فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک
سال هجدهم، شماره ۸۲، زمستان ۱۳۹۹
مقاله یازدهم، از صفحه ۲٦٤ تا ۲۳۹

مقاله پژوهشی: شکل‌گیری و انباشت درونزای قابلیت‌های فناورانه در سامانه‌های پیچیده (مطالعه موردی صنایع هوافضای ایران)

حمیدرضا فرتوک‌زاده[۱]، سیامک طهماسبی [۲]، علی رحیمی[۳]

دریافت مقاله: ۹۹/۰۲/۰۱	پذیرش مقاله: ۹۹/۰۳/۰۸

چکیده

پیشرفت‌های چشمگیر در صنایع هوافضای ایران طی دهه‌های اخیر غیرقابل انکار است. پیشرفت‌هایی که علی‌رغم تحریم‌های گسترده بین‌المللی، از طریق تلاش‌های درونی حاصل شده است. بنابراین، مطالعه دستاوردهای این حوزه می‌تواند به عنوان الگویی برای سایر صنایع کشور بویژه صنایع دفاعی باشد. از این‌رو، این مقاله با بهره‌گیری از رویکرد پژوهش کیفی و استراتژی پژوهش مطالعه موردی به بررسی مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه طراحی و ساخت موشک‌های بالستیک به عنوان محصولات و سامانه‌های پیچیده در صنعت هوافضای کشور پرداخته است. یکی از گروه‌های صنعتی فعال در حوزه صنایع هوافضا به عنوان مورد مطالعه انتخاب شده و در کنار مطالعه منابع علمی و اسناد مرتبط و در دسترس، مصاحبه‌های عمیق با مسئولین، مدیران، مشاوران و کارشناسان مرتبط با آن سازمان انجام گرفته است. مسیر شناسایی شده برای شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در گروه صنعتی مورد مطالعه مشتمل بر هشت گام و چهار نقطه عطف است. یافته‌های پژوهش نشانگر آن است که علی‌رغم وجود برخی شباهت‌ها با الگوهای موجود در سایر صنایع و کشورها، تفاوت‌ها و ویژگی‌های متمایزکننده‌ای در الگوی شناسایی شده در این پژوهش وجود دارد.

واژگان کلیدی: محصولات و سامانه‌های پیچیده، قابلیت‌های فناورانه، صنعت هوافضا، فناوری

[۱] دانشیار مدیریت دانشگاه صنعتی مالک اشتر (نویسنده مسئول) hr.fartokzadeh@gmail.com
۲ دکتری، مدیریت صنعتی، دانشگاه مالک اشتر Tahmasebysiamak@gmail.com
۳ کارشناس ارشد هوافضا a48rahimi@gmail.com

مقدمه

مفهوم محصولات با سیستم پیچیده[1] به عنوان یک مقوله کلیدی توسط هابدی[2] و همکارانش در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ معرفی شد (Millller, et al. 1995) و (M. Hobday 1996). این محصولات را می‌توان به عنوان سیستم‌ها، شبکه‌ها، زیر ساخت‌ها، کالاها و خدمات با ارزش و سرمایه‌ای که برای مشتری (مشتریان) خاص در تعداد بسیار محدود طراحی و تولید می‌شوند، تعریف کرد (M. Hobday 1998). در یکی دو دهه اخیر اهمیت محصولات پیچیده به خوبی مشخص شده است و این مقوله در مراکز تحقیقات دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است، به نحوی که محصولات پیچیده هم اکنون به عنوان یکی از موضوعات تحقیقاتی مجزا مورد ملاحظه واقع می‌شوند. از سوی دیگر، در سال‌های اخیر برخی از کشورهای در حال توسعه همچون کره جنوبی، چین و برزیل اقدام به طراحی و تولید محصولات پیچیده با فناوری بالا همانند موتورهای هواپیما، قطعات هواپیماهای تجاری، تجهیزات تاسیسات هسته‌ای و سیستم‌های فناوری اطلاعات پیچیده کرده‌اند .از طرفی، محصولات پیچیده یکی از اجزاء اصلی توانمندی فناورانه بنگاهی و ملی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه محسوب می‌شوند (Magnaye, et al. 2014). این محصولات زیرساخت‌های اقتصادی جوامع امروزی را تشکیل می دهند؛ سیستم ها، تجهیزات و خدمات مورد نیاز برای تولید کالاهای صنعتی را پدید می‌آورند و نقش چشمگیری در انتشار فناوری‌های نوین در جوامع دارند (کیامهر ۱۳۹۲).

بعلاوه، دست‌یابی به توان تولید و عرضه این نوع محصولات و سامانه‌ها نیازمند سطح بالایی از قابلیت‌ها است. یکی از مهمترین و شاید اصلی‌ترین قابلیت‌هایی که برای این امر ضروری است، قابلیت‌های فناورانه می‌باشد. امروزه مهم و حیاتی بودن قابلیت‌های فناورانه برای هر نوع فعالیت نوآورانه – به ویژه در صنایع فناوری محور – کاملاً مورد پذیرش بوده و به همین دلیل در کانون توجه سازمان‌ها و دولت‌ها قرار گرفته است (Rush, et al. 2014). بل و پویت بیان می‌کنند که عامل موفقیت بنگاه‌ها در کشورهای پیشرفته ناشی از انباشت تدریجی قابلیت‌های فناورانه است (Bell and Pavitt 1995). بنابراین موفقیت یا عدم موفقیت بنگاه‌ها و صنایع به سطح قابلیت‌های فناورانه آنها مربوط می‌شود (Rush, et al. 2014). قابلیت‌های فناورانه عبارت است از دانش و

[1] Complex Product Systems (CoPS)
[2] Hobday

مهارت مورد نیاز برای شناسایی، ارزیابی، به کارگیری و توسعه فناوری در یک صنعت خاص (Latip 2012). اساساً مفهوم قابلیت‌های فناورانه برای تشریح فرآیند رشد صنایع و شرکت‌ها در کشورهای در حال توسعه مطرح شده است. به عنوان مثال می توان به ترسیم مسیر رشد صنایع کشور کره جنوبی (kim 1999) ، چگونگی رشد و توسعه شرکت خودروسازی هیوندای (Kim 1998) و مکانیسم یادگیری و توسعه قابلیت‌های نوآورانه در کشورهای متاخر (Bell and Figueiredo 2012) اشاره کرد.

اما دغدغه اصلی این پژوهش، ترسیم مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه طراحی و ساخت موشک‌های بالستیک به عنوان محصولات و سامانه‌های پیچیده در صنایع هوافضای کشور است. از طرفی، مساله اصلی پژوهش حاضر اینست که مدل های مختلف ارائه شده در صنایع یا کشورهای مختلف برای شکل‌گیری یا انباشت قابلیت‌های فناورانه در صنایع دفاعی کشور قابل تطبیق و بکارگیری نیست. زیرا از یک سو، کشور ایران پس از پیروزی انقلاب اسلامی همواره با تحریم‌های مختلف مواجه بوده است. یکی از تحریم‌های مهمی که از همان ابتدا به کشور تحمیل شد، تحریم در صنایع، محصولات، تجهیزات و فناوری‌های دفاعی بوده است. بنابراین صنایع و سازمان‌های مختلف دفاعی همواره با یک سری موانع جدی در خصوص کسب دانش و قابلیت‌های فناورانه از بیرون کشور مواجه بوده‌اند. درحالی‌که، باید توجه داشت در آثار پژوهشگران مختلف، جهت ایجاد و گسترش قابلیت‌های فناورانه در کشورهای در حال توسعه، ارتباط گسترده و عمیق با کشورهای توسعه یافته جزء پیش فرض های اساسی تلقی می‌شود. برای مثال، لال[1] در مدل معروف خود که قابلیت‌های فناورانه را به سه دسته قابلیت‌های سرمایه‌گذاری، تولید و ارتباط و تعامل (Lall 1992) تقسیم می‌کند، بر اهمیت دسته سوم یعنی ارتباط و تعامل با کشورهای توسعه یافته تاکید کرده و آن را از عوامل ضروری ایجاد و توسعه قابلیت‌های فناورانه بیان می‌کند. این امر در آثار دیگر صاحبنظران نیز به وضوح مشاهده می‌شود (Bell and Pavitt 1995) و (kim 1999).

از سوی دیگر، مقایسه میان محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی با محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه بیانگر آن است که، مدل ها و الگوهای موجود ارائه شده برای شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه اغلب با محصولاتی مرتبط است که شیوه تولید آنها از نوع تولید انبوه

[1] Lall

است. در حالی که محصولات مد نظر این مقاله محصولات و سامانه‌های پیچیده است که در حجم محدود و به صورت پروژه ای تولید می‌شود . در این خصوص کیم چنین ذکر می کند: "صنعت کشتی سازی یک صنعت بسیار پیچیده است که پیچیدگی آن از دو حیث تشدید می‌شود. اول اینکه تنوع محصولات در صنعت کشتی سازی بسیار بالا است. ثانیاً به دلیل تولید محدود از هر محصول، امکان استفاده از منحنی تجربه و یادگیری وجود ندارد.

همانطور که اشاره شد، هدف اصلی این مقاله عبارت است از: ترسیم مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه طراحی و ساخت موشک‌های بالستیک در صنایع هوافضای کشور به عنوان یک صنعت تولیدکننده محصولات و سامانه‌های پیچیده. جهت حصول به این هدف، این پژوهش باید به این پرسش ها پاسخ دهد: اول، گام های برداشته شده و نقاط عطف موجود در مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه طراحی و ساخت این محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی کدام است؟ دوم، ترتیب و توالی این گام ها و نقاط عطف به چه صورت است؟. ساختار این مقاله بدین شرح است: در بخش دوم به مبانی نظری پژوهش مشتمل بر محصولات و سامانه‌های پیچیده ،قابلیت‌های فناورانه و الگوهای شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات دارای سیستم تولید انبوه و محصولات و سامانه‌های پیچیده پرداخته می‌شود. بخش سوم در برگیرنده روش شناسی پژوهش مشتمل بر رویکرد و استراتژی پژوهش، روش گردآوری و تحلیل داده‌ها است. بخش چهارم به تحلیل داده‌ها و ارائه یافته‌ها اختصاص یافته است. بخش پنجم نیز به بحث و نتیجه‌گیری پیرامون یافته‌ها می‌پردازد.

مبانی نظری

پیشینه تحقیق

در خصوص الگوی شکل‌گیری قابلیت‌های فناورانه، تحقیقاتی مختلفی انجام شده البته هر چند فراوانی آن زیاد نیست ولی یافته‌های ارزشمندی را به دنبال داشته است. جهت پرهیز از اطاله مطالب لیست مهمترین پژوهش‌های انجام شده در این خصوص در جدول ذیل نشان داده می‌شود (صفدری‌رنجبر, رحمان‌سرشت, و غیره ۱۳۹٦):

جدول۱: نگاهی به پیشینه تحقیق

پژوهشگران و سال	صنعت و کشور مورد مطالعه	مسیر شکل گیری و تکامل قابلیت های فناورانه
تیوبال ۱۹۸٤	شرکت های برزیلی تولیدکننده کالاهای سرمایه ای پیشرفته	قابلیت های بهره‌برداری، ساخت و تولید ← قابلیت های طراحی و تحقیق و توسعه (Teubal 1984)
هوانگ ۲۰۰۰	صنعت هواپیما در کره جنوبی	مونتاژ هواپیما ← ساخت برخی قطعات ساده ← طراحی و ساخت برخی زیرسیستم ها و تجهیزات ← طراحی و تست هواپیما (تجربه ناموفق) (Hwang 2000)
لی و یون ۲۰۱۵	صنعت هواپیماهای نظامی در چین، کره جنوبی و برزیل	چین (خرید فناوری ← تولید مشترک ← مهندسی معکوس) برزیل (ساخت ← تولید مشترک ← توسعه مشترک) کره جنوبی (خرید فناوری ← تولید مشترک ← توسعه مشترک) (Lee and Yoon 2015)
کیامهر 2016	سیستم های تولید الکتریسیته برقابی در ایران	مهندسی و شناسایی محصولات پیچیده در قالب پروژه ها← عملیاتی سازی محصولات پیچیده← طراحی محصولات پیچیده (حرکت غیرخطی) (Kiamehr 2016)
صفدری رنجبر و همکاران ۱۳۹۵	توربین های گازی صنعتی در ایران	خرید، مونتاژ و بهره‌برداری از توربین‌های وارداتی ← ساخت مشترک توربین‌های گازی به صورت تحت لیسانس ← ساخت توربین‌های گازی به طور مستقل در شرایط تحریم و بروزرسانی و بهبود توربین‌ها (صفدری‌رنجبر, و غیره ۱۳۹۵)
طهماسبی و همکاران ۱۳۹۵	شناورهای تندرو در ایران	سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت‌های پایه ← ارتقای قابلیت‌ها به واسطه مهندسی معکوس به انضمام همکاری محدود ← ارتقای قابلیت‌ها به واسطه مهندسی معکوس محصولات پیچیده‌تر و اهتمام به طراحی و نوآوری (طهماسبی, و غیره ۱۳۹۵)
صفدری رنجبر و همکاران ۱۳۹٦	گروه مپنا و شرکت توگا	ایجاد قابلیت بهبه‌برداری از محصولات خریداری شده ← ایجاد زیرساخت و قابلیت مونتاژ تحت لیسانس ← قابلیت مهندسی و ساخت محصولات مشابه و بهبود جزئی ← قابلیت ساخت محصولات جدید برپایه مهندسی معکوس و تحقیق و توسعه داخلی (صفدری‌رنجبر, رحمان‌سرشت, و غیره ۱۳۹٦)
طهماسبی و همکاران ۱۳۹۵	مطالعه مقالات مهم مرتبط به روش فراترکیب	معرفی سه الگو و راهبرد مختلف برای توسعه قابلیت‌های فناورانه مبتنی بر امکانات و شرایط شرکتها (طهماسبی, فرتوک‌زاده و بوشهری ۱۳۹۵)

مفهوم شناسی

– محصولات و سامانه‌های پیچیده

محصولات و سامانه‌های پیچیده به عنوان کالاهای سرمایه‌ای پیچیده، گران قیمت و دارای فناوری پیشرفته هستند که در قالب پروژه ها و دسته های کوچک تولید می‌شوند، دارای مولفه های سفارشی شده زیاد و مرتبط می باشند و برای پاسخگویی به نیاز مشتریان خاص تولید می‌شوند (Miller, et al. 1995) برخی از ویژگی های محصولات و سامانه‌های پیچیده عبارت است از (Ren and Yeo 2006): این محصولات عمدتا به صورت بنگاه به بنگاه (B2B) هستند؛ دارای ارزش بالای اقتصادی برای تولیدکننده و مشتری هستند؛ دارای ساختار پیچیده‌ای هستند و از زیرسیستم‌ها و مولفه‌های متعدد و متنوع و مرتبط تشکیل شده اند؛ دارای کارکردهای مهم و حیاتی و چندگانه‌ای هستند؛ عمدتا در قالب پروژه و یا به صورت دسته‌های کوچک تولید می‌شوند؛ درجه بالایی از نوآوری و ابداعات فناورانه را شامل می‌شوند؛ معمولا برای مشتریان خاصی، ویژه‌سازی می‌شوند؛ نیازمند سطح بالایی از هماهنگی و همکاری در طول مراحل طراحی، تولید و بهره‌برداری هستند؛ به دانش و مهارت های وسیع و عمیقی نیاز دارند؛ معمولا دربرگیرنده نرم‌افزارهای پیچیده هستند؛ دارای دوره عمر طولانی می‌باشند و نیازمند سطح بالایی از یکپارچه سازی سیستم هستند. به عنوان مثال هایی از محصولات و سامانه‌های پیچیده می توان به شبیه‌ساز پرواز (Miller, et al. 1995)، سیستم ارتباطات از راه‌دور، نرم افزارهای پیچیده، سیستم کنترل موتور هواپیما، توربین‌های گازی (Majidpour 2016) (صفدری رنجبر, رحمان سرشت, و غیره ۱۳۹۵) سیستم های تولید انرژی حرارتی و برقابی و (Kiamehr 2016) و هواپیماهای جت منطقه ای (نقی زاده, منطقی و نقی زاده ۱۳۹٤) اشاره کرد.

– قابلیت‌های فناورانه

قابلیت فناورانه برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۸۰ بدین گونه تعریف شد: "توانایی استفاده اثربخش از دانش فناورانه". البته لازم به ذکر است که ماهیت آن با "دانش موجود" یکسان نیست، بلکه ماهیت آن مربوط به استفاده از دانش و نیز خبرگی و مهارت استفاده از دانش در تولید و عملیات، سرمایه‌گذاری و نوآوری می‌باشد (Dutrénit 2007). برخی صاحبنظران نیز واژه های مشابهی را در آثار خود استفاده کرده‌اند. برای مثال، دالمن و وستفال[1] (۱۹۸۲) و سانجیا لل

[1] Dahlman & Westfal

(۱۹۸۷) از واژه "تلاش فناورانه" استفاده کرده‌اند. اندیشمندانی مانند بل (۱۹۸٤)، کاتز (۱۹۸۷) و کمیس و بل[1] (۱۹۸۵) از واژه "ظرفیت فناورانه" استفاده کرده‌اند که منظورشان از این واژه عبارت است از: "توانایی بنگاه برای به حداکثر رساندن اطلاعات فناورانه در راستای محافظت از نوآوری شرکت و توان رقابتی شرکت در بازار". ولی در کل واژه "قابلیت‌های فناورانه" از تمامی موارد فوق جامع‌تر است (Samarnbutr 2012).

هرچند این مفهوم توسط پژوهشگران متعددی مطرح شده، ولی می‌توان گفت یکی از مهمترین و پیشگام‌ترین افراد در این حوزه کیم[2] است. وی قابلیت‌های فناورانه را "توانمندی استفاده‌ی کارآمد از دانش فناورانه در اقدامات مختلف برای مشابه سازی، استفاده، وفق دادن، تغییر فناوری های موجود" تعریف می‌کند. این قابلیت باعث توانمند شدن شرکت برای ایجاد فناوری‌ها و توسعه محصولات جدید و طراحی فرایندهای جدید در راستای پاسخگویی به تغییرات محیط می‌شود (Kim 1997). طبق نظر وانگ و همکارانش[3] قابلیت‌های فناورانه عبارت است از مجموعه‌ای از دانش (شامل دانش چگونگی اعم از تجربی و نظری)، روش‌ها، رویه‌ها، تجارب و ابزار و تجهیزات فیزیکی (Wang, Zhang and Xue 2006). قابلیت‌های فناورانه مجموعه متنوعی از توانایی‌هایی است که شرکت‌ها برای اکتساب، جذب، استفاده، تطبیق، تغییر و ایجاد فناوری لازم دارند (منطقی, و غیره ۱۳۹۲). به عبارت دیگر قابلیت‌های فناورانه بیانگر ظرفیت سازمانی برای استفاده از فناوری و تبدیل داده‌ها به ستاده‌ها می‌باشد. لذا به عنوان پیشران اصلی برای ارتقاء عملکرد شرکتها در کانون توجه مدیران قرار می‌گیرد. در عرصه‌هایی که تغییرات بالایی از فناوری را دارد، قابلیت‌های فناورانه به شرکت کمک می‌کنند تا پاسخگویی آن بالا رفته و سود خوبی به دست آید (Song, et al. 2005).

– مسیرهای شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات مصرفی دارای سیستم تولید انبوه

تاکنون برای شکل‌گیری و تکامل قابلیت‌های فناورانه بویژه در کشورهای در حال توسعه، الگوهای متعددی ارائه شده است. به عنوان مثال، کیم مطرح می‌کند که الگوی شکل‌گیری و تکامل قابلیت‌های فناورانه در شرکت‌های کره ای فعال در صنعت الکترونیک شامل دو مرحله است (Kim 1980)؛ اول، واردات فناوری‌های بالغ و تمرکز بر ایجاد یک فرآیند تولیدی برای محصولات

[1] Scott-kemis & Bell
[2] Kim
[3] Wang, Zhang and Xue

موجود و استاندارد؛ دوم، افزایش کارایی فرآیندها از طریق مهندسی و بهبود فرآیندها. هابدی از طریق مطالعه صنایع الکترونیک در چهار کشور آسیای شرقی (کره جنوبی، هنگ کنگ، تایوان و سنگاپور) مطرح می کند که مسیر ساخت و ایجاد قابلیت‌های فناورانه در بنگاه‌های مورد مطالعه عبارت است از (M. Hobday 1995) شروع با کارهای ساده‌ای نظیر مونتاژ؛ بهبود فرآیندها؛ یادگیری فناورانه در زمینه محصول از طریق مهندسی معکوس؛ اقدام به تحقیق و توسعه در زمینه محصول و فرآیندها.

بعلاوه، کیم با مطالعه تجارب صنایع کره‌ای فرآیند سه مرحله‌ای را برای توسعه قابلیت‌های فناورانه معرفی کرده است (Kim 1997) (kim 1999, 115): کسب فناوری از طریق واردات فناوری از کشورهای صاحب فناوری (تقلید از نوع کپی کاری)؛ درونی سازی و جذب فناوری۱ (تقلید از نوع خلاقانه)؛ بهبود فناوری نه تنها از طریق ترازیابی با کشورها و شرکت‌های پیشرو، بلکه از طریق سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه (نوآوری‌های تدریجی). لی و لیم با مطرح کردن مفهوم رژیم‌های فناورانه و بازار، بر شناسایی مسیرهای مختلف همپایی فناورانه در صنایع کره ای تمرکز کردند. آنها شش صنعت تلفن‌های همراه، خودرو، وسایل الکترونیک، رایانه‌های شخصی و ماشین‌آلات را مورد مطالعه قرار دادند و سه روش همپایی فناورانه یعنی دنباله‌روی، پرش از مراحل و خلق مسیر جدید۲ را شناسایی کردند (Lee and Lim 2001). لی با مطالعه همپایی فناورانه در برخی صنایع کره‌ای و تایوانی به ارائه الگوهای همپایی فناورانه در این کشورها پرداختند (K. Lee 2005): تقلید کپی‌کارانه (تولید قطعات اصلی۳)؛ تقلید خلاقانه (تایوان: تولید با طراحی داخلی٤/ کره جنوبی: تولید با برند اختصاصی۵) و نوآوری (تولید با برند اختصاصی).

دیترنیت قابلیت‌های فناورانه را به پنج سطح تقسیم می کند و معتقد است که مسیر همپایی فناورانه از طریق دستیابی به این سطوح از قابلیت‌ها می‌گذرد (Dutrénit 2007) : سطوح دانش پایه (قابلیت‌های عملیاتی، قابلیت‌های نوآوری اولیه، قابلیت‌های نوآوری متوسط) و سطوح دانش پیچیده (قابلیت نوآوری پیشرفته و قابلیت‌های راهبردی). او معتقد است که دانش و قابلیت‌های پایه از طریق همکاری و مشارکت با کشورهای توسعه یافته و تقلید از آنها قابل دستیابی هستند،

[1] Technology Assimilation
[2] Path-following , Stage-skipping , Path-creating
[3] OEM: Original Equipment Manufacturing
[4] ODM: Owned Design Manufacturing
[5] OBM: Owned Brand Manufacturing

در حالی که کسب دانش و قابلیت‌های پیچیده نیازمند تحقیق و توسعه داخلی است. بل و فیگوریدو برای قابلیت‌های فناورانه/نوآوری سطوحی را معرفی کرده‌اند و معتقدند که یادگیری و همپایی فناورانه از این مسیر عبور می‌کند (Bell and Figueiredo 2012): قابلیت‌های پایه (فعالیت‌هایی در سطح تطبیق‌های جزئی در محصولات، فرآیندهای تولید و سیستم های مدیریتی توسط مهندسین و تکنسین ها)؛ قابلیت‌های تدریجی[1] (فعالیت هایی در سطح بهبود در محصولات، بازطراحی محصولات، بازمهندسی فرآیندها و سیستم‌ها)؛ قابلیت‌های پیشرفته (فعالیت‌هایی در سطح تحقیقات کاربردی، طراحی و توسعه محصولات و سیستم های پیچیده در مقیاس جهانی) و قابلیت‌های نوآورانه در سطح جهانی (فعالیت هایی در سطح نوآوری های اصیل و بدیع از طریق تحقیقات بنیادین).

– مسیرهای شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده

پژوهشگران و صاحبنظرانی متعدد معتقدند که الگوی شکل‌گیری و تکامل 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 صادارتی بوده است. اما چنین فرصت‌های بهبود فرآیندی به واسطه حجم تولید اندک در صنایع دارای کالاهای سرمایه‌ای پیچیده وجود ندارد. همچنین، مجیدپور (Majidpour 2016) به مطالعه همپایی فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده در شرکت مپنا پرداخته است و به این نتیجه دست یافته است که به دلیل رژیم های فناورانه و بازار خاص، مدل غالب برای همپایی فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده، دنباله‌روی است. همچنین، همپایی فناورانه از طریق پرش از مراحل فقط در حوزه‌های خاص فناوری ممکن است و همپایی فناورانه از طریق خلق مسیر جدید در محصولات و سامانه‌های پیچیده تقریبا غیرممکن است.

چادنوسکی و ناگاو به مطالعه الگوی انباشت قابلیت‌های فناورانه در بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای پیچیده پرداختند. آنها مطرح می کنند که این قابلیت‌ها از بهره برداری و نگهداری از سیستم های وارداتی شروع می‌شوند، که به شرکت‌ها دانش و قابلیت مورد نیاز برای تولید کالاهای

[1] Incremental

سرمایه‌ای را می دهد. سپس، شرکت‌ها قادر خواهند بود کارهای بهبود در تجهیزات و تا حدی کار طراحی محصول را انجام دهند (Chudnovsky, Nagao and Jacobsson 1983). تیوبال از طریق مطالعه شرکت‌های برزیلی تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای پیشرفته، به بررسی قابلیت‌های بهره‌برداری و تولید، سرمایه گذاری 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 کرده‌اند (Teubal 1984). هوانگ به مطالعه تجربه کره‌جنوبی در ساخت هواپیما پرداخته است. او معتقد است که شرکت‌های کره‌ای کار خود را از مونتاژ هواپیما و ساخت برخی قطعات ساده شروع کرده اند و به تدریج وارد طراحی و ساخت برخی زیرسیستم‌ها و تجهیزات مورد نیاز 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 (Hwang 2000).

لی و یون به مطالعه تطبیقی در زمینه یادگیری فناورانه 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 (Lee and Yoon 2015). آنها به این نتیجه رسیدند که این سه کشور از روش های مختلفی برای کسب قابلیت‌های فناورانه استفاده کرده‌اند و همچنین بیان می‌کنند که نقش بنگاه‌ها و شرکای خارجی و سیاست‌های دولت در اتخاذ روش‌های کسب قابلیت‌های فناورانه تاثیرگذار است. کیامهر و همکارانش (۲۰۱۵) از طریق مطالعه سیستم‌های تولید الکتریسیته حرارتی در شرکت مپنا به عنوان یکی از بنگاه‌های بزرگ و فعال در این حوزه، به مطالعه راهبردهای بنگاه‌های متاخر 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.

روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر به لحاظ استراتژی پـژوهش، از نـوع مطالعـه‌مـوردی[1] اسـت. ایـن روش کـه ذیـل روش‌های کیفی طبقه‌بندی می‌شود تلاش دارد واقعیت را از طریق کنکاش در جهان واقعـی ظـاهر سازد (Sarantakos 1998). روش مطالعه‌موردی، با قابلیت عمیق شدن در یک مورد ایـن اجـازه را به پژوهشگران می‌دهد که به واقعیات عمیق‌تری از مورد مطالعه دست یابنـد (دانـایی فـرد ۱۳۸۹). فرآیندی که در این پژوهش مورد الگوبرداری قرار گرفته است، فرآیند اجرای مطالعه موردی ارائـه شده توسط ین (Yin 2014) می‌باشد که مشتمل بر سه مرحله است: طرح پژوهش مطالعـه مـوردی، جمع آوری داده‌هـا و شـواهد و تحلیـل دادهـا. سـوال اصـلی پـژوهش عبـارت اسـت از: "مسـیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌هـای فناورانـه طراحـی و سـاخت موشـک‌هـای بالسـتیک بـه عنـوان محصولات و سامانه پیچیده در صنایع هوافضای کشور ایران چگونه است؟". بعلاوه، واحد تحلیـل در این پژوهش یک گروه صنعتی فعال در صنایع هوافضای کشور ایران است. از منظر بازه زمـانی، این پژوهش تجربه و فعالیت‌های این گروه صنعتی طی سه دهـه اخیـر (۱۳٦۷ تـا ۱۳۹٤) را مـورد تحلیل قرار داده است.

- گردآوری داده‌ها

داده‌های این تحقیق از طریق مصاحبه عمیق و نیمـه سـاختارمند بـا متخصصـان و مشـاوران گـروه صنعتی مورد نظر جمع آوری شده است. تعداد مصاحبه شوندگان بالغ بر ۱۰ نفر بـوده کـه نظـرات آنها مبنای تحلیل قرار گرفت. علاوه بر آن یکـی از نویسـندگان بـه واسـطه حضـور در سـازمان و مشاهدات میدانی کمک شایانی در خصوص ارتقای کیفیت داده های جمع آوری شده نمود.

-روش تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها در پژوهش مطالعه موردی شامل فعالیت‌هایی نظیر بررسی دقیق، طبقه‌بندی و ترکیب داده‌های کمی و کیفی به منظور نشان دادن گزاره‌های پژوهش موردی و استخراج نتایج و یافته‌های مورد نظر از داده‌ها و شواهد گردآوری شده است (Miles and Huberman 1994). بـه طـور کلـی سه راهبرد برای تحلیل داده‌ها در پژوهش مطالعه موردی وجود دارد «تکیه بـر یافتـه‌هـای نظـری پیشین»[2]، «استخراج نظریه مبتنی بر داده‌ها»[3]، «تحلیل داده‌ها مبتنی بر توصیف مورد مطالعه»[1] البتـه

[1] Case Study
[2] Relying on Theoretical Propositions
[3] Developing a Case Description

در مواقعی «آزمودن تبیین‌های رقیب به دست آمده از سه راهبرد پیشین» به عنوان یک راهبرد مجزا در نظر گرفته می‌شود (Yin 2014). در این پژوهش راهبرد منتخب به منظور تحلیل داده‌های گردآوری شده راهبرد دوم یعنی «استخراج نظریه مبتنی بر داده‌های حاصل از مصاحبه و مشاهده» است. دلیل این امر آن است که پژوهش حاضر دارای رویکردی استقرایی بوده و به گونه‌ای اکتشافی انجام گرفته، زیرا انتظار می‌رود که به دلیل خاص بودن تجربه مورد مطالعه، الگوی خاصی حاصل شود که در نظریه‌های مستخرج از پژوهش‌های پیشین یافت نمی‌شود.

اقدامات عملیاتی جهت تحلیل داده‌ها به این شرح است:

۱. داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و مشاهدات برای تحلیل سازماندهی و آماده شدند (یعنی در حد توان پیاده‌سازی شدند)؛
۲. نکات اصلی و کلیدی مصاحبه‌ها استخراج شد؛
۳. داده‌های متنی به دست آمده از مصاحبه‌ها و تحلیل اسناد مورد مطالعه دقیق و عمیق قرار گرفتند؛
٤. براساس نظریه‌های عمومی و متعارف مرتبط با توسعه قابلیت‌ها (که در قسمت بررسی ادبیات بیان شد) پژوهشگر اقدام به یافتن شواهد و مصادیقی مرتبط با هر یک از گام‌های آنها نموده و نیز مصادیقی که متمایز از مدلهای عمومی شناسایی شده در ادبیات بود، پر رنگ گردید؛
۵. مدلی اولیه توسعه قابلیت‌ها در صنعت مورد مطالعه براساس تکنیک تحلیل توالی زمانی[2] برای مطالعه داده‌های به دست آمده از مصاحبه‌ها توسط محقق تدوین شد؛
٦. مدل شناسایی شده به رویت چند نفر از خبرگان صنعت رسیده و پس از اصلاح جزئی به تائید ایشان رسید.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق

توانمندی نظامی و دفاعی کشور، بدون شک یکی از مهم‌ترین محورهای راهبرد نظامی جمهوری اسلامی ایران برای مقابله با تهدیدات است همینطور بر اساس مولفه‌های قدرت توان موشکی به عنوان یکی از مهمترین عامل بازدارنده تهاجم نظامی قرار دارد. پس از انقلاب با مواجه شدن ایران با تحریم های گسترده از سوی کشورهای مختلف بلوک شرق و غرب که بعضاً حتی از فروش سیم خاردار به ایران نیز ابا کرده یا حتی کالاهای غیرنظامی که ممکن است مصارف نظامی داشته باشند را نیز به ایران نمی‌فروختند، جنگ هشت ساله و تهدید روزافزون ایران از سوی رژیم صهیونیستی

[1] Thinking about Rival Explanations
[2] Chronological sequence analysis

و آمریکا و سایر متحدین غربی ایران ساخت تسلیحاتی بومی را توسعه داد. در سال ۱۳۵۸ ایران اولین گام ها را در زمینه ساخت و مهندسی معکوس جنگ افزارهای ساخت شوروی از جمله آر پی جی-۷، بی ام-۲۱ کاتیوشا و موشک دوش پرتاب سم-۷ آغاز کرد. بعد از آغاز جنگ ایران و عراق و آغاز تحریم های اقتصادی و نظامی علیه ایران، ایران هیچ چاره ای جز تکیه به صنایع نظامی خودی برای تعمیر و ساخت جنگ افزار نداشت. از سال ۱۳۷۱ به بعد ایران توانست انواع محصولات مورد نیاز نظامی خود مانند تانک، نفربر، موشک، زیردریایی و هواپیمای جنگنده بسازد. در این بین توسعه توان موشکی ایران بر کسی پوشیده نیست. به عنوان نمونه به برخی از مواردی که اطلاعات آن به صورت عمومی در سایتهای خبری ایران منتشر شده اشاره می کنیم:

موشک سجیل نخستین موشک زمین به زمین دوربرد دو مرحله ای سوخت جامد در کشور است که توسط متخصصان سازمان صنایع هوافضای وزارت دفاع طراحی و ساخته شده است. این موشک دوربرد بالستیک برد عملیاتی نزدیک به ۲۰۰۰ کیلومتر و از ویژگیهای منحصربفرد آن دقت بالا در اصابت به اهداف تعیین شده، زمان بسیار کوتاه آماده سازی و عملیاتی شدن سامانه پرتاب، زمان بسیار کوتاه انتقال سایت پرتاب دیسک پس از شلیک، قابلیت لانچر متحرک، قابلیت حمل موشک آماده شلیک می توان اشاره کرد. سجیل جزو آن دسته از موشک‌های بالستیک کشور است که با خروج از جو و طی مسیر در چنین ارتفاعی به داخل جو بازگشته و با سرعت حدود ۱۰ تا ۱۲ ماخ (حدود۳٤۰۰ تا ٤۰۸۰ متر بر ثانیه) به سوی هدف سرازیر می شود که انهدام آن از سوی سامانه های دفاع هوایی موجود را ناممکن می سازد و تاکنون در دو نمونه سجیل ۱ و ۲ معرفی شده است که رژه ۱۲ موشک سجیل در مراسم هفته دفاع مقدس سال ۹۵ مورد توجه بسیاری از رسانه های خارجی قرار گرفت.

موشک قدر ۱۱۰ یکی دیگر از موشک های ایران است که از لحاظ سرعت جز سریع ترین موشک‌های دنیاست و قادر است بر تمام رادارها و موشک‌های ضد موشک فائق آید. در نتیجه هر چقدر قدرت سامانه دفاعی ضد موشک دشمن قوی باشد، این موشک به هدف اصابت می کند. برخی منابع به برد بالای این موشک اشاره کرده‌اند.

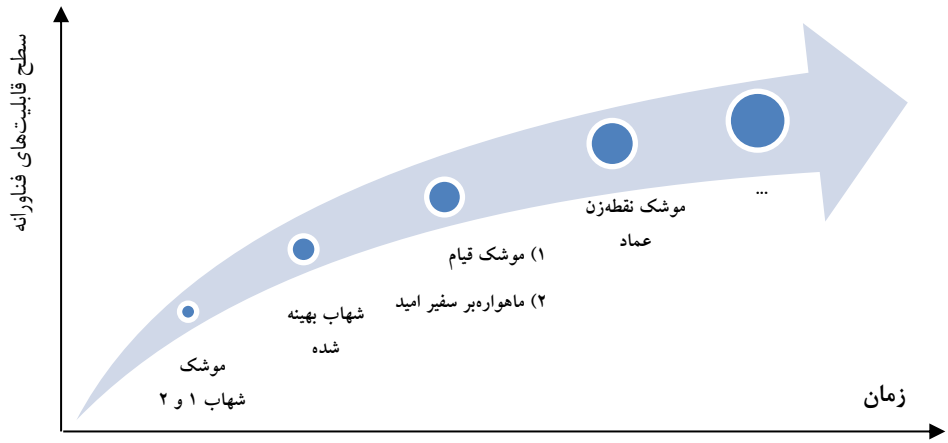
قیام (بالستیک بدون بال): این موشک همزمان با راه اندازی نیروگاه بوشهر آزمایش شد "قیام-۱" موشکی با سوخت مایع است که از قابلیت جابجایی و متحرک بودن بهره مند است. این موشک قابلیت پرتاب از انواع لانچرهای خاص را دارا بوده و سرعت آماده سازی آن به حداقل رسیده

است. از ویژگی‌های بارز "قیام" این است که احتمال ردیابی، شناسایی و مورد اصابت قرار گـرفتن آن توسط سیستم های ضد موشک (مانند پاتریوت، ارو و ...) به علت سرعت بـالا هنگـام پرتـاب، چرخشی شدن و سایر مشخصه های فنی به شدت کاهش یافته است. یکی از مهمترین ویژگی‌های این موشک زمین به زمین، عدم وجود بالک است که از لحاظ فنی، نداشتن بالک برای یک موشـک بلند برد بسیار قابل توجه و حائز اهمیت است به طوری که در دنیا کشوری که توانـایی طراحـی و ساخت موشکی بدون بالک با برد بـالای هـزار کیلـومتر را دارا باشـد، در زمـره کشـورهای دارای تکنولوژی بسیار بالا قرار می گیرد. این ویژگی همچنین علاوه بر افزایش سـرعت، قابلیـت پرتـاب موشک از انواع لانچرهای خاص (پرتابگر ها) را به آن می‌دهد.[۱]

عماد نخستین موشک بالستیک دوربرد ایران است که قابلیت هدایت و کنترل تا لحظـه اصـابت بـه هدف را دارد. خبر ساخت و آزمایش این موشک نخستین بـار توسـط وزیـر وقـت دفـاع (سـردار دهقان) در تاریخ ۱۹ مهر ۱۳۹٤ اعلام کرد. به گفته وزیر دفاع عمـاد اولـین موشـک دوربـرد قابـل کنترل و هدایت شونده ایران است که تا لحظه برخورد بـه هـدف کنتـرل پـذیر اسـت و طراحـی و ساخت این موشک توسط متخصصین وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح صورت گرفته است. همانطور که مشاهده می‌شود، فعالیتهای موشکی ایران و دسـتاوردهای ایـن حـوزه گسـترده اسـت. باتوجه به گستردگی فعالیت‌های سازمان صنایع هوافضا، لذا سعی شد برای تدقیق بیشتر به یکـی از حوزه‌های محدود و مشخص اکتفا شود که در این مسیر یکی از گروه‌های صنعتی فعـال در حـوزه موشک‌های بالستیک به عنوان مورد مطالعه انتخاب شد. هرچند پیشرفت‌های موشکی ایـران بسـیار فراتر از این موارد می‌باشد، لکن بررسی این حوزه نیز، گویای رشد قابـل توجـه صـنعت موشـکی ایران خواهد بود. البته به دلیل محرمانگی بالای این حوزه، امکان دسترسی به همه اطلاعـات بـرای تیم پژوهش میسر نبوده و صرفاً بخش‌هایی که جنبه محرمانه نداشته، در کانون مطالعه این پژوهش قرار گرفته است. برای تحلیل بهتر و عمیق‌تر داده‌ها سعی شد طی بررسی اطلاعات مختلف منتشـر شده در سنوات قبل از رسانه های مختلف، محصولات شاخص و کلیدی در ایـن حـوزه شناسـایی شود. موارد احصاء شده به رویت مصاحبه‌شوندگان نیز رسید. در این بین چهار محصـول شـاخص جهت نشان دادن روند توسعه و تکامل محصولات این حوزه انتخاب شـده کـه در شـکل ۱ نشـان داده شده است.

---

[۱] به نقل از سایت تابناک



شکل۱: روند توسعه و تکامل محصولات مهم و شاخص

بنابراین ادامه تحلیل‌ها براساس این چهار محصول یاد شده ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، سطح فناوری و سطح پیچیدگی محصولات به انضمام میزان قابلیت‌های سازمانی در تولید محصولات رفته‌رفته ارتقاء یافته است. این رشد و توسعه ناشی از ارتقاء و انباشت قابلیت‌های فناورانه در سازمان صنایع هوافضا است. به عبارت دیگر توانمندی استفاده کارآمد از دانش فناورانه در اقدامات مختلف برای مشابه‌سازی، استفاده، تغییر فناوری موجود بهبود و توسعه می‌یابد، موضوعی که مولفه‌های آن به عنوان شاخص‌های قابلیت‌های فناورانه توسط کیم مطرح شده است (Kim 1997). این قابلیت‌ها باعث توانمند شدن گروه صنعتی برای ایجاد فناوری‌ها و توسعه محصولات جدید و طراحی فرایندهای جدید در راستای پاسخگویی به نیازها می‌شود (Kim 1997). مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه طراحی و ساخت این محصولات و سامانه‌های پیچیده مشتمل بر هشت گام و چهار نقطه عطف است. با این توضیح که پس از برداشتن هر چند گام، مسیر کسب و توسعه قابلیت‌های فناورانه این گروه صنعتی به یک نقطه عطف می رسد که هر نقطه عطف با دستیابی به قابلیت طراحی و ساخت یک محصول مقارن شده است. در ادامه مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های طراحی و ساخت این محصولات و سامانه‌های پیچیده در گروه صنعتی مورد مطالعه تشریح شده است:

گام ۱. سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت‌های پایه برای تولید (اواسط دهه ۶۰): در این مرحله سرمایه‌گذاری اولیه و مورد نیاز در سطح پایه انجام شده است. به عبارت دیگر زیرساخت‌های

پایه‌ای برای تولید ایجاد شده است که شامل احداث کارخانه، تـامین نیـروی انسـانی متخصـص و ماهر می‌شود. براساس نظریه کـیم (kim 1999) و (Kim 1997)، در ایـن مرحلـه قابلیـت‌هـای فناورانه اولیه شامل "سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت" صـورت مـی گیـرد. اهـداف ایـن مرحلـه عبارت اند از "ایجاد ظرفیت تولید" و "ایجاد ظرفیت جذب پایه‌ای".

گام ۲. همکاری فناورانه محدود و انتقال دانش ساخت (از اوایل دهـه ۷۰ تـا اواسـط آن): در ایـن مرحله، دانش فنی۱ ساخت موشک شهاب ۱و ۲ و در مراحل بعدی شهاب ۳ توسط نیروهای فنـی و مهندسی صنعت موشکی ایران از طریق همکاری فناورانه محدود با یکـی از کشـورهای آسـیایی آموخته شده و مراحل مختلف سـاخت آن در داخـل کشـور بـومی‌سـازی شـد. مطـابق بـا نظریـه فیگوریدو (Figueiredo 2003) در این مرحله قابلیت‌هـای پایـه۲ آموختـه شـده و در سـازمان نهادینه گردید.

نقطه عطف ۱. ساخت موشک شهاب ۳ (اواسط دهه ۷۰): نتیجه اقدامات مرحله یک و دو منجر به ایجاد قابلیت‌های فناورانه ساخت موشک شهاب ۳ در داخل کشور شد.

- ***گام ۳. ارتقاء سطح دانش علمی– فنی از طریق اعزام افراد به مراکز علمی بین المللی (از نیمه دهه ۷۰):*** پس از کسب سطوح اولیه قابلیت‌های فناورانه، سازمان هوافضا اقدام به اعزام دانشجویان و متخصصان به دانشگاه‌ها و مراکز علمی دنیا نموده و از این طریق سطح دانش علمی– فنی کارکنان کلیدی این حوزه ارتقاء یافت.
- ***گام ٤. ارتقاء سطح مهارتی مهندسان (از نیمه دهه ۷۰):*** به واسطه تمرین و تکرار به همراه تحلیل‌های مهندسی و با توجه به منطق "منحنی تجربه" مهارت های مهندسی کارکنان افزایش یافت.
- ***گام ۵. شکل‌گیری حلقه‌های تحقیق و توسعه اولیه و تعریف پروژه‌های بهبود (اواخر دهه ۷۰):*** در این مرحله اقدامات مبتنی بر سعی و خطا کاهش یافته و کار کارشناسی در مجموعه تقویت شد. حلقه‌های تخصصی جهت تحقیق و توسعه در سطوح اولیه شکل گرفته و ارتباطات دانشی داخل مجموعه گسترش یافت. به واسطه این اقدامات نوآوری های جزئی در محصول اعمال شد. این نوع از سطح قابلیت فناورانه در طبقه‌بندی فیگوریدو با عنوان

[1] Know How
[2] Basic

قابلیت‌های تجدید شده[1] شناخته می‌شوند. مجموع این قابلیت‌ها را می‌توان قابلیت‌های سطح اولیه (روتین‌های ساده) نامید. این قابلیت‌ها از نگاه وینتر[2] قابلیت‌های عملیاتی سطح اول نامیده می‌شود (Winter 2003).

نقطه عطف ۲. تولید موشک شهاب بهینه شده (اوایل دهه ۸۰): نتیجه اقدامات مرحله ۷-۵ منجر به تولید موشک شهاب بهینه شده در اوایل دهه ۸۰ در داخل کشور شد.

- ***گام ٦. تقویت تحقیق و توسعه و ارتقاء سطح دانش و فناوری (اوایل دهه ۸۰):*** در این مرحله، امور تحقیقاتی تقویت شده و تلاش گردید کلیه تصمیمات و اقدامات سازمان براساس تحلیل‌های فنی و تخصصی صورت گیرد. حضور افراد توانمند که در مراحل قبل تربیت شده بودند بسیار موثر بود. البته در موارد معدودی نیز از ظرفیت همکاری علمی و فناورانه با برخی از کشورهای صاحب فناوری استفاده می‌شد. به واسطه این تلاش ها سطح قابلیت‌ها از "دانش چگونگی" به سطح "دانش چرایی[3]" ارتقاء یافت.
- ***گام ۷. ارتقاء رویکرد مدیریتی و استقرار مدیریت سیستمی***: در این مرحله تقسیم کار و ساماندهی امور به شکل دقیق‌تری صورت گرفته و مفاهیم و اصول مربوط به نگرش مدیریت سیستمی در بخش های مختلف گروه صنعتی نهادینه شد. همزمان با این بازطراحی در ساختار سازمانی، سازوکار هماهنگی و تعاملات بین بخشی به شکل اثربخشی طراحی گردید. هرچند ذات و ماهیت این کار از جنس فناوری نبود، ولی در شتاب دادن به رشد و توسعه فناوری و کسب قابلیت‌های فناورانه نقش به سزایی داشت. این ساختار و سازوکار برای محصولات و سامانه‌های پیچیده، بسیار کارگشا بوده و به واسطه این اقدام، عمق کار کارشناسی بیشتر شده و زمینه برای توسعه و رشد بیشتر محصولات پیچیده، فراهم‌تر شد.

نقطه عطف ۳. ساخت موشک قیام و ساخت ماهواره بر سفیر امید (از نمیه دهه ۸۰ تا اواخر آن): نتیجه اقدامات مرحله ۹-۸ منجر به تولید محصولات و سامانه‌های پیچیده‌تر شد که "موشک قیام" و "ماهواره بر سفیر امید" از مثال های بارز آن می‌باشد.

---

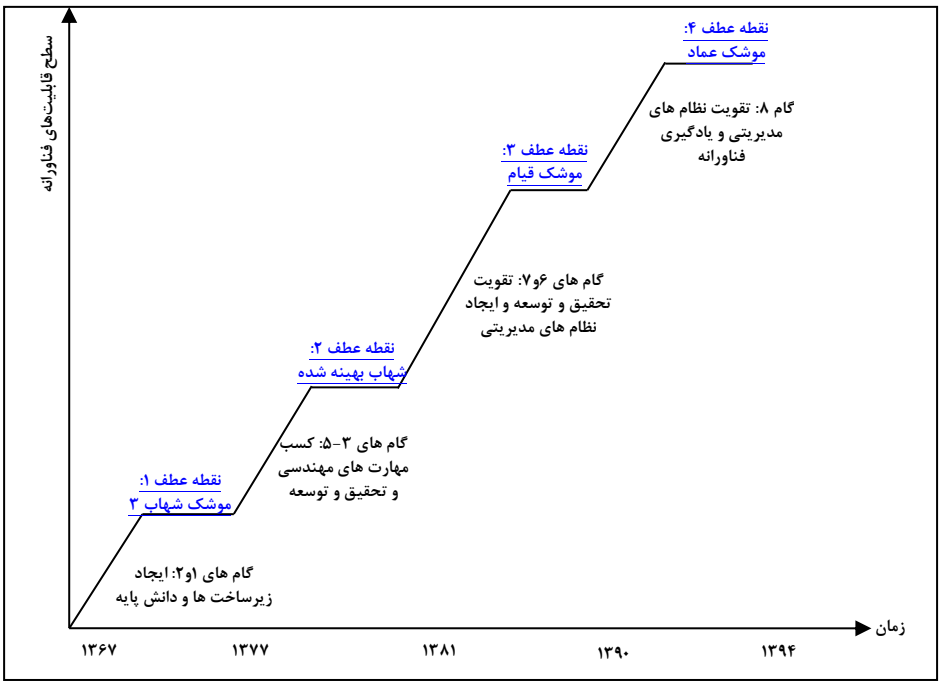
[1] Renewed
[2] Winter
[3] Know Why

- ***گام ۸. ارتقاء سطح دانش و قابلیت فناورانه به واسطه توسعه نظام مدیریت دانش، تثبیت آموخته‌ها و افزایش یادگیری از بازخورهای دریافتی (اوایل دهه ۹۰):*** در این مرحله جهت نگهداشت قابلیت‌های کسب شده اقدام به استقرار نظام مدیریت دانش گردید. همزمان تلاش شد تا از تست‌های فنی و آزمایش‌های موشکی انجام شده، درس آموخته های مهمی برای مسیر آتی استخراج شود. علاوه بر مدیریت دانش، "نظام‌های مدیریت نوآوری" مانند "نظام طراحی" و "نظام مدیریت پروژه" در راستای تقویت "نظام مدیریت سیستم‌ها" در ساختار گروه صنعتی لحاظ شد.

نقطه عطف ٤. ساخت موشک نقطه‌زن عماد (سال های اخیر): نتیجه انباشت قابلیت‌های فناورانه و قابلیت‌های مدیریتی و سازمانی در مراحل قبل منجر به تولید محصولات و سامانه‌های پیچیده سطح بالا مانند "موشک نقطه‌زن عماد" شد.

مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه مشتمل بر گام‌های برداشته شده و نقاط عطف در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲: مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در گروه صنعتی مورد مطالعه



در جدول ۱ نیز برخی از شواهد دال بر کسب قابلیت‌های فناورانه و قابلیت‌های طراحی و ساخت محصول توسط گروه صنعتی مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول۲: برخی شواهد دال برای کسب قابلیت‌های فناورانه در گروه صنعتی مورد مطالعه

سطح پیچیدگی و سطح فناوری	محصول نماینده	شواهد عینی از قابلیت عملیاتی (متاثر از رشد فناوری)	شواهد عینی از رشد قابلیت‌های فناورانه و سازمانی
متوسط	موشک شهاب ۱ و ۲	• دستیابی به فناوری ساخت موشک بالستیک	• امکان ساخت موشک در داخل کشور
متوسط به بالا	موشک شهاب بهینه شده	• افزایش برد • افزایش نسبی دقت • ارتقاء توان حمل سرجنگی	• ایجاد بهبود و نوآوری جزئی در طراحی و ساخت • ارتقاء عملکرد و سرعت
پیشرفته	موشک قیام و ماهواره‌بر سفیر امید	• ورود به باشگاه کشورهای دارنده موشک ماهواره‌بر • افزایش برد • افزایش نسبی دقت • ارتقاء توان حمل سرجنگی	• امکان ساخت موشک ماهواره‌بر • فاصله گرفتن از آزمون و خطا و افزایش سطح کارشناسی در مراحل مختلف • استفاده از شبیه سازی فناوری • نهادینه سازی مدیریت سیستم ها در ساماندهی گروه صنعتی
بسیار پیشرفته	موشک نقطه‌زن عماد	• برد بالا با دقت کمتر از ده متر	• استقرار مدیریت دانش در سطح بالاتر

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

الف– نتیجه‌گیری:

همانطور که پیشتر اشاره شدف هدف اصلی پژوهش حاضر ترسیم مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه طراحی و ساخت موشک‌های بالستیک به عنوان محصولات و سامانه‌های پیچیده در یک گروه صنعتی فعال در صنایع هوافضای کشور است. مسیر طی شده مشتمل بر هشت گام و چهار نقطه عطف می‌باشد که هر چند گام به یک نقطه عطف منتهی می‌شود که نشان دهنده دستیابی به یک محصول است (شکل ۲). مسیر طی شده توسط سازمان مورد مطالعه هرچند شباهت‌هایی با سایر صنایع دارد ولی طی مطالعات و بررسی‌های عمیق مشخص شد که ویژگی‌های اختصاصی و متمایزکننده‌ای نیز دارد.

از مقایسه الگوی شناسایی شده در این پژوهش با الگوهای پیشین در صنایع با سیستم تولید انبوه این نتایج حاصل می‌گردد: گام‌به‌گام بودن و تدریجی بودن مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه به معنای شروع از قابلیت‌های فناورانه سطح پایین نظیر ساخت محصولات و سامانه‌ها با پیچیدگی کمتر و حرکت به سمت ارتقاء و بروزرسانی این محصولات و سامانه‌ها و در نهایت

ایجاد قابلیت‌های تحقیق و توسعه و طراحی محصولات و سامانه‌های پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر مشابه مدل‌های متداول ذکر شده توسط دیگر صاحبنظران و پژوهشگران در رابطه با محصولات دارای سیستم تولید انبوه است (kim 1999) و (Dutrénit 2007). اما نقطه تمایز مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه توسط این گروه صنعتی این است که به دلیل تحریم‌های گسترده و عدم امکان همکاری های فناورانه و انتقال فناوری از کانال‌های رسمی، بجای "همکاری‌های بین‌المللی گسترده در زمینه انتقال و توسعه فناوری" بر "طراحی و مهندسی معکوس"، "توانمندسازی کارکنان دانشی از طریق اعزام به دوره‌های علمی داخلی و خارجی" و "تحقیق و توسعه داخلی" تاکید شده است. بعلاوه، توجه به ایجاد و توسعه "سیستم های مدیریتی و ساماندهی بر اساس اصول مهندسی و یکپارچه سازی سیستم‌ها" و "برنامه ریزی و مدیریت پروژه‌های کلان" از پیشران‌های اصلی شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در این گروه صنعتی بوده است که الگوی مورد نظر را از الگوهای مرتبط با محصولات مصرفی با سیستم تولید انبوه متمایز می‌کند. صفدری رنجبر و همکاران نیز در مقاله ای که پیرامون قابلیت‌های مورد نیاز برای نوآوری و توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده دفاعی به نگارش در آورده اند، از قابلیت‌های یکپارچه سازی سیستم و برنامه ریزی و مدیریت پروژه های کلان در کنار برخی دیگر از قابلیت‌ها، به عنوان قابلیت‌های محوری برای نوآوری و توسعه این محصولات یاد کرده اند (صفدری رنجبر, قیدر خلجانی, و غیره ۱۳۹۵) .

از مقایسه الگوی شناسایی شده در این پژوهش با سایر الگوهای ارائه شده در رابطه با صنایع تولیدکننده محصولات و سامانه‌های پیچیده این نتایج حاصل شد: مسیر شکل‌گیری و انباشت قابلیت‌های فناورانه در گروه صنعتی مورد نظر در این پژوهش کار خود را با همکاری فناورانه محدود و دریافت نمونه‌های اولیه محصول شروع کرده و با فعالیت‌های طراحی و مهندسی معکوس و تحقیق و توسعه جزئی با هدف ایجاد بهبودها و بروزرسانی ها ادامه داده است، در حالی که در بسیاری از الگوها نظیر (Majidpour 2017) ، (Kiamehr, Hobday and Hamedi 2015) و (صفدری رنجبر, رحمان سرشت, و غیره ۱۳۹۵) این فرآیند با خرید محصولات از بنگاه‌های پیشرو خارجی و بهره برداری از آنها شروع شده و با فعالیت هایی نظیر مونتاژ و ساخت مشترک تحت لیسانس شرکت خارجی ادامه پیدا کرده است. از سوی دیگر، الگوی شناسایی شده در این پژوهش شباهت زیادی به الگوی ساخت قابلیت‌های فناورانه هواپیماهای نظامی در چین

(خرید ← تولید مشترک ← مهندسی معکوس) دارد که توسط (Lee and Yoon 2015) ارائه شده است. آنها معتقدند که نقش شرکای خارجی تاثیر زیادی در انتخاب راهبرد کسب فناوری در کشورهای توسعه یافته و متاخر دارد، به گونه ای که حضور فعال آنها منجر به انتخاب راهبردهایی نظیر تولید مشترک یا توسعه مشترک می‌شود (برای مثال در صنعت هواپیماهای نظامی در کره‌جنوبی و برزیل)، در حالی که عدم حضور فعال آنها منجر به اتخاذ راهبردهایی مانند مهندسی معکوس می‌شود. همانطور که پیشتر اشاره شد، گروه صنعتی مورد مطالعه در این پژوهش به دلیل تحریم‌های گسترده بین‌المللی، به‌غیر همکاری فناورانه بسیار محدود در ابتدای مسیر در زمینه دریافت نمونه‌های اولیه محصول با یک کشور آسیایی، در تمامی مراحل دیگر از راهبردهای کسب فناوری درون‌زا بهره‌برداری کرده است.

علاوه بر یافته‌های فوق، نتایج و نکات تکمیلی دیگری در مسیر شکل‌گیری و تکامل قابلیت‌های فناورانه، در فرایند پژوهش مشاهده شده که در ادامه به صورت خلاصه به آنها اشاره می‌شود:

- ***نقش مهم سیستم های مدیریتی و استفاده از مهندسی سیستم ها (فناوری‌های نرم):*** هرچند کانون اصلی مورد توجه در این مقاله، قابلیت‌های فناورانه در محصولات پیچیده است، ولی مطالعه موردی انجام شده نشانگر اهمیت فوق العاده رویکردها و قابلیت‌های مدیریتی و نحوه ساماندهی کار در کسب و توسعه قابلیت‌های فناورانه بوده است. مهندسان در زمان سابق به کارکردهای اصلی محصولات و سامانه‌ها توجه داشتند و به مسائل پیرامونی چندان توجه نمی‌کردند. ولی در گذر زمان متوجه شدند که موفقت در زمینه محصولات و سامانه‌های پیچیده مستلزم رشد در سیستم‌های مدیریتی و انسانی نیز می‌باشد که پژوهش های گسترده انجام شده، عنوان "سیستم‌های اجتماعی فنی[1]" را بر آن گذاشتند. باید توجه داشت که در عصر کنونی علاوه بر سیستم‌های فنی، نقش سیستم‌های مدیریتی و فناور های نرم، تاثیر بسزایی در رشد قابلیت‌های فناورانه دارند (Weck, Daniel and Magee 2012).
- ***تاکید بر نقش فرهنگ در توسعه قابلیت‌های فناورانه:*** نقش عوامل زمینه‌ای مانند فرهنگ در توسعه سازمان‌ها و فناوری امری اثبات شده در جهان امروزی است. حتی در فرایند ایجاد قابلیت‌ها نیز اهمیت مسائل اجتماعی و فرهنگی غیر قابل انکار بوده و در آثار نویسندگان به صراحت مورد تاکید قرار گرفته است (Dutrénit 2007). در مصاحبه‌های انجام شده نیز

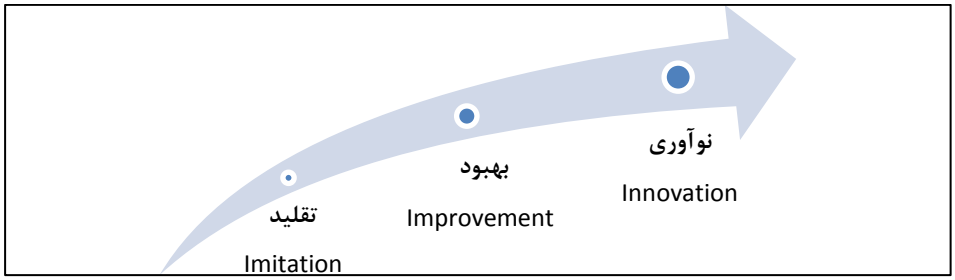
[1] sociotechnical system

نسبت به این امر تاکید فراوان شده است. یکی از مصاحبه شوندگان بیان مـی‌کنـد: *"یکـی از مهمترین عواملی که باعث شتاب در شکل‌گیری و انباشت قابلیـت‌هـای فناورانـه و اکتسـاب قابلیت‌های فناوری در این گروه صنعتی شده است، فرهنگ حاکم بر این صـنایع مـی‌باشـد"*. بعلاوه یکی دیگر از مصاحبه شوندگان بیان می‌کند: *"مسئولین و کارکنان گروه صنعتی مـورد مطالعه، با اخلاص، تلاش و مجاهدت فراوان برای رشد و تعـالی سـازمان و تحقـق اهـداف مورد نظر اهتمام می ورزند"*.

***انتخاب* نیت راهبردی انگیزه بخش:** در اغلب موارد، قابلیت‌های برجسـته سـازمان ناشـی از یـک "نیت راهبردی بلند پروازانه" است که توسط رهبر سازمان میان کارکنان القا می‌شود. نیت راهبردی عبارت است از "تصویر مطلوب آینده سـازمان" کـه بیـانگر ترجیحـات مهـم مسـئولین راهبـردی سازمان می‌باشد. نیت راهبردی باعث می‌شود توجه مسئولان و اعضای سـازمان بـر مسـاله خاصـی متمرکز شده و امکانات سازمان را در آن راستا بسیج کننـد (Johnson, Scholes and Whittington 2008). از طرف دیگر نیت راهبردی در شکل گیری شـالوده شایسـتگی‌هـا و قابلیـت‌هـای اصـلی سازمان نقش مهمی ایفا می‌کند. یکی از مصاحبه شوندگان بیان می‌کند: *"در این گروه صنعتی نیـت راهبردی مهم و انگیزه بخش مبنای کار افراد قرار گرفته کـه بـه نوبـه خـود محـرک توسـعه انـواع قابلیت‌ها شده است. این نیت و هدف راهبردی چیزی جز رسیدن به اقتـدار دفـاعی و بازدارنـدگی در مقابل هرگونه تهدیدات نظامی بوده بر علیه کشور نیست"*.

ب– پیشنهادها:

باتوجه به مدل شناسایی شده می‌توان مسیر زیر را برای عموم سازمان‌های فعال در کشورهای در حال توسعه در نظر گرفت:



شکل۳: مسیر عمومی رشد قابلیت‌های فناورانه

سازمان مورد مطالعه از مرحله اول عبور کرده و الان در مرحله دوم قرار دارد. البته نیم‌نگاهی هم به مرحله سوم یعنی نوآوری ذاتی داشته است. پیشنهاد پژوهشگران برای سیاستگذاران به شرح ذیل است:

۱) تمرکز بر خانواده محصول‌های بومی شده و بهبود و توسعه آنها: در این خصوص بجای نوآوری بنیادی و صرف هزینه زیاد برای طراحی پلتفرم جدید، تلاش می‌شود تا پلتفرم موجود به واسطه نوآوری تدریجی ارتقا و بهبود یابد.

۲) حرکت به سمت نوآوری پایه در مناطق قرمز: از آنجایی که نوآوری پایه و ذاتی بسیار هزینه‌بر است لذا تمرکز بر آن نوع نوآوری صرفا در مناطق قرمز و زرد فناوری صورت گیرد و مابقی زنجیره تامین که جزء مناطق سبز می‌باشد حتما از پیشرفت‌های عمومی کشور بهره‌برداری شود.

علاوه بر مدل عمومی فوق، باتوجه به جنبه‌های اختصاصی سازمان، پیشنهاد می‌شود حتما در خصوص مهندسی معکوس و دستیابی به «دانش چرایی» سرمایه‌گذاری صورت گیرد و به این واسطه ضمن «یادگیری فناورانه»، قابلیت‌های فناورانه را هم رشد دهند.

فهرست منابع:

الف– منابع فارسی

– دانایی فرد, حسن. *راهبرد های نظریه پردازی*. تهران: سمت, ۱۳۸۹.

– صفدری رنجبر, مصطفی, جعفر قیدر خلجانی, سیامک طهماسبی, و غلامرضا توکلی. "قابلیت‌های کلیدی برای نوآوری و توسعه محصولات و سامانه‌های پیچیده." *مدیریت توسعه فناوری* ٤, شماره ۱ (۱۳۹۵): ۱۳۳–۱۵۸.

– صفدری رنجبر, مصطفی, حسین رحمان سرشت, منوچهر منطقی, و سروش قاضی نوری. "پیشران‌های کسب و ایجاد قابلیت‌های فناورانه ساخت محصولات و سامانه‌های پیچیده در بنگاه‌های متاخر: مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت (OTC)." *مدیریت نوآوری* ۵, شماره ۲ (۱۳۹۵).

– صفدری‌رنجبر, مصطفی, حسین رحمان‌سرشت, منوچهر منطقی, و سروش قاضی‌نوری. "مسیر شکل‌گیری و تکامل قابلیت‌های فناورانه ساخت محصولات و سامانه‌های پیچیده در بنگاه‌های متاخر – مطالعه موردی شرکت توگا." *بهبود مدیریت*, ۱۳۹٦: ۵۷–۹۱.

– صفدری‌رنجبر, مصطفی, حسین رحمان‌سرشت, منوچهر منطقی, و سیدسروش قاضی‌نوری. "الگوی ساخت و انباشت قابلیت‌های فناورانه برای تولید محصولات و سامانه‌های پیچیده در کشورهای در حال توسعه: مطالعه موردی شرکت توربوکمپرسور نفت." *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*, ۱۳۹۵.

– طهماسبی, سیامک, حمیدرضا فرتوک زاده, علیرضا بوشهری, سیدکمال طبائیان, و جعفر قیدرخلجانی. "مراحل شکل گیری و توسعه قابلیت های فناورانه؛ مطالعه یک سازمان صنعتی صنایع دریایی." *فصلنامه علمی پژوهشی سیاست علم و فناوری* ۸ (۱۳۹۵): ۱۹–۳۳.

– طهماسبی, سیامک, حمیدرضا فرتوک‌زاده, و علیرضا بوشهری. "گونه شناسی الگوهای کسب قابلیت‌های فناورانه توسط شرکت‌های تازه‌وارد و ارائه راهبرد متناسب با هر الگو." *مدیریت استاندارد و کیفیت*, ۱۳۹۵: ۱۷–۳۲.

– کیامهر, مهدی. "توانمندیهای فناورانه عرضه کالاهای سرمایهای پیچیده در کشورهای در حال توسعه: مطالعه موردی یک شرکت در صنعت برقابی ایران." *فصلنامه علمی پژوهشی سیاست علم و فناوری* سال ششم (۱۳۹۲): ٦۷–۸۰.

– منطقی, منوچهر, سید حبیب الله طباطبائیان, پیام حنفی زاده, و محمد نقی زاده. "الگوی ارتقای توانمندی فناورانه در بنگاه های فناوری محور با استفاده از روش تحقیق ترکیبی: نمونه بنگاه های بخش اویونیک ایران." *بهبود مدیریت*, ۱۳۹۲: ٤۳–٦۹.

– نقی زاده, محمد, منوچهر منطقی, و رضا نقی زاده. "همگرایی توانمندی های علمی و فناورانه بازیگران مختلف در توسعه سیستم های تولیدی پیچیده هوایی." *مدیریت توسعه فناوری* ۳, شماره ۲ (۱۳۹٤): ۲۷–۵٤.

ب– منابع انگلیسی:

- Bell, M, and K Pavitt. "The Development of Technological Capabilities." In *Trade, Technology, and International Competitiveness*, by Irfan Haque, Martin Bell, Carl Dahlman, Sanjaya Lall and Keith Pavitt, 69-101. Washington, D.C.: The World Bank, 1995.
- Bell, Martin, and Paulo N Figueiredo. "Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research." *Canadian Journal of Development Studies* Vol. 33, No. 1 (2012): 14-40.
- Chudnovsky, Daniel, Masafumi Nagao, and Staffan Jacobsson. *Capital goods production in the third world: an economic study of technology acquisition.* Burns & Oates, 1983.
- Dutrénit, Gabriela. "The Transition from Building-up Innovative Technological Capabilities to Leadership by Latecomer Firms." *Asian Journal of Technology Innovation* 15 (2007): 125-149.
- Figueiredo, P. N. "Learning, Capability Accumulation and Firms Differences: Evidence from Latecomer Steel." *Industrial and Corporate Change* 12 (2003): 607-643.
- Hobday, M. "Complex Product vs Mass Production Industries." *Working Paper Prepared for CENTRIM/ SPRU/OU Project on Complex Product Systems*, 1996.
- Hobday, M. "East Asian Latecomer Firms: Learning the Technology of Electronics." *World development* 23 (1995): 1171–1193.
- Hobday, M. "Product complexity, innovation and industrial organisation." *Research Policy* 26 (1998).
- Hwang, C. Y. *The aircraft industry in a latecomer economy: the case of south Korea.* PhD Thesis, Brighton, University of Sussex: SPRU, 2000.
- Johnson, Gerry, Kevan Scholes, and Richard Whittington. *Exploring Corporate Strategy*. 8th. Londen: Prentice Hall, 2008.
- Kiamehr, Mehdi. "Paths of technological capability building in complex capital goods: The case of hydro electricity generation systems in Iran." *Technological Forecasting & Social Change*, 2016: 1-16.
- kim, Linsu. "Building Technological Capability for Industrialization: Analytical Frameworks and korea's Experience." *Industrial and Corporate Change* Vol.8 No.1 (1999): 111-132.
- Kim, Linsu. "Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor." *Organization Science* Vol. 9, No. 4 (1998): 506-521.
- —. *Imitation to Innovation: the Dynamics of Korea's Technological Learning.* Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- Kim, Linsu. "Stages of Development of industrial Technology in a LDC: A model." *Research Policy* 9 (1980): 254-277.

- Kim, Linsu. "The multifaceted evolution of Korean technological capabilities and its implications for contemporary policy." *Oxford Development Studies* (Routledge) 32 (2004): 341-363.
- Lall, S. "Technological Capabilities and Industrialization." *World Development* (Institute of Economics and Statistics, Oxford) Vol. 20, No. 2 (1992): 165-186.
- Latip. *The impact of technological capability on power, trust and inter-firm relationship performance.* PhD Thesis, University of Southern Quensland: For the award of Doctor of Philosophy: School of Management and Marketing, 2012.
- Lee, Joosung J, and Hyungseok Yoon. "A comparative study of technological learning and organizational capability development in complex products systems: Distinctive paths of three latecomers in military aircraft industry." *Research Policy* 44, no. 7 (2015): 1296–1313.
- Lee, K. "Making a Technological Catch-up: Barriers and opportunities." *Asian Journal of Technology Innovation* 13, no. 2 (2005): 97-131.
- Lee, K., and C. Lim. "Technological regimes, catching-up and leapfrogging: the findings from Korean industries." *Reserch Policy* 39, no. 2 (2001): 459-483.
- Magnaye, R., B. Sauser, P. Patanakul, D. Nowicki, and W Randall. "Earned readiness management for scheduling, monitoring and evaluating the development of complex product systems." *International Journal of Project Management, In Press, Corrected Proof, Available online 10*, 2014.
- Majidpour, Mehdi. "International technology transfer and the dynamics of complementarity: A new approach." *Technological Forecasting and Social Change* 122 (2017): 196-206.
- Majidpour, Mehdi. "Technological catch-up in complex product systems." *Journal of Engineering and Technology Management* 41 (2016): 92-105.
- Miles, M. B., and A. M. Huberman. *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook.* SAGE Publication, 1994.
- Miller, Roger, Mike Hobday, Thierry Leroux-Demers, and Xavier Olleros. "Innovation in Complex Systems Industries: the Case of Flight Simulation." *Industrial and Corporate Change* 4, no. 2 (1995): 363-400.
- Millller, R., M. Hobday, T. Lerrox, and X. Olleros. "Innovation in Complex System industries: the case of flight simulation." *Industrial Corporation and change* 4 (1995).

ج– سایت:

–http://www.tabnak.ir