The Relationship between Product Technology and Design Capabilities in a System Integrator Company: The Case of Industrial Generators in MAPNA Group

Mohammad Reza Arasti*[1], Mehdi Esfandiari [2], Mahmoud Reza Haghifam [3], Maryam Faghei [3]

1. Faculty Member of Sharif University
2. MAPNA Group
3. MAPNA Group

*. Corresponding Author: arasti@sharif.edu

Received: 4 March 2024 Revised: 19 August 2024 Accepted: 14 September 2024

Abstract

Possessing product technologies is an inevitable necessity for a catch-up. Latecomers must strengthen their design capabilities to enter the innovation stage. A part of the design capabilities is created by developing and applying product technologies. Despite this necessity, most methods and tools for formulating technology strategy focus on process technologies (embedded in the company's value chain) and ignore product technologies. A precise conceptualization of the relationship between the product technologies and the design capabilities is also required. In this article, while separating product and process technologies, the relationship between design capabilities and product technologies is explained. Also, using the "design thinking" approach, a method for formulating a technology strategy is presented, in which both product and process technologies are considered. The implementation of the proposed method is shown with a practical example of 230-320 MW generators. Using the focus group, the validity of the method has been evaluated. The applicability of the method has been shown by implementing it in 21 subsidiaries of the Mapna group. The theoretical contribution and practical application of the research are discussed and further research is suggested.

Keywords: Design Capability, Product Technology, Catch-up Process, Design Thinking Approach, Focus Group.

Citation: Arasti, M. R., Esfandiari, M., Haghifam, M. R., & Faghei, M. (2024). The relationship between product technology and design capabilities in a system integrator company: The case of industrial generators in MAPNA Group, *Journal of Technology Development Management*, 12(1), 136-178,
https://doi.org/10.22104/jtdm.2024.6779.3280

رابطه میان فناوری محصول و توانمندی‌های طراحی در یک بنگاه یکپارچه‌ساز سامانه: موردکاوی ژنراتورهای صنعتی در گروه صنعتی مپنا

۱. عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف

۲. گروه صنعتی مپنا

۳. گروه صنعتی مپنا

*. نویسنده مسئول: arasti@sharif.edu

دریافت: ۱۴ اسفند ۱۴۰۲ بازنگری: ۲۹ مرداد ۱۴۰۳ پذیرش: : ۲۴ شهریور ۱۴۰۳

چکیده

تسلط به فناوری‌های محصول برای همپایی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. بنگاه‌های متاخر برای ورود به مرحله نوآوری باید توانمندی‌های طراحی را در خود تقویت کنند. بخشی از این توانمندی‌ها از طریق توسعه و بکارگیری فناوری‌های محصول ایجاد می‌شود. علیرغم این ضرورت، اکثر روش‌ها و ابزارهای تدوین استراتژی فناوری تنها به فناوری‌های فرایندی توجه دارند. به علاوه بنظر می‌رسد هنوز مفهوم‌پردازی دقیقی از رابطه میان تسلط بر فناوری-های محصول و ارتقای سطح توانمندی‌های طراحی در فرایند همپایی صورت نگرفته است. در این مقاله، ضمن تفکیک فناوری محصول از فناوری فرایند، رابطه میان توانمندی طراحی و فناوری‌های محصول تبیین شده است. همچنین با استفاده از رویکرد «تفکر طراحی» روشی برای تدوین استراتژی فناوری پیشنهاد شده است که در آن به هر دو دسته از فناوری‌های محصول و فرایند توجه می‌شود. جزییات اجرای روش در قالب یک مثال عملی (ژنراتورهای ۳۲۰ – ۲۳۰ مگاولت آمپر) نشان داده شده است. اعتبار روش پیشنهادی با استفاده از گروه کانونی مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربست‌پذیری آن از طریق پیاده‌سازی در ۲۱ شرکت از زیرمجموعه‌های گروه صنعتی مپنا مورد آزمون قرار گرفته است. دستاوردهای نظری و عملی تحقیق مورد بحث قرار گرفته و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه شده است.

کلمات کلیدی: توانمندی طراحی، فناوری محصول، فرایند همپایی، رویکرد تفکر طراحی، گروه کانونی.

مقدمه

در شرکت‌های پیشروی جهان تدوین استراتژی فناوری و همراستایی آن با استراتژی کسب‌وکار در زمره کلیدی‌ترین موضوعاتی است که مدیران ارشد به آن توجه دارند (آراستی[1] و همکاران، ۱۴۰۰). برنامه‌ریزی دقیق برای فناوری مستلزم آن است که مدیران و برنامه‌ریزان درک درستی از وضعیت منابع -به ویژه منابع فناورانه- و همچنین جهت‌گیری کلان شرکت داشته باشند (رضوی[2] و صمدی انصاری، ۱۳۹۹). تدوین استراتژی فناوری به معنی همراستا کردن اولویت‌های سرمایه‌گذاری در زمینه فناوری با نیازهای فعلی و جهت‌گیری آتی بنگاه است. یکی از جهت‌گیری‌های کلان بنگاه می‌تواند حرکت در مسیر همپایی در یک صنعت خاص باشد.

مطالعات جهانی (برای مثال پارک[3]، ۲۰۱۳) و مطالعات ملی (برای مثال صفدری رنجبر[4] و همکاران، ۲۰۱۷) در خصوص مسیر همپایی فناورانه بنگاه‌های متاخر و نحوه ارتقای توانمندی در آن‌ها نشان می‌دهند که این بنگاه‌ها ابتدا توانمندی تولید و سپس توانمندی نوآوری در فرآیند تولید را در خود تقویت می‌کنند و در آستانه همپایی، به سمت اکتساب توانمندی‌های طراحی محصول گام برمی‌دارند. هدف مقاله حاضر پرداختن به موضوع همپایی نیست؛ بلکه به دنبال تبیین بهتر فرایند تدوین استراتژی فناوری است در زمانی که شرکت وارد فاز طراحی محصول می‌شود؛ موضوعی که در پیشینه تحقیقات حوزه مدیریت فناوری و نوآوری کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

دو دسته فناوری برای طراحی یک محصول (شامل طراحی مفهومی، طراحی پایه، طراحی تفصیلی، نمونه‌سازی[5] و تست) مورد استفاده قرار می‌گیرند. دسته اول فناوری‌ها، ویژه محصول یا سامانه‌ای هستند که موضوع طراحی است و از آن‌ها تحت عنوان «فناوری‌های محصول» یاد می‌شود (گوی[6] و همکاران، ۲۰۲۴). این فناوری‌ها از یک محصول به محصول دیگر تغییر می‌کنند[7]. دسته دوم که از آن‌ها تحت عنوان «فناوری‌های فرایندی» یاد می‌شود، خاص محصول نیستند[8] ما در این تحقیق توجه خود را به فناوری‌های محصول در فرایند طراحی معطوف کرده و در تلاش برای پاسخ به سئوال زیر هستیم:

1. Arasti
2. Razavi
3. Park
4. Safdari Ranjbar
5. Prototyping
6. Gui

۷. گاهی فناوری‌ها میان محصولات مختلف مشترک هستند و هسته مرکزی انواع یا نسل‌های متعددی از محصولات را تشکیل می‌دهند.

۸. به عنوان مثال روش‌ها (فناوری‌ها)ی مختلفی که برای نمونه‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند (مثل پرینت سه بعدی)، می‌توانند برای انواع محصولات و سامانه‌هایی که فرایند طراحی را طی می‌کنند، مورد استفاده قرار گیرند و خاص یک محصول نیستند.

چه رابطه‌ای میان اکتساب توانمندی‌های طراحی و تسلط بر فناوری‌های محصول در یک بنگاه اقتصادی وجود دارد؟

برای این منظور، گام‌های تدوین استراتژی را در یک شرکت بزرگ متاخر مورد بررسی قرار می‌دهیم؛ سازمانی که تجربه برنامه‌ریزی برای توسعه فناوری‌های فرآیندی را در سوابق خود دارد و در گام جدید وارد فاز طراحی محصول شده و به همین دلیل انتخاب فناوری‌های محصول و تصمیم‌گیری در مورد اکتساب آن‌ها برای این شرکت اهمیت پیدا کرده است. گروه صنعتی مپنا بزرگ‌ترین و یکی از معتبرترین شرکت‌های EPC در کشور است؛ یک شرکت تولیدی، صنعتی و بازرگانی بین‌المللی با بیش از چهل شرکت زیرمجموعه که در زمینه احداث نیروگاه‌های حرارتی، اجرای پروژه‌های نفت و گاز و حمل و نقل ریلی و نیز در حوزه‌های برقی‌سازی اتومبیل، سلامت و انرژی‌های تجدیدپذیر فعالیت می‌کند. بعد از سال‌ها تجربه استفاده موفقیت‌آمیز از یک متدولوژی که توسط مشاور مدیریت ADL طراحی و پیاده سازی شده است، در سال ۱۴۰۱ بهبود این متدلوژی در دستور کار شرکت قرار گرفت. نیاز به این بهبود از آنجا ناشی می‌شد که ADL با این پیش فرض متدولوژی تدوین استراتژی فناوری را در گروه مپنا بکارگرفته بود که شرکت‌های زیرمجموعه مپنا محصول یا محصولات خود را بر اساس طراحی انجام شده توسط پیشروان بازار تولید می‌کنند و هدف از توسعه فناوری در این شرکت‌ها تولید محصول با قیمت ارزان‌تر، کیفیت بالاتر یا ترکیبی از این دو است. این پیش فرض باعث شده بود که عمده تمرکز بر فناوری‌های فرایندی باشد و فناوری‌های محصول نادیده گرفته شوند. این در حالی است که گروه صنعتی مپنا گام به فرایند طراحی گذاشته است و محصولاتی را به بازار عرضه می‌کند که تمام یا بخشی از آن‌ها دارای طراحی مستقل (داخلی) هستند و در نتیجه بیش از پیش، نیاز به توجه به فناوری‌های محصول در تدوین استراتژی فناوری احساس می‌شد.

با استفاده از «تفکر طراحی» و پیمودن فرایند سه مرحله‌ای «تعریف مسئله/ ایجاد درک مشترک از نیاز»، «طراحی/ایده‌پردازی» و «آزمایش و اصلاح»، متدولوژی ADL مورد بازنگری قرار گرفت. انجام مراحل سه‌گانه و صحه‌گذاری و اعتبارسنجی نتایج (متدولوژی اصلاح شده) با کمک یک گروه کانونی از خبرگان صورت گرفت. خبرگان مورد نظر قبلا در فرایند اجرای متدولوژی ADL مشارکت داشتند و آموزش‌های نظری و عملی را در این زمینه از ADL دریافت کرده بودند. نتیجه این تحقیق (متدولوژی اصلاح شده) برای همه شرکت‌های مشابه مپنا -که دارای محصولات پیچیده بوده و علاقه‌مند به طی مسیر همپایی از طریق تسلط بر طراحی محصول هستند- مفید و قابل کاربرد است.

در ادامه و در قسمت دوم مقاله، پیشینه پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این قسمت به مرور مفهوم فناوری محصول و فناوری فرایند، مفهوم خوشه‌بندی فناوری‌ها و رابطه میان فناوری محصول و تصمیمات راهبردی بنگاه یکپارچه‌ساز پرداخته می‌شود. در قسمت سوم، روش انجام پژوهش و در قسمت چهارم نتایج پژوهش در قالب یک مثال عملی ارائه می‌شود. بخش پایانی (پنجم) به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و اشاره به بعضی از دستاوردهای نظری و عملی تحقیق و محدودیت‌های آن اختصاص دارد؟

مبانی نظری

پژوهش‌های متعددی به نحوه توسعه و ارتقای توانمندی‌های فناورانه بنگاه‌های متأخر در فرایند همپایی کشـــورهای درحال توسعه می‌پردازند. آراستی و همکاران (۱۴۰۰) با مقایسه و ترکیب یافته‌های مقالات منتشرشده طی سالهای ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۸ میلادی و از طریق به‌کارگیری روش فراترکیب، به این سوال پاسخ داده‌اند که «توانمندی‌های فناورانه موردنیاز در هر مرحله از فرآیند همپایی کدامند؟» نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در مراحل ابتدایی فرایند همپایی، شرکت‌ها به دنبال کسب توانمندی‌های مونتاژ -اعم از مونتاژ قطعات کاملا منفصل و مونتاژ قطعات نیمه منفصل- هستند. در این مرحله همچنین توانمندی‌هایی از قبیل مدیریت پروژه و مدیریت زنجیره تامین را هم به دست می‌آورند. در مرحله دوم، توانمندی‌های فناورانه مرتبط با ساخت قطعات/اجزا را در دستور کار خود قرار می‌دهند. در این مرحله با استانداردهای ساخت نیز آشنا شده و یکپارچه‌سازی محصول را فرا می‌گیرند. مراحل اول و دوم معمولا از طریق تولید تحت لیسانس و استفاده از مستشاران خارجی انجام می‌شود. در مرحله سوم که از آن تحت عنوان «تقلید خلاقانه» یاد می‌شود، طراحی مفهومی و پایه محصول حفظ می‌شود؛ ولی شرکت متاخر تلاش می‌کند تا با ایجاد فضای خلاقیت و نوآوری، تغییراتی در اجزای محصول ایجاد و خود را در زمره شرکت‌های صاحب ایده مطرح کند. در این مرحله، شرکت متاخر معمولاً از طریق همکاری‌های فناورانه با شرکت‌های مطرح در تولید قطعات، توانمندی‌های طراحی تفصیلی، مهندسی فرایند و نمونه‌سازی را کسب می‌کند. در گام آخر (نوآوری)، شرکت متاخر باید به توانمندی‌های مرتبط با طراحی مفهومی و پایه در سطح پیکره‌بندی و نیز اجزای محصول دست یابد. در اینصورت است که می‌تواند به توسعه محصولات کاملا جدید بپردازد. این مهم میسر نخواهد شد مگر از طریق انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه در تراز بین‌المللی.

آنچه با وجود مطالعات پیشین همچنان ناشناخته مانده است، نحوه تکامل هر توانمندی فناورانه در فرآیند همپایی اســـت (آراستی و همکاران، ۱۴۰۰). هدف ما در این پژوهش پرداختن به نحوه تکامل توانمندی طراحی محصول و رابطه آن با تسلط بر فناوری محصول است. برای این منظور لازم است ابتدا مفهوم فناوری محصول و

تفاوت آن با فناوری فرآیند به خوبی تبیین شود. سپس نحوه تصمیم‌گیری در مورد فناوری‌های محصول و رابطه آن با فرایند طراحی مورد بررسی موشکافانه قرار گیرد.

نقش فناوری‌های محصول و فرایند در همپایی

همانطور که اشاره شد، مراحل اولیه فرایند همپایی با تسلط بر فناوری‌های مرتبط با ساخت و مونتاژ همراه است و بنگاه تقلیدکننده تلاش می‌کند محصول/سامانه‌ای که از قبل توسط دیگر بنگاه‌ها (بنگاه‌های پیشرو) طراحی شده است را با کیفیتی بهتر و یا هزینه‌ای کمتر تولید کنند. برای این منظور، بنگاه متاخر باید کارایی و اثربخشی فرایندهای خود را بهبود دهد و این مهم امکان‌پذیر نمی‌شود مگر با تسلط بر فناوری‌های جدید فرایندی؛ فناوری-هایی که بکارگیری آن‌ها باعث بهبود مشخصات محصول می‌شود. در گام‌های بعدی همپایی، بنگاه متاخر وارد فاز طراحی می‌شود. از طراحی‌های جزئی در اجزای محصول/سامانه آغاز شده و به تدریج به طراحی‌های اساسی در اجزا یا پیکره‌بندی گسترش می‌یابد. تسلط بر فرایند طراحی -علاوه بر تسلطی که از قبل بر فرایندهای ساخت و مونتاژ حاصل شده است- نیازمند اکتساب و بکارگیری فناوری‌های جدید در زمینه طراحی، شبیه‌سازی، نمونه-سازی، تست و ... است. این فناوری‌ها همچون سایر فناوری‌های فرایندی ممکن است اختصاصی به محصول یا سامانه نداشته باشند. به عبارت دیگر برای تمام محصولاتی که دارای ویژگی‌های مشابه هستند، مشترکند و از آن‌ها تحت عنوان «فناوری‌های فرایند طراحی» یاد می‌شود. به عنوان مثال استفاده از فناوری پرینت سه بعدی در نمونه‌سازی می‌توان هزینه ساخت نمونه و کیفیت آن را بهبود دهد. این فناوری می‌تواند در ساخت نمونه محصولات متنوع با اشکال، ابعاد و جنس مختلف مورد استفاده قرار گیرد و خاص یک محصول نیست. اما در فرایند طراحی به دسته دیگری از فناوری‌ها نیاز است که خاص محصول/سامانه هستند. عملا در حین فرایند طراحی، متخصصین در مورد اجزای محصول و ویژگی‌های فنی آن‌ها و نیز فناوری‌های نهفته در هر جزء، تصمیم‌گیری می‌کنند. فناوری‌هایی که عملکرد[1] و ویژگی‌های مورد انتظار[2] در محصول را ایجاد می‌کنند. این دسته از فناوری‌ها که از آن‌ها تحت عنوان «فناوری‌های محصول» یاد می‌شود، در زنجیره ارزش بنگاه یافت نمی‌شوند؛ بلکه در اجزای محصول نهفته‌اند[3] و همراه محصول به مشتری عرضه می‌شود (دِوِک[4]، ۲۰۲۲). مشتری محصول را با آن فناوری‌ها

1. Functionality
2. Features/Characteristics
۳. منظور از اجزا در اینجا منظومه‌ای از اجزا است که یک وظیفه (Function) خاصی را در محصول انجام می‌دهند و معمولا از آن تحت عنوان Chunk یاد می‌شود.
4. De Weck

می‌شناسد و درک و طلب می‌کند. بنابراین در فرایند طراحی با دو دسته از فناوری‌ها روبرو هستیم: فناوری‌های فرایندی و فناوری‌های محصول. هر دو دسته از فناوری‌ها نقش کلیدی در مشخصات محصول[۱] و رضایت مشتری دارند.

بنگاه‌هایی که طراحی محصول را خود انجام نمی‌دهند و بر ساخت و مونتاژ سامانه‌های از قبل طراحی شده[۲] متمرکزند، با تصمیم‌گیری در مورد فناوری‌های محصول روبرو نیستند. موضوع انتخاب فناوری محصول و پیچیدگی‌های مرتبط با آن وقتی مطرح می‌شود که بنگاه یکپارچه‌ساز وارد فرایند طراحی سامانه و یا طراحی بعضی از اجزای آن می‌شود. هندرسن[۳] و کلارک[۴] (۱۹۹۰) در تحقیقی که به طور خاص بر نوآوری محصول تمرکز دارد، میان نوآوری در اجزا و نوآوری در معماری محصول تمایز قائل شده‌اند. به زبان ساده، معماری یک محصول طرحی است که به وسیله آن عناصر عملکردی محصول به چانک‌های فیزیکی مرتبط می شوند و به وسیله آن چانک‌ها با هم تعامل دارند. برای دستیابی به عملکرد یا ویژگی‌های خاصی در محصول که رضایت مشتریان را به دنبال داشته باشد، بنگاه اقتصادی نوآوری‌هایی را در سطح معماری یا در سطح اجزا و یا ترکیبی از آن دو انجام می‌دهد. این نوآوری‌ها می‌توانند از نوع اساسی[۵] یا تدریجی[۶] باشند (شکل ۱). تغییر در فناوری‌های محصول معمولا در شرایطی که با نوآوری‌های اساسی در اجزا روبرو هستیم، رخ می‌دهد. البته تغییر اساسی در معماری محصول نیز ممکن است تغییراتی اساسی در بعضی از اجزا را ایجاب کند که منجر به تغییر در فناوری‌های محصول شود.

1. Attributes

۲. منظور طراحی شده توسط دیگر بنگاه‌ها است.

3. Henderson
4. Clark
5. Radical
6. Incremental

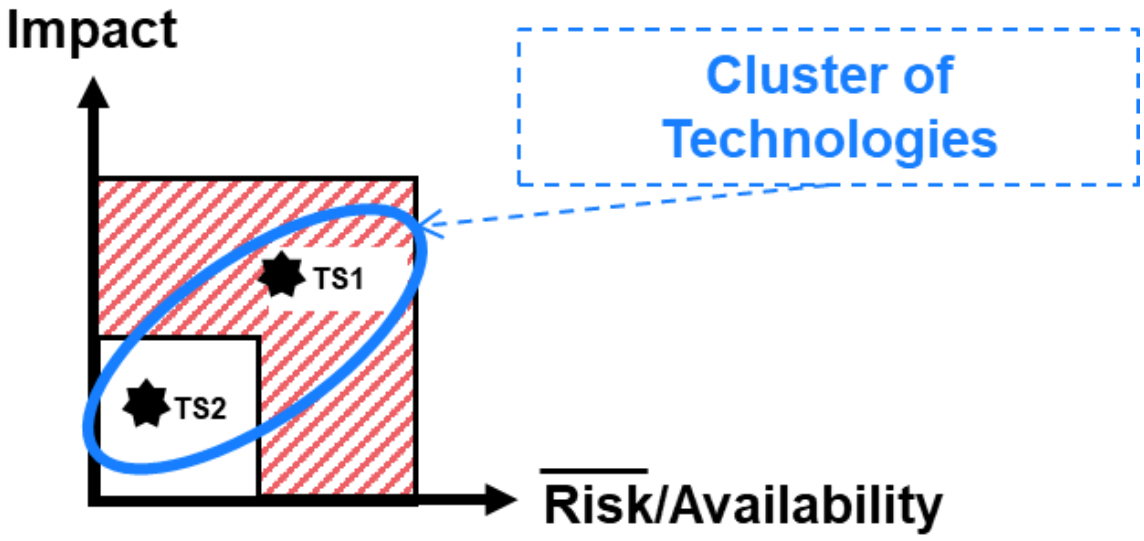
شکل ۱: مدل نوآوری هندرسن و کلارک (۱۹۹۰)

وابستگی میان فناوری‌های محصول در یک سامانه

محصول پیچیده، یک سامانه و یا سامانه‌ای از سامانه ها[1] متشکل از چانک ها و اجزا به هم مرتبط و پیوسته است. وابستگی چانک‌ها به یکدیگر ایجاب می‌کند که اثر تغییر در یک چانک محصول با توجه به ارتباط آن با دیگر چانک‌ها بررسی شود؛ چرا که ممکن است آن تغییر عملکرد یک چانک را بهبود دهد ولی در عملکرد دیگر چانک‌ها اثر منفی داشته باشد؛ به گونه‌ای که شاهد تضعیف عملکرد کلی محصول باشیم. به همین دلیل، تغییر در فناوری-های یک چانک باید با در نظر گرفتن شرایط دیگر چانک‌ها و امکان یکپارچه‌سازی مجدد سامانه صورت گیرد (الزهرنا[2] و همکاران، ۲۰۱۲؛ اسمالینگ[3] و دِوِک، ۲۰۰۷). ممکن است تغییر در فناوری یک چانک تغییر در فناوری چانک‌های دیگر که با آن چانک دارای ارتباط فیزیکی یا عملکردی هستند را نیز ایجاب کند. در چنین شرایطی است که از مفهوم خوشه فناوری[4] استفاده می‌شود و مدیران بنگاه‌های اقتصادی تصمیمات راهبردی در مورد توسعه فناوری را از سطح یک فناوری خاص به مجموعه‌ای به هم پیوسته از فناوری‌ها ارتقا می‌دهند (کیه‌زا[5]،۲۰۰۱). به

1. System of systems
2. Alzaharnah
3. Smaling
4. Technology Cluster
5. Chiesa

عنوان مثال، بنگاه اقتصادی ممکن است ناگزیر به انتخاب فناوری نامطلوب TS2 شود؛ به دلیل آنکه این فناوری و فناوری مطلوب TS1 در یک خوشه قرار دارند و میان آن‌ها وابستگی وجود دارد (شکل ۲). در چنین شرایطی، بنگاه باید کل (همه) خوشه را انتخاب کند یا هیچیک از فناوری های خوشه در اولویت سرمایه‌گذاری قرار نگیرند.



شکل ۲: وابستگی میان فناوری‌ها و مفهوم خوشه فناوری

تصمیم‌گیری در مورد فناوری‌های محصول و رابطه آن با فرایند طراحی

فناوری به خودی خود دارای ارزش نیست؛ بلکه وقتی ارزشمند است که به مزیت رقابتی بنگاه اقتصادی کمک کند. فناوری می‌تواند از مسیرهای زیر مزیت رقابتی پایدار به ارمغان آورد:

- افزایش نرخ معرفی محصولات جدید (آسا[1] و همکاران، ۲۰۲۱)؛
- ارتقای عملکرد محصول موجود (او[2]، بترا[3]، ۲۰۲۱).

ارتباط فناوری با رقابت‌پذیری بنگاه از طریق پاسخ به عوامل کلیدی موفقیت[4] بازار حاصل می‌شود. عوامل کلیدی موفقیت آن دسته از عواملی هستند که توجه به آن‌ها برای موفقیت در یک بازار ضروری است. این عوامل برای همه بنگاه‌های فعال در یک بازار مشخص، یکسان هستند؛ ولی بنگاه‌ها متناسب با توانمندی‌های خود به

1. Asa
2. Aw
3. Batra
4. Key Factors of Success

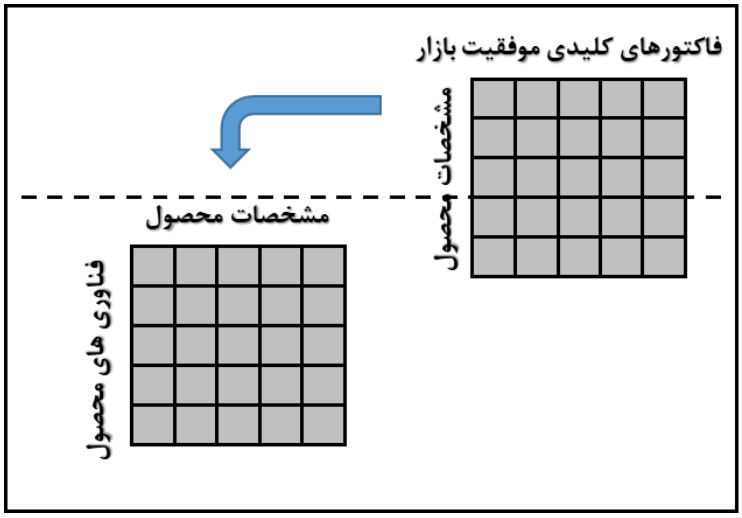
عوامل کلیدی موفقیت پاسخ متفاوتی می‌دهند. این پاسخ که در قالب "ارزش پیشنهادی[1]" داده می‌شود، وجه تمایز بنگاه‌ها را مشخص می‌کند. در واقع، بنگاه‌ها با ارائه ارزش پیشنهادی متفاوت، تلاش می‌کنند خود را نسبت به رقبا متمایز کرده و از این طریق در بازار هدف به مزیت رقابتی برسند (دِویت[2] و میِر[3]، ۲۰۰۴). پایداری مزیت رقابتی به دو موضوع زیر وابسته است:

- میزان تمایزی که ارزش پیشنهادی نسبت به مهم‌ترین رقیب (رقبا) ایجاد می‌کند؛
- امکان حفاظت از ارزش پیشنهادی در مقابل کپی برداری.

بدین ترتیب، هر قدر ارزش پیشنهادی ریشه در توانمندی‌هایی داشته باشد که منحصربفرد بوده و تقلید از آن‌ها دشوارتر باشد، احتمال اینکه مزیت رقابتی پایدارتری را ایجاد کند، بیشتر خواهد بود.

محققین معتقدند که ارزش پیشنهادی نقش واسط را میان نیاز مشتریان (بازار) از یک سو و ویژگی‌های فنی و عملکردی محصول از سوی دیگر ایفا می‌کند (ورمالد[4]، ۲۰۱۵). نیاز بازار که بخش عمده آن در عوامل کلیدی موفقیت متبلور است، معمولا به زبان غیرفنی بیان می‌شود. همانطور که اشاره شد، ارزش پیشنهادی پاسخ بنگاه به عوامل کلیدی موفقیت است. ارزش پیشنهادی از طریق یک محصول/خدمت به بازار عرضه شده و به عوامل کلیدی موفقیت پاسخ می‌دهد. ارزش پیشنهادی تا حد زیادی با ادبیات فنی مطابق با آنچه که معمولا در بروشورها و کاتالوگ‌های فنی درج می‌شود، بیان می‌گردد. به تعبیر دقیق‌تر، ارزش پیشنهادی به ویژگی‌های فنی و عملکردی محصول متصل است و بنگاه‌ها با تغییر در ویژگی‌های محصول تلاش می‌کنند ارزش پیشنهادی بهتر و متمایزی را نسبت به رقبا ارائه دهند. تغییر در ویژگی‌های محصول ممکن است نیازمند نوآوری در اجزا یا معماری محصول باشد و این موضوع به نوبه خود ممکن است تغییر در فناوری‌های محصول را ایجاب کند. بدین ترتیب، فناوری‌های محصول از طریق چند واسطه در ایجاد مزیت رقابتی نقش ایفا می‌کنند (شکل ۳).

1. Value Proposition
2. De Wit
3. Meyer
4. Wormald



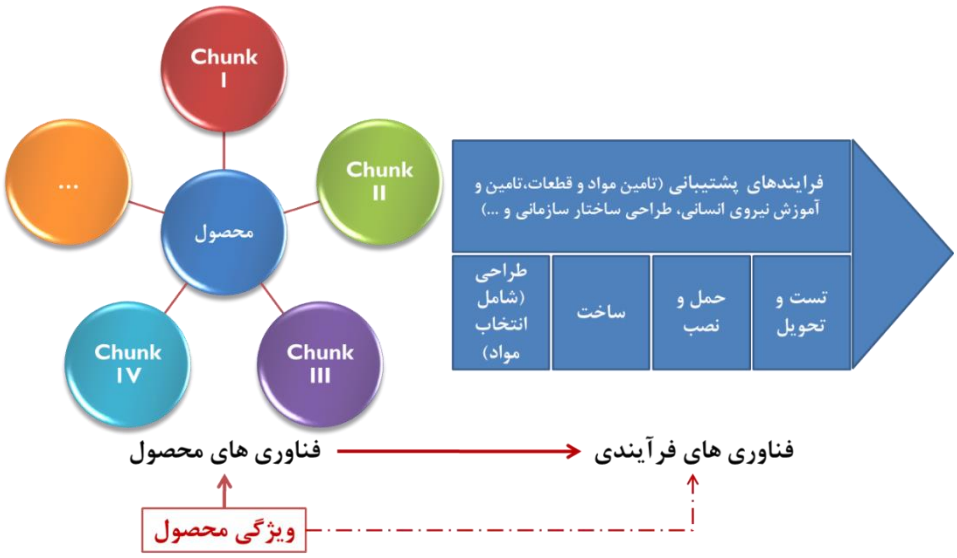
شکل ۳: رابطه میان فاکتورهای کلیدی موفقیت، مشخصات محصول و فناوری‌های محصول (برگرفته از ریول[1] و موران[2]، 1998)

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، ویژگی‌های فنی و عملکردی محصول با فناوری‌های محصول ارتباط مستقیم دارند. این ویژگی‌ها در درجه اول از طریق نوآوری در چانک‌های محصول[3] تامین می‌شوند که ممکن است همراه با تغییر در فناوری‌های محصول باشد[4]. بهبود و ارتقای ویژگی‌های محصول از طریق تغییر در زنجیره ارزش بنگاه و توسعه فناوری‌های فرایندی نیز امکان‌پذیر است. به علاوه، تغییر در فناوری‌های محصول ممکن است تغییر در فناوری‌های فرایندی را نیز ایجاب کند. در اکثر اوقات تغییر در فناوری‌های محصول با تغییرات اساسی (رادیکال) در جزء مربوطه همراه است و این تغییرات اساسی ممکن است فرایند تولید آن جزء را نیز دستخوش تغییر کند؛ که نهایتا به تغییر در فناوری‌های فرایند تولید آن جزء منجر شود.

1. Revelle
2. Moran
3. Chunks

Chunk زیر مجموعه‌ای از محصول است که ویژگی عملکردی (Function) خاصی را در محصول بر عهده دارد یا ویژگی فنی (Feature/Characteristics) خاصی را تامین می‌کند. Chunk معمولا از چند جز کوچک‌تر (Component) تشکیل شده است.

۴. فناوری‌های محصول را باید در اجزای کلیدی محصول (Chunks) جستجو کرد؛ همانطور که فناوری‌های فرایندی را باید در فعالیت‌های اصلی زنجیره ارزش بنگاه جستجو کرد.



شکل ۴: رابطه میان فناوری‌های محصول و فرایند با اجزا (Chunks) و زنجیره ارزش فعالیت‌ها در یک بنگاه اقتصادی

در این بخش با مفهوم فناوری محصول و فناوری فرایندی و تفاوت آن‌ها آشنا شدیم. همچنین نقش این فناوری‌ها در فرایند طراحی محصول مورد بحث قرار گرفت. وابستگی متقابل فناوری‌های محصول و ضرورت توجه به خوشه‌بندی فناوری‌ها را مورد بحث قرار دادیم. نهایتا فرایند کلی تصمیم‌گیری در مورد اولویت‌های سرمایه‌گذاری در حوزه فناوری را تشریح کردیم. اما، پیاده‌سازی این فرایند در عمل نیازمند مشخص شدن جزییاتی است که در پیشینه تحقیق به آن پرداخته نشده است. به علاوه این فرایند متاثر از شرایط خاص بنگاه بوده و تنها از طریق بکارگیری آن در چند شرکت با ویژگی‌های مختلف می‌توان از تعمیم‌پذیری آن اطمینان حاصل کرد. در بخش‌های بعد، روش بکارگرفته شده برای طراحی جزییات فرایند تدوین استراتژی فناوری و نحوه پیاده‌سازی آن در ۲۱ شرکت از زیرمجموعه‌های گروه صنعتی مپنا توضیح داده شده و با کمک یک مثال کاربرد روش پیشنهادی در عمل نشان داده خواهد شد.

روش پژوهش

همانطور که اشاره شد، تسلط به فناوری‌های محصول وقتی اهمیت پیدا می‌کند که بنگاه متاخر در مراحل همپایی وارد فاز طراحی شود و برای دستیابی به عملکرد مورد انتظار بازار تصمیم به ایجاد تغییرات اساسی در اجزا یا پیکره‌بندی سامانه داشته باشد. برای تدوین یک متدولوژی علمی و منسجم برای انتخاب و اولویت‌بندی

فناوری‌های محصول متناسب با نیازهای بازار و مشتریان، از رویکرد «تفکر طراحی[1]» استفاده شده است. تفکر طراحی، فرایندی گام به گام برای حل مسئله است که در تحقیقات کیفی میان رشته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رویکرد از تعریف مسئله آغاز می‌شود که در آن فرضیات اولیه به چالش کشیده می‌شوند، مشکلات از زاویه‌ای متفاوت مورد توجه قرار می‌گیرند و مجددا تعریف می‌شوند. به همین دلیل ممکن است به راه‌حل‌هایی خلاقانه برای حل مسئله دست پیدا کنیم که با درک اولیه ما سازگار نباشند.

تفکر طراحی فرایندی تکرار شونده و شامل سه گام کلی به شرح زیر است (بندر-سالازار[2]، ۲۰۲۲):

- ایجاد همدلی یا درک مشترک از مسئله/نیاز: مرحله اول در فرایند تفکر طراحی، تلاش برای دستیابی به یک درک کامل از مشکلی است که قصد حل آن را داریم. این امر با مشاوره با کارشناسان در مورد مسئله مورد نظر آغاز و با استفاده از جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات به تعریف دقیق از مسئله مورد نظر منتهی می‌شود؛
- طراحی/ایده‌پردازی: در دومین مرحله از فرایند تفکر طراحی، تیم طراح تلاش می‌کند تا خارج از چارچوب‌های رایج، درباره مسئله تعریف‌شده فکر کند و راه‌حل‌های جدیدی را برای حل آن پیشنهاد دهد؛
- آزمایش و اصلاح: در آخرین مرحله از رویکرد تفکر طراحی، تلاش می‌شود تا ایده‌های مطرح شده در گام دوم به محک آزمایش گذاشته شده و از تجربیات کاربران، شرایط استفاده، طرز تفکر، رفتار و احساس آنان درمورد راه‌حل‌های پیشنهادی، برای انجام تغییرات و اصلاحات استفاده شود.

توجه به این نکته ضروری است که مراحل سه‌گانه تفکر طراحی همیشه متوالی نیستند، از دستور خاصی پیروی نمی‌کنند و می‌توانند به‌صورت موازی رخ دهند و تکرار شوند.

برای اعتبارسنجی متدولوژی به دست آمده از اجرای «تفکر طراحی»، از روش «گروه کانونی[3]» استفاده شده است. در این روش که از جمله روش‌های تحقیق کیفی به شمار می‌رود از گروه کوچکی از خبرگان خواسته می‌شود تا به سؤالات در یک محیط تعدیل شده پاسخ دهند. این خبرگان به دلیل ویژگی‌های جمعیت شناختی مشترکی که دارند، انتخاب شده و به سوالاتی از قبل طراحی شده برای قضاوت در مورد موضوعی مشخص پاسخ می‌دهند. گروه کانونی از جمله روش‌های تحقیق تأییدی است. به عبارت دیگر، معمولا در شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد

1. Design Thinking
2. Bender-Salazar
3. Focus Group

که یک نتیجه یا خروجی اولیه‌ای وجود دارد و صحت آن محل سئوال و بحث است. به همین دلیل، برای انجام تحقیقات توضیحی مفید خواهد بود، جایی که اطلاعات محدودی در دسترس است و سئوال از نوع بله و خیر نیست؛ بلکه توضیح افراد شرکت کننده در گروه کانونی و بحث میان آن‌ها است که می‌تواند به روشن‌تر شدن موضوع و غنای نتایج کمک کند. روش گروه کانونی بازخوردی ظریف‌تر و طبیعی‌تر نسبت به مصاحبه‌های فردی ارائه می‌کند و اجرای آن نسبت به طراحی آزمایش[1] یا نظرسنجی[2] -که سازماندهی وسیعی نیاز دارند، ساده‌تر است (آدامز[3] و کاگز[4]، ۲۰۰۸).

در این تحقیق از یک گروه کانونی ۷ نفره استفاده شده است؛ افرادی که در ارتباط با توسعه محصول و برنامه‌ریزی فناوری تجربه عملی ارزشمندی داشتند. دیگر وجه اشتراک این افراد، آشنایی ایشان با محصولات پیچیده و فرایند طراحی و ساخت این محصولات بود که اجازه می‌داد حس دقیقی از موضوع تحقیق داشته باشند. هر یک از متخصصین از یکی از زیرمجموعه‌های گروه مپنا انتخاب شدند تا بتوانند دانش و تجربه خود را در ارتباط با محصولات مختلف به اشتراک بگذارند. نقطه اشتراک سوم اعضای گروه کانونی، تسلط ایشان به متدولوژی ADL بود. همانطور که در مقدمه اشاره شد، ADL روشی را برای تدوین استراتژی فناوری مبتنی بر استراتژی‌های کلان در گروه مپنا به اجرا درآورده بود. نظر به اینکه هدف از این پژوهش اصلاح و تکمیل متدولوژی ADL بود، اعضای گروه کانونی از افرادی انتخاب شدند که در پروژه ADL حضور داشتند، آموزش‌های لازم را فراگرفته و در اجرای آزمایشی مشارکت کرده بودند[5].

استفاده توامان از گروه کانونی و تفکر طراحی اجازه داد تا مراحل درک مشترک از مسئله، طراحی/ایده‌پردازی و آزمایش و اصلاح را به کمک و با تایید خبرگان انجام دهیم. در ابتدا مسئله اصلی با گروه کانونی در میان گذاشته شد. همانطور که در بخش‌های قبلی مقاله اشاره شد، مسئله اصلی عدم توجه به فرایند طراحی در متدولوژی اجرا شده توسط ADL در گروه صنعتی مپنا بود. به عبارت دیگر ADL با این پیش فرض متدولوژی تدوین استراتژی فناوری را در زیربخش‌های گروه مپنا طراحی و اجرا کرده بود که شرکت‌های زیرمجموعه محصول یا محصولات

1. Experimental
2. Survey
3. Adams
4. Cox

۵. موسسه Arthur D. Little که یکی از مشاوران مطرح و معتبر بین‌المللی است (https://www.adlittle.com/en)، پروژه‌ای را در زمینه تدوین استراتژی فناوری در گروه صنعتی مپنا در دهه ۱۳۹۰ شمسی اجرا کرده است. در حین این پروژه تعدادی از مدیران و کارشناسان با متدولوژی ADL آشنا شده اند. گروه کانونی از میان افرادی انتخاب شد که دوره‌های آموزشی ADL را گذرانده و در عمل با اجرای پروژه پایلوت به متدولوژی این موسسه مسلط شده‌اند.

خود را بر اساس طراحی انجام شده توسط پیشروان بازار تولید می‌کنند و هدف از توسعه فناوری در این شرکت‌ها تولید محصول با قیمت ارزان‌تر، کیفیت بالاتر یا ترکیبی از این دو است. این در حالی است که گروه صنعتی مپنا قدم به فاز طراحی گذاشته است و محصولاتی را به بازار عرضه می‌کند که تمام یا بخشی از آن‌ها دارای طراحی مستقل (داخلی) هستند. به همین دلیل نیاز به اصلاح متدولوژی ADL وجود دارد. تعریف دقیق مسئله و شناسایی ابعاد مختلف آن طی جلسات متعددی با حضور خبرگان گروه کانونی انجام شد.

در گام دوم، چارچوب اولیه‌ای برای حل مسئله مورد نظر و تکمیل و اصلاح متدولوژی ADL مبتنی بر یافته‌های علمی (تحقیقات قبلی) تدوین شد و به صورت مرحله‌ای در معرض قضاوت خبرگان قرار گرفت. این مراحل به رنگ‌های مختلف در شکل ۵ نشان داده شده‌اند. در مرحله اول، نحوه تحلیل اطلاعات مربوط به بازار و روش تعیین فاکتورهای کلیدی موفقیت، ارزش‌های پیشنهادی بنگاه، زمان‌بندی عرضه ارزش‌ها به بازار و نیز نقش محوری گروه محصول-مشتری در این زمینه مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله دوم، تصمیم‌گیری‌های مربوط به محصول شامل تعیین ویژگی‌های فنی محصول بر اساس ارزش‌های پیشنهادی، نحوه اولویت‌بندی ویژگی‌ها و نیز زمان‌بندی آن‌ها متناسب با زمان‌بندی ارزش‌های پیشنهادی مورد بحث و تبادل نظر قرار گرفت. عملا در این مرحله علاوه بر تحلیل اطلاعات محصول، تلاقی آن با اطلاعات بازار مورد توجه بودند. در مرحله سوم، فرایند تصمیم‌گیری در مورد فناوری مبنای بحث و تبادل نظر خبرگان بود. گروه کانونی ابتدا نحوه شناسایی و انتخاب فناوری‌های محصول از طریق چانک‌ها و سپس شناسایی و اولویت‌بندی فناوری‌های فرایندی از طریق بررسی زنجیره ارزش بنگاه را ارزیابی کرد. زنجیره ارزش شامل فعالیت‌های طراحی، ساخت، مونتاژ و تست چانک‌ها و اجزای تشکیل دهنده آن‌ها می‌شد. در مرحله آخر، کل فرایند از منظر انسجام و همراستایی مراحل سه گانه مورد ارزیابی قرار گرفت. به ویژه اتصال زنجیره ارزش به چانک‌ها، اتصال چانک‌ها به مشخصات و ویژگی‌های فنی محصول، همراستایی ویژگی‌های فنی با ارزش‌های پیشنهادی و از آن طریق با فاکتورهای کلیدی موفقیت بازار نیاز به بررسی مجدد داشت. همچنین نقطه نظر خبرگان در رابطه با سازگاری چارچوب پیشنهادی (شکل ۵) با متدولوژی ADL مورد بررسی قرار گرفت و اصلاحات لازم در چارچوب پیشنهادی انجام شد.

مرحله سوم فرایند تفکر طراحی (آزمایش و اصلاح) نیز با حضور گروه کانونی همراه بود. خبرگان در کنار تیم اجرا نحوه پیاده‌سازی متدولوژی اصلاح شده (متدولوژی پیشنهادی برای اصلاح روش ADL) را از نزدیک مشاهده و بررسی کردند. در این مرحله متدولوژی جدید در ۲۱ شرکت از زیرمجموعه‌های گروه صنعتی مپنا به اجرا درآمد. برای آموزش کارشناسان شرکت‌ها و هدایت ایشان در اجرای صحیح متدولوژی، چهار کارگاه آموزشی طراحی و

برگزار شد. در هر کارگاه نتایج بکارگیری بخشی از متدولوژی در ۲۱ شرکت پایلوت مورد بررسی قرار گرفت و آموزش‌های لازم برای اجرای مرحله بعد به کارشناسان داده شد. در کارگاه چهارم (آخر) انسجام کلی متدولوژی و یکپارچگی نتایج حاصل شده از مراحل مختلف متدولوژی مورد بررسی قرار گرفت. در تمام کارگاه‌های برگزار شده، خبرگان گروه کانونی حضور داشتند و نقطه نظرات خود را بیان کردند. به علاوه در انتهای فرایند (پس از برگزاری کارگاه چهارم) در جلسه‌ای جداگانه پیشنهادهای اصلاحی خود را در مورد متدولوژی ارائه کردند.

شکل ۵: فلوچارت بررسی چارچوب اصلاح شده در گروه کانونی

لازم به ذکر است که ۲۱ شرکت پایلوت از بخش‌های تولیدی و خدماتی، از میان شرکت‌های تولید کننده محصولات با درجه پیچیدگی متفاوت و از میان شرکت‌های با سایز کوچک و بزرگ انتخاب شدند تا آثار نوع محصول/خدمت، سایز و شرایط خاص بنگاه‌ها در اجرای متدولوژی پیشنهادی مورد بررسی قرار گیرد.

در بخش بعد متدولوژی اصلاح شده با استفاده از یک مثال واقعی تشریح می‌شود.

یافته‌ها: شناسایی فناوری‌های راهبردی در تولید ژنراتور و الکتروموتور در گروه مپنا

شرکت مپنا در سال ۱۳۷۲ کار خود را به عنوان پیمان کار عمومی[1] در صنعت نیروگاهی آغاز کرد. این شرکت از شایستگی[2] محوری در زمینه مدیریت پروژه‌های بزرگ برخوردار بود که ساخت و راه‌اندازی نیروگاه‌ها را مطابق با درخواست و طرح ارائه شده توسط کارفرما امکان‌پذیر می‌کرد. البته در اجرای پروژه‌ها، شرکت‌های مهندسی مشاور نیز به عنوان همکار مشارکت داشتند. پس از انجام چندین پروژه که به شکل‌گیری تیمی از متخصصان نیروگاه از سراسر کشور و یادگیری جمعی ایشان از طریق انجام دادن فعالیت‌ها[3] و از طریق استفاده کردن از دانش دریافت شده[4] انجامید، فعالیت شرکت از پیمان کاری عمومی به پیمانکاری EPC[5] نیروگاه‌ها تغییر یافت. بدین ترتیب، فعالیت طراحی که قبلا توسط همکاران تجاری (شرکت‌های مهندسی مشاور) انجام می‌شد، به فعالیت‌های اصلی شرکت -در کنار تأمین تجهیزات و احداث نیروگاه‌ها- اضافه شد.

برداشتن اولین گام در ساخت تجهیزات نیروگاهی

شرکت در طی دهه ۷۰ شمسی، تجهیزات و ماشین‌آلات اصلی نیروگاه را از تأمین‌کنندگان خارجی و در موارد معدودی از تأمین‌کنندگان داخلی خریداری می‌کرد. اما خیلی زود متوجه شد که ارزش افزوده فراوانی در ساخت تجهیزات و ماشین آلات وجود دارد. به همین دلیل، در نیمه دوم دهه ۷۰ شمسی بر اساس یک تصمیم استراتژیک، ساخت تجهیزات اصلی نیروگاه را در دستور کار خود قرار داد. بدین ترتیب ضمن حفظ کسب و کار پیمانکاری EPC، به کسب و کار ساخت تجهیزات نیز وارد شد. در همین راستا، شرکت‌های زیرمجموعه تولید کننده توربین، ژنراتور، بویلر، پره توربین، سیستم های کنترل، حفاظت، ابزار دقیق، برج خنک کن و ... تاسیس شدند. اگرچه شرکت تجربیات زیادی در پیمانکاری EPC نیروگاه‌ها داشت؛ اما این تجربه برای طراحی و ساخت تجهیزات و ماشین آلات نیروگاهی کفایت نمی‌کرد و توانمندی‌های لازم برای انجام آن وجود نداشت. در راستای نیل به این هدف (احداث کارخانجات تولیدی برای ساخت تجهیزات و ماشین‌آلات مربوط به نیروگاه‌ها)، نیاز به دریافت دانش و توانمندی‌های فنی از خارج کشور بود. تعامل با شرکت‌ها و موسسات صاحب فناوری خارجی فصل جدیدی از رشد سریع شرکت را رقم زد.

1. General Contractor
2. Competency
3. Learning by doing
4. Learning by using
5. Engineering, Procurement, Construction

دریافت دانش و فناوری‌های مورد نیاز برای ساخت تجهیزات اصلی نیروگاه به صورت یکجا (کلید در دست[1]) از شرکت‌های خارجی، وابستگی زیادی را به آن شرکت‌ها ایجاد می‌کرد و این موضوع با جهت‌گیری‌های شرکت مپنا در تضاد بود. به همین دلیل، تصمیم مدیران ارشد شرکت بر آن شد که با عقد قراردادهای حق بهره‌برداری (لیسانس)، دانش فنی مورد نیاز برای ساخت اجزای اصلی نیروگاه را از شرکت‌های مختلف صاحب فناوری دریافت کنند و از طریق یادگیری عمیق و نوآوری، به تدریج وابستگی خود را به دارنده فناوری کاهش دهند. در همین راستا، از سیزده شرکت در ده کشور شامل آلمان، ایتالیا، سوئیس، فرانسه، مجارستان، اوکراین، کره جنوبی، کانادا، اسپانیا و بلژیک لیسانس دریافت شد. بخش زیادی از دانش فنی مورد نیاز به صورت صریح[2] از طریق اسناد مهندسی و بخشی دیگر به صورت ضمنی[3] از طریق حضور سوپروایزرهای مقیم شرکت‌های دهنده لیسانس و حضور کارشناسان شرکت مپنا در محل کارخانه آن‌ها و آشنایی با فرآیند های ساخت و تولید آنها منتقل شد.

با بزرگ شدن شرکت و الحاق شرکت‌های مختلف به آن، ساختار شرکت به گروه ارتقاء یافت و قراردادهای لیسانس توسط شرکت‌های زیرمجموعه در حوزه های تخصصی هدایت می‌شد. تجربه و دانش کسب شده از اجرای پروژه‌های نیروگاهی، این توانمندی را به گروه می‌داد که بتواند یکپارچه‌سازی محصولات تولید شده توسط شرکت-های زیر مجموعه خود را در قالب یک نیروگاه به انجام برساند. در عین حال، برای اطمینان از عملکرد صحیح و قابلیت اطمینان سامانه جدید، اولین چرخه فرآیندی نیروگاه طراحی شده با اجزای ساخت شرکت‌های زیر مجموعه گروه، به وسیله سه شرکت اروپایی بررسی، کنترل و صحه گذاری شد.

حرکت به سمت نوآوری خلاقانه در اجزای محصول تحت لیسانس

با تجمّع دانش و تجربه در طی سال‌هایی که شرکت‌های تولیدی گروه در حال ساخت محصولات تحت لیسانس بودند، این نیاز در شرکت احساس شد که می‌بایست وارد فاز طراحی اجزا شود. به همین دلیل، در سال ۱۳۸۶ معاونت تحقیق و توسعه در گروه ایجاد و به تبع آن واحدهای تحقیق و توسعه در شرکت‌های تابعه شکل گرفتند. این واحدها با تشکیل تیم‌هایی از بهترین متخصصان با تجربه و بهترین فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌های برتر ایران، متولی اصلی دستیابی به دانش فنی طراحی محصول شدند. در این راستا، همکاری‌های فناورانه با موسسات و مراکز تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و شرکت‌های مهندسی مشاور داخلی و خارجی در دستور کار قرار گرفت.

1. Turn-Key
2. Explicit
3. Tacit

در سال‌های ابتدایی، موضوع اصلی تعریف و انجام پروژه در این واحدها، شناسایی چانک‌ها (زیر سیستم ها) و اجزای محصول تولیدی تحت لیسانس و نحوه کارکرد و ارتباط اجزا با یکدیگر بود. بدین منظور، تعداد زیادی پروژه به صورت هدفمند تعریف و انجام شدند. از سوی دیگر همزمان با انجام این رشته از فعالیت‌ها توسط شرکت‌های گروه، از آنجا که چند سالی از تولید محصولات تحت لیسانس می‌گذشت و بهبودهایی در نمونه‌های مشابه شرکت-های رقیب اتفاق افتاده بود، از طرف مشتریان و بازار درخواست‌هایی مبنی بر بهبود راندمان و کارکرد محصولات شرکت‌های گروه دریافت می‌شد. لذا شرکت‌های گروه به فعالیت طراحی به منظور تغییر در اجزا و چانک‌های محصول خود پرداختند. این تغییرات نه تنها در چانک‌ها؛ بلکه به تبع آن در فرآیند تولید چانک‌ها اتفاق می‌افتاد. نوآوری‌ها در اجزای محصول[1] و به صورت تدریجی[2] انجام شدند و طی چند سال تعداد زیادی از بهبودها پدید آمد که بعضی از آن‌ها به ثبت اختراع نیز منجر شدند.

تغییر در اجزای سیستم، باعث ارتقای توانمندی یکپارچه‌سازی گروه شد. تغییرات و بهبودهای اعمال شده در اجزا، توسط واحدهای ستادی در سطح گروه، نظارت و یکپارچه می‌شد؛ چرا که نیروگاه یک سیستم پیچیده است و بهبود در یک جزء می‌بایست با توجه به آثار و پیامدهایی که ممکن است در دیگر اجزا داشته باشد، صورت گیرد. برای پرهیز از آثار زیانبار تغییر در یک جزء بر دیگر اجزای سیستم، گروه صنعتی مپنا می‌بایست دانش فنی خود را در زمینه یکپارچه‌سازی ارتقا می‌داد. از دیگر توانمندی‌هایی که واحدهای مهندسی و تحقیق و توسعه در این مرحله به دست آوردند، می‌توان به نوآوری در فرایند ساخت اجزای محصول اشاره کرد که میزان ارزبری محصولات را بطور قابل توجهی کاهش داد.

در انجام پروژه‌های مهندسی و تحقیق و توسعه بر روی محصولات پیچیده، شرکت‌های زیرمجموعه دریافتند که بنیادی‌ترین عامل در رشد گروه و کاهش فاصله با شرکت‌های معتبر بین‌المللی، فناوری است. لذا از ابتدای ده ۹۰ شمسی، گروه با استفاده از تجربه مشاوران تراز اول بین‌المللی و داخلی، تلاش‌های زیادی را در فهم بهتر از فناوری و تدوین استراتژی فناوری برای محصولات و خدمات خود انجام داده و سپس این تلاش‌ها را به شرکت‌های زیرمجموعه اشاعه داد. طی یک ده فرهنگ‌سازی و توانمندسازی، شرکت‌های زیرمجموعه درک و تحلیل بهتری از فناوری‌های مورد استفاده و مورد نیاز خود پیدا کردند و همچنین برنامه‌ریزی مناسبی برای کاهش شکاف فناورانه در محصولات و خدمات خود با شرکت های برتر و صاحبان فناوری انجام دادند و به اجرا گذاشتند.

1. Component
2. Incremental

در آستانه طراحی و ساخت محصول مستقل

با رشد و توسعه فناوری‌های نوظهور[۱] و فناوری های تحول آفرین[۲] و استفاده از آن‌ها در شرکت های نوآور و پیشروی صنعت نیروگاهی، این شرکت ها هر چند سال یکبار کلاس جدیدی از نیروگاه‌ها را ارائه می‌کنند. کلاس های جدید نیروگاهی بر اساس تغییراتی در اجزای نیروگاه مانند توربین، ژنراتور و ... بدست می آیند و بعضاً این تغییرات در معماری[۳] محصول بوده و بنیادین[۴] هستند. شرکت‌های دنباله رو[۵] می‌توانند در مواجه با این تحول دو رویکرد مختلف را دنبال کنند. بر اساس رویکرد اول، آن‌ها می‌توانند حق بهره‌برداری از فناوری‌های جدید را از صاحبان فناوری دریافت کرده و به تولید تحت لیسانس بپردازند. آن دسته از شرکت‌های دنباله روی هوشمند[۶] که به دنبال همپایی[۷] با شرکت‌های پیشرو هستند، می‌توانند در رویکردی متفاوت (رویکرد دوم) با رصد محصولات جدید و شناسایی فناوری‌های نوظهور، توانمندی‌های خلق فناوری را در داخل شرکت ایجاد کرده و محصولات جدید را بر اساس توانمندی‌های خود تولید و به بازار عرضه کنند.

همانطور که در بخش ۴-۲ اشاره شد، ده ۹۰ شمسی در گروه صنعتی مپنا با بهبودهای تدریجی بر روی اجزای نیروگاه و ارتقای عملکرد کلی نیروگاه مصادف بود. اما با عرضه کلاس‌های جدید نیروگاه به بازارهای بین‌المللی توسط شرکت‌های پیشرو، به تدریج نیاز به ایجاد تغییرات اساسی و عرضه نیروگاه‌هایی با معماری و عملکرد متمایز پدید آمد و مشتریان محصولات کاملا جدید را طلب کردند. در چنین شرایطی، حرکت همپا با شرکت‌های پیشرو نیازمند توسعه محصولات جدید بود. برای این منظور، شرکت نه تنها می‌بایست به معماری محصول، یکپارچه‌سازی چانک‌های آن و نیز فناوری‌های محصول مسلط شود؛ بلکه تسلط به فناوری‌های فرایندی و انجام نوآوری‌های اساسی در فرایند ساخت اجزا و مونتاژ ابرمحصول (نیروگاه) نیز اهمیت پیدا می‌کرد. در همین راستا، اقدامی هماهنگ توسط گروه در میان شرکت‌های زیرمجموعه -که سازنده اجزای نیروگاه هستند، آغاز شد تا محصولاتی مستقل و بر اساس توان داخلی شرکت‌ها طراحی و ساخته شود. ژنراتور یکی از اجزای نیروگاه را تشکیل می‌دهد و نوآوری در این جزء می‌تواند در عملکرد کلی نیروگاه و عرضه نیروگاه‌های جدید نقش تعیین کننده‌ای داشته باشد. در ادامه به شرح اقدامات انجام شده در رابطه با ژنراتورهای نیروگاهی می‌پردازیم.

1. Emerging
2. Disruptive Technologies
3. Architecture
4. Radical
5. Follower
6. Smart Follower
7. Catch up

زیرمجموعه تولید کننده ژنراتور

همانطور که اشاره شد، همپایی با پیشروان صنعت نیازمند تسلط به فرایند طراحی محصول در سطح معماری و در سطح اجزاء است. برای تسلط بر فرایند طراحی محصول، شرکت باید به فناوری‌های محصول مسلط شود. تغییر در فناوری‌های محصول می‌بایست بر مبنای نیاز مشتریان و عوامل کلیدی موفقیت بازار انجام شود. در این بخش تلاش می‌شود که فرایند توسعه فناوری‌های محصول به کمک یک مثال واقعی تشریح شود[1]. موردکاوی انتخاب شده مربوط به زیرمجموعه‌ای از گروه صنعتی مپنا است که انواع ژنراتور و الکتروموتورهای صنعتی را که شامل موارد زیر است، طراحی، تولید و در بازارهای داخلی و خارجی عرضه می‌کند:

- الکتروموتورهای القایی ولتاژ پایین- متوسط- بالا
- ژنراتورهای نیروگاهی گازی و سیکل ترکیبی
- ژنراتور های صنعتی

مرور این مطالعه موردی نشان می‌دهد که چگونه برای پاسخ به نیاز بازار، بنگاه اقتصادی وارد فرایند طراحی می‌شود و در حین طراحی به این نتیجه می‌رسد که باید بعضی از فناوری‌های محصول و به تبع آن بعضی از فناوری‌های فرایند ساخت و مونتاژ محصول خود را تغییر (توسعه) دهد. در ادامه به تشریح گام‌های طی شده بر اساس چارچوب پیشنهادی می‌پردازیم.

بخش‌بندی بازار

یک شرکت برای تحلیل بهتر محیط صنعت، بازارهای مربوط به محصولات خود را بر اساس سلایق و نیازهای مشترک مشتریان به بخش‌های متمایزی تقسیم می‌کند و اساساً دلیل این بخش‌بندی بازار[2]، تفاوت آشکار و بعضاً متضاد خواسته‌های مشتریان در این بخش‌ها است. شرکت زیرمجموعه تولید کننده ژنراتور و الکتروموتور گروه صنعتی مپنا، دارای بازارهای متنوعی است و مطابق با جهت‌گیری‌های آتی خود، بازارهای جدیدی را نیز هدف قرارداده و قرار است در سال‌های آینده محصولاتی را در آن بازارها عرضه کند. این مشتریان بالقوه و بالفعل بر اساس نیاز های اصلی مشترک آنها به دسته‌بندی‌های مختلفی تقسیم‌بندی شده‌اند (جدول ۱).

---

۱. جزییات به دلیل حفظ محرمانگی تغییر داده شده است.

2. Market Segmentation

جدول ۱: بخش‌بندی بازار شرکت تولید کننده ژنراتور و الکتروموتور وابسته به گروه صنعتی مپنا

ردیف	بخش بازار	
	سطح ۱	سطح ۲
۱	صنایع نیروگاهی	داخل کشور
		خارج کشور
۲	نفت و گاز	
۳	صنایع آب و پساب	
۴	صنایع خودرو	

عوامل کلیدی موفقیت

محصولات و خدمات یک شرکت برای رفع نیازها و تامین خواسته‌های دسته‌ای از مشتریان تولید می‌شوند که از قبل هدف‌گذاری شده‌اند. در واقع نیازها، خواست‌ها و الزامات بازار هدف، ویژگی‌ها و مشخصات محصول/خدمت را تعیین می‌کند و محرک اصلی در طراحی، تولید و عرضه محصول/خدمت به بازار است. خواست‌ها، نیازها و الزامات بازار هدف را می‌توان به «عوامل کلیدی موفقیت» بازار ترجمه کرد. عوامل کلیدی موفقیت خاص هر بخش از بازار است. به عبارت دیگر، این عوامل از یک بخش بازار به بخش دیگر و نیز در یک بخش خاص، از یک زمان به زمان دیگر تغییر می‌کنند. عوامل کلیدی موفقیت برای تمام شرکت‌هایی که در یک بخش از بازار فعال هستند، مشترک و یکسان است؛ ولی ممکن است وزن یا اهمیت عوامل کلیدی موفقیت برای شرکت‌ها یکسان نباشد. به علاوه، شرکت‌ها بر اساس توانمندی‌های خود ممکن است پاسخ‌های متفاوتی به عوامل کلیدی موفقیت بدهند.

پاسخ به عوامل کلیدی موفقیت از طریق «ارزش پیشنهادی» شرکت‌ها به بازار و مشتریان صورت می‌گیرد. ارزش پیشنهادی، خود را در مشخصه‌ها و عملکرد محصول به منصه ظهور می‌رساند. به عبارت دیگر، بنگاه‌های اقتصادی از طریق ارائه ویژگی‌های فنی و عملکردی متمایز تلاش می‌کنند خود را نسبت به رقبا در ارائه ارزش پیشنهادی برتری دهند و موقعیت رقابتی و بالاتری را کسب کنند.

واحد استراتژی و بازار شرکت تولیدکننده ژنراتور و الکتروموتور، فهرستی از عوامل کلیدی موفقیت را در بازارهای خود شناسایی کرده بود که در هر بخش از بازار این عوامل می‌توانستند اولویت‌های متفاوتی داشته باشند. در بخش بازار نیروگاهی، شرکت سال‌ها ژنراتورهای تحت لیسانس ۲۰۶ مگاولت آمپر را به مشتریان خود عرضه می کرد و با انجام اصلاحاتی، توان خروجی آنرا به ۲۳۰ مگاولت آمپر ارتقاء داده بود. با گذر زمان مشتریان

ژنراتورهایی با توان های بالاتر را طلب می‌کردند که در داخل کشور امکان تأمین این محصول وجود نداشت و ارتقای محصول موجود نیز دیگر پاسخگوی این سطح از توان نبود. لذا شرکت تصمیم به توسعه ژنراتورهایی با توان بالاتر و بر اساس توان طراحی خود گرفت. این موضوع برای مشتریان بسیار مطلوب بود؛ چرا که دسترسی به محصول تولید داخلی بسیار آسان‌تر از نمونه‌های خارجی بود. به علاوه خدمات پس از فروش محصول نیز می‌توانست با سهولت بیشتر و هزینه کمتر انجام شود.

با توجه به سابقه گفته شده، شرکت تصمیم گرفت ژنراتورهای مورد نیاز نیروگاه‌های حرارتی گازی و سیکل ترکیبی طراحی بازار داخل کشور را تامین کند. عوامل کلیدی موفقیت این بازار در جدول ۲ نشان و امتیاز داده شده‌اند.

جدول ۲: شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در بخش بازار صنایع نیروگاهی داخل کشور

ردیف	عوامل کلیدی موفقیت	امتیاز (اولویت) صنایع نیروگاهی داخل کشور
۱	طراحی و عملکرد محصول	۱۰
۲	قابلیت اطمینان	۹
۳	در دسترس بودن	۸
۴	هزینه‌های بهره برداری	۸
۵	خدمات پس از فروش	۷
۶	زمان تحویل	۶
۷	کیفیت	۶

گروه محصول

مجموعه ای از محصولات که دارای کارکرد واحد و ویژگی‌ها، اجزاء، زیرسیستم‌ها، فناور های تا حدود زیادی یکسان می باشند را گروه محصول[1] می نامیم. هدف از تعریف و استفاده از مفهوم "گروه محصولات" آن است که از تکرار استراتژی‌های مشابه برای محصولاتی که از نظر ماهیت و فناوری یکسان هستند جلوگیری شود. یک بنگاه اقتصادی به وسیله گروه محصولات خود نیازها و خواست‌های مشتریان را پاسخ می‌گوید و از این طریق موقعیت رقابتی خود را در بازار بهبود می‌دهد. بدین معنا که در هر بخش از بازار هدف خود، یک و یا تعدادی از گروه محصولات را عرضه می کند و یا برنامه برای عرضه آن‌ها به مشتریان دارد. این گروه محصولات معمولاً در کاتالوگ و سایت تبلیغاتی شرکت‌ها آورده می‌شوند و با توجه به عوامل کلیدی موفقیت در یک بخش از بازار، یک بار طراحی

1. Product Group

مفهومی[1] و طراحی پایه[2] برای یک گروه محصول انجام و با حضور اولین مشتری طراحی تفصیلی[3] نیز بر اساس خواسته‌های آن انجام می شود. در صورت روبرو شدن با مشتریان جدید و یا تقاضای جدید مشتریان فعلی، یکبار دیگر طراحی تفصیلی مورد بازبینی قرار می‌گیرد و سفارشی سازی می‌شود.

شرکت ژنراتورسازی گروه محصولات متنوعی را به بخش بازار صنایع نیروگاهی داخل کشور عرضه می‌کرد (جدول ۳) و بر اساس مطالعه انجام شده توسط واحد استراتژی و بازار شرکت، مقرر شد گروه محصول جدیدی (ژنراتور ۲۳۰ -۳۲۰ مگاولت آمپر) به سبد محصولات این شرکت اضافه شود.

جدول ۳: گروه محصولات فعلی یا هدف شرکت در بخش بازار صنایع نیروگاهی

ردیف	گروه محصولات	بخش بازار: صنایع نیروگاهی داخل کشور
۱	الکتروموتور القایی ۱۲۰-۱۸۰ کیلووات	فعلی
۲	الکتروموتور القایی ۱۸۰-۲۸۰ کیلووات	فعلی
۳	ژنراتور ۷ -۶۵ مگاولت آمپر	فعلی
۴	ژنراتور ۱۰۰ -۲۳۰ مگاولت آمپر	فعلی
۵	ژنراتور ۲۳۰ -۳۲۰ مگاولت آمپر	آتی
۶	ژنراتور ۳۲۰ -۴۵۰ مگاولت آمپر	آتی

ارزش پیشنهادی

در بخش قبل اشاره شد که عوامل کلیدی موفقیت مربوط به یک بخش از بازار بوده و برای تمامی بازیگران فعال در آن بازار یکسان هستند. در حالی که ارزش پیشنهادی مربوط به یک بنگاه است و آن بنگاه با تکیه بر توانمندی‌ها و منابع خود، تلاش می‌کند ارزش متمایزی را به مشتری ارائه دهد و از این طریق به مزیت رقابتی دست یابد. بطور کلی ارزش پیشنهادی وجه تمایز یک بنگاه از دیگر بنگاه‌ها و مشخص کننده هویت آن می‌باشد. هرچه یک بنگاه ارزش پیشنهادی جذاب‌تر و متمایزتری را به مشتریان خود ارائه کند، شانس بیشتری برای موفقیت در بازار دارد. برای پاسخ به هر یک از فاکتورهای کلیدی موفقیت، شرکت می‌تواند اقدامات مختلفی را انجام دهد. بعضی از این اقدامات، ارتباطی با فناوری ندارند. به عنوان مثال، استفاده از سوپروایزر مقیم جهت کاهش هزینه

1. Conceptual Design
2. Basic Design
3. Detail Design

های تعمیرات. اما اقدامات دیگری وجود دارند که ماهیت آن‌ها فناورانه است؛ به عنوان مثال، طراحی سیستم خنک‌کاری با سیال جدید جهت کاهش دمای اتلافی ژنراتور و افزایش راندمان آن.

شرکت تولیدکننده ژنراتور و الکتروموتورهای صنعتی با توجه به عوامل کلیدی موفقیت بازار نیروگاهی داخل کشور، تصمیم گرفت تا از طریق طراحی و تولید گروه محصول ژنراتور ۲۳۰ -۳۲۰ مگاولت آمپر ارزش‌های جدیدی را به مشتریان خود عرضه کند. واحد استراتژی و بازار این شرکت در تعامل با دیگر واحدهای مرتبط از قبیل مهندسی، تحقیق و توسعه، تولید، مشتریان و خدمات پس از فروش، ارزش‌های پیشنهادی را تدوین و در قالب یک بیانیه[1] در کاتالوگ محصولات به مشتریان خود اعلام کردند (شکل ۶).

1. Value Proposition Statement

- سابقه طولانی شرکت در تولید ژنراتورهای نیروگاهی و تعداد بالای ژنراتورهای نصب شده سبب می‌شود که ما با تکیه بر تجارب خود و توان بالای طراحی و ساخت بتوانیم قابلیت اطمینان و در دسترس بودن محصولات خود را به مشتریان تضمین دهیم.
- ما محصول در بازه توانی مشخص شده را با استفاده از طراحی به روز و مواد جدید با بازدهی در حد محصولات مشابه شرکت‌های پیشرو و برتر صنعت به مشتری عرضه می‌کنیم.
- طراحی محصول ما به صورت ماژولار است و این موضوع سبب می‌شود که سفارشی‌سازی آن بر اساس خواست مشتری از طریق انجام تغییرات بر روی اجزای محصول به آسانی امکان‌پذیر باشد.
- نصب و راه‌اندازی محصول ما آسان بوده و مورد پسند مشتریان است. گروه محصول ژنراتور ۲۳۰ -۳۲۰ مگاولت آمپر برای سهولت در استفاده طراحی و تولید شده است. طراحی قوی و اثبات شده ما دارای اجزای از پیش مونتاژ شده برای کوتاه کردن دوره راه اندازی است.
- کارشناسان طراحی، مهندسی، فروش، مدیریت پروژه، ساخت و آزمایش در ارتباط نزدیک با یکدیگر قرار دارند. به همین دلیل و به دلیل برخورداری از آخرین فناوری‌های تولید و اتوماسیون فرآیند، کیفیت فوق العاده‌ای را تضمین می‌کنیم.
- ما در داخل کشور و منطقه خاورمیانه شبکه گسترده‌ای از واحدهای خدمات پس از فروش داشته و با اتکا به بهترین کارشناسان خبره، خدمات متنوعی را ارائه می‌کنیم. از جمله پیشنهادهای شرکت به مشتریان خود شش ماه گارانتی طولانی‌تر و دو سال خدمات پس از فروش طولانی‌تر از رقبای خود در کشور و منطقه خاورمیانه می‌باشد. همچنین به منظور رفع ایرادات احتمالی در دوره گارانتی به درخواست مشتری، شرکت یک نفر سوپروایزر در سایت مشتری مستقر خواهد شد.
- شرکت در سال‌های اخیر منابع قابل توجهی را به تحقیق و توسعه اختصاص داده است که حاصل آن، کنترل پارامترهای اصلی ژنراتور از جمله دما و ارتعاش و در نتیجه کاهش قابل توجه هزینه-های بهره‌برداری و تعمیرات محصول بوده است.

شکل ۶: بیانیه ارزش پیشنهادی شرکت تولیدکننده ژنراتور و الکتروموتورهای صنعتی در ارتباط با ژنراتور ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر

در مرحله بعد ارزش‌های پیشنهادی که مبنای فناورانه دارند از بیانیه استخراج و فهرست شدند. ارزش‌های پیشنهادی شناسایی شده دارای وزن یکسان نبوده و جهت تعیین درجه اهمیت، آن‌ها را با عوامل کلیدی موفقیت

تلاقی و بر اساس میزان اثرشان[1] بر عوامل کلیدی موفقیت، از ۱ (اثر کم) تا ۳ (اثر زیاد) امتیاز داده شدند. در نهایت، برای اولویت‌بندی ارزش‌های پیشنهادی، جمع وزنی اثرات -با در نظر گرفتن وزن عوامل کلیدی موفقیت- محاسبه و نرمالایز شد (جدول ۴).

جدول ۴: تلاقی عوامل کلیدی موفقیت با ارزش پیشنهادی

		صنایع نیروگاهی داخل کشور - ژنراتور ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر								
	عوامل کلیدی موفقیت	طراحی و عملکرد محصول	قابلیت اطمینان	در دسترس بودن	هزینه های بهره برداری	خدمات پس از فروش	زمان تحویل	کیفیت	امتیاز کلی	امتیاز نرمالایز شده از ۱۰
	امتیاز اولویت / ارزش پیشنهادی	۱۰	۹	۸	۸	۷	۶	۶		
۱	طراحی به روز و استفاده از متریال های جدید	۳	۳	۲	۳	۱	۲	۳	۱۳۴	۹/۰
۲	تضمین قابلیت اطمینان و در دسترس بودن محصولات به مشتریان با تکیه بر توان بالای طراحی و ساخت	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۱۴۹	۱۰/۰
۳	بازدهی در حد محصولات مشابه دو شرکت پیشرو و برتر صنعت	۳	۱	۲	۳	۱	۱	۳	۱۱۰	۷/۴
۴	طراحی محصول به صورت ماژولار	۳	۲	۳	۳	۱	۲	۳	۱۳۳	۸/۹
۵	نصب و راه اندازی آسان و مورد پسند مشتریان	۲	۱	۱	۱	۱	۳	۲	۸۲	۵/۵
۶	استفاده از آخرین تکنولوژی تولید و اتوماسیون فرآیند	۲	۲	۲	۱	۱	۲	۳	۹۹	۶/۶
۷	امکان کنترل پارامتر های اصلی ژنراتور از جمله دما و ارتعاش و ارائه خدمات آن	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۹۴	۶/۳

زمان رسیدن به بازار هدف

واحد استراتژی و بازار شرکت، بر اساس مطالعات بازار، زمان عرضه (ورود) محصول به بازار هدف را چهار سال تعیین کرده بود. این زمان برای تیم‌های توسعه محصول و توسعه فناوری بسیار حیاتی است؛ زیرا این زمان به منزله یک ضرب‌العجل برای تیم مهندسی است. چنانکه شرکت نتواند محصول مورد نظر را قبل از این زمان آماده کند، ممکن است شرکت‌های رقیب بازار را بدست بگیرند و در صورتیکه محصول خیلی زودتر از این زمان به بازار عرضه شود ممکن است هنوز آمادگی لازم برای پذیرش آن در بازار وجود نداشته باشد[2].

1. Impact

۲. این دقیقا مفهوم زمان رسیدن به بازار هدف (Time to Market) است.

ویژگی‌های محصول

اگر شرکت از ابزار نقشه‌راه استفاده می‌کند، تحلیل‌های صورت گرفته تا این مرحله مربوط به لایه بازار در نقشه‌راه است و معمولاً توسط واحدهای استراتژی و مطالعه بازار و با ادبیات و زبان متخصصان این حوزه انجام می‌شود. ما از این بخش موضوعات مربوط به لایه محصول در نقشه راه شروع می شود و اطلاعات آن توسط واحد های مهندسی و توسعه محصول و با ادبیات فنی تهیه می شود.

در ابتدا تیم توسعه محصول می‌بایست ویژگی‌های محصول[1] را براساس طرح مفهومی اولیه از محصول و ارزش‌های پیشنهادی تعیین شده توسط واحد استراتژی و مطالعه بازار در بخش قبلی، تعیین می‌کرد. در اینجا لازم به ذکر است که توجه تیم توسعه محصول متمرکز بر ارزش‌های پیشنهادی با اولویت‌های بالاتر می باشد. آنها ویژگی‌های محصول که پتانسیل مخاطب قرار دادن ارزش‌های پیشنهادی را دارند، شناسایی می‌کنند. از ارزش‌های پیشنهادی به عنوان چک لیست برای خلق ایده‌ها استفاده می‌شود. هدف در اینجا ایجاد یک چشم‌انداز از چگونگی توسعه محصول/خدمت در آینده از دیدگاه مشتری است. به این فکر می‌شود که چه عباراتی ممکن است در میان‌مدت و بلندمدت در بروشور محصول/خدمت ظاهر شود. و دسته ویژگی‌های محصول وجود دارند که یک دسته مشخصات آن را توصیف می‌کنند، (مانند: قدرت، ظرفیت، سرعت، شکل و ...)، گروه دیگری از ویژگی‌ها وجود دارند که کاری را که یک محصول انجام می‌دهد را توصیف می‌کند، (مانند: در هر مکان و هر زمان حتی غیر برخط کار می کند، تغییرات به صورت خودکار ذخیره می‌شوند و ...).

اگر چه که طرح مفهومی[2] کلی ژنراتورهای ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر سال‌ها است که تثبیت شده بود؛ اما با توجه به اینکه این گروه محصول برای شرکت مورد نظر کاملاً جدید و متفاوت از محصولات جاری آن بود، برای طراحی و تولید محصول نیاز داشتند که معماری و کارکرد اجزای آن را به خوبی بشناسند و از نحوه اثر چانک‌های مختلف بر عملکرد محصول و بر یکدیگر آگاه باشند. به همین دلیل، تیم طراحی ویژگی‌های اصلی و کلیدی محصول را تعیین کرده و با ارزش‌های پیشنهادی –اولویت‌بندی شده در بخش قبل- تلاقی داده بود.

تغییر در ویژگی‌های محصول ممکن است بر روی ارزش‌های پیشنهادی اثر مثبت یا منفی داشته باشد. به عنوان مثال، تیم طراح یک ویژگی را برای محصول در نظر گرفته است که اثر مثبت بر روی راندمان محصول دارد؛ ولی همان ویژگی قیمت تمام شده محصول را افزایش می‌دهد (اثر منفی). بدین ترتیب اثر ویژگی‌ها را می‌توان از ۳-

1. Product Features
2. Conceptual Design

(بیشترین اثر منفی) یا ۳+ (بیشترین اثر مثبت) در نظر گرفت. در اینجا نیز برای اولویت‌بندی ویژگی‌های محصول، جمع وزنی اثرات -با در نظر گرفتن وزن ارزش‌های پیشنهادی- محاسبه و سپس نرمالایز می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵: تلاقی ارزش پیشنهادی با ویژگی‌های محصول

جدول ۵- تلاقی ارزش پیشنهادی با ویژگی‌های محصول

		صنایع نیروگاهی داخل کشور - ژنراتور ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر							
	ارزش پیشنهادی	طراحی به روز و استفاده از متریال های جدید	تضمین قابلیت اطمینان و در دسترس بودن محصولات به مشتریان با تکیه بر توان بالای طراحی و ساخت	بازدهی در حد محصولات مشابه دو شرکت پیشرو و برتر صنعت	طراحی محصول به صورت ماژولار	نصب و راه اندازی آسان و مورد پسند مشتریان	استفاده از آخرین تکنولوژی تولید و اتوماسیون فرایند	امکان کنترل پارامتر های اصلی ژنراتور از جمله دما و ارتعاش و ارائه خدمات آن	
	ویژگی محصول / امتیاز اولویت	۹	۱۰	۷/۴	۸/۹	۵/۵	۶/۶	۹/۱	امتیاز کلی	امتیاز نرمالایز شده از ۱۰
۱	فرکانس ۵۰ هرتز	۳	۲	۳	۱	۱	۱	۱	۹۹/۳	۷/۴
۲	توان ظاهری ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر	۳	۲	۳	۱	۱	۲	۱	۱۰۵/۹	۷/۹
۳	طراحی شده برای فاکتور قدرت ۰.۸	۳	۲	۳	۱	۱	۱	۱	۹۹/۳	۷/۴
۴	ولتاژ ترمینال ۱۱ – ۱۵.۷۵ کیلوولت	۳	۲	۳	۱	۱	۱	۱	۹۹/۳	۷/۴
۵	راندمان بالای ۹۸٪	۳	۳	۳	۱	۱	۱	۱	۱۰۹/۳	۸/۲
۶	طراحی شده برای ۱۰،۰۰۰ چرخه استارت/استاپ در طول عمر عملیاتی	۳	۳	۲	۱	۱	۳	۱	۱۱۵/۱	۸/۶
۷	کنترل پارامتر های اصلی ژنراتور در اتاق DCS	۲	۳	۲	۱	-۱	۱	۳	۱۰۰/۱	۷/۵
۸	اندازه قطر و طول بهینه شده ژنراتور برای دستیابی به یکپارچگی کامل با نیروگاه مشتری و نیازهای شبکه	۳	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۹۱/۹	۶/۹
۹	انواع سیستم خنک کننده متناسب با نیاز مشتری	۳	۳	۳	۳	۱	۲	۱	۱۳۳/۷	۱۰/۰
۱۰	همه قطعات و اتصالات به راحتی قابل دسترسی هستند و محفظه ژنراتور را می توان به راحتی برای نصب یا تعمیر و نگهداری جدا کرد	۳	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۸۵/۵	۶/۴
۱۱	طراحی کوپلینگ را می توان با انواع مختلف توربین و تجهیزات توربین هر سازنده تطبیق داد	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۱	۸۶/۵	۶/۵
۱۲	سیستم عایقی کلاس F کارکرد سیم پیچ های استاتور ژنراتور و هسته استاتور بدون نیاز به تعمیر و نگهداری را ممکن می سازد	۳	۳	۳	۱	۱	۳	۱	۱۲۲/۵	۹/۲
۱۳	هسته استاتور و سیم پیچ روتور سیستم مغناطیسی به منظور افزایش کارایی برای عملکرد مطلوب و کاهش هزینه های ساخت با استفاده از روش های ساخت تولید پیشرفته و بهینه تولید می شوند	۲	۲	۳	۱	۱	۳	۱	۱۰۳/۵	۷/۷

زمان توسعه محصول

زمان توسعه محصول از این جهت دارای اهمیت است که تمام برنامه‌ریزی‌های مرتبط با طراحی، تولید و عرضه محصول به بازار بر اساس این ضرب‌العجل تنظیم می‌شوند. در صورتیکه "زمان توسعه محصول" [1] از "زمان رسیدن به بازار هدف" سبقت بگیرد، ممکن شرکت نتواند سهم بازار مناسبی را بدست آورد و ظرفیت خالی بازار توسط رقبا تکمیل شود. این زمان به صورت کلی و با توجه به توانمندی شرکت تعیین می‌شود. تیم توسعه محصول شرکت تولیدکننده ژنراتور و الکتروموتورهای صنعتی، مهلت سه سال و نیم را برای توسعه ژنراتورهای ۲۳۰ – ۳۲۰

1. Product Development Time

مگاولت آمپر در نظر گرفته بود. لازم به ذکر است که در نقشه راه فناوری «زمان رسیدن به بازار هدف» در لایه بازار و «زمان توسعه محصول» در لایه محصول آورده می‌شود.

چانک‌های محصول

تا این مرحله، کلیه فعالیت‌های انجام شده توسط واحد مهندسی و توسعه محصول هدایت می‌شد. از این مرحله به بعد فعالیت‌ها با محوریت واحد مدیریت فناوری و تحقیق و توسعه انجام می‌شوند. به همین دلیل، در نقشه‌راه فناوری، مجموعه اطلاعات تولید شده در این بخش در لایه فناوری قرار می‌گیرند.

مطابق آنچه که در بخش ۲ گفته شد، فناوری‌ها به دو دسته فناوری‌های محصول و فناوری‌های فرآیند تقسیم می‌شوند. محصول مورد مطالعه (ژنراتور ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر) یک محصول پیچیده[1] است. فناوری محصول را باید در زیرمجموعه‌های محصول دنبال کرد. بر اساس پیشینه تحقیقات در حوزه مهندسی سیستم[2]، یک محصول پیچیده قابل شکستن به زیرمجموعه‌هایی است که از آن‌ها تحت عنوان "چانک" یاد می‌شود. چانک یک مفهوم انتزاعی است[3] شامل مجموعه‌ای از اجزاء که وظیفه عملکردی خاصی را در محصول بر عهده دارد یا ویژگی فنی خاصی را تامین می‌کند. به عنوان مثال، در یک ژنراتور وظیفه "چانک خنک‌کاری" این است که دمای ایجاد شده در ژنراتور را جذب و دفع کند و دمای آنرا در یک بازه مشخص نگه دارد و یا وظیفه "چانک روانکاری" این است که وزن روتور را تحمل کرده و ارتعاش آنرا مستهلک کند و سبب دوران روان‌تر روتور شود. روش دوم، شکست محصول به اجزای آن است. همانطور که قبلا اشاره شد، فناوری‌های محصول در بهبود عملکرد محصول و ایجاد ویژگی‌های فنی در آن نقش کلیدی دارند. به همین دلیل، فناوری‌های محصول را باید در چانک‌های آن جستجو کرد. هر چانک شامل چند جزء می شود. برای تولید هر جزء از محصول، فرایند خاصی مورد نیاز است که توسط فناوری‌های فرآیند پشتیبانی می‌شود[4]. به عبارت دیگر، فناوری‌های فرایندی برای ساخت اجزای محصول و یکپارچه‌سازی عملکرد آن‌ها در قالب چانک به کار می‌روند[5].

1. Complex Product
2. System Engineering

۳. ظهور فیزیکی ندارد.

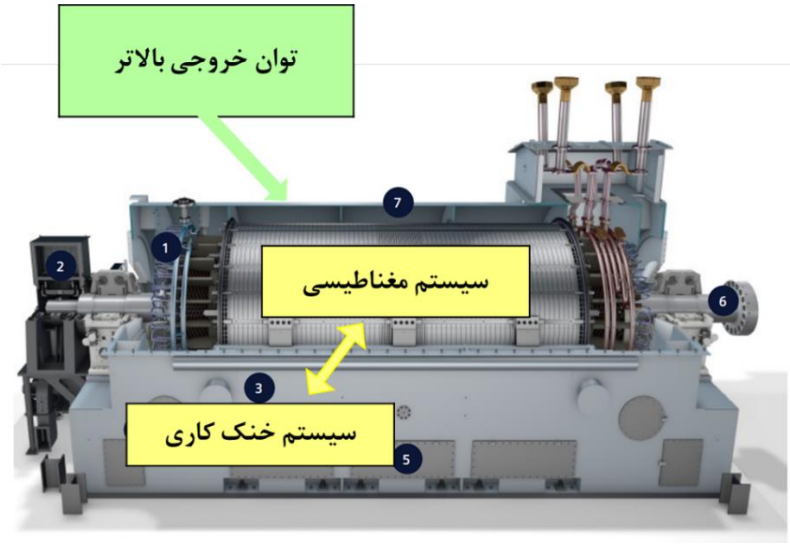
۴. فناوری‌های فرایند نقش توانمندساز (Enabler) فرایند را بر عهده دارند.

۵. لازم به ذکر است که چانک یک مفهوم قراردادی است و واقعیت بیرونی ندارد ولی این موضوع در مورد اجزای محصول صادق نیست. به عبارت دیگر اجزای محصول را می‌توان مشاهده کرد. به همین دلیل است که فناوری‌های فرایندی به اجزای محصول متصل می‌شوند و نه به چانک‌های آن.

از آنجا که هدف تیم مدیریت فناوری، شناسایی و اکتساب فناوری‌های مورد نیاز برای طراحی و تولید ژنراتورهای ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر است، لذا لازم بود که معماری و کارکرد چانک‌های محصول را به خوبی شناسایی و تحلیل می‌کردند. بدین منظور، آن‌ها ابتدا محصول را به چانک‌های آن شکستند (جدول ۶) و سپس در هر چانک، اجزای محصول را شناسایی کردند. در این مرحله ممکن است اجزایی را شناسایی کنند که در یک چانک مشخص قرار ندارند؛ بلکه در یکپارچه سازی[1] و اتصال[2] میان اجزا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در شناسایی و تحلیل فناوری‌های مرتبط با یک چانک، باید مراقب پدیده وابستگی باشیم. چنانچه تغییر در ویژگی‌های محصول سبب تغییر در تعدادی از چانک‌ها و فناوری‌های وابسته به آن‌ها شود، وابستگی میان چانک‌ها و تاثیر متقابل آن‌ها بر روی یکدیگر ایجاب می‌کند که فناوری‌های مرتبط با دیگر چانک‌ها نیز مورد مطالعه قرار گیرد. به عنوان مثال، ممکن است بازار توان خروجی بالاتری را برای یک ژنراتور طلب می‌کند. اصلی‌ترین چانکی که می‌تواند در تحقق این خواسته موثر باشد، سیستم مغناطیسی ژنراتور است. اما تغییر در سیستم مغناطیسی ژنراتور بر روی دیگر چانک‌های این محصول اثر می‌گذارد. مثلا سیستم مغناطیسی با ظرفیت خروجی بالاتر، حرارت بیشتری را تولید خواهد کرد؛ لذا می‌بایست بررسی شود که آیا سیستم خنک‌کاری موجود پاسخگوی اضافه حرارت ایجاد شده خواهد بود یا به سیستم خنک‌کاری جدیدی با فناوری متفاوت و موثرتر نیاز داریم (شکل ۷). در چنین شرایطی ممکن است لازم باشد به مجموعه‌ای (خوشه‌ای[3]) از فناوری‌ها فکر کنیم که بخشی از آن‌ها در چانک‌های کلیدی هستند و بخشی دیگر به دلیل وابستگی میان چانک‌ها انتخاب می‌شوند.

1. Integration
2. Interface
3. Cluster



شکل ۷: خوشه فناوری و اثر چانک‌های ژنراتور بر روی یکدیگر

برای بهبود عملکرد هر یک از چانک‌های یک محصول پیچیده، حداقل یک و در بسیاری از مواقع چند فناوری محصول[1] وجود دارند. تعدادی از این فناوری‌ها موجود و متداول هستند (در حال حاضر در محصول بکار گرفته شده‌اند). تعدادی دیگر گزینه‌های جایگزین هستند که رقبا از آن بهره‌مندند یا فناوری های نوظهوری هستند که اخیرا به بازار عرضه شده‌اند یا حتی در مراحل اولیه توسعه در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی می‌باشند. ما از این دسته تحت عنوان فناوری‌های جدید یاد می‌کنیم.

سطح تجزیه فناوری

در بسیاری از موارد یک محصول پیچیده به صورت سامانه‌ای از سامانه‌ها است و یک زیر سامانه از ابرسامانه را می‌توان به سامانه‌های جزیی‌تری تجزیه کرد. لذا تیم فناوری می‌بایست تصمیم بگیرد که فناوری تا چه سطحی از جزئی شدن بررسی کند. در ارتباط با محصول مورد مطالعه در این مقاله، فناوری محصول تنها در سطح چانک بررسی شده است؛ زیرا نیازی به تجزیه چانک‌های محصول به اجزای آن و بررسی فناوری در سطح اجزا نبوده است.

1. Product Technology Solution

جدول ۶: شناسایی چانک‌ها و فناوری‌های محصول و اولویت‌بندی آنها بر اساس ویژگی های محصول

			صنایع نیروگاهی داخل کشور - ژنراتور ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر															
			ویژگی های محصول															
ردیف	چانک	فناوری محصول	فرکانس ۵۰ هرتز	توان ظاهری ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر	طراحی شده برای فاکتور قدرت ۰.۸	ولتاژ ترمینال ۱۱ – ۱۵،۷۵ کیلوولت	راندمان بالای ۹۸.۰	طراحی شده برای ۱۰،۰۰۰ چرخه استارت/استاپ در طول عمر عملیاتی	کنترل پارامتر های اصلی ژنراتور در اتاق DCS	اندازه قطر و طول بهینه شده ژنراتور برای بدستیابی به یکپارچگی کامل با نیروگاه مشتری و نیازهای شبکه	انواع سیستم خنک کننده متناسب با نیاز مشتری	همه قطعات و اتصالات به راحتی قابل دسترسی هستند و محفظه ژنراتور را می توان به راحتی برای نصب یا تعمیر و نگهداری جدا کرد	طراحی کوپلینگ را می توان با انواع مختلف توربین و تجهیزات توربین هر سازنده تطبیق داد	سیستم عایقی کلاس F گازگرد سیم پیچ های استاتور ژنراتور و هسته استاتور بدون نیاز به تعمیر و نگهداری را ممکن می سازد	هسته استاتور و سیم پیچ روتور سیستم مغناطیسی به منظور افزایش کارایی برای عملکرد مطلوب و کاهش هزینه های ساخت با استفاده از روش های ساخت تولید پیشرفته و بهینه تولید می شوند	امتیاز کلی	امتیاز نرمالایز شده از ۱۰
			۷/۴	۷/۹	۷/۴	۷/۴	۸/۱	۸/۶	۷	۶/۸	۱۰	۶/۳	۶/۴	۹/۱	۷/۷			
۱	سیستم مغناطیسی	Salient Pole	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۳	۲۰۹/۴	۷/۶
		Non- Salient Pole	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۲۷۶/۳	۱۰/۰
۲	سیستم عایقی	Resin rich	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۳	۳	۱۶۱/۶	۵/۸
		Single VPI	۱	۳	۱	۱	۲	۲	۱	۳	۲	۳	۱	۲	۲	۱۸۵/۶	۶/۷
		Global VPI	۱	۳	۱	۱	۳	۳	۱	۲	۳	۱	۱	۳	۳	۲۰۹/۷	۷/۶
۳	سیستم خنک کاری	Air Cooled	۱	۲	۱	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۳	۱	۱	۲	۱۸۴/۵	۶/۷
		Water Cooled	۱	۳	۱	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱۵۴/۱	۵/۶
		H2 Cooled	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱۶/۳	۴/۲
۴	سیستم تحریک	Dynamic	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۱	۳	۱	۱	۱	۲۱۷/۲	۷/۹
		Static	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۱	۲	۱	۱	۱	۲۱۳/۸	۷/۷
۵	سیستم روانکاری	Ball bearing	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۲	۱	۳	۲	۱	۱	۱۵۶/۶	۵/۷
		Journal bearing	۱	۲	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۱	۲	۲	۱	۱	۱۸۱/۷	۶/۶

تیم مدیریت فناوری شرکت به منظور انتخاب فناوری مناسب برای یک چانک از دو معیار استفاده کرده بود. معیار اول اثر فناوری بر روی ویژگی‌های فنی محصول است که از ۱ (اثر کم) تا ۳ (اثر زیاد) امتیاز دهی شده و سپس جمع وزنی اثرات -با در نظر گرفتن وزن ویژگی‌های فنی محصول- محاسبه و نرمالایز می‌شود (جدول ۶).

معیار دوم جهت انتخاب یک فناوری، در دسترس بودن[1] و یا ریسک[2] بکارگیری آن است. «در دسترس بودن» می‌تواند از کمترین مقدار (عدد ۱) تا بیشترین مقدار (عدد ۱۰) امتیاز بگیرد. در مقابل، «ریسک» بصورت معکوس ارزیابی می‌شود؛ به گونه‌ای که بیشترین میزان ریسک امتیاز ۱ و کمترین آن امتیاز ۱۰ می‌گیرد. برای تعیین وزن هر یک از فناوری‌ها کافی است مقدار «اثر فناوری» را در «ریسک/در دسترس بودن» ضرب کنیم. فناوری با بالاترین وزن در هر چانک، فناوری مطلوب آن چانک خواهد بود (جدول ۷).

---

۱. «در دسترس بودن» به معنی دسترسی آزادانه بنگاه به فناوری و دانش فنی مربوط به آن است. این دسترسی ممکن است از طریق ثبت پتنت، قوانین و مقررات دولت‌ها و یا مسائلی همچون تحریم محدود شود.

۲. مطابق تعریف کیزا (۲۰۰۱)، ریسک ها به سه دسته قابل تقسیم هستند: ریسک فنی، اقتصادی یا مالی. منظور از ریسک فنی، ریسک تطابق فناوری با محصول و دیگر فناوری‌های مورد استفاده در آن است. ریسک اقتصادی، عدم تحقق بازگشت سرمایه مورد انتظار و ریسک مالی احتمال مواجه شدن با کمبود منابع مالی در حین پروژه سرمایه‌گذاری روی فناوری مورد نظر است.

جدول ۷: فناوری منتخب برای هر چانک محصول

صنایع نیروگاهی داخل کشور - ژنراتور ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر					
ردیف	چانک	فناوری محصول	امتیاز اثر یک فناوری بر روی ویژگی های محصول	امتیاز ریسک/ در دسترس بودن یک فناوری	حاصلضرب اثر در ریسک/در دسترس بودن
۱	سیستم مغناطیسی	Salient Pole	۷/۶	۸	۶۰/۶
		Non- Salient Pole	۱۰/۰	۸	۸۰/۰
۲	سیستم عایقی	Resin rich	۵/۸	۳	۱۷/۵
		Single VPI	۶/۷	۱۰	۶۷/۲
		Global VPI	۷/۶	۷	۵۳/۱
۳	سیستم خنک کاری	Air Cooled	۶/۷	۹	۶۰/۱
		Water Cooled	۵/۶	۷	۳۹/۰
		H2 Cooled	۴/۲	۶	۲۵/۳
۴	سیستم تحریک	Dynamic	۷/۹	۷	۵۵/۰
		Static	۷/۷	۹	۶۹/۶
۵	سیستم روانکاری	Ball bearing	۵/۷	۹	۵۱/۰
		Journal bearing	۶/۶	۹	۵۹/۲

سازمان‌ها ممکن است برای هر یک از دو معیار آستانه پذیرش تعیین کنند و حاضر به پذیرش فناوری‌هایی با اثر پایین یا ریسک بالا/در دسترس بودن پایین نشوند. به عبارت دیگر، ممکن است یک فناوری اثر زیادی بر روی ویژگی‌های فنی محصول داشته باشد؛ ولی در دسترس نبوده و توجیه بکارگیری نداشته باشد. به عنوان مثال ممکن است واحد مدیریت فناوری یک فناوری نوظهور را رصد کرده باشد که اثر بالایی بر روی محصول شرکت دارد؛ اما به دلیل آنکه این فناوری همچنان در مرحله آزمایش بوده و در صنعت استفاده نشده است، دسترسی به آن بسیار مشکل و با ریسک بالا باشد. در اینصورت اکتساب آن فناوری باید از برنامه خارج شده یا به آینده موکول شود.

زنجیره ارزش طراحی و تولید محصول

بخش‌های قبل به انتخاب چانک‌های مهم محصول و فناوری‌های مرتبط با آن‌ها اختصاص داشت. دسته دوم، فناوری‌های مورد استفاده در فرآیندهای توسعه و تکوین محصول هستند که از آن‌ها تحت عنوان «فناوری‌های فرایندی» یاد می‌شود. در این مرحله تیم مدیریت فناوری شرکت ابتدا هر یک از چانک‌های محصول را به اجزای آن تقسیم و سپس فرآیند توسعه و تکوین آن اجزا را مشخص کرد. همچنین فرآیندهای مونتاژ چانک‌ها یا مونتاژ

محصول نهایی که وظیفه اتصال اجزا/ چانک‌ها و یکپارچه کردن آن‌ها را بر عهده دارند؛ مورد مطالعه قرار گرفتند و فناوری‌های متناظر آن‌ها نیز شناسایی شدند. در اینجا برای پرهیز از طولانی شدن مطلب، تنها به بررسی فناوری‌های فرایندی سیستم مغناطیسی (چانک) با فناوری Non-Salient Pole بسنده شده است (جدول ۸).

جدول ۸: شناسایی مراحل فرآیند توسعه محصول، فناوری‌های فرآیند و اولویت‌بندی آنها بر اساس ویژگی های محصول

صنایع نیروگاهی داخل کشور - ژنراتور ۲۳۰ – ۳۲۰ مگاولت آمپر						
چانک یا فناوری محصول منتخب	مرحله فرآیند		فناوری های فرایندی	اثر بر روی ویژگی های محصول	ریسک/ در دسترس بودن فناوری ها	حاصلضرب اثر در ریسک/در دسترس بودن
	سطح ۱	سطح ۲				
سیستم مغناطیسی Non-Salient Pole	طراحی	حل تحلیلی و عددی	محاسبات ارتعاشی دینامیک روتور به کمک نرم افزار MADYN	۸	۸	۶۴
			شبیه سازی المان محدود روتور به کمک نرم افزار ABAQUS			
			تحلیل خستگی و شکست روتور به کمک نرم افزارABAQUS			
			طراحی ساختار آکوستیک به کمک نرم افزارANSYS			
			محاسبات سایزینگ روتور و استاتور به کمک نرم افزار CATIA			
		طراحی پروسه تولید و جزییات محصول	مدل سازی اجزای سیستم مغناطیسی و فرایند ساخت آن ها به کمک نرم افزار CATIA	۹	۹	۸۱
			تعیین BOM، انتخاب متریال و الزامات تامین در نرم افزار ERP(SAP)			
	ساخت	ماشینکاری شفت روتور، شرینگ رینگ ها	ماشینکاری شفت فورج شده به کمک دستگاه SAFOP	۹	۸	۷۲
			مونتاژ کنداکتورها در شیار تعبیه شده بر روی استاتور به کمک ابزار مخصوص			
			مونتاژ رینگ های فن و نگهدارنده بر روی روتور به روش شرینگ حرارتی			
		تولید هسته چینی، شینه چینی	تولید شینه ها به روش ECP	۱۰	۸	۸۰
			تولید هسته چینی به کمک دستگاه Mandrel Stacking			
			مونتاژ شینه ها در هسته و هسته در قاب استاتور به کمک ابزار مخصوص			
	تست	–	انجام آزمایش های High Voltage، Megger، impedance بر روی روتور مطابق دستور العمل استاندارد IEEE43	۱۰	۷	۷۰
			کنترل ابعادی و آزمایش های Tan Delta Test، High Voltage و Megger بر روی استاتور مطابق دستور العمل استاندارد IEEE43			

همانطور که ملاحظه می‌شود، ممکن است برای یک مرحله از فرآیند به بیش از یک فناوری نیاز باشد که مجموعه آن فناوری‌ها برای انجام فرایند لازم باشند[۱]. برای انتخاب خوشه‌های فناوری مورد نیاز برای انجام مراحل مختلف فرایند، از ارزیابی‌های «اثر» و «ریسک/در دسترس بودن» استفاده می‌شود. بدین ترتیب، خوشه فناوری با بیشترین امتیاز حاصلضرب «اثر» در «ریسک/در دسترس بودن»، اولویت‌های سرمایه‌گذاری خواهند بود.

بحث و نتیجه‌گیری

مقاله حاضر به رابطه میان فرایند طراحی و انتخاب فناوری‌های محصول پرداخت. در اکثر اوقات مدیران و کارشناسان بنگاه‌های اقتصادی فناوری‌های فرایندی را به خوبی شناسایی و از آن‌ها در جهت بهبود محصولات (از نظر قیمت، کیفیت و ویژگی‌های فنی) استفاده می‌کنند؛ ولی در مورد فناوری‌های محصول توجه لازم را ندارند. این موضوع می‌تواند ریشه در عوامل مختلفی داشته باشد که شاید مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۱. قبلا به مفهوم خوشه فناوری اشاره شد.

الف) محصول بنگاه اقتصادی، یک محصول ساده[1] است و فناوری محصول برای آن معنی ندارد. صنایع معدنی، شیمیایی، پتروشیمی، دارویی و غذایی مثال‌هایی از صنایع با محصولات ساده هستند.

ب) محصول بنگاه اقتصادی پیچیده است و نیاز به فناوری محصول دارد؛ ولی طراحی محصول توسط دیگران انجام شده است و بنگاه اقتصادی از طریق دریافت لیسانس یا کپی‌برداری و مهندسی معکوس سعی در تولید محصول طراحی شده با هزینه کمتر یا کیفیت بالاتر دارد.

هنگامی که محصول پیچیده باشد و بنگاه اقتصادی به اجبار یا بر اساس تمایل و توانمندی تصمیم به طراحی محصول خود داشته باشد، لاجرم با موضوع انتخاب فناوری‌های محصول روبرو خواهد شد. در این مقاله یک متدولوژی جدید برای تدوین استراتژی فناوری برای بنگاه‌هایی که قصد ورود به فاز طراحی محصول دارند، پیشنهاد شد که در آن نحوه انتخاب فناوری‌های محصول مبتنی بر جهت‌گیری‌های راهبردی بنگاه و تحلیل نیاز بازار هدف، مشخص شده است.

دستاوردهای نظری تحقیق

هدف اصلی این پژوهش، توسعه یک متدولوژی برای پاسخ به یک نیاز واقعی در گروه صنعتی مپنا بود و به همین دلیل در دسته تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد. در عین حال، پژوهش انجام شده دستاوردهایی نظری را نیز به همراه دارد که به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود. لازم به ذکر است که این دستاوردهای نظری بیش از آنکه جنبه اکتشافی داشته باشد، جنبه تاییدی دارند. به عبارت دیگر یافته‌های این پژوهش که حاصل تعامل با صاحبنظران صنعتی است، سازگار با پیشینه تحقیقاتی است:

یافته اول: تفکیک فناوری محصول و فناوری فرایند

فناوری محصول در محصولاتی که دارای چانک هستند وجود دارد و از فناوری فرایند قابل تفکیک است. مفهوم فناوری فرایند (یا فرایندی) برای بسیاری از محققین مشخص است و در پیشینه تحقیقات حوزه مدیریت فناوری و مدیریت نوآوری مورد استفاده وسیع قرار گرفته است. در عین حال، فناوری محصول -فناوریی که همراه محصول به بازار عرضه می‌شود و مشتریان محصول را با آن فناوری می‌شناسند و طلب می‌کنند- به همان میزان مورد توجه نگرفته است یا برداشت یکسانی از آن در میان محققین وجود ندارد. بسیاری از محققین فناوری محصول را معادل دانش فنی[2] می‌دانند. به عنوان مثال تاتیکندا[3] (۲۰۰۳) به انتقال فناوری محصول از یک منبع خارجی به درون

1. Simple
2. Knowledge
3. Tatikonda

بنگاه می‌پردازند و آن را با انتقال دانش فنی همسان می‌گیرد (ص. ۴۴۶). در صورتی که فناوری محصول با دانش مرتبط با آن -که در فرایند طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد- متفاوت است و عملا شرکت‌ها دانش طراحی (و نه فناوری محصول) را از دیگران می‌آموزند (شاپر[1] و همکاران، ۲۰۲۴). دسته دیگری از محققین فناوری محصول را با محصول (ژانگ[2] و همکاران، ۲۰۲۴) یا اجزای آن (هندرسون و کلارک، ۱۹۹۰) معادل می‌گیرند. به همین دلیل معتقدند که اگر شرکتی قادر است محصولی را تولید کند یا جزئی را در یک محصول مونتاژ کند، مسلط بر فناوری محصول است. به عنوان مثال تاتیکندا (۲۰۰۰) نو شدن فناوری محصول را با تغییر در معماری محصول یا استفاده از ماژول‌ها یا قطعات جدید همبسته می‌داند (ص. ۴۰۹). در صورتی که ممکن است معماری یا اجزای محصول تغییر کنند ولی فناوری متناظر آن‌ها تغییر نکند. به علاوه، بر اساس مطالبی که در این مقاله مورد بحث قرار گرفت، یک مونتاژکننده محصول تا زمانی که وارد فاز طراحی نشود، نیازی به فناوری محصول پیدا نخواهد کرد (همدا[3]، ۲۰۲۴) و به آن مسلط نخواهد شد. به عبارت دیگر شرکت می‌تواند معماری را از دیگران کپی کند یا ماژول مورد نیاز را بصورت آماده دریافت و در محصول خود یکپارچه کند. مونتاز محصول نیازمند تسلط به فناوری‌های فرایندی (و نه فناوری محصول) است.

یافته دوم: رابطه میان فرایند طراحی و فناوری‌های محصول

بنگاه‌ها از زمانی که تصمیم به ورود به فاز طراحی می‌گیرند، به تسلط بر فناوری‌های محصول نیاز پیدا می‌کنند. رابطه میان فرایند طراحی و فناوری‌های محصول از طریق ویژگی‌ها یا عملکرد مورد انتظار در محصول برقرار می‌شود. محققین زیادی به رابطه میان فناوری محصول و ویژگی‌های فنی محصول اشاره کرده‌اند. به عنوان مثال فورست[4] و همکاران (۲۰۲۴) به موضوع انتخاب فناوری محصول در لوازم خانگی هوشمند متناسب با ویژگی‌های فنی مورد نظر مشتریان و نیز وابستگی متقابل این ویژگی‌ها به یکدیگر می‌پردازند. در تحقیق دیگری، وی[5] و همکاران (۲۰۲۴) رابطه میان فناوری‌های محصول از نوع دیجیتال به ویژه در خودروهای هوشمند خودران و کارکردهای مورد انتظار مشتریان را بررسی می‌کنند.

1. Schäper
2. Zhang
3. Hamada
4. Fürst
5. Wei

یافته سوم: رابطه میان فناوری‌های محصول و فناوری‌های فرایندی

میان فناوری‌های محصول و فناوری‌های فرایندی در یک بنگاه اقتصادی ارتباط برقرار است. برای تولید یک چانک (ماژول) با فناوری جدید در بسیاری از مواقع لازم است فرایند ساخت و یا مونتاژ نیز تغییر کند که منجر به استفاده از فناوری‌های جدید فرایندی می‌شود. این موضوع نیز در تحقیقات قبلی مورد اشاره قرار گرفته است. به عنوان مثال مولِبِک[1] و ژِنگ[2] (۲۰۰۶) یک روش برای توسعه محصول پیشنهاد داده‌اند که از شناسایی عوامل کلیدی بازار شروع می‌شود، اثر محرک‌های بازار بر مشخصات محصول و فناوری‌های مرتبط با محصول را بررسی می‌کند و نهایتا فناوری‌های مورد نیاز برای تولید محصول با مشخصات مورد نظر و دستیابی شرکت به مزیت رقابتی را در قالب یک نقشه‌راه فناوری ارائه می‌دهد.

دستاوردهای عملی تحقیق

در این مقاله به کمک یک مثال واقعی توضیح داده شده که چگونه با شروع از فاکتورهای کلیدی موفقیت بازار و طی یک فرایند چند مرحله‌ای (شامل تعیین ارزش پیشنهادی، تعیین مشخصات و ویژگی‌های فنی محصول، شناسایی چانک‌های کلیدی، شناسایی و ارزیابی فناوری‌های محصول مرتبط با چانک‌های کلیدی و نهایتا شناسایی و ارزیابی فناوری‌های تولید اجزای چانک‌های کلیدی) می‌توان به فهرست فناوری‌های دارای اولویت بنگاه رسید.

مهمترین نکات کاربردی به شرح زیر است:

نکته اول: گاهی اوقات ارائه پاسخ مناسب و متمایز از رقبا به نیازها، خواست‌ها و الزامات بازار هدف، مستلزم تغییر در فناوری‌های محصول و/یا فرایند است.

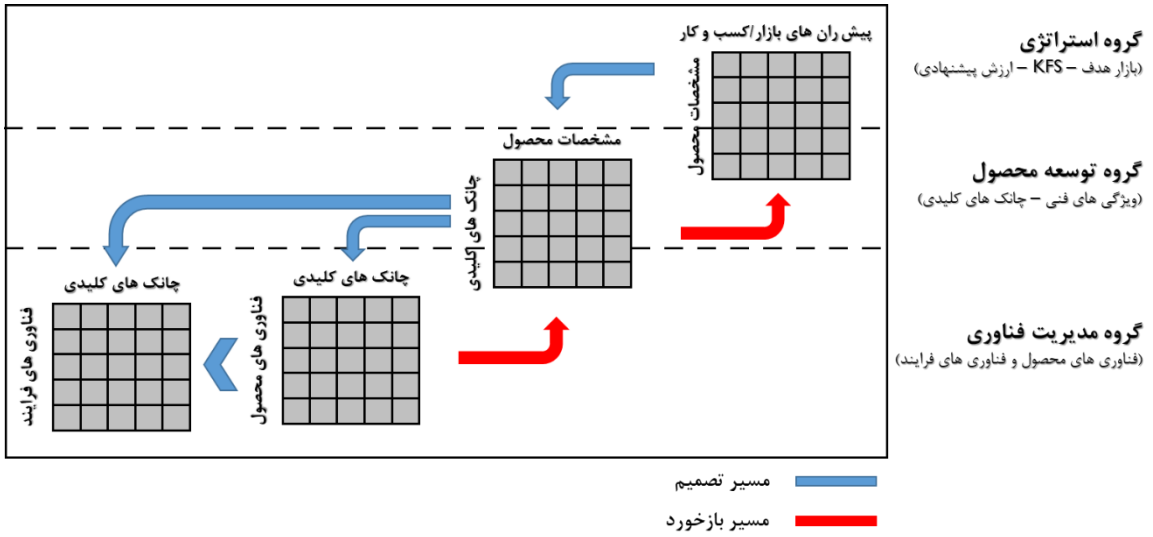
نکته دوم: در فرایند تدوین استراتژی فناوری، باید سه گروه از متخصصین بنگاه در تعامل نزدیک با یکدیگر به شناسایی، ارزیابی و انتخاب بپردازند. متخصصین حوزه استراتژی به تحلیل صنعت، بخش‌بندی بازار، تعیین بازار هدف و شناسایی فاکتورهای کلیدی موفقیت در بازار هدف می‌پردازند. گروه دوم، متخصصین توسعه محصول هستند. ایشان در زمینه ارزش پیشنهادی متناسب با فاکتورهای کلیدی موفقیت، تعیین مشخصات و ویژگی‌های فنی محصول و تعیین چانک‌های کلیدی نقش آفرینی می‌کنند. گروه سوم (متخصصین مدیریت فناوری) کار خود را از جایی شروع می‌کنند که مشخصات و ویژگی‌های محصول و همچنین چانک‌هایی که از طریق تغییر در آن‌ها این مشخصات و ویژگی‌ها حاصل می‌شوند، مشخص شده است. هدف گروه سوم شناسایی و انتخاب مناسب‌ترین

1. Mulebeke
2. Zheng

فناوری‌ها مرتبط با چانک‌های کلیدی (فناوری‌های محصول) و نیز فناوری‌های مرتبط با فرایند تولید اجزای چانک‌های کلیدی (فناوری‌های فرایندی) است. بیشترین تعامل میان گروه اول و دوم در تطابق ارزش‌های پیشنهای بنگاه و فاکتورهای کلیدی موفقیت بازار است؛ به گونه‌ای که باعث تمایز بنگاه نسبت به رقبا، رضایت بیشتر مشتریان و نهایتا دستیابی به مزیت رقابتی شود. بیشترین تعامل میان گروه دوم و سوم در تلاقی دادن فناوری‌ها و ویژگی‌های محصول است. شکل ۸ تعاملات سه گروه را بصورت شماتیک نشان می‌دهد.

نکته سوم: تصمیم‌گیری در مورد فناوری‌های فرایند بعد از انتخاب فناوری‌های محصول صورت می‌گیرد؛ زیرا تغییر در فناوری‌های محصول در اکثر اوقات ترکیب اجزای چانک‌های کلیدی را تغییر می‌دهد و به تبع آن فرایند تولید اجزاء و فناوری‌های مربوطه تغییر می‌کنند.

نکته چهارم: در شرایطی خاص ممکن است ارزش پیشنهادی که از طریق مشخصات و ویژگی‌های فنی محصول به بازار و مشتریان عرضه می‌شود، نیاز به تغییر در فناوری‌های محصول نداشته باشد. در اینصورت مشخصات و ویژگی‌های فنی از طریق چانک‌های کلیدی مستقیما به فناوری‌های فرایندی متصل می‌شوند. به عنوان مثال، در اکثر اوقات قیمت تمام شده محصول که اثر خود را روی قیمت فروش و رضایت مشتری می‌گذارد، از طریق بهبود فرایندهای تولید کاهش می‌یابد. فناوری‌هایی که اجازه دهند مواد اولیه کمتر یا ارزان‌تری استفاده شود، ضایعات تولید کاهش یابد، هزینه‌های نیروی انسانی کاهش پیدا کند و یا زمان فرایند کوتاه شده و تیراژ تولید افزایش یابد، می‌توانند در تحقق این هدف موثر باشند. همانطور که ملاحظه می‌شود، بدون تغییر در محصول و فناوری‌های محصول و تنها بر اساس تغییر در فناوری‌های فرایندی می‌توان به خواست‌ها، الزامات و نیازهای بازار و مشتریان پاسخ مناسب داد. در مثال ژنراتورهای صنعتی، فناوری موجود شرکت برای برش ورق‌های هسته استاتور، فناوری برش لیزری است. به منظور کاهش هزینه‌های ساخت، کارشناسان شرکت استفاده از فناوری پانچ را پیشنهاد دادند. این فناوری علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، کیفیت برش را بالابرده و از فعالیت‌های تکمیلی بر روی ورق جلوگیری می‌کند. همچنین تلفات ورق و زمان تولید را کاهش می‌دهد.



شکل ۸: تعامل سه گروه استراتژی، توسعه محصول و مدیریت فناوری در فرایند شناسایی فناوری‌های کلیدی

محدودیت‌های تحقیق و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

همانطور که در بخش روش پژوهش اشاره شد، متدولوژی اصلاح شده در ۲۱ شرکت از زیرمجموعه‌های گروه صنعتی مپنا به اجرا درآمد. این شرکت‌ها از بخش‌های تولیدی و خدماتی انتخاب شدند. در میان شرکت‌های تولیدی، تولید کننده‌های محصولات با درجه پیچیدگی متفاوت حضور داشتند. همچنین شرکت‌های پایلوت دارای اندازه (سایز) متفاوت بودند. این تفرق در انتخاب برای این صورت گرفت که آثار نوع محصول/خدمت، سایز و شرایط خاص بنگاه‌ها در اجرای متدولوژی پیشنهادی مورد بررسی قرار گیرد. در عین حال نمی‌توان نتایج کسب شده را به همه بنگاه‌ها در همه صنایع تعمیم داد. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود متدولوژی پیشنهادی در صنایع با شرایط متفاوت بکارگرفته شده و نتایج مقایسه شود.

رابطه میان بازار، محصول و فناوری در این مقاله بر اساس رویکردی صورت گرفته است که اصالت را به محیط بیرون و بازار می‌دهد[1]. در صورتی که بسیاری از بنگاه‌های اقتصادی -به ویژه آن دسته از کسب و کارها که فناوری‌محور هستند- تصمیم در مورد بازار و محصول را مبتنی بر توانمندی‌های فناورانه خود اتخاذ می‌کنند. در تحقیقات آتی لازم است به توسعه متدولوژی پیشنهادی بر اساس رویکرد درونگرا یا منبع محور[2] توجه شود.

1. Outside-in or Market-oriented
2. Inside-out or Resource-based

منابع

Adams, A. & Cox, A. L. (2008). Questionnaires, in-depth interviews and focus groups (pp. 17-34). Cambridge University Press. https://oro.open.ac.uk/11909/3/9780521870122c02_p17-34.pdf

Alzaharnah, I. T., Seering, W. P., & Yang, M. C. (2012, August). Exploration of the use of design methods with the design structure matrix for integrating new technologies into large complex systems, in International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (Vol. 45028, pp. 479-484). American Society of Mechanical Engineers. https://doi.org/10.1115/DETC2012-70521

Arasti, M. R., Mokhtarzadeh, N., & Jafarpanah, I. (2021). The Developmental Path of Technological Capabilities in the Latecomer Firms through the Catch-up Process: A Systematic Review of the Literature by the Meta-Synthesis Method. *Journal of Technology Development Management*, *9*(2), 129-162. doi: 10.22104/jtdm.2021.4032.2429

Asa, A. R., Tsanga, D., Januarie, C., & Kamati, M. (2021). Technological Innovation as a Strategy for Competitive Advantage within the Namibian Banking Industry. International Journal of Management Science and Business Administration, 8 (1), 68-72. DOI: 10.18775/ijmsba.1849-5664-5419.2014.81.1006

Bender-Salazar, R. (2023). Design thinking as an effective method for problem-setting and needfinding for entrepreneurial teams addressing wicked problems. Journal of Innovation and Entrepreneurship, 12(1), 24. DOI:10.1186/s13731-023-00291-2

Chiesa, V. (2001). R&D Strategy & Organization: Managing Technical Change in Dynamic Contexts. World Scientific.

Aw, B. Y. & Batra, G. (2021). Technological Capability and Firm Efficiency in Taiwan (China). The World Bank Economic Review, 12 (1), 59-79. https://documents1.worldbank.org/curated/en/154941468304201466/pdf/772630JRN0WBER0Box0377301B00PUBLIC0.pdf

De Weck, O. L. (2022). Technology Roadmapping and Development: a Quantitative Approach to the Management of Technology. Springer Nature.

De Wit, B. & Meyer, R. (2004). Strategy: Process, Content, Context. Thomson.

Fürst, A., Pecornik, N., & Hoyer, W. D. (2024). How product complexity affects consumer adoption of new products: The role of feature heterogeneity and interrelatedness. Journal of the Academy of Marketing Science, 52 (2), 329-348. https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-023-00933-7

Gui, L., Lei, H., & Le, P. B. (2024). Fostering product and process innovation through transformational leadership and knowledge management capability: the moderating role of innovation culture. European Journal of Innovation Management, 27 (1), 214-232. https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2022-0063

Hamada, T. (2024). Technological integration for imitation deterrence of new entrants: evidence from the Japanese digital imaging industry in 1990–2014. Cogent Business & Management, 11 (1), 2336275. https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2336275

Henderson, R. M. & Clark, K. B. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. Administrative Science Quarterly, 9–30. https://doi.org/10.2307/2393549

Mulebeke, J. A. & Zheng, L. (2006). Incorporating integrated product development with technology road mapping for dynamism and innovation. International Journal of Product Development, 3(1), 56-76. https://ideas.repec.org/a/ids/ijpdev/v3y2006i1p56-76.html

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. https://ideas.repec.org/a/oup/indcch/v22y2013i2p363-396.html

Razavi, M. R., & Samadi Ansari, H. (2020). Documentation and Analysis of Developing Technology Strategy in a Large Iranian Economic Organization. *Journal of Technology Development Management*, *8*(2), 11-44. doi: 10.22104/jtdm.2020.3755.2312

Revelle, J. B., Moran, J. W., & Cox, C. A. (1998). The QFD handbook. John Wiley & Sons.

Safdari Ranjbar, M., Gheidar Kheljani, J., Tahmasbi, S., & Tavakoli, G. R. (2016). Key Capabilities Required for Innovation and Development of Defense Complex Products and Systems. *Journal of Technology Development Management*, *4*(2), 133-158. doi: 10.22104/jtdm.2017.2064.1718

Schäper, T., Foege, J. N., & Nüesch, S. (2024). Toolkits for innovation: how digital technologies empower users in new product development. R&D Management, 54 (1), 95-117. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/288168/1/RADM_RADM12642.pdf

Smaling, R. & De Weck, O. (2007). Assessing Risks and Opportunities of Technology Infusion in System Design. Systems Engineering, 10 (1), 1–25. https://doi.org/10.1002/sys.20061

Tatikonda, M. V., & Rosenthal, S. R. (2000). Successful execution of product development projects: Balancing firmness and flexibility in the innovation process. Journal of operations management, 18 (4), 401-425. https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00028-0

Tatikonda, M. V., & Stock, G. N. (2003). Product technology transfer in the upstream supply chain. Journal of product innovation management, 20 (6), 444-467. https://doi.org/10.1111/1540-5885.00042

Wei, S., Liu, W., Choi, T. M., Dong, J. X., & Long, S. (2024). The influence of key components and digital technologies on manufacturer's choice of innovation strategy. European Journal of Operational Research, 315 (3), 1210-1220. DOI: 10.1016/j.ejor.2024.01.008

Wormald, P. (2015). Value Proposition for Designers-VP: A Tool for Strategic Innovation in New Product Development. International Journal of Business Environment, 7 (3), 262–280. DOI:10.1504/IJBE.2015.071229

Zhang, H., Feng, L., Wang, J., Zhu, T., & Jin, L. (2024). Investigating product innovation pathway from a modular standpoint: A case study of large aircraft assembly line. Heliyon, 10 (1). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23356