Research, 63(12), 1273-1281.

[٢٩] سوزنچی، ابراهیم؛ طالبی، سروش و عسگری، وحیدعلی. (١٣٩٣). بررسی توانمندی‌های سازمانی چهار شرکت دانش‌بنیان در مرکز رشد دانشگاه شریف. فصلنامه علمی-پژوهشی سیاست علم و فناوری، سال ششم، شماره ٣، ٣٩-٥٤.

[30] Figueiredo, P. N. (2003). Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. Industrial and corporate change, 12(3), 607-643.

[31] Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic management journal, 509-533.

[32] Fujita, M. (2014). Exploiting Linkages for Building Technological Capabilities: Vietnam's Motorcycle Component Suppliers under Japanese and Chinese Influence. Springer Science & Business Media.

[33] Kim, L. (1980). Stages of development of industrial technology in a developing country: a model. Research policy, 9(3), 254-277.

[34] Cimoli, M., & Porcile, G. (2009). Sources of learning paths and technological capabilities: an introductory roadmap of development processes†. Economics of Innovation and New Technology, 18(7), 675-694.

[35] Thompson, A. A., Strickland, A. J., & Gomble, J. E. (2005). Crafting and executing strategy: The for competitive advantage.

[36] Davies, A., Brady, T., Prencipe, A., & Hobday, M. (2011). Innovation in complex products and systems: implications for project-based organizing. Advances in Strategic Management, 28, 3-26.

[٣٧] ین، ر. (١٣٩٣). تحقیق موردی. مترجم: پارسائیان، علی و اعرابی، سید محمد. تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.

[38] Winter, S. G. (2003). Understanding dynamic capabilities. Strategic management journal, 24(10), 991-995.